

MEĐUNARODNI SIMPOZIJ STOLJEĆE HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

INTERNATIONAL SYMPOSIUM A CENTURY OF HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA

Šibenik, September 1995, Croatia

Izdavač: Hrvatska elektroprivreda Zagreb, Ulica grada Vukovara 37

Priredili: dr. Slavko Krajcar, Ante Fabijančić i Josip Moser

Glavni i odgovorni urednik: Ante Fabijančić

Lektura hrvatskog teksta: Durda Sušec

Lektura engleskog teksta: Lia Paić

Korektura: Višnja Bošnjak

Oblikovanje naslovnice: Bruketa & Žinić i Davor Šarić

Tehnička priprema: Kaligraf - Zagreb, Kačićeva 12

Tisak: Tiskara "Kačić" - Šibenik

Naklada: 500 primjeraka

Copyright: Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i sveučilišna biblioteka, Zagreb

UDK 621.31(063)(082)

MEDUNARODNI simpozij Stoljeće Hrvatske elektroprivrede (1995; Šibenik)
Stoljeće Hrvatske elektroprivrede: međunarodni simpozij, Šibenik
28-29. rujna 1995.
= A Century of Hrvatska elektroprivreda : international symposium, Šibenik,
1995, Croatia /
[priredili Slavko Krajcar... [et.al.] ; glavni i odgovorni urednik Ante Fabijančić]. -
Zagreb : Hrvatska elektroprivreda, 1995. - 282 str. : ilustr. ; 30 cm

Tekst na hrv. ili engl. jeziku
- Bibliografija iza svakog rada
- Summaries

ISBN 953-96312-0-3

950912041

1.
3

UMJESTO PREDGOVORA

Pod visokim pokroviteljstvom predsjednika Republike Hrvatske dr. Franje Tuđmana, tijekom cijele 1995. godine Hrvatska elektroprivreda organizira nekoliko manifestacija koje odražavaju stoljeće Hrvatske elektroprivrede 1895. - 1995. Posebno mjesto pripada Međunarodnom simpoziju čije radove sadržava ovaj Zbornik.

U Hrvatskoj je, u blizini grada Šibenika - na slapovima rijeke Krke, davne 1895. godine puštena u rad hidroelektrana "Krka", s polifaznim sustavom proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije za šibenske potrošače.

Premda se već polovicom osamdesetih godina prošlog stoljeća u mnogim svjetskim kao i hrvatskim gradovima počela proizvoditi i koristiti električna energija, sustav "Krka - Šibenik" je prvi sustav izmjenične struje na tlu Hrvatske, a i među prvim u svijetu, koji je objedinio sve bitne elemente koji obilježavaju elektroprivrednu djelatnost. Sukladno tome, početak korištenja sustava "Krka - Šibenik" s opravdanim razlogom označava početak današnje moderne elektroprivrede u Hrvatskoj.

Međunarodni simpozij "Stoljeće Hrvatske elektroprivrede 1895. - 1995." na znanstvenim i stručnim argumentima određuje mjesto i ulogu prvog Hrvatskog elektroprivrednog sustava, ali i drugih sličnih pothvata hrvatskih energetičara u povijesnom hodu europske i svjetske elektroenergetike.

Pozvani znanstvenici i stručnjaci iz Europe i iz Hrvatske u svojim referatima obradili su teme koje se mogu svrstati u tri grupe:

- Razvoj elektroprivredne djelatnosti, graditelji prvih sustava i gospodarska motrišta rane elektrifikacije u Europi,
- Demografsko - gospodarska i sociološka obilježja i aspekti trgovačkog prava prvog elektroprivrednog sustava, kao i drugih tadašnjih pothvata na tlu Hrvatske i njihov utjecaj na razvoj proizvodnje i projektiranja opreme,
- Počeci, razvoj i perspektiva nacionalnih elektroprivreda Mađarske, Austrije, Italije, Slovenije, Bosne i Hercegovine i Hrvatske.

Zahvaljujemo se svima koji su doprinijeli održavanju ovog Međunarodnog simpozija. Posebna zahvala upućuje se autorima i recenzentima. Poseban značaj Simpoziju dati će zanimljiva izlaganja, a jednako tako i voditelji koji će potaknuti raspravu.

Damir Begović, predsjednik Organizacijskog odbora

INSTEAD OF INTRODUCTION

Under high patronage of the President of the Republic of Croatia, Franjo Tudman, Ph.D., several happenings will be organized throughout 1995, reflecting one century of Hrvatska Elektroprivreda 1895 - 1995. This Proceedings is composed of papers presented at the International symposium, which is given a special significance.

Croatian hydro power plant "Krka" was put in operation on August 28, 1895, near the town of Šibenik on the Krka River waterfalls. This power plant has enjoyed a multiphase system for electricity generation, transmission and distribution to the consumers of Šibenik.

Although in the mid eighties of the past century electricity was generated and used in numerous cities worldwide and some Croatian cities, the system "Krka-Šibenik" was the first alternate current system on the territory of Croatia, and among the earliest in the world, integrating all vital elements characteristic of electric power industry. In view of the above, the start of utilization of the "Krka-Šibenik" system marks the outset of contemporary electric power industry in Croatia with good reason.

International symposium "A Century of Hrvatska Elektroprivreda 1895 - 1995" determines the place and role of the first Croatian electric power system by scientific and expert arguments, as well as that of other similar endeavors of Croatian energy experts within historical development of European and world electric power supply.

Invited scientists and experts from Europe and Croatia elaborate the following themes in their papers, classified in three groups:

- Development of electric power industry, developers of first systems, economic outlook to early electrification in Europe,
- Demographic, economic and social characteristics and aspects of Commercial Law regarding first electric power system, as well as other endeavors on the territory of Croatia at that time and their influence on the development of production and equipment design
- Beginning, development and prospective of national electric power industries of Hungary, Austria, Italy, Slovenia, Bosnia & Herzegovina and Croatia.

We express our sincere gratitude to those who contributed to this International Symposium. We render special thanks to the authors and reviewers. Interesting presentations shall give special significance to the Symposium, as well as moderators stimulating the discussion.

Damir Begović, Chairman of Organizing Committee

TITLES OF PAPERS AND AUTHORS / NASLOVI REFERATA I AUTORI

1. Technical Development of Early Electric Power Industry Worldwide
Tehnički razvoj rane elektroprivredne djelatnosti u svijetu
- Prof. dr. Thomas Bohn
- Dr. Walter Biterlich
- Dr. Hans-Peter Marschall
German Institute for the History of Energetics (DIGE) 1

2. System Developers in Early Days of Electric Power Industry Worldwide
Graditelji sustava u počecima elektroprivrede u svijetu
- Ph.D. Sándor Jeszenszky, *Electrotechnical Museum, Budapest* 13

3. Doprinos hrvatskih znanstvenika na području prirodnih znanosti krajem 19. stoljeća
Contribution of Croatian Scientists in the Field of Natural Sciences at the End of 19th Century
- Žarko Dadić, akademik 25

4. Doprinos hrvatskih znanstvenika na području elektrotehničkih znanosti krajem 19. stoljeća
Contribution of Croatian Scientists in the Field of Electrical Engineering at the End of 19th Century
- Prof. Vladimir Muljević, Ph.D., *Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb* 29

5. Prvi hrvatski izmjenični sustav (HE Krka-Šibenik) u europskom i svjetskom kontekstu
First Croatian AC System (HPP Krka-Šibenik) in European and Worldwide Context
- Ante Sekso, dipl.ing.
Institut za elektroprivredu 43

6. Povijesni pregled pionirskih elektroprivrednih pothvata u Hrvatskoj
Historical Survey of Pioneering Endeavors Related to Electric Power Supply in Croatia
- Marijan Kalea, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda, Osijek*
- Boris Markovčić, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda, Zagreb*
- Ivan Deranja, ing., *Hrvatska elektroprivreda, Pula*
- Zdravko Plander, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda, Rijeka*
- Karlo Ožegović, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda, Split* 59

7. The Importance of the Experimental Plants of River Krka, in Croatia, for the Development of the Production and Projecting
Značaj eksperimentalnih postrojenja na rijeci Krki u Hrvatskoj za razvoj proizvodnje i projektiranja
- Bela Peter, Ph.D., *GANZ, Budapest* 93

8. Višenamjensko korištenje voda u slivu rijeke Krke
Multipurpose Water Utilization in the Krka Catchment Area
- Krunoslav Begović, dipl. ing.
- Željko Crnković, dipl. ing.
- Todor Bjedov, dipl. ing.
Elektroprojekt, Zagreb 101

9. Demografski, gospodarski i socijalni kontekst razvoja Hrvatske elektroprivrede od prvog elektroprivrednog sustava do danas
Demographic, Economic and Social Context of the Development of "Hrvatska Elektroprivreda" from the First Croatian Electric Power System up to Present
- Prof. dr. Mladen Friganović, *Prirodoslovno matematski fakultet*
- Mr. Ivo Poljičak, *Šibenik*
- Prof. dr. Ivo Šimunović, *Ekonomski fakultet Split* 113

10. Zaštita okoliša, izgradnja i korištenje prvog elektroprivrednog sustava Krka-Šibenik
Environmental Protection, Construction and Exploitation of the First Electric Power System Krka-Šibenik
- Ivo Biliško, dipl.ing., *Hrvatski registar brodova*
- Ante Fabijančić, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda*
- Vesna Montan, dipl.ing., *Državna uprava za zaštitu okoliša*
- Josip Moser, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda*
- mr. Franka Odak, *Državna uprava za zaštitu okoliša*
- dr. Viktor Simončić, *Državna uprava za zaštitu okoliša* 125

11. Prvi tarifni sustav u Hrvatskoj i razvoj tarifnog sustava u proteklih sto godina
First Tariff System in Croatia and Tariff System Development during Past Hundred Years
- Dr. Jakša Topić, dipl.ing., *Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo*
- Mr. Smiljana Jurišić, dipl.oec., *Institut za elektroprivredu* 137

12. Aspekti trgovačkog prava na projektu "Krka-Šibenik" u kontekstu današnjih stremljenja u području energetike
Aspects of Commercial Law in the Construction of Hydro Power Plant on the Krka River
- Mr. Faruk Garibović, dipl. iur.
- Josip Moser, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda 153

13. The Austrian Electricity Industry - Organisation and Privatisation
Austrijska elektroprivreda - Organizacija i privatizacija
- Karl Hönigmann, B.Sc.
VERBUND, Vienna 169

14. Beginning and Development of the National Electric Power Industry in Hungary
Početak i razvoj nacionalne elektroprivrede u Mađarskoj
- Benkó Balázs, Ph.D.
- Géza Király, dipl.ing.
- Mihály Korodi, B.Sc.
- Zoltán Reguly, M.Sc.
MVM, Budapest 181

15. The Development and Transformation of the Italian Power Industry from its Beginning to Nowadays
Razvoj i pretvorba talijanske elektroprivrede od početaka do danas
- Franco Luccioli, Ph.D.
- Bruno Ianni, Ph.D.
ENEL, Rome 195

16. Development Track of Power Engineering and Electricity Transmission in Slovenia
Pregled razvoja proizvodnje i prijenosa električne energije
- Dr. Janez Hrovatin, dipl.ing.
- Dr. Franc Jakl, dipl.ing.
ELES SLOVENJA, Ljubljana 213

17. Početak i razvoj elektroprivrede Bosne i Hercegovine
Beginning and Development of the National Electric Power Industry in Bosnia and Herzegovina
- Edhem Bičakčić, dipl.el.ing.
- Sabaheta Sadiković, dipl.el.ing.
- Zijah Brajlović, dipl.el.ing.
- Sead Softić, dipl.el.ing.
JAVNO PODUZEĆE ELEKTROPRIVREDA, BOSNE I HERCEGOVINE, Sarajevo 239

18. Počeci i razvoj Hrvatske elektroprivrede
Beginning and Development of the National Electric Power Industry in Croatia
- Prof.dr. Božo Udovičić, *Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb*
- Damir Begović, dipl.ing., *Hrvatska elektroprivreda, Zagreb* 263

Technical Development of Early Electric Power Industry Worldwide

Tehnički razvoj rane elektroprivredne djelatnosti u svijetu

Prof. dr. Thomas Bohn, Dr. Walter Biterlich, Dr. Hans-Peter Marschall

German Institute for the History of Energetics (DIGE)

ABSTRACT

Similar to any history, the history of power station technology has its prehistory. A time when the fundamentals of electro-magnetism have been discovered. As it is known, this is the basis of the conversion of mechanical energy into electric power and vice versa.

This paper describes the development of early fundamentals of power station technology, as well as the first applications, the history of first power plants and the spreading of electric power plants up to 1882, the period of direct current central stations and the first public power stations. This was the time of Edison system, first lighting central stations and competition to gas illumination.

Development of fundamentals and first testing of alternating and three-phase current power stations are given, with the description of water energy use and over land power stations, change in demand, structure and rapid increase of demand.

Finally, the development to central power stations after the turn of the century is described, with steam engines, steam turbines and other components.

SAŽETAK

Poput svake povijesti, i povijest tehnologije elektrana ima svoju pretpovijest. Vrijeme kad su otkriveni temelji elektromagnetizma. Kao što je poznato, to je osnova za pretvorbu mehaničke energije u električnu energiju i obratno.

Ovaj referat opisuje razvoj počela tehnologije elektrana kao i prve primjene, povijest prvih elektrana i širenje elektrana do 1882. godine, razdoblje centrala na istosmjernu struju i prve javne elektrane. To je bilo vrijeme Edisonovog sustava, prvih centrala za rasvjetu i natjecanja s plinskom rasvjetom.

Prikazan je razvoj počela i prvo ispitivanje elektrana na izmjeničnu struju i trofaznu struju. Opisano je korištenje energije voda i razvoj elektrana širom zemlje, promjena strukture potrošnje i brz rast potrošnje.

Na kraju je opisan razvoj centrala na prijelazu stoljeća s parnim motorima, parnim turbinama i ostalim pripadajućim elementima.

HISTORY OF EARLY POWER STATION TECHNOLOGY

CONTENTS

Development of early scientific fundamentals of power station technology. First applications.

Fundamentals of electro-magnetism and first magneto-electric machines.

First power plants. Further development of generators and application technology.

International Symposium A Century of Hrvatska Elektroprivreda, Šibenik 1995, Croatia

Spreading of electric power plants to 1882.
 First public power stations. Time of direct current central stations
 The idea of public power stations. The electric bulb and the Edison system.
 First lighting central stations. Competition to gas illumination.
 Building up and limits of direct current central stations.
 Alternating and three-phase current power stations
 Development of fundamentals and first testing.
 Over land power stations and use of water energy.
 Change of demand structure and rapid increase of demand.
 Development to central power stations after turn of the century
 Steam engines, steam turbines and other components.
 View back from the present.

DEVELOPMENT OF EARLY SCIENTIFIC FUNDAMENTALS OF POWER STATION TECHNOLOGY. FIRST APPLICATIONS.

As any history, the history of power station technology has its prehistory. A time when the fundamentals of electro-magnetism have been discovered. As is known it is the basis of the conversion of mechanical energy into electric one and vice versa.

FUNDAMENTALS OF ELECTRO-MAGNETISM AND FIRST MAGNETO-ELECTRIC MACHINES.

After the invention of the galvanic current generation (A. Volta 1800), the first applications followed soon:

H. Dave generated an electric arc in 1808 and *S. Th. von Sömmering* invented the electric telegraph.

Soon afterwards, in 1820, *H. C. Ørsted* discovered the interaction between current and magnetism. *A. M. Ampere*, *J.-B. Biot* and *F. Savart* described the electro-magnetism interaction quantitatively.

In 1826, *G. S. Ohm* discovered the law named after him.

The genius experimentator *M. Faraday* completed the practical fundamentals of the electro-magnetism in 1831/32 by formulating the induction law.

Basing on it *H. Pixil* invented the first magneto-electric generator in 1832. The poles of a horse shoe magnet passed electric coils by means of a hand crank. He also invented a commutator, so that he could generate direct current. In the following decade many inventors (*W. Ritschi*, *E. Clarke* and others) improved the magneto-electric generator.

In 1834, *M. H. Jakobi* invented the first magneto-electric motor.

FIRST POWER PLANTS. FURTHER DEVELOPMENT OF GENERATORS AND APPLICATION TECHNOLOGY.

J. St. Woolrich built greater magneto-electric generators for the galvano technology which had been fed till then with galvanic elements. In 1844, for the first time, a steam engine powered an electric generator. This was the first electric power plant.

Figure 1 shows the generator of this first electric power plant, installed in the electro plating works Elkington in Birmingham. It had a power of some hundred watts.

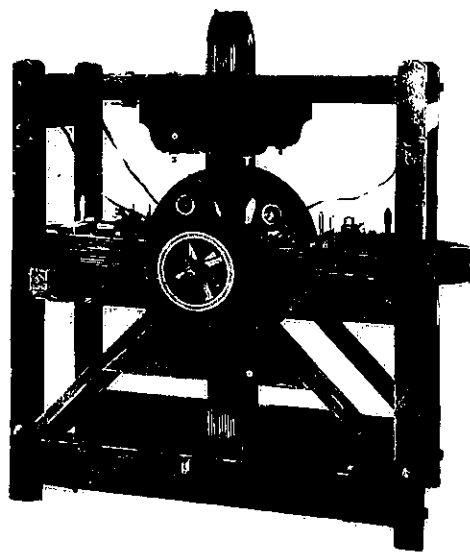


Fig. 1: Woolrich generator

After the application of the galvano technology, since 1852, magneto-electric generators were also used for feeding the lamps. For instance, the french-english company Alliance built in 1863 four great generators for the arc lights of the lighthouse Cap La Have with a total weight of 2000 kg each and power of about 0,3 kW each. As it can be seen, magneto-electric power plants were very expensive. Therefore they were built conformingly seldom.

In 1866, the break-through of the electric power plants became possible with the invention of the dynamo-electric generator by *W. Siemens*.

The so called dynamo machine had much lower weight at the same power, it was cheaper and it had clearly higher efficiency. Measurements, made in England in 1876, gave the following relations:

Volume 1:25, weight 1:15, costs 1:10 and efficiency 1:4.

Z. Th. Gramme used the ring armature for dynamos successfully, indicated first by *A. Pacinotti*. The production of the generators of this type increased from 1874 to 1879 from the first four pieces to more than 1000 ones per year.

The senior engineer v. Hefner-Alteneck of the Siemens company invented, in 1872, the drum armature.

The armature configuration proved useful till the present.

Now, electric energy for many different applications could be offered comparatively cheap.
It was the beginning of electrification.

It was strongly connected with the development of the application technology.

In the field of the application of light technology there were three consecutive innovations:

- Jablochhoff candle (1876),
- Differential lamp by Siemens (1878),
- Improvement of the carbon filament lamp by *T. A. Edison* (1879).

SPREADING OF ELECTRIC POWER PLANTS UP TO 1882.

From 1878 on a great number of illumination plants were built in a short time.

Fabricating halls were illuminated by electric arcs (e. g. Krupp Essen, 1878), as well as greater public buildings, as e. g. the post management, the „Kaisergalerie“, the „Reichstag“, all located in Berlin, in 1878.

Street illumination, e. g. the Avenue de l'Opera in Paris was effected by Jablochhoff candles.

The Royal Albert Hall in London was illuminated by arcs. Some docks in England, also many passenger-, merchant- and warrior ships.

In 1880, only in Germany ten railway stations were illuminated.

The illuminating plants for theatres were relatively great. Theatres were illuminated with electric bulbs, e. g. in 1881, the Savoy Theatre with Swan bulbs, theatre in Brünn (Edison bulbs), in Munich (800 Edison bulbs, 3 generators of 22,5 kW each), in Stuttgart (1060 Edison electric bulbs, 900 kW), etc.

There was an extraordinary rapid development of the electric energy technology from 1878 on. The turnover of the company Siemens & Halske, the greatest electrotechnical concern at that time, shows this clearly. The share of the energy technology of the total turnover was:

in 1877 only	5 % (90.000 DM),
in 1880 already	45 % (1,3 million DM) and increased
in 1885 to	66 % (3,0 million DM).

New application technologies for electric energy were developed.

E. g. in the traction field:

- in 1878 Siemens & Halske presented the first electric street car,
- in 1881 the first electric tram with fixed time table circulated in Berlin,
- in 1880 the first electric elevator was installed in Mannheim.

But yet the electric illumination was in the centre of interest. For that reason block stations, supplying the entire house blocks were built. Some of them reached powers of about 200 kW.

FIRST PUBLIC POWER STATIONS. TIME OF DIRECT CURRENT CENTRAL STATIONS.

THE IDEA OF PUBLIC POWER STATIONS. THE ELECTRIC BULB AND THE EDISON SYSTEM.

In 1881 at the world fair in Paris *T. A. Edison* presented his system of the public illumination plant. Similar to the municipal gas supply, a central station supplied the consumers by electric mains, placed in public streets and places.

The central station could clearly supply more consumers than it was possible with block stations. Edison expected that by this system electric current should become cheaper. The current supply was meant primarily for the feeding of electric bulbs and electric motors. The entire system, all that belongs to a central station, was exhibited, e. g. transport mains, switches and electric meters.

The idea of Edison was fascinating for many visitors. Edison-companies were established. In many states. Their task was to disseminate the idea of public power stations and to carry out tests in this field.

FIRST LIGHTING CENTRAL STATIONS. COMPETITION TO GAS ILLUMINATION.

The first public power station had already been built by Siemens in *Godalming, GB*, before the constitution of the Edison companies. It was a small hydroelectric power station on the river *Wey* that supplied the leather works *Pullmann* and additionally the households and the street illumination of *Godalming*.

A year later, on the basis of the Edison system, the power station *Holborn Viaduct* in London (200 kW) and the station at the *Pearl Street* in New York (600 kW) were put into operation, both in April 1882.

In 1883 the first public power station on the continent was put into operation in Milan (530 kW).

Beside the Edison company, many other enterprises built power stations. Most of the stations were built in the U.S.A. and in Germany. In Great Britain the construction of power plants made no progress because of legal restrictions (Electric Lighting Act 1882).

The first public power stations with the electric tension of primarily 110 volt and later on of 220 volt, were situated amid the consumers (central units). The voltage was adapted to the operation with electric bulbs. The current supplied up to 1895 was mainly used for illumination purposes. It had to compete against gas illumination. A gas flame costed about 3 German Pfennig per burning hour, while the electric bulb hour costed 5 German Pfennig. The price for one kWh was slightly higher than the hourly wage of a skilled worker. The price of an electric bulb corresponded to the wage for 8 to 10 hours.

In the first years of public current supply the electric illumination was possible only in welfare households because of financial reasons. In 1890 only 11 % of households in Berlin were illuminated. Table 1 shows the customer structure for that year.

Stores	32 %
Banks and offices	22 %
Restaurants	18 %
Theatres	11 %
Private households	11 %
Others	6 %

Tab. 1: Shares of customers power in Berlin, in 1890

Similar conditions existed in other big cities in Europe. The motoric use of electric energy was very small yet.

BUILDING UP AND LIMITS OF DIRECT CURRENT CENTRAL STATIONS.

From 1885 on, the growth rate of the current purchase was very high. In Germany, the average was about 35 % per year. This means a doubling every two years. In the U.S.A., the growth rate was even higher. The number of power stations and their power had to increase rapidly.

But the power of a direct current power station was limited. The power losses on a supply to customers distant more than 1 km, with low voltage, were extremely high. Therefore in the centres of bigger cities more than one power station had to be built.

During that time the annual using time of the direct current central stations was about 1000 hours. Great accumulator-batteries were installed inside the power stations.

The direct current power stations remained dominant until the turn of the century. Their share in Germany, in 1895, was 77 % and in 1900 still 52 %.

Several big pioneers of power plant technology, like Siemens, Edison and Schuckert, preferred direct current central stations especially because at that time there were no working direct current motors.

But soon there were other pioneers of electrical engineering who overcame this deficit by new developments.

AC- AND 3-PHASE-CURRENT POWER PLANTS.

In the years 1882/83, three engineers of Ganz & Co. Ltd., Budapest, developed, basing it on other developments, a transformer with comparatively little losses. This development pushed the AC into a new and more important role. Now it became possible to transform the voltage of the generator to a high transmitter voltage and to transport it over a long distance with comparatively little losses. The advantage of this development was that the power plants did not have to be located close to the customer.

Until the end of 1887 Ganz & Co. Ltd. has already built 24 AC-power plants with the only purpose to produce the electricity for lighting.

At that time (1886/87) G. Ferraris and N. Tesla developed a „two-phase-AC-motor“. The two phases were shifted by 90 °, inducing a rotating field in the motor.

The disadvantage of this „induction-motor“ was that it was difficult to start when loaded and the rotating field pulsed heavily. This motor did not succeed. Tesla also proposed a motor having more than two phases.

In 1888, M. Dolivo Dobrovolsky, who was working for AEG in Berlin, developed the three-phase current motor, basing it on these developments (The three phases are shifted 120 °.) This motor was simple and not expensive. A very efficient three-phases current transformer was also developed by AEG. Referring to this background the three-phase current technology became very important!

Basing on these developments O. v. Miller intended to demonstrate the whole three-phase current technology. The „Frankfort Exhibition of Electricity 1891“ should bring it about. In the city of Lauffen, on the river Neckar, a three-phase current generator, built by Oerlikon, was driven by a water turbine. The low generator voltage of 55 volt was transformed to a higher level for the transmission to Frankfurt, to a distance of almost 175 km. The current was retransformed to low voltage in Frankfurt, where it fed a great three-phase motor and 1000 electric bulbs. It definitively became a complete three-phase system. The test was very successful and now three-phase power stations were planned all over the world.

DEVELOPMENT OF FUNDAMENTALS AND FIRST TRYING AND TESTING. OVER LAND POWER STATIONS AND USE OF WATER ENERGY.

Already in 1892 three three-phase power stations went into operation in Germany. Further ones followed and in 1898 there were already 20.

The hydraulic power, generally situated far from the user centres, could be used better now.

For the supply of the town of Munich the Isar-Amper station was finished in 1895 (extended to 6 MW), and in 1898 the German-Swiss hydroelectric plant Rheinfelden (extended to 14 MW).

The water turbines and generators became greater and greater. In Rheinfelden, the power of the generator was about 720 kW, one year later, on the Niagara Falls, already 3600 kW.

At the same time great three-phase power stations were built:

Berlin Oberspree,

Electric power station Kattowitz and Berlin Moabit.

All three power stations were extended to 14 MW.

Alternating and three-phase power stations rapidly replaced the current central stations.

Figure 2 shows the development of the power share of the different power station types in Germany.

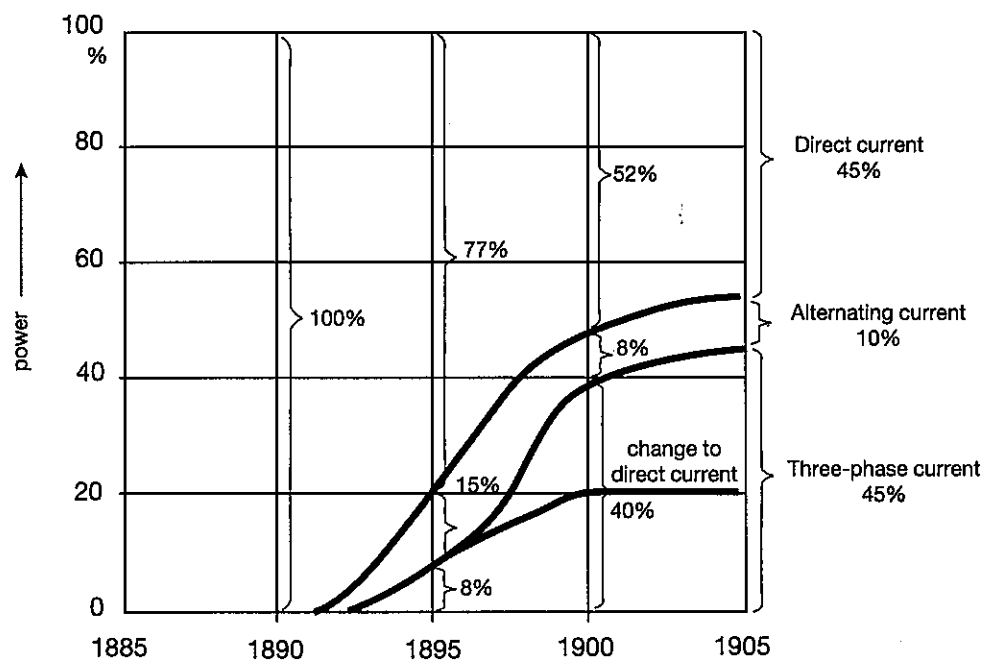


Fig. 2: Development of shares of three-phase, alternating an direct current

CHANGE OF DEMAND STRUCTURE AND RAPID INCREASE OF DEMAND.

Since 1895 the need of electric power for motorized drive had to be added to the current illumination requirements. In 1900, solely the trams in Berlin had a share of 42 %, related to the entire consumption. The small business work shops used electric motors that replaced trans-

mission steam engines. More and more electric kitchens were installed. This change of structure did not take place only in the capitals, but also in middle towns, as e. g. Düsseldorf. Therefore, the price of current everywhere decreased, thanks to the greater units and because of the greater annual using time.

Figure 3 shows the development for the town of Düsseldorf.

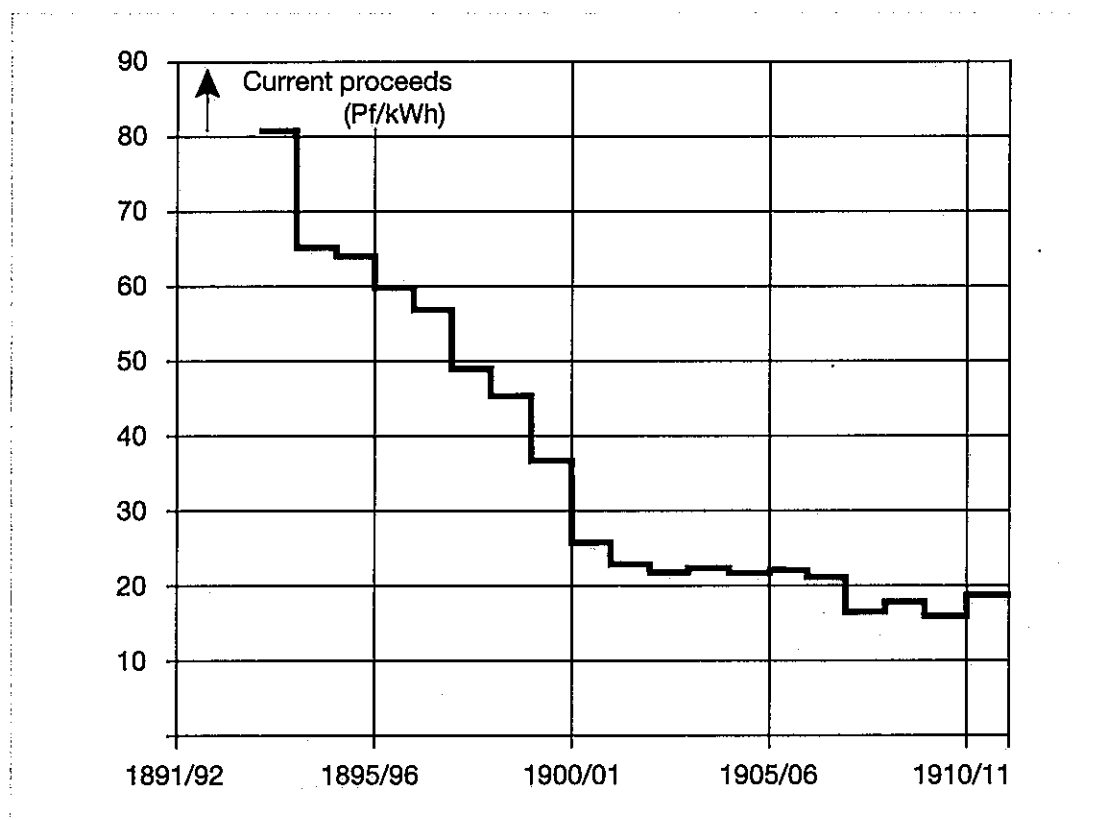


Fig. 3: Current proceeds development from 1893 to 1912

The steam engine was the most common driving machine in the early power station technology. First, it was connected with more than one generator. Later on, when it became possible to build greater generators, with only one. First the steam engines were fed with saturated steam, since the end of the past century with superheated steam. The process efficiency of the steam engine doubled in 20 years, from 1885 to 1904. It was first about 9 % and, in 1904, increased to 19 %. But for the total power station efficiency the low efficiencies of the steam generator and the electric generator had to be included. Various losses had also to be taken into account, as well as the internal requirements. In fact, the total efficiency of the first steam power station lay at 5 % at first and in the first years after the turn of the century at 13 %. This is valid only for the best power stations in Europe. But the integrated efficiency lay much lower, because of the low use of capacity.

DEVELOPMENT TO CENTRAL POWER STATIONS AFTER THE TURN OF THE CENTURY.

STEAM ENGINES, STEAM TURBINES AND OTHER COMPONENTS.

The steadily increasing current requirements and the three-phase current technology led to always bigger power stations and always bigger driving machines. The power of the steam engines rose from 200 h.p. in 1900 to 6000 h.p. in 1904, in Berlin. The 6000 h.p. engines were giants. Their weight was about 260 tons, the length 24 m. The generators, connected to them, were also very big. The big steam engines had revolutions of 70 r.p.m. For that reason the generators had to have a great pole number, in order to be able supply alternating current of 50 Hz. The generator diameter was about 8,5 m.

In this situation, the steam turbine has come just in time. *C. G. de Laval* (1883) and *C. A. Parsons* (1884) received patents on steam turbines.

In 1892, the first Parsons turbine was used for current generation. The generator had a power of 150 kW at a speed of 4700 r.p.m.

The steam process efficiency of this turbine was about 10,6 %, this is lower than the one of greater steam engines. The turbine was continuously tested and improved. In 1900 a total power of 150 MW of Parsons turbines was already in operation.

The first turbo generator with a power of 1 MW was built in Eberfeld (Germany). The tests were very satisfactory. In the first week of 1900 the efficiency was 14,7 % at 1 MW and even 15,3 % at 1,2 MW.

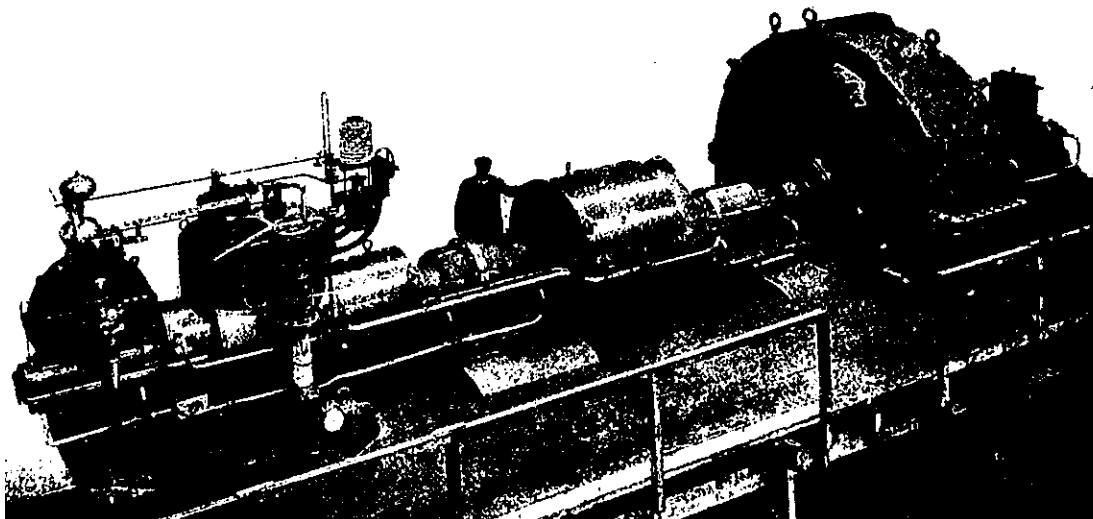


Figure 4: Turbo set in Eberfeld

These successes caused a general sensation. Many further turbine types were developed (*C. G. Curtis*, *C. E. Ratenau* and others). The advantages of the steam turbine compared to the steam engine were great:

- Volume requirements smaller by a factor of 5.
- Investment costs were 40 % lower already in 1905.
- Weight of turbo set was only 1/10.

Since 1905 all the greater power stations were equipped exclusively with turbo sets. The turbine power rose significantly.

1905	4 MW
1908	8 MW
1912	16 MW
1917	50 MW RWE/Goldenberg
1927	80 MW Berlin/Klingenberg

Goldenberg und Klingenberg were the greatest turbo sets at that time.

The development of the steam generator could not follow the rapid development of the driving machines.

Steam pressures and power units of the steam generators increased very slowly. After the World War II a progressive change has come.

From the first public power stations to about 1923, the steam pressure rose from about 10 bar to about 15 bar. The powerfulness of the generator unit increased very slowly, too. For instance, the already mentioned 50 MW turbine in the power station Goldenberg needed 13 steam generators with 30 t/h steam production each. The steam pressure came to 16,5 bar and the feed steam temperature to 350 °C. Firstly, with the introduction of the pulverized coal furnace, about 1925, and the pressure increase to 100 bar and more (Benson steam generators, from 1930 on) it became possible to reduce the number of steam generators per turbine considerably.

Unfortunately the development to the present can not be demonstrated within the framework of this contribution. Therefore in the following only some remarks.

From 1940 on gas turbines, beside steam and water turbines, have been used for current generation. Their importance in the present will be discussed in detail later on.

Since 1956 current is also generated from nuclear energy fuels. But in western countries the acceptance of nuclear energy does no longer exist, especially after the accident in Chernobyl. For that reason the further extension of nuclear energy is uncertain.

After the so called energy crisis, great hope is put on the use of solar energy. But a real breakthrough is not in sight yet.

Electrification caused a second industrial revolution. Without electric energy a modern civilization and the welfare we are used to is not conceivable.

VIEW BACK FROM THE PRESENT.

We look back to an admirable development of current supply.

With great toughness and much sacrificing work of the pioneers of power station technology a high technical standard has been reached. Our obligation should be to keep in mind this admirable development, and at the same time it ought to be motivation for our descendants. It is possible to characterize this development by the following characteristic data:

- The power units of current supply rose from

about	0,1 MW in 1892,
to	1 MW in 1890,
to	10 MW in 1910,
to	100 MW in 1930 and
to more than	1000 MW in 1975
	(at the time being the greatest turbo sets of about 1500 MVA).

- The current price decreased at this time in Germany from about 1 wage per hour and kWh to 1/100. Current consumption does not have social barriers any more.
- The efficiency of the power stations has 20 folded, from the initial hardly 3 % to the present about 58 % at combined power stations. Here the development of the gas turbine enabled the big step forward. Accordingly, the specific CO₂-output could be reduced.
- The current transport, firstly limited to one km, now reaches thousands of kilometers. The power union is almost unlimited and became continental.
- Current generation became ecologically beneficial. In many industry states the emission of harmful substances per kWh at fossil heated power stations is reduced to about 1 % compared to the time of the turn of the century.

The admirable development of the power station technology ought not to be forgotten. It was marked by a tough setting of rational goals. Better technology makes current cheaper and saves the environment.

This finding ought to be the aim and motivation for all of us, especially for our descendants. It will be difficult for them to found a rational development.

Current supply has not only become a political question, it is ever more influenced by world view.

In this sense I am grateful to the adequate place of this congress, to admit space to the history of power station technology on the occasion of their commemoration.

May your country, in spite of the unfavourable boundary conditions at present, yield in the future pioneers of power station technology, as one hundred years before your great compatriot N. Tesla.

Furthermore, I wish to all of us a further good and successful co-operation, as shown in history.

REFERENCES

1. Die Geschichte der Stromversorgung
Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m. b. H., Frankfurt am Main 1992.
2. LICHTJAHRE
100 Jahre Strom in Oesterreich
Kremayr und Scheriau, Wien 1986.
3. Histoire de l' electricite en France
Tome premiere 1881 - 1918
Fayard, Paris 1991.
4. Histoire de l' electricite en France
Tome deuxieme 1918 - 1946
Fayard, Paris 1994.

System Developers in Early Days of Electric Power Industry Worldwide

Graditelji sustava u počecima elektroprivrede u svijetu

Ph.D. Sándor Jeszenszky

Electrotechnical Museum, Budapest

ABSTRACT

The beginning of electrical engineering dates from 1800, the invention of the voltaic pile. The construction of the first public power plants was the result of hundred years of research. In this study we review the inventions of the first century. We remember the early use of electricity, the magneto-electric and dynamo-electric generators, the first power plants, and mention the technical reasons for the development of the different systems.

SAŽETAK

Početak elektrotehnike datira od 1800. godine, pronalaska voltine baterije. Izgradnja prvih javnih elektrana rezultat je stogodišnjeg istraživanja. U ovom materijalu dajemo pregled pronalazaka iz prvog stoljeća. Prisjećamo se ranog korištenja električne energije, magnetoelektričnih i dinamo-električnih generatora, prvih elektrana, a spominjemo i tehničke razloge zbog kojih su se razvili različiti sustavi.

FROM VOLTAIC PILES TO POWER PLANTS

The history of electrical engineering differs greatly from that of the other sectors of technology. While the history of other sectors goes back to the times before history, the practical use of electricity is not yet older than 200 years.

The development of the other sectors for a long time - for centuries or even millennia - was based on practical experiences, science tried only later to explain empirical details. The order was the opposite in electrical engineering.

Cavemen could produce metal from ore in their primitive foundries based on purely practical experiences, having no ideas of oxidation or reduction. Technical knowledge based on direct sensing made possible the development in mechanics, metallurgy and agriculture (that is, in all processes human senses can follow). Electricity, however, can not be sensed directly, we can not see current flow in the wire cables. Although the ancient Greeks have already been acquainted with frictional electricity (more accurately they have known that rubbed amber attracts small objects), without scientific knowledge the idea of practical use of electricity has not occurred for two millennia.

The change took place in the eighteenth century. Previous accidental observations have been replaced by conscious experimenting. Positive and negative charges, electric wiring and isolation have been recognised. It was discovered that charges go further through isolated wires,

and that electric current spreads very quickly. At the end of century qualitative examinations have been followed by quantitative measurements. Coulomb published the law of force between charges in 1785. With mathematical rules electric phenomena became measurable and calculable. This opened the road to practical use.

The lack of reliable and strong intensity supply units was another obstacle of practical use. The eighteenth century was the century of electrostatics. Electricity was supplied by friction machines. Their voltage is great, it can even reach many hundred kVs, but their intensity is very low, only a few microamperes. Therefore another supply unit was needed.

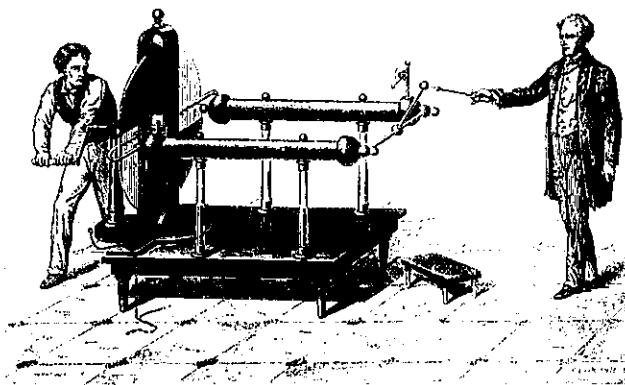


Figure 1.
Friction machine of Ramsden
(Guillemin: *Mágnesség és Elektromosság*, Budapest, 1885. 177. p.)

The new invention appeared in 1800 - this was the birthday of electrical engineering. The inventor was the professor of the University of Padova, Alessandro Volta, and the invention was the voltaic pile, in other words the electrochemical supply unit - the galvanic battery. It was able to supply intensity of several amperes, that was much stronger than the intensity of the friction machines. Electromagnets, electric motors and electric lamps could be supplied with galvanic batteries and thus the development of practical electrical appliances could be started. Although the primitive batteries were quickly exhaustible and their use was very expensive, they proved that electricity is not an abstract, self-contained science, but the base for a new industry: electric engineering.

It is interesting that the practical use started in electrochemistry, and not in electric illumination or drives. *Carlisle*, an English scientist, led the current of the galvanic battery through water in the year of its discovery, and thus dissolved water to hydrogen and oxygen, in other words he produced hydrogen and oxygen gas by means of electric current. *Davy* produced, having used in 1807 dry electrolytic method, previously unknown metals: sodium, potassium, calcium, strontium, barium and magnesia. The Danish *Oersted* was the first to produce aluminium by

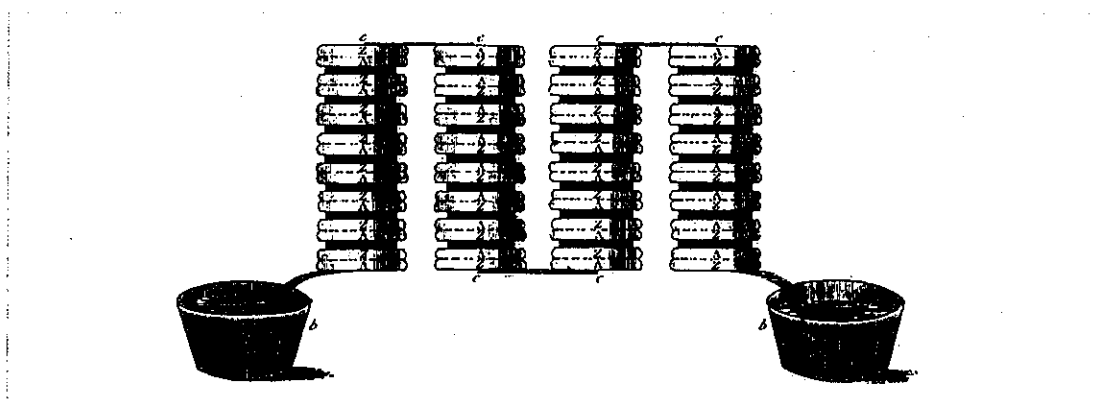


Figure 2.
Voltaic pile
(*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1800. vol. 90. 430. p.)

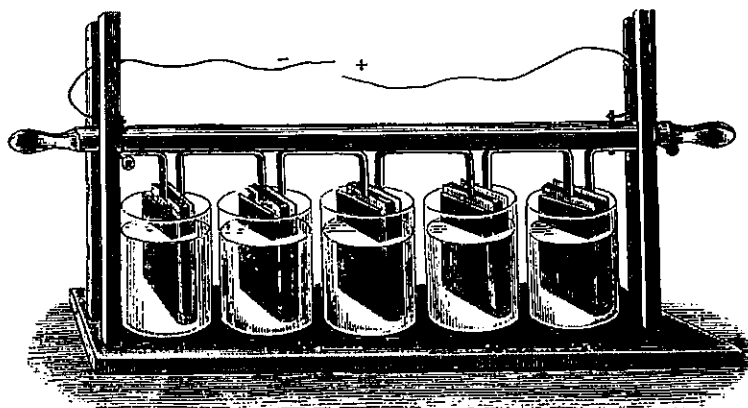


Figure 3.
Plunge battery
(Karass: Geschichte der Telegraphie, Braunschweig, 1909. 55. p.)

means of electrolysis, in 1824. Electroplating and rare metal plating was even more important. The Italian *Brugnatelli* made a plating from metal induced from cyanitic gold solution. This was nicer, longer lasting and cheaper than gold plating with stick-up foil. The German *Jacobi* developed electroplating further in St. Petersburg. In 1837 he discovered electroforming to copy objects by electroplating methods. Electricity was then supplied by galvanic batteries, but the first steam-machine driven magnetogenerators were made for electroplating factories in the 1840s and it was a good example of the expansion of electrochemistry. The first industrial ring armature dynamo of the Belgian *Gramme* was also made for electrochemical use in 1874.

At the centenary of the Croatian power industry it is also worth mentioning that the cheap power supplied by the Dalmatian hydroelectric power plants built at the beginning of this century was also mainly used in electrochemical factories. The power plant in Jajce, for example, was built specifically to supply power to the electrocarbide factory, but it also supplied the nearby settlements.

Back to the beginning of the nineteenth century, besides electrochemistry, electricity was soon used for illumination. In 1802 Davy noted that a dazzling electric arc could be produced by con-

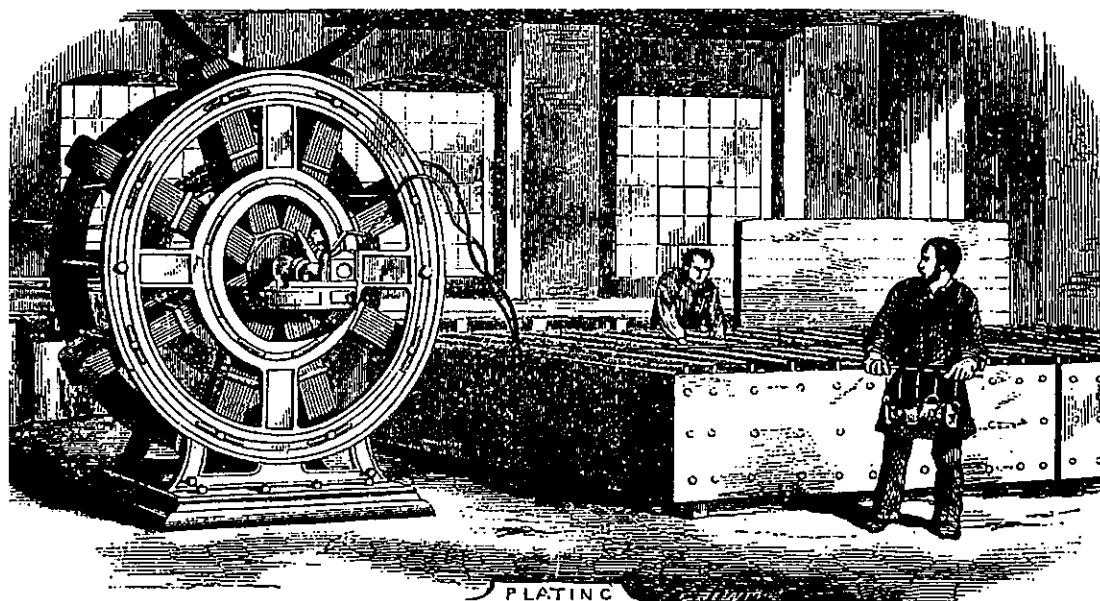


Figure 4.
Electroplating by a Woolrich generator
(The Illustrated Exhibitor and Magazine of Art, 1852. 296. p.)

necting the wires of big galvanic batteries. Having noticed that the metallic wires melt in a few seconds, he induced the arc between carbon sticks. In 1808hHe showed the arc light at the Royal Society. The lamp was supplied by 500 galvanic batteries. The electric arc shining with the force of several thousand candles made a startling impact on the audience used to oil lamps or wax candles. The show lasted only a few minutes, because the batteries exhausted very quickly. This may have been the start of the race between current supply and consumption. It was not always easy to satisfy the ever growing need of the consumers. "Current supply" as an expression may seem here anachronistic, because at that time every appliance had its own battery. Without electricity electric lighting remained a curiosity for a long time.

The first electric engines also remained within the walls of laboratories. Oersted discovered the magnetic effect of electricity in 1820, the law of which was later formulated by *Ampère*. Electromagnets made it possible to build electrical engines. The first commutator DC motor was built by the Hungarian *Ányos Jedlik* in 1829, but he did not license his invention. The English *Ritchie* built the first engine that could be used for work in 1833. *Jacobi* built a boat driven by electric engine in 1838, that could go on the river Neve against currents, but the batteries exhausted quickly, and therefore he gave up his experiments. The electromotive experiments of the 1840s were also unsuccessful. The main problem were the batteries, not the engines. The car of the English *Davidson* could already in 1842 transport 6 tons at 4 miles/hour, but the batteries lasted for 1.5 miles only. The electromotive of the American *Page* has already in 1851 reached the speed of 19 miles/hour and worked for 39 minutes, but even this result was insignificant if compared to the output of the steam engines that have already been used all over the world.

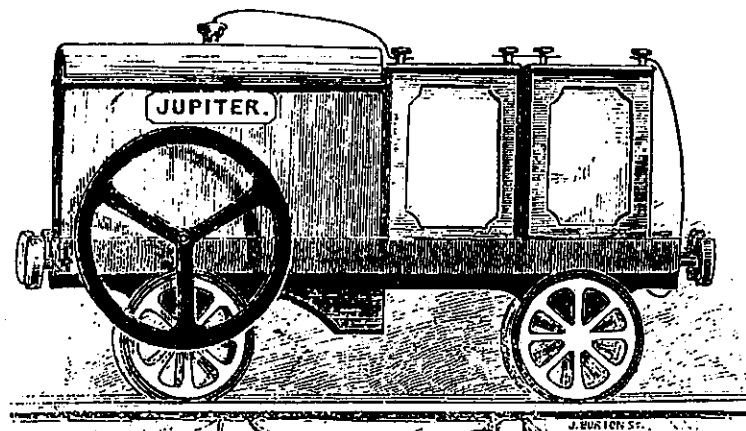


Figure 5.
Clarke's electric locomotive
(Annals of Electricity, 1840. vol. 5. 304. p.)

On the other hand, the output of galvanic batteries was perfectly enough for another field of practical use: telecommunication. The first electric telegraphs were made in the 1830s. The best known is the one made by the American *Morse*. Soon the whole world was covered with telegraph wires. A submarine cable has been laid between Calais and Dover in 1850, and the first intercontinental connection between Europe and America has been built in 1858. This line has been soon broken down due to technical faults, but there has been a permanent connection since 1866. *Bell's* invention, the telephone (1876) gave network building an even greater drive. The Hungarian co-worker of *Edison*, *Tivadar Puskás* thought of a central telephone exchange for the consumers' use and then, in 1879, built the exchange in Paris. In Budapest, the first telephone exchange started operating in 1881. Budapest was connected with Vienna in 1897, with Berlin and Zagreb in 1899. Although this study deals with the history of electric industry, we can not forget the effects of the development in the field of telecommunication. Namely, the telegraph and telephone networks were the forerunners of electric networks. Telecommunication

had a great experience in the building of aerial lines and cable networks. The cables and armatures, with some modification, were suitable for power current purposes, too. This established one of the main elements of power supply already at the beginning of the 1880s.

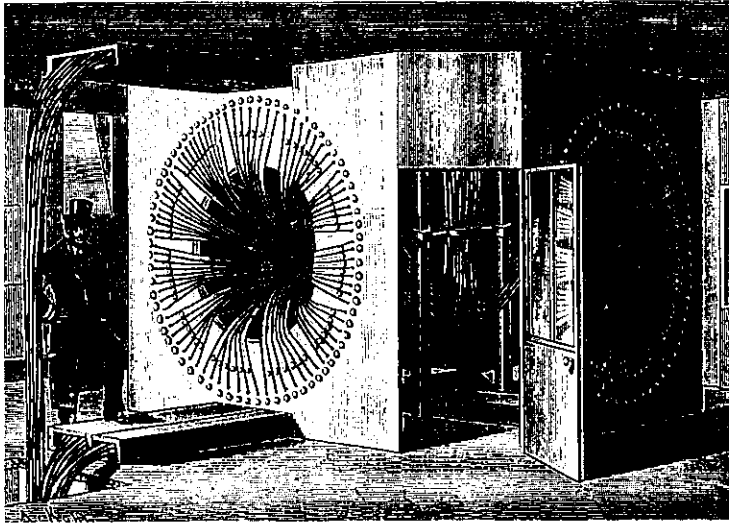


Figure 6.
Cables in the first telephone
exchange of Paris
(Guillemin: Mágnesség és
Elektromosság, Budapest,
1885. 634. p.)

The other important instrument of central power supply was also known at the beginning of the 1880s: the (relatively) big output electrodynamic generator. It was evident that galvanic batteries could not be used for power current purposes. Even the larger batteries could supply only an arc lamp or a small engine. The key to use electricity in power current was the generator transforming mechanical work to power supply.

The functioning of generators is based on electromagnetic induction discovered by *Faraday* in 1831. The French *Pixii* has built the first magnetogenerator already in 1832, but nearly another

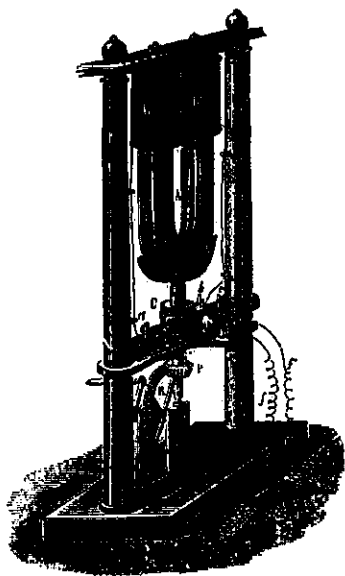


Figure 7.
Magneto generator of Pixii
(Guillemin: Mágnesség és Elektromosság,
Budapest, 1885. 332. p.)

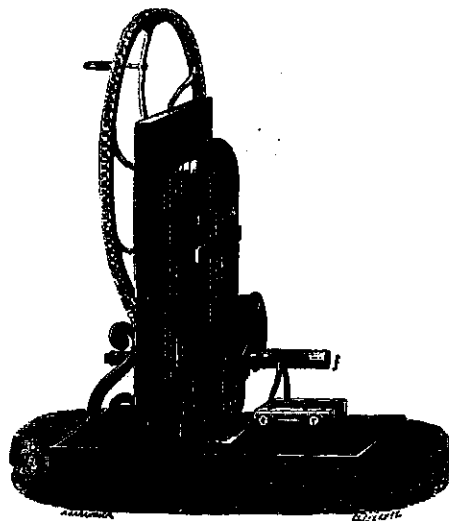


Figure 8.
Clarke's magneto generator
(Guillemin: Mágnesség és Elektromosság,
Budapest, 1885. 333. p.)

half a century was needed to develop the generators for power current purposes. The main obstacle of increasing the output was the imperfection of the permanent magnets producing the magnetic fields of the machines. The mass weight of the generators' horseshoe magnets made around 1840 was 20-30 kg, but their output was only a few Watts, less than a galvanic battery could produce. The short operational time of the galvanic batteries and the dealings with dangerous acids encouraged electric engineers to perfect the generators. The generators in the 1850s have already reached the output of 1 kW, but this was more the result of the increase in size than of the perfection of function. Many dozens of horseshoe magnets were placed on the poles of the machines, thus mass weight have reached 2000-2500 kgs. The increase in relative mass and with this the cost became possible by self excitation, or in other words with the use of the dynamo principle.

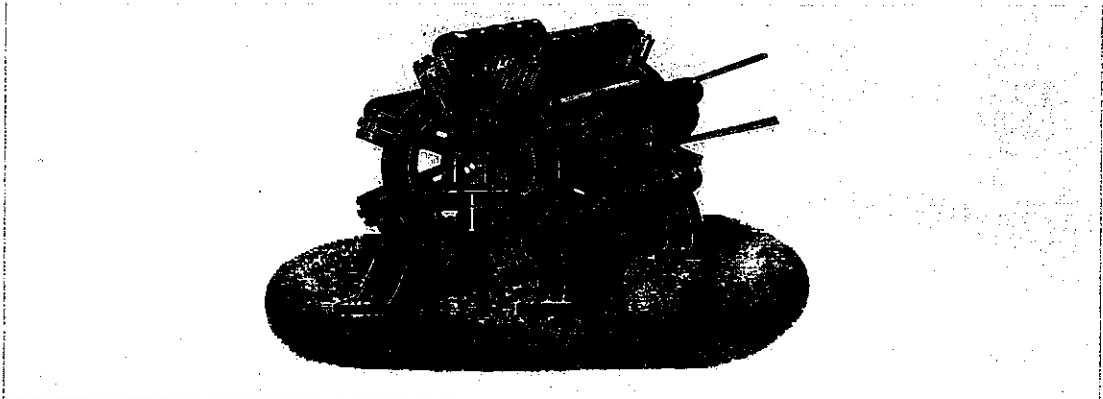


Figure 9.

Magneto generator of Meritens being used to drive an arc light
(Guillemin: *Mágnesség és Elektromosság*, Budapest, 1885. 337. p.)

The replacement of horseshoe magnets by stronger electromagnets would have been an obvious solution, but the power supply of the electromagnets remained unsolved. Retrospectively, the dynamo principle (to supply the magnets with the electricity produced by the machine) seems logical, but the solution was not so simple. The electromagnets, having the unnecessarily large air gaps, needed more energy than the machine could produce. For this reason the Danish *Hjorth* chose a hybrid solution: he kept the permanent magnets, but wanted to increase their power by means of coils supplied from the clasps of the machine. This was not a lucky choice, because the hard steel of the permanent magnets is unfit for electromagnets. The Hungarian *Jedlik* has already in 1861 thought of a machine generated solely by electromagnet, but because of the unfavourable forming of the magnetic circuit the attempt remained unsuccessful.

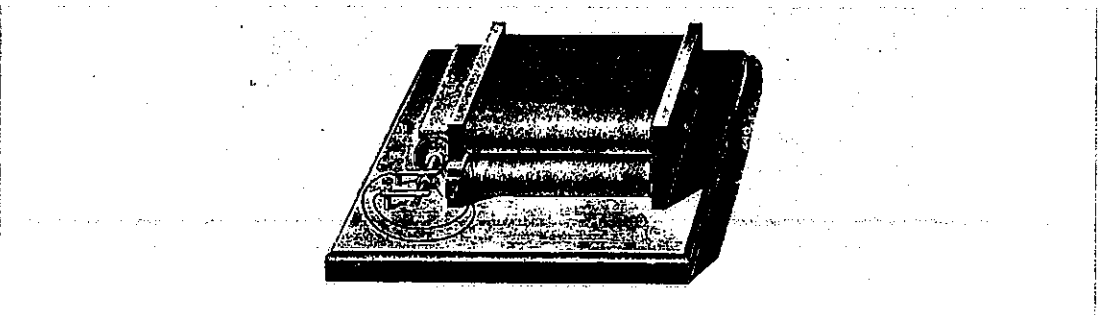


Figure 10.

Siemens' dynamo of 1866.

(Thomälen: "Zur Geschichte der Dynamomaschine", *Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie*, 1916. vol. 7. 141. p.)

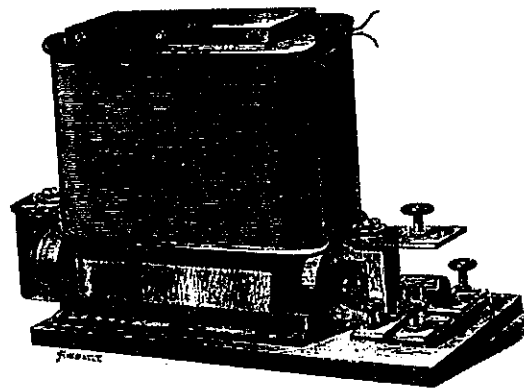


Figure 11.

Wheatstone's dynamo of 1866.

(Dredge: *Electric Illumination*, London, 1882. vol. 1., 137. p.)A

The problem of a big output and small mass generator was solved by the dynamo principle, together with the Siemens double "T" shaped rotor. Siemens had previously used the small magnetic resistant T rotor in his magnetic inductors. Realising the possibility of self excitation, he made a working dynamo in 1866. His invention paved the way to the development of large generators able to supply several consumers.

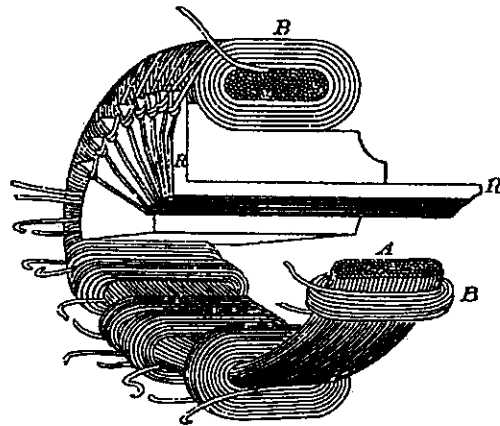


Figure 12.

Gramme's ring armature

(Thompson: *Dynamo-Electric Machinery*, London, 1886.116. p.)

The fact that in 1866-1867, independently from Siemens, two Englishmen, *Wheatstone* and *Varley* also invented the dynamo at the same time, shows that it was timely to solve this problem. Although the generators of Siemens and Wheatstone were similar in many ways, there was one fundamental difference. There are two ways to excite DC generators: series or parallel. Siemens chose series, while Wheatstone chose parallel linking. This difference proves that their inventions were independent.

The first generator of Siemens could already work because its output was greater than it was needed to generate the poles, but it was far from perfect. One third of the output was still used by the magnets. Therefore, further developments were necessary. The next step was the ring rotor with toroidal core of Gramme. The Gramme-generator and motors suitable for industrial

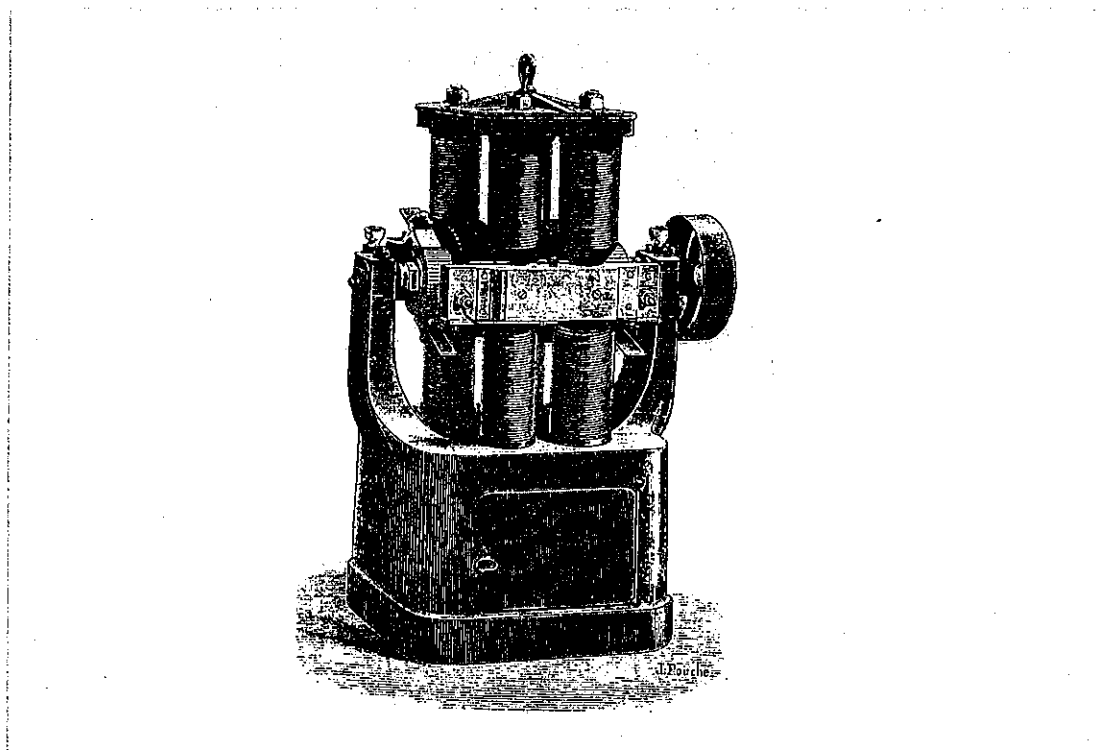


Figure 13.
Gramme's first commercial dynamo for electroplating
(Revue industrielle, November 25, 1874. 406. p.)

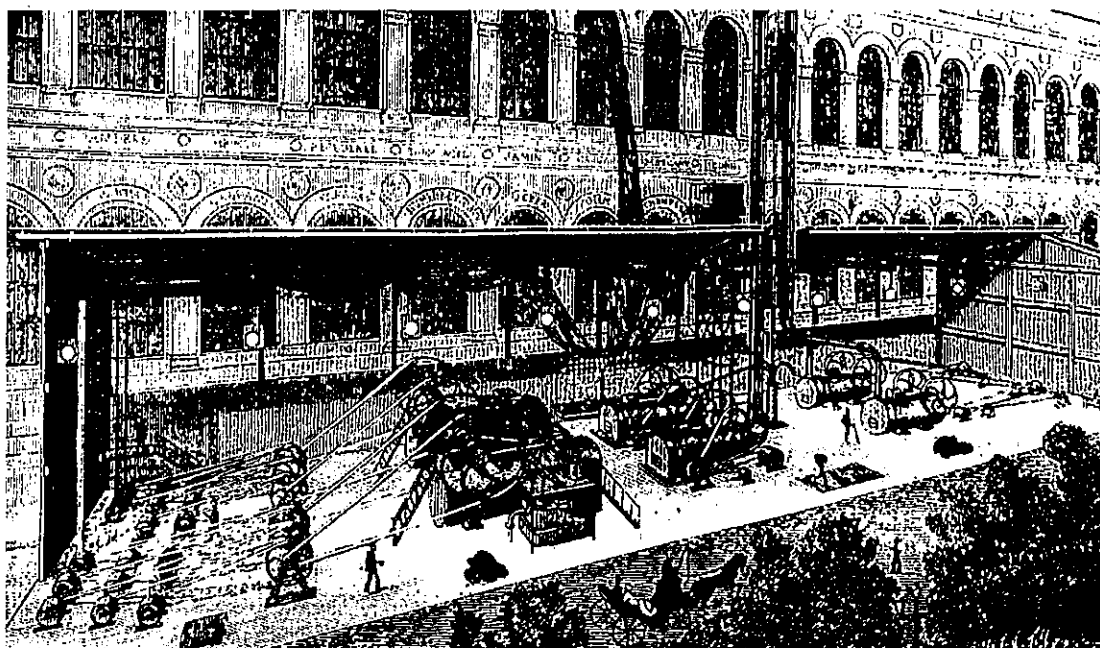


Figure 14.
Central station of a Jablochhoff electric light system
(La Lumière électrique, June 15, 1880. vol. 2. 228. p.)

use appeared on the market in the mid 1870s. Their efficiency was nearly 90%. In this way electricity was ready to satisfy the growing consumer needs - the time has come to develop appliances for the consumers.

Illumination was the most spectacular field of electricity. The larger generators could already supply the arc lamps on the streets. In Paris, dozens of Jablotchkoff arc lamps poured light in 1878. They were supplied from a central station- the first power plant as we would call it today. But the arc lamps were very delicate, needed everyday maintenance, and therefore were unfit

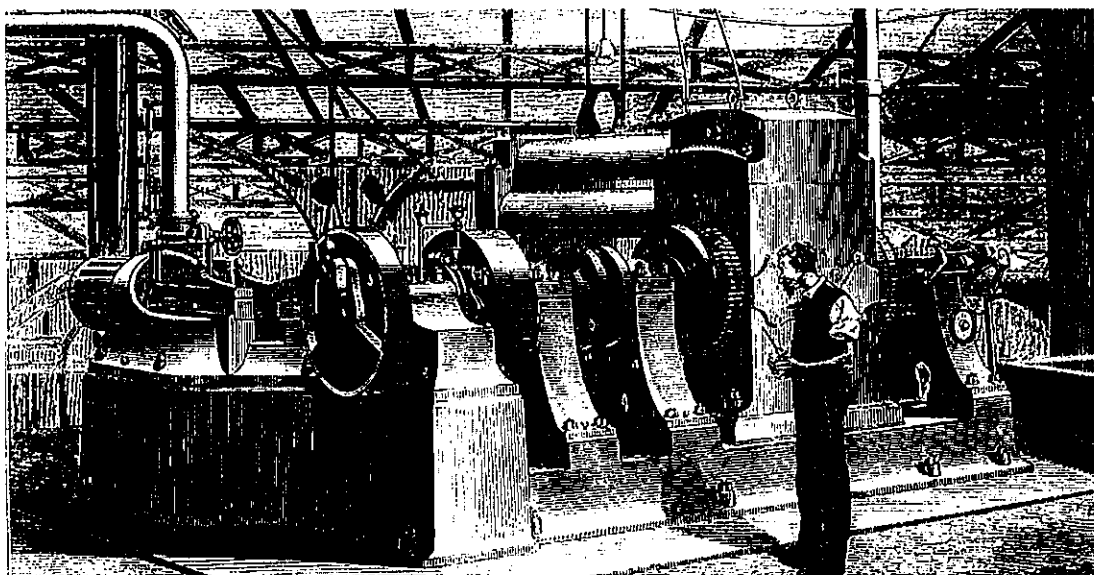


Figure 15.

Edison's giant generator

(Guillemin: Mágnesség és Elektromosság, Budapest, 1885. 737. p.)

and not competitive for use in apartments and shops. Edison decided to create an electric system fit for wide use. After many experiments the first working carbon filament incandescent Edison lamp was ready in the Autumn 1879. Although the principle of this lamp has been known for a long time, the development of mass production technology required a lot of hard working. After this first step, the other elements - fittings, cables, consumption meters, and not lastly power plants - could be developed.

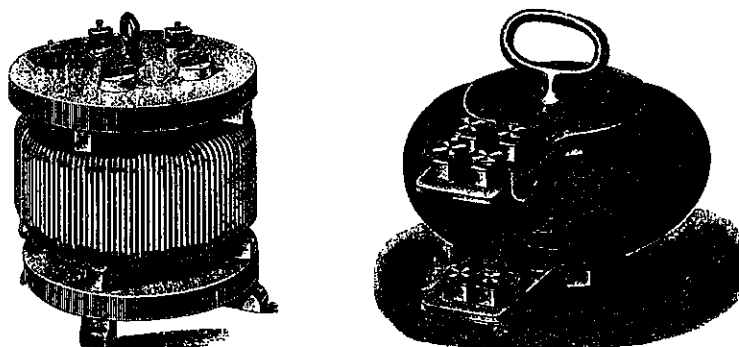


Figure 16.

Very first toroidal transformers of Zipernowsky, Déri and Bláthy, 1885.

(Zemplén: Az elektromosság és gyakorlati alkalmazásai, Budapest, 1910, 377. p., Die Einrichtung von Elektrizitätswerken, Fa. Ganz and Co. Budapest, 1896. 11. p.)

In 1882, Edison built the first public power plant in New York. The DC generators of the power plant were driven by 125 HP steam engines. The generator was the "30 ton Jumbo" of Edison. It is significant that the mass was given and not the output of the machine. One "Jumbo" supplied 2400 incandescent lamps.

After the New York success many DC generators were built, but because of cable loss they could supply only a 1 km area. Long distance power transfer was made possible by the invention of three Hungarian engineers: *Zipernowsky, Bláthy and Déri*. This invention was the closed iron circuit AC transformer and parallel energy distribution. It was first showed at the 1885 Budapest Industrial Exhibition. Energy was distributed by 2000 V high voltage network, while the collaterally linked transformers supplied 100 V incandescent lamps. The installation worked perfectly, and anticipated the start of the battle for decades between DC and AC systems.

The main argument against AC was the lack of the suitable motor. At the end of the 1880s electricity was not used for illumination only, but also for driving engines. Whereas DC motors are well adjustable with a big starting torque, the propulsion characteristics of monophasic AC motors are unfavourable. The developing of a cheap, reliable AC motor was essential for the wide spreading of big output AC power plants able to supply big areas.

The problem was solved by *Nikola Tesla* in 1888. His invention, the polyphase, asynchronous motor, was cheaper and more reliable than DC machines. This invention won the battle for AC, but also effected power plants with alternating current: polyphase systems became general. The three phase power transfer was first introduced in 1891, at the International Electrical Engineering Exhibition in Frankfurt. This was followed by the construction of many power plants. The Niagara power plant with a three phase system was built a hundred years ago, as well as the power plant transported by the Hungarian Ganz factory in Sibenik: the centenary of which - together with the centenary of the Croatian power industry- we celebrate at this conference.

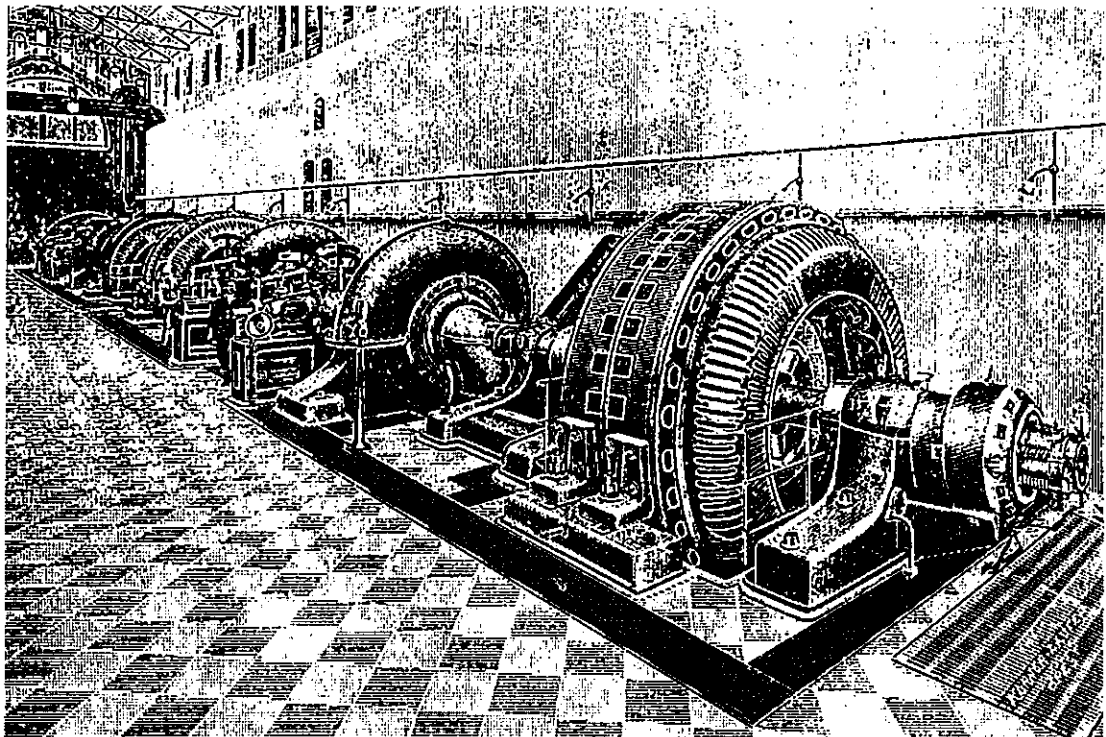


Figure 17.

Hydroelectric station in Manojlovac, Ganz and Co. 1907., 4x6000 HP, 30 kV, 42 Hz
(Zemplén: Az elektromosság és gyakorlati alkalmazásai, Budapest, 1910, 367. p.)

BIBLIOGRAPHY

- W. James King: The Electrochemical Cell and the Electromagnet (The Development of Electrical Technology in the 19th Century, . 1. 231-271. pp. Washington, 1962.)
- W. James King: The Early Arc Light and Generator (The Development of Electrical Technology in the 19th Century, . 1. 333-407. pp. Washington, 1962.)
- Gyözö, Zemplén: Az elektromosság és gyakorlati alkalmazásai (Budapest, 1910. 264-389. pp.)
- Amédée Guillemin: A Mágnesség és Elektromosság (Budapest, 1885. 175-182., 230-251., 332-349. pp.)
- József, Szekeres - Árpád, Tóth Dr.: A Klement Gottwald (Ganz) Villamossági Gyár története (Budapest, 1961. 9-93. pp.)
- Ganz and Co.: Die Einrichtung von Elektrizitätswerken (Budapest, 1896. 1-44, 107-183. pp.)
- József, Hollós - Ignác, Pfeifer: A technika vívmányai (Budapest, 1907. 63-137. pp.)

Sándor Jeszenszky Ph. D.

* 1935 Budapest

1953-58: Technical University Budapest, M.Sc. electrical engineer

1958-1991: VILATI (Institute for electrical automation)

R + D engineer, technical director, chairman of the company council

1990: Ph.D.

1990: Eötvös University Budapest, ass. professor

1995: Hungarian Museum of Electrotechnics, director

Field of interest: power electronics and motion control, history of heavy current electrical engineering, history of early X-ray technology

Doprinos hrvatskih znanstvenika na području prirodnih znanosti krajem 19. stoljeća

Contribution of Croatian Scientists in the Field of Natural Sciences at the End of 19th Century

Žarko Dadić, akademik

SAŽETAK

Posljednjih desetljeća 19. stoljeća obnovljeno je u Zagrebu moderno sveučilište, utemeljena Jugoslavenska (danas Hrvatska) akademija znanosti i umjetnosti, te Hrvatsko prirodoslovno društvo, što je imalo veliko značenje za prirodoslovna istraživanja. "Matica Hrvatska" i "Društvo svetog Jeronima" imalo je, također, određenu ulogu u objavljivanju djela iz prirodnih i tehničkih znanosti.

ABSTRACT

In the last decades of the 19th century modern university in Zagreb has been renewed, Yugoslav (at present Croatian) academy of sciences and arts was founded, as well as Croatian society of natural sciences, having a great importance for natural science researches. Central Croatian cultural and publishing society and St. Jerome's society also played an important role in publishing of papers on natural and technical sciences.

PRIRODNE ZNANOSTI U HRVATSKOJ POTKRAJ 19. STOLJEĆA

Tehnička nastojanja usko su povezana s napretkom prirodnih znanosti. Tako je bilo i u Hrvatskoj, pa utemeljenje prirodnoznanstvenih istraživanja prati i tehnički napredak. A posljednja desetljeća 19. stoljeća pripravljal su temelje za moderna prirodnoznanstvena istraživanja u Hrvatskoj, a ujedno i za snažna tehnička unapređenja.

Tijekom posljednja tri desetljeća 19. stoljeća došlo je do utemeljenja važnih ustanova u Hrvatskoj koje su bile značajne i za prirodne znanosti, jednako tako i za tehniku. Dapače, moglo bi se reći da su u tom razdoblju u Hrvatskoj razvijene skoro sve ustanove koje su unapređivale prirodne znanosti. Prvo je godine 1866. bila utemeljena *Jugoslavenska (danas Hrvatska) akademija znanosti i umjetnosti* i ona je sedamdesetih godina počela objavljivati rasprave iz prirodnih znanosti i matematike. Godine 1874. obnovljeno je moderno *Sveučilište u Zagrebu* koje ima golemu ulogu u razvoju prirodnih znanosti u Hrvatskoj. Godine 1874. i 1875. objavljen je Šulekov rječnik znanstvenog nazivlja, tada su "*Matica Hrvatska*" i "*Društvo Sv. Jeronima*" počeli objavljivati popularne knjige iz prirodnih znanosti, a istih se godina pripremalo i osnivanje Hrvatskog prirodoslovnog društva, koje je počelo s radom 1885. godine.

Nakon osnutka Sveučilišta krajem 1874. godine., raspisani su natječaji za popunjenje katedara prirodoslovno-matematičkog odjela Filozofskog fakulteta. Nastojalo se da budu izabrani najbolji

stručnjaci pa je tako, uz nekoliko domaćih znanstvenika, izabrano i nekoliko stručnjaka iz Češke koji su već imali znanstvenu reputaciju. Tako je za fiziku izabran Vinko Dvoržak, za matematiku Karel Zahradnik, za kemiju Aleksandar Veljkov, (kojega je samo nekoliko godina nakon njegove smrti naslijedio Gustav Janeček), za zoologiju Spiridon Brusina, za botaniku Bohuslav Jiruš, a za mineralogiju i geologiju Đuro Pilar. Ti su profesori organizirali modernu prirodno-znanstvenu nastavu na Filozofskom fakultetu, ali su i prirodno-znanstvena istraživanja postavili na ozbiljnu znanstvenu razinu. Njihovi znanstveni radovi postali su temelj znanstvenog rada u Hrvatskoj, a svojim su znanstvenim djelovanjem potakli mnoga istraživanja u Hrvatskoj. Zato se njihovo znanstveno djelovanje može smatrati početkom organiziranog znanstvenog rada iz prirodnih znanosti i matematike u Hrvatskoj.

Akademija je utemeljena 1866. godine. Tada je njezin prvi predsjednik Franjo Rački naglasio da je glavna zadaća Akademije istraživanje narodne prošlosti, gospodarstva i jezika. Ali se ipak već sedamdesetih godina 19. stoljeća pojavljuju u Akademiji prve rasprave iz fizike, matematike i kemije, koje su pisali Martin Sekulić, Simon Šubić, Antun Laska, pa profesori zagrebačkog Sveučilišta Karel Zahradnik i Vinko Dvoržak. Pečat matematičkim raspravama objavljenim u Radu Akademije do kraja 19. stoljeća dao je Karel Zahradnik. One su bile odraz rada u matematičkom krugu u Pragu kojem je pripadao i K. Zahradnik prije nego što je došao u Zagreb. Zahradnikovi radovi su imali za sadržaj teoriju krivulja 2. i 3. reda, i teoriju prostornih krivulja, pravčaste i opće plohe. Istoj skupini problema pripadale su i rasprave koje je u Radu Akademije objavljivao J. Vanaček, također iz Praške škole, a kojega je angažirao K. Zahradnik. Rasprave iz fizike u Radu Akademije do kraja 19. stoljeća imale su za sadržaj probleme kojima su bili zaokupljeni Josip Torbar, Martin Sekulić, Simon Šubić i Vinko Dvoržak. To je bila struktura tvari, teorija topline u svezi s molekularnim gibanjem, a kasnije nešto više problemi elektriciteta i akustike. U raspravama iz kemije je dominirala problematika mineralnih i običnih voda, kao i problemi kemijskog sastava domaćeg bilja. Pred kraj stoljeća Janečekove rasprave odnosile su se na atomske težine, sastav tvari, elektrolizu fosfornih kiselina, platinsku kiselinu i neke natrijeve spojeve.

Hrvatsko-njemačko-talijanski rječnik znanstvenog nazivlja Bogoslava Šuleka, objavljen godine 1874/75., bio je rezultat višegodišnjih nastojanja za stvaranjem i propisivanjem hrvatske znanstvene terminologije. Potreba za takvim rječnikom bila je velika, jer se bez njega nije moglo ujednačiti nazivlje u školskim udžbenicima koji su se tada pisali, a ni prirodno-znanstvena i matematička terminologija u sve brojnijim prirodno-znanstvenim i matematičkim tekstovima koji su se objavljivali u svim programima škola, kao i u Akademiji. Prirodno-znanstvenih tekstova na hrvatskom jeziku bilo je tih godina sve više, a osobito onih koji su imali popularizatorsku namjenu. Rječnik je dakako bio važan i za tehničko nazivlje koje se, također, stvaralo tih godina u Hrvatskoj.

"Društvo Sv. Jeronima" objavilo je godine 1873., 1875. i 1876. popularnu knjigu *Prirodni zakonik za svakoga ili popularna fizika* u tri sveska koju je napisao Bogoslav Šulek. To je djelo pisano u potpunom skladu sa shvaćanjem cilja popularizacije prirodnih znanosti u tadašnjoj Hrvatskoj. Naime, smatralo se da ako puk upozna prirodne znanosti i uzroke prirodnih pojava, da će nestati straha od njih, a pogotovo da će nestati nepovjerenje prema tehničkom napretku koji je bio rezultat upravo snažnog razvitka prirodnih znanosti. Da bi te knjige mogle doprijeti do što šireg kruga ljudi, Šulek je svoje izlaganje prilagodio mogućnosti shvaćanja puka.

Godine 1874. je "Matica Hrvatska" znatno proširila svoju djelatnost, pa je pokrenula brojne knjige koje su imale za cilj sustavnu popularizaciju svih znanosti, a među njima i prirodnih. Dok su knjige iz prirodnih znanosti koje je objavljivalo "Društvo Sv. Jeronima" bile namijenjene vrlo širokom krugu čitatelja, pa im je i stil bio vrlo pristupačan, dotle su knjige koje sada objavljuje "Matica Hrvatska" bile namijenjene inteligenciji i srednje obrazovanim ljudima. U sklopu tih nastojanja, "Matica Hrvatska" godine 1878. pokreće posebni niz *Poučna knjižnica "Matice Hrvatske"*. Taj niz je trebao hrvatskoj javnosti predložiti razna područja znanosti, pa su se u njemu nalazila i mnoga prirodno-znanstvena djela. Vidi se da se tom poslu prišlo sustavno i ozbiljno, jer su bila obuhvaćena sva područja prirodnih znanosti i to: fizika, kemija, botanika, zoologija, mineralogija, astronomija, meteorologija i geologija. Nije se pri tome išlo na prijevode stranih autora, nego su

knjige pisali, bez izuzetka, domaći autori. Veliki broj knjiga napisao je Mijo Kišpatić i Bogoslav Šulek.

Uskoro je "Matica Hrvatska" pokrenula još jedan niz knjiga koji je bio posvećen isključivo prirodnim znanostima i njihovoj primjeni. Taj je niz imao naziv *Novovjekni izumi* i imao je drukčiju svrhu nego knjige iz prirodnih znanosti u nizu Poučne knjižnice. Dok su knjige prvog niza trebale obuhvatiti sve prirodne znanosti u potpuno općenitom smislu, uključujući i njihovu korist, ovaj je novi niz trebao prikazati primjenu prirodnih znanosti u tehničkom smislu, koje su dovele do velike promjene u proizvodnji i stvorile nove uvjete života u 19. stoljeću, na što su se polagale velike nade i u pogledu prosperiteta Hrvatske. Strojovima je već i B. Šulek u *Prirodnom zakoniku* dao veliku važnost upravo u tom pogledu, ali se ograničio na strojeve koji su konstruirani na iskorištavanju energije pare. I u ovom novom Matičinom nizu ti strojevi zauzimaju važno mjesto, ali se, -osobito kasnije- velika pozornost posvetila i novom obliku energije - električnoj. Dakle i električnim strojevima, koji su krajem 19. stoljeća sve više upotrebljavali. Dakako da će se knjige niza *Novovjekni izumi* baviti i drugim izumima koji su sve više prodirali u društvo. Prve knjige su pisali Ivan Šah, Mijo Kišpatić i Ljudevit Rossi. Krajem stoljeća pojavljuju se nova djela iz prirodnih znanosti u izdanjima "Matice Hrvatske". To su od godine 1891. bile knjige Otona Kučere u nizu Poučna knjižnica. O. Kučera je objavio u tom nizu nekoliko popularnih knjiga iz prirodnih znanosti, a i u nizu Novovjeknih izuma početkom 20. stoljeća. Već krajem 19. stoljeća O. Kučera je objavio *Crte o magnetizmu i elektricitetu* (1891.g.), *Naše nebo* (1895.g.) i *Vrieme* (1897.g.), a početkom 20. stoljeća *Valovi i zrake* (1903.g.) i *Gibanja i sile* (1915.g.).

Nakon višegodišnjih napora uspjelo je Spiridonu Brusini da godine 1885. utemelji prvo prirodoslovno društvo u Hrvatskoj, koje je dobilo naziv *Hrvatsko prirodoslovno društvo*. Društvo je ispunilo veliku prazninu u Hrvatskoj, jer je to bila jedina specijalizirana organizacija koja se bavila posebno zadacima unapređivanja i istraživanja prirodnih znanosti u Hrvatskoj. To se osobito očitovalo pokretanjem prvog prirodoznanstvenog časopisa u Hrvatskoj, koji je počeo izlaziti već godine 1886. pod nazivom *Glasnik Hrvatskog naravnoslovnoga društva*.

Glasnik je važan zbog toga što su se u njemu objavljivale mnoge rasprave koje su imale veliku vrijednost i za strani svijet. Da bi prirodoznanstveni rezultati u Hrvatskoj bili dostupni stranim znanstvenicima, Glasnik je započeo s objavljivanjem važnijih znanstvenih rasprava na stranim jezicima. Dapače, urednici su najavili da će u njemu na stranim jezicima objaviti i vrijedne rasprave koje su već bile objavljene u drugim publikacijama kao u Radu Akademije i u školskim programima na hrvatskom jeziku. Prvi predsjednik Hrvatskog prirodoslovnog društva i prvi glavni urednik Glasnika Spiridon Brusina zamislio je da Glasnik ima time i posebnu ulogu uključivanja Hrvatske u međunarodnu razmjenu znanstvenih informacija. S. Brusina i D. Pilar su istaknuli da će na taj način hrvatsko društvo prirodoslovaca stupiti u vezu s cijelim stranim učenim svijetom. S druge strane, zamjenom Glasnika dolazilo se do velikog broja stranih prirodoznanstvenih časopisa. Hrvatsko prirodoslovno društvo je krajem 19. stoljeća, izdavanjem Glasnika ali i na druge načine, poticalo prirodoslovna istraživanja, jednu od najvažnijih uloga u prirodoznanstvenim djelatnostima u Hrvatskoj.

Već prvih godina druge polovice 19. stoljeća bilo je u Hrvatskoj očito da prirodne znanosti imaju veliku ulogu i u gospodarstvu zemlje. Stalno se napominjalo da, na temelju znanja iz kemije, treba unaprijediti gospodarstvo, a kada se govorilo o važnosti prirodnih znanosti, naglašavalo se da veliki napredak koji su učinile prirodne znanosti u 19. stoljeću prati i golem napredak njihove primjene. To je bila primjena parnog stroja u industriji, uvođenje željeznice i parobroda, brzojav, rasvjeta i mnogo drugoga što su naglašavali hrvatski prirodoslovci u mnogim publikacijama, pa i u popularnim izdanjima u Hrvatskoj.

ZAKLJUČAK

Kraj 19. stoljeća u Hrvatskoj značajan je po utemeljenju važnih ustanova, koje su bitno unaprijedile poznavanje i rad na prirodnim znanostima. S jedne strane tu su Sveučilište i Jugoslavenska (danas Hrvatska) akademija znanosti i umjetnosti, kao ustanove u kojima se radi na razvoju prirodnih znanosti i praćenju tadašnjih najnovijih dostignuća i otkrića. S druge strane, ustanove "Matica Hrvatska", "Društvo Sv. Jeronima" i "Hrvatsko prirodoslovno društvo", koje svojim izdanjima umnogome rade na popularizaciji prirodnih znanosti u Hrvatskoj.

Sva ova društva i ustanove postavili su temelj koji je omogućio da se napredak razvoja primjenjenih znanosti postignut u 19. stoljeću prenese i kroz niz primjena na tlo Hrvatske. Time je stvorena klima koja je omogućila da prinos znanosti ima veliku ulogu u razvoju gospodarstva zemlje.

BIBLIOGRAFIJA:

1. Ž. Dadić: Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata, I-II, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1982. g.

Doprinos hrvatskih znanstvenika na području elektrotehničkih znanosti krajem 19. stoljeća

Contribution of Croatian Scientists in the Field of Electrical Engineering at the end of 19th Century

Prof. Vladimir Muljević, Ph.D.

Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb

SAŽETAK

Razvoj tehnike u Hrvatskoj počinje u dalekoj prošlosti. Od pisanih djela svakako prvorazrednu pozornost zaslužuje djelo "Machinae Novae" Fausta Vrančića, objavljeno početkom 16. stoljeća u Veneciji. Od kraja 18. stoljeća hrvatski znanstvenici stvaraju djela iz područja elektriciteta i elektrotehnike. Znanstveno-popularna literatura u Hrvatskoj krajem 19. stoljeća daje iscrpan uvid u tadašnje stanje elektrotehnike u svijetu, a u 20. stoljeću su ponajprije fizičari, a potom i inženjeri i elektroinženjeri ostvarili brojne radove i napisali brojna mnoga stručna i znanstvena djela, koja su posredno i neposredno utjecala na razvoj i današnje stanje elektrotehnike i elektroprivrede u Hrvatskoj.

ABSTRACT

The technical development in Croatia began far in the past. The first rate attention is to be paid to "machinae novae", written by faust Vrančić and published in the beginning of the 16th century, in Venice, being one of the most important written documents of that time. Since the end of the 18th century, Croatian scientists have been creating papers in the field of electricity and electrical engineering.

At the end of the 19th century scientific-popular literature in Croatia gave a detailed insight into the world's electrical engineering situation, and, in the 20th century firstly physicists and then electrical engineers have accomplished a lot of work and written many of professional and scientific papers that influenced, directly and indirectly, the development and present electrical engineering and electric power industry in Croatia.

UVOD

Kroz povijesni razvoj elektrotehnike i elektroenergetike, bilo je puno istaknutih ljudi iz Hrvatske koji su stekli velike zasluge. Oni su svojim djelima zaslužili svjetski glas i time doprinijeli da se ubrza razvoj ove tehničke i znanstvene discipline. Bilo je u Hrvata mnogo i onih zaslužnih ljudi koji su svojim radom i doprinosom postigli da se u Hrvatskoj stvori civilizacijska atmosfera koja je omogućila da se u njoj ostvari tehnički i tehnološki napredak, kojim će se Hrvatska ubrojiti

među nositelje napretka na području elektrotehnike i elektroenergetike. Ti su ljudi svojim patentima ili svojim knjigama i raspravama, uvođenjem novih pojmova ili prenošenjem stranih spoznaja i iskustva bitno omogućili da se prije stotinu godina pojavi prvi pravi izmjenični polifazni sustav u Hrvatskoj. Neke od njih svakako treba spomenuti.

PRETHODNICI

Premda ovaj naš prikaz doprinosa hrvatskih znanstvenika na području elektrotehnike treba obuhvatiti pretežito kraj 19. i početak 20. stoljeća, valja se sjetiti nekih hrvatskih znanstvenika koji su prethodili ovom vremenu.

Pitanjima dobivanja pogonske energije bavio se već u 16. stoljeću Šibenčanin Faust VRANČIĆ (Šibenik, 1551. - Venecija, 1617.g.), koji je, nakon školovanja na sveučilištu u Padovi i službovanja u Mađarskoj, postao tajnikom austrijskog cara i hrvatskog kralja Rudolfa II (1552.-1612.g.) u Pragu. On se ondje bavio i znanostima, pa je 1595.g. objavio u Veneciji svoj znameniti petjezični "Dictionar", a 1614. godine objavio je u Veneciji svoje kapitalno djelo "Machinae Novae" u kojem je na prekrasnim bakrorezima prikazano pedesetak tehničkih naprava i strojeva koje je i opisao na pet jezika. Među ovim strojevima nalazi se i nekoliko strojeva (mlinova) na vodeni pogon, koje se može smatrati pretečama suvremenih vodnih turbina danas primjenjivanih u hidroelektranama. S ovog su motrišta posebno zanimljivi njegovi vodni strojevi smješteni u sredini rijeke, potom stroj s lopatičnim kolom obješen o stijenu, te mlin postavljen u morskome tjesnacu. (L. 2.)

Premda se nije posebno bavio problemima elektriciteta za razvoj elektrotehnike, vrlo je značajan dubrovčanin Ruder Josip BOŠKOVIĆ (Dubrovnik, 1711. - Brera, Milano 1787.g.). Ovaj znameniti isusovac, matematičar, fizičar, geodet, astronom, pjesnik, putopisac i diplomat, svojim epohalnim djelom "Teorija prirodne filozofije svedena na jedinstveni zakon sila koje djeluju u prirodi" bitno je afirmirao Newtonovu teoriju gravitacija, te opisao mehanička, fizička i kemijska obilježja tijela u prirodi. Postavivši dinamičko - atomističku teoriju i relativno shvaćanje prostora, Bošković je presudno utjecao na fizičare 19. stoljeća, posebno na Faradaya i Thomson - Kelvina, a tek mu je naše stoljeće primjereno vrednovalo njegov rad. Istodobno, njegovi radovi na polju zemljomjerstva i statike bitni su danas u primijenjenoj tehnici. Bošković je svrstan u onaj mali broj velikih svjetskih znanstvenika koji predstavlja nezaobilaznu stepenicu u razvoju ljudskog znanja.

DONOSITELJI MISLI O ELEKTRICITETU

U drugoj polovici 19. st. u Hrvatskoj je nekoliko znanstvenika, pretežito gimnazijskih profesora doktora svojim radovima zaslužilo da ih smatramo prvim donositeljima misli o elektricitetu i elektrotehnici. To su bili:

Prvi hrvatski znanstvenik koji se teorijski i praktički bavio elektricitetom bio je Josip Franjo DOMIN (Zagreb, 1754. - Zagreb, 1819.g.), isusovac i fizičar, naprije profesor na Kraljevskoj akademiji u Zagrebu, a potom profesor, dekan, pa i rektor Sveučilišta u Budimpešti. U svojem glavnom djelu "Dissertatio physica de aeris factitii genesi, natura, et utilitatibus" (Fizikalna rasprava o postanku, naravi i koristi umjetnog zraka) objavljenom 1784.g. u Györu, nalazi se i poglavlje "O zračno-električnoj svjetiljci i pušci". Uz ostale, on je objavljivao radove o primjeni elektriciteta u medicini, a 1800. godine i rad "Lampadis electricae optima notae descriptio ..." (Opis dobro poznate električne svjetiljke ..), koji je 1801. godine preveden i na njemački jezik. J.F.DOMIN je 1800. godine imenovan kanonikom zagrebačkim, pa je od tada živio u Zagrebu, gdje se, pored elektromedicine bavio i pitanjima regulacije rijeke Save. (L. 3.)

Fizikalnim pokusima i gradnjom električnih instrumenata bavio se Martin SEKULIĆ (Lovinac, 1833. - Zagreb 1905.g.) profesor fizike i matematike u Velikoj realci u Rakovcu, koji je vodio i tamošnju veliku i uzornu zbirku instrumenata. M. SEKULIĆ je na ovoj Realci bio i profesorom Nikole TESLE, koji je ondje maturirao 1873. godine, a za M. SEKULIĆA je u svojoj knjizi "Moji

Izumir" napisao: "Veoma sam se zainteresirao za elektricitet, potaknut utjecajem svog profesora fizike koji je bio genijalan čovjek, a često je demonstrirao osnovne zakone aparaturama koje je sam izumio ... Ne mogu vam izraziti, ni približno objasniti, moje uzbuđenje dok sam prisustvovao njegovim pokusima". M. SEKULIĆ je 1873. godine izabran za dopisnog člana JAZU u matematičko-prirodoslovnom razredu, a svoje je radove objavljivao i u "Radu" JAZU.

Profesor fizike na Velikoj realnoj gimnaziji u Zagrebu, Ivo STOŽIR (Zagreb, 1834.-1908.g.) bavio se i elektrotehnikom, pa je 19. ožujka 1873. godine za predstavu "Margareta" (Faust) u Hrvatskom narodnom kazalištu u Zagrebu "priredio i ravnao osobno iz blagonaklonosti" električno svjetlo. Ovo je bilo prvo električno svjetlo u Zagrebu i u Hrvatskoj. On je također 1877. godine na uglu Ilice i Gundulićeve ulice u Zagrebu, povodom jedne priredbe u Glazbenom zavodu, postavio jednu lučnicu kojoj je struju davala galvanska baterija. Ovo je bila prva ulična električna rasvjeta u Zagrebu, a i u Hrvatskoj. Profesor I. STOŽIR je, također, aktivan i u priređivanju udžbenika, pa je 1890. godine objavio u Zagrebu svoj prijevod knjige dr. A. HANDLA "Fizika za više razrede srednjih škola".

Pitanjima elektriciteta, odnosno elektrotehnike bavio se Ferdinand KOVAČEVIĆ (Smiljan, 1838. - Zagreb, 1913.g.) koji je, nakon što je završio Vojnu školu u Bečkom Novom Mjestu, postao topnički časnik, ali je prema vlastitoj želji napustio ovu dužnost i postao 1869. godine podgrađovodom u Zagrebu u telegrafskom inspektoratu za Hrvatsku i Slavoniju, a potom i tajnikom Telegrafске direkcije u Zagrebu. U vrijeme svog službovanja do 1887. godine objavio je brojne stručne radove u Švicarskoj, Njemačkoj i Austriji iz područja električne telegrafije, a patentirao je 1876.g. u Beču i Budimpešti diferencijalni postupak obostranog telegrafiranja. U Pragu je 1881. godine objavio knjigu "Sammlung von Aufgaben aus der galvanischen Elektrizität". Ovo je prvi pokušaj stvaranja zbirke zadataka iz područja elektrotehnike učinjen od jednog našeg stručnjaka. (L. 8.)

Antun LASKA (Češka, 1844.g. - Osijek, 1908.g.) završio je gimnaziju u Rijeci, sveučilište u Pragu i potom mnogo godina bio profesor na gimnaziji u Osijeku, te dvije godine u Požegi. U školskom izvješću gimnazije u Požegi 1873./74. g. objavio je rad "Osnovi fizikalnoj teoriji", a u "Radu JAZU" (1875.godine) raspravu "Edlundova teorija munjevnih pojava". U ovom radu se kritički osvrnuo na teoriju o galvanskim strujama fizičara Erika Edlunda. Iz teksta rasprave vidljivo je da je Laska poznavao radove J. C. Maxwella, Jamesa Prescottta Joulea i Jožefa Štefana, kao i drugih tadašnjih vodećih fizičara.

Vinko DVORŽAK (Češka, 1848. - Zagreb, 1992.g.) studirao je u Pragu i potom je bio asistent profesora Ernsta Macha. On je bio prvi profesor fizike na Sveučilištu u Zagrebu i počeo je predavati u školskoj godini 1876./77. Objavio je u domaćim i stranim časopisima brojne znanstvene radove s područja elektriciteta. U "Radu JAZU" objavio je napis "O nekim pokusima sa statičkom munjinom". Eksperimentirao je i s rentgenskim zrakama, pa je već 1897. godine načinio prve rentgenske snimke slomljene šake u Hrvatskoj. (L. 1/II).

Također profesor fizike na Višoj Realci u Gospiću, Vaclav PAVLATA, o kojem podaci nisu još istraženi, konstruirao je elektrofor - stroj o kojem je 1893. godine objavio članak u Nastavnom vjesniku u Zagrebu. O tom je stroju pisao kasnije i Oton KUČERA (L. 1/I).

Fizičar Ladislav STJEPANEK (Novi Sad, 1874. - Zagreb, 1951.) studirao je na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu gdje je i doktorirao na temelju disertacije "Maxwellova teorija o elektricitetu", koja je objavljena 1900. godine. Počinje kao srednjoškolski profesor, a od 1912. godine predaje Teoretsku fiziku na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. On 1902. godine nadopunjava svoj prvi rad novim radom "Elektrodinamika i indukcija u Maxwellu", a kasnije je u Njemačkoj objavio još neke radove iz područja elektriciteta. L. STJEPANEK je bio naš prvi znanstvenik koji je proučio Maxwellovu teoriju o elektricitetu i ovom se bavio, što je bilo važno za postupni razvoj nauke o elektricitetu u Hrvatskoj. (L. 16.)

SVJETSKI SLAVNA IMENA ELEKTROTEHNIKE

Dva su istaknuta znenstvenika stekla svjetski glas i slavu krajem 19. i početkom 20. st. To su bili Nikola Tesla i Franjo Hanaman, obojica iz Hrvatske.

Nikola TESLA (Smiljan, 1856. - New York, 1943.g.) znameniti je inovator iz važnih područja elektrotehnike. Roden je u Lici u blizini Gospića, a maturirao je na Velikoj realci u Rakovcu, gdje mu je profesorom bio i Martin SEKULIĆ. Nakon trogodišnjeg studija na Tehničkoj visokoj školi u Grazu i Pragu, ali kako studije nije dovršio zaposlio se 1881. godine kao crtač u Centralnom telegrafskom uredu u Budimpešti. Ondje je 1882. godine došao na zamisao o okretnom magnetskom polju i razradio sve tipove motora koji nose njegovo ime. U Strassburgu je 1883. godine prikazao rad prvog motora izmjenične struje bez komutatora. Zatim 1884. godine odlazi u SAD i radio s T.A. EDISONOM (1847.-1931.g.), a 1887. godine je osnovao u New Yorku tvrtku "Tesla Electric Co." i laboratorij, te radio na konstruiranju motora i generatora. U svibnju 1888. godine držio je svoje prvo predavanje u "The American Institute of Electrical Engineers" o novom sustavu izmjeničnih struja, motora i transformatora. U vremenu od 1885. do 1893. godine prijavio je 36 patenata s područja dinamoelektričnih strojeva i izmjeničnih motora. Od 1887. do 1889. godine prijavio je pet patenata s područja prijenosa električne energije, a od 1885. do 1892. godine šest patenata s područja električne rasvjete. Nikola Tesla je radio i djelovao izvan naše zemlje, ali je neprestano imao interesa za stručni rad ljudi u Hrvatskoj. U svibnju 1892. godine posjetio je Zagreb, bio u "Društvu inženjera i arhitekata", a u zagrebačkoj Gradskoj vijećnici u Čirilometodskoj ulici održao je predavanje o izmjeničnim strujama, te predložio da Zagreb izgradi električnu centralu izmjenične struje. Tim je povodom rekao: "Smatram svojom dužnošću, da kao rođeni sin svoje zemlje pomognem gradu Zagrebu u svakom pogledu". (L. 12). Njegov je prijedlog da se hidroelektrana sagradi na slapu Ozalj ili na Plitvičkim jezerima. Premda osobno nije gradio hidroelektranu na rijeci Niagari, već je to bio Forbes, u njoj su ugrađeni generatori njegova patenta, te se smatra njenim graditeljem. Ova hidroelektrana, čiji je prvi agregat proradio 15. travnja 1895. godine, pravi početak rada se slavi 26. kolovoza 1895. g. kada je električna energija dobavljena prvom potrošaču u neposrednoj blizini elektrane. Iduće 1896. g. završen je 42 kilometra dugi dalekovod i prva razdjelna mreža u gradu Buffalou u SAD. Dakle, hidroelektrana Niagara je vršnjak hidroelektrane na rijeci Krki kod Šibenika.

Koliki je značaj Nikole Tesle u elektrotehnici govori i podatak da je po njemu imenovana jedinica za gustoću magnetskog polja, a bio je obasut nizom priznanja, počasnih doktorata i članstava u poznatim svjetskim akademijama. Tako je bio i počasni član JAZU u Zagrebu, te izabran za počasnog doktora Sveučilišta u Zagrebu.

Franjo HANAMAN (Drenovac/Županja, 1878. - Zagreb, 1941.g.) maturirao je 1895. godine u Zemunu na Realnoj gimnaziji, gdje mu je profesorom bio S. PLIVELIĆ s kojim je i kasnije ostao u srdačnim i prijateljskim odnosima. Na Tehničkoj visokoj školi u Beču diplomirao je i stekao naslov inženjera kemije. Ondje je 1900. godine postao asistent, pa je sa svojim kolegom asistentom dr. Alexandrom JUSTOM (Austrija, 1872.-1937.g.) surađivao s bečkom tvrtkom "Schneider und Co" na usavršavanju žarulje s ugljenom niti. Poznato je da je ovu žarulju pronašao Edison i da je do tada ispitano oko 3000 različitih materijala koji su se činili pogodnim za žarnu nit u žarulji. U nastojanju da pronađu najprikladniji metal za nit žarulje, njih su se dvojica odlučili na volfram zbog njegovog visokog tališta, iako je tada dobivanje ovog metala bilo vezano uz tehnološke poteškoće. Nakon dugotrajnih istraživanja uspjelo im je da iz volframovog praška proizvedu volframovu žarnu nit, a svoj su postupak patentirali u travnju 1903. godine. Početkom 1905. godine oni su sklopili ugovor s tvrtkom "Vereinigte Glühlampen und Elektrizitäts AG" u Ujpestu u Mađarskoj o primjeni njihovog patenta u proizvodnji žarulja. F. HANAMAN je, kao podpredsjednik tvrtke "Internationale Wolframlampen AG" u Budimpešti, putovao 1909. i 1910. godine u SAD na pregovore s "General Electric Co.", koja je tada od F. HANAMANA i A. JUSTA otkupila patent za proizvodnju volframovih niti, nakon čega se žarulja s volframovom niti proširila svuda po svijetu i potpuno potisla žarne niti od drugih materijala. Franjo Hanaman se od tada bavi drugim problemima, odlazi 1911. godine u Berlin i tamo 1913.

g. doktorira. Prvi svjetski rat je proveo u Beču kao organizator i šef tada najmodernog metalografskog laboratorija. Kada se 1919. godine u Zagrebu osnovala Tehnička visoka škola Franjo Hanaman dolazi za predavača, a od 1922. g. postaje redoviti profesor za organsku kemiju i metalurgiju. Bio je dekan kemijskog odsjeka 1922. i 1923. g., a potom dvije godine 1924. i 1925., te rektor Tehničke visoke škole. Njegovim nastojanjem i marom ova škola uključena je 1926. godine u Sveučilište u Zagrebu kao Tehnički fakultet. Poticajem profesora Hanaman na tom fakultetu osnovan je posebni Rudarsko - metalurški odsjek.

POPULARIZATORI ELEKTROTEHNIKE U HRVATSKOJ

Krajem 19. st. pojavilo se u Hrvatskoj nekoliko istaknutih znanstvenika koji djeluju kao popularizatori prirodnih znanosti. Među njima su i pisci znamenite serije knjiga "Novovjekni izumi", koje je izdala Matica Hrvatska. U njima se na jasan i popularan način govori o elektrotehnici. Ti popularizatori su bili:

Oton KUČERA (Petrinja, 1857. - Zagreb, 1931.g.) profesor fizike i matematike na gimnazijama u Vinkovcima, Požegi i Zagrebu, a potom i sveučilišni profesor u Zagrebu, bio je jedan od naših najvećih popularizatora prirodnih znanosti, a posebno astronomije, fizike i elektrotehnike. Za ovo je područje posebno važna njegova knjiga "Črtice o magnetizmu i elektricitetu" koju je 1892. godine objavila "Matica Hrvatska". O. KUČERA ovdje opisuje "dinamomakine" i spominje njihovu primjenu u hidroelektranama, te opisuje i elektromotore. U djelu "Valovi i zrake", kojega je 1903. godine objavila "Matica Hrvatska", bavi se i radiotehnikom. U III knjizi "Novovjekni izumi", koju je 1910. godine objavila "Matica Hrvatska", a koje su autori bili Oton KUČERA, Stanko PLIVELIĆ (1868.-1925.g.) i Juraj BOŽIČEVIĆ (1877.-1947.g.), napisao je O. Kučera sedam poglavlja, a tri su posvećena elektrotehnici. U IV knjizi "Novovjekni izumi" iz 1913. godine, koje su autori bili O. Kučera i S. Plivelić, opisao je O. Kučera vrlo opširno električne generatore, motore i prijenos električne energije. Konačno, u V knjizi "Novovjekni izumi" koju je 1925. godine objavila, kao i sve ostale, "Matica Hrvatska" O. Kučera kao autor opisuje načela i uređaje "Telegrafa i telefona bez žica". O. Kučera je u brojnim svojim knjigama posvetio više od tisuću stranica elektricitetu i magnetizmu. (L. 14.)

Profesor fizike Stanko PLIVELIĆ (Karlovac, 1868. - Krapina, 1925.g.) koji je predavao na Velikoj realci u Zemunu, a potom je živio u Mitrovici i Krapini, imao je posebnu sklonost prema elektrotehnici, pa je od 1891. do 1923. godine napisao brojne napise iz tog područja u mnogim našim stručnim i popularnim časopisima. Pisao je o električnim centralama, električnoj rasvjeti, prijenosu električne energije, hidroelektranama, električnom brzozjavu, telegrafu bez žica i atmosferskom elektricitetu. Napisao je i 1910. godine objavio knjigu "Munjavodni uređaji" koja predstavlja prve propise za munjavodne uređaje na hrvatskom jeziku. Zajedno s O. KUČEROM bio je autor III knjige "Novovjekni izumi", u kojoj je napisao poglavlje "Električna vozila", u kojem napominje da se: "... misli i na to da se i vodopadi Dalmacije i Istre u tu svrhu upotrijebe." Govoreći o tome, on potom kaže: "... nesumnjivo će doći vrijeme kada će se i u našoj domovini jedan dio te prirodne energije upotrijebiti za pogon električnih željeznica". U IV knjizi "Novovjekni izumi" iz 1913. godine, koje su autori bili O. KUČERA i S. PLIVELIĆ, on je obradio vrlo suvremeno, pregledno i stručno velika poglavlja "Električna rasvjeta" i "Električni akumulatori". S. PLIVELIĆ je 1918. godine dobio u Beču patentnu ispravu za svoj pronalazak "Blitzschutzvorrichtung für elektrische Luftleitungen nach Dr. Plivelić". Tijekom 1923. godine on je za "Odbor za tehničku terminologiju" Društva inženjera i arhitekata, Sekcija Zagreb izradio elektrotehničku terminologiju s više od 2000 termina. (L. 15.)

Ivan ZOCH (Slovačka, 1856. - Zagreb, 1921.g.) profesor matematike i fizike na realnoj gimnaziji u Osijeku, a kasnije u Petrinji, te profesor Josip MENCIN (1856.-1900.g.), započeli su 1887. godine izdavati prvu "Hrvatsku enciklopediju" od koje su objavljena samo dva sveska (od slova A do G-žel). U ovom opsežnom i vrijednom djelu su pregledni i sažeti napisi o mnogim pojmovima iz elektriciteta i elektrotehnike, a tu se nalazi i prva definicija pojma "elektrotehnika" na hrvatskom jeziku. (L. 9., 10., 11.)

Od druge polovice 19. stoljeća živio je i radio kao profesor fizike, najprije u Senju, a potom u Zagrebu Ivan ŠAH (Češka, 1824. - Zagreb, 1904.g.). Uz pedagoške djelatnosti, napisao je i svoje najopsežnije djelo "Novovjekni izumi u znanosti, obrtu i umjetnosti", knjiga prva koju je 1882. godine objavila "Matica Hrvatska", te započela svoju poznatu i vrlo važnu seriju knjiga iz područja tehnike. U poglavlju "Munjevitica struja" I. ŠAH govori o "munjomagnetima i magnetomunji", te opisuje slučajno otkriće "suvislost među munjinom i magnetizmom", koje je 1820. godine izvršio danski fizičar Christian RSTED (1777.-1851.g.). Potom I. ŠAH opisuje kako je francuski fizičar i astronom Dominique F.J. ARAGO (1786.-1853.g. otkrio "Munjomagnet ili elektromagnet". Time je I. ŠAH ovaj pojam i naziv već prije 110 godina uveo u hrvatsku stručnu literaturu, posluživši se terminima iz "Hrvatsko-njemačko-talijanskog rječnika znanstvenog nazivlja" (kojega je 1874/75. godine objavio Bogoslav ŠULEK, Slovačka, 1816. - Zagreb, 1895.g.). I. ŠAH prvi u nas opisuje rad hidroelektrane u kojoj se "pomoćju mlinskih kolesa tjera magnetoelektrični stroj" te kaže da je "ovo dakako najjednostavnije i najjeftinije". (L. 4., 5.)

Nužno je spomenuti i jednog znamenitog jezikoslovca, koji se nije bavio elektrotehnikom, ali je imao veliki utjecaj na stvaranje i izradu stručne tehničke terminologije, između ostalog i iz područja elektrotehnike. To je Bogoslav ŠULEK (Slovačka, 1816. - Zagreb, 1895.g.), dugogodišnji tajnik JAZU, autor poznatih rječnika: "Njemačko - hrvatski rječnik" iz 1860. godine i "Hrvatsko - njemačko - talijanski rječnik znanstvenog nazivlja" iz 1874./75. godine. Znamo da su mnogi elektrotehnički termini koje je on tada predložio danas već izmijenjeni, ali njihova uloga u stvaranju stručne i znanstvene hrvatske literature na području elektriciteta i elektrotehnike bila je golema. Zbog zanimljivosti treba spomenuti nekoliko prelijepih Šulekovih naziva kao: jasna i niječna munjina, kupilo munjine, galvanokaz, kretalo, samokreća i samogib. U nastojanju da i fiziku približi širokim slojevima puka, Bogoslav Šulek je u razdoblju između 1873. i 1876. godine objavio tri sveska pod naslovom "Prirodni zakoni za svakoga ili popularna fizika". Tu je on pisao i o elektricitetu, a 1880. godine objavio je i stručni napis "Edisonova svjetiljka" u kojem opisuje tu tehničku novost, te spominje da se tada jedna Edisonova svjetiljka nalazila i u Zagrebu, premda je - nažalost - bila neispravna.

REALIZATORI PRVIH POSTROJENJA

Istodobno, s popularizacijom elektrotehnike pojavljuju se prvi realizatori - graditelji postrojenja. Uz šibenske graditelje Antu viteza Šupuka i Vjekoslava pl. Meichsnera, o kojima je puno više riječi u drugim referatima ovog simpozija, te uz ona nepoznata imena graditelja i realizatora postrojenja u Puli, Rijeci, Čakovcu, Varaždinu, Dugoj Resi i drugdje - potrebno je spomenuti one kojima su imena poznata:

Ivan PASPA je došao iz Beča 1893. godine u Zagreb s reputacijom "gospodara svijetla". Naime, bio je upravitelj električne rasvjete u čuvenom bečkom Burgteatru. U Zagreb ga je doveo intendant Hrvatskog narodnog kazališta Stjepan Miletić. Paspas je najprije uveo električnu rasvjetu u staro gradsko kazalište na Markovu trgu, koristeći parni stroj Uspinjače koja je tamo sagrađena 1888. godine. Nakon otvaranja nove zgrade HNK 1895. godine, Ivan Paspas postao je nadzornikom električne rasvjete tog kazališta. Ono je bilo opskrbljeno vlastitim izvorom, elektranom smještenom u zgradi "Hrvatskog kola" nasuprot kazalištu. Osim toga, Ivan Paspas je 1896. godine dobio od gradskog poglavarstva obrtno dopuštenje, te je - uz mali prekid osnovao veleobrt "Ivan Paspas i sin", za proizvodnju električnih baterija i baterijskih svjetiljaka. Ova tvornica postoji i danas u Zagrebu, pod imenom Tvornica baterija "Croatia" i prvoosnovana je elektroindustrija u Hrvatskoj.

Valerijan RIESZNER (Bakar, 1876. - Zagreb, 1949.g.) studirao je građevinarstvo na Tehničkoj visokoj školi u Beču, gdje je 1899. godine i diplomirao. Do 1906. godine radio je u Beču na projektiranju i izgradnji hidroelektrana i ostalih građevina. Od 1907. godine građevinski je inženjer u Karlovcu, a zatim u Zagrebu, te je projektirao i izgradio 1907/08. hidroelektranu na Kupi u Ozlju, 1912. hidroelektranu Kuzmica na Orljavi nedaleko Požege, te 1921.g. hidroelektranu "Zeleni vir" kod Skrada. V. RIESZNER od 1921. godine predaje kao docent, a zatim redoviti profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu - predmet "Vodogradnja", a i neke druge, gdje ostaje do svog

umirovljenja 1943. godine. (L. 17.)

Na upit gradskog poglavarstva u Slavonskom Brodu, Društvo inženjera i arhitekata u Zagrebu preporučilo je inženjera Edgara MONTINA iz Karlovca da izradi elaborat za elektrifikaciju Slavonskog Broda. Tako je 1923. godine odlučeno da se takav elaborat izradi. (L. 19.). Ing. E. MONTINA je na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu, osnovanoj 1919. godine predavao u školskoj godini 1921/22. predmet "Uredba električnih centrala i mreža". (L. 20.)

Miroslav PLOHL st. (Gorica, 1881. - Berlin, 1939.g.) svoju stručnu karijeru započeo je 1897. godine u Austrougarskoj ratnoj mornarici u kojoj je stekao mnogo tehničkog znanja. Služio je u Arsenalu u Pulji i na ratnim brodovima, gdje se bavio izmjeničnim strujama za pogonske svrhe, te radiotehnikom i iz tog područja registrirao je nekoliko patenata. Nakon prvog svjetskog rata radi neko vrijeme u tehničkim tvrtkama u Trstu, Rijeci i u Beču, a 1925. godine je izabran za nastavnika "Jake struje", "Prijenosa električne energije" i "Brodске elektrotehnike" na Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu, a potom i na Tehničkom fakultetu osnovanom 1926. godine, gdje je ostao do kraja života kao šef Zavoda za elektrostrojarstvo, a i kao dekan. Njegova je neposredna zasluga da je 1937/38. godine osnovao "Banovinsko elektrotehničko poduzeće" (BEP), gdje je u zajednici s prof. ing. Jurom HORVATOM organizirao početke elektroprivrede u Hrvatskoj. Tada se rodila zamisao izgradnje HE Vinodol, a započela je i elektrifikacija Gorskog kotara, Hrvatskog primorja i otoka. Odgojio je mnoge inženjere elektrotehnike, a surađivao je i s Radio stanicom u Zagrebu (L. 21.)

Juro HORVAT (Gospić, 1882. - Zagreb, 1954.g.) studirao je na Tehničkoj visokoj školi u Grazu, gdje je diplomirao 1904. godine. Radio je potom kao inženjer u Njemačkoj, Austriji, te u hidroelektrani Fala nedaleko Maribora. Nakon toga je 1926. izabran za docenta, a 1928. za izvanrednog profesora na Tehničkom fakultetu u Ljubljani gdje je predavao "Prijenos električne energije" i "Električne centrale". Od 1932. godine je redoviti profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Objavio je stručne radove iz područja elektroenergetike. U zajednici s prof. M. PLOHLOM st. sudjelovao je 1937. godine na osnivanju "Banovinskog elektrotehničkog poduzeća" (BEP) u Zagrebu, u kojem je surađivao na projektima elektrifikacije Hrvatske sve do 1943. godine kada je umirovlen (L. 17.)

TVORCI SUVREMENE ELEKTROTEHNIČKE MISLI U HRVATSKOJ

Svojim djelovanjem prije i poslije drugog svjetskog rata, stekli su pravo da se smatraju tvorcima suvremene elektrotehničke, a posebno elektroprivredne misli u Hrvatskoj četvorica znanstvenika i to:

Josip LONČAR (Dakovo, 1891. - Zagreb, 1973.g.) studirao je fiziku i matematiku na sveučilištima u Zagrebu i Parizu, a diplomirao je i doktorirao na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Bio je profesor fizike i matematike na realnoj gimnaziji u Zagrebu sve do 1931. godine, kada je potpuno prešao kao docent na Tehnički fakultet u Zagrebu. U međuvremenu je već od 1921. godine na tom fakultetu predavao "Električna mjerenja", te "Osnove elektrotehnike", a 1923. godine je osnovao "Laboratorij za električna mjerenja". Područje njegove djelatnosti u znanstvenom i nastavnom pogledu bila je elektrotehnika, pa je objavio u više izdanja svoje klasične užbenike "Uvod u električna mjerenja" i "Osnovi elektrotehnike I i II". Već od 1922. godine bavio se radiotehnikom, a kasnije i televizijom, pa je na prijemniku kojega je sam izradio primao već 1930.g. u svojem laboratoriju TV programe iz Londona i Berlina. Objavio je približno devedesetak znanstvenih radova u domaćim i stranim časopisima, a također i nekoliko knjiga iz područja radiotehnike i televizije. Kao vrstan znanstvenik izabran je za redovitog člana JAZU, a 1969. godine dodijeljen mu je naslov počasnog doktora Sveučilišta u Zagrebu. Velika njegova zasluga je stvaranje i oblikovanje hrvatske terminologije iz područja elektrotehnike. (L. 22.)

Anton DOLENC (Celovec, Austrija, 1905 - Zagreb, 1984.g.) studirao je i diplomirao elektrotehniku 1927.g. na Tehničkom fakultetu u Ljubljani. Radio je kao projektant, a potom direktor tvornice "Siemens" u Zagrebu. Predaje od 1939/40. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu predmete iz područja elektrostrojarstva. Redoviti je profesor od 1946. i dekan (1956/57)

Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Bio je pionir naše elektroindustrije, surađivao je u projektiranju i gradnji velikih energetskih postrojenja, načinio originalne konstrukcije sinhronih strojeva. Objavljivao je stručne i znanstvene radove i projekte iz područja elektrostrojarstva. Od 1970.g. profesor je na Fakultetu za elektrotehniku u Ljubljani. Dobio je 1967.g. nagradu za životno djelo "Nikola Tesla", a 1969.g. počasni doktorat Sveučilišta u Zagrebu. Objavio je udžbenike iz područja transformatora i električkih strojeva. (L. 23).

Božidar STEFANINI (Split, 1913 - Zagreb, 1991.g.) studirao je i diplomirao 1937.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Do 1940.g. bio je konstruktor-projektant, a do 1945.g. radio je u Banovinskom elektrotehničkom poduzeću (BEP), odnosno u DEP-u kao šef Odjela za projektiranje i gradnju transformatorskih stanica. U Generalnoj direkciji savezne elektroprivrede u Zagrebu radio je do 1947.g., a potom do 1950.g. i u Ministarstvu elektroprivrede, te u Saveznom projektnom birou za rasklopna postrojenja i dalekovode u Beogradu. Izabran je 1950.g. za docenta na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Doktorirao je 1954.g., te bio izabran za izvanrednog, a 1959.g. za redovitog profesora Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu, gdje je 1958/59. bio i dekan. Kasnije je više godina bio direktorom Sveučilišnog računskog centra SRCE u Zagrebu. Objavio je brojne stručne i znanstvene radove, te izradio projekte iz područja električnih mreža, visokonaponske tehnike i računarstva. (L. 28).

Hrvoje POŽAR (Knin, 1916 - Zagreb, 1991.g.) studirao i diplomirao 1939.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Od 1941. do 1946.g. radio je u tvornici "Bata" - Borovo kao šef električne mreže, a potom kao šef elektrane. Kao projektant radio je do 1949.g. u filijali Elektroprivrednog poduzeća Hrvatske u Splitu, te do 1951.g. kao elektroenergetski dispečer za Hrvatsku u Zagrebu, kada je prešao na Tehnički fakultet u Zagrebu kao asistent i honorarni nastavnik. Za docenta izabran je 1953.g., a doktorirao je 1955.g., te je izabran 1957.g. za izvanrednog profesora. Za redovitog profesora izabran je 1961.godine. Bio je 1960/62. i 1968/69. dekan Elektrotehničkog fakulteta, te 1970/71. prorektor Sveučilišta u Zagrebu. Bio je redoviti član JAZU od 1969. i glavni tajnik od 1978. pa do svoje smrti. Za svoj rad dobio je brojna priznanja i nagrade. Objavljivao je u zemlji i inozemstvu mnoge stručne i znanstvene radove s područja elektroenergetike. Autor je desetak knjiga, kao što su "Leistun und Energie in Verbundsystemen", Springer - Wien, 1963.g., te "Osnovi energetike I-II-III". Bio je dugogodišnji suradnik Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, te glavni urednik Tehničke enciklopedije (od 1978.). Leksikografskog zavoda "Miroslav Krleža" u Zagrebu. (L. 31).

Uz ovu "veliku četvorku" cijeli je niz znanstvenika i inženjera koji su svojim radom djelovali tako da u Hrvatskoj elektroprivredna i elektrotehnička djelatnost dosegnu svjetski nivo. Zato smatramo da treba spomenuti:

Vladimir ŽEPIĆ (Osijek, 1894. - Zagreb, 1971.g.) studirao je i diplomirao 1925. godine na Visokoj tehničkoj školi u Berlinu, potom je bio šef projektnog i montažnog odjela tvrtke ELIN u Zagrebu, projektirao je dalekovod 50 kV Dugi Rat - Split. Od 1924. do 1932. godine, kao šef filijale "Standard electric Company" u Zagrebu projektirao je elektrane, potom je do 1941. godine rukovodio tehničkom službom Gradske električne centrale u Zagrebu. Od 1942. do 1945. godine bio je šef tehničke službe Državnog elektrotehničkog poduzeća (DEP), a od 1946. direktor EPLOH-a u Zagrebu. Od 1948. do 1952. godine bio je izvanredni profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu i predsjednik Zavoda za rasklopna postrojenja i električne centrale. Od 1952. do 1958. godine bio je u Glavnoj direkciji za elektroprivredu, a potom u Institutu za elektroprivredu, do svojeg umirovljenja 1961. godine. Bio je vrstan organizator i jedan od osnivača Kluba strojarских i elektrotehničkih inženjera u Zagrebu (1922. godine). Suradivao je u časopisu "Energija" (L. 25.)

Božidar FILIPOVIĆ (Petrinja, 1894. - Zagreb, 1977.g.) studirao je i diplomirao 1921. godine elektrotehniku na Tehničkoj visokoj školi u Brnu, a nakon toga je radio u zagrebačkoj tvornici akumulatora "Munja". Potom je do 1934. godine zastupao u Zagrebu firmu "Ganz" iz Budimpešte. U gradskoj električnoj centrali u Zagrebu vodio je do 1941. godine Odjel mreže, a nakon toga, kao ovlašteni inženjer, do 1945. godine projektirao je električne centrale. Od 1946.g. radi u ELPOH-u, a potom u Generalnoj direkciji za elektroprivredu, te Institutu za elektroprivredu gdje je izradio mnoge studije i napise. Bio je urednik časopisa "Energija", a na

Tehničkom fakultetu u Zagrebu predavao je od 1949. godine kao honorarni nastavnik "Gospodarstvo električne energije". Već od 1921. godine aktivno je surađivao u Društvu inženjera i arhitekata u Zagrebu (L. 26.)

Božidar RIBIĆ (Varaždin, 1895 - Zagreb, 1986.g.) studirao je i diplomirao na Visokoj tehničkoj školi u Beču. U Direkciji državnih željeznica u Zagrebu bavio se do 1936. pitanjima elektrifikacije željeznica, potom prelazi u Gradsku električnu centralu u Zagrebu, gdje je 1938.g. imenovan direktorom. Poslije je neko vrijeme vodio zastupstvo tvrtke "BRAUN-BOWERI" iz Švicarske. Od 1945.g. radio je u ELPOH-u, a od 1948.g. bio je neko vrijeme direktor Elektrane Zagreb. Pokrenuo je izradu tehničke regulative i propisa o gradnji elektroenergetskih pogona. Do 1964.g. bio je glavni elektroenergetski inspektor SRH, a tada je umirovljen. Već od 1921.g. bio je vrlo aktivan član Društva inženjera i arhitekata. Bio je jedan od osnivača jugoslavenskog ogranka CIGRE i njegov predsjednik 1963./64. Objavljivao je radove u Tehničkom listu u Zagrebu, a dobio je nagradu Nikola Tesla za životno djelo (L. 27).

Eduard KÜRSCHNER (Požega, 1894. - Zagreb, 1967.g.) studirao je na Tehničkoj visokoj školi Berlin - Charlottenburg i diplomirao elektrotehniku 1919. godine. Na Tehničkoj visokoj školi, odnosno Tehničkom fakultetu u Zagrebu, predavao je od 1925. do 1929. godine, a potom je radio kao vrlo aktivan projektant elektrotehničkih postrojenja. Na Prvoj svjetskoj konferenciji za energiju u Londonu 1924. godine, održao je referat "General review of the power recourses of Yugo-Slavia". Objavljivao je znanstvene radove i projekte iz područja elektrotehnike i munjovoda. U Elektrotehničkom društvu Hrvatske 1962. godine bio je predsjednik stručnih odbora za rasvjetu i za munjovodnu zaštitu. (L.24)

Duro ŠVARC (Koprivnica, 1901 - Zagreb, 1980.g.) studirao je i diplomirao 1925.g. na Tehničkoj visokoj školi u Beču. Radio u različitim tvrtkama u Zagrebu i Argentini, potom u Direkciji državnih željeznica u Zagrebu. Od 1940/50.g. predavao je na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, gdje je 1961. doktorirao. Izabran je 1966.g. za redovitog profesora. Objavljivao je znanstvene i stručne radove iz područja titrajnih krugova, elektrifikacije željeznice i dalekovoda. (L. 28).

Prvi elektrotehnički rječnik, njemačko-hrvatski i hrvatsko-njemački sastavio je i objavio 1952. godine inženjer Vlado DABAC (Nova Rača, 1902. - Zagreb, 1988.g.), koji je studirao i diplomirao 1926. godine u Danzigu (Gdansk). Na poticaj Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu, osnovanog 1956. godine diobom tadašnjeg Tehničkog fakulteta, V. DABAC je 1969. godine objavio "Tehnički rječnik", a 1970. godine "Technisches Wörterbuch", koji obuhvaćaju termine iz svih osnovnih područja tehnike. (L. 23.)

Toussaint LEVIČNIK, (Kranjska gora, 1903 - Zagreb, 1984g.) studirao je elektrotehniku i diplomirao 1929. na Tehničkoj visokoj školi u Berlin Charlottenburg. Do 1941.g. bio je pogonski inženjer u Željezari Jesenice. Od 1945. do 1947.g. bio je projektant u DEP u Zagrebu, potom je do 1954.g. bio upravitelj pogona i zamjenik direktora u tvornici cementa "Croatia" u Podsusedu/Zagreb, te do 1958. radio u konstrukcijskom birou tvornice Lukavac u Zagrebu; iza toga bio je asistent i suradnik na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, na katedri Električna postrojenja. Objavljivao je napise iz područja elektroenergetike i automatizacije. Preveo na njemački knjigu prof. H. Požara "Leistung und Energie in Verbundsystemen", Springer - Wien. (L. 28)

Viktor PINTER (Virovitica, 1904 - Zagreb, 1989.g.) studirao je i diplomirao na Tehničkom fakultetu u Zagrebu na kojem radi od 1937.g. Predavao je od 1956. do 1961.g. predmet "Elektrotehnika" na Strojarsko brodogradevnom fakultetu. Habilitirao je 1957.g. na Elektrotehničkom fakultetu na kojem je od 1961.g. predavao "Osnove elektrotehnike", a 1970.g. izabran je za redovitog profesora. Objavio je znanstvene radove iz područja elektrotehnike, te udžbenik "Osnovi elektrotehnike I i II". (L. 28)

Zdravko HUKAVEC (Požega, 1905 - Zagreb, 1994.g.) studirao i diplomirao 1934/35. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Od ranih početaka svoje stručne djelatnosti bavio se baždarenjem električnih brojila, a bio je i šef Državnog ureda za baždarenje brojila u Zagrebu. Objavio je brojne napise i tog područja, a također i knjige "Indukciona brojila I-II-III", u Saveznom zavodu za mjere i dragocjene kovine, Beograd 1982. (L. 29).

Juraj ŠKREB (Zagreb, 1906 - Zagreb, 1946.g.) studirao je na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, a diplomirao je 1927/28. kao prvi inženjer elektrostrojarstva ovog Fakulteta. Radio je u tvornici

"R. Končar" u Zagrebu u Odjelu slabe struje sve do svojeg tragičnog završetka 1946.g. (L. 28).

Blaž UZELAC (Smiljan, 1906 - Zagreb, 1985.g.) studirao je i diplomirao elektrostrojarstvo 1930/31. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Radio je kod "Siemensa" u Njemačkoj, potom na HE Dnjeprostanica u SSSR, a poslije u poduzeću "Učila" u Zagrebu. Od 1945.g. radio je u ELPOH-u, te u "Elektroprojektu", gdje je projektirao distribucijske mreže, te u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu kao šef Laboratorija za visoki napon. U međuvremenu je prekinuo radni odnos u Institutu, te odlazi na dvije godine u Venezuelu. Izabran je 1994/45. za izvanrednog profesora na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, ali ovu dužnost kasnije nije obavljao. Objavljivao je znanstvene radove i projekte iz područja visokonaponske tehnike. (L. 28).

Mladen DOKMANIĆ (Ščitarjevo, 1908 - Zagreb, 1980.g.) studirao je i diplomirao elektrostrojarstvo 1937. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, potom je bio projektant u Banovinskom elektrotehničkom poduzeću (BEP), tehnički direktor podružnice Elektrotehničkog poduzeća Hrvatske. Nakon toga je radio u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu. Od 1946.g. je bio honorarni nastavnik, a od 1952.g. docent Tehničkog fakulteta u Zagrebu, gdje je 1965.g. bio je izabran za izvanrednog profesora. Objavljivao je stručne i znanstvene radove, te radio projekte iz područja električnih dalekovoda i mreža, a napisao je i objavio opsežna sveučilišna skripta "Elektroenergetske mreže" (1966.g.). (L. 28).

Herman MATTES (Osijek, 1909. - Zagreb 1976.g.) studirao je u Damstetu u Njemačkoj i diplomirao je 1939.g. u Zagrebu. Bio je direktor Gradske električne centrala u Zagrebu 1945.g., a potom suradnik Instituta za električno gospodarstvo u Ljubljani. Godine 1951. preuzeo je vođenje gradnje Instituta "Ruder Bošković", a 1953.g. Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, čiji je bio prvi direktor sve do umirovljenja 1963. godine. Bio je jedan od osnivača saveza strojnih elektroinženjera i tehničara Jugoslavije, osnivač Saveza inženjera i tehničara Hrvatske, a zapažen je njegov rad u društvu Narodne tehnike i u Tehničkom muzeju u Zagrebu.

Vladimir HERGEŠIĆ (Lipovljani, 1909 - Zagreb, 1988.g.) studirao je i diplomirao strojarstvo 1934.g., a potom elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Bio je ovlaštenu inženjer, a potom inspektor parnih kotlova od 1939. do 1942.g. u Zagrebu, a do 1952.g. nastavnik na Tehničkoj školi u Zagrebu. Kasnije je radio kao direktor kapitalne izgradnje u Glavnoj direkciji elektroprivrede, te u tvornici "TEP" i "Monter" u Zagrebu. Izabran je 1959.g. za docenta na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu za predmet "Elementi strojeva". Objavio je iz tog područja više stručnih i znanstvenih radova, a izradio je i brojne projekte za hidroelektrane i električna postrojenja. (L. 28).

Ranko ŠKARICA (Kaštel Stari 1911. - Zagreb, 1986.g.) završio je Elektrotehnički fakultet u Zagrebu 1937. g. i cijeli svoj radni vijek proveo je uz dalekovode. Bio je šef projektnog biroa u "Dalekovodu" i savjetnik za grafnju vodova u "Elektroprijenosu" Zagreb. Jedan je od osnivača Studijskog komiteta 22 za dalekovode Nacionalnog komiteta CIGRE i član Međunarodne CIGRE u Parizu. Velik je njegov doprinos u izradi Propisa za gradnju nadzemnih vodova. Bio je uvijek prisutan i aktivan sudionik izgradnje, od prodaje punog prijenosnog dalekovoda 110kV do izgradnje mreže 400kV,.

Ladislav PADEN (Kapošvar/Madarska, 1911 - Zagreb, 1975.g.) studirao i diplomirao 1938.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, a nakon toga radio je u tvrtci "ELIN", "Siemens", te kod Državnih željeznica u Zagrebu. Od 1942.g. bio je voditelj je kabela mreže Gradske električne centrale u Zagrebu do 1958.g., a potom je radio u Zajednici elektroprivrednih poduzeća u Zagrebu kao šef Odjela za prijenos električne energije. Od 1968. u Institutu za elektroprivredu vodio je studijske grupe za distribucijske mreže, a 1973.g. je umirovljen. Objavljivao je stručne i znanstvene radove, a preveo je i knjigu M. Walter "Relejna zaštita". Bio je aktivni član Elektrotehničkog društva Zagreb. (L. 32).

Boris BELIN (Zagreb, 1913 - Zagreb, 1974.g.), studirao je i diplomirao 1937.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, potom je bio projektant u poduzeću "Noris" u Zagrebu, te rukovodilac obnove električnog postrojenja Tvornice aluminija Lozovac. Nakon toga je bio upravitelj Zavoda za aparate u Elektrotehničkom institutu tvornice "Rade Končar" u Zagrebu.

Izabran je 1956.g. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu za honorarnog, a 1965.g. za višeg predavača. Istodobno je bio šef katedre i profesor na Višoj tehničkoj školi "Rade Končar" u Zagrebu, a bio je i suradnikom IEC i CIGRE. Objavio je brojne stručne i znanstvene radove i projekte iz područja električnih aparata, a također i knjigu "Uvod u teoriju električnih sklopnih aparata" (1967.g.). (L. 28).

Dragutin KAISER (Zagreb, 1914 - Zagreb, 1969g.) studirao je i diplomirao 1939.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Od 1940.g. radio je u Banovinskom elektrotehničkom poduzeću (BEP) u Odjelu za gradnju termoelektrana. Od 1945g. bio je u Elektrotehničkom poduzeću Hrvatske šef Odsjeka za stručno školstvo, a potom direktor podružnice Zagreb. Od 1947. do 1949.g. bio je direktor plana u Glavnoj direkciji elektroprivrede u Zagrebu. Od 1952.g. je kroz 11 godina bio na raznim vodećim dužnostima u "Elektroopskrbi" u Zagrebu. Aktivno je radio i sudjelovao pri puštanju u pogon HE Split. Od 1963.g. pa do kraja života radio je u poduzeću "Rade Končar" u Zagrebu. Autor je više stručnih knjiga i udžbenika, kao što su "Osnovi elektrotehnike" (10 izdanja), "Elektrotehnički priručnik" (4 izdanja) i "Džepni elektrotehnički priručnik" (9 izdanja). (L. 30).

Tihomil JELAKOVIĆ (Glinsko Novo selo, 1914 - Zagreb, 1978.g.) studirao je i diplomirao 1939g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, a potom je radio u Banovskom elektrotehničkom poduzeću (BEP) u Zagrebu, te u Radio Zagreb, od 1940. do 1952.g. U međuvremenu u Vojno-tehničkom institutu u Beogradu (1950.g.). Na Tehničkom fakultetu u Zagrebu izabran 1951/52.g. za docenta, gdje je doktorirao 1959.g., a za redovitog je profesora izabran 1962/63.g. Osnovao je 1954.g. Zavod za elektroakustiku. Objavljivao je stručne i znanstvene radove, prijevode i knjige iz područja elektroakustike, tonfrekvencijske tehnike i osnova elektrotehnike. (L. 28).

Egon NAJMAN (Osijek, 1915 - Zagreb, 1972.g.) studirao je i diplomirao 1939.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Kao honorarni nastavnik, a potom viši predavač, 1965/66.g. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu predavao je predmet "Električna vuča". U tvornici "Rade Končar" konstruirao je prve naše električne lokomotive. Objavljivao je stručne i znanstvene radove iz područja električne vuče i surađivao u Tehničkoj enciklopediji Leksikografskog zavoda u Zagrebu. (L. 28).

Borivoj BARANOVIĆ (Zagreb, 1916 - Zagreb, 1989.g.) studirao je i diplomirao 1941/42.g. elektrostrojarstvo na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, potom je radio u uredu tvrtke "Siemens" u Zagrebu. Od 1945.g. namješten je u ELIN-u, a 1946. dolazi u Glavnu upravu elektroprivrede Jugoslavije, a zatim u Glavnu direkciju elektroprivrede Hrvatske, te u tom okviru organizira Institut kao odjel za razvoj. Od 1953., kad Institut za elektroprivredu postaje samostalna radna organizacija, B.Baranović u ovom ima ključnu ulogu, te organizira i usmjerava njegov rad. Član je grupe eksperata za izvoz električne energije u okviru "Jugoexporta". Nakon što je radna organizacija INGRA preuzela gradnju Toplane u Zagrebu on prelazi u INGRU, te se bavi tom izgradnjom. U Institut se vraća 1966. gdje kao direktor ostaje četiri godine, a zatim prelazi u Elektroprivredu Zagreb, gdje do umirovljenja radi na pripremama za gradnju nuklearne elektrane Prevlaka. (L. 32).

Milojko ČIŠIĆ (Mostar, 1920 - Austrija, 1986.), studirao je na Tehničkom fakultetu u Beogradu i Zagrebu, gdje je 1948. diplomirao elektrotehniku. Izabran je 1960. na Elektrotehničkom fakultetu u Splitu za docenta, a 1965. za izvanrednog profesora. Doktorirao je 1965. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, a 1971. izabran je za redovitog profesora na Elektrotehničkom fakultetu u Splitu. Objavljivao je znanstvene radove, a i projekte iz područja brodske elektrotehnike i nuklearne propulzije brodova. Autor je udžbenika "Osnovi elektrotehnike" (1969) i "Osnovi elektroenergetike" (1969.). (L. 28).

Mario PADELIN (Zadar, 1922 - Zagreb, 1984.), studirao u Padovi, a zatim u Zagrebu gdje je 1950. diplomirao elektrotehniku na Tehničkom fakultetu. Radi u poduzeću "Elektra" u Zagrebu, u radionici za transformatore. Od 1957. je asistent, a od 1961. predavač na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu za predmet "Tehnika visokog napona". Objavljivao je stručne i znanstvene radove iz područja visokonaponske tehnike, a 1987. objavio je i knjigu "Zaštita od groma". (L. 28).

Berislav JURKOVIĆ (Zagreb, 1926 - Zagreb, 1987.), studirao je i diplomirao 1951. elektrotehniku na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Kao projektant radi u Željezari Zenica, a zatim je pomoćnik direktora pogona u tvornici "Rade Končar" u Zagrebu, te projektant u tvrtci "Siemens" u Nürnbergu. Na Elektrotehnički fakultet u Zagrebu dolazi za asistenta, a 1960. doktorira, te je izabran za docenta, a 1959/60. za izvanrednog profesora, te 1970. za redovitog profesora. Bio je dekan 1980/82. Objavio je stručne i znanstvene radove i projekte iz područja elektrostrojstva, a također i udžbenik "Elektromotorni pogoni" (1976.). (L. 28).

Božidar FRANČIĆ (Sušak, 1932 - Zagreb, 1990.), studirao je i diplomirao 1956. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, zatim radi u tvornici "Rade Končar" kao projektant i upravnik Zavoda za rotacione strojeve. Do kraja života direktor je Elektrotehničkog instituta tvornice "Rade Končar". Doktorirao je 1965. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Honorarni je izvanredni profesor od 1967/68. na Elektrotehničkom fakultetu u Splitu, a od 1983. i na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Objavljivao je stručne i znanstvene radove, te izrađivao projekte iz područja elektrostrojstva. Bio je sposoban organizator. (L. 28).

ZAKLJUČAK

U ovom kratkom prikazu, prigodnom u povodu 100. godišnjice Hrvatske elektroprivrede, po prvi put na jednom mjestu dan sažeti životopisi i opisano je temeljno djelovanje naših znanstvenika i stručnjaka koji su se od 18. st. pa do današnjih dana aktivno bavili pitanjima elektrotehnike, a mnogi od njih i elektrifikacijom Hrvatske. Neka ovo bude poticaj za daljnje prikupljanje i opisivanje rada naših stručnjaka s područja elektrotehnike, tako da se time upotpuni povijest tehničkog razvoja u Hrvatskoj.

LITERATURA

1. DADIĆ Ž.: Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata. I-II. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1982. g.
2. VRANČIĆ F.: Machinae Novae. (Novi strojevi), Novi Liber Zagreb - gradska knjižnica "Juraj Šižgorić", Šibenik, 1993.g.
3. DOMIN J. F.: Fizikalna rasprava o postanku, naravi i koristi umjetnog zraka. JAZU, Zagreb, 1987. g.
4. MULJEVIĆ V.: Ivan Šah (1823. - 1904.g.), SEITH Elektrotehnika, Zagreb, XVI (1973. g.) br. 6., str. 423 - 428.
5. ŠAH I.: Novovjekni izumi u znanosti, obrtu i umjetnosti. Knjiga prva. Matica Hrvatska, Zagreb, 1882. g.
6. MULJEVIĆ V.: Martin Sekulić (1833. - 1905.g.). SEITH Elektrotehnika, Zagreb, XVI 1973., br. 5. str. 231 - 238.
7. TESLA N.: Moji pronalasci. Školska knjiga, Zagreb, 1977.g.
8. MULJEVIĆ V.: Život i djelo Ferdinanda Kovačevića. Zbornik radova Simpozija o Ferdinandu Kovačeviću. JAZU, Zagreb, 1990. g.
9. ZOCH I. - MENCIN J.: Hrvatska enciklopedija. Priručni riječnik sveopćeg znanja. Osijek, 1887. g.

10. * * * Od prvog tehničkog riječnika do tehničke enciklopedije. NSB, Zagreb, 1982.g.
11. GOLEC I.: Tiskarstvo, izdavaštvo i knjižarstvo Petrinje (1881. - 1991. g.). Ogranak Matice Hrvatske Petrinja, Zagreb, 1992. g.
12. MULJEVIĆ V.: Nikola Tesla (1956. - 1943.g.). SEITH Elektrotehnika, Zagreb, XV (1972. g.), br.2., str. 194/5.
13. TESLA N.: Lectures - Patents - Articles. Muzej Nikola Tesla, Beograd, 1956.g.
14. MULJEVIĆ V.: Oton Kučera (1857. - 1931.g.). SEITH Elektrotehnika, Zagreb, XV (1972.g), br. 3., str. 295 - 298.
15. MULJEVIĆ V.: Stanko Plivelić (1868. - 1931.g.). SEITH Elektrotehnika, Zagreb, XVI (1973.) br. 2 -4, str. 211 - 220.
16. DADIĆ Ž.: Ladislav Stjepanek (1874. - 1951.g.). Zbornik radova Znanstvenog simpozija Prirodoslovna baština Slavonske Požege. Slavonska Požega 1977. g.
17. * * * Tehnički fakultet Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu. Spomenica 1942. Zagreb, 1943.g.
18. MULJEVIĆ: Doprinis Franje Hanamana suvremenoj žarulji. Zbornik radova II. Simpozija o novim tehnologijama Dubrovnik 1989., Zagreb 1989.
19. MARKOVČIĆ, I. PRPIĆ. F. PLIC, A. BUSATTO: Razvoj elektrifikacije Hrvatske. I. dio. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1984.
20. MULJEVIĆ: Razvitak elektrotehnike u Hrvatskoj. Zbornik radova Znanstvenog skupa Razvitak i dostignuća tehničkih područja u Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1994.
21. MULJEVIĆ: Miroslav Plohl (1881-1939). SEITH, Elektrotehnika, Zagreb, XV (1972.), br. 5-6, str. 475-481
22. V. MULJEVIĆ: Akademik Josip Lončar nestor hrvatske elektrotehnike Hrvatski prirodoslovci 2. Zagreb, 17. i 18. lipnja 1993. Radovi Leksikografskog zavoda "Miroslav Krleža", knj. 3. Zagreb, 1993.
23. * * * Hrvatski biografski leksikon. Knj. 3. Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb, 1993.
24. V. MULJEVIĆ: Požeški graditelji, konstruktori i inženjeri. Zbornik radova Prirodoslovna baština Slavonske Požege, Požega, 1977.
25. B. FILIPOVIĆ: Prof. ing. Vladimir Žepić. SEITH, "Elektrotehnika" Zagreb, (XX) 1977, or. 1. s. 74.
26. B. RIBIĆ: In Memoriam Božidar Filipović, SEITH, "Elektrotehnika" Zagreb, (XX) 1977. str. 177
27. P. KUZELE: Ing. Božidar Ribić. "Energija" Zagreb, 35 (1986.), br. 2. str. 138
28. * * * Spomenica 1919 - 1969. 50 godina studija elektrotehnike u Hrvatskoj. Elektrotehnički fakultet Zagreb, 1969.
29. V. BEGO: Mjerenja u elektrotehnici. Osmo dopunjeno izdanje. Tehnička knjiga Zagreb, 1990.
30. B:M: Inž. Dragutin Kaiser, In Memoriam. SEITH, "Elektrotehnika" (XII) 1969. br. 4, str. 367.
31. Grupa autora: Spomenica Hrvoje Požar (1916-1991.) JAZU Zagreb, 1992.
32. * * * Rukopisni podaci iz Instituta za elektroprivredu Zagreb

Prvi hrvatski izmjenični sustav (HE Krka-Šibenik) u europskom i svjetskom kontekstu

First Croatian AC System (HPP Krka-Šibenik) in European and Worldwide Context

Ante Sekso, dipl.ing.

Institut za elektroprivredu

SAŽETAK

U ovoj godini navršava se stotinu godina prvog izmjeničnog elektroprivrednog sustava na tlu Hrvatske. U kolovozu 1895. godine puštena je u pogon prva hrvatska hidroelektrana izmjenične struje Jaruga I, izgrađena na Skradinskom buku. Istodobno pušten je u pogon naš prvi prijenosni vod do 11 km udaljenog grada Šibenika i prva izmjenična javna gradska mreža. Prvi elementi višefaznih sustava bili su prisutni u dvofaznom generatoru i prijenosnom vodu. S obzirom na to da je naš prvi mali sustav bio izgrađen u vrijeme najvećih borbi istosmjernje i izmjenične struje, te konflikta jednofaznih i višefaznih sustava - njegov je značaj mnogo veći od samo lokalnog ili hrvatskog. Da bi se njegov značaj uklopio u europski i svjetski okvir, bilo je potrebno kratko prikazati preduvjete koji su doveli do gradnje prvih modernih sustava u svijetu i u Hrvatskoj. Pri tome su naglašeni brojni doprinosi istraživača, izumitelja i inženjera iz Hrvatske u svim fazama razvika elektroenergetike. Oni su svi dodatno zaslužni što je u Hrvatskoj odavno bila stvorena visoka tehnička kultura i razina koja je omogućila da je vrlo brzo bila prihvaćena najnovija tehnika proizvodnje, prijenosa i razdiobe električne energije. Drugim riječima, u danim okolnostima, bio je jednostavan transfer znanja i tehnologije, što je uvijek, - pa i sada, - tražilo visoku razinu tzv. receptora.

ABSTRACT

Hundred years have passed from the construction of the first alternate electric power system on the territory of Croatia. In August 1895, the first Croatian hydro power plant on alternate current has been put in operation, i.e. Jaruga I constructed on the Skradinski Buk waterfall. At the same time, the first transmission line has been commissioned, leading to the 11 km distant town of Šibenik, and the first public city network as well. First elements of multiphase systems could be noticed in two-phase generator and the transmission line. Since our first modest system has been constructed in the time of most fierce battles between direct and alternate current and conflicts between single phase and multiphase systems - its significance surmounts local or Croatian limits. In order to embody its significance into European and worldwide framework, the prerequisites which led to the construction of first modern systems in the world and in Croatia should be briefly presented. Numerous contributions of Croatian research workers, inventors and engineers have been accentuated in all phases of electric power supply development. They deserve additional credit for generating high technical culture and standards in Croatia long time ago, which enabled state-of-art technology of electricity generation, transmission and distribution to be accepted in a

Treba naglasiti da je u gradnji našeg prvog izmjeničnog sustava "Krka - Šibenik" bio zamjetan udjel naših sudionika, pa i izvođača, a tom prigodom je Hrvatska dala jednog od prvih tzv. graditelja sustava kako ih danas zove povijest modernih tehnologija. Inače, sam sustav je u svijetu bio jedan od prvih tranzitnih na prijelazu ka suvremenim trofaznim sustavima. Stoga je imao velik značaj u širenju izmjeničnih i višefaznih sustava u nas, a posredno i izvan granica Hrvatske.

very short time. In other words, in given situation it enabled the transfer of knowledge and technology which always, and even now, requires high level of so called receptors. It should be noted that our participants and contractors have taken substantial part in the construction of our first alternate current system "Krka-Šibenik". Croatia has contributed with one of the first system developers, as they are called in the history of contemporary technologies. The system itself was one of the earliest systems in the world which announced the transition to contemporary three-phase system. Therefore, it has great importance for the spreading of alternate and multiphase systems in our country and, indirectly, outside Croatian borders as well

UVOD

Od svih velikih tehnoloških sustava koji su do sada izgrađeni, elektroenergetski sustavi su najslabiji, a njihov utjecaj na svakodnevni život pojedinca i društva je iznimno velik. Opravdano se drži (Kagan, 1987.) da je široka i svestrana primjena električne energije možda najviše utjecala na materijalni stil života proteklih stotinu godina. Električna energija je najsvestraniji i najmobilniji oblik energije koji je ikada otkriven. Primjenjivost električne energije u industrijskoj, komercijalnoj i kućnoj upotrebi, učinila ju je simbolom Druge industrijske revolucije i temeljem brzog ekonomskog uspona. Dvije njene osobite prednosti su laka prenosivost preko velikih udaljenosti kao i laka konverzija u druge oblike energije: svjetlosnu, toplinsku, mehaničku i kemijsku. Nije stoga pretjerano kazati da je razvoj od prvih nejasnih saznanja o elektricitetu i magnetizmu, preko fundamentalnog otkrića elektromagnetske indukcije do razvoja višefaznog okretnog polja i izgradnje suvremenih sustava za proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije - jedno od najvećih dostignuća u povijesti civilizacije.

Posljednje desetljeće 19. stoljeća predstavlja bitno razdoblje u kojem su se odigrali ključni događaji u formiranju prvih modernih elektroenergetskih sustava, a time i elektroprivredne djelatnosti u današnjem smislu. Nije stoga neobično da su u brojnim zemljama u čitavom svijetu izdvojeni neki bitni datumi baš u spomenutom razdoblju, pa se u posljednjim godinama 20. stoljeća obilježavaju stote obljetnice moderne elektroprivredne djelatnosti. Neke su velike elektroprivredne organizacije ili čitave zemlje obilježile stoljetne jubileje i izdale prigodne monografije, pri čemu nisu svi imali jednake kriterije za izbor prekretnog događaja u razvoju svog sustava. U nekim zemljama, pozornost je bila usmjerena na prve značajne istosmjerne elektrane ili mreže, pa su uz njihove stote obljetnice izdane različite publikacije i knjige kao primjerice u SAD (Ryder, 1983.) ili u Austriji (Achleitner, 1986.). Ipak, većina zemalja se opredjeljuje da se posebno označe događaji vezani na rad prvih izmjeničnih, pa čak i višefaznih sustava. Takve zemlje su Njemačka (Bohn, 1992.), Mađarska (Kadar, 1993.), a druge se to uskoro spremaju. Poznate su nam pripreme za obilježavanje stoljetnog jubileja početka moderne elektroprivrede u Švicarskoj (1995.), Indiji (1997.), a primjera sigurno još ima. Hrvatska se opredijelila za kriterije ove druge grupe zemalja koje posebno obilježavaju pojavu izmjeničnih višefaznih sustava. Takvu odluku smatramo daleko primjerenijom, jer su upravo izmjenični i to višefazni sustavi dominirali kroz proteklo stoljeće, te doveli do razvoja elektroenergetskih mreža kakve danas poznajemo. Mali istosmjerni izvori su bili samo jedna početna etapa u razvitku nove vrste energije, a čak i sadašnje visokonaponske istosmjerne veze se razvijaju samo u krilu izmjeničnih elektroenergetskih sustava.

Hrvatska ima privilegij da je prednjačila u regionalnom području Balkana, pa i šire pri uvođenju moderne tehnologije u proizvodnji električne energije. Stoga je opravdano da je dugogodišnja inicijativa, koje su detalji nedavno opisani (Sekso, 1995.), dala ploda, pa je simbolički ova godina kod nas označena kao godina prvog stoljeća Hrvatske elektroprivrede. Time se htjelo iz bogate povijesti razvoja našeg elektroenergetskog sustava (Markovčić, 1984.) izdvojiti jedan stožerni događaj, uz čiju stotu obljetnicu će se odati nužna pozornost čitavom prijednom putu. Taj izdvojeni događaj je puštanje u pogon prvog hrvatskog izmjeničnog sustava na rijeci Krki i u gradu Šibeniku 1895. godine. Osim za nas, taj događaj ima stanoviti značaj u europskim, pa i svjetskim okvirima stoga je ovo prigoda da se taj značaj podcrti i naglasi. Pri tome je potrebno naglasiti da svaki pokušaj stavljanja vrijednosti i dostignuća vlastitog naroda i zemlje u kontekst šire zajednice, u ovom slučaju Europe pa i svijeta, predstavlja izuzetno težak i odgovoran zadatak. Prije svega, moraju se izbjeći dvije krajnosti. Jedna je podcjenjivanje, a druga preuveličavanje svog doprinosa i svog vrijednosnog sustava. Ta teškoća se javlja kada se naši znanstvenici, pronalazači i graditelji stavljaju u kontekst Europe i svijeta. Nema sumnje da su neki naši ljudi na ovom području razvoja elektroenergetike odigrali važne uloge od kojih se za neke malo zna kod nas, a pogotovo u svijetu. Stoga je važno i zbog nas samih i zbog svijeta ukazati na takve važne doprinose na općem planu. Međutim, jednako tako je važno spoznati da su i brojni drugi sudionici, pripremajući intelektualnu klimu i kasnije stvarajući kritičnu masu znanstvenika, inženjera, graditelja, pa i političara pridonijeli da Hrvatska bude sudionicom u stvaranju uvjeta za tzv. Drugu industrijsku revoluciju.

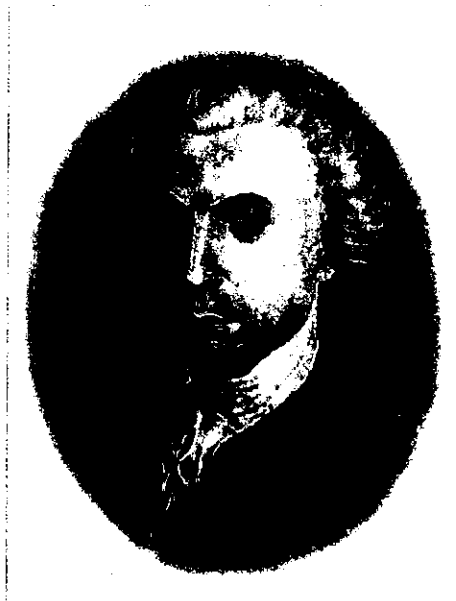
U skladu sa spomenutim, bit će nužno u prvom dijelu ovog prikaza dati sažetak razvitka elektrotehnike od prvih nejasnih spoznaja do velikih otkrića i oblikovanja prvih elektroenergetskih sustava. U tome će se naglasiti doprinosi i uloge ljudi iz Hrvatske u stvaranju nove znanosti i njene primjene na najkompleksniji sustav koji je stvorio čovjek. Time će se moći lakše razumjeti okolnosti u kojima je u Hrvatskoj počela gradnja jednog od prvih izmjeničnih sustava Europe i svijeta. Tek nakon toga, dat će se odgovori na postavljena pitanja o mjestu i ulozi prvog hrvatskog sustava izmjenične struje u europskom i svjetskom kontekstu. To mjesto i uloga do sada nisu bili znanstveno valorizirani u nas, kao što je uopće u nas malo radova posvećeno povijesti tehnologija, posebno elektroenergetike (Markovčić 1988. i dr., Muljević, 1981, 1994). Ovaj rad u kojem se prvi put pokušava staviti razvoj početaka naše elektroenergetike u svezu sa svjetskim napretkom na tom području, trebao bi potaknuti detaljnija istraživanja povijesnih vrela i stvoriti uvjete za širu prezentaciju (knjiga, muzej) tog segmenta naše povijesti.

HRVATSKI DOPRINOS ELEKTROENERGETICI

Hrvati su se vrlo rano upoznali s uporednim prijevodom na više europskih jezika vlastitih naziva iz najstarijeg područja znanosti o elektricitetu, onog atmosferskog i to u prvom tiskanom rječniku hrvatskog jezika tiskanom prije točno četiri stoljeća u Mlecima (F. Vrančić, 1995, pretisak). Šibenčanin Faust Vrančić (1551-1617.) izuzetna osobnost našeg srednjekovlja, osim leksičkog rada, zadužio je energetiku projektima brojnih mlinova objavljenih u znamenitom tehničkom djelu "Machine nuove" (1615.), kojim se svrstao u red najvažnijih europskih konstruktora i inženjera svog vremena (Dadić, 1994.). Jedna od tih konstrukcija preteča je čuvene Francisove turbine nastale skoro 250 godina nakon izvornika (Muljević, 1981.). Iako je rijetko i kratko boravio u Dalmaciji, nema sumnje da su ga inspirirale njene vodne snage, a posebno vodopadi Krke, rijeke svog rodnog grada Šibenika.

Oko stoljeće i pol iza Vrančićeva djela "Machine nuove", javlja se drugi veliki hrvatski doprinos - znamenito djelo Rudera Boškovića (1711.-1787.) "Theoria philosophiae naturalis" (sl. 1), koje je pripremilo nova velika otkrića u prirodnim znanostima. Boškovićeve teorije dobro se šire u prirodnoznanstvenim krugovima osobito u Velikoj Britaniji, gdje dolaze do izražaja u radovima što

ih objavljuje Humphry Davy i tako posredno dolaze do njegovog slavnog učenika Michaela Faradaya (sl. 2).



Sl. 1 Ruder Bošković
(1711. - 1787.)

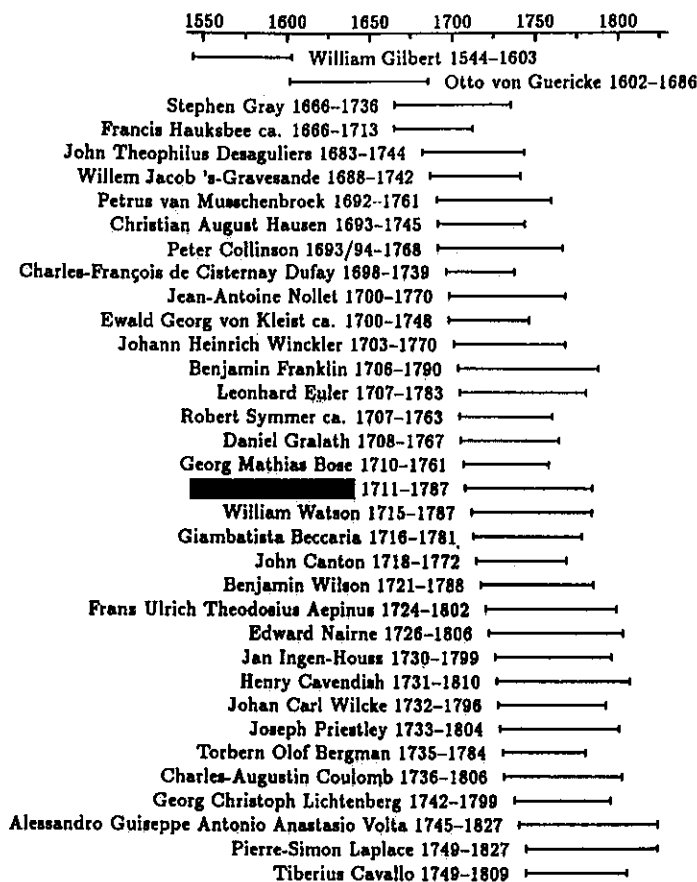


Sl.2 Michael Faraday
(1791. - 1867.)

Trebalo je proći sedamdesetak godina da ideje Boškovića posredno pomognu u otkriću elektromagnetske indukcije, temeljnog zakona elektromagnetizma. Osnovno je u tome bilo da je Faraday postupno razvio Boškovićevo shvaćanje sile u pojam elektromagnetskog polja. Faraday se postupno vinuo do spoznaje da nisu najvažniji električni naboji i magnetski polovi, nego polje između tih naboja i polova (Supek, 1980.). O ulozi Boškovićeve teorije u otkriću zakona elektromagnetske indukcije pisalo se kod nas (Dadić, 1982., 1990.; Supek, 1980., 1989.; Šlaus i Tadić, 1987. itd.), a još više u inozemstvu. Citirat će se samo dva slavna fizičara. Nobelovac Werner Heisenberg kaže: "Pojam sile ... nalazi se već kod Boškovića i oplodio je kasnije temeljne radove, kao npr. Faradayeve" (Dadić, 1990.), dok J.H. Poynting doslovce kaže: "Vjerujem da je Boškovićeva teorija imala najveći utjecaj u usmjeravanju Faradayevog eksperimentalnog rada" (Supek, 1989.). Ta mišljenja podupire slavni Niels Bohr, a i njegovi se atomistički postulati mogu pod određenim uvjetima izvesti iz Boškovićeve teorije. Stoga ne začuđuje da u najnovijim radovima (Gerhard - Mulhaupt, 1991.) objavljenim u najrenomiranijem stručnom časopisu (sl. 3) Bošković biva uvršten među najvažnije doprinositelje ranog razvoja električnih fenomena, s imenima kao što su Gilbert, Franklin, Coulomb, Volta itd.

Nakon fundamentalnog Faradayevog otkrića, trebalo je opet proći jedno vrijeme tzv. inkubacije, koje je ovaj put trajalo približno pola stoljeća do otkrića okretnog magnetskog polja i njegove primjene u višefaznim električnim sustavima. U međuvremenu je otkrićem dinamo-električnog načela (Siemens, 1866.) počela izgradnja prvih istosmjernih generatora - dinamo strojeva, a s izumima T. A. Edisona (žarulja s ugljenom niti i istosmjerni sustav) počela je era tzv. centralnih električnih stanica za napajanje istosmjernom strujom relativno ograničenih područja (do 1 milje učinkovitog dometa). Izum transformatora 1885. godine (Zypernowski, Deri, Blathy) i prvi jednofazni izmjenični generatori, javljaju se kao rješenje za kritični problem prijenosa električne energije na veće daljine. Nastupa faza tzv. "borbe struja" u kojoj zadnji nedostatak izmjeničnog sustava ostaje nepostojanje izmjeničnog motora. Taj problem otklanja otkriće okretnog magnetskog polja i izum kaveznog asinkronog motora, u čemu jedan od najvažnijih doprinosa daje "mladi iseljenik iz Hrvatske" (Ryder, 1983.) Nikola Tesla posebno svojim patentima iz 1888. godine.

Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena

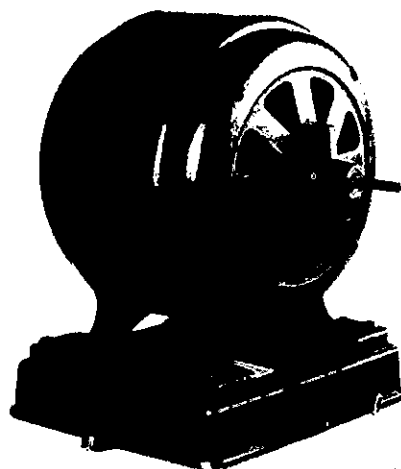


Sl.3 Rani doprinositelji znanosti o elektricitetu (Prema IEEE Transaction on El. In., Vol. 27, 1992.)

Teslin doprinos je izuzetan, ali se često prikazivao isključivim, pa i ponekad instrumentalizirao u političke svrhe. Treba jasno reći da je Tesla uz G. Ferrarisa bio jedan od rijetkih koji je od početka vjerovao u praktično korištenje okretnog magnetskog polja. Ipak, pitanje prioriteta na ovom području i dalje izaziva česte nedoumice zbog općenito preklapajuće i kontinuirane prirode tehničkih otkrića. Stoga se s pravom i danas u raspravama (Hughes, 1993.; Marhenkel, 1991.) spominju imena drugih pionira na ovom području kao što su D. Arago, W. Bailey, C. Bradley, F.A. Haselwander, J. Wenström i drugi. Teslin najveći praktični izum je indukcijski motor (sl.5), čime je riješio najveći nedostatak izmjeničnih sustava. Početak višefaznih sustava, također, je obilježen Teslinim dvofaznim sustavom iz 1888. godine, ali puni razvoj suvremenih trofaznih sustava vezuje se u prvom redu na radove M. Dolivo-Dobrowoljskog, Ch. Browna, O. von Millera i drugih. Iako Teslino ime nikad nije postalo sinonimom suvremenog trofaznog elektroenergetskog sustava, njegove zasluge su vrlo važne u pobjedi izmjeničnih struja. Iako je, kao i brojni drugi znanstvenici, istraživači i izumitelji, svoj talent u potpunosti razvio u boljim materijalnim okolnostima zapadne Europe i Sjedinjenih Američkih Država, Tesla je uvijek visoko cijenio razinu kojom je njegova domovina Hrvatska pratila najnovija dostignuća, pa i na novom području elek-



Sl. 4 Nikola Tesla
(1856. - 1943.)



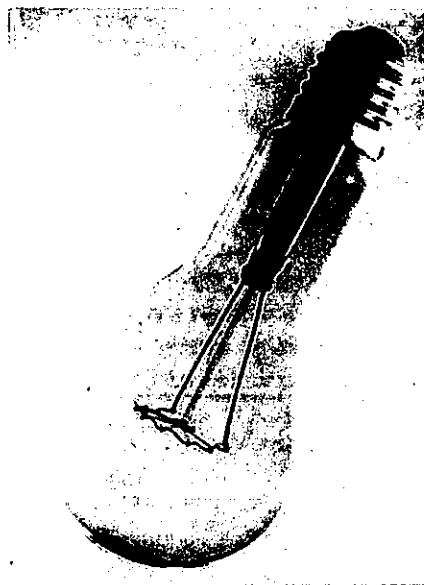
Sl. 5 Teslin dvofazni
indukcijski motor

triciteta. Uvijek je naglašavao zasluge svog gimnazijskog profesora Martina Sekulića, "koji ga je zainteresirao za elektricitet, a bio je genijalan čovjek" (član tadašnje JAZU). Intelektualna atmosfera Hrvatske, njenog školskog sustava, izdavaštva itd. mnogo je doprinjela da se jedan talent poput Tesle pravilno usmjerio da bi u boljim uvjetima svijeta dao svoj veliki doprinos razvoju elektrotehnike.

Petnaest godina iza Teslinih glavnih patenata, još jedan izumitelj iz Hrvatske daje bitan doprinos u korištenju električne energije. Inženjer Franjo Hanaman (1878.-1941.) je zajedno sa suradnikom dr. A. Justom u Beču godine 1903. patentirao proizvodnju žarulje s volframovom niti (Muljević 1981., 1994., Dadić 1982.). Taj patent je označio početak novog razdoblja u rasvjet-



Sl. 6 Franjo Hanaman
(1878. - 1941.)



Sl. 7 Hanamanova žarulja s
volframovom niti

noj tehnici, a žarulja s volframovom niti i danas je najčešći električni izvor svjetlosti. Materijal koji najidealnije odgovara svim zahtjevima koje mora zadovoljiti žarno tijelo, do danas je ostao volfram. Ako se zna koji su sve materijali isprobani do pronalaska prve upotrebljive žarulje (Edison, 1879.), onda je doista značajan doprinos Hanamana, kasnijeg dugogodišnjeg profesora metalurgije na Sveučilištu u Zagrebu. Da ovo nije tek prazna fraza potvrđuju riječi čuvenog slovenskog i svjetskog elektrotehničara profesora dr. Milana Vidmara koji kaže: "Gdje bi bila danas tehnika električnih žarulja bez Hanamana" (Muljević, 1981.). U najnovijem razvoju svjetlosne tehnike (fluorescentne VTF, natrijeve, metalhalogene i dr. žarulje) veliki utjecaj imali su i Teslini radovi na ovom području. Inače, kao i u Teslinom slučaju, i kod Franje Hanamana velik utjecaj u formiranju odigrao je gimnazijski profesor, ovaj put dr. Stanko Plivelić u Zemunu, što potvrđuje visoku razinu hrvatskog školstva toga vremena. Inače dr. Plivelić je 1919. tiskao u tada hrvatskoj Mitrovici djelo "Munjovodni uređaji", u kojem daje prve gromobranske propise, te razrađuje i sada sada aktualni pojam zaštitnog prostora.

Može se zaključiti da su u samim počecima suvremenih sustava za proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije vrlo važne doprinose dala dva izumitelja iz Hrvatske. Nikola Tesla i Franjo Hanaman zaslužni su da snaga i svjetlost, kao dvije najvažnije primjene električne energije, budu uvedene u formi koja traje do danas. Ujedno su njihovi izumi eliminirali iz prakse oba glavna Edisonova izuma u elektroenergetici i to žarulju s ugljenom niti i istosmjerni sustav proizvodnje i razdiobe električne energije. Iako su svoje glavne izume i otkrića napravili u inozemstvu, uloga njihove domovine Hrvatske je neporeciva. U novom tehnološkom sustavu elektroenergetike, značajne doprinose dali su i drugi ljudi rodom ili porijeklom iz naše zemlje, a u novije vrijeme i djelujući u Hrvatskoj. Ovdje će se se izdvojiti samo važno otkriće u naftnom rudarstvu A. Lučića, alias A. Lucas iz 1900., zatim sveučilišne doprinose iz termodinamike profesora dr. Frana Bošnjakovića i iz opće teorije elektroenergetike profesora dr. Hrvoja Požara, izum lak žice u elektrostrojogradnji profesora Antona Dolenca, patent samouzbuđenog kompandiranog sinkronog generatora profesora dr. Božidara Frančića itd. Može se zaključiti da je Hrvatska dala brojne vrlo zaslužne ljude u razvoju elektroenergetike, a kako će se pokazati i u gradnji prvih sustava - naša zemlja zauzima naglašeno mjesto u Europi i svijetu.

PRVI HRVATSKI IZMJENIČNI SUSTAVI

U Hrvatskoj se vrlo rano javljaju prvi izmjenični sustavi i to još u punom jeku tzv. borbi struja i sustava. Prvu jednofaznu elektranu na hrvatskom tlu izgradili su godine 1891. Mađari u riječkoj luci. Iako to nije bio hrvatski projekt, a riječki su se poduzetnici čak opirali njegovoj gradnji, ipak zaslužuje da bude spomenut. Mađari ga i danas spominju među svojim prvim projektima izmjenične struje (Asztalos, 1978., Ujhazy, 1985.). Povijesni značaj prve izmjenične elektrane u riječkoj luci je u činjenici da je to bila prva izmjenična elektrana u tadašnjoj Austrougarskoj Monarhiji, a možda i šire, koja je bila projektirana prvenstveno za potrebe elektromotornog pogona lučkih postrojenja, a tek uzgredno za rasvjetu tog prostora. Naime, do tada su relativno rijetke prve izmjenične elektrane bile građene isključivo za rasvjetu većih gradova (Asztalos, 1978.). Radilo se o približno 60 prvih jednofaznih izmjeničnih elektrana, koje je izgradila diljem Europe i svijeta pionirska tvrtka na tom području Ganz iz Budimpešte. Ganz je izgradio i elektranu u Rijeci s tri jednofazna generatora, svaki snage 80 kW kod napona 2000 V i frekvencije 42 Hz. Tom snagom su bili pokretani 3 sinkrona motora, tipa V, snage 20 KS, generatorskog napona za pokretanje dizala za teret od 65000 kg. Ostatak snage je bio transformiran na 100 V i korišten za rasvjetu lučkog postrojenja, a kasnije se priključuje i rasvjeta stanova u blizini luke (Markovčić, 1984.). Treba zaključiti da ovaj sustav, iako jednofazan i bez klasičnog prijenosa električne energije, predstavlja važan korak u tadašnjoj borbi između istosmjerne i izmjenične struje. Pokazalo se da su jednofazni sinkroni motori sa serijskom uzbudom pogodni za start pod opterećenjem. Nakon riječkog iskustva i nekih drugih početnih elektromotornih pogona (npr. predionica u Intri, Italija), ovi motori su postali vrlo traženi, a istisnuli su ih tek usavršeni asinkro-

ni motori početkom dvadesetog stoljeća. Ovu činjenicu je važno naglasiti, jer se obično misli da prije pojave asinkronih motora nije bilo uopće izmjeničnih motornih pogona. Treba ipak naglasiti da su asinkroni motori usavršene izvedbe (npr. Lamme, 1892.) svojom jednostavnošću i drugim obilježjima donijeli konačnu prevagu izmjeničnih struja nad istosmjernima.

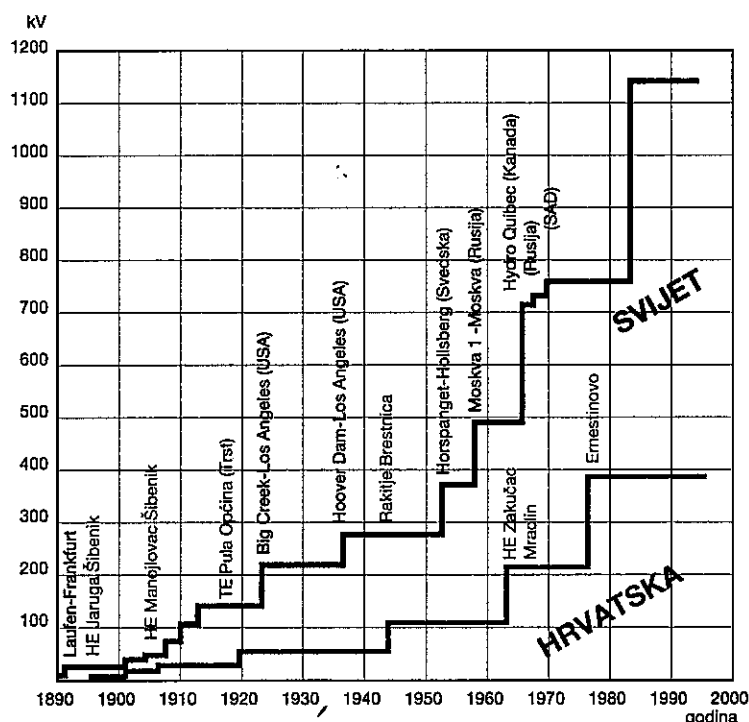
Najznačajniji pionirski projekt uvođenja izmjenične struje javlja se u Hrvatskoj četiri godine iza riječkog projekta i to u gradu Šibeniku, na rijeci Krki. Taj projekt nosi u sebi brojne prioritete, pa ga opravdano smatramo našim kamenom temeljcem (Sekso, 1995.). Prije svega, radi se o prvom hrvatskom kompletnom sustavu, koji je uz proizvodnju i razdiobu električne energije sadržavao bitnu komponentu njenog prijenosa na daljinu. Nadalje, radi se o prvoj hrvatskoj hidroelektrani (najpoznatijoj pod imenom HE Jaruga 1) za proizvodnju izmjenične struje. Razdjelna mreža Šibenika bila je prva izmjenična mreža za napajanje gradske rasvjete, a uskoro i drugih potrošača u čitavom gradu. Dodatno, u ovom slučaju prvi put u Hrvatskoj javljaju se elementi višefaznih sustava i to u dvofaznom generatoru i vodu. Također se u prioritete može ubrojiti prvi tarifni sustav koji je bio ubrzo uveden, pa čak i začetak daljinske komande u telefonskom vodu između elektrane i grada. Još su neki tehnički elementi prvi put upotrebljeni u Hrvatskoj, a to su živini protektori, kao preteče odvodnika prenapona, zatim prvi potporni izolatori na vodu itd. Također se u važan prioritet mora ubrojiti pojava našeg prvog graditelja malog elektroprivrednog sustava u osobi inženjera Vjekoslava Meichsnera. Na kraju, ali ne kao najmanje važno, može se pokazati da su u gradnji hidroelektrane od početka poštivane stroge norme zaštite prirodne sredine.

U ocjeni šireg značaja šibenskog sustava iz 1895. godine, treba imati u vidu da je napredak u ovom području nastajao korak po korak, pa ono što danas izgleda kao beznačajna instalacija u svom vremenskom kontekstu može predstavljati vrlo značajno tehničko dostignuće. Takav je šibenski slučaj, u kojemu je na nacionalnom planu učinjeno odjedanput nekoliko važnih koraka naprijed, a neki koraci su i na međunarodnom planu predstavljali važan napredak. Da bi se ti koraci pravilno vrednovali, potrebno je studirati šire povijesne i tehničke uvjete u kojima je naš prvi sustav izgrađen. Prije svega, sustav se javlja u jeku borbe ili konflikta sustava kada je tehnički već bila očita pobjeda izmjeničnih struja nad istosmjernima, ali su višefazni sustavi tek trebali dokazati svoje prednosti u prijenosu električne energije.

Ekonomičan prijenos električne energije na daljinu, omogućen je kao velika novost izumom transformatora (1885.), te gradnjom prvih jednofaznih izmjeničnih generatora. Transformator je uveo mogućnost postizanja potrebnih visokih napona, kako bi se energija mogla ekonomično prenositi na velike daljine. Međutim, početni naponi za prijenos električne energije na veće udaljenosti su za današnje pojmove bili vrlo niski, a za prve prijenose često su se koristili generatorski naponi, bez međutransformacije. Pregled razvoja prijenosnih napona u svijetu i u Hrvatskoj prikazan je na sl. 8. U samim počecima prijenosa električne energije u zadnjem desetljeću prošlog stoljeća, prijenosni naponi su bili veličine nekoliko kilovolti i tu se dobro uklapa prvi prijenos od 3 kV s Krke u Šibenik iz 1895. godine. U kasnijem tijeku razvoja prijenosnih napona, dolazi do kašnjenja uvođenja pojedinih razina napona u Hrvatskoj u odnosu na svijet, a sadašnja razina od 400 kV će vjerovatno ostati dulje vremena gornja granica u Hrvatskoj.

Kako se vidi iz dijagrama na sl. 8, porast prijenosnih napona bio je dosta brz od samog početka prvih jednofaznih prijenosa 1890. godine. Već iduće 1891. godine obavljen je na Međunarodnoj elektrotehničkoj izložbi u Frankfurtu n/M prvi uspješni trofazni prijenos na veliku daljinu (175 km) i s vrlo visokim stupnjem djelovanja (većim od 75 posto). Prijenosni napon je u raznim pokusima variran, pa je pokazano da se povišenjem napona smanjuju gubici prijenosa.

Spominju se različiti naponi pod kojima je najčešće bio korišten prijenos i to od 8,5 kV (Bohn, 1992.) do između 13 kV i 14,7 kV (Lauer, 1991.), a u pokusima se išlo i do 30 kV. Usprkos polučenom uspjehu izložbe i tome da je trofazni prijenos snage u nekim stručnim raspravama označen glavnim znanstvenim događajem stoljeća, bilo je još mnogo skepticizma o ulozi trofaznih sustava. Najbolji je dokaz tomu sam grad Frankfurt koji je organizirao izložbu zato da se vidi koji je sustav (istosmjerni, jednofazni ili višefazni izmjenični) najpovoljniji, a u kojem je nakon izložbe uvedena jednofazna struja. U desetljeću nakon frankfurtske izložbe čak je u 16 njemačkih gradova izgrađeno dvadesetak istosmjernih elektrana (primjerice samo u Hamburgu četiri). To



Sl. 8 Razvoj izmjeničnih prijenosnih napona u svijetu i Hrvatskoj

pokazuje ne samo otpornost starih tehnologija nego i teškoće da u praksi oživi koncept Oskara von Millera o tome da "struja iz jedne centrale može napajati ne samo jedan čitav grad nego i čitave provincije s najmanjim mjestima, pa i čitave zemlje". Organizator frankfurtske izložbe Miller je time postao prvi zastupnik gradnje regionalnih, pa i nacionalnih mreža i to na temelju višefaznih sustava. Miller je kasnije postao prvi graditelj takvih mreža, pa ga povijest moderne tehnologije (Hughes, 1986., 1993.) naziva prvim "graditeljem sustava". Iako Miller nije imao odmah uspjeha u vlastitoj zemlji, zanimljivo je da je upravo u Hrvatskoj našao pobornika i to baš u Šibeniku.

Nakon demonstracije na izložbi u Frankfurtu godine 1892. manji dio voda ostao je pod naponom 5 kV i napajao iz elektrane Lauffen grad Heilbronn, što se smatra prvim komercijalnim trofaznim prijenosom u Europi. Do 1895. godine, u Njemačkoj su bile izgrađene samo po dvije termoelektrane i dvije hidroelektrane s generatorima za okretno polje (Bohn, 1992.), vjerojatno trofaznima. Nije poznato jesu li bile građene za javnu elektroprivredu i s vodom za prijenos energije. U Sjedinjenim Američkim Državama prvi višefazni sustavi dolaze na vidjelo u razdoblju od 1892.-1893., ali se pretežito radilo o nekoliko dvofaznih manjih generatora, koje je uvela tvrtka Westinghouse prema Teslinim patentima. Računalo se da će dvofazni motori biti lakše upotrebljivi i u tada doista brojnim jednofaznim mrežama. Uopće je u Americi u tim godinama vladala tendencija da se stvori tzv. univerzalni sustav, koji bi olakšao probleme tada već nužne tranzicije sustava. Takav sustav je trebao obuhvatiti generatore i opterećenja različitih obilježja, te biti sposoban istodobno napajati lučnice, žarulje, istosmjerne motore, jednofazne i višefazne motore, elektrokemijske uređaje itd. Stoga se očekivalo da od višefaznih sustava prednost imaju dvofazni sustavi. To je došlo do izražaja na izložbi u Chicagu godine 1893., a osobito u gradnji prve velike izmjenične elektrane na vodopadu Nijagare i to u početku s tri, u ono vrijeme, velika dvofazna generatora snaga po 3700 kW. HE Niagara Falls je puštena u pogon u kolovozu godine 1895., ali bez prijenosnog voda napajajući samo obližnje kemijske tvornice.

U ovakvim okolnostima nastao je u Hrvatskoj prvi potpuni izmjenični sustav na temelju proizvodnje u višefaznom generatoru. Dvofazni generator snage 320 kVA, napona 3 kV i frekvencije 42 Hz izrađen je u tvornici Ganz u Budimpešti. Ista tvrtka je isporučila i svu ostalu elektrotehničku opremu, uključivo onu za prijenosni vod i gradsku razdjelnu mrežu. Elektrana Jaruga 1 je

izgrađena na slapovima rijeke Krke i puštena je u redovni rad zajedno s čitavim sustavom prijenosa i razdiobe električne energije u Šibeniku dana 28. kolovoza 1895. Iako je, dakle, opremu isporučila tada najpoznatija svjetska tvrtka Ganz, ipak je udjel hrvatskih ljudi u gradnji tog prvog sustava značajan. Osnovnu ulogu u tome odigrao je inženjer Vjekoslav Meichsner (sl.9), koji je kao jedan od prvih na kontinentu, pa i u svijetu prihvatio i primijenio postulate Oskara von Millera s izložbe u Frankfurtu. Dobro poznavajući vodne snage rijeke Krke, Meichsner je odmah nakon Frankfurta uočio realnu mogućnost da se te snage ekonomično prenesu na velike udaljenosti sustavom izmjeničnih i posebno višefaznih struja. On je sigurno dobro proučio dostupne tehničke napise i materijale o prvom trofaznom prijenosu, jer je već iduće godine nudio prijenos električne energije ne samo u Šibenik, već i u udaljene gradove Zadar, Split i druge. Samo Šibenik je pokazao puno razumijevanje za uvođenje takve nove tehnologije u naše krajeve, a ostali su gradovi poput Zadra odbili tu ponudu pod različitim izlikama (Travirka, 1994.), pa i uz omalovažavanja i političke diskvalifikacije (Zubović, 1995.). U Šibeniku je u to vrijeme djelovala prva hrvatska uprava pod vodstvom gradonačelnika Ante Šupuka (sl.10), koji je zajedno sa sinom Markom (donio obavijesti iz Frankfurta) dao snažnu podršku takvom projektu. Vladavina Hrvatske narodne stranke karakterizirana je unapređenjem i uzdizanjem Šibenika i okolice (Grubišić, 1974.), pa je samo takva atmosfera pogodovala stvaranju podrške jednom domaćem graditelju.



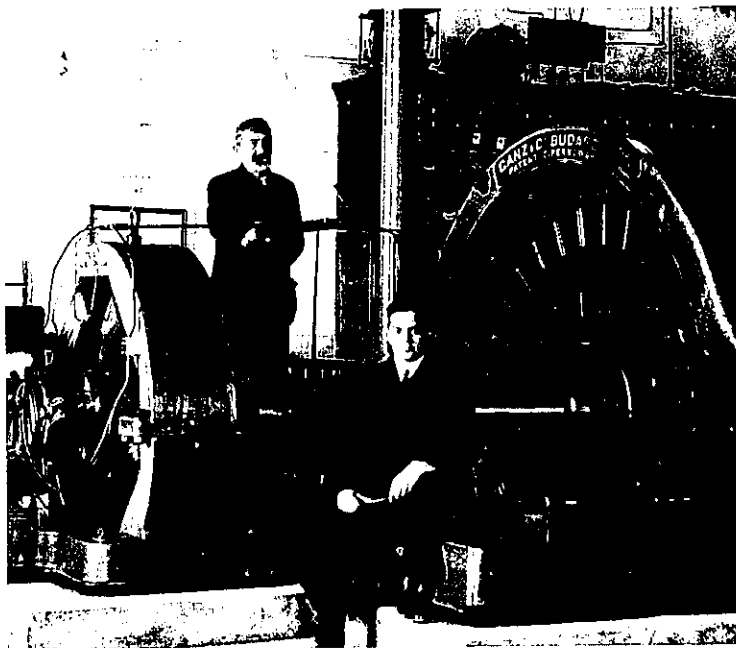
Sl. 9 Ing. Vjekoslav Meichsner
graditelj prvog sustava
(1847. - 1907.)



Sl. 10 Ante Šupuk
načelnik Šibenika
(1838. - 1904.)

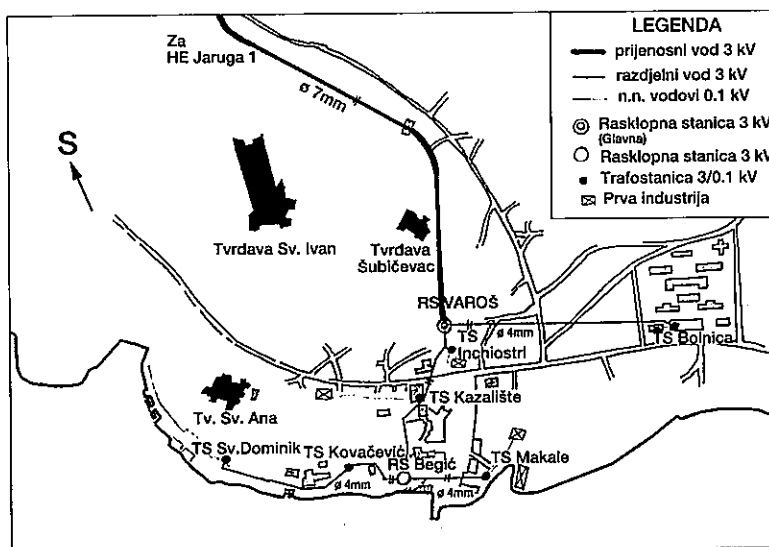
Inženjer Meichsner je bio, ne samo projektant hidrotehničkog zahvata i svih građevinskih konstrukcija, već je odabrao trasu i projektirao naš prvi dalekovod i prvu gradsku razdjelnu mrežu izmjenične struje. U samom odabiru sustava sigurno se oslonio na tehničku literaturu, a sigurno je utjecaj imao Teslin posjet domovini 1892. godine i njegov prijedlog gradu Zagrebu da izgradi izmjenični i višefazni sustav električnog napajanja, o čemu je opširno pisao tisak (Muljević, 1981.). Samo na taj način se može objasniti da se Meichsner bez oklijevanja odmah obratio tada najjačoj tvrtki za izmjenične strojeve - Ganz u Budimpešti. U to vrijeme, Ganz prelazi od jedno-faznih alternatora na tzv. tranzicijske tipove strojeva, koji su imali nekoliko podtipova. Prema raspoloživim izvorima za ugradnju u HE Jaruga 1 je ponuden dvofazni alternator s električnim pomakom faza od 90° i vjerojatne oznake tipa CD (Asztalos, 1978.) što je Meichsner prihvatio (sl.11). Ako se uzmu u obzir rezerve koje su, prema uvođenju izmjenične struje a osobito višefazne, pokazivali ne samo naši gradovi (Zadar, Zagreb itd.) već i mnogi europski - onda je doista začudujuća sigurnost i brzina kojom je ing. Meichsner donio odluku. Pritom je imao

bezrezervnu podršku oca i sina Šupuka i potrebnog broja vijećnika i to radi brojnih uspješno izvedenih tehničkih projekata u gradu. Stoga je već krajem 1892. godine, Ing. Meichsner pripremio sve nacрте i dokumentaciju za gradnju prve hidroelektrane, prijenosnog voda i razdjelne mreže u Šibeniku (sl.12). Kada je krajem 1893. dobiveno odobrenje za gradnju ("Razsuda"), sve je bilo spremno da se u nepunih 18 mjeseci izgradi sustav.



Sl. 11 Prvi dvofazni generator u HE Jaruga 1

Bio je to u našim okolnostima pravi pothvat, a i u svjetskim razmjerima vrijedan doprinos razvoju izmjeničnih sustava, pa Ing. Meichsner zaslužuje naziv prvog hrvatskog graditelja sustava, slično kao i von Miller u Njemačkoj, Mercier u Francuskoj, Merz u Velikoj Britaniji (Hughes, 1986.) ili Pichler u Austriji (Schneider, 1959.) ili Mengarini u Italiji (Banti, 1893.) kao i mnogi drugi. Meichsner, za razliku od većine nabrojenih, nije dočekaо formiranje regionalnih elektroprivrednih sustava, ali je imao jasnu viziju za takav sustav u Dalmaciji, što je ostalo neostvareno više od pola stoljeća.



Sl. 12 Prva gradska razdjelna izmjenična mreža u Šibeniku 1895. g.

UPOREDBA SA SUSTAVIMA EUROPE I SVIJETA

Kako bi se točnije odredilo povijesno mjesto HE Jaruga 1 i pripadnog sustava u europskom i svjetskom kontekstu, pristupilo se izradi popisa (tablica 1) s podacima prvih višefaznih sustava u više zemalja Europe i svijeta. U popisu su uključeni svi početni sustavi koji imaju barem osnovnu višefaznu komponentu u proizvodnji električne energije u dvofaznom ili trofaznom generatoru. To se naglašava stoga, što je u većini takvih početnih sustava razdioba električne energije izvedena jednofazno (npr. Šibenik, Weiz i dr.), a ima primjera da je razdjela mreža bila čak istosmjerna nakon pretvorbe rotacijskim pretvaračem (London). Nije teško dokučiti razloge zbog kojih većina početnih sustava nije imala sve višefazne komponente. U godinama tih prvih sustava nije bila raširena upotreba višefaznih motora ili drugih trošila, a u nekim slučajevima su čak preko pretvarača napajane stare istosmjerne gradske mreže. Prvi podaci tvrtke Ganz o proizvodnji eksperimentalnih trofaznih motora datiraju iz prosinca godine 1894. (Asztalos, 1987.), a prva pojava na tržištu takvih motora tvrtke Wesinghouse bilježi se godine 1895., a tvrtke Ganz godine 1896. (ibid.).

Inače je popis u tablici 1 ograničen brojem izvora i trajanjem istraživanja, pa ne pledira da bude posljednja riječ. Čak i dostupna, inače brojna, literatura iz ovog područja o mnogim podacima dvoji. Stoga su jedino mjerodavna izvorna povijesna vrela, a do njih nije uvijek lako doći. Stoga se trebalo pouzdati za ovu prigodu novijim knjigama ili monografijama i sličnim izvorima. Na takav način obrađeno je petnaestak zemalja i to većinom susjednih ili okolnih, te nekoliko prekomorskih. Iako broj obuhvaćenih zemalja nije velik, u njemu su sadržane skoro sve zemlje u kojima je počeo razvojni put višefaznih sustava. Uz poneku iznimku, za koju nije bilo raspoloživih podataka (Japan, Rusija i sl.), može se s velikom sigurnošću tvrditi da tablica 1 daje sve bitne početne višefazne sustave u pojedinim zemljama. To uvjerenje se temelji na podacima najvećih tadašnjih proizvođača izmjenične opreme, od kojih je primjerice Ganz imao patentna prava (Ujhazy, 1985.) i monopol u većem dijelu svijeta. Kako je u danom uzorku obuhvaćena većina najrazvijenijih zemalja, a koje su do tog stupnja razvoja došle baš ranom i jakom elektrifikacijom, na temelju usporedbi s njima mogu se donositi neki općenitiji zaključci o mjestu našeg sustava u povijesnom razvoju. Potrebno je naglasiti da u tablici 1 svaku zemlju zastupa samo jedan ili dva najranija višefazna sustava. Neke veće zemlje uskoro su imale više takvih višefaznih sustava, ovisno o svojim potrebama i mogućnostima. Međutim, ovakvim izborom samo po jednog projekta, željelo se lakše utvrditi mjesto i položaj svake današnje države u povijesnom toku usvajanja nove tehnologije električnih sustava.

Iz tablice 1 vidljivo je da je skoro polovica početnih projekata bila temeljena na dvofaznim sustavima. Tome ima više razloga, iako je trofazni prijenos na izložbi u Frankfurtu pokazao prednosti (visoki stupanj djelovanja, mali gubici prijenosa itd). Neke razloge za uvođenje dvofaznog sustava naveo je graditelj hidroelektrane na Nijagari prof. Forbes. On je tvrdio da trofazni sustav pravi poteškoće u pogonu, a da je teško naći i otkloniti kvarove, te da naponi postaju vrlo nejednaki ako su faze različito opterećene (Markovčić, 1991.). Da bi se izbjegle takve teškoće, neke tvornice (Ganz, Oerlikon) kod prvih dvofaznih sustava predlažu jedan vod, odnosno fazu za rasvjetu, a drugi za motore. Kod gradnje prvog austrijskog višefaznog sustava odabran je dvofazni generator, zbog straha od struja izjednačenja (Schneider, 1959). Kako je već rečeno, u Americi su mislili da će dvofazni sustav biti lakše prilagodljiv postojećim jednofaznim mrežama i trošilima. Iz svega se može zaključiti da je krajem prošlog stoljeća uvođenje višefazne tehnike proizvodnje i prijenosa električne energije bio intelektualni izazov i predmet stručnih rasprava. Razvoj višefaznih motora doveo je do toga da je, uz rasvjetu, mogla biti u potpunosti uvedena električna snaga u gradovima koji su bili napajani iz elektrana višefazne struje. Stoga se opravdano smatralo da su gradovi napajani iz istosmjernih ili jednofaznih izmjeničnih mreža (npr. London, Rim) bili možda dobro osvijetljeni, ali nisu bili u glavnom tijeku industrijske primjene električne energije (Hughes, 1993.). U nekim gradovima koji u to vrijeme grade elektrane jednofazne struje (npr. Rim) naknadno se traži opravdanje u tome da je izgradnja bila ugovorena neposredno prije otkrića višefazne struje. Iz svega se razabire da je uskoro postao jasan izvanredan značaj izbora sustava prijenosa i distribucije električne energije.

Zbog svega opisanog, može se tvrditi da su i početni dvofazni sustavi ili samo generatori odigrali određenu povijesnu ulogu u usvajanju optimalnog trofaznog sustava proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije. U tome je određenu ulogu odigrala i naša prva hidroelektrana Jaruga 1 u kojoj je prema, do sada provedenim istraživanjima, ugrađen prvi dvofazni generator proizvođača Ganz iz Budimpešte. Time je ona postala jedna od prvih takvih elektrana u svijetu. Do sada prikupljeni podaci pokazuju da je Hrvatska bila peta zemlja u kojoj je uveden kompletni sustav temeljen dijelom na višefaznom sustavu. Ako se uzme u obzir da u austrijskom slučaju nije bilo značajnijeg prijenosa energije na daljinu, te da se u slučajevima Švicarske i Švedske radi o napajanju industrijskih potrošača, onda bi se moglo zaključiti da je Hrvatska 1895. godine bila treća zemlja koja je imala začetak višefaznog sustava i sve tri komponente javne elektroprivrede. Pri tome uzimamo u obzir da u to vrijeme sustav na Nijagari nije još imao prijenos električne energije, iako je elektrana bila daleko veća i tehnički značajnija. Možda ovakvi zaključci mogu izgledati pretjeranima, ali ako se pogledaju povijesni prikazi raznih zemalja, onda se vidi kakvi se manje važni detalji spominju radi naglašavanja vlastitog prioriteta ili zasluge u razvoju elektroenergetskog sustava.

Svakako je nužno daljnje istraživanje početaka javnih elektroprivrednih poduzeća osnovanih na višefaznim sustavima u čitavom svijetu pri čemu je moguća dopuna podataka iz tablice 1. U svakom slučaju prvi hrvatski sustav zauzima istaknuto mjesto među europskim i svjetskim projektima svog vremena.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U svjetskoj literaturi nije do sada bio zabilježen slučaj našeg prvog sustava i hidroelektrane Jaruga 1, ako se zanemari kraće spominjanje u publikacijama ili pismohrani proizvođača opreme Ganz iz Budimpešte. Međutim, značaj HE Jaruga 1 i pripadnog sustava je neprijeporan ako se zna da je najpoznatijem i najvećem proizvođaču opreme za izmjenične sustave to bio eksperimentalni projekt. Razlog anonimnosti našeg prvog sustava treba tražiti u tome da su sve povijesti elektroenergetike pisane za potrebe nacionalnih elektroprivrednih poduzeća ili velikih proizvođača, pa ne postoji do sada jedan sintetski povijesni rad koji bi tu materiju obradio s šireg aspekta. Stoga, jedino preostaje da se značaj našeg prvog sustava naglasi u našim radovima, čemu je i ovo skroman doprinos. Stotu obljetnicu treba iskoristiti da se ukaže na visoku razinu tehničke kulture u Hrvatskoj, koja je omogućila vrlo rano izgradnju HE Jaruga 1, prijenosnog voda i razdjelne mreže grada Šibenika. Shodno tom cilju, mogu se u nekoliko točaka uobličiti glavni zaključci i preporuke u svezi s predmetnom temom.

1. Prvi hrvatski elektroprivredni sustav izgrađen na rijeci Krki i u gradu Šibeniku ima svoje naglašeno mjesto među svjetskim projektima toga vremena.
2. Svojom pojavom i kvalitetnim djelovanjem u tijeku skoro dvadeset godina, šibenski sustav je bio putokaz za nove objekte u zemlji i posredno u svijetu.
3. Iskustva iz takvog projekta trebala bi biti uzorom i danas kod odabira najnovijih tehnologija za proizvodnju električne energije i njihovog transfera u našu zemlju.
4. Povijesne činjenice i mjesto prvog ovakvog sustava na tlu jugoistočne Europe treba sačuvati od zaborava kroz izdavanje posvećene publikacije i osnivanje spomen obilježja (muzeja).
5. O našem prvom sustavu treba izvijestiti u svijetu (časopisi, simpoziji) u godinama obilježavanja stotih obljetnica, a u okviru toga valja naglašavati ulogu brojnih zaslužnih ljudi iz Hrvatske.

POPIS CITIRANE LITERATURE

ČASOPISI

- R. Gerhard-Multhaupt: Biographies of Contributors to the Early Investigation of Electrical Phenomena, IEEE Transactions on Electrical Insulation Vol.26 No. 1 (1991), 85 - 130
- E. Laurel: Die erste Drehstrom(bertragung, ETZ, Heft 16 (1991), 828 - 836.
- H. Marhenkel: Drehstromtechnik im Wandel, Ibid., 848 - 854.
- B. Markovčić: Naše prve javne elektrane, Energija 4 (1988.), 375-377
- B. Markovčić: 100 godina trofaznog visokonaponskog prijenosa, Energija, 3 (1991.), 169 - 173.
- V. Muljević: Bilješke o razvoju elektrotehnike u Hrvatskoj, Elektrotehnika 4 (1981.), 241 - 258.
- A. Sekso: Stota obljetnica začetka elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj, Energija 2 (1995.), 51 - 61.
- G. Ujhazy: The transformer is 100 years old - A study of its history, Ganz Electric Review, 22 (1985.), 3 - 46.

KNJIGE

- F. Achleitner et al.: Lichtjahre - 100 Jahre Strom in Österreich, Kremayr & Scheriau, Wien (1986)
- L. Babonneau : Energie électrique en France, E. Privat & CIE, Gauthier-Villars, Toulouse, Paris, (1949)
- A. Banti: Il trasporto di energia elettrica da Tivoli a Roma, Ed. Tipografia Elzeviriana, Roma (1893)
- T. Bohn et al.: Die Geschichte der Stromversorgung, VWEV-Verlag, Frankfurt am Main (1992)
- Ž. Dadić: Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata, 1. knjiga, SNL, Zagreb (1982.)
- Ž. Dadić: Ruder Bošković, Školska knjiga, Zagreb (1990.)
- Ž. Dadić: Hrvati i egzaktna znanost u osvit novovjekovlja, Naprijed, Zagreb (1994.)
- S. Grubišić: Šibenik kroz stoljeća, Muzej grada Šibenika, Šibenik (1974.)
- T. P. Hughes: Networks of Power, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London (1993)
- A. Kadar et al.: 100 éves az Elektromos Művek, Budapesti Elektromos Művek, Budapest (1993)
- D. Kagan et al.: The Western Heritage, Macmillan Publishing Company, New York (1987)
- B. Markovčić et al.: Razvoj elektrifikacije Hrvatske - 1. dio: Od početaka elektrifikacije do 1945. g., Institut za elektroprivredu, Zagreb (1984.)
- H. Požar: Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima - 1. svezak, Informator, Zagreb (1983)
- J. D. Ryder, D. G. Fink: Engineers & Electrons - A Century of Electrical Progress, IEEE Press, New York (1983)
- G. Schneider: Geschichte der ELIN-Weiz und ihres Gründers Ing. Franz Pichler, G. S. Selbstverlag und ELIN, Wien (1959)
- I. Supek: Povijest fizike, Školska knjiga, Zagreb (1980.)
- I. Supek: Ruder Bošković - Vizionar u prijelomima filozofije, znanosti i društva, JAZU, Zagreb (1989.)
- A. Travirka: Povijest javne rasvjete i elektrifikacije grada Zadra, Izd. HEP DP Elektra, Zadar (1994.)

TEMATSKI ZBORNICI

- Asztalos: Role of the GANZ factory in popularizing the use of alternating current. U ediciji "Product development of the Century - Old GANZ Electric Work", GANZ Ed., Budapest (1978), 5 - 52.
- V. Muljević: Razvitak elektrotehnike u Hrvatskoj. U Zborniku radova Znanstvenog skupa "Razvitak i dostignuća tehničkih područja u Hrvatskoj", Sveučilište u Zagrebu, Zagreb (1994.), 123 - 146.
- I. Šlaus: Sile u modernoj fizici i u Boškovićevoj "Teoriji". U radovima simpozija "Filozofija znanosti Rudera Boškovića", Izdanje Filozofsko-teološkog instituta Družbe Isusove, Zagreb (1987.) 89 - 102.
- D. Tadić: Građa tvari i Boškovićeve ideje, Ibid. 103 - 128.

KONFERENCIJSKI ČLANCI

- P. Hertner: Initial period of public utility electric power supply of some capitals of Europe and the economic environment thereof, Proceedings of the Centenary Conference, Electric Works of Budapest, Budapest (1993)
- T. P. Hughes: System Builders - Technology's Master Craftsmen, Opening lecture, Proceedings of 31st CIGRE Session, Paris (1986), 21 - 30.

NEOBJAVLJENI IZVJEŠTAJI

- G. Zubović: Izgradnja prvog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj - Elektrifikacija Šibenika, Rukopis, Šibenik (1995.)
- L. Szöllösy, P. Asztalos: Popis postrojenja koje je izvela tvrtka Ganz - Budimpešta u periodu od 1879. do 1930. g., Rukopis na mađarskom, Budimpešta (1995.)

Povijesni pregled pionirskih elektroprivrednih pothvata u Hrvatskoj

Historical Survey of Pioneering Endeavors Related to Electric Power Supply in Croatia

Marijan Kalea, dipl.ing.¹, Boris Markovčić, dipl.ing.²,
Ivan Deranja, ing.³, Zdravko Plander, dipl.ing.⁴,
Karlo Ožegović, dipl.ing.⁵

1 Hrvatska elektroprivreda, Osijek

2 Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

3 Hrvatska elektroprivreda, Pula

4 Hrvatska elektroprivreda, Rijeka

5 Hrvatska elektroprivreda, Split

SAŽETAK

Prikazani su podaci o pothvatima koji su doveli do prvotne elektrifikacije većih mjesta na području današnje Hrvatske, a ostvarili su se javnim ili mješovitim korištenjem elektrana ili mreže. Prikaz početaka elektrifikacije iznesen je po regijama Hrvatske, koje imaju svojstvena povijesna, prirodna i gospodarska obilježja, te se i elektrifikacija odvijala u različitim uvjetima i prema različitim mogućnostima: Slavonija i Baranja; središnja Hrvatska; Istra; Hrvatsko primorje, Gorski kotar i Lika; Dalmacija. Na tim područjima došlo je i do prvotnog povezivanja u lokalne i regionalne mreže. Premda su se početni pothvati dogodili početkom devedesetih godina prošlog stoljeća, ipak je skoro u polovini promatranih mjesta elektrifikacija otpočela u razdoblju između 1923. i 1932. godine. Zajednički rad u zemaljskom elektroenergetskom sustavu ostvaren je krajem pedesetih godina, ali bez povezanosti svih područja mrežom na državnom teritoriju, koja je ostvarena krajem sedamdesetih godina.

ABSTRACT

This paper presents data on endeavors which led to early electrification of larger settlements on the territory of present Croatia, and have been brought to life by public or mixed utilization of power plants or network. The illustration of early electrification is given per particular regions of Croatia, which have characteristic historical, natural and economic properties so that the electrification advanced under different conditions and according to different possibilities: Slavonija and Baranja; central Croatia; Istria; Hrvatsko Primorje; Gorski Kotar and Lika; Dalmatia. First integration into local and regional network occurred in these regions. Although first undertakings took place at the beginning of the twenties in the past century, almost half of the above regions start the electrification in the period between 1923 and 1932. Joint work in national electric power system has been accomplished at the end of the fifties, but all regions haven't been connected by national network till the end of the seventies.

1. PREDMET I PODRUČJE PROMATRANJA

Ovaj rad temelji se prvenstveno na nalazima objavljenim u [1] i [2], dopunjenim istraživanjima i spoznajama autora, temeljenim na priloženoj bibliografiji. Nastojalo se izdvojiti one pothvate koji su se ostvarili organiziranjem javnog ili mješovitog korištenja postrojenja za proizvodnju električne energije, dakle kojima je proizvodnja ili dobava i prodaja električne energije potrošačima bila jedinom ili bitnom sastavnicom poslovanja. Izostavljeni su (često raniji) primjeri isključivo industrijskog (mlinovi, pilane, željeznica, druge gospodarske djelatnosti) ili privatnog korištenja električne energije (hoteli, kazališta, druge ustanove i posjedi).

Razmatranje početaka samo javne/mješovite elektrifikacije uvjetovano je povodom ovog rada - stotom obljetnicom Hrvatske elektroprivrede, čija je djelatnost javna opskrba električnom energijom.

Vremenski okvir ovom radu skoro je jednak onom u kojem se i u svijetu odvijao razvoj javne elektrifikacije (od 1882. godine, prve javne elektrane istosmjerne struje - London, Tampere, New York i prvi prijenos istosmjernom strujom - Miesbach-München; od 1891. godine, prvi prijenos trofaznom izmjeničnom strujom - Lauffen-Frankfurt), jer se nedugo potom i u nas javljaju prvi pothvati.

Promatra se teritorij sadašnje Republike Hrvatske, koji ima površinu od 56538 km², a broj stanovnika u promatranom razdoblju kretao se, prema [12]: 2,85 milijuna (1890), 3,78 milijuna (1948) i 4,78 milijuna (1991). U glavnom gradu Zagrebu živi danas približno 900 tisuća stanovnika.

U radu su izneseni dostupni podaci o početnim elektrifikacijskim pothvatima u većim mjestima Hrvatske. Obuhvaćena su ona mjesta koja su prema Zakonu o županijama, gradovima i općinama iz 1992. godine bila općinska središta i, dakako, za koje se raspolagalo s podacima o počecima javne elektrifikacije, uz dopune nekim manjim mjestima čija je elektrifikacija započela najranije u nas (Vodnjan, Đurđenovac, Bakar) i mjestima na većim otocima. Time je promatran skup od 93 mjesta, za 8% manji od broja općinskih središta u 1992. godini (101 općina).

Izbor općinskih središta za jedinice promatranja učinjen je radi ujednačenog teritorijalnog zahvata i stoga što je u tim središtima živio, ili prema njima bio okrenut pretežiti dio stanovništva Hrvatske. Time je takav izbor reprezentativan za sagledavanje civilizacijskog napretka Hrvatske u cijelosti, u mjeri u kojoj je taj napredak uvjetovan - a neprijeporno jest - i korištenjem električne energije.

Rad je napisalo više autora, nastojeći da u svojim priložima iznesu pregled početnih elektroprivrednih pothvata na pojedinom području, te da donekle opširnije obrade neke karakteristične primjere. Elektrifikaciju Slavonije i Baranje obradio je M.Kalea, opisujući opširnije primjer elektrifikacije grada Osijeka. Okolnosti u središnjoj Hrvatskoj prikazao je B.Markovčić, opširnije opisujući prvotno povezivanje Zagreb-Karlovac, i djelovanje Banovinskog električnog poduzeća, kao začetaka stvaranja elektroenergetskog sustava u nas. Elektrifikaciju Istre obradio je I.Deranja, izdvajajući opširniji opis elektrifikacije grada Pule i nastajanje elektroenergetskog sustava u sklopu elektroenergetskog sustava sjeverne Italije između dva rata. Hrvatsko primorje, Gorski kotar i Liku obradio je Z.Plander, opširnije prikazujući pionirska nastojanja u korištenju vodnih snaga. Područje Dalmacije prikazao je K.Ožegović, izdvajajući također početna korištenja vodnih snaga i polaganja podmorskih srednjo- i visokonaponskih kabela do otoka. Konačno, početne korake u karakterističnim stepenicama razvoja zemaljskog elektroenergetskog sustava obradio je B.Markovčić, a zaključak čitavom radu dao je M.Kalea.

Svaki regionalni prikaz sadrži tablični pregled početaka javne elektrifikacije većih mjesta na tom području s osnovnim podacima o: vrsti elektrifikacije (javna/mješovita), početnoj godini elektrifikacije, te - ako se radi o elektrani - vrsti pogonskog stroja, snazi i vrsti struje generatora (istosmjerna, jednofazna, trofazna). Podaci se tu odnose na stanje u početku elektrifikacije. Također, svaki regionalni prikaz sadrži kartu na kojoj je prikazan regionalni elektroenergetski sustav u vrijeme prije uključivanja u zemaljski sustav. Uz zaključak rada, prikazana je karta Hrvatske u kojoj su označene granice između pojedinih područja, onako kako ta područja promatra ovaj rad.

U nastavku daje se tumač primijenjenih kratica u tekstu. Popis bibliografije iznesen je na kraju rada.

Kratice korištene u tekstu:

TE termoelektrana

HE hidroelektrana

DE dizelska elektrana

DV dalekovod

TS transformatorska stanica

EES elektroenergetski sustav

EVP elektrovučna podstanica, za željezničku vuču

GEC Grad ska električna centrala Zagreb

BEP Banovinsko električno poduzeće

DEP Državno električno poduzeće

UEC Udružene električne centrale

ELPOH Električno poduzeće Hrvatske

SEI Societa Elettrica Istriana

SELVEG Societa Elettrica Venezia e Giulia

Znakovi pri popunjavanju tablica:

... činjenica nepoznata

- činjenica ne postoji

() iskaz nesiguran

2. POČECI JAVNE ELEKTRIFIKACIJE U SLAVONIJI I BARANJI

2.1. UVOD

Područje istočne Hrvatske, Slavonija i Baranja, omeđeno rijekama Dravom, Dunavom i Savom, prostor je koji čini oko petinu državnog teritorija, sudjeluje trećinom u obradivim poljoprivrednim površinama i skoro trećinom u drvnoj masi Hrvatske, prema suvremenim pokazateljima [4]. Pretežito je to ravničarsko područje; brdoviti dijelovi su na zapadu i istočnom rubu. Takvim prirodnim osobitostima i rubnom položaju u Austro-Ugarskoj Monarhiji primjereno, razvijalo se gospodarstvo 19. stoljeća i odvijao proces početne faze industrijalizacije - okrenut ponajprije prido-
bivanju i preradi drveta i proizvodnji brašna, oslonjen na angažman domaćih veleposjednika-poduzetnika i, na donekle suzdržljiv, austrijsko-mađarski kapital.

Godine 1893. u slavonskoj se poljoprivredi upotrebljava 284 lokomobila i dva stabilna parna stroja, sveukupne snage 1500KS. U industriji bilo je 77 lokomobila i 137 stabilnih parnih strojeva, ukupne snage 7300KS; u tom broju 60 lokomobila i 52 parostroja je u parnim mlinovima, a 8 lokomobila i 18 parostrojeva je u parnim pilanama [5].

2.2. JAVNA ELEKTRIFIKACIJA POJEDINIH MJESTA SLAVONIJE I BARANJE

Godine 1880. u županjskoj tvornici tanina i bačava, parnim strojevima 760KS pridodani su dinamo-strojevi radi rasvjete u tvornici, a odatle je 1883. godine izvedena i javna rasvjeta [6]. U dakovačkoj mlinarskoj industriji "Cereale", generator je u pogonu od 1885. godine [3]. Godine 1884. parnom stroju 160KS u belišćanskoj pilani dodan je generator istosmjerne struje za rasvjetu pilane i skladišta, a zatim i za radničke nastambe u blizini [1]. Prva poznata seoska primjena električne energije u Slavoniji je od 1890. godine: generator 20kW u mlinu u Vrbanji, kod županje [6].

U prvom desetljeću svjetske javne elektrifikacije, u Slavoniji se javljaju prvi primjeri primjene električne energije, istosmjerne struje, ali za rasvjetu u pogonima i, eventualno, za rasvjetu radničko-službeničkih stanova uz te pogone, te javnu rasvjetu, dakle uz mješovito korištenje tvorničkih agregata. Za te prve primjere nije poznato od kada je - ako je - došlo do korištenja električne energije i u domaćinstvima.

Godine 1881. koristi se električna energija za vlastite potrebe i u pilani u Durdenovcu, s generatorom istosmjerne struje od 120kW, odakle 1891. godine počinje prva etapa elektrifikacije mjesta [6]. Elektrificiran je dio radničke kolonije, te vile i stanovi tvorničkih rukovoditelja. Električna energija bila je besplatna, koristila se samo za rasvjetu i bila je raspoloživa od večeri do jutra. Niti do danas tu nije zapuštena proizvodnja električne energije; loženjem parnih kotlova iskorištavaju se otpaci iz prerade drveta.

Elektrifikacija Vukovara [1, 10], zasnovana je ugovorom Trgovišne općine Vukovar i tvrtke "Hungaria", najjačeg dioničara u vukovarskoj kudjeljari. Tim se ugovorom opskrba električnom energijom Vukovara temeljila na generatoru 400kVA, 550V, 42Hz u kudjeljari, koji je u pogonu od 1907. godine. Krajem 1909. godine u Vukovaru su zasvijetlile prve žarulje. Gorivo u elektrani bio je otpadak konoplje i kućine, a kasnije i kombinacija pozder-ugljen; pogon generatora bio je parnim strojem. Godine 1924. elektrana je dograđena parnim strojem s generatorom 275kVA, 500V, 42Hz. Visokonaponska mreža do grada i u gradu bila je napona 3kV, a niskonaponska 110.

U Našicama [6], javna električna centrala sagrađena je 1910. godine. Imala je dva lokomobilna parna stroja s četiri generatora istosmjerne struje od po 16kW, 220V. U elektrani je instalirana akumulatorska baterija 216Ah, odakle su se opskrbljivali potrošači u dnevnim razdobljima male potražnje. Poduzetnik je bila Našička štedionica a općina je vrlo strogim ugovornim obvezama osiguravala uredne pogonske okolnosti u mreži; primjerice poduzetnik je morao platiti globu za odstupanje napona veće od 5% ili ako je mreža bila bez napona dulje od pola sata. Za javnu rasvjetu bio je ugovoren kalendar paljenja igašenja, te obveza izmjene pregorjelih i svjetlosno dotrajalih žarulja.

U Požegi, [7, 11], postoji javna petrolejska i acetilenska rasvjeta od 1871. godine; godine 1881. u gradu je 40 svjetiljki, a 1904. broj svjetiljki je 130. Kako krajem prošlog stoljeća nisu uspjela nastojanja oko uvođenja plinske rasvjete, početkom stoljeća počinju nastojanja oko uvođenja električne rasvjete. Odlučeno je o gradnji HE Kuzmica na Orljavi i općina je izabrala tvrtku A.Peyer i drug iz Karlovca za izvođača radova na elektrifikaciji. Elektrana je puštena u pogon krajem 1912. godine. Bila je smišljeno kombinirana iz vodnog turboagregata 295kVA i dizelskog agregata 155kVA, generatorskog napona 6300V, te je mogla garantirati opskrbu i pri nepovoljnim hidrološkim okolnostima. Vod do Požege napona 6,3kV imao je duljinu 6200 metara. Niskonaponska mreža bila je napona 110V; u početku je izgrađeno šest TS 6,3/0,11kV. Elektrana je poslovala pod nazivom Gradska munjara, izdvojivši se iz gradskog poglavarstva.

U Belom Manastiru električna energija se koristi u industriji; od 1910. godine u Centralnoj mljekari i ustanovama, zgradama i domaćinstvima u blizini ili od 1912. iz šećerane Branjin Vrh, koja u kampanji prerade šećerne repe opskrbljuje i radničku koloniju [1]. Javna elektrifikacija se odatle širi postupno, tako da se 1942. godine instalacija u Mljekari povećava na 295kVA.

Pregled početaka javne elektrifikacije većih mjesta u Slavoniji i Baranji iznesen je u tablici 1.

Tablica 1 Počeci javne elektrifikacije u većim mjestima Slavonije i Baranje

God	Mjesto	Elektrifikacija	Vr	Pog	Snaga (kVA)	Vrs (kV)
1891	Durdenovac	Pilana	M	PS	120	ist
1899	Vukovar	Općinska mlinarska	M	PS	400	ist
1910	Beli Manastir	Centralna mlinarska	M	...	65	trf
1910	Murica	Mlinarska	J	PS	64	ist
1912	Požega	Gradska mlinarska-Električna	J	VT	295	trf
		elektrifikacija		DM	150	ist
1921	Dakovo	Klaonica	M	PS	20	ist
1924	Vukovo	Mlinarska (m.ln.)	M	PS	20	ist
1926	Osijek	Osječka mlinarska i tramvaj	J	PT	2200	trf
1927	Borovo	Električna centrala	J	DM	60	ist
1927	Slavonski Brod	Grad. električna centrala-iz	M	PT	2850	trf
		trgovačka centrala		PS	300	ist
1929	Orahovica	Električna centrala	J	MU	35,5	trf
1929	Vukovar	Gradska centrala	J	DM	120	ist
				MU	220	trf
1932	Borovo	Komunalna centrala	M	PT	1000	ist
				PS	150	trf
1933	Benjamina	Mlinarska (m.ln.)	J	PS	60	ist
1950	Županja	Šećerana	M	PT	3000	trf
				DM	60	ist

Legenda:

God početna godina korištenja
 Vr vrsta elektrifikacije
 J iz javno korištene elektrane
 M iz mješovito korištene elektrane
 Pog vrsta pogonskog stroja
 DM dizelski motor
 MU motor na upojni plin

PS parni stroj
 PT parna turbina
 VT vodna turbina
 Vrs vrsta struje generatora
 ist istosmjerna struja
 trf trofazna struja
 Snaga je iskazana u kVA (generator izmjenične struje),
 odnosno kW (generator istosmjerne struje).

Zanimljiv je slučaj Županje. Premda je 1883. godine bila djelomično rasvijetljena iz Tvornice tanina i bačava, a kasnije i iz druge Tvornice bačava - potpuno je prekinuto takvo korištenje 1932. godine. Ponovna elektrifikacija ostvaruje se priključkom središta grada na niskonaponski vod iz šećerane, 1950. godine [6]. Na javnu električnu mrežu županja se priključuje se 1954. godine - vodom 10kV do transformatorske stanice 35/10kV uz šećeranu, koja je priključena na 35 kilovoltnu zvijezdu Osijek-Vinkovci-Borovo-Županja.

2.3. ELEKTRIFIKACIJA GRADA OSIJEKA

Govoriti o povijesnim, fizičkim, pravnim, organizacijskim i financijskim dimenzijama elektrifikacije i uvođenja električnog tramvaja u Osijeku 1926. godine, znači na temelju egzaktnih podataka iz [8] prikazati veličinu i obuhvatnost jednog pozorno utemeljenog i učinkovito okončanog projekta gradske elektrifikacije u nas.

Gradska plinara u Osijeku je u pogonu od 1884. godine, tako da uspon svjetske elektrifikacije zatječe Osijek s plinskom gradskom mrežom, plinskom uličnom rasvjetom, te konjskim tramva-

jem u gradskom prometu - također od 1884. godine. Godine 1922. gradonačelnik doktor Vjekoslav Hengl podnosi gradskom zastupstvu program izgradnje munjare i električnog tramvaja. Osijek početkom dvadesetih godina ima približno 37000 stanovnika, te pivovaru, šibicar, kožaru, tvornicu namještaja, paromlin, lanaru, ljevaonicu željeza, šećeranu i tvornicu sapuna, kojima bi potpomaganje električnom energijom značilo skok u europski infrastrukturni proizvodni okvir.

Pothvat elektrifikacije obuhvaćao je gradnju električne centrale s uličnim vodovima i javnom rasvjetom, te električni tramvaj u gradu Osijeku. Električna centrala sadržavala je dva kotla, dvije parne turbine s dva trofazna generatora od po 1100kVA. Elektranu je trebalo izvesti tako da bude omogućeno proširenje, što je i učinjeno 1938. godine ugradnjom jednog kotla i turbogeneratora od 2500kVA.

Električna mreža sastojala se iz 11km visokonaponskih kabela 3kV, 16 transformatorskih stanica 3/0,4kV i 50km niskonaponskih, djelomice kabelskih, vodova. Javna rasvjeta sadržavala je 736 rasvjetnih mjesta. Tramvajska pruga bila je više od 9km duljine.

Ugovor o izvedbi cjelokupnih poslova oko elektrifikacije i električnog tramvaja zaključen je u Osijeku krajem 1924. godine između Općine slobodnog i kraljevskog grada Osijeka i poduzetničke tvrtke Charles B. Mac Daniel Jr. iz Pariza. Iskazi u dokumentima o izgradnji su vrlo jasni. Jezik osnovnog ugovora je hrvatski, a ugovor će, na zahtjev poduzetnika, biti preveden i na engleski. Opći i tehnički opis cijelog projekta, te popis materijala, izneseni su na njemačkom jeziku. U tekstovima na našem jeziku, poneki se tehnički pojam tumači njemačkom riječju. Vrlo detaljnu ponudu poduzetnika, sa svim tehničkim i financijskim prilogima, proučili su i dali svoja stručna mišljenja direktori tadašnje zagrebačke gradske munjare i zagrebačkog električnog tramvaja.

Gradsko zastupstvo, prigodom donošenja odluke o prihvatanju ponude Charlesa Mac Daniela, traži da gradski stručnjaci propišu za sve strojarke uređaje odgovarajući omjer vrsnoće (Wirkungsgrad). Obvezuju poduzetnika da svaki onaj uređaj koji tome ne odgovara, o svome trošku zamijeni odgovarajućim novim.

Općim uvjetima gradnje poduzetnik je bio obavezan nastojati da ne ošteti građane i da se podvrgava zapovijedima nadzornog organa, te snositi odštete za učinjene štete. Obavezan je na organiziranje nadomjesnog prijevoza građana, ako će gradnja ometati rad postojećeg konjskog tramvaja. Obavezan je ugovorom da sve radove daje izvoditi u prvom redu osječkim domaćim obrtnicima, poduzetnicima i stručnim radnicima, a nekvalificirane radnike sa strane smije koristiti samo u slučaju ako ih u Osijeku nema.

Godinu i pol dana prije dovršetka građenja elektrane, Gradska općina daje ovlaštenje jednom osječkom elektrotehničkom poduzeću da u njeno ime izvodi vodove do brojila, ali i kućne rasvjetne i elektromotorne instalacije, s tim da potrošača kreditira do tri godine. Također, u gradu je pripremljen majstor koji će građanima preuređivati postojeće plinske sobne lustere u električne.

Čak devet mjeseci prije puštanja u pogon elektrane i električne mreže, objavljuju se: propisi o izvedbi električnih instalacija koje se mogu priključiti na električnu mrežu; upute za stranke o načinu kako će pridobiti suglasnost za priključak; uvjeti dobave električne energije za rasvjetu i aparate s cijenama električne energije i mjesečnim najamninama za domaćinstva te uvjeti dobave električne energije za prijenos sile, dakle za elektromotorne i druge pogone, s cijenama, najamninama i popustima kojima se stimulira veće godišnje trajanje korištenja. Cijene za domaćinstva bile su tadašnjih 10 din/kWh, za pogone 4 din/kWh, te za one pogone koji redovito ne rade od 16 do 21 sat, cijena je bila 3 din/kWh.

Klauziranje ugovora o izgradnji i financiranju oteže se u Beogradu čak 9 mjeseci. Okončano je u rujnu 1925. godine, kada počinju i fizički radovi na terenu. Za najveće radne dinamike, na radilištima po cijelom gradu bilo je angažirano oko 500 radnika. Krajem listopada 1926. godine prijavljeno je već 6000 rasvjetnih ispusta, što je veliki uspjeh prije početka rada elektrane.

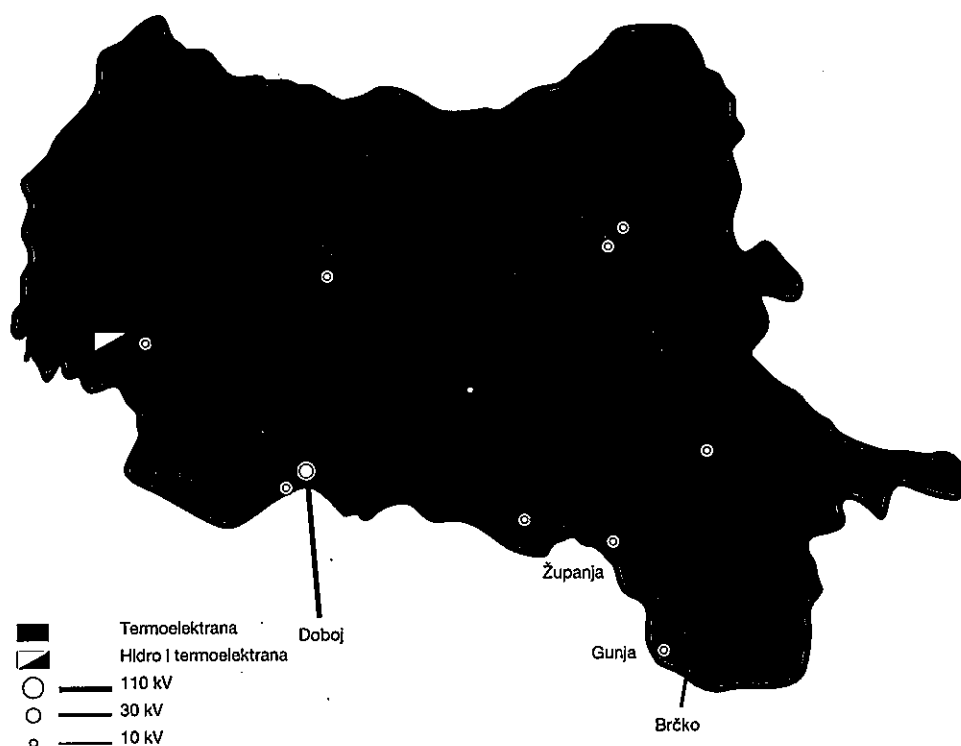
U listopadu 1926, Osijek je bio prvi put rasvijetljen električnom rasvjetom. Od početka prosinca odvija se promet tramvaja, s redom vožnje, pravilima. Prvog dana vožnje: skoro 12 tisuća put-

nika. Električna centrala i električni tramvaj službeno su pušteni u pogon 17.prosinca 1926. godine i poslovali su pod imenom "Osječka munjara i tramvaj" kao posebna ustanova Gradske općine. U deset godina rada elektrana je utrostručila svoju proizvodnju iz 1927. godine, tako da je - kako je već spomenuto - 1938. godine njezin kapacitet morao biti više nego udvostručen. Stradala je ratnim bombardiranjem krajem 1944., obnovljena je već 1945., a 1963. godine njezino korištenje kao izvora električne energije obustavljeno je i od tada je preuređena tako da se koristi kao izvor topline za grad.

2.4. POVEZIVANJE U REGIONALNI ELEKTROENERGETSKI SUSTAV

U razdoblju od kraja drugog svjetskog rata do 1956. godine, u Slavoniji se formira regionalni elektroenergetski sustav [9] uz mrežu - najprije pod naponom 35kV, a potom pod 30kV - ukupne duljine 85km, u kojem sinkrono rade sve tadašnje javne ili mješovite elektrane: TE Osijek (3,2MW), TE Đakovo (0,35MW), DE Vinkovci (0,22MW), TE Borovo (6MW), TE Tvornica vagona Sl.Brod (3MW), TE Sladorana županja (7MW), TE Šećerana Osijek (2MW) i HE Kuzmica (0,15MW), ukupne snage 22MW. Nedostatak elektrana i izoliranost područja sprečavali su širenje elektrifikacije: godine 1956. u Slavoniji i Baranji elektrificirano je samo 11% naselja.

U takvom stanju, područje se krajem 1956. godine priključuje na tadašnji jugoslavenski elektroenergetski sustav vodom 110kV Dobož-Slavonski Brod, slika 1. Godinu dana poslije, 1957., taj se potez produljuje uz pogonski napon 110kV do Osijeka. Tijekom šezdesetih godina srednjonaponska mreža prelazi na korištenje pod naponom.



Slika 1 Regionalni elektroenergetski sustav Slavonije i Baranje polovinom 1957. godine

3. POČECI JAVNE ELEKTRIFIKACIJE U SREDIŠNJOJ HRVATSKOJ (B.MARKOVČIĆ)

3.1. PRVI POČECI DO ZAVRŠETKA PRVOG SVJETSKOG RATA

Prva praktična primjena električne energije u Hrvatskoj, dostupna široj javnosti, izvedena je 1877. godine u Zagrebu. Prema zamisli profesora Ive Stožira, prigodom sokolskog plesa u Hrvatskom glazbenom zavodu, zasjala je na križanju Ilice i Gundulićeve ulice lučna svjetiljka napajana iz baterija. Poslije tog skromnog početka, tijekom posljednjih desetljeća prošlog stoljeća, počelo je uvođenje električne rasvjete u neke reprezentativne zgrade i industrijske pogone opskrbljivane iz malih lokalnih izvora.

Postoje podaci da je 1882. godine rasvijetljena dvorana zagrebačke Streljane, a 1891. godine prostorije Gospodarske izložbe, koja se održavala u zgradi današnjeg Rektorata Sveučilišta. Nije točno poznato koji su industrijski pogoni prvi uveli elektriku. Svakako su među prvima bili Zagrebački paromlin i Tvornica kože.

Primjena elektrike samo u pojedinim objektima, s malim izvorom električne energije za vlastite potrebe, ne može se još smatrati širokom javnom elektrifikacijom. Ona je na ovom području započela 1893. godine kad je proradila elektrana u Čakovcu. Tada je izgrađen u Čakovcu mlin zajedno s elektranom, namjesto od gradskog zastupstva razmatranog osvijetljenja grada plinskom rasvjetom. Grad je besplatno dao zemljište za novi mlin, te je 1. listopada 1893. mjesto rasvijetljeno sa 131 električnom svjetiljkom i priključeno je 105 kuća s 1400 rasvjetnih mjesta. Prvi ugrađeni stroj bio je istosmjerni generator, napona 2x175V, a kućne instalacije bile su 2x150V.

Prava javna elektrana s postrojenjem koje je građeno samo radi proizvodnje električne energije, bila je parna elektrana u Varaždinu, koja je rasvijetlila grad krajem 1895. godine. Uredaj se sastojao od tri parna stroja s jednofaznim generatorima 42Hz, pojedinačne snage po 50kVA. Varaždinska industrijska zadruha sklopila je ugovor s gradom o provedbi javne elektrifikacije s javnom rasvjetom od 280 polunoćnih i 100 cjelonoćnih svjetiljki.

No, elektrifikacija - osobito javna - napredovala je vrlo sporo. Do kraja prvog svjetskog rata, desetak je većih mjesta središnje Hrvatske izgradilo svoje javne elektrane. Sve su one bile male snage, do najviše 150kW, prvenstveno s generatorima istosmjerne struje. Elektrane su mogle opskrbljivati samo male potrošače, dok je svaka veća industrija ugradila svoj izvor električne energije. Samo su dva grada, Zagreb i Karlovac, imala veće elektrane s trofaznim sustavom i time su bili pola stoljeća centri elektrifikacije Hrvatske.

Ne uzimajući u obzir pojedine objekte i industriju, Zagreb - najveći i glavni grad Hrvatske, dobio je elektriku 14 godina poslije Čakovca. Glavni razlog tom zakašnjenju bili su plin, uveden već 1863. godine i nedostatak novca. O elektrifikaciji grada govorilo se već od 1888. godine. Bilo je različitih kombinacija kako da se ona provede. Vrijeme je prolazilo, a potrebe su sve više rasle, pa je konačno Gradsko zastupstvo zaključilo 1906. godine da gradi vlastitu parnu elektranu. Krajem 1907. godine u Zagrebu je zasjala električna javna rasvjeta. Elektrana je počela radom s trofaznim generatorom od 865kVA i generatorom istosmjerne struje od 200kW, za potrebe tramvaja. Prva je gradska razdjelna mreža bila dvonaponska 5000/500V. Na mrežu 500V bile su priključene pojedine kuće preko transformatora 500/2x55V. Elektrana posluje pod nazivom Zagrebačka električna centrala, kasnije Gradska električna centrala (GEC). Brzo se pokazalo da je snaga elektrane premala te je 1910. godine ugrađen turboagregat s generatorom 1250kVA, a 1914. godine snage 3000kVA. Krajem prvog svjetskog rata, elektrana je imala instaliranu snagu 6MVA.

Nakon turskog povlačenja iz naših krajeva, grad Karlovac gubi stratešku važnost i postaje obrtničko i trgovačko središte, te važno prometno čvorište na putu prema Jadranu. Oslanjajući se na

svoju građansku strukturu i jaku ekonomsku podlogu, slovio je u vrijeme Hrvatskog preporoda kao najnapredniji hrvatski grad. Već 1889. godine u Karlovcu se razmišlja o iskorištenju hidroenergije okolnih rijeka. Godine 1905. osnovan je Odbor za rasvjetu grada sa zadatkom da riješi pitanje elektrifikacije. Odlučeno je da se iskoristi slap Ozalj na rijeci Kupi i tamo izgradi hidroelektrana. Strojarnica je izgrađena za tri vodne turbine, ali su odmah montirane samo dvije s trofaznim generatorima po 750kVA, napona 5kV, 50Hz. Treći agregat jednake snage, ugrađen je 1913. godine. Energija je prenošena dalekovodom napona 20kV u Karlovac, gdje je izgrađena transformacija 20/5kV. Grad je imao razdjelnu mrežu 5kV s 13 transformatorskih stanica 5/0,19kV. Redoviti je pogon počeo sredinom 1908. godine. Karlovac je još između dva svjetska rata bio pojam grada koji raspolaže obilnom i jeftinom električnom energijom, privlačan za industriju.

Za razdoblje do završetka prvog svjetskog rata o elektrifikaciji ima malo podataka. Osim opisanih dviju elektrana, sve ostale su bile vrlo malih snaga. Krajem prvog svjetskog rata, u središnjoj Hrvatskoj korišteno je 45 elektrana, u tome 11 javnih, 3 mješovite i 31 industrijska. Prema vrsti pogona, tri su hidroelektrane, 15 dizelskih elektrana i 27 termoelektrana.

3.2. ELEKTRIFIKACIJA NAKON PRVOG SVJETSKOG RATA

Propašću Austro-Ugarske Monarhije i osnivanjem nove države Kraljevine SHS, okolnosti u zemlji znatno su se izmijenile. Nakon rata nastala je konjunktura koja je zahvatila i gradnju elektrana, posebno industrijskih. No nisu postojale nikakve pravne i planske podloge za razvoj i unapređenje elektrifikacije. Između dva svjetska rata bilo je više pokušaja da se pravno regulira to pitanje, ali bez uspjeha. Elektrifikacija se, ipak, makar uz poteškoće - nije mogla mimoći. Elektrificirala su se mnoga mjesta i industrije, no bez smišljenog plana, često uz znatne i nepotrebne investicije, umjesto da se prihvaćalo mnogo racionalnija rješenja, priključenjem na neku veću elektranu.

Centri javne elektrifikacije, Zagreb i Karlovac, pojačavaju svoje elektrane. U zagrebačkoj se termoelektrani ugrađuje 1922. godine novi turboagregat snage 6250kVA, 1928. godine snage 14000kVA, a 1934. godine od 20000kVA. Tim proširenjima elektrana je imala ukupnu instaliranu snagu od 44,5MVA, ali joj je raspoloživa snaga bila upola manja, zbog nedostatnog kapaciteta kotlova. U HE Ozalj je, pak, pregradnjom generatora postignuta instalirana snaga od 3,5MVA. Zbog čestih niskih voda na rijeci Kupi, u Karlovcu je montiran 1925. godine dizelski agregat od 900kVA.

Krajem dvadesetih i početkom tridesetih godina iz centara javne elektrifikacije počinju se graditi visokonaponski prijenosni vodovi kako bi se dobila jeftinija električna energija i potaknuo priključak okolnih mjesta. Zagorska visokonaponska mreža počela je priključkom Varaždina na 35kV dalekovod hidroelektrane Fala, koji je 1928. godine izgrađen od Ormoža do grada. Od Ormoža je jedan krak dalekovoda usmjeren prema Lepoglavi, s odvojkom za lječilište Klenovnik. Zatim je 1930. godine priključen Ivanec.

Prvi temelji elektrifikacije šireg područja Zagreba i radanje prve interkonekcije sustava, makar u malom, počelo je spajanjem električne mreže Zagreba i Karlovca. Da se takva zamisao uspješno provede, osnovano je 1929. godine posebno poduzeće Udružene električne centrale (UEC). Već početkom 1930. godine dovršen je spojni vod 30kV Zagreb-Karlovac, duljine 55km. Time je omogućena međusobna ispomoć i ekonomičniji rad elektrana, a osim toga tim je vodom omogućena i elektrifikacija šireg područja duž njegove trase: grade se transformatorske stanice 30/10kV u Kerestincu i Cvetkoviću i priključuju Samobor i Jastrebarsko. Proširenje opskrbnog područja istočno od Zagreba počelo je 1934. godine, gradnjom voda 30kV do Božjakovine i zatim 1938. godine do Križevaca, na što je nadovezan vod 10kV kojim je priključen Bjelovar.

Veza Zagreb-Karlovac omogućila je povezivanje visokonaponskom električnom mrežom i mjesta šireg karlovačkog područja. Zapadno od Ozlja, vodom 20kV priključena je Metlika, a južno od Karlovca Duga Resa.

Svjetska privredna kriza početkom tridesetih godina pogodila je i naše krajeve. Državni nameti i

trošarine na električnu energiju i elektromaterijal još su pogoršale stanje i značajno zakočile elektrifikaciju i općenito poslijeratni prosperitet. Početkom tridesetih godina u središnjoj je Hrvatskoj u korištenju ukupno 113 elektrana, ukupne instalirane snage 38MW, u čemu je nešto više od polovine ukupnog broja elektrana bilo na parni pogon, ukupne snage 30MW. Pretežito je instalirana snaga bila u javnim elektranama, približno 25MW, a upola manje u industrijskim, premda je broj industrijskih elektrana bio dva puta veći. Još je uvijek 42% svih elektrana imalo generatore istosmjerne struje, ali je njihova snaga iznosila samo 10% ukupne snage elektrana. Premda su se okolnosti pogoršale, inicijative za širenje elektrifikacije nisu prestale. Izvor tih inicijativa bio je Zagreb - ne samo za središnju Hrvatsku, tadašnju Savsku banovinu, već općenito za cijelu državu.

3.3. OSNIVANJE BANOVINSKOG ELEKTRIČNOG PODUZEĆA

Ideju o osnivanju organizacije koja bi provela opću elektrifikaciju na cijelom području tadašnje Savske banovine, bez uskih lokalnih interesa, dali su profesori zagrebačkog Tehničkog fakulteta, inženjeri Miroslav Plohl i Juro Horvat. Poduzeće pod imenom Banovinsko električno poduzeće (BEP) osnovano je sredinom 1937. godine. Zadaća mu je bila da provodi elektrifikaciju u dva smjera: s jedne strane izgradnjom elektroenergetskih izvora, a s druge strane otvaranjem konzumnih područja - elektrifikacijom seoskih općina. Poslovanje BEP-a bilo je odmah usmjereno k rješavanju aktualnih elektrifikacijskih problema. Svi pokušaji da se izgradi neki novi izvor električne energije doživjeli su neuspjeh zbog kratkoće vremena i rata koji je uskoro započeo. Stoga, gdje god je to bilo moguće, BEP je svoja elektrificirana područja vezao na postojeće elektroenergetske izvore. Prvi su terenski radovi počeli u Moslavini 1938. godine. Postupno su elektrifikacijski radovi obuhvatili i druga područja u središnjoj Hrvatskoj, Hrvatsko zagorje, Medimurje i područje oko Karlovca. U Moslavini, istočno od Zagreba, prvo je elektrificirano mjesto Križ.

Cijela moslavačka visokonaponska mreža priključena je vodom 30kV, u početku pod naponom 10kV, na transformatorsku stanicu GEC u Božjakovini. Vod je završavao u transformatorskoj stanici 10/6kV Križ, a zatim je produljen do Novske, koja je priključena 1943. godine. Na taj osnovni prijenosni vod vezana je vrlo razgranata mreža 6kV na koju je do kraja drugog svjetskog rata priključeno oko 90 mjesta sa 70 transformatorskih stanica.

Zapadno od Zagreba, visokonaponska mreža je produljena do Savskog Marofa. Kako nije bilo mogućnosti, kao što je već spomenuto, da BEP odnosno DEP (Državno električno poduzeće, kako je BEP preimenovan u tijeku rata) u dogledno vrijeme osigura učinkovitiji elektroenergetski izvor za grad Zagreb, izgrađen je 110kV vod Zagreb- Brestanica kojim se prenosila energija iz nove termoelektrane u Brestanici. Vod je stavljen u pogon pod naponom 30kV u drugoj polovici 1943. godine.

U Hrvatskom zagorju prvo su elektrificirana mjesta Oroslavje i Donja Stubica. Godine 1941. izgrađen je vod 30kV od Oroslavja do Lepoglave i time je uspostavljena veza s postrojenjima HE Fala u Hrvatskom zagorju. Taj je dalekovod bio okosnica daljnje elektrifikacije, te je do kraja rata priključeno 40 mjesta i 20 industrijskih postrojenja, rudnika ugljena i sličnog.

BEP je svojim zahvatima proširio i karlovačku visokonaponsku opskrbnu mrežu. U području Krašića elektrificirano je 7 sela i mlin, a u području Duge Rese 17 sela.

3.4. ELEKTRIFIKACIJA NAKON DRUGOG SVJETSKOG RATA

Završetkom drugog svjetskog rata, 1945. godine osnovano je Električno poduzeće Hrvatske (ELPOH) koje je preuzelo sva električna postrojenja u Hrvatskoj, a poduzeća kao DEP, GEC, UEC i slična su likvidirana.

Od tada je država preuzela cijelu elektroprivrednu djelatnost u svoje ruke, kako proizvodnju i prijenos - tako i distribuciju električne energije. Vrlo slabu elektrificiranost naselja prije rata (1940. godine 5% svih naselja) slijedi nagli porast početkom pedesetih godina (1960. godine elektrifici-

rano je 54% naselja). Skoro potpuna elektrificiranost naselja (99,2%) nastupa u središnjoj Hrvatskoj početkom osamdesetih godina.

Pregled početaka javne elektrifikacije u većim mjestima središnje Hrvatske prikazan je tablicom 2, a slikom 2 prikazana je 35kV i 110kV mreža središnje Hrvatske u 1957. godini.

Tablica 2 Počeci javne elektrifikacije u većim mjestima središnje Hrvatske

God	Mjesto	Izvor elektrifikacije	Vr	Pog	Snaga kVA	Vrs (kW)
1893	Čakovec	Mlin i munjara	M	PS	...	ist
1895	Vrbovec	Elektrocentrala Vrbovec	J	PS	100	jf
1906	Pakrac	El. centrala trgovišta Pakrac	J	MU	68	ist
1907	Čakovci	Općinska električna centrala	M	PS	18	ist
1907	Sisak	Gradska munjara	J	PS	130	ist
1907	Zagreb	Elektrocentrala Zagreb	J	PS	605	ist
				PS	200	ist
1908	Karlovac	Munja i opć. HE Ozalj	J	VT	1000	ist
1908	Ozalj	HE Ozalj-priključak za Ozalj	J			trf
1909	Novska	Munja i Novska	J	VT	10	ist
1911	Petrinja	Gradska munjara	J	DM	138	ist
1912	Metković	Gradska munjara	J	DM	100	ist
1912	Topusko	Električna centrala Topusko	M	DM	60	ist
1913	Novi Grad	Općinska munjara	J	DM	100	ist
1914	Ivančić-Grad	Centrala Huben	J	DM	27	ist
1919	Vrbovec	Munja i opć.	J	DM	65	ist
1924	Glina	Općinska munjara	J	DM	90	trf
1924	Čopljica	Elektrocentrala Čopljica	J	MU	60	ist
1925	Jastrebarsko	Općinska električna centrala	J	DM	75	trf
1925	Koprivnica	Gradska električna centrala	J	MU	35	ist
1925	Kutina	Munjara Hafner	J	DM	25	trf
1926	Križevci	Gradska priključak za Zagreb	J			ist
1926	Sv. Ivan Zelina	Munjara S. Pucek	J	PS	75	trf
1928	Zadar	Elektrocentrala Zadar	J	VT	10	ist
1929	Durdevac	Braunov mlin	M	PS	400	trf
1931	Šibenik	Elektrocentrala Šibenik	J	VT	25	ist
1934	Hrv. Kostajnica	Centrala I. Čavlina	J	PS	42	trf
1938	Bjelovar	Priključak na GEC	J			ist

Legenda:

God početna godina korištenja

Vr vrsta elektrifikacije

J iz javno korištene elektrane, mreže

M iz mješovito korištene elektrane

Pog vrsta pogonskog stroja

DM dizelski motor

MU motor na upojni plin

PS parni stroj

VT vodna turbina

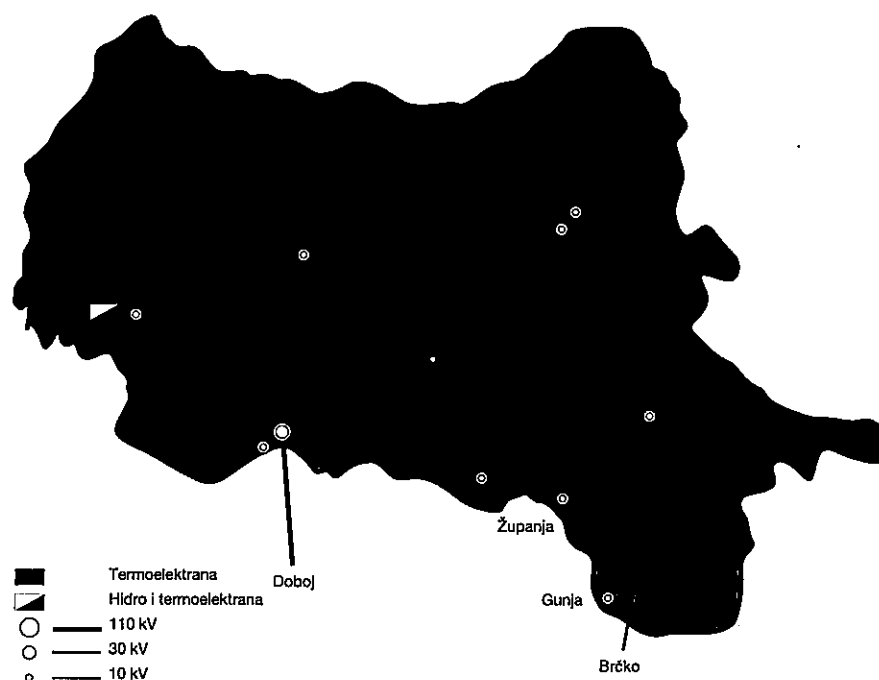
Vrs vrsta struje generatora

ist istosmjerna struja

jf jednofazna struja

trf trofazna struja

Snaga je iskazana u kVA (generator izmjenične struje), odnosno kW (generator istosmjerne struje).



Slika 2 Elektroenergetska mreža 35kV i 110kV središnje Hrvatske 1957. godine.

4. POČECI JAVNE ELEKTRIFIKACIJE U ISTRI (I.DERANJA)

4.1. UVOD

Promatrano područje prostire se na teritoriju od 2820 km², od rječice Dragonje na sjeveru gdje graniči sa Slovenijom, preko cijele srednje, južne i istočne Istre do Mošćeničke Drage.

Nakon dugogodišnje vladavine Mletačke Republike Istrom i kratkotrajne vladavine Napoleona u tim krajevima, Bečki kongres godine 1815. određuje Austriju novim gospodarom čitavog istarskog poluotoka. Austrija je držala svoju vlast više od stotinu godina - do svog sloma u prvom svjetskom ratu. Na temelju Londonskog sporazuma velikih sila iz 1915. godine, Italija je okupirala Istru, Slovensko primorje, Zadar, Cres, Lošinj i Lastovo, kao naknadu za sudjelovanje u ratu na strani saveznika. U Istri i susjednim otocima takvo se državnoopravno stanje održalo punih 25 godina, sve do kapitulacije fašističke Italije 1943. godine.

Austro-Ugarska Monarhija je od Pule načinila svoju glavnu ratnu luku. Nagli porast stanovništva i mornaričkog garnizona (Arsenal) uvjetovao je razvoj mnogih privrednih i ostalih djelatnosti, kao i elektrifikaciju Pule, u kojoj je otpočelo korištenje električne energije za vlastite potrebe u Arsenalu 1890. godine.

Od 1883. godine tvrtka Marchesi&Compani u Vodnjanu koristi dva parna lokomobila s generatorima istosmjerne struje za vlastite industrijske potrebe i rasvjetu pogona, te je prva u Istri uvela u upotrebu električnu rasvjetu. Od 1889. godine Marchesi&Compani počinje službeno obavljati

distribuciju električne energije za rasvjetu ulica i za upotrebu u javnim lokalima [14]. Centrala je proizvodila i distribuirala električnu energiju sve do 1928. godine. Tada dolazi do izgradnje dalekovoda 10kV Pula-Vodnjan, čiji je dioničar Pietro Marchesi, te i dalje distribuira električnu energiju u Vodnjanu, dobavljajući je do 1935. godine od SEI (Società Elettrica Istriana) a dalje do 1945. godine od SELVEG-a (Società elettrica Venezia e Giulia). Između 1900. i 1904. godine, lokalni izvori za proizvodnju električne energije postojali su još u slijedećim objektima u Puli: Hotel "Imperial", Kavana "Miramare", Hotel "Rivijera", Mornarički dom "Casino", Vodovod "Karolina" i Vodovod "Fojbon". U ostalom dijelu Istre također su pojedini mlinovi i uljare imali vlastite pogone za opskrbu električnom energijom.

Na Brijunima [13] se od 1898. godine koristi električna energija iz električne centrale s lokomobilnim parnim strojem 25KS i generatorom istosmjerne struje, napona 110V, za gospodarske potrebe i u stanovima radnika, tadašnjih stanovnika otoka. Oni plaćaju električnu energiju Kupelwieseru, posjedniku otočja. Godine 1904. izgrađena je elektrana s dizelskim motorom od 50KS, koja se dopunjuje s još dva dizelska

motora, tako da 1910. godine ima snagu pogonskih strojeva od 300KS.

Pojedini gradovi u Istri imali su gradske plinare: Pula (u korištenju od 1871. do 1968. godine), Poreč (1907-1956), Rovinj (1906-1960) i Pazin (1907-1930).

4.2. ELEKTRANA PULA

Godine 1897. Ministarstvo željeznica zadužilo je inženjera Rudolfa Urbanickog iz Linza za izradu preliminarne tehničke dokumentacije za tramvajsko postrojenje sa životinjskom ili električnom vučom u gradu Puli [13]. Kako je prihvaćen prijedlog da tramvaj ima električni

pogon, projektnu dokumentaciju prve javne elektrane izradilo je "Aktiengesellschaft für elektrotechnische Unternehmung" iz Beča.

Kamen temeljac za zgradu elektrane postavljen je 1900. godine, komisija je zaprimila elektranu 29. siječnja 1904. godine i konstatirala da su izgrađena tri agregata, te da će električnom energijom moći, osim tramvaja, dugoročno podmirivati potrebe grada i građana.

Lokacija elektrane bila je u Vergerijevoj ulici u kojoj je bila i plinara iz 1871. godine. Za pogon generatora istosmjerne struje, snage 3x50kW, korišteni su motori na mršavi plin (gas povero). Ta instalacija nije mijenjana sve do 1915. godine.

Već 24. travnja 1904. godine krenuo je prvi električni tramvaj, a 26. travnja 1904. uvedena je električna rasvjeta iz javne mreže u konsignaciju namještaja vlasnika Pascalettia u Ulici Zaro, a 21. lipnja 1904. na svečan način u Dom Mornarice. U početku izgradnje elektrane, općina Pula - koja je bila investitor - formira komunalno poduzeće "Officina elettrica comunale de Pola".

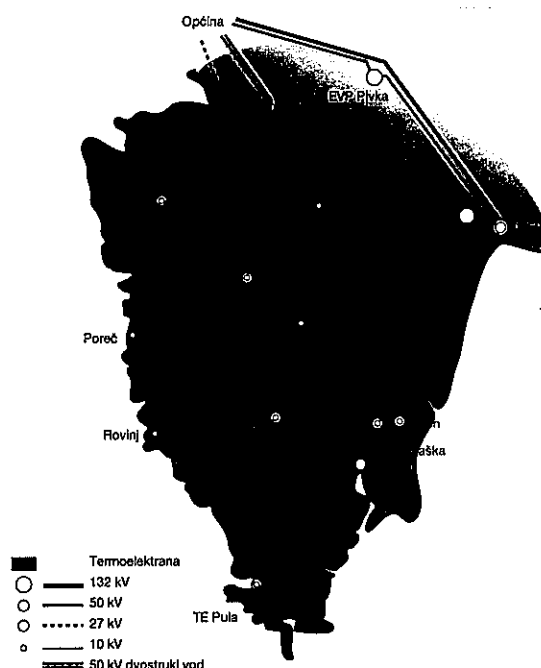
Da bi se zadovoljili sve veći zahtjevi potrošača i omogućilo priključenje novih, potrebno je bilo daljnje širenje električne mreže i osuvremenjivanje izvora električne energije u elektrani. Komunalno poduzeće počinje modernizaciju elektrane značajnim zahvatima i potpunom obnovom izvora. Rekonstrukcija i modernizacija počela je 1915. godine ugradnjom prvog dizelskog motora s dinomom 250kW za rasvjetu. Godine 1916. ugrađuje se drugi dizelski motor s pretvaračem istosmjerne u izmjeničnu struju za rasvjetu, snage 270kW. Godine 1917. ugrađuje se treći dizelski motor s dinomom za istosmjernu struju od 120kW, za potrebe tramvaja. Godine 1921. ugrađuje se četvrti dizelski motor s asinkronim generatorom od 100kW za tramvaj. Nadalje je za potrebe tramvaja ugrađena baterija akumulatora kapaciteta 173Ah.

U gradu Puli bio je u primjeni sve do 1961. godine serijski sustav javne rasvjete. Novoizgrađivana rasvjeta od 1947. godine izvođena je kao paralelna. Serijska rasvjeta bila je, uz serijski spoj žarulja sa stalnom strujom od 6,6A. Stalna jakost struje postizala se regulacijskim transformatorima. Osam regulacijskih transformatora, od kojih je jedan bio rezerva, smješteni bili su na jednom mjestu u gradskoj elektrani. Nepokretni svitak regulacijskog transformatora bio je priključen na napon 10kV.

4.3. ELEKTROENERGETSKI SUSTAV U ISTRI

U području koje danas pripada Hrvatskoj i Sloveniji (Istra, Primorsko, Rijeka) elektrifikacija se temeljila do 1926. godine na termoelekttranama u većim gradovima (Kopar, Pula, Rijeka) i na hidroelekttranama vrlo male snage u Primorskom. Te godine, naime, izgrađen je dalekovod (132kV, 114km) između hidroelektrane Caneva u sjevernoj Italiji i transformatorske stanice Općina kod Trsta. Tada je počela intenzivnija elektrifikacija, gradnjom vodova 27kV i 10kV.

Takvo stanje zadovoljavalo je potrebe neko vrijeme, ali ono nije bilo ni dostatno ni dovoljno sigurno, te je izrađen dugoročni program koji je obuhvaćao gradnju 10 hidroelektrana na Soči i njezinim pritocima, i na rijeci Timav (Reka), ukupne snage 213MW s mrežom napona 132 i 50kV. Energija je bila, u prvom redu, namijenjena industriji u Trstu i Monfalconeu, dok bi viškove energije preuzimao elektroenergetski sustav sjeverne Italije. Od predviđenih hidroelektrana, sagrađene su na Soči hidroelektrane Doblar (1939) i Plave (1940) ukupne snage 48MW. Hidroelektrana Doblar spojena je dalekovodom 132kV s transformatorskom stanicom Općina, a hidroelektrana Plave dalekovodom 50kV.



Slika 3 Visokonaponska i srednjonaponska mreža Istre 1945. godine

Visokonaponska mreža je oblikovana tako da je od trafostanice u Općini sagrađen je dvostruki vod 50kV do Pule i dva voda do Rijeke. Jedan od tih vodova (Općina-EVP Pivka-EVP Matulji) bio je 50kV, za elektrifikaciju željeznice Rijeka-Trst. Drugi vod (Općina-Matulji) bio je napona 132kV, građen istodobno s početkom gradnje

termoelektrane Vlaška na rudniku Raša (1939. godine), kada je sagrađen i vod Matulji-Labin, konstruiran za napon 110kV, u pogonu pod 50kV. U tijeku drugog svjetskog rata, povezana je termoelektrana Vlaška s Pulom vodom 50kV.

Societa Elettrica Istriana (SEI), kao privatna industrija sa sjedištem u Puli, formirana je 1921. godine. Te godine naručuje kod Societa Elettrica Venezia e Giulia (SELVEG) projektiranje dvostrukog dalekovoda 50kV ukupne duljine 103km, s rasklopištima i transformacijama u Karoljbi, Svetvinčenatu i Puli. Izgradnji dalekovoda i rasklopišta pristupilo se 1923. godine i radovi su završeni 1924. godine. TS 50/10kV Gregovica u Puli, stavljena je u pogon 1925. godine i napaja Arsenal vodovima 10kV. Grad Pula, pak, napaja se preko rasklopišta elektrane, u kojem

su instalirani transformatori 10/3 kV. Kabelskom mrežom 3 kV napajale su se distribucijske stanice 3/0,4 kV u gradu. Vodovi 10kV za okolna mjesta grade se 1926-1928. godine.

TS 50/10kV Karojba, puštena je u pogon 1926. godine i od tada opskrbljuje Buzet. Iz te transformatorske stanice opskrbljuju se od 1928. godine Pazin i Poreč vodovima 10kV.

TS 50/10kV Svetvinčenat puštena je u pogon 1928. godine, od kada se vodom 10kV napaja Rovinj i veća sela između Rovinja i Svetvinčenata.

SEI gradi i dalekovod 27kV koji povezuje transformatorsku stanicu Općina s mjestima zapadne obale Istre, do Portoroža i dalje do Buja, 1926. godine.

Zbog jeftinije hidroenergije, u idućim godinama električna energija iz termoelektrane Pula predstavlja rezervni izvor opskrbe, a sve se više koristi energija dobavljena dalekovodom iz elektroenergetskog sustava Italije. Godine 1927. zaključen je ugovor između SEI i Općine Pula, kojim komunalno poduzeće prelazi u privatnu industriju, čime će građanstvo biti na dobitku jer će tako vidjeti rješenje problema gradske rasvjete i rasvjete kućanstva.

Elektrifikacija područja proteže se i dvostrukim vodom 50kV Svetvinčenat-Štalije i provizornom TS 50/10kV Štalije, izgrađenim 1926. godine. Iste godine grade se trafostanice i 10 kV vodovi radi elektrifikacije rudarskih postrojenja raških ugljenokopa. Odatle se 1931. godine elektrificira Labin i druga mjesta na tom području.

Izgrađena dvostruka 50 kilovoltna mreža koja se razvodi u obliku kičme cijelom dužinom Istre, s tri snažna rasklopišta i transformacijama 50/10 kV, omogućuje široku elektrifikaciju Istre. Dalekovodi su građeni na kvalitetnim stupovima: 50 kV na čelično-rešetkastim stupovima, a 10 kV na čelično-rešetkastim i betonskim stupovima.

Takvo stanje preraslo je organizaciju SEI, pa se 1935. godine ujedinjuje s organizacijom Societa elettrica Venezia e Giulia (SELVEG). U zoni Istra djeluje do 1947. godine, a u zoni Slobodnog Teritorija Trsta (STT) do 1954. godine.

Pregled podataka o počecima elektrifikacije većih mjesta Istre iznesen je u tablici 3, a karta mreže Istre 1945. godine je na slici 3.

Na Primorskom, Istri i Rijeci, pogonska frekvencija bila je 42Hz. Prijelaz na 50Hz proveden je 1951. godine u Istri, a na području Slobodnog Teritorija Trsta, u Bujštini - 1954. godine.

Tablica 3 Počeci javne elektrifikacije u većim mjestima Istre

God	Mjesto	Izvor energije	Vr	Pog	Snaga (kW)	Vrsta struje
1889	Vodnjan	El. centrala Marchesi & Compagn	M	PS	25	ist
1893	Pula	Pogon Pula (K&W)	M	PS	200	ist
1904	Pula	Elektrana	J	MU	150	ist
1920	Buzet	Priključak na EES	J			trf
1926	Buzet	Priključak na EES	J			trf
1928	Poreč	Priključak na EES	J			trf
1931	Labin	Priključak na EES	J			trf

Legenda:

God početna godina korištenja

EES elektroenergetski sustav

Vr vrsta elektrifikacije

J iz javno korištene elektrane, mreže

M iz mješovito korištene elektrane

Pog vrsta pogonskog stroja

MU motor na upojni plin

PS parni stroj

Vrs vrsta struje generatora

ist istosmjerna struja

trf trofazna struja

Snaga je iskazana u kW (generator istosmjerne struje), odnosno KS (snaga pogonskog stroja).

4.4 ORGANIZACIJA ELEKTROPRIVREDE U ISTRI NAKON DRUGOG SVJETSKOG RATA

Organizirano djelovanje oko elektrifikacije novooslobođenih krajeva počinju 1944. godine, kada je osnovana Uprava za elektrifikaciju Istre i Hrvatskog primorja sa sjedištem u Crikvenici. Godine 1946. Električno poduzeće Hrvatske (ELPOH) je osnovalo svoj pogon za Istru sa sjedištem u Labinu, koji je električnom energijom opskrbljivao samo područje Podlabinštine iz Raše, dok je zapadno područje Istre (STT) tada dobivalo energiju od talijanskog poduzeća SELVEG. Ostali dijelovi Istre, pod našom upravom, opskrbljivali su se iz Električnog poduzeća za Istru, Rijeku i Slovensko primorje (ELPRIS).

Da bi postali neovisni o isporuci električne energije od strane SELVEG-a, a zbog napetih diplomatskih odnosa s Italijom, 1949. godine izgrađen je dalekovod 50kV Sežana-Črni Kal s rasklopištem u Črnom Kalu. Također, 1950. godine izgrađen je dalekovod 27kV iz TS Karojba s transformacijom 50/27 kV za opskrbu Bujštine.

Angloamerička vojna uprava, koja je nakon rata zaposjela dio Istre, napustila je Pulu 1947. godine, pa je tada imovinu i poslovanje SELVEG-a preuzelo Elektroprimorje Rijeka. Ono je u Puli osnovalo svoj područni ured, koji je djelovao do 1950. godine, a potom je organizirano samostalno poduzeće Elektroistra Pula.

5. POČECI JAVNE ELEKTRIFIKACIJE U HRVATSKOM PRIMORJU, LICI I GORSKOM KOTARU (Z.PLANDER)

5.1. UVOD

Na križištu putova, strateških i političkih, te demografskih kretanja, a osobito svekolikih gospodarskih interesa nalazi se riječko područje, a i cijela Hrvatska - od rimskog doba do današnjih dana. Riječko područje sa zaledem oduvijek je bilo zanimljivo sa stanovišta pomorskog prometa, šumarstva i prerade drveta, a zbog političkih i gospodarskih interesa privlačno je za razvoj industrije od početka 19.stoljeća, te turizma.

I danas smo korisnici izgrađenih prometnica s povoljnim voznim svojstvima; cesta izgrađenih od 18.stoljeća: Karolina (1725-1736), Jozefina (1775-1779), Terezijana (1782-1786), Luiziana (1803-1811), Rudolfina (1870-1874) i druge, kao i željezničke pruge Karlovac-Rijeka od 1873. godine. Sav taj razvoj i izgradnja su interes i posljedica snažnog gospodarskog razvoja, vojne nadmoći i korištenja morskih puteva za potrebe Austro-Ugarske Monarhije.

Stanovništvo je to tako i prihvaćalo, te je stoljećima bilo okrenuto prema moru i cijelom svijetu. Međutim, u skromnim uvjetima, a uvijek na udaru svih vojnih sila, nije moglo uživati blagodati prirodnih mogućnosti. Hrvatski narod, koji je na ovim prostorima uvijek bio značajna većina, ali i većina bez značajnijeg obrazovanja, i bez kapitala - škrt zemlja, teško more - bio je lucidni element razvoja i dobro iskorištena radna snaga za mnoge akcionare, koji su ovdje nalazili svoj interes.

Prometne prednosti, razumni i spretni poduzetnici, te - u velikoj mjeri - prirodne okolnosti, doveli su do razvoja industrije papira, nafte, motora, torpeda, brodogradnje i brojne prerađivačke industrije. Nije slučajno da se svaka novost implementirala u Rijeci i okolini, i to s uspjehom, iako su uvjeti bili vrlo složeni, ali je interes za profitom nadjačao sve političke konfrontacije, te našao značajno mjesto u ekspanziji područja i njegovom prosperitetu. Ti elementi moraju biti valorizirani i kada se govori o energetici, koja je u funkciji optimalnog opsluživanja integralnog razvoja područja.

5.2. PRVOTNA ELEKTRIFIKACIJA

Bogatstvo poduzetnika, stvarni interesi i perspektivni razvoj doveli su do doista rane plinifikacije i plinske rasvjete Rijeke, 1852. godine, do ugradnje generatora istosmjerne struje 1885. godine u riječkom kazalištu, a 1890. godine do izgradnje elektrane za vlastite potrebe - rasvjete novoizgrađene željezničke stanice, njezinih kolosjeka i lučkih postrojenja. Elektrana je posjedovala parni stroj od 40KS i generator istosmjerne struje 22kW.

Prijedlozi da se u Rijeci izgradi elektrana javnog karaktera za opće potrebe grada pojavili su se još 1886. godine. "Internationale Elektrizitätsgesellschaft" iz Beča izgradila je 1882. godine elektranu izmjenične struje, s tri jednofazna generatora od po 120kVA, 2kV, vezana na parne strojeve od po 120KS. Ta je elektrana preuzela rasvjetu željezničke stanice, kolosjeka, lučkih postrojenja i silosa, zamijenivši time elektranu iz 1890. godine. Uskoro nakon toga počinje elektrifikacija stanova i ureda duž obale luke. Razdioba je bila jednofazna, pomoću dva nadzemna voda s tri transformatorske stanice 2000/100V, odakle se energija vodila do potrošača. Elektranu je zamijenila nova elektrana "Ponsal" 1897. godine, s tri nova parna stroja ukupne snage 400KS i premještenim agregatima 360KS iz stare elektrane. Od 1908. godine u pogonu je četvrta riječka termoelektrana, uz izvor Zvir na Rječini, koja ima dva turboagregata s trofaznim generatorima od po 1500kVA, 5kV, 42Hz. Rad elektrane "Ponsal" se obustavlja, a u novoj se Termoelektrani Rijeka godine 1913. ugrađuje treći turboagregat od 1600kVA.

Tablica 4 Počeci javne elektrifikacije u većim mjestima na području Hrvatskog primorja, Gorskog kotara i Like

God	Mjesto	Izvor elektrifikacije	Vr	Pog	Generator kVA	Vrs (kW)
1892	Rijeka	TE Rijeka	M	PS	360	jf
1894	Brijuni	Općinsko javno HE Brijuni	J	V+P	65	trf
1896	Opatija	TE Punta Colova	J	PS	250	trf
1902	Rab	DE Rab	J	DM	27	trf
1910	Mali Lošinj	TE Mali Lošinj-Sv. Martin	J	PS	395	trf
1921	Gospić	Privatna TE za javne potrebe	J	PS	(25)	trf
1925	Gospić	TE Gospić	J	MU	45	trf
1926	Omurje (okolina)	DE Omurje Općinska elektrana	J	DM	27	trf
1927	Crkvenica	Privatna el. za javne potrebe	J	DM	200	trf
1927	Đurđevac	HE Đurđevac V+P	J	V+P	1000	trf
1928	Senj	DE Senj	J	DM	70	trf
1928	Imenica	HE Rječina Javna (Košćak)	M	V+P	70	trf
1930	Otočac	DE Otočac	J	DM	25	trf
1931	Vrbovsko	Privatna TE (Košćak)	M	PS	100	trf
1936	Gračac	DE Ložionica JDŽ	M	M+P	225	trf
1941	Čablar	HE Čablar	J	V+P	25	trf
1949	Donji Lapac	TE DIP Donji Lapac	M	PS	...	trf

Legenda:

God početna godina korištenja
Vr vrsta elektrifikacije
 J iz javno korištene elektrane
 M iz mješovito korištene elektrane
Pog vrsta pogonskog stroja
 DM dizelski motor
 MU motor na upojni plin
 M+P motor na upojni plin i parni stroj
 PS parni stroj

VT vodna turbina
V+P vodna turbina i parni stroj
Vrs vrsta struje generatora
 ist istosmjerna struja
 izm izmjenična struja
 jf jednofazna struja
 trf trofazna struja
Snaga je iskazana u kVA (generator izmjenične struje),
odnosno kW (generator istosmjerne struje).

U Rijeci je od 1899. godine u pogonu električni tramvaj s elektranom istosmjerne struje 120kW. U Rijeci se od 1904. godine koristi i spalionica smeća za proizvodnju električne energije. U spalionici se proizvodi para koja pokreće parni stroj s trofaznim generatorom 150kVA, koji opskrbljuje jedan od motora gradske vodoopskrbne crpke.

Grad Bakar izgradio je javnu hidro-termoelekttranu, zajmom i intabulacijom na gradsku imovinu. Elektrana je puštena u pogon 16. lipnja 1894. godine. Prigodom obnavljanja mlinu - Malinici na Jazu - tvrtka "Internationale Elektrizitätsgesellschaft" iz Beča, prema nalogu gradske uprave, ugradila je u starom mlinu - koji je radio na mlinске kotače - vodnu turbinu umjesto kotača. Za rezervu, kada nema vode, postavljen je parni pogon. Generator istosmjerne struje bio je 6,5kW, 100V. Javna rasvjeta imala je 50, a privatna 120 žarulja.

5.3. ISTRAŽIVANJA I POČETNO KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

U projektima se 1897-1899. godine našla i hidroelektrana Grohovo s padom od 35m i maksimalnim protokom 3,4m³/s, s četiri turbine promjera 1m na dvije vodoravne osovine [16]. Kota gornje vode je 210m, a donje vode 171m. Riječka općina izdala je rješenje o koncesiji za izgradnju sa svim vodoprivrednim i drugim tehničkim uvjetima izgradnje 1903. godine. Do izgradnje nije došlo zbog problema između raznih tvorničara, pilana i proizvođača električne energije, [1] i [16].

Voda je kroz stoljeća bila energetski privlačna pojava. Za velike projekte bio je važan njen energetski doprinos u prometu: primjerice veliki vodeni put Rajna-Majna-Dunav. Projektom francuskog istraživača i projektanta sustava kanala Sava-Kupa-Jadransko more F.J.Maerea iz 1786. godine, Bečkom dvoru predložena je realizacija plovnog puta Dunavom, Savom i Kupom do Broda na Kupi i dalje kanalima, ustavama i prevodnicama do Kraljevice na moru. Voda bi se osiguravala iz akumulacijskih jezera u Fužinama od 3 milijuna kubnih hvati (oko 25,5hm³), gdje bi se dovodila oborinama i iz Kupe sustavom pumpi i prevodnica, te koristila za plovidbu. U projektu su registrirana izvorišta, oborine, hidrogeološke karakteristike i topografija, te je prikazan komercijalni učinak plovnog puta i valorizacija cijelog goranskog područja, a osobito Fužinskog kraja.

To govori o važnosti i nastanku jednog od većih realiziranih projekata korištenja voda Gorskog Kotara u sustavu HE Nikola Tesla Vinodol, koji je započeo između dva rata, s početnim projektom akumulacije Fužine od 19hm³, što je kasnije nakon detaljnih geoloških istraživanja promijenjeno i glavno jezero je ostvareno na Lokvarki sa sadržajem od 32hm³ (a u 1980. godini i povećano na 36,5hm³). Projekt se radio u vrijeme velikih ratnih i poratnih teškoća, ali je dovršen sinkroniziranim aktivnostima povezivanja elektroenergetskih sustava Italije i Hrvatskog primorja radi stvaranja uvjeta na gradilištima elektrane, te kasnijeg povezivanja s elektroenergetskim sustavom sjeverozapadne Hrvatske. Najvažnije etape u tom pothvatu su povezivanje 5kV i 6kV mreža Zeleni Vir-Kupjak-Crikvenica-Novi Vinodolski-TE Ropci 1939-1941. godine, kao i povezivanje elektrane Fužine u zajednički sustav. U nastavku, 1946. godine, postavljen je pretvarač snage, motorgenerator od 1,5MVA, 42/50Hz, u TS Turnić (Rijeka) s transformacijom 5/30kV, te izgrađen DV 30kV Turnić-Plase, a 1952. godine DV 35kV Plase-Vinodol. Godine 1952. puštena je u pogon HE Vinodol i 110kV veza Vinodol-Rakitje. Elektrana je do 1954. godine tom vezom radila odvojeno od riječkog područja, a od tada je i ovdje povezano riječko, istarsko, slovensko i područje središnje Hrvatske, jer je izgrađen vod 110kV Vinodol-Matulji.

Vlasnici mlinova i korisnici voda koji su imali koncesije bili su protiv uvođenja i korištenja električne energije i elektromotornih pogona, te proizvodnje hidroelektrične energije [16]. U dokumentaciji arhiva postoje žalbe vlasnika mlinova i druge predstavke radi promjene režima protoka voda kao i oduzimanje voda u vrijeme koje njima nije odgovaralo.

Za razvoj energetike i korištenja voda na ovom području od velike su važnosti saznanja, dokumenti i podaci o meteorološkim mjerenjima, kišomjernim postajama, nacrti regulacija i melioracija na rijekama i jezerima, te uređajima uz vodu (mlinovi, pilane i vodomjerne stanice), od 1888. godine i dalje. Postoje nalozi Tehničkom uredu općine Sušak o redovnoj dostavi mjerenja i

vodostaja geofizičkom zavodu u Zagrebu, kao i obračuni isplate pojedinim vodomjeračima, koji su obavljali mjerenja i opažanja [16]. Time su stvarani temeljni podaci za daljnje projekte korištenja voda, kako za vodoopskrbu, regulaciju, melioraciju, tako i za energetiku. To je dovelo do toga da je organizirana opskrba vodom i energetske korištenje vode prisutno na ovim prostorima već više od 100 godina.

Istraživanja, pojedinačne akcije stručnjaka, brojni zapisi u državnim arhivima Beča, Trsta, Zagreba, Rijeke i na drugim mjestima, objavljeni u stručnoj literaturi, omogućili su stvaranje i razvoj upotrebljivih projekata na području Hrvatskog primorja i Gorskog kotara.

5.4. DALJNJA ELEKTRIFIKACIJA PODRUČJA

U dokumentaciji Historijskog arhiva Rijeka nalazi se i povijest poduzeća javnih i uslužnih djelatnosti - Azienda Servizi Pubblici Munizipalizzati 1909-1939. godine, gdje se nalaze mnogi detalji o razvoju potrošnje električne energije, te izgradnje kabelskih i nadzemnih vodova i trafostanica na području Rijeke i Opatije. Među zanimljivim je i kabelska mreža Fiume iz 1908. godine, napona 5000/2000 V s većim brojem trafostanica i obje elektrane koje su tada bile u pogonu (stara "Ponsal" i nova Termoelektrana Rijeka) odakle se vidi da je i sigurnost opskrbe bila čimbenik u razvoju mreže.

Od 1892. godine razvijana je elektroenergetska mreža (osobito kabelska) na području Rijeke i Opatije (koja je elektrificirana 1896. godine), s brojnim trafostanicama. Od 1921. godine dolazi i do povezivanja na širem području. Vodom 132kV Općina-Matulji, od 1940. godine, slijedi povezivanje u sustav elektroenergetske opskrbe na području sjeverne Italije [16].

Ostala područja provodila su elektrifikaciju izgradnjom pojedinačnih elektrana, a povezivanje je ostvareno tek širom elektrifikacijom nakon izgradnje HE Vinodol, te nakon polaganja kabela prema Krku (1960), Cresu (1963), Lošnju (1964) i Rabu (1964), [2].

Navodimo elektrifikacije pojedinih područja: Rab 1902. godine; Mali Lošinj 1910. godine; HE Zeleni Vir 1921. godine, odakle se opskrbljuju Skrad i Kupjak 1922. godine, a Delnice 1927. godine; Cres 1924. godine; Omišalj 1925. godine; Krk 1929. godine; Senj 1928. godine; Kraljevica 1929. godine; Vrbovsko 1931. godine, [1] i [16]. Detaljniji podaci o tome izneseni su u tablici 4. I u drugim mjestima razvijale su se elektroenergetske mreže, ali su izvori prtežito bile tvorničke elektrane, pilane i mlinovi manjih snaga. Tek su ponegdje to bile elektrane za javne potrebe neposredno izgrađene prije drugog svjetskog rata na temelju koncesija s profitom i prodajnom cijenom električne energije. BEP je objedinio brojne takve aktivnosti i otkupio neke elektrane i električne mreže i značajno razvio daljnju elektrifikaciju, posebno na Sušaku, u Gorskom kotaru i Primorju [1].

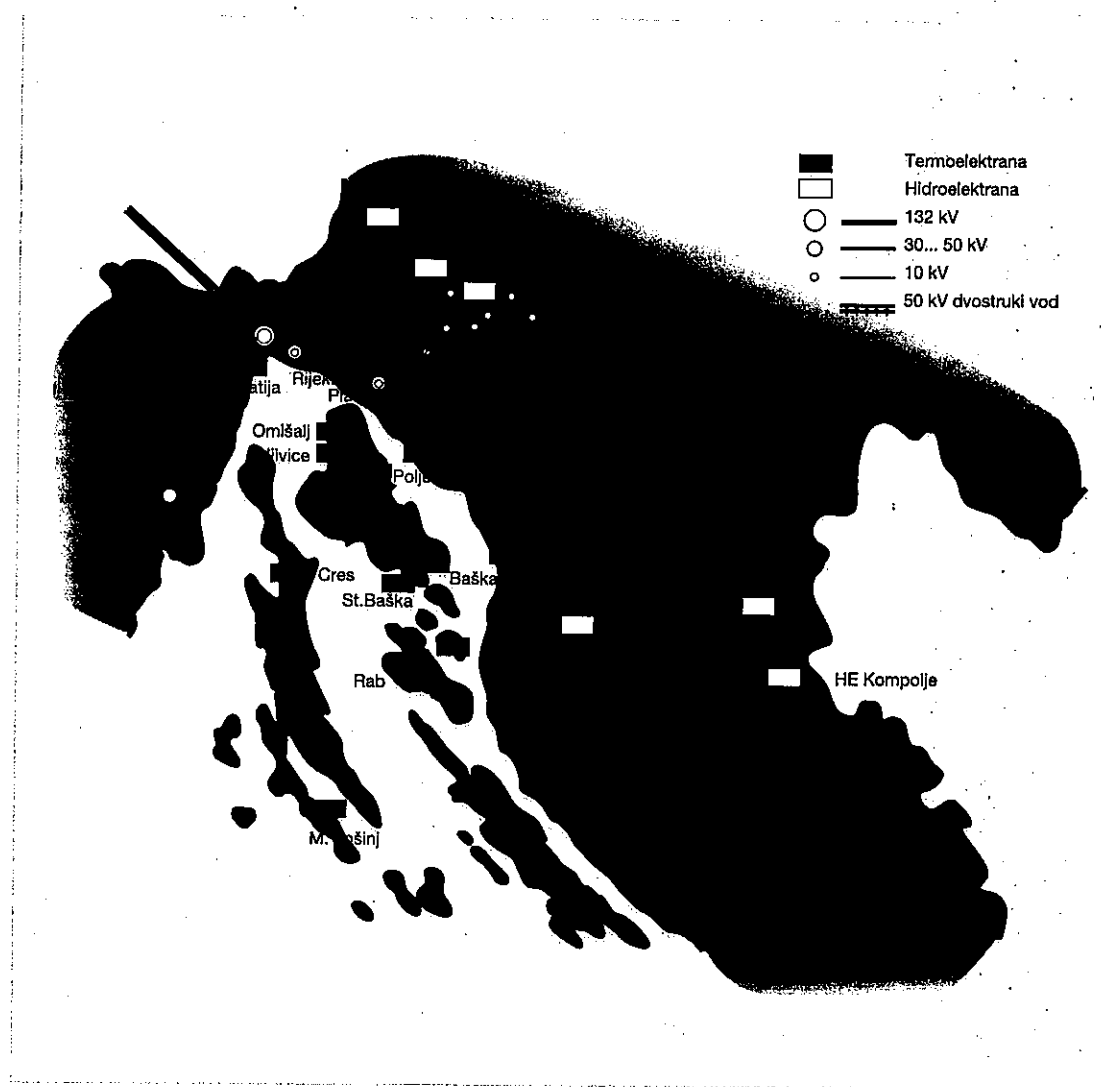
Hidroenergetski potencijal područja Like i Gorskog kotara koristio se za mlinove i pilane dugo godina. Iz 1907. godine postoje planovi za korištenje voda Like i Gacke u elektroenergetske svrhe, kao prethodne varijante budućeg hidroenergetskog sustava Senj. Veličina zahvata, golemo sredstvo i prvi svjetski rat, a i kasnija financijska nemoć, odgodili su taj projekt za 50 godina. U međuvremenu, 1935. godine, izgrađena je HE Švica snage 100kVA za opskrbu Otočca. Radila je sve do izgradnje HE Senj. U ostalim mjestima Like, također i u Otočcu, instalirane su od 1925. godine na dalje lokalne elektrane s pogonom motorima na upojni plin, dizelskim motorima, parnim strojevima i lokomobilima. Jedino je na Plitvicama 1928. godine ugrađena franciscina turbina s generatorom 70kVA. Tek 1956. godine dolazi do povezivanja s HE Slapovi na Uni - Bihać, i tada počinje potpunija elektrifikacija područja.

U Lici su značajni izvori hidroenergije, ali vrlo promjenjivog intenziteta i velikih razlika u vodostaju; Lika, Jadova s pritokama, a na strani Obrovca Ričica, Otuča, Opsenica i Krivaka. Bez većih akumulacijskih zahvata nije moguće ukrotiti te vodotoke, a dugačkim tunelima privesti korištenju na padu prema moru (u primjeru HE Senj to je više od 33km tunela). Takvi se pothvati (i manjih snaga i protoka) nisu mogli ostvariti sve do pedesetih godina, a i tada uz osiguranje inozemnih zajmova.

Razvoj ukupno instaliranih snaga elektrana na čitavom promatranom području, u javnim i mješovitim elektranama, u početno vrijeme elektrifikacije odvijao se:

godina	1900	1910	1920	1930	1940
snaga(MW)	1,1	4,5	8,5	13,5	22,5

Zatečeno stanje na početku drugog svjetskog rata zadržalo se do početka pedesetih godina. Okolnosti 1947. godine prikazane su kartom na slici 4.



Slika 4 Elektroenergetska mreža i elektrane Hrvatskog primorja, Like i Gorskog kotara 1947. godine

6. POČECI JAVNE ELEKTRIFIKACIJE U DALMACIJI (K. OŽEGOVIĆ)

6.1. UVOD

Prvi dio ovog pregleda iznosi javne elektrifikacijske pothvate iz lokalnih elektrana. U nastavku, opisuje se prvo korištenje vodnih snaga Dalmacije, do kojeg je došlo na Cetini i Krki. Zajedno s gradnjom prvih hidroelektrana pojavio se i prvi prijenos električne energije na veće udaljenosti, zahvaljujući mogućnosti transformacije izmjeničnog napona. Mogu se spomenuti naponi 3, 6, 10, 15, 30 i 50 kV kao prijenosni. Konačno, dat je pregled razvitka podmorske kabela mreže otočja srednjeg i južnog Jadrana, što je dovelo do postupnog obustavljanja rada malih elektrana na otocima.

6.2. PRVA ELEKTRIFIKACIJA

Pogon prvih generatora za proizvodnju električne energije bio je različit; korišteni su parni stapni strojevi, motori na upojni plin i dizelski motori. Razmjerno su rijetki slučajevi (uglavnom u većim gradovima) da se koristila hidroenergija (Split, rijeka Jadro; Dubrovnik, HE Zavrle, makar vrlo kasno; Šibenik, rijeka Krka). Lokalne električne mreže bile su različitih sustava (istosmjerni napon, izmjenični napon - različit po broju faza i frekvenciji, te šarolikih nazivnih napona).

Naprednjaci koji su se zalagali za elektriku imali su često mnogo poteškoća s "konzervativcima", koji su imali interes da se zadrži već tada postojeća petrolejska ili plinska rasvjeta, pretežito u gradovima. Kad se lokalna elektrifikacija ondašnjeg tipa kako-tako potvrdila, vremenom je došlo do novog otpora od samih vlasnika lokalnih elektrana. Počeo je, naime, proces uključivanja pojedinih područja u elektroenergetski sustav, bez obzira kakav je tada bio, što je omogućilo sniženje cijene električne energije, ali je učinilo nepotrebnim pogon lokalnih elektrana.

Električna energija stajala je na raspolaganju danonoćno samo u većim gradovima, dok su u manjim mjestima elektrane pogonjene motorima s unutrašnjim sagorijevanjem ulazile u pogon tek u vrijeme sumraka, pa do 22h, a samo iznimno (praznici, svečanosti) prestajale su radom kasnije. Takvo je stanje u nekim područjima trajalo vrlo dugo i iza drugog svjetskog rata, sve dok ta područja nisu postupno priključena na elektroprivrednu mrežu.

Podaci o počecima javne elektrifikacije u Dalmaciji izneseni su u tablici 5; tu su prikazani samo početni pothvati u pojedinom mjestu.

Zadar je električnu energiju počeo koristiti na Silvestrovo 1894. godine, kada je uključena prva električna javna rasvjeta u Širokoj i drugim ulicama, te na Gospodskom trgu [48]. U zadarskoj elektrani, parni strojevi pokretali su četiri generatora istosmjerne struje od po 25kW. Razdioba električne energije provodila se uz napon 2x150V. Godine 1902. instaliran je generator istosmjerne struje od 160kW, a do početka prvog svjetskog rata instalirana su tri dizelska agregata s generatorima istosmjerne struje, tako da je ukupna instalirana snaga zadarske elektrane tada bila 515kW. Elektrifikaciju je financirala gradska općina, osnovavši posebno poduzeće Aziende Municipalizzate di Zara.

Šibenik je 28.kolovoza 1895. godine dobio električnu energiju za potrebe javne rasvjete iz hidroelektrane "Krka" (kasnijim imenom "Jaruga", odnosno "Jaruga I"), s dvofaznim generatorom 320kVA, 3kV, 42Hz. Dalekovod napona 3kV, četverovodični (dva puta jednofazno), 11km duljine, položen je do grada. Električna se energija ovdje transformirala na napon 110V. U početku je opskrbljena javna rasvjeta od 216 rasvjetnih mjesta i neke privatne kuće, a iduće godine priključeno je kazalište. U idućim godinama priključuju se prvi industrijski potrošači i kućanstva. Ubrzo, formiran je i tarifni sustav. Pothvat je bila poduzela tvrtka Ante Šupuk i sin iz Šibenika.

Tablica 5 Počeci javne elektrifikacije u većim mjestima Dalmacije

God	Mjesto	Ime centrala	Vr	Pog	Snaga (kVA)	Vrsta struje
1894	Zadar	El. centrala Zadar	J	PS	100	ist
1901	Dubrovnik	El. centrala Dubrovnik	J	PS	150KS	trf
1915	Dnriš	Priklj. na HE Roški slap	M	VT	1000	trf
1923	Sinj	Elektrana Sinj soj	J	MU	50KS	trf
1927	Omiš	Priključak na EES	J			trf
1928	Cavtat	Električna centrala	J	DM	24	trf
1929	Korčula	Gradska elektrana	J	DM	80	trf
1930	Makarska	Gradska elektrana	J	DM	84	trf
1931	Komiža (o. Vis)	Općinsko el. poduzeće	J	DM	40	trf
1932	Starigrad (o. Hvar)	...	J	DM	27	trf
(1938)	Lastovo	Privatna elektrana	J	DM	...	ist
1940	Metković	Općinska elektrana	J	DM	40	trf
1946	Pag	Općinska elektrana	J	DM	120	trf

Legenda:

God početna godina korištenja
 EES elektroenergetski sustav
 Vr vrsta elektrifikacije
 J iz javno korištene elektrane, mreže
 M iz mješovito korištene elektrane
 Pog vrsta pogonskog stroja
 DM dizelski motor
 MU motor na upojni plin
 PS parni stroj

PT parna turbina
 VT vodna turbina
 Vrs vrsta struje generatora
 ist istosmjerna struja
 jf jednofazna struja
 2jf dva puta jednofazno
 trf trofazna struja
 Snaga je iskazana je u kVA (generator izmjenične struje),
 odnosno kW (generator istosmjerne struje), iznimno u KS
 (pogonski stroj).

Obilježja šibenskog elektrifikacijskog pothvata iz 1895. godine bila su temeljem za izbor 28. kolovoza kao Dana Hrvatske elektroprivrede: svrhovito izgrađena elektrana izmjenične struje s visokonaponskim prijenosom, transformacija i razdioba pri niskom naponu, prodaja električne energije potrošačima. Takva tehnologija i poslovanje svojstveni su i današnjim javnim elektroprivredama svugdje u svijetu.

Mreža Dalmacije, koja se ostvarila prije povezivanja s elektranama izvan područja - 1953. godine, prikazana je slikom 5. Od 1955. godine regionalni sustav je u paralelnom radu s HE Jablanica.

6.3. KORIŠTENJE VODNIH SNAGA

Energetske mogućnosti rijeka Cetine i Krke vrlo rano su privukle pozornost stručnjaka i stranog kapitala, pa su neke elektrane i izgrađene. Za ono vrijeme velika snaga tih elektrana, a osobito njihov utjecaj na socijalni preobražaj tog dijela Dalmacije [30, 31, 32] i utjecaj na javnu elektrifikaciju opravdava uvrštavanje u ovaj pregled. Nisu pronađeni podaci da se vodotok Zrmanje ranije koristio u elektroenergetske svrhe. Tek je 1984. godine počela raditi reverzibilna hidroelektrana Obrovac, koja koristi i vode ličke visoravni; stoga taj pothvat izlazi iz okvira razmatrane teme.

Cetina izvire iz više snažnih ali hirovitih (bujičnih) kraških izvora sjeverno od današnje HE Peruča, na prosječnoj nadmorskoj visini od 382m. Duljinom od 100km ponajprije teče od sjevera prema jugu, pa južno od Trilja kreće prema istoku do vodopada Gubavica, gdje naglo kreće prema zapadu - sve do ušća u more kod Omiša. Značajni dio toka Cetine ima karakter kanjona. Prije izgradnje hidroelektrane Peruča s pripadajućom akumulacijom, koja je bila prvi objekt današnjeg suvremenog hidroenergetskog sustava na Cetini, protok vode Cetine kod Zadvarja kretao se je između $700\text{m}^3/\text{s}$ (kišno razdoblje) i $7\text{m}^3/\text{s}$ (sušno razdoblje), s vrlo malim odstupanjima iz godine u godinu. Dakle, u omjeru približno 100:1. Upravo je stoga bilo nužno kasnijim projektima ostvariti velike akumulacije radi izjednačavanja kolebljivosti vodotoka. Računa se da slivno područje Cetine obuhvaća površinu od oko 4000km^2 . Energetska iskoristivost rijeke Cetine je $3,4\text{TWh/god.}$ [28], odnosno $3,7\text{TWh/god.}$ [2].

Zapažene energetske mogućnosti rijeke Cetine potakle su vrlo rano zamisli o korištenju tih mogućnosti. Prvi zabilježeni predprojekt potiče od tvrtke Schuckert&Co 1897. godine, a nizali su se i drugi prijedlozi. Zanimljivo je da sva tada predložena rješenja za korištenje voda rijeke Cetine u elektroenergetske svrhe u znatnoj mjeri sliče onome što je danas ostvareno na tom vodotoku, [1, 29].

Hidroelektrana Gubavica, nazvana tako po istoimenom vodopadu rijeke Cetine kod Zadvarja, puštena je u pogon 1912. godine - prva etapa $2 \times 16\text{MVA}$, svaki generator pokretan s po dvije francis turbine u vodoravnoj izvedbi. HE Gubavica, današnjim imenom HE Kraljevac, neposredno jo opskrbljivala električnom energijom tvornicu karbida i cijanamida u Dugom Ratu, iako je izdana koncesija Društvu SUFID obvezivala na ustupanje dijela proizvedene električne energije za potrebe javne elektrifikacije.

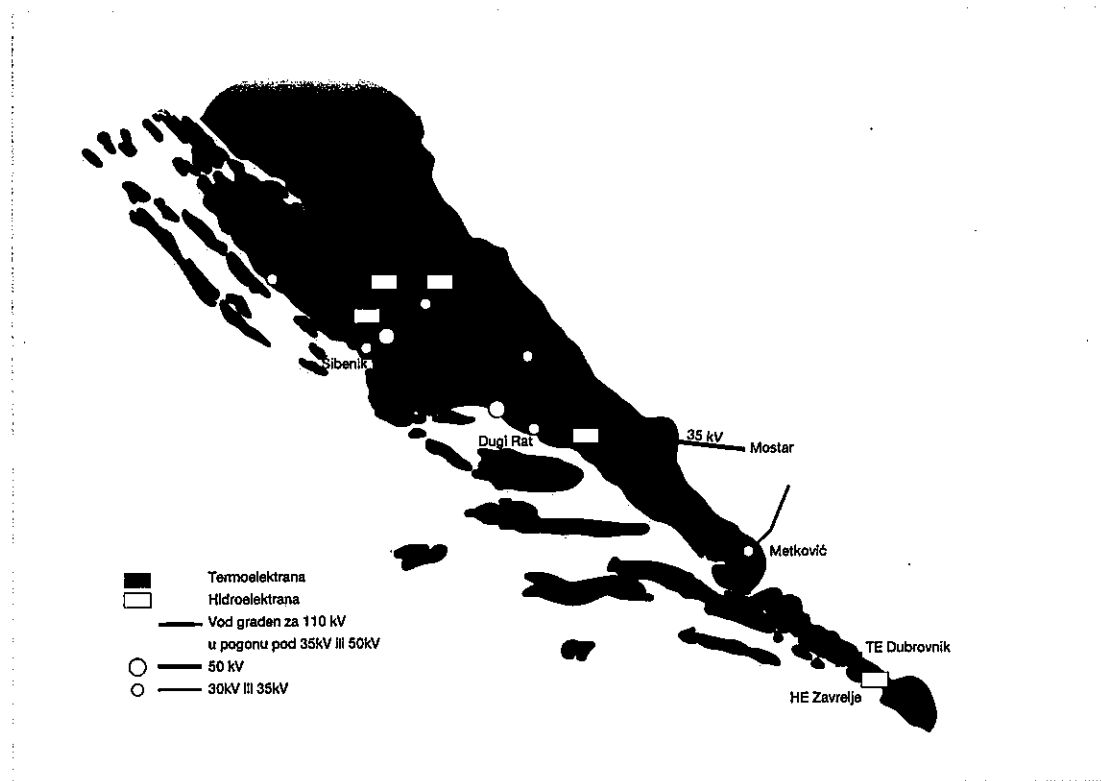
Spomenuto je da je u prošlom stoljeću postojalo više prijedloga za racionalno korištenje voda Cetine u elektroenergetske svrhe. Hidroelektrana Kraljevac građena je u potpunoj suprotnosti sa svim tim prijedlozima, na način da je korišten koncentrirani pad vodopada Gubavica (oko 100m), uz mala specifična ulaganja i bez mogućnosti akumulacije radi izjednačavanja proizvodnje električne energije tijekom godine. To je najbolje opisano ovim citatom: *"... Ona iskorištava pad od oko 100m na mjestu gdje se to može ostvariti gradnjom tunela dugog samo 2km. Time je iskorišten najpovoljniji dio energetskog potencijala rijeke Cetine, pa se već u doba gradnje smatralo da je takva gradnja pljačka prirode"*, [3] i [29].

Međutim, ipak je instalirana snaga HE Kraljevac 1927. godine povećana na ukupno 84MVA , bez bitnih promjena na hidrotehničkim građevinama, dakle, i dalje bez akumulacije vode.

Krka izvire ispod gorja Dinare istočno od Knina. Procijenjeno je da je energetska iskoristivost rijeke Krke $0,66\text{TWh/god.}$ [2], odnosno zajedno sa Zrmanjom $1,275\text{TWh/god.}$ [28], a sama Zrmanja $0,1\text{TWh/god.}$ [2]. Zanimljivo, izvor Krke udaljen je samo 10km od izvora Cetine. Krka u svojem toku, pretežito kanjonskog karaktera, ima tri koncentrirana pada.

Približno 15km nizvodno od Knina su slapovi Brljan, Manojlovac, Rošnjak i Miljacka na malom razmaku. Tu je 1906. godine stavljena u pogon HE Manojlovac, koristeći pad od 107m, a snage $4 \times 5200\text{kVA}$. Osobitost te elektrane je što je generatorski napon bio 30kV, 42Hz i električna energija se bez transformacije prenosila u Šibenik dvostrukim 30kV vodom, dugačkim 35km, u tvornicu karbida, kasnije ferolegura, SUFID kod Šibenika, sudjelujući i u javnoj elektrifikaciji grada.

Nizvodno je vodopad Roški slap. Tu je 1906. godine izgrađena HE Roški slap ($2 \times 500\text{kVA}$) za



Slika 5 Srednjonaponska i visokonaponska mreža Dalmacije 1953. godine

potrebe ugljenokopa "Šiverić" i "Velušić", do kojih se električna energija prenosila vodom napona 15kV, a dijelom se koristila i za javnu elektrifikaciju Drniša, 1915. godine.

Treći vodopad Krke, dalje nizvodno, je Skradinski buk - kasnije opravdano proglašen nacionalnim parkom. Koristeći dijelom taj pad, tu je 1895. godine izgrađena prva Šupukova hidroelektrana HE Krka, kasnije zvana HE Jaruga, odnosno HE Jaruga I - snage 320kVA, a 1899. godine instalirano je dodatnih 320kVA. Godine 1903. tu je puštena u pogon HE Jaruga II, snage 2x2625kVA. Godine 1914. HE Jaruga I prestala je radom, nakon što su njezina oprema i vod do Šibenika demontirani radi austro-ugarskih strateških potreba bakra. Obveze javne opskrbe Šibenika električnom energijom ostvarivane su isporukom električne energije iz HE Jaruga II.

6.4. PODMORSKI KABELI U DALMATINSKOM PODMORJU

Iz tablice 5 može se vidjeti da je više mjesta i gradića na otocima srednje i južne Dalmacije, prije ili kasnije, provelo vlastitu elektrifikaciju instaliranjem lokalnih agregata skromne snage. Tako proizvedena električna energija bila je skupa.

Između dva svjetska rata [49] u našem podmorju položena su samo dva kabela napona 10kV, i to 1928. godine kabel preko Limskog kanala (Istra) i 1937. godine Zablaće-o.Zlarin (šibensko područje). Ta se dva kabela mogu smatrati pionirskim pothvatima.

Značajan razvoj 10kV podmorske kabela mreže nešto kasnije se odvija na Zadarskom arhipelagu, gdje je 1958. godine položen kabel Zadar-Preko(o.Ugljan), a 1960. godine kabelski je povezan otok Pag [50].

Intenzivnije povezivanje otoka podmorskim kabelima događalo se tek iza drugog svjetskog rata. Za to su morala biti ispunjena dva uvjeta:

- raspoložive dovoljne količine električne energije na kopnu
- dovoljno niska cijena električne energije s kopna, koja bi omogućila sniženje cijene na otocima.

Budući da je tvornica karbida i cijanamida u Dugom Ratu raspolagala značajnom električnom snagom, već se 1924. godine rada ideja o polaganju kabela kopno-Brač i dalje za Hvar. Godine 1937. osnovana je Zadruga za elektrifikaciju otoka Brača i Hvara sa sjedištem u Splitu. Upornošću osnivača te Zadruge, uz neograničenu strpljivost, konačno je 1956. godine položen kabel Dugi Rat-Brač napona 30kV, a 1959. godine kabel Brač-Hvar, također napona 30kV (kasnije 35kV), [2, 36, 37, 43, 44]. Od ideje do ostvarenja trebalo je čekati više od 30 godina. No, tada je krenulo.

Već 1968. godine položen je kabel napona 110kV između kopna i Brača, a 1970. godine između Brača i Hvara, te Hvara i Korčule. Godinu dana kasnije polaže se još zadnjih 2 kilometra 110kV kabela od Korčule do Pelješca i time je "prsten" formalno zatvoren, [46, 47]. Krajnja istočna točka prstena je TS Ston, u korijenu poluotoka Pelješca. Izgrađena je djelomično kao provizorij (oprema UNRRA, Uprava Ujedinjenih naroda za pomoć i obnovu) 1960. godine. U to vrijeme nije bila sagrađena ni jedna TS 110/35kV na otocima, pa je 110kV kabelski prsten više godina bio pod naponom 30, 35, pa i 10kV. U cijelosti je pod napon 110kV pušten u rad 1982. godine nakon (postupne) izgradnje TS 110/35kV Starigrad (o.Hvar), TS 110/35kV Nerežišća (o.Brač) i TS 110/35 kV Blato (o.Korčula), [2, 24].

Uskoro nakon polaganja 110kV podmorskog kabelskog prstena u Dalmaciji, počela se ostvarivati i "otočna veza" 110kV u Hrvatskom primorju (prvi je kabel 110 kV Crikvenica-Krk, 1974. godine), da bi se "otočna veza" pod nazivnim naponom (110kV) zatvorila 1994. godine, spajanjem do Zadra.

I ostali veći otoci dalmatinskog područja, kabelski su povezani s elektroenergetskim sustavom, pri naponu 10 ili 35kV i to: Šolta (1957. godine), Šipan (1960), Vis (1964), Lastovo (1965), Mljet (1965) i Dugi otok (1979).

7. NASTAJANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA HRVATSKE (B.MARKOVČIĆ)

7.1. PRVI POČECI IZGRADNJE VODOVA VISOKOG NAPONA

U početku svjetske javne elektrifikacije, razdioba električne energije obavljana je samo niskim naponom i obuhvatila je malo ograničeno opskrbno područje napajano iz jedne male elektrane. Kad se pokazalo da je moguće električnu energiju prenositi uz upotrebu visokog napona, elektrane više nisu bile vezane uz opskrbno područje. To je pogodovalo iskorištenju vodnih snaga i gradnji većih i ekonomičnijih termoelektrana. Visokonaponskim mrežama pokrivena su veća područja što je, pak, tražilo napajanje iz više izvora. Medusobnim povezivanjem elektrana, stvaranjem visokonaponskih prijenosnih mreža i opskrbom udaljenih potrošačkih područja formirao se elektroenergetski sustav - temelj moderne elektrifikacije.

Razvojni put do elektroenergetskog sustava na tlu Hrvatske počeo je također izgradnjom prvih visokonaponskih vodova za prijenos električne energije iz hidroelektrana:

godina	HE	snaga	napon	duljina
1895.	Jaruga I	320kVA	3kV	11km
1903.	Jaruga II	5250kVA	15kV	12km
1906.	Manojlovac	20800kVA	30kV	35km
1908.	Ozalj	1500kVA	20kV	17km
1910.	Roški slap	1000kVA	15kV	28km
1912.	Kraljevac	32000kVA	50kV	23km

Do izgradnje elektroenergetskog sustava poslije drugog svjetskog rata, elektrane u Dalmaciji nisu bile vezane paralelno, premda bi to bilo primjereno njihovu broju i veličini.

7.2.FORMIRANJE LOKALNIH I REGIONALNIH MREŽA VISOKOG NAPONA

Tek krajem dvadesetih godina počele su se u nekim područjima Hrvatske formirati prve mreže visokog napona kojima se elektrificiralo područje izvan najužih centara lokalnih elektrana. U Dalmaciji je 1927. godine izgrađen vod 50kV Dugi Rat-Split (Dujmovača) i priključeni su Split i Kaštela na HE Kraljevac.

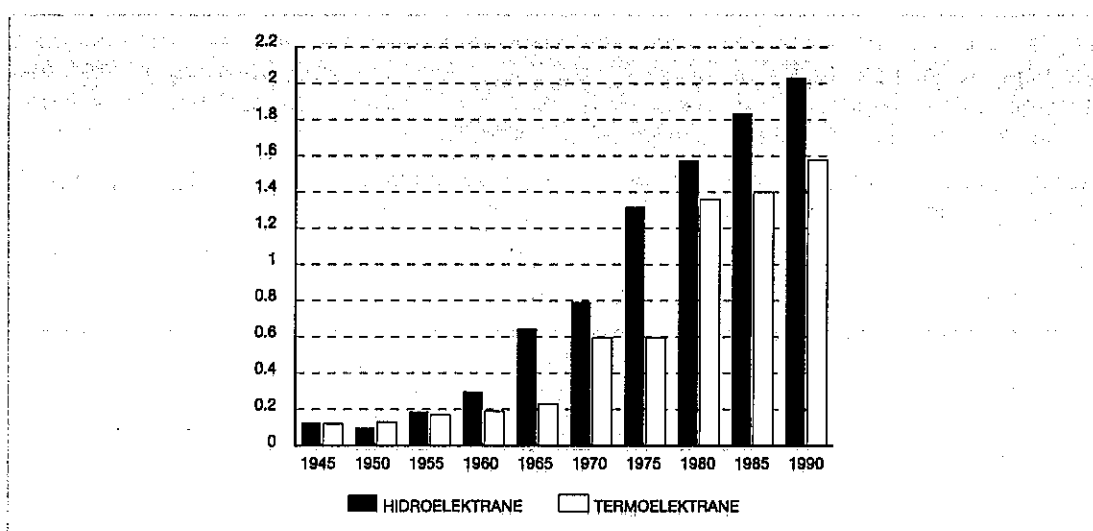
U Gorskom kotaru se počeo stvarati novi centar za elektrifikaciju izgradnjom HE Zeleni vir 1921. godine (1000kVA). Razvila se prilično razgranata lokalna mreža 5kV značajna za taj kraj, ali bez većih prijenosnih vodova.

Godine 1928. izgrađen je vod 35kV od Ormoža u Sloveniji do Varaždina, čime je taj dio sjeverne Hrvatske vezan na visokonaponsku mrežu HE Fala. Čakovec je vezan na slovensku mrežu 1932. godine.

Svakako je u tom razdoblju najvažnije formiranje pravog, iako skromnog, prvog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj. Izgradnjom voda 30kV godine 1930, paralelno su vezane termoelektrana u Zagrebu i hidroelektrana Ozalj, čime je omogućena izmjena energije diktirana opterećenjem područja i vodostajem rijeke Kupe. U trasi voda ugrađene su dvije TS 30/10kV, pa je počela široka elektrifikacija izvan gradskih područja. Godine 1939. izgrađen je vod 30kV do Božjakovine, a zatim je produljen do Križevaca. Time se počela razvijati mreža visokog napona istočno od Zagreba, napajana iz zagrebačke termoelektrane. Od Božjakovine izgrađen je vod 30kV do Banove Jaruge kojim je dovedena električna energija mnogim selima Moslavine. Sjeverno od Zagreba izgrađen je 1941. godine vod 35kV od Oroslavja do Lepoglave i time je zagorsku visokonaponsku mrežu doveo sa sjevera do Medvednice. Priključenjem na vod 20kV Karlovac-Duga Resa počela je elektrifikacija južno od Karlovca.

BEP je 1940. godine započeo gradnju dvostrukog voda 110kV od Zagreba prema budućoj HE Vinodol. No, rat je to prekinuo. Međutim, kad su se 1943. godine pojavile poteškoće s gorivom u zagrebačkoj elektrani, BEP je izgradio vod 110kV duljine 40km na drvenim stupovima i povezao novu TE Brestanica u Sloveniji sa Zagrebom. Vod je ušao u pogon 1943. godine pod naponom 30kV.

BEP je u Primorju i Gorskom kotaru izgradio razgranatu mrežu 6kV, kojom su elektrane u Driveniku, Fužinama i Crikvenici radile paralelno. Izgradnjom voda Delnice-Lokve i transformatorske stanice 5/6kV u Kupjaku, povezana je primorska visokonaponska mreža s mrežom oko HE Zeleni vir i formiran je mali elektroenergetski sustav.



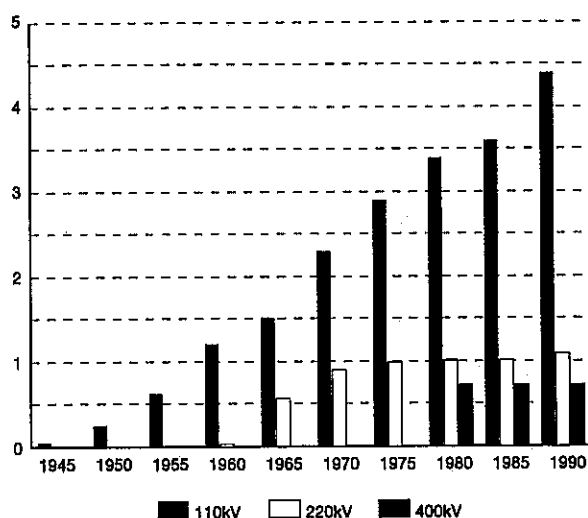
Slika 6 Instalirana snaga elektrana (1000MW) - Hrvatska elektroprivreda

Osječka termoelektrana, premda najveća u Slavoniji, počela je tek 1938. godine širiti mrežu izvan grada. Izgrađen je vod 15kV do Karanca za elektrifikaciju Baranje, a priključeno je i nekoliko mjesta južno od grada (Čepin, Tenja).

Između dva svjetska rata, električna mreža Istre vezana je na talijanski elektroenergetski sustav. Kičma elektrifikacije Istre bila je dvostruki dalekovod 50kV Općine-Karjba-Svetvinčenat-Pula, izgrađen 1924. godine. Zatim je izgrađen vod 50kV Svetvinčenat-Vlaška i na kraju Vlaška-Labin, te 1940. godine Labin-Matulji. Za vrijeme drugog svjetskog rata, sagrađena je TS 132/50kV Matulji kraj Rijeke i spojena s vodom 132kV na Općine (1940).

7.3. ELEKTROENERGETSKI SUSTAV NA NAPONSKOJ RAZINI 110 KV

Nakon završetka rata 1945. godine, na elektroprivrednim postrojenjima bilo je mnogo ratnih oštećenja, a što nije bilo oštećeno bilo je zapušteno. Nedostajali su izvori električne energije, pa je trebalo što prije izgraditi vodove, da se ona energija kojom se raspolagalo što racionalnije koristi. Izabran je napon 110kV, kao temelj elektroenergetskih sustava.

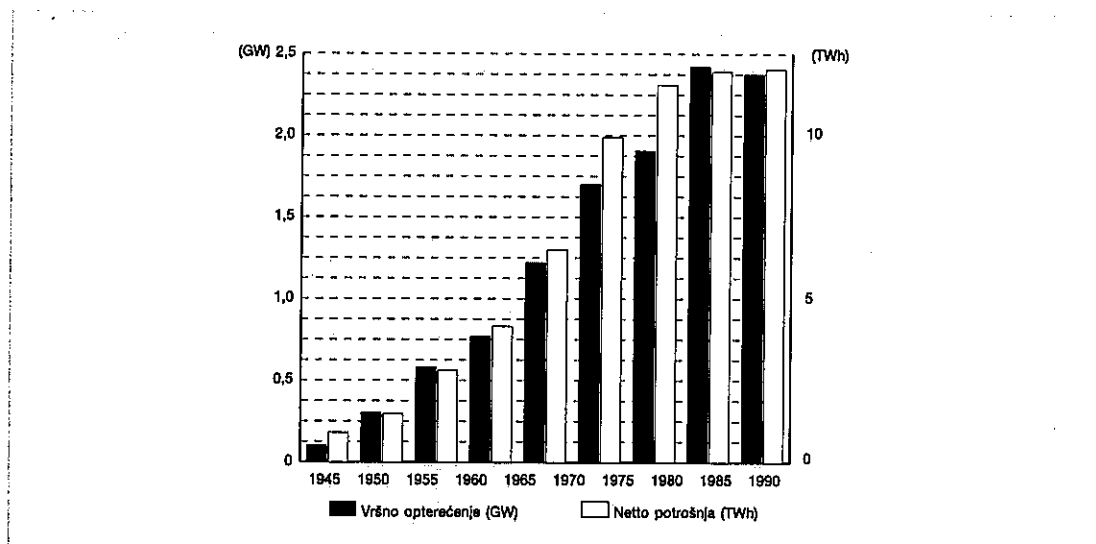


Slika 7 Vodovi visokog napona u Hrvatskoj - ukupna duljina u 1000km

Budući da su ratne operacije prestale u Dalmaciji još ujesen 1944. godine, odmah se prišlo osposobljavanju mreže, jer su u tom dijelu Hrvatske razaranja bila najveća. Nakon nužnih popravaka i mnogih improvizacija, osposobljene su postojeće elektrane i vodovi, a sredinom 1948. godine završen je dalekovod 110kV, u pogonu s 50kV, HE Kraljevac-TS Lozovac. Time je stvoren srednjodalmatinski elektroenergetski sustav u kojem su paralelno radile hidroelektrane Kraljevac, Manojlovac i Jaruga. Bio je to događaj od prvorazrednog značaja za dalmatinsku elektroprivredu. Zatim su građeni vodovi 110kV Kraljevac-Dugi Rat, Kraljevac-Mostar, pa vod Kraljevac-Split-Šibenik, s pripadnim transformatorskim stanicama. Tijekom pedesetih godina napušten je napon 50kV i nadomješten vodovima 110kV.

Istarsko-riječka visokonaponska mreža s termoelektranama u Rijeci i Vlaškoj bila je vezana na talijanski elektroenergetski sustav s frekvencijom 42Hz. Osnovni čvor bila je TS 132/50kV Matulji. Prva je zadaća bila odijeliti mrežu od talijanskog sustava, prijeći na naš standardni napon 110kV i frekvenciju 50Hz. Izgradnjom provizorne transformatorske stanice u Sežani prekinuta je veza istarske i talijanske mreže i učinjen je prijelaz na 110kV. Krajem 1951. godine cijela je Istra, osim ugljenokopa Raša i Bujštine, prebačena na frekvenciju 50Hz i time u sustav Slovenije i sjeverozapadne Hrvatske.

U središnjoj Hrvatskoj, gdje je postojala prilično razgranata mreža elektroenergetskog sustava Zagreb-Karlovac i zagorske mreže vezane na Sloveniju, glavni je problem bio dobava dovoljne količine električne energije. U Zagrebu su na mrežu sinkronizirane i neke veće industrijske elektrane, ali to nije bilo dovoljno. Da se omogući veća dobava energije iz Slovenije, izgrađena je provizorna TS 110/30kV Sv.Klara. Postojeći vod prema Brestanici, 1949. godine, stavljen je pod napon 110kV. Veza zagorske mreže sa Slovenijom, putem voda 35kV, bila je preslaba za nagli porast opterećenja i širenje mreže, pa je izgrađen vod 110kV iz Nedeljanca, kraj Varaždina, do Maribora i TS 110/30kV Nedeljanec 1952. godine. Značajna energetska pomoć Zagrebu počela je 1952. godine, kad je stavljen u pogon prvi agregat HE Vinodol i vod 110kV Vinodol-Zagreb(Rakitje). Tijekom 1953. godine priključena su i ostala dva agregata u HE Vinodol, te je ostvarena konačna snaga od 84MW. Godine 1954. završen je dalekovod 110kV Zagreb(Rakitje)-Varaždin (Nedeljanec), a na vod je priključen prvi agregat TE Jertovec (15MW, od ukupne snage 40MW).



Slika 8 Vršno opterećenje i godišnja potrošnja - Hrvatska elektroprivreda

Elektrifikacija se širila, a opterećenje naglo raslo, pa se ponovno pokazalo da u središnjoj Hrvatskoj manjka električne energije. Kako su se u Bosni pojavili energetske viškovi, odlučeno je da se na trasi Jajce-Zagreb izgradi vod 110kV s dvije trojke, predviđen za prijelaz na 220kV. Početkom 1957. godine pod napon je stavljena jedna trojka i odvojeno je napajala novu TS 110/30kV Resnik. Nakon opsežnih priprema, u prosincu 1957. godine, u Zagrebu su spojeni u paralelni rad elektroenergetski sustavi zapadnog i istočnog dijela države, putem obje trojke tog 110kV voda. Time je cijela tadašnja Jugoslavija imala jedinstveni elektroenergetski sustav na razini 110kV.

U Slavoniji su elektroenergetske okolnosti bile vrlo teške. Znatna su bila ratna oštećenja, a visokonaponske mreže - osim nešto u Baranji - uopće nije bilo. Da se iskoriste na najbolji način, povezane su elektrane u Osijeku, Borovu i Vinkovcima vodovima 35kV. Povezivanje je počelo 1947. godine, a priključkom TE županja 1954. godine formiran je mali slavonski elektroenergetski sustav. Okolnosti su se privremeno poboljšale kad je stavljen u pogon vod 110kV od Doboja do Slavenskog Broda (1956), a zatim do Osijeka (1957) s transformatorskim stanicama 110/35kV u oba grada. No, to ubrzo nije bilo dovoljno za pouzdanu opskrbu Slavonije i Baranje.

Na razini 110kV nije postojao jedinstveni hrvatski elektroenergetski sustav. On je bio grupiran u tri dijela, odijeljena na teritoriju Hrvatske, ali povezana preko Bosne i Hercegovine: slavonski dio, dio koji obuhvaća središnju Hrvatsku s Gorskim kotarom, Hrvatskim primorjem i Istrom, te Dalmacija (uz izdvojeno područje Dubrovnika, vezano vodom 35kV na hercegovačku mrežu). U to vrijeme, u pogon su stavljene HE Gojak (48MW, 1959. godine) i HE Peruća (42MW, 1960. godine).

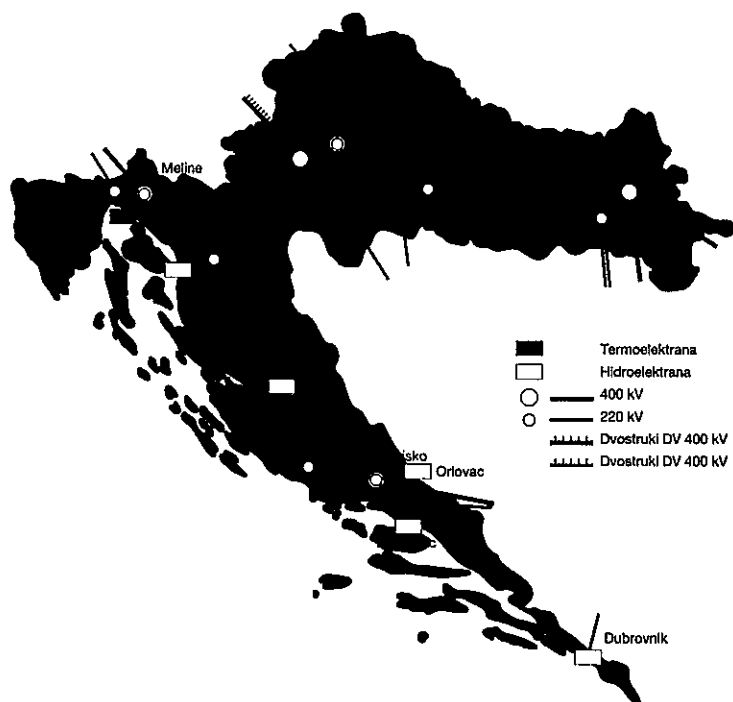
7.4. SUPERPONIRANI NAPON 220 KV I MREŽA 400KV

Intenzivni porast potrošnje električne energije ukazivao je na skoro potrebu uvođenja superponiranog napona 220kV. Studije o planiranju jugoslavenske superponirane mreže bile su pedesetih godina vrlo intenzivne. Konačno, 1959. godine odobrena je trasa voda 220kV Zakućac-Senj(Brinje)-Zagreb, duljine 354km. Vod je stavljen u pogon početkom 1962. godine, kad je proradila nova HE Zakućac (prva etapa, 2x108MW). Time su povezani elektroenergetski sustavi Dalmacije i središnje Hrvatske.

Spoj sa Slavonijom ostao je samo na razini 35kV (vod Međurić-Nova Gradiška-Slavonski Brod). TS 220/110kV Dakovo vezana je 1966. godine na bosansku mrežu jednim vodom 220kV, a 1972. drugim.

Nakon stavljanja u pogon prvog voda 220kV u Hrvatskoj, mreža 220kV širila se još idućih deset godina. Zatim stagnira, jer je uvođenjem napona 400kV na toj naponskoj razini izgrađivana osnovna prijenosna i interkonektivna mreža. Do izgradnje mreže 400kV, u Hrvatskoj su izgrađene brojne elektrane: 1962. godine TE-TO Zagreb (64MW), 1965. godine HE Senj (216MW) i HE Dubrovnik (216MW), 1968. godine HE Rijeka (37MW), a 1970. godine HE Sklope (23MW), TE Plomin (125MW), TE Sisak (prva etapa, 210MW), EL-TO Zagreb (prva etapa, 12MW) i HE Orlovac (237MW). Od 1974. godine u pogonu je i prva elektrana izgrađena sredstvima Hrvatske izvan područja Hrvatske, TE Tuzla IV (210MW).

Mreža 400kV izgrađena je kao osnovni jedinstveni prsten koji povezuje sva područja tadašnje Jugoslavije. Vodovi i postrojenja na području Hrvatske samo su dijelovi tog sustava. Prvi terenski radovi na izgradnji mreže 400kV počeli su 1974. godine. Sjeverna magistralna linija Obrenovac(Srbija)-Ernestinovo(Osijek)-Tumbri(Zagreb)-Maribor, stavljena je u pogon sredinom 1977. godine, čime je slavonsko-baranjska mreža povezana sa središnjom Hrvatskom. Južna magistrala, Mostar-Konjsko(Split)-Melina(Rijeka)-Divača(Slovenija) u pogonu je od 1978/79. godine.



Slika 9 Mreža 400kV i 220kV Hrvatske 1990. godine

Konačan svoj oblik, hrvatski elektroenergetski sustav dobio je završetkom izgradnje voda 400kV Melina-Tumbri 1993. godine. Područje Dubrovnika povezano je 1963. godine na naponskoj razini 110kV prema Mostaru, a od 1989. godine prema srednjoj Dalmaciji vodovima 110kV duž hrvatskog područja.

Razvoj instaliranih snaga elektrana Hrvatske, tijekom četrdesetgodišnjeg razvoja elektroenergetskog sustava na području Hrvatske prikazan je slikom 6, a duljina visokonaponskih vodova slikom 7. Rast vršnog opterećenja i potrošnje električne energije Hrvatske elektroprivrede prikazan je slikom 8. Mreža 400kV i 220kV Hrvatske u 1990. godini prikazana je slikom 9.

Godine 1990. ukupna je potrošnja električne energije Hrvatske elektroprivrede bila 12TWh, uz vršno opterećenje 2366MW. Instalirana snaga elektrana na području Hrvatske bila je 3306MW (2058MW u hidroelektranama i 1248MW u termoelektranama), a elektrana izvan područja Hrvatske izgrađenih sredstvima Hrvatske 650MW i NE Krško (hrvatski dio) 332MW. Duljine vodova bile su 733km (400kV), 1053km (220kV) i 4453km (110kV).

8. ZAKLJUČAK (M.KALEA)

Izneseni su dostupni podaci o početnim elektrifikacijskim pothvatima u većim mjestima Hrvatske. Promatrano je ukupno 93 mjesta. Obuhvaćeni su samo oni pothvati koji su ostvareni javnim ili mješovitim (industrijskim i javnim) korištenjem postrojenja za dobavu električne energije, a izostavljeni su (često raniji) primjeri isključivo industrijskog ili privatnog korištenja električne energije.

Najraniji primjeri mjesnih elektrifikacija u Hrvatskoj javljaju se u vrijeme takvih prvih pojava u svijetu - devedesetih godina prošlog stoljeća. Primjeri iz tog razdoblja su pothvati mješovitog korištenja postrojenja za proizvodnju električne energije, ili (u jednakom broju) isključivo javnog korištenja takvih postrojenja.

Javnoj elektrifikaciji u prvome trenutku korištenja bilo je nezaobilazno - i često presudnim motivom - korištenje za javnu električnu rasvjetu ulica, obale, trgova. Kasnije su elektrificirana ona mjesta gdje je potencijalni dolazak električne energije zatekao već ranije uspostavljeno korištenje gradskog plina za javnu rasvjetu i korištenje u domaćinstvima.

Karakteristična su tri razdoblja elektrifikacije većih mjesta Hrvatske: najranije razdoblje - do kraja 19.stoljeća, razdoblje od tada pa do kraja prvog svjetskog rata i razdoblje između dva rata. U najranijem razdoblju počela je elektrifikacija u 10 promatranih mjesta, a potom do početka prvog svjetskog rata počela je elektrifikacija u 22 promatrana mjesta. Najveći polet elektrifikacije zbio se između 1923. i 1932. godine kada je otpočela elektrifikacija u praktički polovini promatranih mjesta (u 45 mjesta). Time je udjel mjesta obuhvaćenih elektrifikacijom u ukupno promatranom skupu 1932. godine bio 93%.

U ukupno promatranom skupu, početna mjesna elektrifikacija izvedena je u približno tri četvrtine slučajeva iz javnih objekata za opskrbu električnom energijom, a u četvrtini mješovitim korištenjem postrojenja za proizvodnju električne energije.

Premda u najranijem razdoblju imamo primjere početaka elektrifikacije u svim područjima Hrvatske, ipak se daljnji tijek elektrifikacije odvijao neravnomjerno. Do završetka prvog svjetskog rata (dakle do 1918. godine) počela je elektrifikacija u trećini promatranih mjesta (u 32 mjesta). U tome, udjeli mjesta u kojima je počela elektrifikacija u ukupno promatranim mjestima na pojedinom području su: središnja Hrvatska (52%), Slavonija i Baranja (33%), Primorje, Gorski kotar i Lika (29%), Istra (33%) i Dalmacija (20%). Dakle, do tada je u središnjoj Hrvatskoj otpočela elektrifikacija u svakom drugom promatranom mjestu, a u Dalmaciji tek u svakom petom.



Slika 10 Počeci javne elektrifikacije većih mjesta u Hrvatskoj

Rad je iznesen po pojedinim područjima-regijama Hrvatske, pa je moguće sagledati stanovito svojstveno profiliranje tijekom razvoja elektrifikacije, uvjetovano okolnostima - povijesnim, prirodnim i gospodarskim osobitostima tih područja. U svakom području došlo je do prvobitnog povezivanja u regionalni elektroenergetski sustav, prije priključenja elektroenergetskom sustavu zemaljskog obuhvata. Takvo obuhvatnije ili manje obuhvatno povezivanje značilo je ekonomičniju i pouzdaniju opskrbu električnom energijom, te je bitna odrednica o napretku elektrifikacije.

U Slavoniji i Baranji došlo je do povezivanja u regionalni elektro-energetski sustav tek iza drugog svjetskog rata, ponajprije zbog nepostojanja primarnih izvora energije za podmirivanje veće potražnje. Moralo se uzdržavati stanje uglavnom pojedinačnih-mjesnih elektrana u većim mjestima i ne poticati širenje elektrifikacije.

U središnjoj Hrvatskoj došlo je već 1930. godine do povezivanja Zagreb-Karlovac, ponajprije radi osiguranja rastuće potražnje Zagreba i međusobnog dopunjavanja hidroelektrične proizvodnje u Karlovcu i termoelektrične proizvodnje u Zagrebu, što je poticalo i raniji razvoj lokalnih mreža za opskrbu drugih mjesta na čitavom području.

U Istri je javna elektrifikacija pretežitog broja naselja (od druge polovine dvadesetih godina) oslonjena na dobavu iz elektroenergetskog sustava sjeverne Italije, bez prethodne gradnje lokalnih elektrana.

U Hrvatskom primorju, Gorskom kotaru i Lici mjesne su elektrane radile nepovezano, terenske okolnosti i mala gustoća naseljenosti (Lika, otoci) objektivno su otežavali povezivanje. Do povezivanja, ali samo Rijeke i užeg područja, dolazi krajem tridesetih godina na elektroenergetski sustav sjeverne Italije. Područje povezivanja se donekle širi iza drugog svjetskog rata, a u Lici i podvelebitskom kraju formira se odvojeno područje povezivanja, krajem pedesetih godina.

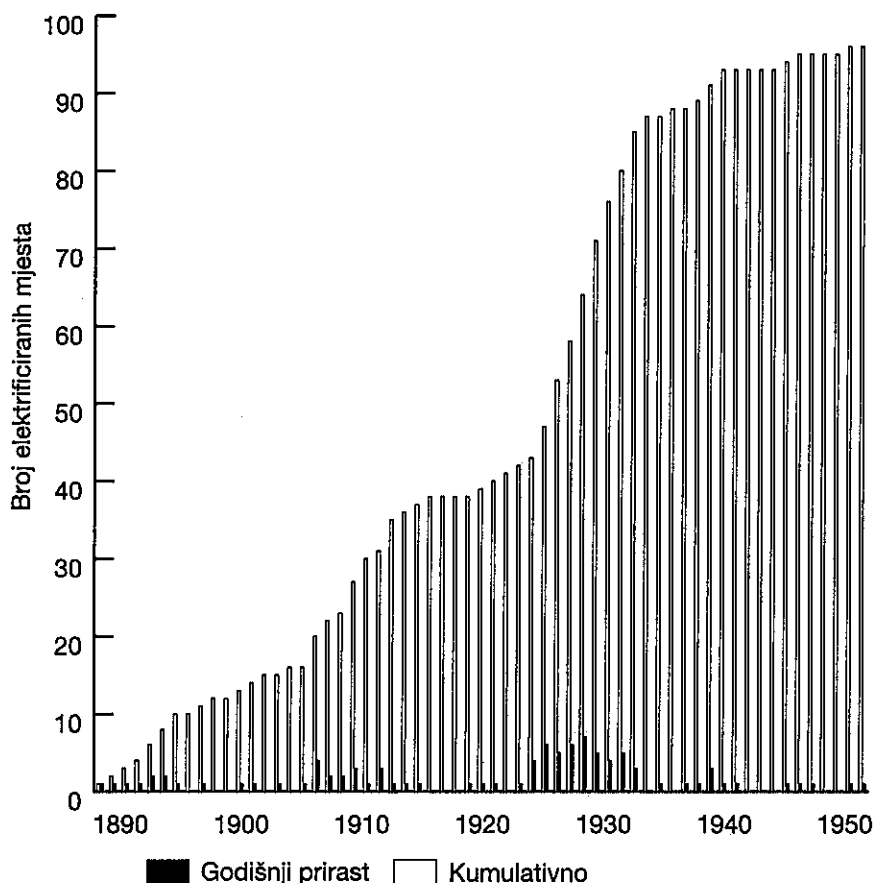
U Dalmaciji je nekoliko većih hidroenergetskih objekata ponajprije izvedeno radi neposredne opskrbe industrije (karbida, cementa, cijanamida) i ugljenokopa. U stanovitoj mjeri, uspostavljaju se i odnosi s lokalnom zajednicom radi javne isporuke električne energije. Tek krajem četrdesetih/početak pedesetih godina nastaje regionalni sustav. Stoga je početna elektrifikacija promatranih mjesta i ovdje ostvarivana gradnjom lokalnih elektrana.

Dakako, otoci duž cijele obale u početno su doba odvojeno elektrificirani. Tek u drugoj polovici pedesetih godina dolazi i do uključanja većih otoka u elektroenergetski sustav.

Regionalni elektroenergetski sustavi pri naponu povezivanja do 50kV i s ukupnom instaliranom snagom od nekoliko desetaka do stotinjak megavata dočekli su povezivanje u sustav zemaljskog obuhvata. Zbog longitudinalna zemljopisna oblika i sedamdesetgodišnje državne uključenosti u okvire šire od hrvatskog područja, uzdužna hrvatska povezanost kasno je ostvarena. Pedesetih godina (1954) povezano je Hrvatsko primorje i Istra sa središnjim dijelom Hrvatske pri naponu 110kV. Početkom šezdesetih godina (1962) povezan je pri naponu 220kV središnji dio s Dalmacijom, ali ne do Dubrovnika (koji je 1989. godine povezan pri naponu 110kV na hrvatskom području). Tek krajem sedamdesetih godina (1977) Slavonija i Baranja povezani su sa središnjim dijelom pri naponu 400kV.

Na priloženoj karti Hrvatske (sl.10) prikazan je zemljopisni razmještaj početne elektrifikacije promatranih mjesta i razvrstavanje u pojedina karakteristična razdoblja elektrifikacije, te su označene granice između pojedinih područja-regija kako su ta područja promatrana u ovome radu. Na dijagramu (sl.11) prikazan je vremenski tijek odvijanja početne elektrifikacije promatranih mjesta u Hrvatskoj, iz javnih i mješovitih elektrana ili iz javne električne mreže.

Na kraju, istaknimo jednu nezaobilaznu činjenicu koja ovim radom nije istraživana - a čije bi kvalificiranje i kvantificiranje bilo zanimljivim predmetom nekog budućeg istraživanja: udjel doista velikog broja naših ljudi u zamišljanju, osnivanju, projektiranju, izradi opreme, građenju, montaži, pogonu i održavanju pionirskih i svih slijedećih elektrifikacijskih pothvata, što je tim ljudima bio ili i sada jest životni poziv u stoljeću javne elektrifikacije u nas.



Slika 11 Elektrificirana veća mjesta Hrvatske - iz javnih i mješov. elektrana ili mreže

BIBLIOGRAFIJA:

- [1] B.Markovčić i dr.: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, I dio. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1984
- [2] B.Markovčić i dr.: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, II dio. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1987
- [3] H.Požar: Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima, prvi svezak, drugo izdanje. Informator, Zagreb, 1983
- [4] ...Slavonija 1980. Privredna komora Slavonije i Baranje, Osijek, 1980
- [5] I.Karaman: Privreda i društvo Hrvatske u 19.stoljeću. Školska knjiga, Zagreb, 1972
- [6] ...Elektroslavonija Osijek 1926-1976. Osijek, 1977
- [7] F.Potrebica: Razvoj elektrifikacije i plinifikacije u Požeškoj kotlini. Slavonska Požega, 1988
- [8] ...Elektrifikacija grada Osijeka. Hrvatski štamparski zavod dd, Podružnica Osijek, 1926
- [9] M.Kalea: 25 godina prijenosa električne energije u Slavoniji i Baranji. Energija 5-6/1982
- [10] ...75 godina elektrifikacije Vukovara 1909-1984. Elektroslavonija, Osijek, 1984
- [11] S.Jurčić: Elektrifikacija u Slav.Požegi, 1912-1962. Historijski arhiv, Slavonska Požega, 1963
- [12] Statistički ljetopis Hrvatske 1994. Državni statistički zavod, Zagreb, 1995
- [13] I.Deranja i dr.: Elektroistra 1900-45; 50-1990. Elektroistra, Pula, 1990
- [14] Giovanni Radossi: Atti-centro di ricerche storiche - Rovigno. Volume XIII. 1982/83 Stemi di Dignano, str.377
- [15] ...Povijest Rijeke. SO Rijeka, ICR, Rijeka, 1988
- [16] ...Historijski arhiv Rijeka, dokumentacija Kotarskog tehničkog ureda Sušak, 1844-1945.god., Gradskih građevinskih ureda Sušak, Tehničkih ureda grada Rijeka i pokrajinskih ureda u Rijeci (Ju 48, 49, 50, 51), Dokumentacija magistrata Rijeka (Ju 2), 1852-1945. godine
- [17] ...Monografija Fužine 1985. godine. Urednik dr.Neda Kauzlarić-Andrić. Izdavač: Odbor za proslavu 200 godina škole Fužine, 1985
- [18] ...Monografija HE "Nikola Tesla" 1952-1977. godine. Tribalj, 1977
- [19] ...Monografije Distributivnog poduzeća "Elektroprimorje" Rijeka 1947-1972, 1977-1987.
- [20] ...Monografije Distributivnog poduzeća "Elektrolika" Gospić 1956-1981, 1956-1986
- [21] ...Energija i energetičari zajednice općina Rijeka. Dr.Zmagoslav Prelec, Rijeka, 1986
- [22] ...Riječko školstvo 1848-1918. godine. Dr.Milivoj Čop, ICR Rijeka, 1988
- [23] ...Monografije INA Rijeka 1882-1972, 1882-1982.
- [24] ...Monografija Tvornice papira Rijeka, Sušak, 1821-1971.
- [25] ...Monografija 125 godina Plinare, Rijeka, 1977
- [26] ...100 godina riječkog Vodovoda, 1885-1985.
- [27] ...Elektroprivreda Dalmacije (1956)1966-1986. Izdavač isti, Split, 1986
- [28] Grupa autora: Energija i razvoj. Jugoslavenska naučna tribina, Beograd, 1986
- [29] Grupa autora: Kraljevac 1912-1982. Zadvarje, 1983
- [30] J.Stanić Griša: Na izvorima povijesti omiške, poljičke i krajiške općine 1911-1941. Institut za historiju radničkog pokreta Dalmacije, Omiš, 1972
- [31] J.Stanić Griša: Radnički pokret i socijalistička revolucija na području Omiša 1900-1950. Knjiga prva, Institut za historiju radničkog pokreta Dalmacije, Split, 1981
- [32] J.Stanić Griša: Radnički pokret i socijalistička revolucija na području Omiša 1900-1950. Knjiga druga, Institut za historiju radničkog pokreta Dalmacije, Split, 1983
- [33] Grad Split 1927. Autor i izdavač nepoznati
- [34] Trgovačko-industrijska komora Split; zapisnici 1934. i 1937.
- [35] Isto; zapisnik 26.04.1937.
- [36] P.i N.Jutronic: Elektrifikacija otoka Brača i srednjodalmatinskih otoka. Brački zbornik 2, 1954
- [37] Pravilnik ZBH Zadruga iz 1937. godine. Brački zbornik, 1994
- [38] Grupa autora: Elektrifikacija u službi napretka. Izdavači: OSIZ potrošača i Elektrojug, Dubrovnik, 1981

- [39] Marković: Elektrifikacija Dubrovnika od 1898. do 1941. godine. Dubrovnik, 1979
- [40] Šundrica, Radetić: šezdeset godina elektrike u Dubrovniku. Energija 11-12/1960
- [41] ...Elektrodalmacija Split 1924-1974. Monografija.
- [42] ...Elektrodalmacija Split 1924-1984. Monografija.
- [43] Budanko: Mreža 110kV, snabdijevanje srednje i južno dalmatinskih otoka električnom energijom, sv.I. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1969
- [44] Budanko: Elektroenergetsko rješenje i perspektivna električna mreža 110 i 35kV otoka srednjeg i južnog Jadrana. Elektroprenos Split, 1970
- [45] Grupa autora: 80 godina HE na Krki i Zrmanji. Vlastito izdanje, 1986
- [46] Grupa autora: OOUR Elektroprenos Split 1956-1976. Vlastito izdanje, 1976
- [47] Grupa autora: Hidroelektrana Split. Dalmatinske Hidroelektrane Split, 1962
- [48] Travirka i suradnici: Povijest javne rasvjete i elektrifikacije grada Zadra. Zadar, 1994
- [49] E.Mihalek: Polaganje, održavanje i popravak podmorskih energetskih kabela (Tablični dio). Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1983
- [50] ...90 godina prve žarulje u Zadru. Elektra-Zadar, 1985

BIOGRAFIJE AUTORA

Marijan KALEA, rođen 1943. godine u Zagrebu, od 1946. živi u Osijeku. Diplomirao na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu 1966. godine. Zaposlen u Hrvatskoj elektroprivredi na poslovima razvoja, izgradnje, pogona i održavanja visokonaponske mreže. Od 1978. godine honorarni predavač na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku, gdje predaje Osnove elektrotehnike i Električna postrojenja. Objavio 40 stručnih i više od 100 stručno-popularnih radova iz područja energetike i elektroenergetike.

Boris MARKOVIĆ, rođen 1915. godine u Zagrebu, gdje je diplomirao na Tehničkom fakultetu 1940. godine. Zaposlen u Banovinskom električnom poduzeću (poslije Državnom električnom poduzeću) na poslovima elektrifikacije. Od 1947. do 1950. godine radi u Ministarstvu za elektroprivredu u Beogradu. Od 1952. do 1957. godine asistent je na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, u Zavodu za visoki napon. Od 1957. godine do mirovine je šef Grupe za prijenosne mreže Instituta za elektroprivredu u Zagrebu. Dugo godina je honorarni viši predavač na Elektrotehničkom fakultetu, glavni urednik časopisa "Energija" i glavni tajnik nacionalnog Komiteta za velike električne mreže (CIGRE). Napisao 80 studija i elaborata, 50 znanstveno-stručnih radova u časopisima i 25 referata za stručne skupove.

Ivan DERANJA, rođen 1929. godine u Novom Vinodolskom. Završio Tehničku školu u Zagrebu 1949. godine i prvi stupanj studija na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Od 1951. do 1991. godine zaposlen u Hrvatskoj elektroprivredi, u Elektroistri Buje i Elektroistri Pula. Objavio 30 stručno-popularnih radova u tisku elektroprivrede i istre.

Zdravko PLANDER, rođen 1935. godine u Siraču kraj Daruvara. Elektrotehnički fakultet u Zagrebu završio 1960. godine. Od tada, zaposlen u Hrvatskoj elektroprivredi - do umirovljenja 1991. godine. Radio na studijskim i razvojnim poslovima izgradnje elektrana i elektroenergetskih objekata. Izradio deset studija i radova iz područja energetike. Bio honorarni asistent iz Matematike na Tehničkom fakultetu u Rijeci.

Karlo OŽGOVIĆ, rođen 1926. godine u Osijeku, diplomirao 1952. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Potom obavljao razne dužnosti u Elektroprivredi. Od 1959. godine je rukovoditelj tehničkog sektora u Elektroprijenosu Split - do umirovljenja 1991. godine. Od 1963. godine do danas, kao viši predavač predaje više predmeta na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split. Objavio je veći broj stručnih radova, te popularno-polemičkih rasprava u okviru struke.

The Importance of the Experimental Plants of River Krka, in Croatia, for the Development of the Production and Projecting

Značaj eksperimentalnih postrojenja na rijeci Krki u Hrvatskoj za razvoj proizvodnje i projektiranja

Bela Peter, Ph.D.

GANZ, Budapest

ABSTRACT

The end of the 19th and the beginning of the 20th century is the very beginning of the exploitation of hydroenergy for the electric energy production in Croatia. During that period, five large and for that time powerful hydroelectric power plants were built in Dalmatia, on the rivers Krka and Cetina. On the river Krka they were: Krka (or Šupuk electrical power plant, as it was also called), then Jaruga, Manojlovac and Roški slap (built by the ELIN company) while on the river Cetina it was the hydroelectric power plant Kraljevac (at that time also called Almissa). With the exception of Roški slap, all other hydroelectric power plants were built, concerning both, electric and hydroenergetic equipment, by GANZ Electric Ltd and GANZ & Co. - Danubius Ltd. All these installations, being at that time firstlings, represent to a certain degree experiments. The experience gained in projecting, building, assembling and exploitation influenced the further development in hydroelectric power plant construction all over the world considerably.

SAŽETAK

Kraj XIX i početak XX stoljeća je pravi početak eksploatacije hidroenergije za proizvodnju električne energije u Hrvatskoj. Tijekom toga razdoblja izgrađeno je pet velikih i za to doba snažnih hidroelektrana u Dalmaciji na rijekama Krki i Cetini. Na rijeci Krki to su bile: Krka (ili elektrana Šupuk kako se tada također zvala), potom Jaruga, Manojlovac i Roški slap (koju je izgradila tvrtka ELIN) dok je na rijeci Cetini bila hidroelektrana Kraljevac (u to doba se zvala i Almissa). Uz iznimku Roški slapa, sve druge hidroelektrane su bile izgrađene s električnom i hidroenergetskom opremom GANZ Electrica d.d. i GANZ & Co.-Danubius d.d. Sva ta postrojenja, koja su u to doba bili prvijenci, predstavlja eksperiment u izvjesnoj mjeri. Iskustvo stečeno u projektiranju, izgradnji, montaži i eksploataciji znatno je utjecalo na daljnji razvoj izgradnje hidroelektrana u cijelom svijetu.

INTRODUCTION

The beginning of the exploitation of hydraulic energy in Dalmatia, on the rivers flowing in this region, is as old as the history of men in this area. Dalmatian rivers are well-watered, short-flowed and as they spring high in the mountains they all have big falls. Two of them have significant series of waterfalls in cascades.

Therefore, it is not surprising that people there were using hydropotential of these rivers for building of primitive mills, water-mills for cereal grinding and for pressing the oil from olives. These local exploitations were the predecessors of the new hydropotential utilization which will become possible with the development of metal working, technology and new constructions.

When at the end of the 19th century the building of the first hydroelectrical power plants began, first direct current and later on alternating single phase system, it became clear that the potential of the river Krka, and later on of Cetina and other Dalmatian rivers could be well used for the production of electric energy.

In the course of the next few years the hydroelectric power plant Krka with 1.200 hp was built and put into operation in 1895, then Jaruga with 7.000 hp, operating from 1903 on, as well as hydroelectric power plant Manojlovac with 26.400 hp, put in operation in 1907. Hydroelectric power plant Kraljevac (in the documentation of the GANZ company also called Almissa-Omiš) with 36.000 hp was put in operation in 1912, on the waterfall Gubavica of the river Cetina, near the village Zadvarje. The installed power capacity of these hydroelectric power plants was over 70.000 hp, as it was stated at that time.

The hydroenergetic and electric equipment, as well as the building and assembling of the power plant was accomplished by the companies GANZ Electric Ltd. and GANZ & Co.-Danubius Ltd. from Budapest. In 1895, the power plant Krka was ordered by Luigi Meichsner and Ante Šupu, the knight, town councillor from Šibenik, with the purpose of illuminating and electrifying of the town of Šibenik. The building of the power plants Jaruga and Manojlovac were ordered by the company Società Anonima per la Utilizzazione della Forza Idraulica della Dalmazia (SUFID), having its headquarters in Trieste, for the supply of the chemical factories in Crnica, near Šibenik. The same company, SUFID, was building the power plant Kraljevac for the supply of two chemical and ferroalloy factories in Dugi rat, near Omiš.

This paper will give the short description of each of these plants, with the special accent to the parts of the plant which represented an experiment and were a step forward in the technology progress of that time.

The factory GANZ und Co. Eisengiesserei und Maschinenfabriks-Aktiengesellschaft, Budapest, Loebersdorf und Ratibor, which was its official name in 1896, was, at the end of the 19th century, a leading electrotechnical company and the bearer of the development of alternating and multi-phase systems in Europe. The development was based on the patents of the inventors Zipernowski, Deri and Blathy, the members of the well known "Budapest trio". These inventors developed production, high alternating voltage transmission and electric energy transformation.

HYDROELECTRIC POWER PLANT KRKA

Towards the end of 1893, the firm GANZ und Co. received the first orders for the erecting of hydroelectric power plant Krka, on the waterfalls of the river Krka, 11 km far from Šibenik, from the surveyor and town councillor Vjekoslav Meichsner from Šibenik. It was the realization of his first contacts with Ante Šupuk, the knight, and his son Marko, established already in 1891, at the International Electrotechnical Exhibition in Frankfurt on Main. During the following 16 months of preparation and construction, alongside with the conducting of the administrative procedure, the first hydroelectric power plant was built.

On August 28, 1895, the first generator of A2 type, with 320 hp, 240 kW respectively, with the voltage 3.000 V, two-phase with the 90 degrees angle between phases, alternating with the power factor 0,7, was put into operation. The generator was driven by water turbine of the "Girard" type, power 320 hp, for the water flow of 3,2 m³/sec and for 10 m fall.

As it is described in (Lit. 1.) and in the register of the plants built by the company GANZ, Budapest, in the period 1879-1930 (Records Office of the GANZ company), the first alternating generating unit of type A was installed in 1892, in hydroelectric power plant Tivoli, in Italy. It supplied Rome, at a distance of thirty kilometers. It had 240 hp. The same year, the generating units of type A were installed in thermal power plants in Hungarian towns Szeged, Eperjes and Kesmark, while the type A6/20 was installed in thermal power plant in Nagybecskerek. A year later, in 1896, the same model, A6, was put in operation in thermal power plant in Varaždin. After Tivoli, it was the second unit installed in hydroelectric power plant.

Simultaneously, the GANZ company built 11 kms long transmission line for the voltage of 3.000 V for energy transmission to Šibenik, having then about 10.000 inhabitants. Distributing network with two distributing and six transformer sub stations was built for the illumination of the town. The network and the transformers, as well as the transmission line, were delivered by the company GANZ und Co.

The 3.000 V transmission line was constructed as double two-phase cable, diameter 35 and 50 mm², and on the same poles 11 km long telephone line was installed, connecting the Meichsner villa and the power plant. This telephone line served for the running of the power plant.

Almost everything that was done within the first complete electroenergetic system in Šibenik was the experiment, whether it is direct transmission of 3.000 V generator voltage without special protection to the 11 kilometers distant town, or 3.000/100 V transformers, installed on the houses roofs, therefore having the special construction with external wooden wheel enabling easier transportation, or it is the first construction and type of the counter installed in the power plant, telling us that in the first year, from August 28 till the end of the year, 346.133 kWh were produced. The annual production, before the installation of the second equal generator, in the middle of 1899, was about 1.200.000 kWh. The network for the town illumination consisted of 26 arc lamps of great power and of 216 incandescent lamps, all of them being the products of the company GANZ.

During the first World War this hydroelectric power plant and the transmission line to the town were dismantled, because the copper and other materials were needed for war purposes. The first hydroelectric power plant has been operating for 20 years and had produced more than 26 millions kWh.

HYDROELECTRIC POWER PLANT JARUGA

Jaruga is the second hydroelectric power plant built on the waterfalls of the river Krka, nearby the already mentioned power plant Krka. Jaruga was put in operation in 1903 with the first 5.000 hp power unit. There were installed Francis dual turbines, made in GANZ es Tarsa - Danubius. The power plant has been using 14 m³/sec of water flow with the fall of 24,5 meters. The turbines were regulated manually, by means of movable hydraulic regulator. There were also GANZ generators of 3.500 kWh, generator voltage 15.000 V with the power factor 0,8, two-phase, with the frequency of 42 Hz. The generators installed in hydroelectric power plant Jaruga represented the most advanced type of open generators.

The iron body, consisting of iron sheets with half-closed channels was built in the induced part. The individual iron layers, as it describes (Lit. 2.) were separated by spacers enabling powerful air circulating and cooling. Induction coils were laid in the half-closed channels of mica pipes.

The bodies of the magnetic poles were made of a single part with magnetic wheel. The pole-shoes were made of solid iron and fixed to the body by means of screws. The pole-shoes also served for shrinkage of magnetizing coils, thus provided from moving. Coils were made of flat copper straps, their sharp edges bent around the poles and surrounded by one layer. The coil insulation of the individual threads is obtained with the special paper, while the coils and the iron are insulated by means of carton tube.

The structure of castings and bearings, with the purpose of taking over the maximal mechanical loadings, shows that while projecting and constructing this type of generator was aiming at optimal material exploitation and the highest possible level of plants safety.

Each generator had its own special induced current alarm.

Generator voltage of 15 kV has been transmitted through a simple oil switch and further through the new line to the calcium-carbide factory at Crnica, near Šibenik, without the transformation in the power plant. It was noted that the transmission line transmits all atmospheric and discharges to the generator, provoking often interruptions.

The power plants and the transmission line were built for the requirements of the SUFID factory, where a special transforming unit containing 8 single phase oil transformers with the effect of 700 kVA for transformation from 15.000 V to 48 V was built, necessary for the carbide producing furnaces. Later on, the connection of 15 kV and 3 kV lines was built for the town of Šibenik, with the necessary transformation, therefore even hydroelectric power plant Jaruga could supply the town with the necessary amount of electric energy.

The hydroelectric power plant Jaruga is being continuously working, from 1903 on, and has produced till now about 2 billion and 600 millions kWh.

THE PLANT MANOJLOVAC

This is the largest of these three plants and therefore presented in detail. It was determined to build the plant on the spot where the river bed widens, forming a lake, then after 2 km falling 110 m down. The water was released from the lake-like river bed by means of 3 manually operated locks and was, through an artificial channel (1,6 m long, 11 m² cross-sectioned, and having declivity of 2 per thousand), through a litter catching grating, through four hydraulic lock and through four 170 m long riveted pipes of internal diameter of 1.600 mm, conducted to the turbines. At the upper end the thickness of the riveted pipes wall was 6 mm, gradually reaching the thickness of 14 mm just before the turbines. The operating of the hydraulic lock, situated at the end of the artificial channel, was provided by water coming from 50 meters high tank, located on the hillside, just above hydraulic locks. The water required for this tank is pumped by a reciprocating pump connected directly to a Pelton-wheel, situated in the engine room. The water for the regulation of the turbines is purified by an artificial filter made of more layers of gravel.

THE TURBINES

These four turbines are Francis type dual spiral turbines. The capacity of each turbine is 6.600 hp, provided declivity of 100 m, 6 m³ of water/sec, 420 revolutions/min. The elimination of the axial pressure, caused by great declivity and great capacity, was possible by means of the doubled driving wheels with the opposite direction discharges; in this way the used water was led away through the suction pipes, situated at the right and left side of the pair of wheels.

The regulation of the turbines is realized by means of rotary guide vanes, their moving being directed by manually operated appliance driven by pressure water. In this way, the automatic regulation of the turbines was not provided, because unnecessary, as far as steady energy

demand of carbide production is concerned. To prevent the overspeed of the turbines, a centrifugal pendulum was installed at each one, blocking the inlet valve of the pressure water of the turbines' regulating system if the revolution exceeds the normal level by 10%. The water flowing towards driving wheels will be stopped in 3 seconds.

The turbines are fitted up with 2 bearings and are connected to the generators by rigid shaft coupling.

THE GENERATORS

Beside the voltage of 30.000 volts, 42 periods per second and 420 revolution per minute the capacity of the generators is 6.000 KVA by $\cos(\phi)=0,8$. Their efficiency at $\cos(\phi)=0,8$ and rated load is 94%. The momentary switch off of the full load at $\cos(\phi)=0,8$ and constant rotative speed increases the voltage of the generators to about 18%.

The generators are constructed to be strong, resistant without waste of materials. The magnetic iron body of the stator is made of plates forming a continuous ring with ventilation duct for cooling and open slots. The finished coils can be put into the open slots. Considering that these generators are producing the voltage of 30.000 volts, the coils were manufactured with maximal care according to our special method.

It is worth noticing that the generator voltage produced by the Ganz Electric Ltd generators in this plant and in many others in Italy was unparalleled, because at that time generators were not constructed for high output voltages. The above-mentioned generators were constantly running, day and night, at full load for months without break, even under the worst conditions. This fact proves brilliantly that the generators comply with the most serious requirements of operative safety and technics of insulation.

Insulation between the turns made of electrolytical copper of the high voltage coils is made exclusively of mica. The straight part of the coils, which lays in iron is covered by thick tubes of mica, while the front ends are bandaged with mica-tapes. By repeated pressing, impregnation and heating, the conducting and insulating materials in the coil became a rigid unit from which the air is almost completely displaced. In this way, partial discharges emerging at high field-density and its damaging effect on copper and insulating material are eliminated. The ready coils were tested at the voltage of 55.000 volts.

The pole-shoe and the single poles form separated units in the field coils of the rotor. Their connection is guaranteed by a dovetail-shaped fixation and radial screws. Each generator has its own exciter providing exciting current.

The total weight of the generator is 74.500 t, while the weight of the rotor is 26t.

The parts of these generators were transported, together with other electroequipment, by railway from Budapest - Vienna - Graz - Zidani Most - Ljubljana - Trieste and then by ship from Trieste to Šibenik, while the most difficult part of the transportation was done by horse wagons, directly to the building site. The same route was, however, used for the transportation of the equipment for the hydroelectric power plants Krka and Jaruga.

THE SWITCHGEAR

The switchgear is furnished with modern protection structures corresponding to the technology of those days. It is composed of machine-field, collecting-field and branching off-field. On its front side, the whole switchgear is divided into a no-voltage operating board and cells, including high voltage instruments and lines. Each machine has 3 single-pole oil-switches able to be activated simultaneously. 3 single-pole sectional switch, 1 amperemeter, 1 voltmeter, 1 kilowatt-hour meter and a phase indicator make possible the comparison between the phase-status of each machine and of the collecting bar. The oil-switches of the machines have no auto-

matic cutout system, but there is in the collecting field, besides 3 ampermeters, counter, general voltmeter and general phase indicator, also a relay-system. This relay-system is connected to the current- and voltage-reducers. If the current intensity grows over a certain level or the voltage differs from the normal one to a certain degree, the system disconnects the shunt circuit of all exciters and puts into operation the pressure water inlet valves, regulating the turbines to de-energize the generators and to stop the turbines.

The output lines are fitted up, besides the isolating switches and ampermeters, with automatic maximal cut-out switches.

OVERVOLTAGE PROTECTION

An overvoltage protection appliance, consisting of an induction coil situated in a plate-shell, horns with assistant points, Wurtz polycylindrical spark-way, a metal earthing resistor and a fixed earthing through a water resistor, is connected to each output power transmission line. Besides, an iron wire earthed in several spots is stretched alongside the power transmission lines.

THE POWER TRANSMISSION LINES

The total energy produced by the Manojlovac plant is conducted to the carbide factory in Šibenik through a 35 km long transmission line.

The transmission line is consisting of two three-phase systems, fitted on the same timber poles.

The line is made of 6 copper wires, 9 mm in diameter each, at a distance of 900 mm from one another and 325 mm from the pole. The poles are impregnated with mercuric chloride and have timber crossarms to hold the insulators. The average distance between the poles is 33m.

THE ENERGY CONSUMER PLANT IN ŠIBENIK

The current is conducted to the single-phase furnace transformers from the busbars through the interposed change-over switches, automatic maximal cutout oil-switches and ampermeters. The interposed change-over switches are necessary to make possible the connecting of any transformer to whatever two bars to guarantee the equal loading of the phases. There were also made two three-phase breakouts to satisfy the power requirements for production and illumination of the carbide factory.

THE FURNACE TRANSFORMERS

Twelve single-phase furnace transformers with the capacity of 1500 KVA are installed in oilbath, cooled by sea-water circulating in copper tubes. The primary coils are made of plain copper, of the size 16(2,5 mm, while the secondary windings consist of six plain coppers of the size 200(25 mm, connected in parallel.

The incoming high voltage is transformed directly to the consumers voltage of 50 volts.

Two furnaces are connected to each transformer and there is an ampermeter to show if the loadings of the two furnaces are not equal.

The carbide factory utilises the capacity of 7.000 hp from the Jaruga plant and the 26.400 hp from the Manojlovac plant.

HYDROELECTRIC POWER PLANT KRALJEVAC

Hydroelectric power plant Kraljevac was built on one of the waterfalls of the river Cetina, to the order of SUFID, and put into operation in 1912. At the same time, the SUFID industrial plant in Dugi rat, near Omiš, was put in operation. As the plant was shipped to the port of Omiš, in the literature the power plant is also called Almissa, the Italian name for Omiš. Geographically, this hydroelectric power plant is completely independent from the previously described ones. They were not connected electrically, but they had a common proprietor and were built by the same company, GANZ und Co. Therefore, it will be described briefly.

The power plant was built for the fall of 110 meters and for the flow of 75 m³/sec, thus being equipped for the final capacity of 100.000 hp. At the beginning, only two units were installed, instead of five, and only 30 m³/sec were utilized. The Cetina river bed was obstructed by a dam. Before the dam, supply channel was separated. Longwise, the channel was 290 meters open, while a tunnel through the mountain was 1.245 meters long and by a concrete layer made impermeable. At its end the channel was 36 meters open.

The 180 meters long conical pipe lines with the diameter narrowed from 2.300 mm to 1.700 mm, made of Martens steel and rivetted were laid from the dam to the turbines.

Francis spiral turbines were built in the cast iron casing and for the fall of 107 meters and water-flow of 15 m³/sec have 375 revolutions per minute and the power of 18.000 hp. The turbines had their own regulating system, therefore the total weight of one complete group was

85 tons, the heaviest one being 12,5 tons. The efficiency of the turbine at 75% loading was 80%.

Each generator was made for 18.000 hp with the efficiency of 16.000 kVA. They had the voltage of 4.000 volts and current intensity of 2.300 amperes, 375 revolutions per minute, 16 poles and produced three-phase current with 50 cycles per second. Efficiency at full load and power factor 0,8 was 97%. The novelty in generator construction was applied in this hydroelectrical power plant; it was closed structure with the forced engine cooling.

The weight of the whole generator with the excitation, shaft and ball bearing was 95 tons, while the rotator without shaft had 32,5 tons.

The current from the generator was conducted through reductors and segmented switches, by means of copper rails, to the transformer. Each generator had its own oil transformer, from 4.000 to 56.000V, with power of 16.000 kVA. At that time, these transformers were twice as big as the biggest produced till then, and the GANZ company has never, before 1915, produced the transformers of that size and power. The testing of this water-cooled transformer was made on 150.000 V (the highest voltage level ever used for testing) and in dry condition up to 60.000 V. The weight of a single transformer was 35.000 kgs, the oil rate being 8.500 kgs.

A lot of new solutions has been applied to this hydroelectric power plant and up to the first World War it was the proud of the GANZ company achievements and its best reference. For many other competitive companies this power plant represented the unattainable ideal. Therefore, it is not surprising that the applied solutions, especially if the 56 kV transmission line (one of the highest voltages at that time) or the supply of the factory in Dugi rat are concerned, were discussed upon in scientific circles, in electrotechnical periodicals and at symposiums of the International organization CIGRA in Paris. The experience gained during the building and putting into operation of this and of other hydroelectric power plants in Dalmatia was precious, not only for the GANZ company but also for the further development of electroenergetics.

CONCLUSION

All these plants were built as firstlings in their age and represented certain experiments. The experience gained in the process of projecting, building, assembling and exploiting had considerable influence on further development of hydroelectric power plants erecting all over the world.

BIBLIOGRAPHY

1. Die Einrichtung von Elektrizitaetswerken nach Fernleitungssysteme von Ganz und Co., Patent Zipernowsky, Deri, Blathy Ganz und Co., Budapest, 1896.
2. Dalmaciai vezerok kihasznalasa (Eksploatacija vodnih snaga u Dalmaciji), prijevod s madarskog Ganz und Co., budapest, 1995.
3. Popis postrojenja koje je izvela firma ganz budapest u razdoblju 1879. do 1930. godine Arhiv firme ganz, Budapest, 1995.
4. MUSZTAKI NAGZJAINK (Naši velikani tehnike)
II Kotet: Zipernowsky - Deri - Blathy
Szoke Bela, Budapest, 1967.

Višenamjensko korištenje voda u slivu rijeke Krke

Multipurpose Water Utilization in the Krka Catchment Area

Krunoslav Begović, dipl. ing., Željko Crnković, dipl. ing.,
Todor Bjedov, dipl. ing.

Elektroprojekt, Zagreb

SAŽETAK

U uvodu se daje kratki opis rijeke Krke s osnovnim podacima o slivu i vodotoku.

Iznosi se tijek i stanje formalno-pravne zaštite prostora Nacionalnog parka "Krka" i rijeke Krke.

U radu se ukazuje na značaj uređenja i korištenja voda, te na oprečne interese korisnika voda i institucija zaštite prirodnih vrijednosti. Ukazuje se na put usklađivanja interesa.

Daje se povijesni prikaz korištenja voda sliva Krke, a posebno energetskog korištenja, koje počinje već 1895. Godine.

Daje se opis planiranih rješenja za višenamjensko korištenje voda. Priložen je tablični prikaz karakteristika planiranih hidroelektrana i tablice s osnovnim podacima o postojećim i mogućim akumulacijama.

Naglašava se zanemariv utjecaj mogućih tehničkih rješenja na Nacionalni park "Krka" i režim voda u vodotocima, kao i pozitivni utjecaj na sve korisnike voda.

Obavještava se čitatelja o preostalim značajnijim izvorima za vodoopkrbu i ukazuje se na potrebu zaštite voda od onečišćenja.

Ključne riječi: KRKA, ČIKOLA, VIŠENAMJENSKO, AKUMULACIJA, VODOOPKRBA, JARUGA, ENERGETIKA.

ABSTRACT

The introductory part of this paper gives short description of the Krka River, basic data on its catchment area and waterflow. Development and status of formal and legal protection of the National Park Krka and the Krka River is presented.

This paper points at the significance of water regulation and utilization and at conflicting interests of water users and institutions dealing in environmental protection. It also shows the way in which these interests could be reconciled.

Historical development of the exploitation of waters in the Krka catchment is given with special emphasis on energy utilization the start of which dates from the year 1895.

Planned solutions of multipurpose water utilization is described. Characteristics of planned hydro power plants is presented in tables and attached to this paper, and so are the tables with basic data on existing and possible storage basins.

It has been stressed that possible technical solution shall have negligible influence on National Park Krka and water regime in waterflows and beneficial influence on all water users.

The reader is informed about remaining water supply sources and about the need for water protection from pollution.

Key words: KRKA, ČIKOLA, MULTIPURPOSE, STORAGE BASIN, WATER SUPPLY, JARUGA, ENERGETICS

UVOD

Krka je rijeka bujičarsko - krškog svojstva ukupne površine sliva oko 2430 km², od čega Nacionalni park obuhvaća 142 km² sliva s 25,6 km² vodene površine. Od vrela do ušća u Prokljansko jezero, Krka je dugačka oko 53 km, a daljnjih 20 kilometara teče kroz Prokljansko jezero. Na svom toku svladava visinsku razliku od 220 m. Uzme li se u obzir i prtok Krčić, kao prirodni sastavni dio Krke, ukupna duljina toka iznosi oko 83 km, a visinska razlika od izvora do ušća oko 380 m. Krka nastaje spajanjem više trajnih i povremenih vrela i potoka. Na samom vrelu prima vode Krčića, a na prvih 7 km toka još i pritoke: Kosovčicu, Orašnicu i Butišnicu s Radljevcem i Došnicom. Nakon prolaska kroz Visovačko jezero prima pritoku Čikolu, formirajući tako slikovit sutok, iza kojeg se obrušava preko Skradinskog buka - što sve zajedno čini jedinstveni prizor i ostavlja nezaboravan dojam. U toku kroz Prokljansko jezero prima još potok Goduču i kod Šibenika utječe u more.

Zbog svojih specifičnosti i osebujne ljepote, rijeka Krka je već 1948. godine dobila prvu formalno pravnu zaštitu koja se odnosila na sam vodotok od Bilušić buka do podnožja Skradinskog buka. Godine 1962., ta se zaštita proširuje do vrela Krke uključujući i slap Krčića-Topolje, a zaštita seže do vrha kanjona ili 100 m u širinu priobalnog područja. Odlukom općine Šibenik 1968. godine, rezervat prirodnog predjela proširuje se niz Krku do mosta u Šibeniku. Konačno, 1985. godine donesen je Zakon o proglašenju Nacionalnog parka "Krka" (skica 1). Početkom 1990. godine prihvaćen je Prostorni plan Nacionalnog parka "Krka". Donošenjem ovih odluka, prostor je stavljen pod zaštitu i osigurano je njegovo korištenje za nesporne i društveno korisne namjene.

Rijetke ali obilne padaline u slivu Krke donose vodu i život u taj pasivni kraj, dok na strmim padinama s tankim slojem tla bez raslinja, uzrokuju eroziju. Nastale naplavine i voda ugrožavaju obradivo tlo i naselja. Zbog bujičarsko - krškog svojstva sliva, voda se relativno brzo gubi s površine tla. Voda u Krki i vodotocima njenog sliva, predstavlja značajan energetska potencijal i pravo je umijeće pronaći odgovarajuće mjesto i način za njeno zadržavanje za bolje korištenje.

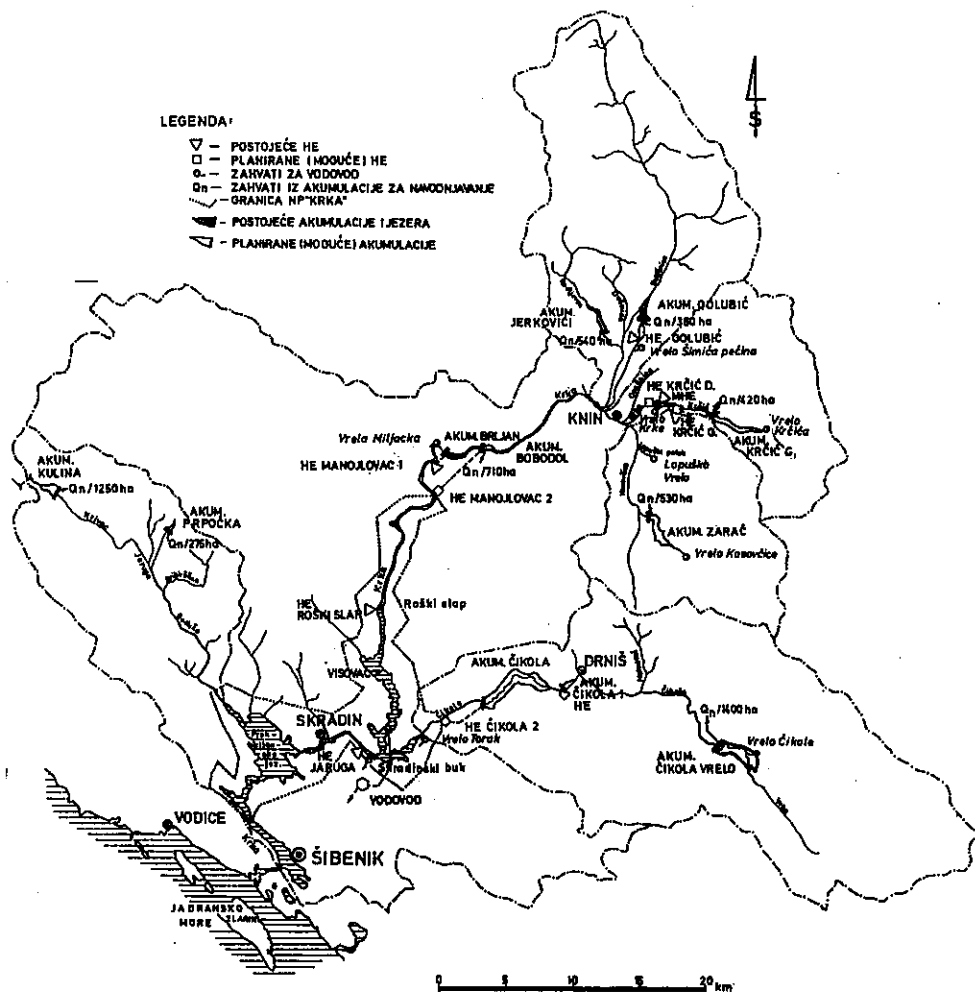
Vode sliva Krke su značajno prirodno bogatstvo i imaju višestruke gospodarske vrijednosti. Međutim, postojeće stanje korištenja i zaštite voda, te zaštite od voda u slivu Krke - ne zadovoljava.

U prostoru sliva Krke, jedan od bitnih elemenata njegovog uređenja i korištenja, te uvjeta života ljudi jest uređenje i korištenje voda. To je opsežan i složen zadatak čijom se realizacijom otvaraju mogućnosti za najbolje korištenje raspoloživih prirodnih bogatstava. S druge strane, sve se češće postavljaju stroga ograničenja u pogledu načina njihovog korištenja, kako bi se u što većoj mjeri sačuvala voda i tlo tog izuzetnog prirodnog krajolika. Krka, sa svojih sedam sedrenih slapišta zanimljiva je i značajna za prirodoslovce, turiste i štovatelje prirode, radi bogatstva materije za istraživanje i jedinstvenih prirodnih ljepota, koje u svakom izazivaju nezaboravan dojam. U kraju suhe i monotone vapnenačke zaravni sjeverne Dalmacije, kanjon rijeke Krke, njegove geomorfološke forme i vodeno bogatstvo, predstavljaju kontrastnu i osobito vrijednu pojavu. Tome značajno doprinosi i fenomen stvaranja slapova iz sedre u najrazličitijim oblicima.

Različiti i često suprotni interesi u pogledu korištenja voda i strogi zahtjevi za očuvanje prirodnih vrijednosti, nezaobilazni su u pokušaju pronalaženja optimalnog višenamjenskog rješenja. U razmatranje su uzete sve namjene voda koje dolaze u obzir a to su: (1) vodoopskrba, (2) navodnjavanje, (3) obrana od poplava, (4) korištenje vodnih snaga, (5) šport, izletništvo, i druge manje značajne namjene. Interesi se mogu uskladiti samo kroz dugoročne planove razvoja, za koje je nužno osigurati odgovarajuće stručne podloge i suradnju stručnih institucija (lit. O). Osim već spomenutih, prisutni su i drugi problemi koji u znatnoj mjeri utječu na stručne obrade i izbor višenamjenskih rješenja na ovom slivu, a to su:

- različite razine istraženosti prirodne osnove,
- raznolikost kvalitete postojećih podloga,
- nemogućnost istovrsnog točnog vrednovanja koristi i šteta sa stanovišta raznih korisnika i
- različito izražen društveni interes za pojedine sektore korištenja i očuvanja prirodnih vrijednosti.

Zbog prigode za koju se ovaj referat daje, naglašeno ćemo razmatrati energetska korištenje voda, dok se ostalo korištenje i uređenje voda spominju samo onoliko koliko je potrebno.



Skica 1 Pregledna situacija

POVIJESNI PRIKAZ UREĐENOSTI I KORIŠTENJA VODA DO DANAŠNJE RAZINE IZGRAĐENOSTI

Energetska vrijednost rijeke Krke uočena je vrlo rano i nije slučajno da se za potrebu proizvodnje električne energije počela koristiti u samom začetku elektroenergetike Hrvatske. Do danas je izrađen veliki broj opsežnih studija i elaborata (više od 40) u kojima se razmatralo korištenje voda sliva Krke. Najbrojniji su elaborati o hidroenergetskom korištenju (kao lit. 1, 2 i 3) za podmirenje rastuće potražnje za tom vrstom energije. Prirodna ljepota Krke i okoliša, rijetkost sedrenih barijera u svijetu, te želja za očuvanjem tih prirodnih vrijednosti zahtijevala je od inženjera da (predlažu) donose takva rješenja koja neće narušiti prirodni sklad i ljepotu rijeke Krke. Kao rezultat većeg broja posebnih projekata izrađeno je nekoliko hidroenergetskih postrojenja (HE Jaruga, HE Roški slap, HE Manojlovac, HE Golubić, MHE Krčić)(tab.1), jedan manji natapni sustav (Kosovo polje kod Knina), nekoliko manjih vodovoda i jedan veći (Šibeniski)(tab.4), zatim brojni objekti za zaštitu od erozije, bujica i od poplava. (izvor lit. 7).

Može se reći da objekti koji su izgrađeni na rijeci Krki u većoj mjeri udovoljavaju suvremenim ekološkim zahtjevima i zahtjevima za očuvanje prirodnih vrijednosti. Ti su objekti izgrađeni prema načelima koja se i danas uvažavaju pri traženju optimalnih rješenja za očuvanje i bolje korištenje prirodnih vrijednosti Krke.

S druge strane, sigurno je da su ti elektroenergetski objekti bili jedan od temelja za razvoj modernih industrijskih tehnologija na području grada Šibenika, što je pak doprinjelo općem napretku u svim vidovima i segmentima života.

Hidroelektrana Krka - 320 kVA (Jaruga 1) izgrađena 1895. godine, bila je osnovica za razvoj prvog polifaznog izmjeničnog elektroenergetskog sustava koji je sadržavao sve bitne dijelove za:

- . proizvodnju električne energije,
- . prijenos električne energije i
- . distribuciju električne energije.

Ta prva hidroelektrana, koja je zahvaćala vodu neposredno iznad Skradinskog buka i koristila koncentrirani pad prirodnog slapišta izvanredno se uklopila u okoliš. Rješenje koje je primijenjeno pokazuje da su inženjeri, koji su predložili i izgradili hidroelekttranu, poznavali i uvažavali zahtjeve za očuvanje prirodnog sklada rijeke Krke.

Temeljem dobrih iskustava s iskorištavanjem HE Krka, 1906. godine izgrađena je HE Manojlovac i (17,6 MW), koja je iskoristila pad prirodnih slapišta Brljan, Manojlovac, Rašnjak i Miljacka. Uključivanje HE Manojlovac u elektroenergetski sustav izvedeno je trofaznim 30 kV vodom između Hidroelektrane i grada Šibenika.

Ubrzo nakon toga, 1910. godine, izgrađena je hidroelektrana Roški slap (1 MW) koja je izvedena kao derivacijska elektrana s niskim preljevnim pragom, zasunsko-vodnom komorom, te strojarnicom.

I za ove dvije hidroelektrane se može naglasiti da su se dobro uklopile u prirodni okoliš, te da njihova izgradnja nije negativno utjecala na prirodne značajke rijeke Krke.

Daljnje aktivnosti na energetskom iskorištavanju hidropotencijala rijeke Krke nastavljene su u drugoj polovici tridesetih godina ovog stoljeća. Osnivanje "Banovinskog električkog poduzeća" (u daljnjem tekstu BEP) 1938. godine, dalo je novi poticaj razvoju elektroenergetike, te se može utvrditi da je formiranje BEP-a začetak organizirane elektroprivrede u Hrvatskoj. Uz aktivnosti koje su osiguravale kvalitetan i pouzdan pogon izgrađenih objekata i postrojenja, BEP je formirao i odjele koji su se sustavno bavili razvojem, planiranjem i izgradnjom elektroenergetskog sustava. Iz ovih aktivnosti, slijedom potreba osnovnih djelatnosti, stvorili su se uvjeti za organizirano formiranje vlastitih hrvatskih projekata. Upravo na kadrovskim temeljima BEP-a, poslije

Drugog svjetskog rata, formiran je i Elektroprojekt koji je do sada predložio skoro sva tehnička rješenja za daljnje iskorištenje rijeke Krke i njenih pritoka.

Poučeni iskustvima svojih prethodnika, i projektanti Elektroprojekta uvažavali su zahtjeve prirodnih osobitosti i vrijednosti rijeke Krke. No, u svom pristupu su uvažavali i modernije zahtjeve u pogledu rješavanja vodoopskrbe, razvoja turizma, ribarstva i poljoprivrede. To su bili prvi višenamjenski projekti.

U vremenu između 1952. i 1956. godine izvedena je revitalizacija HE Manojlovac I (3x6,4 MW + 1x4,4 MW) koja je u tom trenutku predstavljala "ozbiljniji" izvor u elektroenergetskom sustavu Hrvatske. Razvoj energetike kao i mogućnost iskorištenja "kvalitetnijih" vodnih snaga, izvjesno vrijeme je pozornost stručnjaka skrenulo sa sliva rijeke Krke. Ipak, 1982. godine izgrađena je na Butišnici HE Golubić (2x3,75 MW), te 1988. godine MHE Krčić (1x1 MW). Iako se za ove dvije hidroelektrane može tvrditi da su bile "politički" objekti, tehnička rješenja koja je izradio Elektroprojekt u potpunosti su poštivala zahtjeve prirodnih vrijednosti krša, a omogućila su kvalitetnije održavanje potrebne količine vode u sustavu Krke u sušnim ljetnim mjesecima.

PREGLED PLANIRANIH RJEŠENJA ZA VIŠENAMJENSKO KORIŠTENJE VODA SLIVA KRKE

Osim već postojećih postrojenja i objekata u slivu Krke, predviđaju se nove akumulacije (lit. 7) s višestrukom namjenom (tab. 3), a za energetske korištenje zanimljive su one na vodotocima Krki, Krčiću, Butišnici s Radljevcem, Čikoli i Goduči. Cilj je da se na najpovoljniji način za društvo, raspodijeli vodu i prostor između više korisnika radi zadovoljavanja njihovih potreba, uzimajući pritom u obzir već izvedene objekte, te kritičko razmotre projektirani objekti - bez obzira u kojoj je fazi njihova projektna dokumentacija. Razmatrani sektori uređenja, namjene i korištenja su: energetika, zaštita od voda, navodnjavanje i odvodnja, vodoopskrba i zaštita voda, turizam, ribarstvo, te sektor planiranja i uređenja prostora - sve to u granicama NP Krka.

Tablica 1 Postojeći hidroenergetski objekti

NAZIV HIĐROELEKTRANE	GDĐINA IZGRADĐNE	ODĐINA INSTALIRANA PROĐOKA	ODĐINA RATNA	ODĐINA PAD	ODĐINA PROĐODĐNA	ODĐINA ONĐE	ODĐINA PROĐODĐNE
	GDĐ	m / m/s	m/m	m	MW/GW	MW	(GW)
JARUGA	1895	2 / 30,0	26,0	24,2	5,6/35,0	55,6	169,0
ROŠKI SLAP	1910	2 / 6,0	63,0	20	1,0/3,85	24,0	63,7
MANOJLOVAC I	1906	4 / 24,0	187,15	105	24/123	52,15	183,15
GOLUBIĆ	1982	2 / 14,0	303,50	63,70	7,5/23,0	-	-
KRČIĆ MHE	1988	1 / 1,0	265,50	40,67	0,36/2,9	-	-
UKUPNO MW/GW					192,75/62,03		

Korištenje vodnih snaga kao jedan od oblika višenamjenskog korištenja, predviđa se samo na Krki, Krčiću i Čikoli. Butišnica, Radljevac i Goduča omogućuju izgradnju malih hidroelektrana i svojim malim energetske potencijalom ne utječu na višenamjenska rješenja korištenja sliva.

Za određivanje mogućih lokacija izgradnje višenamjenskih objekata nužno je analizirati topografske, hidrološke, hidrogeološke, kao i sve druge podloge, na temelju kojih se izrađuju studije, analize i konačno projektna dokumentacija.

Sve te radove obavljao je Elektroprojekt pri izradi Studije "Višenamjensko uređenje i korištenje voda u slivu Krke" koja je izrađena 1987. godine (lit. 7). Rezultati rada stručnjaka Elektroprojekta ukazali su na činjenicu da su mogućnosti izvođenja bilo kakvih zahvata u slivu Krke svedeni na područje izvan Nacionalnog parka.

Slijedom iznesenog, na rijeci Krki definirana je jedna višenamjenska akumulacija Manojlovac II, na Krčiću dvije (akumulacije Krčić Donji i Krčić Gornji), a na Čikoli su predviđene dvije (Čikola I i Čikola II), kod kojih se pojavljuje energetika kao jedna od namjena (Naziv Manojlovac II je preuzet iz lit. (7), a danas se u HEP-u upotrebljava naziv "Miljacka" prema istoimenim izvorima i slapovima Krke.).

KONCEPCIJE RJEŠENJA I OSNOVNI ENERGETSKI PARAMETRI AKUMULACIJA I HIDROELEKTRANA

AKUMULACIJA MANOJLOVAC II (BOBODOLSKO JEZERO)

Današnja HE Manojlovac I koristi samo dio raspoloživog pada na ovom potezu rijeke. Kroz razradenu studijsku i projektnu dokumentaciju pokazalo se da se izgradnjom brane na Bilušića buku uz dulju derivaciju može, umjesto sada iskorištenih 105 m, iskoristiti 138 m raspoloživog pada. To uz veće iskorištenje raspoloživog protoka daje puno veću iskoristivost rijeke nego što to ima HE Manojlovac I. U projektu HE Manojlovac II predviđena je izgradnja nasute brane s brzotokom, što bi dalo normalni uspor od 211,5 m.n.m., s ukupnim volumenom akumulacije od $2,64 \times 10^6 \text{ m}^3$ i korisnim volumenom od $2,16 \times 10^6 \text{ m}^3$ (lit. 7).

Energetsko korištenje spomenute višenamjenske akumulacije s HE Manojlovac II realiziralo bi se s elektranom derivacijskog tipa s dovodnim tunelom duljine 4639 m, promjera 4,5 m s betonskom oblogom, otvorene vodne komore, te nadzemnog čeličnog tlačnog cjevovoda, koji se ispred strojarnice račva na dva dovoda do Francis turbine s okomitom osovinom. Uz opisanu koncepciju postrojenja predviđa se izgradnja HE Manojlovac II slijedećih karakteristika:

$$Q_i (50 \text{ m}^3/\text{sek}, H_{\text{nsr}} = 125,98 \text{ m}, P_i = 53,57 \text{ MW})$$

Predviđa se vrijednost biološkog minimuma od $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

S obzirom da na dijelu predviđenog poteza za HE Manojlovac II postoji izgrađena i obnovljena HE Manojlovac I, vodilo se računa o produljenju njenog vijeka trajanja i o budućoj ulozi obnovljene HE Manojlovac I. (tablica 1 i 2).

AKUMULACIJA I HE KRČIĆ GORNJI

Vodotok Krčić je pritoka Krke i nastaje iz kraških vrela na uzvodnom kraju njegove doline, na koti 380 m n.m. Dolina Krčića duljine blizu 10 km završava slapom Topolje visokim više od 40 m, pod čijom je sedrenom barijerom izvor Krke.

U dosadašnjim studijama i projektnim rješenjima razmatrane su razne varijante energetskog korištenja Krčića. Prema saznanjima temeljenim na provedenim istražnim i projektnim radovima,

Tablica 2 Osnovne karakteristike planiranih HE na slivu Krke

Ime HE	Tip HE	Broj stepenica	Ukupna dužina, m	Bruto pad, m	Neto pad, m	Bruto snaga, kW	Neto snaga, kW	Prostorni prijelaz
KRČIĆ	KRČIĆ GORNJI DERIVACIJSKA	1/10	350	80,5	7,26	30,8	0,5*	
	KRČIĆ DONJI DERIVACIJSKA	2/30	1000	100	20,00	2000	100,00	0,00
KRKA	MANOJLOVAC 2 DERIVACIJSKA	2/50	23,2	211,50	125,98	53,57	181,66	prosječno 3,0
	ČIKOLA 2 DERIVACIJSKA	2/30	7,9	225,00	166,50	42,48	87,18	0

* Najnovije spoznaje, nakon izrade Osnovnog projekta (1990.godine), ukazuju na mogućnost izgradnje elektrane s karakteristikama kako je ovdje prikazano. Veličina Biološkog minimuma (BM) je određena kao potrebna količina za vodovod kninskog područja. U akumulaciji HE Krčić Donji obavlja se supstitucija vode BM-a s vodom iz vrela Krke, čime je osigurana kvalitetna voda za vodovod, bez umanjivanja proizvodnje električne energije u HE Krčić Donji.

zaključeno je da akumuliranje voda Krčića treba ostvariti s dvije stepenice, tako da bi se gornja stepenica sastojala iz akumulacije s kotom uspora 350 m n.m. i derivacije duljine 2,64 km, s bruto padom 87 m (lit. 13.), a donja stepenica bi koristila raspoloživi pad stvoren barijerom slapa Topolje, s time da se računa da će se znatni dio voda, koje bi se gubile iz gornje akumulacije, dospjeti u donju akumulaciju gdje će se energetski koristiti na HE Krčić Donji.

Elektroprojekt je predložio takva rješenja kojima će se uskladiti zahtjevi svih potencijalnih korisnika voda i prostora u slivu, te ostvariti najveća korist za društvo na što racionalniji način. Naime, česta izlivanja Krke iz korita prouzrokuju znatne štete, a u tim poplavnim vodama veliki udjel predstavljaju vode Krčića. Zato će dobro doći svako, pa i najmanje, transformiranje i ublažavanje vodnih valova u gornjoj akumulaciji. Osim toga, očekuju se i drugi manje ili više značajni ali pozitivni učinci za poljoprivredu (voda za natapanje), vodoopskrbu, ribarstvo i lovstvo budući da predložena rješenja osiguravaju stalnu vodu (Krčić je svake godine presušivao pa nije bilo uvjeta za razvoj faune i flore), što je nesumnjiv doprinos razvoju i unapređenju uvjeta života i očuvanju okoliša.

HE Krčić Gornji predviđen je kao derivacijsko postrojenje s tlačnim tunelom, cilindričnom vodom komorom i čeličnim tlačnim cjevovodom (lit 13). Osnovni energetski parametri su:

$$Q_i = 10 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{nsr}} = 80,5 \text{ m}, P_i = 7,26 \text{ MW}$$

Tablica 3 Osnovni podaci o postojećim i mogućim akumulacijama
(prema lit6)

Redni broj	Naziv akumulacije	Vrsta akumulacije	Ukupna površina (ha)	Površina pod vodom (ha)	Volumen (m³)	Vrijeme punjenja (god.)	Prosječna visina pada (m)	Prosječna brzina strujanja (m/s)	Status
1.	BRLJAN KRKA	ENERGETSKA (HE MANUJLOVAC 1.)	400.000	?	1.200	6	187,15 184,0	29,3	Postojeća HE
3.	KRČIĆ DONJI KRČIĆ	ENERGETSKA (HE KRČIĆ DONJI)	5.780.000	226.000	1.650	4	265,6 163,0	10,8	Izvedbeni projekt; u izgradnji
5.	JERKOVIĆI RADLJEVAC	POLJOPRIV. I ZAŠTITA	3.150.000	290.000	1.600	25	313,0 307,0 298,5	0,76	Studija osn.proj.
7.	ZARAČ KOSOVČICA	POLOPRIV. I ZAŠTITA	2.800.000	1.060.000	3.200	5,5	236,6 235,5 232,0	?	Studija osn.proj.
9.	ČIKOLA II. ČIKOLA	ENERGETSKA (HE ČIKOLA II.)	44.850.000	1.580.000	7.500	76,5	225,0 170,0	7,2	Studija-osnovni projekt
11.	KULINA KRIVAC	POLJOPRIV. I ZAŠTITA	2.490.000	680.000	900	17	142,0	0,16	Studija
12.	BEKOVA DUBOKA DRVCA	POLJOPRIV. I ZAŠTITA	500.000	60.000	200	23	100,0	0,10	Studija

AKUMULACIJA I HE KRČIĆ DONJI

Izgradnjom nasipa na sedrenoj barijeri Topolje povisuje se razina Krčića, čime se dobiva kompenzacijski bazen za dnevno reguliranje dotoka za HE Krčić Donji. Hidroelektrana Krčić Donji koristi, na raspoloživom padu sedrene barijere slapa Topolje, osim voda Krčića i vode izvora Krke pregrađivanjem izvorske spilje i otješnjenjem sedrene barijere Topolje. (lit. 14).

HE Krčić Donji je derivacijsko postrojenje koje, uz kompenzacijski bazen za dnevno reguliranje, ima zahvat vode Krke i Krčića u oknu promjera 6 m, koje presijeca izvorsku špilju na 15 m nizvodno od izvora Krke. To okno seže prema gore do dna korita Krčića i kroz njega se vode Krke privode u kompenzacijski bazen, kao i iz bazena u tlačni tunel.

Nizvodno od slapa Topolje nalazi se ribogojilište kojemu treba osigurati stalni dovod od 1 m³/s nezagađene vode iz izvora Krke. Ta se protoka energetske koristi u malom uzvodnom postrojenju. (lit. 15).

Osnovne podatke za HE Krčić Donji i spomenutu malu HE prilažemo u nastavku:

HE Krčić Donji

Instalirana protoka	$Q_i = 20,00 \text{ m}^3/\text{s}$
Srednji neto pad	$H_{\text{nsr}} = 43,93 \text{ m}$
Instalirana snaga elektrane	$P_i = 7,72 \text{ MW}$

Elektrana na biološki minimum

Instalirani protok	$Q_i = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$
Srednji neto pad	$H_{\text{nsr}} = 40,08 \text{ m}$
Instalirana snaga elektrane	$P_i = 288 \text{ kW}$

OBJEKTI NA ČIKOLI

Lijeva pritoka Krke Čikola izvire jugoistočno od Drniša uz istočni rub Petrovog polja. Gornji tok Čikole prolazi rubnim (južnim) dijelom Petrovog polja i ima relativno mali pad, dok se od Drniša do ušća Čikole sa znatno većim padom probija dubokim i uskim kanjonom. Sveobuhvatno se može konstatirati da uvjeti za izgradnju višenamjenskih akumulacija nisu osobito povoljni, jer su protoke Čikole neujednačene. Na čitavom promatranom potezu od Drniša do Ključica, korito Čikole je usječeno u dubokom i relativno uskom kanjonu s manjim proširenjima. Stvaranje akumulacije zahtijevalo bi izgradnju visoke brane. Unatoč toga, predviđaju se dvije hidroelektrane (lit. 7.) i to:

- HE Čikola I kao pribransko postrojenje na raspoloživom bruto padu od 36 m stvorenom izgradnjom betonske gravitacijske brane i
- HE Čikola II kao derivacijsko postrojenje koje koristi srednji bruto pad od 160 m. Pregradni profil je blizu 6 km od ušća Čikole u Krku, na ulazu u kanjon kroz koji Čikola teče do Ključica.

Opisana planirana rješenja za akumulacije i pridružene hidroelektane, ukazuju na to da su projektanti i svi ostali korisnici neprestano vodili brigu o očuvanju prirodnih vrijednosti sliva Krke, s posebnim naglaskom na zahtjevu da izgradnja objekata ne smije narušiti vizualni sklad prirode. Predložene akumulacije i hidroelektrane omogućuju planirano doziranje vode, što daje mogućnost da se bezvodnost vodotoka u sušnom dijelu godine, kada sedrene barijere mogu biti prirodom ugrožene, što više skрати. To u konačnosti koristi i poljoprivredi, turizmu i ribarstvu.

UTJECAJ MOGUĆIH I POSTOJEĆIH TEHNIČKIH RJEŠENJA NA PROSTOR NP KRKA I OSTALE PRIRODNE VRIJEDNOSTI

U razmatranju višenamjenskog korištenja voda, obuhvaćaju se svi sektori korištenja kroz koje se može sagledati utjecaj hidrotehničkih zahvata na prirodne značajke prostora. Predlažu se rješenja koja imaju najviši mogući stupanj zadovoljenja zahtjeva svih korisnika. U predlaganju optimalnih rješenja polazi se od prostora čitavog sliva i svih zahtjeva pojedinih korisnika. Predložena rješenja često su kompromis ili pokušaj da se postigne optimalno korištenje voda Krke, s najviše koristi za zajednicu. Plansko višenamjensko korištenje prirodnih bogatstava omogućava rješavanje problema energetskog korištenja, vodoopskrbe, zaštite od voda, navodnjavanja i s tim u svezi razvoj poljoprivrede i turističku valorizaciju ovih područja. (lit. 4, 8, 9, 10 i 11)

Zadržavanje vode u slivu ostvarilo bi se malim akumulacijama i retencijama što, uz pravilno gospodarenje, ima pozitivan utjecaj na sve korisnike i prirodnu sredinu (sedra, riblje zajednice itd.). Ispitivani su utjecaji na režim voda nizvodno od HE Manojlovac II do Visovačkog jezera (lit. 7) i utvrđeno je da su varijacije razina u jezeru potpuno beznačajne.

Pitanjima zaštite ekosustava posvećena je posebna pozornost, za što su provedene specijalističke obrade po sektorima turizma i ribarstva, te sektora planiranja i uređenja prostora. U ovim obradama sudjelovali su renomirani instituti i pojedinci (lit. 7).

NACIONALNI PARK KRKA I VODOOPSKRBA

Za svoje potrebe čovjek je oduvijek najradije koristio izvore jer je, prirodno, voda na mjestu istjecanja iz zemlje bila najčistija. Tako se i opskrba pitkom vodom većine naselja u slivu Krke do sada planirala i ostvarivala iz većih i manjih izvora; iz izvora Jaruga opskrbljuje se Šibenik, iz izvora Šimića pećina-Knin, izvor Torak koristi se za vodovod Dalmatinske Zagore kojim se napaja prostrana bezvodna visoravan lijeve obale Krke i Drniš, a iz izvora Miljacke opskrbljuju se vodom naselja Bukovice na desnoj i lijevoj obali Krke (tablica 4). Donedavno, kapaciteti izvora su zadovoljavali relativno skromne potrebe stanovništva ovog kraja. Danas su, međutim, zbog razvoja turizma i industrije uglavnom na obalnom području, potrebe narasle daleko iznad potreba lokalnog stanovništva. Kako je voda preduvjet razvoja kojem težimo, moramo je odnekuda osigurati.

Nažalost, najveće potrebe su u ljetnom razdoblju kada je najmanji protok i izdašnost izvora. Maksimalne dnevne potrebe na unutarnjem području, koje se opskrbljuje iz izvora sliva Krke, iznose za današnje okolnosti blizu 400 l/s, a za 2015. godinu procijenjene su na blizu 600 l/s. Spomenute količine bi se moglo lako namiriti postojećim vodovodima, uz proširenje zahvata na izvoru Miljacka i planiranim novim zahvatom izvora Krke (lit. 6).

Glavni problem je, naravno, obalno područje za koje bi - prema procjenama - trebalo osigurati u normalnoj sezoni još približno 2000 l/s. Kada se svemu tome pribroji još i problem vodoopskrbe Zadra i Biograda, koji je nastao zbog isključivanja vodozahvata na Zrmanji, i uzmu u obzir potrebna poboljšanja sustava vodoopskrbe (reverzibilnost opskrbe vodom), razumljivo je da je Vlada RH prihvatila program aktivnosti, koji sadrži i dugoročne mjere, povezivanje sadašnjih i planiranih vodoopskrbnih sustava Zadarsko-krkanske i Šibenske županije. Kako su kapaciteti poznatih izvora u donjem toku Krke uglavnom već iskorišteni, toliku količinu vode moguće je pribaviti jedino iz Krke nizvodno od Skradinskog buka ili uzvodnije, a to znači iz Nacionalnog parka. To je razlog što uobičajena gospodarska razmatranja nisu dovoljna za donošenje konačne odluke, već im treba dodati i podjednako važne kriterije zaštite okoliša unutar granica Nacionalnog parka.

Tablica 4 Vodoopskrba

Knin	12000	25000	135	160	Šimića pećina 240	300	Novi zahvat na izvoru Krke*
Promina Kistanje	900 3300	3500 10000	5 100	30 110	Miljacka 64.5	900	
Miljevci, Dmiš	3700	4000	50	50	Torak 50	50	
Dalm.Zagora	10000	8000	50	50		50	
Šibenik i obala			600	2500	Jaruga Krka-privr. 1	550 100	Novi zahvat Jezero Visovac**

* Projektirani zahvat na izvoru Krke je na 223,7 m n.m. s cjevovodom Ø600 mm (500 l/s)

** Projektirani zahvat iz Visovačkog jezera je na 40 m n.m. s cjevovodom Ø1000 mm (2000 l/s)

S obzirom da mali protoci na Skradinskom buku reda 5 i 10 godišnje pojave iznose 6,85, odnosno 6,27 m³/s (lit. 5), to bi se zahvaćanjem vode uzvodno od slapova, u tim malovodnim razdobljima, protok na njima smanjio za 29,2 posto, odnosno 31,9 posto. Koliko će to i kako utjecati na fenomen sedrenog slapa i njegovu atraktivnost, treba prosuditi detaljnijim hidrološkim analizama malovodnih razdoblja i bioloških utjecaja. Prema strategijskom konceptu razvoja vodoopskrbe, što ga je prihvatila Vlada RH, u određivanju lokacije vodozahvata pošlo se od stava da zbog takvog smanjenja ne bi bilo opravdano zahvaćati vodu nizvodno od Skradinskog buka, jer bi se bitno povećali troškovi za crpljenje, a kvaliteta zahvaćene vode bila bi manje ili više ugrožena.

Na čitavom slivu Krke preostaju za vodoopskrbu u daljnjoj budućnosti samo dva veća izvora: Miljacka i sam izvor Krke. Izvor Miljacka sastoji se od niza izvorišnih zona, od kojih su mnoge potopljene u koritu Krke. Zbog toga je od kapaciteta izvorišta približno 1800 l/s (proračunatog na temelju razlike uzvodnog i nizvodnog protoka Krke), praktički moguće kaptirati približno 1000 l/s. Izvor je dragocjen zbog kapaciteta i još nezagađenog prilivnog područja, koje je zbog složene geologije teško točno ograničiti, a dokazana je podzemna veza s gornjim tokom Zrmanje i Krke (lit. 12).

Izvor Krke je svakako najdragocjeniji, kako zbog kapaciteta, koji je samo rijetko (jednom u 10 godina) manji od 3000 l/s, tako i zbog čistoće vode koju za sada ugrožava samo poljoprivreda i industrija oko Bosanskog Grahova otkuda se vode procjeđuju prema izvoru. S ovog izvora predviđa se opskrbljivati samo Knin i okolicu s količinom koja nije veća od približno 450 l/s. Za opskrbu obalnog područja ovaj izvor je za sada previše udaljen. Detaljnijim analizama treba,

međutim, ispitati je li je moguće očuvati kvalitetu vode na nizvodnom toku Krke, jer bi se time za barem 40 km skratio njen dovod do potrošača. Zahvaćanje većih količina vode zahtijevat će i regulaciju režima, odnosno obogaćenje malih voda pomoću akumulacija, čiji se utjecaj na kvalitetu vode treba ispitati (lit. 7).

Prema tome, za vodoopskrbu je prvensteno važno zaštititi vode Krke od onečišćavanja otpadnim vodama industrije i poljoprivrede kninskog i drniškog područja, pa i eventualnih drugih zagađivača. U budućnosti će vjerojatno i za potrebe vodoopskrbe trebati proširivati akumulacijske kapacitete radi osiguranja potrebnih količina voda. Kako to ostvariti s najmanjim mogućim lošim utjecajima na prirodno okruženje, zadatak je koji se mora zajednički rješavati i riješiti.

LITERATURA

- (0) Uputstva za vrednovanje višenamjenskih vodoprivrednih projekata s ekonomskog društvenog i aspekta zaštite životne sredine - Ekonomska zajednica za razvoj i suradnju, Pariz 1982. God.
- (1) Osnovni projekt Krka - Zrmanja, Elektroprojekt, Zagreb, 1952. God.
- (2) Studija hidroenergetskog iskorištenja sliva Krke i Zrmanje, Elektroprojekt, Zagreb, 1964. God.
- (3) Vodoprivredna osnova sliva Krke i Zrmanje, Elektroprojekt, Zagreb, 1975/78.god.
- (4) Nacionalni park Krka - Razvojni prostorni plan, studija, 1971.god.
- (5) Prof. dr. sc. Ognjen Bonacci, "Hidrologija malih voda Skradinskog buka gornjeg, studija, Hrvatska vodoprivreda br. 29 Zagreb 1995. god.
- (6) Dugoročni program opskrbe pitkom vodom RH, JVP, Zagreb, 1991. god.
- (7) Viešnamjensko uređenje i korištenje voda u slivu Krke, studija, Elektroprojekt, Zagreb, 1987. god.
- (8) Zakon o proglašenju Nacionalnog parka Krka, 1985.god., NN br.5/1985.
- (9) Zakon o proglašenju Prostornog plana Nacionalnog parka Krka, 1990.god., NN br.1/1990.
- (10) Prostorni plan Republike Hrvatske, Zagreb, 1989.god.
- (11) Zakon o prostornom uređenju, 1994.god., NN br. 30/1994.
- (12) Bojenje voda ponornog dijela Zrmanje u području Mokrog polja, Geološki zavod, Zagreb, 1986.god.
- (13) HE Krčić Gornji, osnovni projekt, Elektroprojekt, Zagreb, 1990. god.
- (14) HE Krčić (Donji), tehnička dokumentacija za građenje, Elektroprojekt 1989. god.
- (15) Elektrana na biološki minimum, HE Krčić (Donji), tehnička dokumentacija za građenje, Elektroprojekt, Zagreb, 1988. god.

Demografski, gospodarski i socijalni kontekst razvoja Hrvatske elektroprivrede od prvog elektroprivrednog sustava do danas

Demographic, Economic and Social Context of the Development of "Hrvatska Elektroprivreda" from the First Croatian Electric Power System up to Present

Prof. dr. Mladen Friganović¹, Mr. Ivo Poljičak²,
Prof. dr. Ivo Šimunović³

¹ Prirodoslovno matematski fakultet

² Šibenik

³ Ekonomski fakultet Split

SAŽETAK

Demografski, socijalni i gospodarski kontekst nije odvojiv od znanstvene i tehnološke revolucije. One su potaknule mijenu stanovništva. Od početka znanstveno-tehnološke revolucije stanovništvo svijeta je naraslo od milijarde na pet i pol milijardi. Obje su promjene u Hrvatskoj nastupile sa zakašnjenjem za europskim zemljama, pa Hrvatska u sva tri aspekta zaostaje za Europom.

Primjenom električne energije dogodile su se korjenite društvene promjene. Te su promjene praćene pitanjima opskrbe, jeftinoće i smanjenja društvenih implikacija u kontekstu europskih i svjetskih društvenih i gospodarskih događanja. Električna energija je značila izvlačenje iz tradicionalnih i skučenih okvira življenja, ali svakome to nije uspijevalo. Šibenski je kraj prošao put od prvih tvornica i strojeva na električni pogon do propalih teško-industrijskih postrojenja. Paleoindustrija se pokaza-

ABSTRACT

Demographic, social and economic context can't be separated from scientific and technical revolution. This revolution has stimulated major change as regards population. From the beginning of scientific and technical revolution, world population increased from one billion to five and a half billion. In Croatia, both changes took place later than in European countries, so that Croatia has a time lag in comparison with Europe as regards all three aspects.

The use of electricity brought about crucial social changes. These changes are related to supply, reduced costs and abatement of social implications in the context of European and worldwide social and economic development. The use of electricity meant abandoning traditional and meager living culture. However, not everyone could do this. The region of Šibenik faced up to the way from first fac-

la znatno složenijom od proizvodno-gospodarskih inovacija s mnogim otvorenim pitanjima suvremenog društva.

Sredina 19. stoljeća označila je nastupajuću prekretnicu u gospodarskim okolnostima europskih i naših zemalja. Unatoč prodoru stranog kapitala i prvih tvornica pokraj 19. stoljeća, poljoprivreda i selo bile su i dalje glavno obilježje Hrvatske. Tako je bilo, s manjim promjenama, sve do drugog svjetskog rata. Nakon toga, uslijedio je val zakašnjele industrijalizacije i potom tercijarizacije. Ali, bilo je to sa znatnim i značajnim nedostacima. Zatvorena ekonomija nije dopuštala jače otvaranje svijetu. Domovinski je rat (1991.g. do 1992.g.) to zaustavio i donio nove teškoće. U šibenskom području otežana je transformacija i prilagodba novom vremenu. Glavna je zadaća pronaći put k modernoj i profitabilnoj ekonomiji, na temelju prirodnih vrednota in situ.

tories and engines driven by electricity to the downfall of heavy industry. Paleoindustry proved to be much more complex than the production and economic innovations with a lot of open questions pertaining to contemporary society.

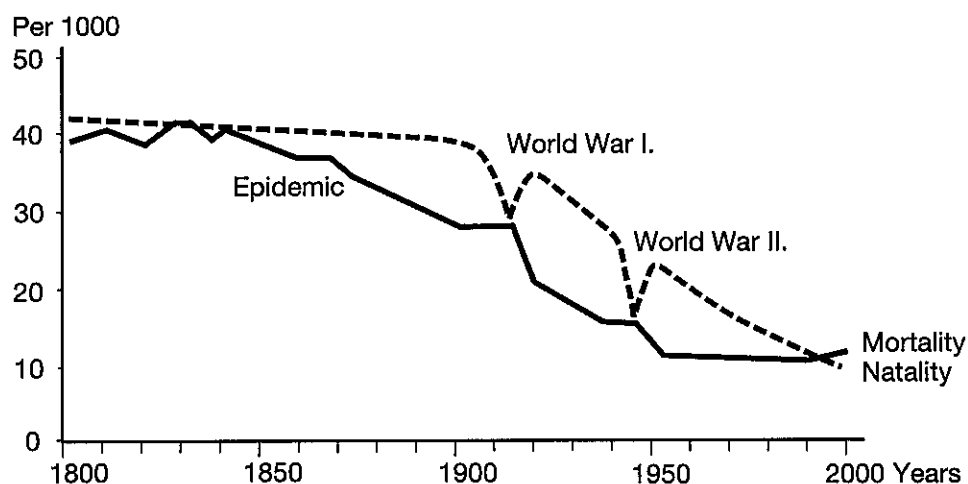
The mid of the 19th century marked the subsequent turning point in economic conditions of European countries and our own. Despite of the entry of foreign capital and first factories at the end of 19th century, agriculture and village remained main attributes of Croatia. With minor changes, this situation prevailed until the World War II. After the war, a wave of late industrialization and tertialization succeeded. But, it has had numerous and significant deficiencies. Centralized economy didn't allow more powerful opening towards the world. Homeland war (1991-1992) stopped this process and actualized new adversities. In the Šibenik region, the transformation and adjustment to new setting is troublesome. Main task is to find the way to modern and profitable economy on the basis of natural values in situ.

I.

Hrvatska je sa svojim povijesno-političkim i regionalnim posebnostima prostor različite mijene (kretanja) pučanstva. To proistječe dobrim dijelom i zbog različite zemljopisne podloge i podneblja (Friganović, Mladen, 1994). Ona kao zemlja na križištu triju europskih podkontinentskih sastavnica (srednjeg Podunavlja, sjevernog Sredozemlja i zapadnog Balkana) baštini dijelove njihovih prirodnih i društvenih osobina. Te se osobine prožimlju i u demografskom biću Hrvatske. Prožimlju se u njezinom etnosu i demosu što se zrcali i u društveno-gospodarskom obilježju prostornih sastavnica (panonsko ili ravničarsko, dinarsko ili gorsko i jadransko ili primorsko područje).

Kao što su se prvi odrazi otkrića svjetske znanosti i tehnoloških inovacija dogodili potkraj 19. stoljeća ("Moderne des 19. Jahrhundert") i u nas (prve HE i dr.), tako su se nešto kasnije počele događati mijene stanovništva u prirodnom kretanju (rodnost, smrtnost, priraštaj) i sastavu (rast udjela mladih) stanovništva (Gelo J., 1987.g.). Pri tome su zapaženi karakteristični regionalni modaliteti kao funkcija povijesno-političkih, gospodarskih i zemljopisnih obilježja i procesa. Sve je to zajedno rezultiralo "hrvatskim demografskim fenomenom" (Friganović, M. - Šterc, S., 1993). Karakterizirali su ga ubrzani demografski prijelaz, poremećaji pučanstva u dinamici i strukturi, te gospodarskom zaostajanju.

Demografski prijelaz (tranzicija) započinje u Hrvatskoj upravo potkraj 19. stoljeća kao i prva industrijalizacija s prepoznatljivom akceleracijom prirodnog priraštaja pučanstva. No, to ubrzanje biva kadšto poremećeno epidemijama tada još prisutnih bolesti (kolera, tifus, španjolka, malarija i dr.), te politički i gospodarski uzrokovanim iseljavanjem u neke zapadnoeuropske i prekoceanske zemlje (Holjevac V., 1967. g.). Podrobnije prostorno određenje i depopulacijski parametri dopunjeni su u nekim novijim radovima otkrivajući nam svu sliku okrnjenosti hrvatskog domovinskog bića (Nejašmić I., 1991). Egzodus su pojačale okolnosti nakon drugog svjetskog rata i još većma okljaštrili demografsko i etničko tkivo.



Slika 1 Krivulja rođenih i umrlih stanovnika Hrvatske 1880.-1992.g.

Korelacija demografskog prijelaza i tehnološkog razvoja u nas bilježi, dakle, stotu obljetnicu (početak demografske tranzicije i izgradnja prvog elektroprivrednog sustava). Prije približno 100 godina utemeljena je i statističko-demografska služba u nas koja je hvatala korak za europskom i koja je unapređivala pouzdanost i obuhvat popisa pučanstva. Jer, prvi hrvatski statistički ured utemeljen je u Zagrebu 1875. g. (Korenčić M., 1979.g.) nakon što su prije toga, pod utjecajem europske znanosti, naši znanstvenici upozoravali na to ("Proučavanjem pučanstva dobivamo nužnu podlogu za proučavanje socijalnih i gospodarstvenih pitanja, pučanstvo je najvažnije počelo narodnoga gospodarstva..." pisao je još 1868. Petar Matković, op. cit, IX). U tom su pogledu prednjačile tada skandinavske zemlje (Reihard M., 1961). Tako je već idući popis pučanstva 1880. g. bio znatno pouzdaniji i potpuniji kao, i nakon toga što su ga slijedili do prvog svjetskog rata (1890., 1900., 1910.g.). I na temelju rezultata tih popisa, koji su počinjali s dijelovima naselja, možemo rekonstruirati sliku naseljenosti u vrijeme izgradnje prvih hidroelektrana u nas (Friganović M., 1962.g.). Ti su nam popisi, uz ukupni broj stanovnika pružali mogućnost analize sastava prema dobi i spolu, djelatnosti, vjeri i drugim parametrima na teritoriju cijele tadašnje države, pa tako i Dalmacije te šibenskog kraja. Prema tome, iako je bilo i ranijih prostorno i sadržajem djelomičnih popisa (vlastelinski, crkveni i drugi cenzusi), ovi se posvemašnji popisi pučanstva mogu smatrati polazišnim vremenom i za relevantne gospodarske grane (elektroprivreda, metalurgija i dr.).

Evo nekih uporednih demografskih pokazatelja mijene pučanstva svijeta, Europe i Hrvatske u razdoblju od 1800. do 1950. g. i projekcije do 2000. godine.

Demografski razvoj svijeta, Europe i Hrvatske 1800. do 2000.g.

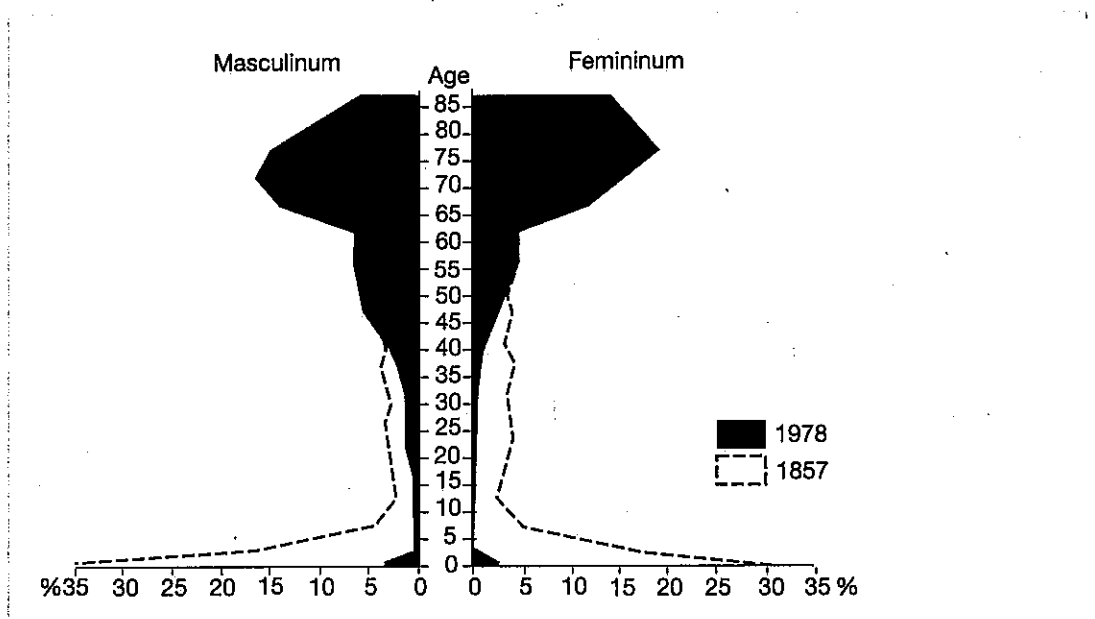
	1800.	1850.	1900.	1950.	2000.	
Svijet	906	1131	1650	2525	6251	milijuni
Europa	187	268	293	392	508	milijuni
Hrvatska	1595	2076	3161	3858	4829	tisuće

Pokazatelj mijene broja (1800=100)

	1800.	1850.	1900.	1950.	2000.
Svijet	100	125	182	279	690
Europa	100	142	157	210	272
Hrvatska	100	130	198	242	383

(Sastavio autor iz različitih izvora UN i RZS Hrvatske)

Devetnaesto stoljeće bilo je stoljeće povijesnog zamaha ljudskog uma i rasta stanovništva. Prvi put u svojoj povijesti ljudski rod prelazi milijardu iglava. Nastavlja se sa skoro gotovo eksponencijalnim porastom i prijetućim brojem od sedam milijardi na početku 21. stoljeća (varijanta umjerena rasta). Olakšati život u predvidivom rastu i podjeli dobara može, uz razumno usporavanje prirodnog priraštaja, samo znanost i racionalno upotrebljena tehnologija. Razvijeni je dio svijeta na dobrom putu, a sve veći problem postaju nerazvijeni gdje se iz dana u dan povećava diskrepancija između brzog rasta stanovništva (pozitivan utjecaj znanstvene i zdravstvene revolucije) i gospodarskog zaostajanja (neusklađenost demografske tranzicije, koja je sada u srednjoj ekspanzivnoj etapi, i gospodarskog razvoja). Hoće li razvijeni dio svijeta biti dobar i učinkovit putokaz (model) nerazvijenima? Ako ne, što nas čeka? (International Transmission of Population Policy Experience, United Nation, Dep. of International Econ. and Social Affairs, Proceedings... New York, 1990.g.).



Slika 2. "Piramida" umrlih po dobi i spolu stanovnika Hrvatske, Dalmacije i Šibenskog kraja 1857. do 1991. g.

Hrvatska je, unatoč svim svojim tegobama, prednjačila u europskom populacijskom razvoju, ali ne i u gospodarskom rastu. Globalno uzevši, Hrvatska se ponaša u demografskom pogledu kao razvijena Europa, a u gospodarskom pogledu znatno za njom zaostaje. Otuda nužnost smišljene demografske politike kao utke u gospodarsku cjelovitost. Upravo smo na pragu jednog takvog razdoblja i treba se nadati da će doći do skladnijeg tijeka tih trendova.

Južna Hrvatska (Dalmacija) i njezin sjeverni dio (šibenski kraj i županija) pretežito slijede naznačene tendencije, ali s neizbježnim i razumljivim odstupanjima. Ta odstupanja proizlaze iz naravi prostora i vremena. Evo nekih podataka.

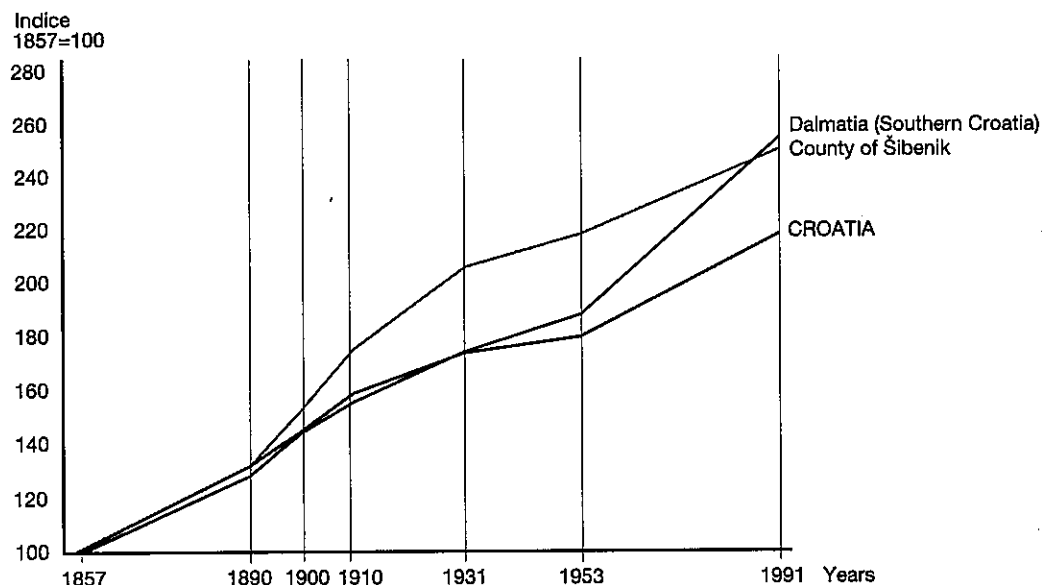
Demografski razvoj Dalmacije, šibenskog kraja i Šibenika u razdoblju od 1857. do 1991. godine (stanovništvo u tisućama)

	1857.	1890.	1900.	1910.	1931.	1953.	1991.
Hrvatska	2181,5	2854,6	3161,5	3460,6	3785,5	3936,0	4784,3
Dalmacija	374,2	431,9	545,2	592,6	649,3	703,7	951,6
Šibenski kraj	32,5	43,0	50,8	58,1	67,1	71,1	85,0
Šibenik	6,6	8,5	11,0	13,7	17,0	18,0	41,0

Pokazatelj mijene broja stanovnika (1857=100)

	1857	1890	1900	1910	1931	1953	1991
Hrvatska	100	131	145	159	174	180	219
Dalmacija	100	129	143	153	174	189	254
Šibenski kraj	100	132	156	179	206	219	261
Šibenik	100	128	163	207	257	271	620

(Izvor: Friganović, M., 1962, za 1991. iz popisa 1991.)



Slika 3. Pokazatelj mijene broja stanovnika Hrvatske, Dalmacije i šibenskog kraja 1857. - 1991.g. (iz više izvora sastavio M.F.)

Stanovništvo šibenskog kraja raslo je do međuraća malo brže od rasta pučanstva Dalmacije (bez otoka Paga). To se nastavilo i nakon drugog svjetskog rata, a potom je posljednjih dvadesetak godina rast usporavan (udjel stanovništva šibenskog kraja u stanovništvu Dalmacije bio je 8,7 posto 1857.g., pa 9,3 posto 1900.g., te 11,5 posto 1953.g., a potom pada na 8,9 posto 1991. g.) Moglo bi se, dakle, ustvrditi da je to stanovništvo pulsiralo oko zajedničke društveno-gospodarski uokvirene dinamike rasta naseljanosti. Na malo brži rast stanovništva šibenskog kraja jamačno je povoljno utjecala dinamika porasta stanovništva samog grada Šibenika. Ono je skoro trostruko brže raslo od pučanstva Dalmacije i šibenskog kraja u cjelini. Pretpostavke za to, uz sve nepovoljnosti, bile su elektrifikacija grada (rasvjeta, mlin i druga postrojenja na električnu energiju), vojnopomorski objekti, željeznica, luka, tvornica u Ornici i dr. Radilo se, očito, više o kvalitativnim društveno-gospodarskim promjenama, nego o demografskom rastu. Šibenik se time preobražavao iz težačkog (i samo donekle ribarskog) grada u naselje sa složenijom demografskom strukturom u djelatnom, obrazovnom i svakom drugom pogledu. Ali, na širu gradsku okolicu to nije moglo utjecati sve do polovice 20. stoljeća. Prema tome, primjena novih izvora energije (HE Jaruga i dr.), preradba prirodnih dobara in situ (vapnenac za proizvodnju kalcijeva karbida, kalcijeva cijanamida i dr.), unapređenja obrtništva (strojevi na električni pogon), prehrambene industrije (mlinovi za žito i masline), kemijske industrije (prerada buhača), tvornice tjestenine, mala brodogradilišta i drugi sitni pogoni s upotrebom električnih strojeva bile su nove pojave u životu gradskog stanovništva, koje su mijenjale njegovu demografsku strukturu i dinamiku (Friganović M., 1973.g.).

U daljnjem razvoju je pridošla proširena vodoopskrbna mreža (stari, novi i zagorski vodovod), željeznička pruga do utovarno-istovarne luke (siverički ugljen, drniški boksit, kosovska sadra i zapadno-bosansko drvo) i dr. Sve je to pratila primjerena demografska dinamika kao kvantitativni izraz urbanizacije kao kvalitativnog procesa. Kako se "nosio" Šibenik s ostalim gradovima na dalmatinskoj obali vidi se iz ovih podataka.

Pokazatelj mijene broja stanovnika središta južnohrvatskih županija u razdoblju od 1857. do 1991. g.

	1857.	1890.	1900.	1910.	1931.	1953.	1991.
Dubrovnik	100	121	150	164	198	248	643
Šibenik	100	128	166	207	257	271	620

(Izvor podataka kao za prethodne tablice)

Očito je da Šibenik, pogurnut u svojem razvoju prvom hidroelektranom i tvornicom potkraj 19. stoljeća, a kasnije i vojnopomorskom funkcijom s (ne)odgovarajućom željezničkom vezom i lučkim kapacitetima, nije uspio u novom vremenu prilagoditi modalitete unosnije gospodarske inovacije koja bi povukla i demografski rast, a usporila iseljavanje iz okolice i iz samog grada (viškovi novih naraštaja visoko obrazovanih i drugih). To posebice vrijedi za razdoblje nakon drugog svjetskog rata.

II.

Sredina prošlog stoljeća (1848. g.) bila je prekretnica u društvenim i gospodarskim okolnostima europskih zemalja. U Hrvatskoj se u to vrijeme ukida kmetstvo. Taj, po sebi, veliki i prekretnički događaj nije bio dovoljan da bi se izmijenile gospodarske okolnosti i krenulo intenzivno u progres kao što je to bilo u Europi.

Nakon ukidanja kmetstva, zemlja se nije podijelila seljacima. Tvornice koje su se gradile u Hrvatskoj, pretežito su se gradile stranim kapitalom (vlasnici su bili strani kapitalisti). Uvjeti rada u tvornicama bili su vrlo teški, a dnevnice nedovoljne za održavanje egzistencijalnog života. Bilo je to vrijeme kada je cijela Hrvatska bila u podređenom položaju. Austrijsko carstvo (a poslije Austro - Ugarska) je zbog obrane zemlje (Vojna krajina) kočila razvitak industrije (posebno tekstilne industrije). Nacionalna poduzetnička buržoazija bila je mlada, nejaka i financijski skučena i bez podrške državne gospodarske politike (Mirković M. 1986.g.).

Poljoprivreda i selo dominiraju u gospodarskoj i socijalnoj strukturi u neizmijenjenom sastavu skoro jedno stoljeće. Ukupna vrijednost poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj od 1885. do 1950. godine porasla je samo za 57,7 posto koliko je poraslo i stanovništvo (Stipetić V., 1956.g.). To pokazuje da zapravo napretka nije ni bilo. Priliv jeftinih proizvoda iz razvijenijih zemalja Europe obarao je cijene poljoprivrednim proizvodima na tržištu, pa su izvori hrvatskog gospodarstva bivali sve manji. To se na poseban način događalo u priobalju, gdje uz bolest vinove loze ubrzo propada vinogradarska kultura, a započinje prvi val emigracije koji se nastavlja do naših dana.

Nakon prvog svjetskog rata strani kapital počinje jače ulaziti u hrvatsko gospodarstvo. Bio je pretežito iz zapadnih europskih zemalja. Država je štitila strane ulagače, pa je strani kapital činio dvije trećine ukupnog industrijskog kapitala. Siromaštvo se nastavlja, jer prema podacima dr. I. Vinskog (Vinski I. 1955.g.) od 1919. do 1940. godine nacionalni dohodak je porastao za samo 20 posto koliko i stanovništvo - pa se povijest ponavlja na jednaki način kao i u vrijeme agrarne dominacije.

Hrvatska je u to vrijeme bila agrarna zemlja. Poljoprivreda je davala obilježje čitavom gospodarstvu, te kulturnom i političkom životu. Naime, poljoprivreda je činila 50 posto dohotka

nacionalnog gospodarstva. Industrija i obrt su ostali neizmijenjeni. Industrija je bila strana i nije podupirala proces industrijalizacije u nas.

Tek u razdoblju nakon drugog svjetskog rata uslijedio je val industrijalizacije u gospodarstvu Hrvatske. Industrijalizacija je u nas došla s velikim zakašnjenjem. Prvi val industrijskog razvoja u nas, potaknut procesima u Europi, dospio je do međuriječja Save i Drave i zastao pred drugi svjetski rat. Nakon drugog svjetskog rata, on se nastavlja visokim tempom ali na drukčijem utemeljenju. Do drugog svjetskog rata, taj proces je bio temeljen na ekonomskim čimbenicima širenja i smještaja, a nakon tog rata on je postao element ideologije socijalizma o "razvoju radništva i pravu na rad". Ekonomska podloga je bila zamijenjena političkim voluntarizmom. Tako su nastale političke tvornice bez sirovinke i energetske podloge, izgrađene na istrošenoj tehnologiji i one koje danas predstavljaju smetnje i element siromašenja. U jeku industrijskog razvoja pojavljuje se treći gospodarski val s razvitkom turizma. Turizam simbolizira zaokret modernog gospodarstva prema uslugama pod nazivom "proces tercijarizacije". U nas taj proces znači, k tome, i zaokret prema resursima u kojima Hrvatska obiluje ili razvoj pod sintagmom "jadranska orijentacija". Turistifikacija priobalnog gospodarstva Hrvatske ponovo osmišljava agrar, umiruje industriju na razini potrebnog stabilizatora gospodarske strukture i valorizira nacionalno bogatstvo koje počiva na resursima obalnog prostora i njegovih prirodnih vrijednosti (Šimunović I., 1993.g.).

Industrijalizacija se događala u nas u uvjetima zatvorene planske ekonomije. Izgrađena je u poslijeratnoj euforiji industrijalizacije međutim, već sedamdesetih godina ona dosiže stanje zasićenosti i zastarjelosti. Industrija se sporo prilagođavala zahtjevima znanstveno-tehnološke revolucije, svjetskog tržišta i vlastitim mogućnostima, ostavši žrtvom pretjerane državne regulacije, inflacije, tereta vanjskih dugova i općeg pada učinkovitosti (Žuvela I., 1990.g.).

U takvim općim uvjetima koje je reprezentiralo industrijsko stanje, turizam ostaje bez glavne akumulacijske potpore, pa se razvija u siromašnoj formi i bez infrastrukturne i druge podrške. Turistifikacija je uspješna ili u visoko razvijenim zemljama ili u uvjetima državne potpore. Kako su u razvoju hrvatskog gospodarstva izostala oba čimbenika, to je turistifikacija imala svoje nedostatke i male rezultate u ukupnom gospodarskom razvoju (Šimunović I., i sur., 1993.g.).

Domovinski rat je bio novi prekid u razvoju gospodarstva Hrvatske ali i trenutak oslobađanja od ideologija, krivih predrasuda i tuđinskog nadzora, odnosno trenutak definiranja nove nacionalne gospodarske strukture.

III.

U razdoblju koje je neposredno prethodilo izgradnji prve hrvatske hidrocentrale, Šibenik se nalazio na rubu europskih, a i hrvatskih društvenih i gospodarskih zbivanja i ničim nije podsjećao na grad novog vremena. Sličnu sudbinu je dijelila i Hrvatska u okvirima Austrijskog carstva. Nakon 1848. godine, uz plemstvo, koje je imalo pretežito skromne prihode od posjeda, počinje se afirmirati i građanstvo i to kroz trgovinu, obrt i manju manufakturu, ali pedesetih godina prošlog stoljeća Austrijsko carstvo je pretežito agrarna država, a počeci industrijske revolucije na različitim razinama javljaju se samo u nekim austrijsko-njemačkim područjima. "Hrvatske se zemlje, izuzevši djelomično Istru, nalaze na dnu privredno-društvene ljestvice pokrajina carevine s pretežito naturalnom privredom" (Gross, M., 1985:465). Dakle, Šibenik se, kao i najveći dio Hrvatske, nalazio u tradicionalnim okvirima. Znaci novog doba su se tek nazirali. Međutim, lokalno stanovništvo nije imalo snage za veći iskorak iz života svojih prethodnika. Prva industrijska revolucija, primjerice engleskog tipa, ostavila je samo minimalne tragove u strukturi društvenog i gospodarskog života. Tako je pedesetih godina 19. stoljeća najveći industrijski pogon u Šibeniku bio prvi parni mlin u Dalmaciji. Ipak, to su još uvijek samo pojedinačni pokušaji uključivanja u ubrzane promjene na tlu Europe. Težaci čine najbrojniji društveni sloj, i u tome je Šibenik sličan i ostalim hrvatskim gradovima, a unutar gradskog života dominantni su tradi-

cionalni zanati i trgovina. Nova energetska podloga jedna je od ključnih promjena koja je utjecala na drukčije strukturiranje općeg društvenog razvoja. Naime, više se nije radilo o samo tehničkom pronalasku ograničenog djelovanja, nego o uvođenju novog tipa energije koji je, u svjetskim razmjerima, u relativno kratkom vremenu sa svim pozitivnim i negativnim posljedicama, potpuno promijenio način života. Nova energetska podloga, koja je omogućila izradu električnih strojeva i motora s unutrašnjim sagorijevanjem, stvorila je praktične pretpostavke za prijelaz od agrarnog, predindustrijskog u industrijski tip društva. Što je to konkretno značilo slikovito se vidi i na primjeru Šibenika, grada koji se ubrzano industrijalizirao, uz velike potrebe za električnom energijom. Uopće, u strukturi potrošnje energenata električna energija je dominantno odredila razvoj Šibenika u 20. stoljeću. Gradnjom hidrocentrala na Krki, što je predstavljalo veliki pothvat lokalnog poduzetništva, omogućen je razvoj tvorničarske industrije kojoj je za normalno funkcioniranje bio nužan dotok velikih količina električne energije. Kako u to vrijeme nije postojao veći zaokruženi elektroenergetski sustav, izbor je pao na Šibenik: izgradnja tvornice u Crnici (preteča Tvornice elektroda i ferolegura) početkom stoljeća, te nedugo zatim tvornice aluminija (svojevrsni prethodnik Tvornice lakih metala) označuju početak dugotrajne industrijalizacije grada. Drugim riječima, blizina energetske izvora i sirovina, te mogućnost stabilne opskrbe bio je u izravnoj vezi s lokacijom i tipom industrije.

Od poljoprivrede i ribarstva živjelo je krajem prošlog stoljeća više od 89 posto šibenskog stanovništva. Od rudarstva i industrije živjelo je samo 4,3 posto stanovništva, a ostalo stanovništvo živjelo je od prometa, trgovine i činovništva (6,7 posto). Već 1902. godine (samo 7 godina nakon izgradnje "Jaruge") u Šibeniku je bilo 1139 poduzeća i 2320 djelatnika. Bila su to doista mala poduzeća od kojih je Šupukova hidrocentrala zapošljavala najviše (10 djelatnika). Prve značajnije tvornice nastaju u Šibeniku nakon 1906. godine, to jest nakon gradnje treće hidrocentrale, kao što je tvornica karbida i cijanamida. Te su industrije proizvodile približno 1800 vagona karbida i 700 vagona cijanamida, te zapošljavale približno 800 radnika. Bile su to najmodernije tvornice u Dalmaciji i proizvodile su 1/6 svjetske proizvodnje karbida (Foretić D., 1976.g.).

Hidrocentrale na Krki bile su, dakle, doista jaki potisni čimbenik razvoja industrije, pa time i ukupnog gospodarstva Šibenika. Ubrzo nakon toga nastaju nove tvornice kao što su tvornice tjestenine (4), proizvodnja sapuna, tvornica likera (2) i tri tiskare.

Oživljavanje privrede kroz industriju imalo je odraz i na brži razvoj luke i pomorskih aktivnosti. Krajem stoljeća šibenska luka udvostručuje promet, a nakon 1911.g. promet se povećava 10 puta u odnosu na onaj iz 1897. godine (Foretić D., 1976.g.).

Poljoprivreda se nakon tih godina počinje jako reducirati, jer je i dalje ostala na primitivnoj tehnologiji s malim tržišnim viškovima i s usitnjenim posjedima. Poljoprivredno stanovništvo počinje migrirati prema Šibeniku ili emigrira.

Nakon drugog svjetskog rata, s promjenom društvenog odnosa, postojeća tehnička struktura još se dodatno radikalizirala. U neposrednom poraću, grubo kazano, formula da je socijalizam zbroj industrijalizacije i elektrifikacije postaje poželjnim obrascem za uobličavanje društvenog razvoja. U okvirima takve razvojne strategije, paleoindustrija (Mumford, L., 1988.g., Rogić, I., 1987.g.) postaje više od ekonomskog ili proizvodnog čimbenika. Ona postaje izvorom cjelovitog preobražaja društvene zbilje i odnosa u njoj. Veliki pritisak na gradove i ubrzana urbanizacija, koncentracija djelatne snage u gradovima i s tim povezani procesi deagrarizacije i deruralizacije, migracijska kretanja, promjena strukture zaposlenih, ekspanzija urbane periferije, permanentna stambena kriza, nedostatak ekološkog obzora i ubrzano ugrožavanje okoliša, samo su dio spomenutih, najvažnijih društvenih promjena u drugoj polovici ovog stoljeća. Ovdje je posebice zanimljivo naglasiti da je ovakav tip razvoja konstantno iskazivao sve veće zahtjeve u opskrbi energijom. Umjesto nastojanja u pronalaženju tehničke alternative koja bi energetski bila prihvatljivija, upravo suprotno, forsirana je tehnička struktura koja je mogla funkcionirati isključivo uz svakodnevnu potrošnju velikih količina električne energije.

Na takvom utemeljenju, izgradnjom aluminijske industrije u Šibeniku nastupa potpuni gospodarski nesrazmjer; industrija je apsorbirala ukupnu gospodarsku pozornost i u cijelosti obilježila grad i njegovo gospodarstvo. To je početak recesije u pomorstvu, trgovini i prometu. Turizam

se s mukom uvlači u gospodarstvo grada, naravno nepotpuno i s mnogo nedostataka. Dogodio se gospodarski paradoks: s jedne strane električna energija se pojavljuje kao čimbenik industrijalizacije na početku stoljeća, da bi se krajem stoljeća pokazala kao ograničavajući čimbenik; s druge strane industrija je početkom stoljeća imala značenje prekretničkog čimbenika, a krajem stoljeća značenje čimbenika koji je zakočio ukupni gospodarski i društveni razvoj Grada.

Domovinski rat je značio prekid u svakom pogledu. Industrija je prestala radom, a k tome je bila ratom uništena. Prestankom rada industrije prestao je pretežito sav gospodarski život. Drugih aktivnosti nije bilo, a supstituti industriji još nisu pronađeni. Šibensko je gospodarstvo ponovo na početku kao i početkom stoljeća i sada treba *startati* s potpuno izmijenjenom gospodarskom strukturom.

Sada je šansa da se izabere nova gospodarska struktura, ali ovoga puta utemeljena na resursima sredine koji znače pomorstvo, turizam, promet i trgovina. Neprijeporno je da industrija treba oživjeti, jer to traže pravila ekonomskog ekvilibrija, ali se zacijelo radi o nekoj drugoj industriji koja može živjeti zajedno s turizmom i ljudskim ambijentom i koja svojim udjelom treba biti stabilizator gospodarske strukture i čimbenik bržeg razvoja.

Uloga "Jaruge" ostat će zauvijek dio povijesti koja je izmijenila gospodarstvo Šibenika, ali ona se više neće ponoviti, jer Krka ostaje trajno definirana kao nacionalno bogatstvo - kao nacionalni park i resurs prisutan na novi način u gospodarstvu Šibenika.

LITERATURA:

1. Cifrić, I. /ur./ (1992.g.): Razvoj, pretpostavke i ekološka protuslovlja. Hrvatsko sociološko društvo, Zagreb.
2. Čaldarević, O., Rogić, I. /ur./ (1990.g.): Kriza energije i društvo. Sociologijska istraživanja o upotrebi energije. CIZRA SDP, Zagreb.
3. Čaldarević, O., Pešut, D. (1993.g.): Energetska ograničenja i energetska alternativa Hrvatske. Agencija za posebni otpad, Zagreb.
4. Foretić, D. (1976.g.): Razvitak radničkog pokreta u Šibeniku do 1918. godine, Šibenik-spomen zbornik o 900. obljetnici, Šibenik
5. Foretić, D. (1962.g.): Pomorski zbornik povodom 20-godišnjice dana mornarice i pomorstva Jugoslavije 1942.-1962.g., Zagreb.
6. Fourastie, Jean (1953.g.): Le grand espoir du 20 eme siecle. Presses universitaires de France, Paris.
7. Friganović, Mladen (1962.g.): Stanovništvo šibenskoga primorja. Geografski glasnik, 24, Zagreb.
8. Friganović, Mladen (1973.g.): Geografski osnovi položaja i razvoja Šibenika. Šibenik - Spomen zbornik o 900. obljetnici, Šibenik.
9. Friganović, Mladen (1992.g.): Geografske osnove i razvoj šibenske regije. Acta geographica Croatica, vol. 27, Zagreb.
10. Friganović, M. - Živić, D. (1994.g.): Regionalne različitosti i problemi kretanja stanovništva Hrvatske 1948. - 1991.g. Geografski glasnik, 56, Zagreb.
11. Friganović, M. - Šterc, S. (1993.g.): Demografski razvoj i populacijska politika Hrvatske. Društvena istraživanja, 1 (1993.g.), IPDI, Zagreb.
12. Gelo, Jakov (1987.g.): Demografske promjene u Hrvatskoj od 1780. do 1981.g. Globus, Zagreb.
13. Gross, M. (1985.g.): Počeci moderne Hrvatske. Globus i Centar za povijesne znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
14. Holjevac, Večeslav (1967.g.): Hrvati izvan domovine. Matica Hrvatske, Zagreb.
15. Korenčić, Mirko (1979.g.): Naselja i stanovništvo SR Hrvatske 1857-1971.g. JAZU, knj. 54, Zagreb.
16. Kufrin, K. (1992.g.): Videnje nekih elemenata energetske strategije Republike Hrvatske. Socijalna ekologija, 1 (4): 459-471.
17. Lajić, Ivan (1992.g.): Stanovništvo dalmatinskih otoka. Consilium - Institut za migracije i narodnosti, Zagreb.
18. Mirković, M. (1986.g.): Ekonomska historija Jugoslavije. Zagreb.
19. Mirković, M. (1937.g.): Agrarni proleterijat u Vojvodini. Ekonomist br. 3, Zagreb.
20. Mumford, L. (1988.g.): Grad u historiji. Naprijed, Zagreb.
21. Nejašmić, Ivica (1991.g.): Depopulacija u Hrvatskoj. Korijeni, stanje, izgledi. Globus - Institut za migracije i narodnosti, Zagreb.
22. Petković, Tomislav (1990.g.): Moderna eksperimentalna fizika i spoznajna teorija. Školska knjiga, Zagreb.
23. Poljičak, I. (1995.g.): Šibenik na razmeđu. Socijalnoekologijski ogledi. Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić", Šibenik.
24. Reinhard, Marcel (1961.g.): Historie generale de la population mondiale. Montchrestien, Paris.
25. Rogić, I. (1992.g.): Periferijski puls u srcu od grada. Zamke revitalizacije. Sociološko društvo Hrvatske, Zagreb.

26. Rogić-Nahajev, I. (1987.g.): Paleoindustrijska paradigma i razaranje grada. *Pogledi*, 17 (1): 169-180.
27. Sauvy, Alfred (1952., 1954.g.): *Theorie generale de la population*, I, II, Presses universitaires de France, Paris.
28. Stahle, Nils K. (1993.g.): Alfred Nobel and the Nobel Prizes. The Nobel Foundation. The Sweden Institute. Fourth revised edition. Stockholm.
29. Stipetić, V. (1956.g.): *Kretanje i tendencije u razvoju poljoprivredne proizvodnje na području NR Hrvatske*. Zagreb.
30. Šimunović, I. i suradnici (1973.g.): *Koncepcija društveno-ekonomskog razvoja Šibenika do 2000.*, studija, PLAN, Šibenik (neobjavljeno).
31. Šimunović, I. (1993.g.): *Obalni prostor i pomorsko gospodarstvo*. Zbornika radova pomorskog fakulteta, Godina 2., Sv. 2. Rijeka
32. Vinski, I. (1955.g.): *Investicije na području Hrvatske u razdoblju između dva svjetska rata*. Ekonomski institut FNRJ, Beograd.
33. Wertheimer-Baletić, Alica (1971.g.): *Stanovništvo SR Hrvatske*. Studije. Obzor, Zagreb.
34. Žuvela, I. (1990.g.): *Sistemske promjene u industriji Europske zajednice i Jugoslavije*. Zbornik radova "Susreti na dragom kamenu", Pula.
35. Rezultati popisa stanovništva K. und K. (1880; 1890; 1900; 1910;), Kraljevine SHS (1921.g.), Jugoslavije (1931.g.), FNRJ (1948.g.), SRJ (1953.g.) i RH (1991.g.). *Različite knjige popisa i dokumentacija RZS Hrvatske*.

IZ ŽIVOTOPISA AUTORA

FRIGANOVIĆ, Mladen Ante. Šibenik, 1927.g. Profesor socijalne geografije i demografije, PMF, Sveučilište u Zagrebu. Doktorat (Polja gornje Krke) 1959.g. Postdoktorska specijalizacija iz demografije 1962. - 1963.g. (Sorbonne, Paris). Istraživanje migracija (OECD, Paris, 1970.g.). Gostujući profesor u SAD (Lincoln, UN, Nebraska 1977.g.). Djela: više radova o Hrvatskoj, Hrvatskom primorju i Šibenskom kraju.

POLJIČAK, Ivica. Šibenik 1964. g. Filozofski fakultet (Sociologija), Sveučilište u Zagrebu. Magistar socijalne ekologije. Radi u Županijskom uredu za prostorno uređenje (Šibenik). Posebni interes: socijalno - ekološki aspekt urbane preobrazbe Šibenika. Knjiga "Šibenik na razmeđu stoljeća" (Bibl. J. Šižgorić, Šibenik).

ŠIMUNOVIĆ, Ivo. Dračevica (Brač) 1935. g. Profesor Ekonomskog fakulteta Sveučilišta u Splitu. Doktorat iz urbanizma. Interes: upravljanje obalnim zonama.

Specijalizacije: ACTM, Paris (1974.g.), Berlin (1978. g.), USC Los Angeles (1990. g.), Washington (1991). Potpredsjednik grada Splita (1988). Djela: *Grad u regiji*, *Integralni menadžment okoliša* (OECD, 1990. g.), *Ekonomija obalnog područja* (1993. g.) i dr.



Zaštita okoliša, izgradnja i korištenje prvog elektroprivrednog sustava Krka-Šibenik

Environmental Protection, Construction and Exploitation of the First Electric Power System Krka-Šibenik

Ivo Biliško¹, dipl.ing., Ante Fabijančić², dipl.ing., Vesna Montan³, dipl.ing.,
Josip Moser², dipl.ing., mr. Franka Odak³, dr. Viktor Simončić³

¹ Hrvatski registar brodova

² Hrvatska elektroprivreda

³ Državna uprava za zaštitu okoliša

SAŽETAK

Unatoč činjenici da prije stotinu godina, kada se gradio prvi elektroprivredni sustav na rijeci Krki, nisu postojale zakonske obveze prethodne analize mogućih utjecaja zahvata na okoliš, te propisivanja mjera i uvjeta prigodom izgradnje i korištenja, brojni povijesni zapisi svjedoče o ekološki svjesnim pojedincima šibenskog kraja.

Kroz želju za gospodarskim razvojem, prateći ujedno najnovija europska zbivanja na polju izgradnje i razvoja elektrifikacije, gradski oci i drugi ugledni ljudi Šibenika, vodili su iznimnu brigu o okolišu, ne želeći ugroziti i žrtvovati prirodne ljepote pred naglim industrijskim rastom i nepromišljenim zahvatima u prostoru.

Začeci ideje održivog razvoja, kao suglasja između gospodarskih, te društvenih kretanja i okoliša, naziru se i na primjeru ovog prvog elektroenergetskog sustava.

Na neki način, Hrvatska je i danas u okolnostima sličnim onima od prije stotinu godina - ponovo na pragu svog gospodarskog razvoja, ali ovoga puta kao samostalna i suverena država, nažalost dodatno opterećena teškoćama zbog nametnutog rata. Povijesno naslijeđe, sa svim svojim dobrim i lošim osobinama, obveze koje uspostavlja međunarodna zajednica i nacionalna legislativa koja regulira

ABSTRACT

Notwithstanding the fact that one hundred years ago, when the first electric power system on the Krka River has been under construction, no legal liabilities existed as regards preliminary analysis of possible environmental impact, and no measures and conditions were stipulated as regards construction and utilization, numerous historical records bear witness to environmentally conscious individuals in the Šibenik region.

Striving for economic development and following latest European advances in the field of electrification /development and construction/, town authorities and other reputable people in Šibenik took exceptional notice of environment, not wanting to jeopardize or sacrifice natural beauties on account of industrial growth and imprudent interventions in the region.

The onset of the idea on sustainable development, meaning the harmony between economic and social development and environment, could be seen on the example of this first electric power system.

In a way, Croatia is even today in the condition resembling the one experienced hundred years ago - it is again at the gateway of economic growth but now as an independent and sovereign country. Unfortunately, Croatia is additionally burdened by

pitnja zaštite okoliša kroz procjenu utjecaja na okoliš, omogućava ipak napredak uz očuvanje prirodnih ljepota i vrijednosti kojima Hrvatska obiluje.

the imposed war and difficulties arising therefrom. Historical heritage, with all good and bad attributes, liabilities imposed by international community and national legislation regulating environmental protection issue through the assessment of environmental impact, enables the development co-existent with the preservation of natural beauties and merits which Croatia abounds in.

PROCJENA UTJECAJA NA OKOLIŠ **(Zakonski okvir i definicija)**

RAZLOZI UVOĐENJA PROCJENE UTJECAJA NA OKOLIŠ (PUO)

Gospodarski razvoj, kako u svijetu tako i u nas, koji nije vodio računa o ograničenosti i iscrpljivosti okoliša, proizveo je i nagomilao mnoge - za okoliš - nepovoljne učinke, koji su se počeli očitovati kroz zabrinjavajuće pojave širokih razmjera u vidu: odumiranja vodenih i kopnenih ekosustava; promjene klime; znatnog smanjenja poljoprivrednih površina izgradnjom naselja i gradova, infrastrukturnih i drugih velikih zahvata; narušavanja krajolika neprimjerenim zahvatima, neosmišljenom i "divljom" izgradnjom; onečišćenja tla masovnom i nekontroliranom uporabom kemijskih sredstava u poljoprivredi; zabrinjavajućeg smanjenja izvora i zaliha pitke vode; odbacivanja velikih količina raznovrsnog otpada i brojnih sličnih pojava.

Od Stockholmske konferencije o okolišu 1972. do Konferencije u Riu 1992. godine, sazrela je svijest da se o okolišu, te o gospodarskom i društvenom razvoju više ne može razmišljati kao o zasebnim kategorijama. Stoga je povezivanje gospodarskog i društvenog razvoja sa zaštitom okoliša nužnost i jedini put prema dugotrajnom gospodarskom napretku, prema načelu održivog razvoja. Jedno od najučinkovitijih sredstava koje služi za osiguranje provedbe održivog razvoja svakako je postupak procjene utjecaja na okoliš.

ŠTO JE PUO?

PUO znači ispitivanje i predviđanje utjecaja na okoliš prije poduzimanja zahvata, koji mogu opasno i znatno nepovoljno djelovati na okoliš. Svrha ovakvog ispitivanja je preventivna zaštita, odnosno propisivanje uvjeta, načina i mjera pri realizaciji i korištenju takvih zahvata, kako bi se smanjili ili uklonili mogući nepovoljni utjecaji na okoliš, te kako bi time zahvat postao prihvatljiv na određenoj lokaciji. Obveza PUO prethodi izdavanju lokacijske dozvole.

Postupak PUO sastoji se od: pribavljanja studije o utjecaju na okoliš (SUO), stručne ocjene SUO, sudjelovanja javnosti, te donošenja završne ocjene o utjecaju zahvata na okoliš na temelju koje se utvrđuju uvjeti i mjere zaštite okoliša.

UVODENJE PUO U HRVATSKOJ

Republika Hrvatska je obvezu provođenja postupka procjene utjecaja na okoliš (PUO) propisala 1980. godine Zakonom o prostornom planiranju i uređivanju prostora (Narodne novine br. 54/80), a detalji postupka propisani su 1984. godine Pravilnikom o izradi studije o utjecaju na okoliš (Narodne novine br. 31/84). Europska zajednica je tek 1985. godine izdala Direktivu sa smjernicama za provedbu ove obveze u zemljama članicama, te se na temelju činjenica može zaključiti da je Hrvatska bila među prvim europskim zemljama koje su uvele obvezu PUO, a ujedno kao prva i jedina u bivšoj Jugoslaviji. Primjerice, Slovenija je to obavila tek prošle 1994. godine.

NADLEŽNOST

Krajem 1994. godine donošenjem Zakona o zaštiti okoliša (Narodne novine br. 82/94), došlo je do prenošenja nadležnosti postupka PUO: s tijela nadležnog za poslove prostornog uređenja na tijelo nadležno za poslove zaštite okoliša. Odnosno, novim ustrojem tijela državne uprave 1994. godine formirana je samostalna Državna uprava za zaštitu okoliša, koja je preuzela sve poslove dotadašnjeg Sektora zaštite okoliša pri Ministarstvu graditeljstva i zaštite okoliša.

NOVA UREDBA O PUO

U tijeku je priprema nove Uredbe o PUO kojom će se unaprijediti dosadašnji postupak PUO, posebno u odnosu na rano upoznavanje javnosti s namjeravanim zahvatom, detaljnijim određivanjem prava, obveza i odgovornosti svih sudionika u postupku, otvaranjem mogućnosti provođenja postupka PUO u što ranijoj fazi, najbolje već tijekom izrade prostornog plana, odnosno prije određivanja lokacije zahvata u prostornom planu, te obvezom objavljivanja rezultata konačne procjene u službenim i javnim glasilima. Time će se postupak uskladiti s aktualnom regulativom razvijenih europskih zemalja.

ESPOO KONVENCIJA

U tijeku su aktivnosti za pristupanje Konvenciji o PUO preko državnih granica, tzv. Espoo konvencija, (Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context), koja regulira način međusobne razmjene informacija, prava i obveze država u slučaju kada bi se realizacijom nekog zahvata ili djelatnosti nepovoljni učinci na okoliš - kako izgradnje tako i korištenja tog zahvata - mogli proširiti s područja jedne na područje susjedne države ili država.

USPOREDBA ISKUSTAVA U ZAŠTITI OKOLIŠA PRIJE I NAKON UVOĐENJA ZAKONSKE OBVEZE PROCJENE UTJECAJA NA OKOLIŠ U HRVATSKOJ

STANJE PRIJE UVOĐENJA STUDIJE UTJECAJA NA OKOLIŠ (SUO) - ISKUSTVA

Prije donošenja Pravilnika o izradi SUO, izgrađeni su mnogi kapitalni objekti. Tijekom pripreme njihove izgradnje, prema postojećim propisima u tom razdoblju, zaštita okoliša očitovala se utvrđivanjem mjera i uvjeta zaštite okoliša od strane pojedinih nadležnih tijela, ali bez međusobne koordinacije. Jednako tako, ta nadležna tijela nisu imala cjelovitu informaciju o stanju okoliša, već su svoje odluke temeljila prvenstveno na saznanjima o tehnologiji objekta i o stanju samo onog dijela okoliša za koji su bili nadležni. Time je izostalo sagledavanje uzročno-posljedičnih veza i ocjena međusobnih utjecaja, a rezultati propisanih mjera i uvjeta zaštite okoliša nisu uvijek osiguravali primjerenu zaštitu okoliša.

U dvadesetogodišnjem razdoblju, prije donošenja Pravilnika o izradi SUO, izgrađeni su mnogi značajni elektroenergetski objekti, primjerice: hidroelektrane Varaždin i Čakovec; termoelektrane Plomin I, Sisak, Rijeka, Osijek i Zagreb; rasklopna postrojenja TS Ernestinovo, Tumbri, Melina i Konjsko, te elektroprijenosni objekti, dalekovodi kao što su: Zagreb-Ernestinovo (veza prema Tuzli i Obrovcu) i Konjsko-Meline (veza prema Mostaru i Krškom).

Izgradnjom ovakvih i sličnih objekata, iako su primijenjene sve tada propisane mjere zaštite okoliša koje sigurno nisu bile dostatne, uočen je znatan i to nepovoljan utjecaj na okoliš. To je potaklo razmišljanje o potrebi drukčijeg pristupa zaštiti. Nakon uočavanja posljedica u okolišu, javlja se otpor u javnosti, te se pod pritiskom javnosti prije izgradnje nekih kapitalnih objekata izrađuju studije, ali još nedovoljno kvalitetne. Početkom izrade SUO za elektroenergetske objekte mogli bi se smatrati proračuni visine dimnjaka za TE Plomin I izrađen sredinom 60-ih godina, te za TE-TO Osijek 1981. godine. Ponekad su se studije radile i s ciljem da se opravdaju prethodno donesene političke odluke o izgradnji (Koksara Bakar, tvornica glinice u Obrovcu). Nešto kasnije u sredinama opterećenim sadržajima i djelatnostima neprimjerenim okolišu (Kvarnerski zaljev), pristupilo se izradi studija prostornih cjelina, s ciljem sagledavanja stanja i iniciranja prioriternih sanacijskih mjera i programa. Uočavanjem učinaka koji se mogu postići studijom o utjecaju na okoliš prije izgradnje, a prema iskustvima iz Sjedinjenih Američkih Država, stvorila se u Hrvatskoj podloga za donošenje zakonske obveze provođenja PUO i prije nego što je to učinila većina europskih zemalja.

STANJE NAKON UVODENJA SUO - ISKUSTVA

Od propisivanja zakonske obveze 1980. godine do danas, u Hrvatskoj je izrađen znatan broj SUO. Može se procijeniti na otprilike dvije stotine primjeraka, pri čemu treba uzeti u obzir da je od 1991. godine zbog agresije na Hrvatsku došlo do zastoja investicija, te se spomenuti broj SUO odnosi pretežito na razdoblje do 1991. godine.

Nakon početnih nesnalaženja, uhodavanja postupka i oscilacija u kvaliteti izrađenih SUO, tijekom vremena susrećemo se sa sve kvalitetnijim SUO, koje su rezultat svladavanja problematike i metodologije, usvajanja iskustava i standarda.

Nakon donošenja Pravilnika o izradi SUO, za razliku od prethodnog razdoblja, studije služe kao podloga za detaljno i cjelovito sagledavanje stanja okoliša u području utjecaja zahvata, uzimajući u obzir postojeće vrijednosti, te postojeće i planirane sadržaje. Na temelju ocjene stanja, vrednuje se utjecaj planiranog zahvata na okoliš i propisuju mjere i uvjeti kojima se utjecaj zadržava u dopuštenim granicama, točnije onim koje okoliš može prihvatiti bez većih promjena ili posljedica.

U proteklom razdoblju - iz studije u studiju - uočava se postupno poboljšanje njihove kvalitete, a glede težine postavljenih uvjeta zaštite okoliša, propisuju se sve stroži zahtjevi, kao posljedica sve većeg opterećenja okoliša i sazrijevanja svijesti o nužnosti njegove učinkovitije zaštite, te pristupanja Hrvatske mnogim međunarodnim konvencijama o zaštiti okoliša. Sve više pozornosti posvećuje se i vizualnoj komponenti utjecaja, pa se postavljaju zahtjevi vezani uz oblikovanje zbog prilagođavanja krajoliku.

REZULTATI POSTUPKA PUO

Općenito uzevši, postupak PUO polučio je pozitivne učinke u okolišu na svim zahvatima na kojima se primijenio.

Kao povoljna iskustva i rezultati proizašli iz provođenja PUO, mogli bi se spomenuti:

- * Spriječeno je ostvarivanje ekološki neprihvatljivih zahvata u prostoru - od uvođenja procesa PUO u Hrvatskoj nije izveden niti jedan (značajniji) zahvat neprihvatljiv za okoliš;
- * Upotpunjena su saznanja o stanju okoliša u pojedinim sredinama, jer se proces PUO temelji na cjelovitom uvidu u stanje okoliša;
- * Ojačana je svijest lokalnih zajednica i ugled nadležnih upravnih tijela kroz sudjelovanje javnosti u ocjeni prihvatljivosti zahvata u prostoru i nužnih mjera zaštite okoliša;
- * Uvedena je primjena standarda i normativa zaštite okoliša razvijenih zemalja u slučajevima nedostatka domaćih propisa i normativa;

- * Ojačale su stručne i znanstvene institucije kroz njihovo sudjelovanje u izradi dokumenata SUO i na ocjenjivanju SUO, kao i na drugim aktivnostima vezanim uz mjere zaštite okoliša;
- * Uveden je monitoring pojedinih dijelova okoliša za potrebe izrade SUO i praćenja utjecaja na okoliš nakon ostvarenja zahvata;
- * Omogućena je kvalitetnija inspekcijska kontrola, jer su za svaki zahvat identificirani mogući štetni utjecaji;
- * Unaprijeđena je svijest i odgovornost investitora, kroz primjenu svih potrebnih mjera zaštite okoliša propisanih od nadležnih tijela i zahtijevanih od lokalne javnosti;

Početni otpor investitora vezan uz povećanje investicijskih troškova i dugoročniju pripremu zahvata prerastao je postupno u prihvaćanje propisane obveze, jer su rezultati primjene PUO pokazali da je pravodobno i planirano ulaganje u mjere zaštite okoliša racionalnije i financijski opravdanije od sanacije devastiranog okoliša.

Kod svih sudionika u postupku, od investitora, upravnih tijela, lokalnih zajednica do stručnih i znanstvenih institucija, postupak PUO polučio je pozitivne učinke, te se kao osobito važni rezultati proteklog razdoblja mogu ustvrditi: uspostavljanje načela prevencije u zaštiti okoliša, zatim postupna promjena stavova projekatana i investitora prema okolišu, koji se iz tehnno-ekonomskog sve više priklanja tehnno-ekološkom pristupu, te sve aktivnije sudjelovanje javnosti kroz jačanje svijesti o potrebi zaštite okoliša i o mogućnosti vlastitog udjela u odlučivanju.

AKTUALNO STANJE I PREPORUKE

Prema zakonskoj regulativi u Hrvatskoj, PUO se obavlja neposredno prije namjeravane izgradnje, odnosno prije izdavanja lokacijske dozvole na već ranije prostornim planom određenoj lokaciji. Nažalost, izbor lokacije u prostornom planu ne prethode detaljne studije ili usporedne analize varijantnih lokacija ili tehnoloških rješenja. Zadaća PUO, kako je danas postavljena u zakonskoj regulativi, svodi se uglavnom na izbor tehničkih rješenja i tehnoloških postupaka uz mogućnost odluke o njihovoj kvaliteti, odnosno razini i stupnju zaštite.

Međutim, u mnogim slučajevima pokazalo se da se najbolja zaštita okoliša postiže ispravnim smještajem zahvata u prostoru. To bi značilo da je upravo izbor lokacije od presudnog značaja za zaštitu okoliša, a ujedno ukazuje i na to da bi - prije odluke o izboru lokacije u prostornim planovima - za kapitalne objekte trebalo provoditi postupak PUO.

U tom smislu, u razvijenim zemljama postupak PUO počinje se primjenjivati u što ranijoj fazi pripreme, tako da se obavlja već u fazi izrade strategija i programa prostornog uređenja države, sagledavajući kompleksno gospodarsku, energetska i prostorno-plansku, infrastrukturnu i ostalu problematiku u kontekstu zaštite okoliša, odnosno održivog razvoja. Stoga će se i u nas kroz nove propise o PUO, dati mogućnost uključivanja PUO u ranu fazu pripreme, kako bi se postigao izbor optimalne lokacije.

POSTUPAK PROCJENE UTJECAJA NA OKOLIŠ KAO DIO PROGRAMA ZAŠTITE OKOLIŠA HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Prve SUO elektroenergetskih objekata izrađene su 1984. godine za HE Dubrava, HE Dale i TE Plomin II. Zatim slijede 1987. godine HE Podsused i VS Durđevac, 1988. godine TE Resnik, TE Jertovec, EL-TO Zagreb, 1989. godine HE Lešće, TE-TO Zagreb, HE Ombla i 1990. godine TE Plomin II (promjena energenta-odsumporavanje), a 1988. SUO godine za dalekovode 400 kV Melina -Tumbri i 400 kV Žerjavinec-Prevlaka.

Poznato je da elektroenergetski i elektroprijenosni objekti znatno utječu na okoliš i da se neke vrste utjecaja ne mogu izbjeći, kao primjerice promjene krajolika, nestanak nekih biljnih i životinjskih vrsta ili cjelokupnih ekosustava na području izgradnje hidroakumulacija, prosjeci u šumama zbog dalekovoda, velike površine za odlagališta šljake i pepela i slično. Stoga, studija služi da se izabere područje na kojem će takve štete zbog obilježja lokacije biti što manje. Utjecaji, pak, druge vrste, koji se odnose na emisije primjerice plinova, kvalitete otpadnih voda, intenziteta buke, radijacije i tome slično, mogu se ograničiti propisivanjem maksimalno dopuštenih granica.

Razvitak kriterija zaštite okoliša može se slikovito pratiti na TE Plomin. Primjerice, 1984. godine bile su za TE Plomin II ograničene samo prizemne (imisijske) koncentracije SO₂ i krutih čestica, što se moglo osigurati 360 m visokim dimnjakom. No, već 1990. godine ograničavaju se emisije dimnih plinova, što je puno stroži uvjet i posljedica je primjene Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka. Taj se uvjet može ispuniti samo uređajem za odsumporavanje dimnih plinova, odnosno znatnim povećanjem investicije.

Za primjer kada je SUO osporila mogućnost zaštite ugroženog dijela okoliša i time ocijenila prostornim planom predviđenu lokaciju nepodobnom, može poslužiti HE Durđevac. Sagledavanjem uzročno-posljedičnih veza i promjena koje bi se dogodile u okolišu izgradnjom hidroelektrane, kroz ocjenu SUO HE Durđevac na okoliš 1987. godine, uočeno je da bi moglo doći do promjene razine podzemnih voda, te bi time bilo narušeno stanište hrasta lužnjaka u šumi Repaš, koja je od izuzetne ekološke i gospodarske vrijednosti. Procijenjeno je da bi trebalo pronaći rješenje koje pošteduje šumu Repaš od bilo kakvog utjecaja, što je značilo odustajanje od izgradnje hidroelektrane na toj lokaciji.

O financijskoj težini uvjeta zaštite okoliša govori primjer HE Podsused iz 1989. godine, kada je kao uvjet za izgradnju hidroelektrane propisana sanacija postojećeg, velikog smetišta Trebež, smještenog u blizini buduće akumulacije. Naime, podizanjem razine podzemnih voda ugrozilo bi se vodocrpilište Strmec. Sanacijom je predviđena izgradnja armirano-betonske membrane uokolo smetišta do dubine nepropusnog sloja, tako da se zapriječi širenje onečišćenih voda izvan područja smetišta. Ujedno je procijenjeno da bi voda u bunarima postala sanitarno nepodobna za piće, te je propisana izgradnja javne vodoopskrbe i odvodnje u svim naseljima u zoni utjecaja u nizinskom dijelu zaobalja bivših općina Samobor i Zaprešić, uz upuštanje pročišćenih voda nizvodno od brane HE Podsused.

Zbog prilagođavanja i uklapanja elektroenergetskih objekata u okoliš i prostor, propisan je veliki broj različitih uvjeta zaštite, koji su bili veliko financijsko opterećenje investicije. Međutim, ulaganje u preventivnu zaštitu okoliša, koliko god izgledalo veliko i teško investitoru, daleko je racionalnije od naknadne sanacije šteta nastalih usljed izostanka mjera zaštite.

Kao jedan od značajnijih gospodarskih subjekata u zemlji koji proporcionalno svojoj važnosti snosi i dio odgovornosti prema okolišu, Hrvatska elektroprivreda samoinicijativno se opredijelila, osim za zakonski propisanu zaštitu okoliša kod pojedinačnih projekata, i za globalno osmišljavanje programa zaštite okoliša na razini cjelokupnog poduzeća, izradom sustava upravljanja okolišem (Environmental Management System - EMS).

Početak izrade studije pod naslovom "OSNOVNE STUDIJSKE PODLOGE ZA IZRADU PLANA ZAŠTITE OKOLIŠA HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE", bio je prvi korak realizacije ideje EMS-a, čiji su osnovni ciljevi:

- prilagodavanje djelatnosti HEP-a važećoj regulativi u zemlji, smjernicama i preporukama razvijenih zemalja, te preuzetim međunarodnim obvezama,
- priprema poduzeća za prihvaćanje i usklađivanje s budućim, strožim zahtjevima koji se postavljaju glede okoliša,
- identifikacija problematičnih područja s ciljem sanacije i prevencije, te
- utvrđivanje početnih, konkretnih elemenata plana zaštite okoliša.

Unatoč financijskih obveza koje takav plan nameće i pretpostavke da će se njegova realizacija provoditi u fazama, a ovisno o mogućnostima poduzeća, bit će potrebno da - usprkos očekivanih poteškoća - Hrvatska elektroprivreda ustraje na zacrtanom opredjeljenju dobrog gospodarstva, sagledavajući i uzimajući u obzir već u početku planiranja, ograničenja vezana uz zaštitu okoliša. Stoga, strategiju poduzeća treba uskladiti s pojedinim državnim strategijama, temeljenim na načelu održivog razvitka. Takav pristup uspostavljanju razvojne strategije poduzeća, uklapa se i u osnovna načela nove Uredbe o PUO, posebno u dijelu što ranijeg uključivanja postupka PUO u pripremi zahvata, o čemu je detaljnije rečeno u prethodnom poglavlju.

Iskustva i opredjeljenja razvijenih europskih zemalja usmjeravaju daljnje unapređenje gospodarstva, time i elektroenergetike, kroz uravnoteženi odnos s okolišem. Osnovna načela na kojima države, a time i pojedini značajni gospodarski subjekti, moraju temeljiti buduće odluke i programe, polaze od pretpostavke da društveno-gospodarski razvoj troši prostor, iscrpljuje i opterećuje okoliš, te ih stoga treba svrsishodno čuvati kao uvjet daljnjeg napretka, pa čak i opstanka na ovom Planetu.

PRVA ISKUSTVA ELEKTROPRIVREDE U ZAŠTITI OKOLIŠA NA PRIMJERU ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA KRKA-ŠIBENIK

RAZVOJ IDEJE O ZAŠTITI OKOLIŠA KOD GRADNJE PRVOG KOMPLEKSNOG ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA U HRVATSKOJ - KRKA - ŠIBENIK -

Unatoč činjenici da prije 100 godina, kada se pristupilo izgradnji prvog hrvatskog elektroenergetskog objekta - hidroelektrane na rijeci Krki, nije postojala zakonska obveza zaštite okoliša pri izgradnji, graditelji su osjetili potrebu da reguliraju ta pitanja. A, danas se, unatoč zakonskim obvezama, još uvijek ponekad javljaju otpori provođenju postupka PUO.

Začeci ideje o zaštiti okoliša pojavljuju se tijekom pripreme gradnje prve hrvatske hidroelektrane kod Skradinskog Buka na rijeci Krki, u vidu brige o očuvanju sadrenih barijera slapova, kao prirodnog fenomena. Zbog toga se 1893. godine, prigodom donošenja odluke o odobrenju korištenja vode iz rijeke, imenuje posebna komisija sa svrhom da ustanovi kako planirana izgradnja "neće činiti javne i privatne štete". Štoviše, u vrijeme kada još nije bila uspostavljena hidrografska služba bilježenja razine vodotoka, upućen je na Krku kod Slapova činovnik, kako bi ustanovio protok vode u zimskom i ljetnom razdoblju. Njegov rad može se smatrati prvim hidrografskim motrenjem u Hrvatskoj, a ubrzo nakon puštanja u pogon hidroelektrane motrenje protoka postaje trajno.

Oscilacije rijeke Krke, koja ljeti zna skoro presušiti na Slapovima, a zimi imati vrlo veliku količinu vode, činovnik je opisao slijedećim riječima: "Ovi slapovi, čak i kod dva do tri mjeseca suše, ljeti, u stanju su dati oko 8.000 KS, a u ostalih devet mjeseci oni mogu razviti skoro 150.000 KS".

Jedan od graditelja i vlasnika hidroelektrane, Vjekoslav Meichsner mjernik u Šibeniku, tražio je u svojoj molbi pravo korištenja "neke količine vode rijeke Krke, uzevši ju od one koja teče uzduž katastralnih čestica br. 961/10, 961/27 i 961/8 (porezne općine Lozovac) njegova vlasništva,...", ne navodeći precizno količinu vode, niti pad koji želi iskoristiti.

Odlukom, takozvanom "Razsudom", Meichsner je dobio pravo korištenja vode, odnosno kako je doslovce navedeno "trošenja vode, koje se imade ograničiti na mjeru od 25,81 metar kubični na hip, dotično da se ne smije proizvesti ikakva promjena na konalu slijevanja". Istom odlukom nisu definirani uvjeti korištenja samog pada.

Graditelji hidroelektrane odlučuju da se iskoristi protok od samo 3,2 m³ vode u sekundi, odnosno samo osmina dopuštenog. Umjesto mogućih 25 metara pada, odlučuju se za prirodni položaj i pad od samo 10 metara, koristeći pritom postojeći kanal kojim je ranije proticala voda do neke od mlinica ili stupa. Snaga hidroelektrane iznosila je samo približno 470 kW ili - kako se tada računalo - 640 KS, odnosno samo 8,0 posto snage koja bi se mogla dobiti u najsušnijem razdoblju godine. Na temelju ovih činjenica može se zaključiti da je prva hidroelektrana imala vrlo mali utjecaj na okoliš.

"Munjivo" (električna energija) prenosila se od Krke do Šibenika dalekovodom za napon od 3.000 V, na drvenim stupovima sa dvostrukim konzolama i izolatorima, kao dvostruki dvofazni vod. Vodeći pri tom računa da se ne presijecaju parcele plodne zemlje i da se omogućiti jednostavan pristup u slučaju kvara, dalekovod je krivudao uz cestu, po samim rubovima parcela, zbog čega je imao približno 360 stupova na duljini od 11 kilometara.

Prva primjena kabela za istosmjernu struju bila je 1888. godine u Londonu, a kabela za izmjeničnu struju 1891. godine. U nas već 1894. godine Gradsko poglavarstvo odlučuje izgraditi gradsku mrežu za rasvjetu Šibenika, u kojem tada živi približno 10.000 stanovnika. Zabrinuti za sigurnost ljudi, izgled grada i mogući utjecaj na okoliš, gradski oci vodili su žestoke rasprave oko toga treba li žice postaviti gradskim ulicama po zraku ili ih ukopati pod zemlju koristeći kabele. Prevladavalo je mišljenje da bi vođenje žica po zraku bilo previše opasno za ljude, te bi narušavalo izgled grada. No, konačnu odluku donio je gradonačelnik Ante Šupuk, jedan od vlasnika cijelog sustava. S obzirom na poteškoće vezane uz ukopavanje kabela u kameno tlo i nepouzdanost u pogledu kvalitete prvih podzemnih kabela, predložio je kompromisno rješenje - izgradnju zračne mreže i transformatora na krovovima kuća "izvan svih domašaja, osobito djece".

Na glavnom trgu, rivi i okolnim ulicama postavljene su rasvjetne svjetiljke na kandelabre, čiji su nosači bili izrađeni od kovanog željeza i s mnogo ukrasnih detalja. Doživljavajući elemente rasvjete kao ukras kuće i ulice i ne želeći zaostajati za ljepotom svjetiljki ostalih europskih gradova, Šibenčani su izuzetnu pozornost posvetili oblikovanju elementa rasvjete, dajući im ujedno obilježja i prepoznatljivost svoga grada.

Tako su, primjerice, transformatorsku stanicu smještenu na rivi i ujedno jedinu koja nije bila na krovu neke od kuća, sagradili u obliku šesterokutnog objekta, kako bi se uklopila u vizuru grada i rive.

Iz ondašnjih napisa u šibenskim i zadarskim novinama spominje se još jedan, posredni utjecaj izgradnje hidroelektrane na okoliš. Naime, u ono doba bilo je na slapovima Skradinskog Buja približno sto mlinica, a nekolicina od njih bila je vlasništvo Ante Šupuka, prema kojem se jedan dio nazivao "Šupukova luka". Kroničari onog vremena pisali su da je ponekad znalo biti i po dvije i više stotina kola i brodica, koji su danima natovareni čekali red za mlivo. Nakon izgradnje hidroelektrane, Ante Šupuk izgradio je u šibenskoj luci električni mlin, a to je bio prvi industrijski objekt u gradu, čime je brojne posjetitelje skrenuo na drugu stranu. Jedan od tadašnjih, ekološki svjesnih, posjetitelja opisuje novu, potpuno drukčiju sliku Slapova, tvrdeći da je Šupuk "izgradnjom hidroelektrane i mlina, spasio Slapove od propasti".

NEKI DETALJI O IZGRADNJI I KORIŠTENJU PRVOG ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA U HRVATSKOJ - KRKA - ŠIBENIK -

Izgradnju i razvoj elektrifikacije pozorno je pratio ondašnji tisak, pa su tako ostali zabilježeni mnogi zanimljivi detalji, koji slikovito opisuju gospodarski i društveni razvoj tog kraja izazvan uvođenjem električne energije u domaćinstva, ustanove, u obrtne udruge, tvornice - odnosno u sve važne segmente života.

Datum puštanja u pogon hidroelektrane Krka bio je "28. kolovoza 1895. oko 20-te ure navečer", kako je zapisano u zadarskim novinama "Il Dalmata", u kojim je opisana atmosfera tog događaja. Ako se preskoči euforična atmosfera kojom odiše tekst, razabrat će se da je graditelje zahvatila grozničava napetost iščekivanja. Kako je na istim stupovima između centrale i grada bila postavljena telefonska linija koja je spajala jednu od prvih elektrificiranih kuća u Šibeniku, "vilu Meichsner", to je zabilježen razgovor između Meichsnera i strojara u elektrani. Nakon što je iz elektrane javljeno: "...da strojevi rade odlično", te uz upit: "...kako je s rasvjetom u gradu?", stigao je odgovor: "fantastično - nije zakasnila!" Tako je vila Meichsner preuzela funkciju prvog dispečerskog centra. Napis u novinama završava riječima: "... Šibenik svijetli kao Betlehem!".

U tim prvim počecima jedini i najvažniji potrošač električne energije bila je javna gradska rasvjeta. Kućanstva su se rijetko odlučivala na uvođenje ove novotarije. Kod običnog puka vladao je strah od "munjive", jer se vjerovalo da "munjivo ubija, privlači grome i požare". Zato je prvi veći potrošač bio Ante Šupuk sa svojim mlinicama, a tek 1900. godine u svoje kuće, radi rasvjete, struju uvodi kojih deset domaćinstava najuglednijih Šibenčana.

1900. godine počinju koristiti električnu energiju i prvi domaći poduzetnici. Tako se preko vlastitog transformatora priključuje na mrežu "Prva dalmatinska tvornica tiesta - čuvena po svojoj čistoći". Također se električna rasvjeta uvodi u nekoliko kavana.

Ubrzo se elektrificira Pošta i Gradsko kazalište 1905. godine, gdje će se 1908. prikazati "prva, pokušajna predstava kinematografa Edison".

Šibenik se industrijski razvija i povećava. U njemu boravi mnogo domaćih i stranih gostiju, kako poslovnih zbog tvornice i elektrana, tako i turista.

Već 1910. godine priključeno je približno 200 domaćinstava, koja za rasvjetu pretežito koriste najnovije žarulje s volframovom niti, konstruirane godinu dana ranije na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Potrošnja u gradu iznosi 900 MWh, a u industriji 7.300 MWh.

Neposredno prije prvog svjetskog rata, Šibenik ima 13.000 stanovnika, 4 hotela i dvije kavane i "...svugdje je električna rasvjeta". "De la ville", jedan od hotela, a da bi bio "...baš nešto velegradskoga", počinje čistiti "prostorije, divane i bigliard salu, američkom električnom spravom VACUM SANTO - CLEANER".

Gradska Bolnica, tada među tri najveće u Hrvatskoj, koja je imala 14 paviljona, uvela je "...centralno grijanje pogonjeno električnom silom".

U gradu 1914. godine postoje mnogi industrijski pogoni kao tvornice: Carbida, umjetnih gnojiva, umjetnog leda, tjestenine, sukna, likera i celuloida; obrtne zadruge narodnih kapa i koralja; mlinice za žito i buhač; tiskara, te je razvijen i tranzitni promet kroz luku (mramora iz Dalmatinske zagore, drva iz Bosne, ugljena iz Promine).

Zbog svega spomenutog, kao i dobre povezanosti željeznicom s okolinom i Europom, s dvije elektrane, 4 moderna hotela, javnim gradskim kupalištem, pekarnama za kruh i ostalim obrtom, Šibenik je u "Hrvatskoj riječi", br.915, od 14. ožujka 1914. g. nazvan "dalmatinskim Manchesterom".

Unapređuje se 1926. godine elektroprivredni sustav polaganjem prvog 3kV kabela, a 1929. godine i prvog 15 kV trofaznog dalekovoda Krka-Šubićevac. Na mrežu su 1930. godine priključena sva domaćinstva (približno 3000).

Sitni obrti i domaćinstva natječu se u korištenju električne energije nabavom novih uređaja. Tako primjerice:

- frizerski saloni oglašavaju da "...su dobili prvi električni aparat za trajnu ondulaciju, koji ne peče, ne stvara kratki spoj i ne škodi kosi",
- gradski sat je popravljen i osvijetljen, tako da je podoban i za "...korištenje po noći",
- imućniji građani nabavljaju najnovije električne izume "...za masažu tiela", koji svojim radom stvaraju smetnje "...imaocima radioaparata, kojima to jako ide na živce", te se pitaju tko ih je dužan od toga zaštititi "...gradska policija ili Pošta" itd.

Potom, 1932. godine izlazi "Pravilnik za nabavu električne energije", "...prvi te vrste u državi", što pokazuje svu ozbiljnost i stručnost u gospodarenju električnom energijom. Taj "Pravilnik" regulira sve odnose između proizvođača i potrošača, od izrade nacrtu za novi priključak, proračuna, izvedbe, sigurnosti, korištenja, popravaka, tarife, do načina plaćanja.

Zbog viška električne energije, počinju pregovori o izgradnji tvornice aluminija. Zbog toga je 1937. g. obavljena rekonstrukcija elektrane, koja uz neke dorade radi i danas, a pred kraj te godine proradila je prva Tvornica aluminija u Lozovcu.

Uz informaciju da električna centrala u Šibeniku slavi 40 godina svog postanka, "Narodna Tribuna" iz lipnja 1935. navodi da je "...ova centrala bila inicijator za elektrifikaciju mnogih primorskih mjesta, osobito Dubrovnika i Splita, koji su se ugledali na Šibenik i nakon malo godina osnovali svoju centralu" (Dubrovnik 1900. g. odnosno Split 1920. g.).

Iz spomenutih citata vidljiva je pozitivna strana gospodarskog razvoja. Međutim, u okviru zahuktalog industrijskog i gospodarskog razvoja, potaknutog elektrifikacijom, nastali su i promakli nadzoru problemi onečišćenja okoliša i oštećenja krajolika, a kulminirali izgradnjom Tvornice lakih metala i Tvornice ferolegura. One još uvijek predstavljaju ekološki problem ovog kraja, toliko velik da ga ne može riješiti lokalna zajednica, već u njegovom rješavanju treba solidarno sudjelovati cijela društvena zajednica, financirajući sanaciju iz državnog proračuna.

Tako je, s jedne strane, električna energija bila jedan od ključnih pokretača društvenog i gospodarskog razvoja ovog kraja, a s druge - teškog oštećenja okoliša, da bi upravo time potakla ideje o sanaciji i zaštiti okoliša koje trebaju prerasti u organizirani sustav brige o okolišu.

UMJESTO ZAKLJUČKA

Možda će neki kroničar, nakon još sto godina, listajući požutjele novine iz današnjeg razdoblja, ponovo zaključiti o brizi društvene zajednice o zaštiti i očuvanju slapova Krke, jer su oni još jednom u središtu interesa. U vrijeme pisanja ovog teksta, gradi se magistralni vodovod kojim bi se vodom iz Krke trebao napajati žedni Zadar i ponovo je ugrožen prirodni zaštićeni fenomen slapova Krke. Opet je u pitanju uzimanje vode i dilema o količinama koje bi priroda mogla podnijeti, a da ne dode do oštećenja sadrenih barijera slapišta.

Sada, srećom, postoji obveza PUO, pa se očekuje da će ona biti iskorištena kao instrument za iznalaženje pravog rješenja.

LITERATURA

- Zakon o zaštiti okoliša, Narodne novine br. 82/94,
- Zakon o prostornom planiranju i uređivanju prostora, Narodne novine br. 54/80,
- Zakon o prostornom uređenju, Narodne novine br. 30/94,
- Pravilnik o izradi studije o utjecaju na okolinu, Narodne novine br. 31/84 i 14/90,
- Konvencija o procjeni utjecaja na okoliš preko državnih granica, Espoo, Finska, od 25. veljače 1991. otvorena za potpisivanje i ratifikaciju,
- Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine, Republika Hrvatska pristupila 08.10.1991.,
- Direktiva EU, Council Directive 85/337/EEC 27.06.1985.,
- Rio deklaracija o okolišu i razvoju, Rio de Janeiro, lipanj 1992.
- "Iskustva u procjenama utjecaja magistralnih cesta na okoliš u Hrvatskoj", Mr. Franka Odak, iz Zbornika radova sa međunarodnog seminara "Planiranje i izbor varijanti magistralnih cesta kroz SUO", Portorož 23.-25.05.1994.
- "Konačna SUO HE Podsused", Elektroprojekt Zagreb, 1985. godina,
- "Studija utjecaja HE Podsused na kvalitetu voda", S. Tedeschi, M. Meštrov, Z. Konrad, K. Kvastek,
- "Studija utjecaja HE Podsused na vegetaciju i faunu", Lj. Meštrović,
- "Studija ribarstva", D. Habeković,
- "Konačna studija utjecaja sistema V.S. Đurđevac i Barcs na okolinu", Elektroprojekt Zagreb, veljača 1986. godine,
- "SUO TE Plomin 2, materijal za javnu raspravu", lipanj 1984. godine, Urbanistički institut Hrvatske,
- "Postojeće stanje zagađenja atmosfere sumpornim dioksidom u široj okolini TE Plomin", srpanj 1986. godine, Institut za elektroprivredu Zagreb,
- "SUO postrojenja za odsumporavanje dimnih plinova TE Plomin 2", lipanj 1988. godine, Institut za elektroprivredu Zagreb,
- "Mišljenje o ekološkoj podobnosti i potrebnim parametrima dimnjaka za TE-TO Osijek", Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Zagreb, 1981. godina,
- "Ekološka studija akvatorija riječkog zaljeva", Centar za istraživanje mora Rovinj i Zagreb, Institut "Ruder Bošković" Zagreb, u suradnji s Institutom za oceanografiju i ribarstvo Split i Dubrovnik, 1976.-1978. godina i 1980.-1982. godina,
- Međunarodni kongres Energije i zaštita čovjekovog okoliša - Opatija 26.-28. listopada 1994., Mr. Ante Ćurković, Ante Fabijančić, Mr. Damir Subašić.

Prvi tarifni sustav u Hrvatskoj i razvoj tarifnog sustava u proteklih sto godina

First Tariff System in Croatia and Tariff System Development during Past Hundred Years

Dr. Jakša Topić, dipl.ing.¹, Mr. Smiljana Jurišić, dipl.oec.²

¹ Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo

² Institut za elektroprivredu

SAŽETAK

U radu se prikazuje prvi tarifni sustav za prodaju električne energije na području Hrvatske. Opisuje se osnovna obilježja tarifnih sustava od 1945. do 1990. godine. Prikazana su i osnovna načela i osnovne odredbe danas važećeg, odnosno tarifnog sustava koji je donesen nakon proglašenja Republike Hrvatske kao samostalne države.

ABSTRACT

This paper presents the first tariff system for electricity on the territory of Croatia. Main characteristics of tariff systems in the period 1945-1990 are described. Basic principles and provisions of the tariff system which is in force today are presented, i.e. tariff system passed upon the proclamation of Croatian independence.

I putovanje od tisuću milja uvijek počinje prvim korakom

Lao-tse

UVOD

Tijek društvenog razvoja u svjetskoj povijesti odredile su dvije velike tehnološke promjene: takozvana prva i druga industrijska revolucija. Prvu industrijsku revoluciju obilježio je izum parnog stroja (James Watt 1784. godine), a drugu električna energija, odnosno početak elektrifikacije sedamdesetih godina 19. stoljeća.

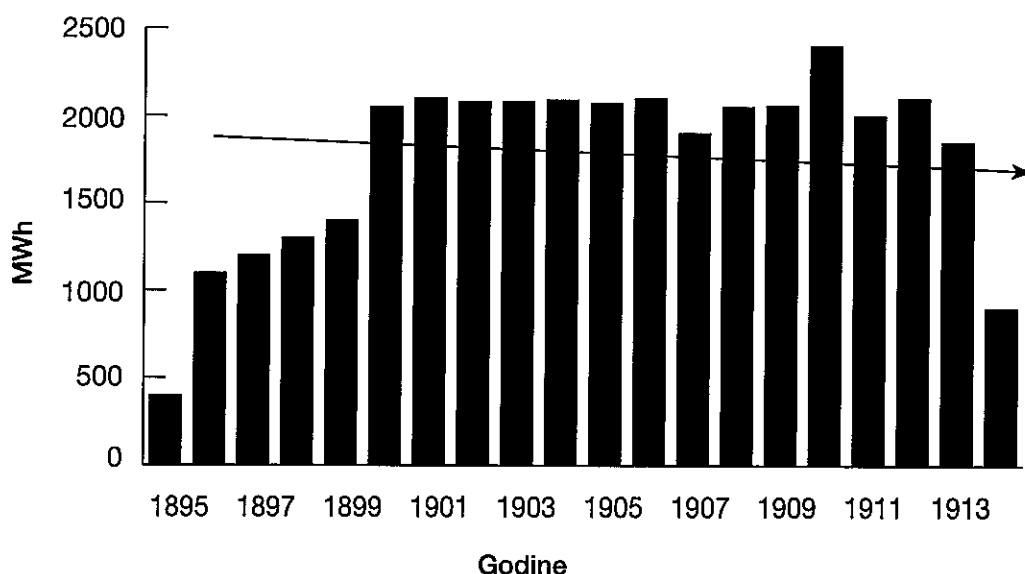
Iako je elektrifikacija započela pojavom istosmjerne struje, ipak tek razvojem i primjenom trofaznog izmjeničnog sustava električna energija prestaje biti samo "nova rasvjetna tehnika" i postaje moderno sredstvo široke upotrebe na kojem počiva moderna civilizacija.

Prvi pokusni trofazni prijenos električne energije izgrađen je i demonstriran prigodom svjetske izložbe 1891. godine u Frankfurtu a/M. Toj izložbi prisustvovao je i Marko Šupuk, sin Ante Šupuka - pomorski kapetan iz Šibenika koji je, povratkom u Šibenik, zajedno s inženjerom Meichsnerom (idejni tvorac prvog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj), pokrenuo izgradnju prve električne centrale u Hrvatskoj.

Prema dostupnoj dokumentaciji, 1893. mjerik gospodin Vjekoslav pl. Melchsner, dobio je od c.k. kotarskog Poglavarstva u Šibeniku tzv. "Razsudu" prema kojoj mu "bi udjeljena koncesija za uređenje i tjeranje obrtništva za proizvodanje i vodjenje munjevine u svrhe rasvjete, prenošenja sile i ine obrtne te kućevne porabe". Iste godine dobio je i odobrenje za postavljanje stupova za prijenos električne energije na općinskom zemljištu, kao i za izgradnju potrebne mreže preko gradskih ulica, radi njihova rasvjetljavanja.

1. PRVI TARIFNI SUSTAV ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Prva povlašćena električna centrala u Dalmaciji "Krka", odnosno HE Jaruga I, vlasništvo tvrtke Ante Šupuk & sin, proizvela je prve kilovatsate električne energije 28. kolovoza 1895. godine. U razdoblju od 1895. do 1914. (kada je prestala s radom), elektrana je proizvela ukupno 35,43 Gwh ili prosječno godišnje 1,77 Gwh. (Slika 1.)



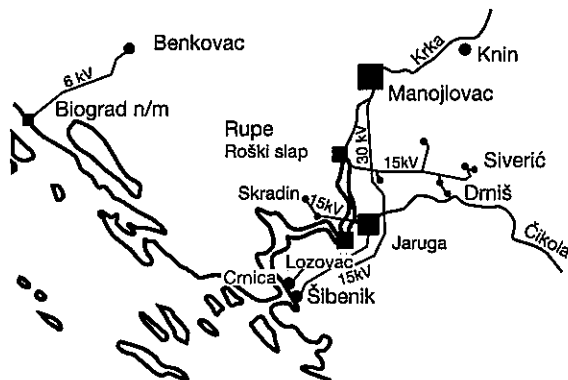
Slika: 1. Proizvodnja HE Jaruga I - na generatoru

Izgradnjom elektrane započinje elektrifikacija Šibenskog područja. Prema pisanim dokumentima, u to vrijeme, "Obćinskom Upraviteljstvu pristižu molbe građana, za osvjetljenjem pojedinih ulica: ulica s obale do hotela Krka je mračna treba je rasvijetliti, ili ulica kod Sv. Frane treba svijetloš. Planirana izgradnja 216 rasvjetnih mjesta, u gradu Šibeniku, brzo je ostvarena.

Grad Šibenik, s elektrifikacijom - ili kako oni kažu - zahvaljujući baš "elektricitetu", nije samo osvijetlio svoje ulice, već započinje i svoj industrijski razvoj. Gradi se tvornica karbida "Carburo di Calcio" na Krki (1899.), tvornica karbida u Crnici 1903. (SUFID). Otvaraju se rudnici, gradi se luka, kazalište (teatar-MAZZOLENI 1903.), velika industrijska škola, kavane, hoteli, bolnica, vodovod. Traže se nove dopusnica za prolaz vodova za prijenos električne energije itd.

Kućanstva su se elektrificirala puno sporije. Uvođenje električne energije u vlastite domove, zbog straha od požara i gromova, prihvatili su samo imućniji građani.

Početak 20. stoljeća, područje opskrbe električnom energijom obuhvaćalo je uz grad Šibenik i njegovo predgrađe, odnosno mjesta Bilice, Vruljam, Varoš, Gorica, Crnica, Doc, Lozovac (Carburo di calcio), Mandalina (radio-stanica "Markoni" - 1902.), poluotok Klobučne i Skradin (rudnik Dubravice 1905.)



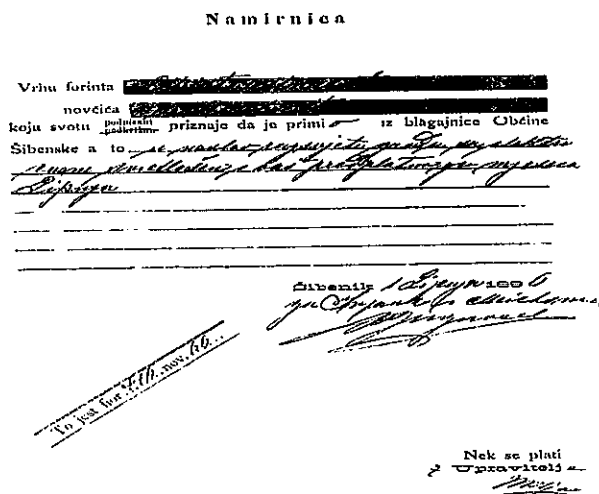
Slika: 2. Područje opskrbe električnom energijom

Je li tarifni sustav ili jesu li načela isporuke električne energije potrošačima postojali nakon puštanja prvih kilovatsati električne energije iz naše prve povlaštene elektrane na Krki u Dalmaciji? Odgovor je DA.

Na ovom zaokruženom "šibenskom" području, paralelno s proizvodnjom i potrošnjom odvijala se i naplata električne energije. Formirane su grupe potrošača, koje prepoznamo preko cijena za potrošenu električnu energiju:

- javna rasvjeta,
- rasvjeta poslovnih prostorija,
- rasvjeta kućanstava i kućanski aparati,
- tvornica kalcijeva karbida Lozovac,
- tvornica kalcijeva karbida Crnica,
- mali obrtnici, hoteli, kino, kazalište.

Na početku isporuke, električna energija za javnu rasvjetu je bila besplatna. Međutim, već od lipnja 1896. godine tvrtka Ante Šupuk & sin naplaćuje javnu rasvjetu od Općinskog Poglavarstva u Šibeniku i to paušalno - mjesečno. (Slika 3.)



Slika: 3. Namirnica za rasvjetu grada električnom svjetlošću iz 1896.

Isporučena električna energija za rasvjetu prostorija, također se naplaćivala paušalno u mjesečnim obrocima. (Tablica 1.)

Tablica: 1. Namirnice i računi - za rasvjetu prostorija

Vrsta prostorija	Godina	Vrijeme	Iznos računa	Jedinica mjera
u zgradi Obć. Ureda	1912.	ožujak	33.50	kruna i para
u kući ego Galvazi	od 1915. do 1917.	jedan mjesec	12.00	kruna i para
u prostorijama obč. Redar. oo 915. do 1916.		jedan mjesec	6.75	kruna i para
u prostor. Dobr. Vatrogasaca	1915.	za 1914./mj	14.63	kruna i para
u prosto. Dobr. Vatrogasaca	1917.	za 1915	15.83	kruna i para

Prve pisane tarifne stavove za distribuciju električne energije na području Šibenika i Skradina, izdao je Ante Šupuk & sin u lipnju 1920. godine (Slika 4.).

U njima se razlikuju tri tarifne grupe potrošnje: za rasvjetu, za električne aparate i za motore.

**CENTRALE ELETTRICA
ANT. ŠUPUK & FIGLIO
SEBENICO**

Tariffe in vigore dal 1 luglio 1920.

Dal 1 luglio 1920, provvisoriamente, fino a nuovo avviso, le tariffe in vigore per la distribuzione di energia elettrica sulla rete di Sebenico e Scardona saranno le seguenti:

ILLUMINAZIONE.

1) Illuminazione serale

per lampade a filamento metallico da	10 candele mensili	Cor.	10.—
" " " " " "	16 " "	" "	16.—
" " " " " "	25 " "	" "	25.—
" " " " " "	32 " "	" "	32.—
" " " " " "	50 " "	" "	50.—
" " " " " "	100 " "	" "	80.—
" " " " " "	200 " "	" "	100.—
" " " " " "	400 " "	" "	240.—
" " " " " "	600 " "	" "	300.—
" " " " " "	1000 " "	" "	450.—

2) Illuminazione di giorno 20% di più della serale.

APPARECCHI ELETTRICI

Ferro da stiro serale	Cor. 50.—	mensili per ferri fino a 500 Watt
" " " " " " " " " " " "	70.—	" " " " " " " " " "
Ventilatore serale	30.—	" fino 150 Watt " " "
" " " " " " " " " " " "	50.—	" " " " " " " " " "
Bollitori elettrici	25.—	per Ettowat - mese
Stufe elettriche a contatore	6.—	" KW - ora
" " " " " " " " " " " "	500.—	" KW - mese

Per altri apparecchi i prezzi saranno da convenirsi.

FORZA MOTRICE

Per un motore da HP.	1	2	5	10	20
Annuo Cor.	950	1800	3500	6000	10.000

La potenza conteggiata sarà quella indicata sulla targa del motore.
Per potenze intermedie prezzi intermedi.

Sebenico, nel giugno 1920.

Centrale Elettrica
ANT. ŠUPUK & Figlio.

Slika: 4. Tarifni stavovi iz 1920.

Tarifni stavovi za rasvjetu se razlikuju prema snazi žarulja, a potrošena električna energija se plaća paušalno i to mjesečno. Dnevna tarifa je 20 posto skuplja od noćne.

Tarifni stav za električne aparate (glačalo, ventilator, kuhalo, električne peći), plaća se paušalno / mjesečno do zadane snage. Razlikuje se dnevna i noćna tarifa.

Tarifa za električne motore razlikuje pet instaliranih snaga motora 1, 2, 5, 10, 20 HP (konjska snaga), za koje se plaća godišnji paušalni iznos. Odnosi cijena prema snazi motora za 1 HP su 1; 1.9; 3.7; 6.3; 10.5.

Dakle, prvi tarifni stavovi su bili vrlo precizno određeni.

Prvi tarifni sustav - može se reći - objavljen je već 1923. godine, kada Ante Šupuk & sin, izdaje prve pisane "Uvjete za razdavanje električne sile za rasvjetu stanova" (Prilog 1)

Njima se propisuje da tvrtka Ante Šupuk & sin opskrbljuje potrošače električnom energijom, u noćnom razdoblju, prema cijenama koje se posebno objavljuju. Tvrtka garantira sigurnost opskrbe osim u slučajevima više sile. Potrošak električne energije se plaća u mjesečnim pretplatnim obrocima za stan ili kuću ovisno o "jakosti žarulja", odnosno instaliranoj snazi. Cijene određuje tvrtka, a neprihvatanje cijena znači otkaz ugovora o opskrbi. Neplaćanje mjesečnih obroka daje pravo tvrtki da prekine isporuku. Svaka neovlaštena potrošnja kažnjava se dvostrukim godišnjim iznosom i prekidom opskrbe.

Kao i na Šibenskom području, razvoj tarifnog sustava na ostalim područjima Hrvatske, do drugog svjetskog rata, odvijao se paralelno s elektrifikacijom, odnosno izgradnjom "gradskih" elektrana. Tako je primjerice, u sjeverozapadnoj Hrvatskoj već 1907. godine ušla u pogon Zagrebačka električna centrala (GEC). Iste godine, cijena električne energije za pogon motora, na području Zagreba, bila je dvostruko veća od cijene za "privatnu rasvjetu". Već 1911. godine potrošači imaju dvojni tarifu. Plaća se osnovna uplata, prema 15 minutnom maksimalnom godišnjem opterećenju, tako da se za prvih 500 sati tog maksimuma plaća jedna cijena, a za ostalu godišnju potrošnju bitno manja cijena. Osim same cijene za električnu energiju, potrošači plaćaju i pristojbu za brojilo i priključne pristojbe za trošila. Godine 1928. uvode se i priključne pristojbe za motore i kućne priključke. Deset godina kasnije, 1939. godine ukida se pristojba za motore, a za kućanstva se uvode posebne cijene: za rasvjetu (4 din/kWh), za aparate (2 din/kWh) i kotlove za grijanje vode po noći (0.8 din/kWh). Za troškove očitavanja brojlara i obračuna električne energije plaća se paušalni iznos prema veličini brojila.

2. RAZVOJ TARIFNOG SUSTAVA OD 1945. DO 1990. GODINE

Ako se tarifni sustav za prodaju električne energije potrošačima definira kao skup načela i pravila za utvrđivanje kategorija potrošnje i obračunskih elemenata na koje se primjenjuju tarifni stavovi, kojima je cilj racionalno korištenje proizvodnih, prijenosnih i distribucijskih kapaciteta uz istodobno stimuliranje racionalne potrošnje, onda razvoj tarifnog sustava u Hrvatskoj od 1945 do 1990. godine ima pet karakterističnih razdoblja.

Prvo razdoblje razvoja tarifnog sustava od 1947 do 1957. godine obilježavaju pokušaji formiranja jedinstvenog tarifnog sustava za cijelu zemlju.

Savezna Vlada 1947. godine donosi Naredbu o jedinstvenoj tarifi za električnu energiju. Kao osnovni oblik tarifiranja propisuje se tzv. dvojna tarifa. Dvojna tarifa se sastojala od osnovne uplate i cijene za potrošeni kilovatsat. Ova Naredba, nije naišla na veću podršku u zemlji, tako da su približno jedinstvene cijene formirale samo na razini republika. Cijene električne energije na području grada Zagreba u razdoblju od 1947. do 1955. su prikazane u tablici 2.

Iz tablice 2 je vidljivo da su, u razdoblju od 1947 do 1955., kategorija kućanstva i ostala potrošnja na niskom naponu imale puno veću cijenu električne energije od ostalih kategorija potrošnje.

Tablica: 2. Cijene električne energije na području grada Zagreba od 1947 do 1955. u din/kWh
(izvor: Lit.2)

Potrošnja:	1947.	Godina 1950.	1955.
Kućanstva	4.63	4.26	4.62
Ostala potrošnja	4.21	4.33	25.42
Tramvaj	2.10	2.03	12.00
Vodovodi	1.61	1.50	8.14
Cementare	1.35	1.48	14.00
Ostala velapotrošnja	2.87	2.34	10.83
Prosječno	3.03	2.97	13.93

Međutim, već 1952. godine dolazi do znatnog povećanja cijena kod svih kategorija potrošača, osim kod kategorije kućanstva. Ove cijene su se na istoj razini zadržale sve do 1961. godine.

Drugo razdoblje u razvoju poslijeratnog tarifnog sustava je od 1957. do 1965. godine. Naime, 1957. godine se objavljuje "Uredba o privremenim cijenama i uvjetima prodaje električne energije" (Sl. FNRJ 17/57 od 24.IV 1957.) i usvaja novi tarifni sustav.

Tarifnim sustavom iz 1957. godine određene su nove kategorije potrošnje i novi obračunski elementi za tarifiranje.

Kategorije potrošnje:

- na visokom i niskom naponu:
 - ugljenokopi, cementare, ostala opća potrošnja na veliko, javni vodovi i gradska vuča;
- na niskom naponu:
 - kućanstva, rasvjeta poslovnih prostorija, motori i aparati, rasvjeta društvenih prostorija, poljoprivredni motori, javna rasvjeta, preprodavatelji;
- specijalna potrošnja na veliko:
 - karbid, aluminij, ostala elektrokemija, visoke peći, elektroliza, ferolegure, elektrotoploti, melioracija, elektrovuča.

Obračunski elementi: (vrijede za sve potrošače na visokom i niskom naponu)

- obračunska snaga (stalni doprinos din/kW ili din/tarifna jedinica),
- preuzeta radna energija (din/kWh) i
- prekomjerno preuzeta jalova energiju - tarifa za dan i noć (din/kVArh)

Prema ovom tarifnom sustavu, u odnosu na prethodni, potrošači mogu *koristiti dvojnu tarifu* (niže cijene za noćnu energiju). Jednako tako, tarifni sustav stimulira poboljšanje faktora snage. Međutim, s obzirom da su se tarifni stavovi određivali prema namjeni tako da nisu bili rezultat primjerenog rasporeda troškova po grupama potrošnje, zapostavljeno je troškovno načelo formiranja cijene. Time su diskriminirani potrošači koji su imali znatno veće cijene, iako su prema obilježjima potrošnje bili slični ostalima. Niskom cijenom favorizirane su grupe potrošača koje je trebalo štiti iz određenih političkih razloga ili zbog potrebe za nekim industrijskim proizvodima. Takav tarifni sustav izazvao je neracionalnu potrošnju i visoki porast potrošnje u grupama koje su bile favorizirane (kućanstva i specijalni potrošači).

Prosječne cijene nisu bile ekonomske niti za sustav u cijelosti, a niti za pojedine kategorije potrošnje. Dostignuta razina prosječne cijene nije pokrivala niti troškove jednostavne reprodukcije, što je izazvalo oslobađanje elektroprivrednih poduzeća od plaćanja društvenih obveza.

Treće razdoblje u razvoju tarifnog sustava smatra se od 1965. do 1976. godine. Godine 1965. se donosi: Osnovni zakon o elektroprivredi, Uredba o tarifnom sistemu za prodaju električne energije (Sl. SFRJ 24/65 s primjenom od 1. srpnja 1965.) i Odluka o najvišim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na prijenosnoj mreži (primjena od 1. srpnja 1965.). Tarifni

stavovi na mreži prijenosa su jedinstveni za sva proizvodno-prijenosna poduzeća u zemlji i nisu se mijenjali sve do 1. travnja 1970. godine.

Ovaj tarifni sustav ugrađuje neke osnovne elemente za racionalnu potrošnju električne energije, kao što su: binomna tarifa, različite cijene radne i jalove energije po sezonama i dobu dana, te još više nego prethodni tarifni sustav iz 1957. godine, razrađuje i načelo utvrđivanja tarifnih stavova po naponskim razinama.

Međutim, on nema definirane troškove između pojedinih elemenata tarifnih grupa koji bi bili čvrsta podloga za utvrđivanje tarifnih stavova. Odnosi cijena snage i energije - radne i jalove - više i manje tarife su utvrđeni dogovorom, bez energetske-ekonomskih analiza.

Četvrtom razdoblju razvoja tarifnog sustava obilježje daje 1976. godina. Na temelju Zakona o elektroprivredi, zajednička Skupština SIŽ-a potrošača električne energije Hrvatske i Skupština Zajednice elektroprivrednih organizacija Hrvatske (ZEOH), donijele su Tarifni sistem za prodaju električne energije potrošačima, 28. svibnja 1976. godine. Dakle, novom tarifnom sustavu je prethodilo proglašenje Zakona o elektroprivredi (NN 52/74 18. prosinca 1974.) i nova organizacija elektroprivrede - ZEOH na novim ekonomskim utemeljenjima.

Tarifnim sustavom iz 1976. godine se želi stimulirati racionalna potrošnja električne energije, odnosno bolje korištenje proizvodno-prijenosnih i distribucijskih kapaciteta.

Osnovni kriteriji za utvrđivanje razine cijene su ukupni troškovi električne energije koji nastaju u cjelokupnom procesu proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

Ovim sustavom se određuju prava i obveze specijalnih potrošača, s kojima se ugovaraju popusti na cijenu električne energije, zbog njihove spremnosti da se prilagode potrebama elektroenergetskog sustava.

Međutim, tarifni stavovi nisu odražavali razinu cijene električne energije kako je definirano tarifnim sustavom. U cijenu nisu bila uključena sredstva za razvoj. Dostignuta razina cijene bila je na granici pokrića troškova jednostavne reprodukcije s tendencijom smanjivanja, tako da je 1980. godine elektroprivreda iskazivala gubitka poslovanja sve do 1990. godine. Za kategoriju potrošnje kućanstva, zbog zaštite standarda građana, nastavljena je politika depresiranih cijena. Jednako tako, nastavlja se s niskom cijenom za specijalne potrošače, zbog zaštite njihovog ekonomskog položaja. U uvjetima nerealne cijene električne energije postojeći, odnosno niski tarifni stavovi nisu bili stimulativni i nisu dali očekivane rezultate.

Značajno je da cijenu električne energije, u ovom razdoblju, kontroliraju i nadziru nadležni republički organi, iako formalno cijenu donose zajednička skupština RSIZ-a potrošača i ZEOH-a.

U ovom razdoblju, 1977. godine, uvode se i diferentni tarifni stavovi, a kasnije i diferentne cijene koje plaćaju distribucijske radne organizacije za isporučenu električnu energiju na mreži prijenosa (proizvodnji i prijenosu).

Diferentna cijena predstavlja razliku između prodajne cijene (prihoda) koju ostvari distribucijska radna organizacija i cijene koštanja te radne organizacije izračunate na temelju kriterija i mjerila utvrđenih u SAS-u o međusobnim ekonomskim odnosima elektroprivrednih organizacija.

Primjena diferentnih cijena znači negaciju tarife kao ekonomskog i racionalnog regulatora međusobnih odnosa i uvođenje kompliciranih ekonomskih odnosa, koji su stimulirali rast troškova poslovanja. To je razdoblje tzv. "zidanja cijena".

U cijelom razdoblju, od 1960. do 1985. godine, cijena električne energije u pravilu ne osigurava pokriće troškova poslovanja. Zato se uvode dodatni instrumenti namjenskog prikupljanja sredstava za razvoj elektroprivrede. Dodatne - fiskalne mjere bile su različite s obzirom na vrstu potrošača, njegov udjel u ukupnoj potrošnji, njegov ekonomski položaj, njegove potrebe za novom angažiranom snagom iz elektroenergetskog sustava i visine ulaganja u vlastiti razvoj.

Novi tarifni sustav za prodaju električne energije iz 1985. godine znači i novo - peto razdoblje za elektroprivredu. Jednakom procedurom kao i prije devet godina, na zajedničkoj Skupštini SIŽ-a potrošača električne energije Hrvatske i ZEOH-a, a na temelju Zakona o elektroprivredi (NN 6/83 od 12. veljače 1983.), donesen je Tarifni sistem za prodaju električne energije potrošačima, (NN 10/85 od 19. ožujka 1985.).

Tarifni sustav iz 1985. godine nastavak je primjene temeljnih načela tarifnog sustava iz 1976. godine, ali ima i svoje posebnosti. Najvažija osobina novog tarifnog sustava su jedinstveni tarifni stavovi za sve potrošače električne energije iste kategorije potrošnje na mreži prijenosa i na mreži distribucije. (Nema više diferentnih cijena, jedinstveni tarifni stavovi se primjenjuju i za prodaju električne energije distribucijskim radnim organizacijama)

Ovaj tarifni sustav, različito od prethodnog, definira kriterije i mjerila za utvrđivanje razine cijene električne energije na temelju koje se preračunavaju tarifni stavovi, i to:

- cijena električne energije se utvrđuje na temelju kriterija i mjerila utvrđenih SAS-om o uređivanju međusobnih odnosa SIŽ-a potrošača električne energije i ZEOH-a,
- tarifni stavovi za prodaju električne energije na mreži prijenosa se utvrđuju na temelju prosječne cijene električne energije na mreži prijenosa, a
- tarifni stavovi za prodaju električne energije na mreži distribucije se utvrđuju na temelju prosječne cijene električne energije na mreži distribucije,
- tarifni stavovi na mreži distribucije, za jednake kategorije potrošnje, ne mogu biti niži od tarifnih stavova na mreži prijenosa.

Ugovaranje razine popusta na tarifne stavove za specijalne potrošače, zbog njihove spremnosti da se prilagode potrebama elektroenergetskog sustava, ugrađeno je i u ovaj tarifni sustav, ali s još više detalja i varijacija popusta na tarife.

S obzirom da u ovom tarifnom sustavu, tarifni stavovi po pojedinim naponskim razinama i kategorijama potrošnje nisu potpuno uvažavali troškovno načelo, to je dovelo do brojnih pitanja i dilema vezanih za dosljednost primjene osnovnih načela tarifiranja. Među mnogima se naglašava: pitanje odnosa cijena po naponskim razinama (realnost tih cijena s obzirom na zahtjeve potrošača za mijenjanjem jedne u drugu naponsku razinu), odnosa cijena prema dobu dana (njihova razina i utjecaj na izravnjanje dijagrama opterećenja), pitanje trajanja sezona (trebaju li s obzirom na karakteristike potrošnje sezone trajati po 6 mjeseci), pitanje popusta (kolika je opravdanost reguliranog popusta u cijeni električne energije specijalnim potrošačima s obzirom na njihova stvarna obilježja potrošnje), pitanje paušala za domaćinstva (opravdanost paušala u domaćinstvima i utvrđivanje snage domaćinstava) i tako redom.

Ova pitanja su bila toliko naglašena da se nekoliko godina nakon njegove primjene, krajem osamdesetih godina, pojavljuju zahtjevi za izradu novog tarifnog sustava.

3. TARIFNI SUSTAV REPUBLIKE HRVATSKE

Nakon osamostaljenja, Republika Hrvatska se u svojim osnovnim načelima opredijelila za tržišno gospodarstvo zapadno-europskog tipa. Sukladno tom cilju, Vlada Republike Hrvatske 13. veljače 1991. godine, na temelju Zakona o elektroprivredi (NN 31/90 i 47/90), donosi novi Tarifni sustav za prodaju električne energije potrošačima, s primjenom od 1. travnja 1991. godine.

3.1. OSNOVNA NAČELA TARIFNOG SUSTAVA ZA PRODAJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Ovaj Tarifni sustav polazi od dva osnovna načela:

- svaki potrošač, ovisno o mjestu, količini, vremenu i načinu preuzimanja električne energije snosi troškove koje izaziva u elektroenergetskom sustavu,
- cijena električne energije mora biti takva da stimulira potrošača na racionalno korištenje električne energije.

Prvo načelo pretpostavlja objektivizaciju troškova koji nastaju u integralnom tehnološkom pro-

cesu proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije u funkciji mjesta, načina i iznosa preuzimanja energije.

Prema drugom načelu treba se uputiti jasna i nedvosmislena poruka potrošačima o načinu i vremenu korištenja električne energije, kako bi se oni sami odlučili na smanjenje izdataka za preuzetu energiju i time pridonijeli racionalnijem radu cijelog elektroenergetskog sustava.

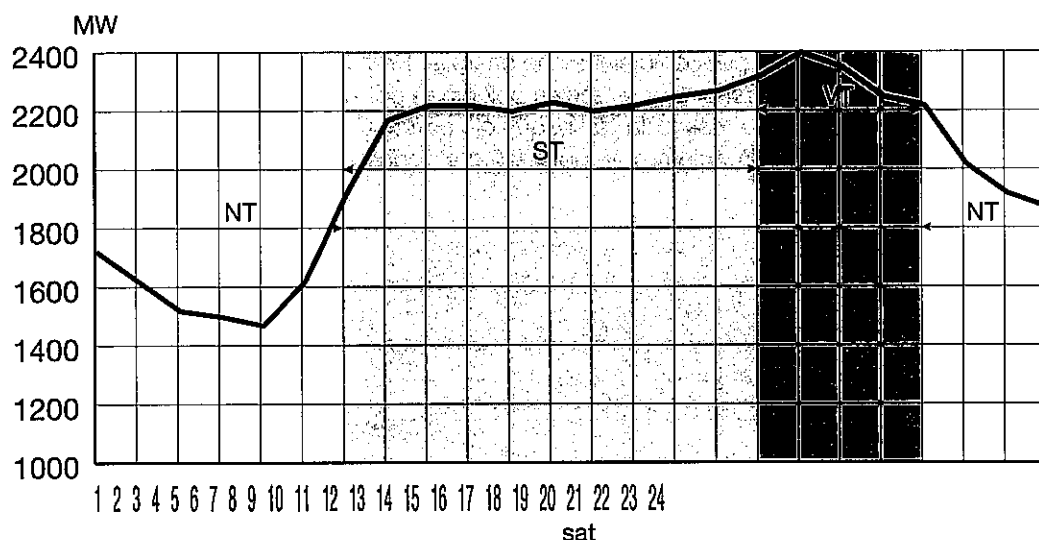
3.2. OSNOVNE ODREDBE TARIFNOG SUSTAVA

Na temelju analiza dnevnih obilježja potrošnje, ovim tarifnim sustavom, definiraju se u tijeku dana tri tarfina stava:

- VT - viši tarfni stav (u trajanju od 4 sata)
- ST - srednji tarfni stav (u trajanju od 10 sati)
- NT - niži tarfni stav (u trajanju od 10 sati) (Slika 5.).

U prethodnom tarifnom sustavu su bila dva tarfina stava u trajanju od po 12 sati.

Odnos između cijena električne energije, odnosno tarifnih stavova u višoj, srednjoj i nižoj tarifi je 2,5 : 1 : 0,7.



Slika: 5. Opterećenje elektroenergetskog sustava Hrvatske po satima 7. prosinca 1990. godine

Potrošačima koji imaju ugrađena dvotarifna brojlara, električna energija isporučena u satima za koje vrijede niži tarfni stavovi obračunava se prema srednjim tarifnim stavovima.

Kod jednotarifnih brojlara, ukupno isporučena električna energija obračunava se prema višim tarifnim stavovima umanjanim za 20 posto.

Za potrošače na visokom naponu (kategorije potrošnje 10 (20) kV, 30 (35) kV, 110 kV), odnosno veće industrijske potrošače zadržani su sezonski viši i niži tarfni stavovi. Viši sezonski tarfni stavovi se primjenjuju samo 4 mjeseca i to: siječanj, veljača, studeni i prosinac. Niži tarfni stavovi se primjenjuju u ostalih 8 mjeseci. U prethodnom tarifnom sustavu je bilo 6 mjeseci više sezone i 6 mjeseci niže sezone. Odnos prosječne cijene električne energije između viših i nižih sezonskih tarifnih stavova je 1,5 : 1. Na taj način, višom cijenom potiče se industrijske potrošače da u mjesecima više sezone obavljaju remonte i smanjuju vršno opterećenje u kritičnom razdoblju.

Ovim tarifnim sustavom se predviđa da Hrvatska elektroprivreda može dati popust na cijene onim potrošačima čija je ugovorena snaga u višoj sezoni veća od 5 MW, ako su spremni da u

određeno vrijeme i određeni broj puta u tijeku godine smanje svoje vršno opterećenje ili pristanu da budu iskopčani.

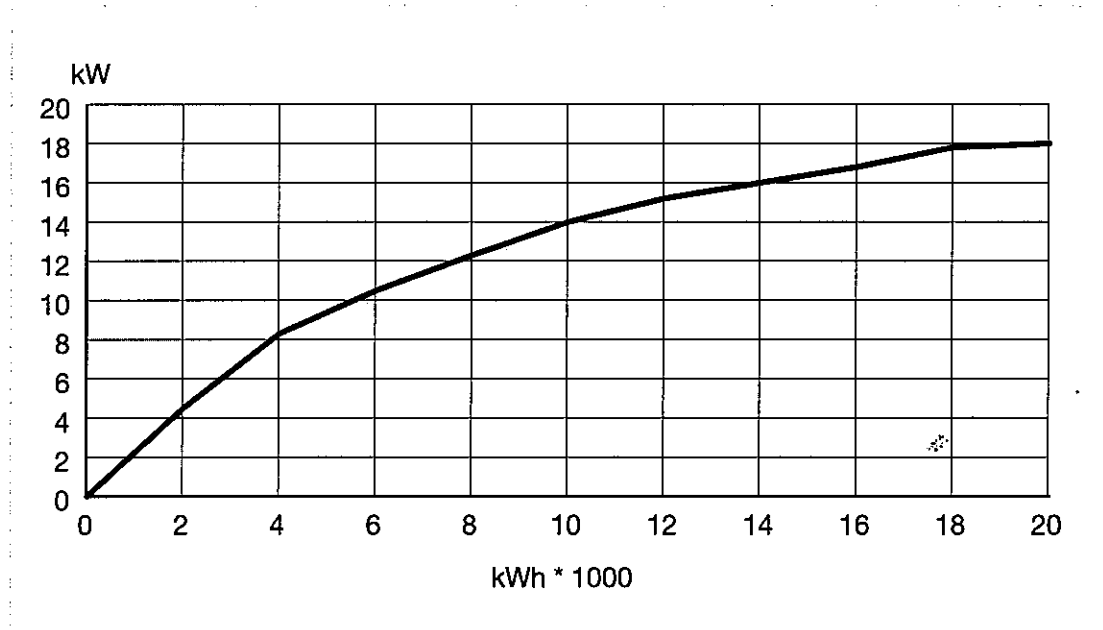
Popust u cijeni određuje se posebnim ugovorom na temelju energetske-ekonomskih analiza za svakog ili više potrošača. Ugovorom se definira visina popusta, te razdoblje i visina smanjenja potrošnje.

Daljnja novost je utvrđivanje obračunske snage kod potrošača na visokom naponu. Naime, traži se da kod ovih potrošača izmjerena snaga ne odstupa više od 15 posto od ugovorene snage ili snage iz elektroenergetske suglasnosti. To znači da će potrošači morati više voditi računa o planiranoj snazi.

Jednako tako, predloženo je da Hrvatska elektroprivreda u slučaju ograničenja potrošnje duljem od utvrđenog vremena, potrošačima na visokom naponu nadoknadi štete koje potrošač pretrpi na postrojenjima ili u proizvodnji. Do sada, zbog ratnih okolnosti, ova odredba nije se primjenjivala.

3.2.1. Određivanje angažirane snage

Problem koji se pojavio kod izrade ovog tarifnog sustava je način utvrđivanja angažirane snage za potrošače koji nemaju mjerenje snage. Naime, u prethodnoj praksi SVI potrošači koji nemaju mjerenje snage (kućanstva i veliki broj drugih potrošača na 0,4 kV) su plaćali mjesečno JEDNAKI iznos naknade za snagu (HRD/potrošaču). Bilo je puno opravdanih prigovora, osobito od onih koji imaju relativno malu potrošnju električne energije. Problem je riješen tako da je utvrđen izraz koji pokazuje ovisnost vršnosti opterećenja pojedinog potrošača o godišnjoj potrošnji električne energije (Slika 6.). Dakle, naknada za snagu koju potrošač plaća svaki mjesec u jednakom iznosu tijekom godine se određuje prema potrošnji prethodne godine.



Slika 6. Ovisnost vršnog opterećenja kućanstva o godišnjoj potrošnji električne energije

Za potrošače koji smatraju da im je izračunata snaga veća od godišnjeg vršnog opterećenja ostavljena je mogućnost ugradnje LIMITATORA. Time sam potrošač odabire snagu koju će plaćati. Osim toga, propisuje se obveza ugradnje limitatora za potrošače koji godišnje troše više od 5000 kWh (12 posto od ukupnog broja potrošača).

3.2.2. Utvrđivanje prodajne cijene električne energije

Polazeći od prvog načela - ekonomskog utemeljenja izrade tarifnog sustava i tarifnih stavova bili su ukupni troškovi Hrvatske elektroprivrede, koji se raspodijeljeni prema naponskim razinama i kategorijama potrošnje transformiraju u cijene kod krajnjih potrošača. Ukupni troškovi poslovanja se dijele na stalne i promjenjive. Stalni troškovi su u funkciji angažirane snage (kW) i oni rastu od jedne do druge naponske razine ovisno od dograđenih elemenata. Stalni troškovi, u pravilu, se moraju pokrivati kroz "naknadu za snagu".

Kod izrade tarifnog sustava i tarifnih stavova uvaženi su rezultati posebne studije kojom je utvrđeno da cijena snage, ovisno o povećanju stalnih troškova prema naponskim razinama, raste prema sljedećim faktorima:

110 kV	1 x 1
35 kV	1 x 1,20
10 kV	1 x 1,67
0,4 kV	1 x 2,19

Promjenjivi troškovi elektroprivrede su pretežito troškovi goriva za proizvodnju električne energije u termoelektranama i troškovi nabave električne energije iz drugih država. Oni su u funkciji isporučene električne energije, odnosno kilovatsata i pokrivaju se, u pravilu, kroz "naknadu za električnu energiju".

Prosječnu prodajnu cijenu kod donošenja Tarifnog sustava za prodaju električne energije 1. travnja 1991. godine odredila je Vlada Republike Hrvatske i to 9,3 USC/kWh. Prosječna prodajna cijena za kućanstva je iznosila 9,6 USC/kWh, a za gospodarstvo 9,1 USC/kWh.

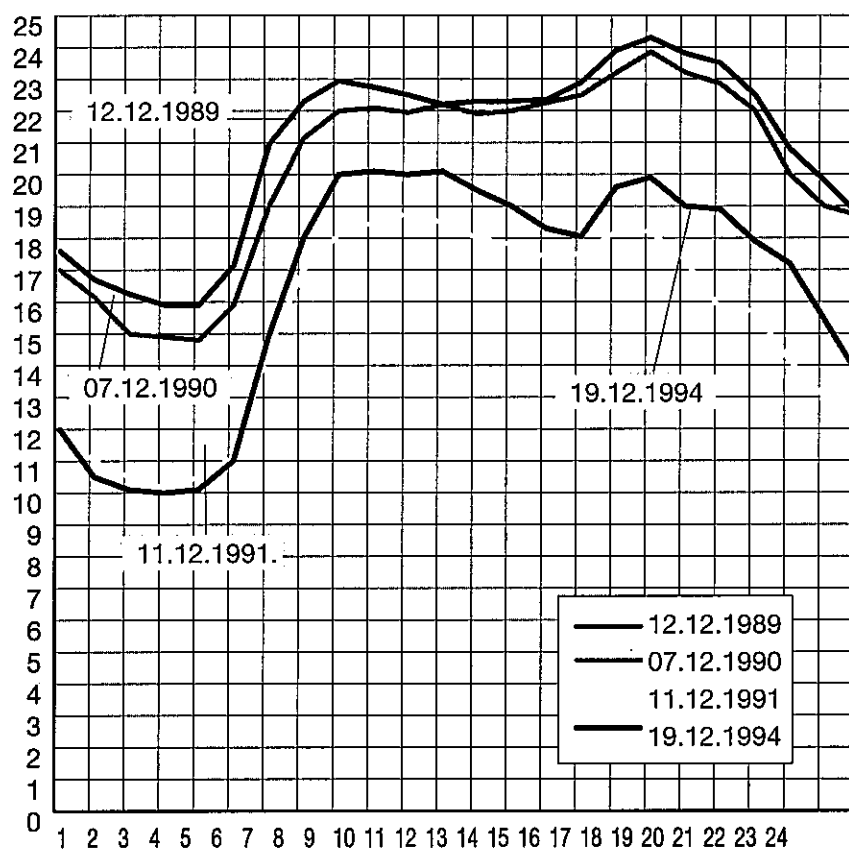
Danas razinu prodajne cijene određuje Upravni odbor HEP-a. Međutim, zbog ratnih okolnosti i pada standarda stanovništva, odlukama Vlade u protekle četiri godine, privremeno su poremećeni odnosi prosječne prodajne cijene za kućanstvo i gospodarstvo. Dostignuta razina prosječne prodajne cijene prema zadnjim tarifnim stavovima od 1. kolovoza 1994., bez poreza, u kućanstvima iznosi 6,86 UScts/kWh a u gospodarstvu 7,38 UScts/kWh. Ukupna prosječna prodajna cijena iznosi približno 7,66 UScts/kWh

3.3. PROMJENE DIJAGRAMA OPTEREĆENJA

Ako se pogleda dijagram opterećenja elektroenergetskog sustava Hrvatske - dani najvećeg opterećenja (Slika 7.) vidljivo je da se maksimalno opterećenje prije primjene danas važećeg tarifnog sustava pojavljivalo u večernjim satima. Poslije 1. travnja 1991. godine, uvažavajući ratne okolnosti i posebno pad potrošnje u gospodarstvu i prestanak rada druge i treće smjene, primjena tarifnog sustava je utjecala na promjenu oblika dijagrama opterećenja elektroenergetskog sustava Hrvatske.

Maksimalno opterećenje se pojavljuje u jutarnjim satima, a razlika između jutarnje i večernje špice u odnosu na dijagrame maksimalnog opterećenja iz prethodnih godina je bitno smanjena. To znači da je došlo do izravnjanja dijagrama opterećenja, što utječe na smanjenje potrebe za dodatnom izgradnjom elektroenergetskih kapaciteta.

Zbog daljnjeg izravnjanja dijagrama opterećenja, u idućem koraku, pozornost treba usmjeriti na preusmjeravanje potrošnje iz jutarnjih sati u noćno razdoblje kako bi se smanjilo maksimalno, a povećalo minimalno opterećenje. To znači da se tarifni stav ne vraća u jutarnje razdoblje nego upravljanjem potrošnje i drugim mjerama stimulira potrošače, osobito veće i industrijske potrošače koji to mogu i nadu interes, da svoju potrošnju iz jutarnje preusmjere u noćno razdoblje.



Slika: 7. Satna opterećenja elektroenergetskog sustava Hrvatske
(dani najvećeg opterećenja u prosincu)

4. ZAKLJUČAK

Nakon izgradnje prve elektrane na području Hrvatske prije stotinu godina nastaje i prvi tarifni sustav za prodaju električne energije, koji sadržava sve osnovne elemente tarifiranja. Razlikuju se tarifne grupe, noćna i dnevna tarifa, a potrošena električna energija se plaća u paušalnom iznosu prema "instaliranoj snazi". Definiraju se i uvjeti opskrbe. Cijene određuje isporučitelj, a neplaćanje mjesečnih obroka daje isporučitelju pravo da prekine opskrbu.

Na ostalim područjima Hrvatske, do drugog svjetskog rata, razvoj tarifnog sustava se odvijao paralelno s izgradnjom elektrana odnosno elektrifikacijom pojedinih područja.

U razdoblju od drugog svjetskog rata do proglašenja Republike Hrvatske samostalnom državom, razvoj tarifnog sustava obilježava težnja za uspostavom troškovnog načela kod formiranja tarifnih stavova. Međutim, društveno uređenje, te razni politički interesi u određenom razdoblju, bili su uzrok da je cijena električne energije određivana administracijskim putem, bez značajnijih tehno-ekonomskih analiza.

Promjena društvenog uređenja, odnosno nakon proglašenja Republike Hrvatske samostalnom državom, donosi se tarifni sustav koji se temelji na troškovnom načelu i koji u svojim osnovnim

načelima i odredbama ima za cilj uvođenje tržišnih odnosa, bolje iskorištenje elektroenergetskih objekata i stimuliranje racionalne potrošnje električne energije. Međutim, ratno stanje, pad standarda stanovništva i druge okolnosti, dovode do administracijskih promjena cijena između pojedinih grupa potrošnje, što znači i odstupanje od osnovnog načela da svaki potrošač snosi troškove koje izaziva u sustavu.

U idućem koraku u neposrednoj budućnosti, "administracijske promjene" treba ispraviti, te metodološki i organizacijski razraditi sustav upravljanja potrošnjom za bolje iskorištenje elektroenergetskih kapaciteta i smanjenje potreba za dodatnom izgradnjom.

Jednako tako, nakon definiranja planova razvoja elektroenergetskih objekata, razinu cijena treba definirati na temelju marginalnih troškova što će prosječnu cijenu podignuti na svjetsku razinu.

Na kraju treba reći da različiti raspored godišnje potrošnje i različita obilježja potrošnje po regijama, nameću potrebu za donošenjem dva tarifna sustava (pri obali i kontinentu) s jednakom prosječnom cijenom, ali s različitim odredbama (različiti dnevni i sezonski tarifni stavovi).

LITERATURA:

1. Arhivski centar Šibenik - posudba arhivu HEP-a
2. Razvoj elektrifikacije Hrvatske I i II dio, Institut za elektroprivredu 1987.
3. Osnovni zakon o elektroprivredi i Uredba o tarifnom sistemu za prodaju električne energije, Službeni list SFRJbr. 17/65.
4. Tarifni sistem za prodaju električne energije, NN, 28. svibnja 1976.
5. Tarifni sistem za prodaju električne energije, NN 10 od 19 ožujka, 1985.
6. Tarifni sustav za prodaju električne energije, NN 8 od 21. veljače 1991.
7. Zakon o elektroprivredi, NN 52/74.
8. Zakon o elektroprivredi, NN br. 6/83. i 53/83.
9. Zakon o elektroprivredi, NN br. 31/90. i 47/90.

PRILOG 1: TARIFNI SUSTAV

*Ante Šupuk & sin
Prva povlašćena električna centrala u Dalmaciji
"Krka"
Šibenik*

("Pučka tiskara" 1923.)

*Uvjeti
razdavanja električne sile za rasvjetu stanova*

Dio I. O razdavanju sile

čl. 1

Tvrtka Ante Šupuk i sin razdaje privatnicima električnu silu za rasvjetu uz cijene, naznačene u cijeniku.

čl. 2.

Za rasvjetu mogu se upotrebljavati žarulje sa korinskom nitiod 10, 16, 25, 32, 50, 100, 200, 400, 600, i 1000 normalnih svijeća.

čl. 3.

Tvrtka razdaje električnu silu za rasvjetu, samo od zapada do ishoda sunca i jamči za dobro djelovanje iste, izuzevši slučajeve jače sile.

čl. 4.

Rasvjeta može biti otkazana u svako doba sa strane tvrtke, ili sa strane uživatelja. U zadnjem slučaju uživatelj mora da plati pristojbinu za cijeli mjesec, u kojem je slijedio otkaz.

Tvrtka se ima priskrbiti da otkazani namještaj bude rastavljen od glavne mreže.

Dio II. O namještaju

čl. 1.

Privatnici, koji žele uvesti u svoj stan električnu svjetlost, umoljavaju se, da se obrate na ured tvrtke, gdje će se sporazumiti o uređenju namještaja.

čl. 2.

Namještaj u stanovima i slučajne preinake, moraju biti izvedeni jedino od osoblja tvrtke i to uz isplatu u gotovini

čl. 3.

Tvrtka se obvezuje dovesti struju na svoje troškove do izvanje strane kuće privatnika: svi troškovi za unutarnji namještaj idu na teret uživatelja.

čl.4.

Isplata za potrošak struje slijedi u mjesečnim pretplatnim obrocima.

čl.5.

Svaka netočnost u plaćanju mjesečnih obroka dava tvrci pravo da prekine električnu struju.

čl.6.

U slučaju da se osigurači rastale uslijed redovitog poslovanja, tvrtka se obvezuje primjeniti iste uz primjerenu naknadu. Ako je taljenje prouzročeno krivnjom uživatelja, tvrtka pridržaje pravo da prekine električnu svjetlost i da da preda stvar kaznenoj vlasti.

čl.7.

Strogo je zabranjeno oštećivati električni namještaj na koji mu drugo način uvadati bez znanja tvrtke preinake bilo koje vrsti, upotrebljavati žarulje koje su različite od onih prijavljenih, napokon zabranjeno je upotrebiti električnu silu kao pokretnu ili u druge svrhe za koje uživatelj nije dobio redovitu dozvolu.

Onima, koji budu zlorabili ili prestupili ova pravila, bit će odmah prekinuta struja, a isti će biti prijavljeni kaznenoj vlasti.

čl.8.

Svako ustanovljenje zloporabnog povećanja svjetlosti, smatra se povredom ugovora i u smislu čl. 1336 austrijskog građanskog zakonika, stranka se obvezuje isplatiti tvrtci kao ugovornu kaznu dvostruki godišnji iznos, koji bi bila i inače morala platiti za ustanovljenu razliku, i odmah odstraniti zloporabu. Tvrtka pridržaje pravo, da zlouporabitelju obustavi daljnju priskrbu električne svjetlosti.

čl.9.

Na korist je svakog uživatelja odmah javiti tvrci kad bi opazio kakav uzrok vlage u blizini žice ili drugih električnih sprava da ista uzmogne to odmah popraviti.

čl.10.

U slučaju popravka ili zidanja kuće, dužnost je vlasnika iste, da o tome obavijesti tvrtku, da ova uzmogne zapriječiti svaku moguću nezgodu, a slučaju potrebe, da odaleći žice po propisima obrtne vlasti.

čl.11.

Da se za rjede štete i nezgode, koje bi mogle nastati usljed dodira sa vanjskim žicama preporučuje se ne razastirati rublje i slično izvan prozora.

čl.12.

Tvrtka pridržaje pravo, da u svako doba pregleda unutrašnji namještaj, toli s tehničkih rzloga, koli u svrhu usustanovljenja jakosti žarulja.

Dio III. Cijenik

Danas su u krijeposti cijene, propisane okružnicom mjeseca jula 1923.

Tvrtka pridržaje pravo da preinači u svako doba cijenik, a neprihvat novih cijena smatra se kao otkaz ugovora, dan i primljen.



Aspekti trgovačkog prava na projektu "Krka-Šibenik" u kontekstu današnjih stremjenja u području energetike

Aspects of Commercial Law in the Construction of Hydro Power Plant on the Krka River

Mr. Faruk Garibović¹, dipl. iur., Josip Moser¹, dipl. ing.

¹ Hrvatska elektroprivreda

SAŽETAK

Aspekti trgovačkog prava ostvarenog na projektu "Krka - Šibenik", prvog cjelovitog elektroprivrednog projekta ostvarenog prije stotinu godina u elektroenergetici Hrvatske, nije moguće sagledati bez povijesnog prikaza ideje o gradnji i realizaciji te ideje. Zato se u prvom dijelu referata govori kako se, tijekom razdoblja od 1891. do 1895. godine, ostvarila ideja o gradnji prve naše izmjenične, višefazne hidroelektrane Krka i izgradnje prijenosnog voda 3.000 V, te razdjelne mreže 110 V za rasvjetu grada Šibenika. Nadalje se prati rast i razvoj elektroprivrednog poduzeća "Ante Šupuk i Sin", te izgradnja drugih hidroelektrana na rijeci Krka (Jaruga i Manojlovac). U glavnim crtama opisan je način povezivanja sa stranim kapitalom, talijanskim i kasnije - francuskim. Povijesni prikaz završava s presudom iz 1945. godine kojom se elektroprivredno poduzeće konfiscira od tadašnjeg vlasnika.

U drugom dijelu ovog referata dan je prikaz projekta hidroelektrana na Krki u kontekstu suvremenog trgovačkog prava, koje se može primijeniti u budućoj realizaciji projekata izgradnje novih elektroenergetskih objekata u Hrvatskoj. Suvremeno hrvatsko trgovačko pravo, kodificirano je Zakonom o trgovačkim društvima, čiji su pojedini temeljni pojmovi i pravne okolnosti prikazani i objašnjeni u ovom referatu. Polazi se od općeg pojma trgovca i trgovačkog društva, preko pravne osobnosti i predmeta poslovanja, odgovornosti za obveze

ABSTRACT

The considering of the aspects of the commercial law applied to "Krka - Šibenik", the first integral electric power project realized a hundred years ago within the Croatian electric energy industry, is not possible without historical survey of the idea of building and its realization. Therefore, the first part of this report deals with the period 1891 - 1895, when the idea considering the building of our first alternating, multi-phase power plant Krka and construction of 3000 V transmission line and 110 V distribution network for the illumination of the town of Šibenik have been realized. Afterwards follows the growth and development of the electric power supply company "Ante Šupuk and Son", as well as the building of other power plants on the river Krka (Jaruga and Manojlovac). The financial cooperation, first with Italian and then with French capital is described its main features. The historical survey ends with the verdict of 1945 by which the electric power supply company is confiscated from its proprietor.

The second part of the report gives the survey of power plant project on Krka from the modern commercial law viewpoint that can also be applied to the future construction project for the new power plants in Croatia. The modern Croatian commercial law is codified by the Law on commercial companies, and some of its fundamental notions and legal circumstances are reviewed and explained in

trgovačkog društva, zastupanja, Trgovačkog registra, povezanih društava do inozemnih trgovačkih društava i inozemnih ulaganja.

this report. It begins with the common notion of merchant and commercial company, through legal person and business matter, responsibility for the obligations of the commercial company, representation, Register of companies, joint companies up to foreign trade companies and foreign investments.

POVIJESNI RAZVOJ IDEJE O GRADNJI PRVOG CJELOVITOG ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA U HRVATSKOJ "KRKA - ŠIBENIK"

U Frankfurtu na Maini je od svibnja do listopada 1891. godine održana velika međunarodna elektrotehnička izložba, znamenita zato što je bitno utjecala na razvoj elektrotehnike i elektroenergetike u cijelom svijetu. Najveći uspjeh na toj izložbi bio je prikaz prvog prijenosa električne energije izmjeničnim jednofaznim sustavom na veliku udaljenost. S vodopada rijeke Neckar kod Lauffena prenesena je električna energija do izložbenih prostora u Frankfurtu, tamo postavljena rasvjeta i ukrasni vodopad. Prijenos je postignut na udaljenost od 175 kilometara, što je za tada vladajući istosmjerni sustav bila nezamisliva mogućnost. Tim istosmjernim sustavom, kojeg je prvenstveno razvijao Edison, osvijetljeni su do tada brojni gradovi, među kojima i neki u Hrvatskoj (Pula, Rijeka, Zadar, Čakovec, Duga Resa itd.), ali je električne centrale - najčešće termoelektrane na ugljen - trebalo postavljati u gradska središta. Naime, najveća udaljenost do koje je tim sustavom bilo moguće distribuirati električnu energiju bila je približno 2.200 metara.

O grandioznom uspjehu izmjeničnog sustava u Frankfurtu pisao je sav svjetski tisak, i ne samo stručni. To je bio tadašnji uobičajeni način prenošenja novih spoznaja. Zato ne čudi da su o tom uspjehu znali i u Šibeniku. Ne ulazimo u istraživanje je li pomorski kapetan Marko Šupuk, sin gradonačelnika Ante viteza Šupuka i kasniji član vlasničke ekipe prvog našeg sustava, osobno posjetio izložbu u Frankfurtu. Danas je teško odgovoriti i je li prvi graditelj sustava na Krki, gradski mjernik i inženjer Meichsner također bio osobno na izložbi.

No činjenica je da su oduševljeno prihvatili ideju da se na slapovima Krke, kod Skradinskog Buka sagradi hidroelektrana i iz nje osvijetli grad Šibenik.

Vjekoslav plemeniti Meichsner, zemljomjernik u Šibeniku, uputio je 7. listopada 1892. godine molbu br. 3786, "Poštovanoj Gradskoj Upravi u Šibeniku" kojom traži odobrenje za gradnju jedne zgrade na Krki kako je napisano "za gradnju u obrtne svrhe jedne nove kuće na Krki". Posebno je naznačeno da se radi o gradnji na zemljištu koje je isključivo njegove vlasnosti i prema nacrtu kojeg je osobno u dva primjerka priložio, a čini se i sam napravio. Tako je Općinsko upraviteljstvo kao nadležna građevna vlast, 2. prosinca izdalo dopuštenje za gradnju. Istina dan ranije - 1. prosinca - u Općinskom uredu pristupio je Ante vitez Šupuk, posjednik iz Šibenika i nakon što mu je predložena molba i nacrti, koje je "po tanko i pojmljivo izpitao" i s obzirom da zemljište i zgrada koju Meichsner kani graditi jednim dijelom medaši s četvrte strane sa zemljom vlasnosti Ante Šupuka, to je ovaj izjavio:

"Ništa protivna nemam da gosp. Vjekoslav plem. Meichsner izvede naumljenu gradnju po sada razvidjenom nacrtu, koja sa nikakvoga gledišta meni ni najmanje ne smeta."

Dakle, Meichsner je odobrena gradnja buduće elektrane, a očito je tome kumovao Šupuk. Njegova uloga će kasnije kod gradnje biti još važnija, jer je on bio glavni financijer gradnje čitavog sustava. Međutim, zanimljivo je da se u prvim trenucima redovito pojavljuje samo Meichsner, koji traži dopuštenje, a kasnije koncesiju za vodu rijeke Krke, pa i prigodom narudžbe potrebnih strojeva od firme GANZ iz Budimpešte.

Vjerojatno je to zato što gradonačelnik i saborski zastupnik Šibenika, te predstavnik Dalmacije u carevinskom vijeću u Beču Ante vitez Šupuk nije želio biti u prvom planu.

Prvog svibnja 1893. godine, nakon što je dogotovio sve nužne nacрте i projekte za izgradnju hidroelektrane na Slapovima Krke, dalekovoda i prve gradske razdjelne mreže u gradu Šibeniku, Meichsner je zatražio odobrenje od Kotarskog Poglavarstva za "ustanovljenje jednog obrtništva za proizvodanje i vodjenje munjive u svrhu razsvjete, prenašanja sile i ine obrtne i kućevne porabe". Da to može ostvariti zatražio je dopusnim da mu se odobri korištenje "neke količine vode rieke Krke, uzevši ju od one koja teče uzduž katastralnih čestica 961/10, 961/27 i 961/8 (porezne općine Lozovac) njegova vlasništva, pak prinijeti ju sredstvom jedne već postojeće jače (konala) takoder njegove vlasnosti, koje polag predloženog nacрта biti će vhodno razširena i uređjena u tvornicu od njega osnovanu za proizvodjanje i prenašanje munjive, te ju povratiti istoj rieci, još prije nego ona izstupi sa granica gorioznačenih vlastitih čestica".

Ovom molbom pokrenuta je velika administracijska procedura. Obavljen je komisijski očevid 6. srpnja 1893. g. da se utvrdi da zatražena izgradnja ne čini javne i privatne štete. Od 10. do 14. listopada radile su dvije vladine komisije na terenu. Jedna je morala utvrditi može li se dati tražena koncesija za korištenje vode a druga, mnogobrojnija, trebala je izvidjeti trasu dalekovoda od Krke do Šibenika. Ukupno dvanaest viđenih ličnosti obišlo je trasu i gradske ulice po kojima se predviđa "pružanje žice - kabela - po zraku".

Nakon završetka rada ovih komisija, izdan je poglavarstveni oglas br. 13392. kojim se obavještavaju građani općine Šibenik i Skradin i svi drugi zainteresirani, da je za dan 14. studenoga zakazana "povjerenstvena razprava, od 9 sati pr. p. unaprijed" na samom vodopadu kod Skradina. Kada su i tamo otklonjeni svi prigovori vlasnika mlinica uzvodno (Ivan i Erminio Šupuk) i nizvodno (Joso Dulibić), sazvano je povjerenstvo od strane Ministarstva trgovine u Beču. U njemu su bili "izaslanici vlade zadarske, pomorske oblasti iz Trsta, ministarstva rata i nutarnjih posala, elektrotehnički vještaci i poduzetnici". Svi su oni još jedanput 15. prosinca 1893. "izpitali odnošaje na Krki", te odobrili radnju.

Temeljem toga je 18. prosinca 1893. godine odlukom c. k. Kotarskog Poglavarstva dodijeljena Meichsneru "Razsuda" pod br. 15936 da smije osnovati traženu radnju, sukladno slijedećim uvjetima:

"I. da gradjenje osnovanog poduzeća bude točno slijediti polag prikazanih nacрта, kojih jedan primjerak obskrbljen sa uredovnom potvrdom uručuje se prositeljju"

"II. da trošenje vode, imade se ograničiti na mjeru od 25,81 metar kubčni na hip, dotično da se ne smije proizvesti ikakva promjena na konalu slijevanja; a kao rok kroz koji osnovana gradnja imaće se dovršiti ustanovljuje se doba od dvije godine".

Rok žalbe bio je 14 dana, te je odlukom kotarskog Poglavarstva br. 16956 od 10. siječnja 1894. godine ova "Razsuda" postala pravovaljana, a odlukom br. 6522 od 22. ožujka 1894. godine dodijeljena je Meichsneru i "industrijalna koncesija".

Posljednju nužnu dopusnicu izdalo je općinsko upraviteljstvo u Šibeniku dana 30. travnja 1894. godine pod br. 1579. i to "da može postaviti stupove na općinskom zemljištu za prenos električne sile i da može takodjer napraviti potrebitu mrežu preko gradskih ulica u svrhu rasvjetljavanja". Ovo je odlučeno nakon velike rasprave treba li biti kabela mreža u gradu ili može biti i zračna. Dilemu je riješio Šupuk, jer je ukazao na skupoću izradu kabela mreže, a i na nedovoljnu pouzdanost tadašnjih prvih konstrukcija kabela.

Tako je završena kompletna administracijska procedura i dobiveni su svi tada potrebni službeni dokumenti za gradnju prve izmjenične hidroelektrane, dalekovoda dugačkog 11 kilometara i gradske niskonaponske mreže u Šibeniku - dakle, našeg prvog cjelovitog elektroprivrednog sustava.

U međuvremenu je Meichsner uspostavio bliske kontakte s firmom GANZ, pa - uvjeren da će zatraženu dopusnicu dobiti već tijekom jeseni - naručio je izradu strojeva. On je pritom ponudio da iz ove elektrane prenese električnu energiju u Zadar, što je Poglavarstvo ovog grada odbilo i odlučilo se za istosmjerni sustav. Za to vrijeme, ugovaralo se s gradskim poglavarstvom Šibenika

ka (sa Šupukom) cijena premao kojoj će grad biti osvijetljen. Time je osiguran jedan važni element sustava-potrošnja. Za rasvjetu grada električnom energijom godišnje će se plaćati paušalni iznos od 5.000 forinti u mjesečnim obrocima.

Paralelno s postupkom odobrenja za gradnju i koncesije za uporabu vode, Meichsner i Šupuk sklopili su prvo projekt ugovora, a potom i ugovor o osnutku zajedničkog poduzeća "una societa di commercio in nome collettivo". Ove dokumente izradio je Šibenski notar Giacondo Petris de Herrenstein na talijanskom jeziku. Tim ugovorom poništeni su prethodni dogovori između Meichsnera i firme Ganz u Budimpešti, a preuzete sve obveze u svezi s plaćanjem naručene opreme od te firme. Dogovoreno je da novo poduzeće nosi ime: "Šupuk e Meichsner"

"Prima concessionata Centrale elettrica in Dalmazia "Krka", odnosno hrvatski ("Šupuk i Meichsner" "Prva ovlaštena električna centrala u Dalmaciji "Krka"), sa sjedištem u Šibeniku. Početak djelovanja novog poduzeća bio je 1. lipnja 1895. godine. Dakle, u to vrijeme je gradnja bila u punom jeku, jer čitav sustav je pušten u rad 28. kolovoza 1895. godine paljenjem javne rasvjete u gradu.

Izgradnja hidroelektrane Krka i rasvjeta Šibenika bile su senzacija onog vremena. Meichsner je zato ponudio električnu energiju s Krke Trogiru, Kaštelima i Splitu, ali je odbijen. Radi tog odbijanja grad Split će biti elektrificiran tek 1920. godine. Jednako tako, ponudio je elektrifikaciju i Dubrovniku. Međutim, premda je u prvom trenutku Meichsnerov projekt prihvaćen, dubrovčani su kasnije odlučili da posao povjere konkurentu - austrijskoj firmi ELIN. Očigledno, graditelj prvog sustava u Hrvatskoj nije imao sreće da svoj prvi pothvat ponovi.

Već 1897. godine pojavljuju se interesi da se dalje iskoriste vode slapova na Krki. Time se pojavljuje konkurencija firmi "Šupuk i Meichsner" jer firma "Cramer et Brod" koja je vlasnik rudnika ugljena Velika Glava kod Skradina želi na desnoj, suprotnoj, obali sagraditi hidroelektranu koja bi bila 20 puta veće snage od Krke. Vlasnik firme, industrijalac iz Plzena u Češkoj, Ludwig de Piette, uz skradinske vlasnike zemljišta Marasoviće i Marune, traže koncesiju za hidroelektranu snage 7.200 KS, kod korištenja pada vode od 45 metara i ugrađenih 8 turbina. Dalmatinsko namjesništvo u Zadru odobrilo im je samo 12 metara kubičnih vode u sekundi, što je bilo nedovoljno. U tom dokumentu se tvrdi "da veliki Slapovi, ispod starog posjeda i skorašnja nova koncesija, pripadaju g. Antonu Šupuku, predsjedniku općine Šibenik i predstavniku u Parlamentu, te njegovu sinu. Ovi slapovi, čak kod dva do tri mjeseca suše, u stanju su dati do 8.000 KS; a u ostalih devet mjeseci oni mogu razviti skoro 150.000 KS". Postojeća hidroelektrana Krka u tom času iskoristila je samo 320 KS. Ali, ovaj pokušaj skradinske strane izazvao je dugotrajni sudski spor sa Šupukom i njegovim nasljednicima, spor koji je trajao sve do 1945. godine.

Premda je de Piette dobio koncesiju za gradnju svoje elektrane i nakon dugotrajnog natezanja s Šupukom i sa tadašnjim drugim vlasnicima mlinica na slapovima, on je uporno sve do 1904. g. tražio sve veće i veće količine vode. Dao je izraditi i tehničku dokumentaciju i projekte za hidroelektranu, ali izgradnja nije bila realizirana.

Kakvu je ulogu u tome imao Meichsner - nije poznato?

Treba pretpostaviti da je imao veze s ovim pothvatom jer upravo te 1897. godine raskinut ugovor između Ante Šupuka i Vjekoslava Meichsnera i elektrana Krka s cijelim sustavom prijenosa i mreže prelazi u posjed Šupuka i njegova sina Marka. Meichsner je ustupio sva svoja prava iz svih koncesija, "Razsude" i vlasništva, putem ugovora koji je kod notara sklopljen 27. travnja 1897.g. pod br. 50981. Namjesništvo u Zadru je temeljem zaključka od 15. kolovoza te godine pod br. 18311, učinilo je službenim taj prijenos prava prvo obavještavajući zainteresirane 23. kolovoza 1897. dopisom br. 11205, a potom Odlukom br. 11767 od 2. rujna 1897.g.

Stvarni razlozi razlaza između Šupuka i Meichsnera nisu dovoljno poznati, ali je očito da je došlo do razmimoilaženja. Poznato je da je Meichsner bio relativno lošeg zdravlja, što također može biti razlogom. No, vjerojatnije je uzrok u približavanju Meichsnera suprotnoj, skradinskoj grupi. Ime Vjekoslava Meichsnera pojavljuje se na dokumentima Šupukovih protivnika sve do godine 1907., kada je Meichsner umro. Dakle, 1897. godine prekidaju suradnju Ante Šupuk i Meichsner i to definitivno, pa tvrtka Krka mijenja ime u "Ante Šupuk i sin" - "Prva povlaštena Električna Centrala u Dalmaciji "KRKA"

i Obrtna Tvornica mlivenja buharice i žitija električnom silom" sa sjedištem u Šibeniku. Naime, neposredno nakon izgradnje elektrane Ante Šupuk je u gradu Šibeniku u Vrulji (danas je tamo Autobusni kolodvor na Rivi) sagradio električni mlin. To je bio prvi elektrificirani industrijski objekt u Šibeniku.

Tijekom traženja dopusnice za gradnju hidroelektrane na skradinskoj strani vodopada, firma "Cramer et Brod" dobila je pravo izgradnje jedne kemijske tvornice na Krki. To pravo je ona prodala (ili samo prenijela) venecijanskom društvu "Societa veneziana elettrochimica", koje je izgradilo tvornicu karbida, postavljajući dvije Wilsonove električne peći, 350 metara nizvodno od hidroelektrane Krka. Ta tvornica karbida (zvana "Garbura") trebala je električnu energiju. Premda je administracijski odbor venecijanskog društva odobrio da se ide na otkup vodene snage slapova Krke, a to je značilo odluku da se gradi posebna hidroelektrana, do te gradnje nije došlo te je dotadašnja tvrtka "Ante Šupuk i Sin" ostala isključivi vlasnik koncesije vode rijeke Krke. U hidroelektranu se ugrađuje još jedan agregat, pa se elektrana kompletira na konačnu instaliranu snagu od 640 KS (oko 470 kW) i ona koristi najveći protok vode od 3,2 m³/sek.

Zanimljivo je da je tvornica karbida, puštena u rujnu 1899. godine, bila jedna od, tada u svijetu, najsvremenijih industrijskih postojenja. Proizvodila je 355 litara acetilenskog plina na svaki kilogram karbida, što do tada nije uspjela postići niti jedna peć. Međutim, nije bila dugačkog vijeka jer je potpuno stradala u požaru već iduće 1900. godine. Nikad više nije obnovljena kao proizvodna jedinica, a administracijska zgrada je najprije bila korištena za uredske prostorije tvrtke "Ante Šupuk i Sin", a iza drugog svjetskog rata poslužila je i kao stambeni prostor djelatnika hidroelektrane Jaruga.

Ova tvornica je značajna i zato što je otvorila vrata talijanskom kapitalu na prostore Šibenika. Nakon požara, hidroelektrana Krka imala je višak električne energije, pa Ante Šupuk traži nove potrošače. U samom gradu ih je malo, jer industrija je tek u začetima, a elektrificiranih kućanstava također je vrlo malo, jer se tek 1900. godine pojedina bogatija kućanstva elektrificiraju. Kod običnog puka vlada strah od električne energije, jer tako se vjerovalo "munjivo ubija, privlači grome".

Dana 12. srpnja 1901. godine u Trstu se potpisuje Ugovor između tvrtke "Ante Šupuk i Sin" (vlasnika koncesije za korištenje vode u ukupnoj količini od 25,81 m³/sek.), Društva "Societa veneziana elettrochimica" (vlasnika koncesije za proizvodnju kalcijeva karbida) i Društva "Societa Italiana per Carburo di Calcio, acetilene et altri gas" (investitora gradnje novih tvorničkih postrojenja i novih elektrana na Krki). Kod bilježnika Vessela iz Trsta sklopljen je dogovor kojim se stvara novo poduzeće za korištenje hidraulične snage u Dalmaciji "Societa anonima per l'utilizzazione delle forze idrauliche della Dalmazia" u Trstu (skraćeno SUFID).

Dogovor se sastojao u slijedećem:

Tvrtka "Ante Šupuk i Sin" ustupila je Društvu koncesiju na neiskorišteni dio protoka vode dijela Skradinskog Buka, odnosno 22,61 m³/sek. i to na rok od 29 godina. Za svoje potrebe zadržala je količinu vode od 3,20 m³/sek. koliko joj treba za postojeću hidroelektranu "Krka".

Društvo "Societa italiana per Carburo di Calcio, acetilene ed altri gas" otkupila je pravo na proizvodnju kalcijeva karbida u Dalmaciji i izgradit će novu tvornicu na povoljnoj lokaciji. Zatim se obavezuje da sagradi novu hidroelektranu u blizini stare, na temelju neiskorištenog viška vode. I konačno, obavezuje se u svoje ime i ime eventualnog pravnog nasljednika da će nakon isteka ugovorenog roka od 29 godina (odnosno 30. lipnja 1930. godine) predati tvrtki "Ante Šupuk i Sin" bez ikakve odštete preuzete i novoizgrađene objekte.

Tako sastavljen ugovor odobren je od administracijskih vlasti tako da "Ante Šupuk i Sin" i dalje zadržavaju pravo "na prijašnju svoju prugu, koja im je služila za prijenos električne energije iz svoje male centrale do grada Šibenika", a da Društvo iz svoje nove centrale prenosi energiju "posebnom zračnom prugom do tvornice Društva "SUFID" u Crnici u Šibeniku".

Tako je SUFID izgradila tvornicu kalcijeva karbida u Crnici "kod Šibenika" (kako je tada pisao tisak) s osam monofaznih električnih peći od po 750 kVA, ukupno 6.000 kVA, što je tada bila vrlo velika i snažna tvornica. Tvornica je proradila u travnju 1903. godine, probno s jednom peći, a potom od rujna - u punom kapacitetu.

Istodobno gradi firma GANZ novu hidroelektranu Jaruga snage ukupno 5.250 kVA, koja može proizvoditi godišnje približno 15 milijuna kWh. Generatorski napon od 15.000 Volti prenosi se posebnim zračnim dalekovodom dugim 12 kilometara do Šibenika. Vod je imao četiri bakrene žice (dupli dvofazni) promjera 9 mm i 64 mm². Bio je na drvenim stupovima postavljenim uz cestu po rubovima parcela. Stupova je bilo približno 360 komada, što znači da ih je bilo u prosjeku 30 po kilometru, a na svakom trećem stupu bile su tablice upozorenja na talijanskom i hrvatskom jeziku.

U punom jeku gradnje hidroelektrane Jaruga (kasnije nazvana Jaruga II, jer su elektranu Krka zvali Jaruga I) 4. lipnja 1903. godine umro je kapetan Marko Šupuk, jedan od idejnih tvoraca elektrifikacije Šibenika. Nepunu godinu dana potom, 11. svibnja 1904. g., od srčane kapi umire i Ante vitez Šupuk, koji je punih 28 godina bio gradonačelnik Šibenika, čovjek koji je neumorno radio za napredak svoga grada. Osim električne rasvjete bio je inicijator gradnje vodovoda, uveo je željeznicu, izgradio zgradu suda, gimnazije i bolnicu tada najveću u Dalmaciji.

Tvrtku "Ante Šupuk i Sin" preuzeli su nasljednici iz obitelji Šupuk. Sačuvani su brojni dokumenti koji govore o širenju električne mreže i uspostavi pravog elektroprivrednog poduzeća. Razvoj je tekao paralelno s razvojem tvornice u Crnici, sve do 1914. g. do prvog svjetskog rata. Za potrebe rata odlučeno je da se rashoduje dvadeset godina stara hidroelektrana Krka (Jaruga I) i stari vod od nje do grada. Iz opreme je izvađen bakar i željezo koje je upotrebjeno u vojne svrhe. Druga elektrana i tvornica karbida ostale su nedirnutе jer su proizvodile ratni strateški materijal. Ukratko, tvrtka "Ante Šupuk i Sin" ostala je bez proizvodnog i prijenosnog dijela, te se morala povezati sa SUFIDOM radi dogovora. Elektroprivredno poduzeće svedeno je na distributera električne energije.

Poduzeće SUFID je, osim izgradnje HE Jaruga II radi sve većih potreba, već 1904. g. započela graditi i električnu hidroelektranu na slapu Manojlovac kod Kistanja, 38 km daleko od Šibenika. Tamo je iskorišten pad vode od 110 metara tako da je ukupna snaga turbine bila 24.000 KS, a generatora 20.800 kVA odnosno, 16.600 kW. HE Manojlovac je puštena u pogon u travnju 1906. (prvi agregat) a u konačnom opsegu 1907. godine. Uz elektranu sagrađen je dvostruki dalekovod do Crnice u Šibeniku za napon 30.000 Volti, dug 38 km. Zanimljivo je da je do 1910. to bila najsnažnija hidroelektrana sagrađena dotad u Europi, a i napon dalekovoda bio je tada najviši napon predviđen za prijenos na daljinu.

Početkom prvog svjetskog rata, ukidanjem HE Krka (ili Jaruga I) grad Šibenik imao je problema s manjkom, dok Tvornica u Crnici je imala višak električne energije. Zato je bilo logično da se tvrtka "Ante Šupuk i Sin" i SUFID dogovore o daljnjoj suradnji. Oni posebnim ugovorom produljuju zakup još za protok vode koji se koristio u HE Krka, ali uz uvjet da SUFID iz svojih elektrana prepusti svake godine 1.000.000 kWh tvrtci, koja tu energiju može distribuirati u gradu i okolici. Ako bi trebalo više, tada se na komercijalnoj bazi određuje cijena prema kojoj tvrtka kupuje taj višak.

Prvi svjetski rat se u početku nije bitno osjetio u Šibeniku. Ipak, već u kolovozu 1914. g. austro-ugarska vojska preuzela je kontrolu tvrtke "Ante Šupuk i Sin", tako da su svi djelatnici tvrtke, osim trojice, pozvani pod oružje, a njihova radna mjesta popunjena su električarima iz C. K. Ratne mornarice s ratnih brodova. I SUFID je stavljen pod državnu kontrolu, pa je umjesto talijanskog naziva dobio 1916. g. njemačko ime "Aktiengesellschaft für Nutzbarmachung der Wasserkrafte Dalmatiens - Werk Sebenico". Ovaj naziv je prijevod na njemački jezik dotadanjeg talijanskog naziva i to ime zadržano je do kraja rata, do propasti Austro Ugarske Monarhije.

Bez obzira na rat, tijekom 1916. godine izvršena je prva velika rekonstrukcija HE Jaruga II. Povećana je snaga turbine, a elektrana je s dvofaznog pretvorena u trofazni sustav.

Nakon završetka rata, Šibenik su privremeno okupirali Talijani koji su odmah vratili staro ime SUFID, ali i sva prava firmi "Ante Šupuk i Sin". Ostali su na snazi svi ugovori sklopljeni između ove dvije firme od 1901. do 1914. godine. Tijekom talijanske okupacije, širi se elektrifikacija pa se 1919. g. u ožujku pušta u rad javna rasvjeta u Skradinu. U Šibeniku raste potrošnja električne energije i vraća se na predratnu razinu od oko 1.900.000 kWh. U gradu je više od 1.500 priključenih kućanstava.

Kada su 1921. g. Talijani otišli iz Šibenika, u prvom trenutku sve je bilo kao i prije. Odnosi SUFI-

DA i "Ante Šupuka i Sina" bili su poštivani, a oba se bore s poslijeratnim ekonomskim teškoćama. Godine 1923. uvedena je prva tarifa za naplatu potroška, a prestalo se s paušalnim napolatama. Dolazi do prvih poskupljenja električne energije. Ali, i do ozbiljnog širenja i rekonstrukcije gradske električne mreže, do zamjene zračnih vodova kabelskim.

Već 1925. godine društvo SUFID predviđa likvidaciju, jer tadašnja kraljevska vlast ne želi obnovu ugovora koji su vremenski bili na isteku. Vlada kraljevine SHS nastoji umjesto Talijana dovesti druge strane partnere. Kao rezultat toga, ondašnja vlada sklapa ugovor s "Francuskim društvom tuniskih fosfata, gnojiva i kemiskih proizvoda A.D." iz Pariza 13. travnja 1929. g. i osniva novo društvo "SEFFHIED", koje ubrzo nakon toga mijenja ime i postaje "La Dalmatienne". Novi pravni nasljednik "La Dalmatienne" otkupljuje svu imovinu društva SUFID za iznos od 130 milijuna franaka (odnosno tadašnjih 273 milijuna Dinara). Kako je ugovor o najmu sklopljen 12. srpnja 1901. u Trstu sa SUFIDOM istjecao 1930. godine, to je SUFID ranije 1929. g. predao HE Jarugu II natrag u posjed tvrtki "Ante Šupuk i Sin". Ova firma počinje rekonstrukciju elektrane i priprema se da ponovo preuzme opskrbu grada. Tako tvrtka "Ante Šupuk i Sin" ponovo kompletira proizvodnu, prijenosnu i distribucijsku djelatnost.

S obzirom da je "La Dalmatienne" prestala dobavljati energiju iz HE Jaruga II, jer je smanjila potrošnju i bila joj je dovoljna HE Manojlovac, to se u gradu pojavio višak električne energije. Rješenje je nađeno u okviru izgradnje tvornice aluminija u Lozovcu. Nju gradi 1936. g. industrijalac Ivanović iz Beograda, koji je s tvrtkom "Ante Šupuk i Sin" dogovorio znatne količine električne energije, te sigurnost i trajnost dobave. Kako je u međuvremenu i sudski spor s vlasnicima mlinica Marasović i nasljednicima sa skradinske strane riješen u korist tvrtke Šupuk, to 1937. g. HE Jaruga II počinje veliku rekonstrukciju. Ponovo je tu GANZ iz Budimpešte.

HE Jaruga II je značajan izvor električne energije za grad Šibenik i njegovu industriju, ali i za tvornicu aluminija. To tako traje i tijekom drugog svjetskog rata, premda su Šibenik i Jaruga okupirani od Talijana. I povremeni zastoji zbog miniranja ne utječu bitno i elektrana radi sve do 1945. godine. Tada se ponovo popravljaju oštećenja nastala u ratu i elektrana se uključuje u elektroenergetski sustav Šibenika, Dalmacije i Hrvatske. Njenog zadnjeg vlasnika iz obitelji Šupuk, Marka, prawnika graditelja Ante viteza Šupuka i unuka Marka, kapetana i donositelja ideje o gradnji, u lipnju 1945. godine u Šibeniku, Narodni sud osudio je na konfiskaciju cjelokupne imovine zbog suradnje s neprijateljem. Tim aktom oduzeta mu je hidroelektrana i svi posjedi preneseni su u narodno vlasništvo. HE Jaruga II radila je cijelo vrijeme i radi još i danas. Od prvog dana do danas proizvela je više od 2.400.000.000 kWh ili u proteklih 92 godine u prosjeku oko 26 milijuna kWh godišnje. Usporedbe radi, naznačimo da je toliko ukupno proizvela HE Krka u dvadeset godina rada od 1895. do 1914. godine.

HIDROELEKTRANE NA KRKI U OZRAČJU TRGOVAČKOG PRAVA

Sabor Republike Hrvatske na sjednici Zastupničkog doma od 23. studenog 1993. godine, donio je Zakon o trgovačkim društvima¹. Prema odredbi iz članka 647. Zakon je stupio na snagu osmog dana od dana objave, odnosno 24. prosinca 1994. godine, a primjenjuje se od 1. siječnja 1995. godine.

Glede njegova značaja, valja naglasiti da je Zakon o trgovačkim društvima temeljni zakon za hrvatsko gospodarstvo. Njegovim donošenjem Hrvatska uređuje subjekte trgovačkog prava jednako kako to čine razvijene zemlje tržišnog gospodarstva. Riječ o do sada najvećoj zakonodavnoj promjeni, točnije rečeno zakonodavnoj novini u Hrvatskoj na tom području. Nema poduzeća, velikog ili malog, u kojemu na temelju tog Zakona neće doći do promjena. Svi propisi kojima se uređuje gospodarstvo moraju se prilagoditi rješenjima iz tog Zakona, u cilju zaokruživanja hrvatskog pravnog sustava i njegove konzistentnosti, kako unutar njega sama, tako i prema vani.

KONTINUITET HRVATSKOG TRGOVAČKOG PRAVA

Nakon desetljeća odvajanja od svijeta, Hrvatska je konačno donijela visokovrijedan zakonski projekt kojim se prihvaćaju međunarodne pravne norme u području trgovačkog prava i kao takve se uvode u pozitivno zakonodavstvo Republike Hrvatske. Međutim, valja naglasiti da za Hrvatsku to u biti i nije novina, odnosno nije prvi put da ona ima moderno europsko zakonodavstvo koje je bilo vrlo živo i transparentno.

Ovu tezu zorno nam mogu posvjedočiti događaji i poslovno-pravni odnosi zabilježeni upravo u vrijeme kada su se gradili prvi temelji Hrvatske elektroprivrede prije stotinu godina na elektroenergetskim objektima sustava "Krka-Šibenik". Naime, iz dokumenata i prikaza povijesnog razdoblja ideje o gradnji prvog cjelovitog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj "Krka-Šibenik" (prikazan je u prvom dijelu ovog referata), lako se dađu isčitati pravni oblici i poslovni načini gospodarskog povezivanja na izgradnji infrastrukturnih objekata u Hrvatskoj.

Radilo se, u to vrijeme, o vrlo modernim europskim pravnim normama koje ni danas nisu izgubile ništa od svog značaja. Štoviše, raširili su se diljem Europe i modernog poslovnog svijeta, uz poboljšanja koja je suvremeni razvoj nužno zahtijevao.

Na području Dalmacije i Istre vrijedio je austrijski Trgovački zakon iz 1862. godine ali i propisi o dioničkim društvima iz 1899. godine, te Zakon o udrugama s ograničenom odgovornošću iz 1906. godine (str. 20).

Materijalno-pravne i procesne pretpostavke trgovačkog prava toga doba u Hrvatskoj, mogle su bez osobita problema odgovoriti svim zahtjevima brzog industrijskog razvoja krajem 19. i početka 20. stoljeća u Europi. "Industrijalna koncesija" iz 1894. godine koju je tadašnja vlast dala investitoru, bila je prvo pravno utemeljenje za korištenje hidroenergetskog resursa rijeke Krke za proizvodnju električne energije, ali jednako tako i za izgradnju prijenosnog sustava kao i za distribuciju električne energije.

Tijekom daljnjeg razvoja i izgradnje energetske objekata na rijeci Krki, možemo reći da su trgovačka društva koja su bila uključena u te aktivnosti, prema svom obliku i sadržaju - bila raznolika. Po obliku su to bila: tajno društvo, društvo ortaka, dioničko društvo ..., prema sadržaju su bila: društva osoba i društva kapitala. Prema strukturi i podrijetlu osnivačkog i investicijskog kapitala bila su: domaća i međunarodna, a prema strukturi vlasnika bila su privatna i (atkada) državna. Može se reći, cijela lepeza oblika i sadržaja koje je poznavalo tadašnje europsko trgovačko pravo. To su bili oblici trgovačkih društva koji su izdržali pokus vremena dulji od jednog stoljeća i koji danas egzistiraju u skoro svim modernim pravnim sustavima, pa tako i u Hrvatskoj.

Dakle, ponovo je uspostavljen stoljetni kontinuitet na području trgovačkog prava, kojeg je Hrvatska uvijek imala s razvijenim svijetom, s Europom.

Premda Hrvatska nije članica Europske ekonomske unije (za sada), u Zakon su unešena rješenja sadržana u smjernicama te Unije, kojima se ide za izjednačavanjem prava njezinih članica glede trgovačkih društava.

Nakon dosadašnjih velikih praznina na tom području, Zakon o trgovačkim društvima daje dobro utemeljenje za stvaranje države vladavine prava u gospodarstvu i za postizanje prijeko potrebne norme pravne sigurnosti, - bez čega se ne može stvoriti moderno gospodarstvo. Promjene, odnosno rješenja koja donosi Zakon, zahtijevaju temeljite pripreme onih koji će ga primjenjivati, ali i poslovnih ljudi na koje se on odnosi.

Bez stjecanja potrebnih pravnih znanja, upoznavanja sadržaja Zakona, a osobito njegova dobrog poznavanja, Zakon će biti teško dobro primijeniti. Nepoznavanje inače izaziva strah od novoga, a to za posljedicu može imati odbojnost ili inertnost prema promjenama. Time se lako dolazi do pogrešaka, koje na temelju pravnog sustava kojeg uvodimo, mogu uzrokovati velike štete onome tko ih čini. Za potrebe ovog rada, držimo potrebitim da se, koliko nam to prostor dopušta, pobliže pojasne neki temeljni pojmovi i pravna stanja koja će biti u funkciji lakšeg upoznavanja Zakona, a sve to s nakanom da njegova primjena sutra bude koliko je to moguće korektnija i lakša - na ukupnom gospodarskom području Republike Hrvatske, a svakako i za potrebe konkretnih gospodarskih poteza koji će se činiti u Hrvatskoj elektroprivredi.

TRGOVAC I TRGOVAČKA DRUŠTVA

Zakon o trgovačkim društvima uvodi jedan jedini pojam i to na općoj razini za sve gospodarske subjekte, bez obzira na njihov stvarnopravni ili formalnopravni sadržaj. To je trgovac. Trgovac je svaka pravna ili fizička osoba, bez obzira na podrijetlo osnivača ili osnivačkog kapitala, koja samostalno trajno obavlja gospodarsku djelatnost radi ostvarivanja dobiti bilo proizvodnjom robe i dobara, njihovim prometom ili pak pružanjem usluga na tržištu.

Prema vrsti, trgovačka društva su: javno trgovačko društvo, komanditno društvo, dioničko društvo i društvo s ograničenom odgovornošću.

Prema obliku i sadržaju, Zakon razlikuje trgovačka društva kao društva osoba u koje spadaju javna trgovačka društva i komanditna društva, te društva kapitala u koje spadaju dionička društva i društva s ograničenom odgovornošću.

Zakon dopušta mogućnost da se trgovačko društvo, bez obzira na vrstu ili oblik odnosno sadržaj, može osnovati za obavljanje gospodarske ili bilo koje druge djelatnosti. Dakako da će se u svakom konkretnom slučaju voditi računa o najboljem izboru kako vrste, jednako tako oblika i sadržaja kod osnivanja trgovačkog društva.

U svakom slučaju, trgovačko društvo je trgovac, neovisno o tome obavlja li gospodarsku ili neku drugu djelatnost, te neovisno o činjenici kud mu je osnivač i osnivački kapital. Cjelokupni ustroj trgovačkih društava uređuje ovaj Zakon.

PRAVNA OSOBNOST I PREDMET POSLOVANJA

Trgovačko društvo stječe svojstvo pravne osobe časom upisa u trgovački registar. U tom smislu, trgovački registar je mjesto, odnosno institucija gdje se stječe ali i gubi svojstvo pravne osobe brisanjem iz trgovačkog registra.

Što u smislu Zakona znači da trgovačko društvo ima status pravne osobe, odnosno njegova svojstva? Bez ikakve sumnje, može se sa sigurnošću ustvrditi da se po prvi put u našem pozitivnom zakonodavstvu, ovaj najbitniji atribut pravne osobe, a to je pravna osobnost, definira precizno i nedvosmisleno: trgovačko društvo u pravnom prometu može stjecati prava i preuzimati obveze, može biti vlasnikom pokretnih i nepokretnih stvari, te može tužiti i biti tuženo pred državnim ili izbranim sudom u zemlji ili inozemstvu. Dakle, pravna osobnost je, prije svega, mogućnost *ex lege* (mogućnost prema samom zakonu) za pravnu osobu, odnosno trgovačko društvo - da ulazi u sve odnose na tržištu s drugim pravnim i fizičkim osobama, a jednako tako da bude nositelj ili sudionik odnosa koji nisu primarno tržišni ili su makar na neki način u svezi s njima.

Predmet poslovanja trgovačkog društva može biti obavljanje svake dopuštene djelatnosti. Sva dosadašnja zakonodavna rješenja glede djelatnosti pravnog subjekta, polazila su od tzv. legalističke definicije da je dopuštena samo ona djelatnost koja je zakonom propisana, odnosno dopuštena. Na prvi pogled, takav pristup nekome je i mogao izgledati normalan - ali nije. Ambicije ranijih zakonodavnih projekata bile su da im zakoni traju do vječnosti, pa ako je bilo moguće i nešto dulje. Dakako da život i pragma imaju svoje tijekove i često ne trpe uske zakonske "obale". Polazeći od te spoznaje, zakonodavac je ovoga puta dao, glede svoje jednostavnosti briljantnu definiciju da je dopuštena svaka djelatnost koja nije zakonom zabranjena ili nije suprotna moralu društva.

Valja naglasiti da Zakon poznaje, odnosno uvodi, jedno načelno - opće ograničenje ali samo glede subjekta obavljanja pojedine djelatnosti i to samo kada je zakonom za pojedine djelatnosti izriječno propisano da ih mogu obavljati samo određeni oblici trgovačkih društava, te da se pojedine djelatnosti mogu obavljati samo na temelju suglasnosti, dopuštenje ili drugog akta nadležnog državnog organa ili neke institucije. Ovakvo načelno ograničenje u Zakonu razumljivo je, iz jednostavnog razloga što postoje određene djelatnosti koje ne može baš svatko obavljati, a onaj koji može valja mu pribaviti odgovarajuću suglasnost. Ovakva načelna ograničenja poznaju sva moderna europska zakonodavstva.

ODGOVORNOST ZA OBVEZE TRGOVAČKOG DRUŠTVA

U zajedničkim odredbama Zakon utvrđuje da trgovačko društvo odgovara za svoje obveze cijelom svojom imovinom, dok trgovac pojedinac odgovara za svoje obveze osobno cijelom svojom imovinom.

Članovi javnog trgovačkog društva i komplementari u komanditnom društvu odgovaraju za obveze društva osobno, solidarno i neograničeno cijelom svojom imovinom. Ovdje je riječ o društvima osoba koja nemaju zakonom utvrđen minimalni temeljni kapital, pa je radi potpunije zaštite vjerovnika predviđena solidarna i neograničena odgovornost članova za obveze tih društava.

U društvima kapitala, članovi društva s ograničenom odgovornošću i dioničari dioničkog društva ne odgovaraju za obveze društva, izuzev kada je to određeno u konkretnom slučaju ovim Zakonom. Oni, u pravilu, samo snose rizik za uspjeh društva, odnosno neostvarivanje svojih prava temeljem uloženog kapitala, ponajprije imajući na umu dobit odnosno dividendu, a u konačnici vrijednost i kredibilitet svojih vrijednosnih papira na tržištu.

Međutim, Zakon predviđa i jednu načelnu iznimku i to u slučaju kada netko zloupotrebljava okolnost da kao član trgovačkog društva ne odgovara za obveze društva, ne može se pozvati na to da prema Zakonu ne odgovara za te obveze. Dakle, Zakon je oslobodio članove društva kapitala od odgovornosti za obveze tog društva, ali samo do granice ponašanja u dobroj vjeri tih članova. Dode li do zloupotrebe tog povjerenja, a osobito okolnosti da kao član društva ne odgovara za obveze društva, tu mu sud - primjenjujući ovakvu zakonsku iznimku - neće oprostiti takvo ponašanje. Jasno, teret dokaza za to leži na vjerovniku koji ih mora predložiti sudu.

ZASTUPANJE TRGOVAČKOG DRUŠTVA

Ovlast za zastupanje trgovačkog društva, prema Zakonu, imaju osobe koje su za pojedinu vrstu trgovačkog društva određene onim odredbama kojima se uređuje konkretno trgovačko društvo. To su ponajprije, članovi uprave društva kapitala odnosno članovi javnog trgovačkog društva i komplementari u komanditnom društvu. Uz njih, temeljem zakonske odredbe i bez posebne izričito dane ovlasti, društvo zastupaju i osobe čija je dužnost da kao namještenici trgovačkog društva obavljaju poslove prema redovitom tijeku stvari, uključuju i sklapanje ugovora odnosno poduzimanje određenih pravnih radnji. Riječ je, dakle, o punomoćnicima po zaposlenju, pa su kao takvi ovlašteni sklapati određene ugovore i poduzimati pravne radnje u granicama poslova koje obavljaju.

Osobe koje, prema Zakonu, zastupaju društvo - dakle zastupnici prema Zakonu, mogu u granicama svojih ovlasti dati drugoj osobi jednu od punomoći koja je predviđena Zakonom o obveznim odnosima ili ovim Zakonom. Obveza je svakog punomoćnika, a ona proizilazi iz pravnog odnosa koji postoji između njega i davatelja punomoći, da u cijelosti štiti interese davatelja punomoći, dakako, u mjeri koju konkretni posao iz punomoći predmnijeva. Da bi se osigurala lojalnost punomoćnika u odnosu prema društvu kao davatelju punomoći, za sve punomoćnike društva bez obzira na to o kojoj punomoći je riječ - vrijedi ograničenje da bez posebne ovlasti trgovačkog društva punomoćnik ne može nastupati kao druga ugovorna strana i s društvom sklapati ugovore u svoje ime i za svoj račun, u svoje ime a za račun drugih osoba, ili u ime i za račun drugih osoba.

Punomoć koju daje trgovačko društvo može biti posebna ili opća, a može biti i jedna od takozvanih trgovačkih punomoći koje poznaje Zakon o trgovačkim društvima kao što su prokura, trgovačka punomoć i punomoć trgovačkom putniku.

TRGOVAČKI REGISTAR

U trgovački registar upisuju se trgovci i svi podaci bitni za pravni promet koji su određeni zakonom, te promjene tih podataka. Registar vode Trgovački sudovi.

Ustroj i vođenje registra, te postupak u registarskim stvarima uređeni su zakonom. U pravilu, upis u trgovački registar obavlja se na temelju prijave za upis, a prema službenoj družnosti - samo kada je to predviđeno zakonom. Prijava za upis u trgovački registar, kao i dokumenti na kojima su pohranjeni potpisi osoba ovlaštenih za zastupanje, podnose se u obliku javno ovjerene isprave. Takav posao u Republici Hrvatskoj obavljaju javni bilježnici, čiji je ustroj i nadležnost uređena posebnim zakonom 4.

Javnost registra zajamčena je pravom da svaka osoba, koja za to ima interes, može u radno vrijeme suda i u prisutnosti ovlaštenog djelatnika suda obaviti uvid u podatke upisane u registru, u isprave na temelju kojih je obavljen upis, te u isprave pohranjene u registru, osim isprava glede kojih je zakonom isključena primjena javnosti registra. Također, svaka osoba može dobiti ovjereni prijepis ili preslik podataka iz registra i isprava na temelju kojih je obavljen upis, kao i potvrde o stanju upisa za određenog trgovca, odnosno trgovačko društvo.

Zakonom je izrijekom utvrđeno da sud ne smije od osobe koja traži uvid u registar i isprave, odnosno ovjereni prijepis ili preslik podataka iz registra i isprava zahtijevati da navede razlog ili svrhu radi koje to traži.

Javnost registra ogleda se i u činjenici objave svakog upisa, ponajprije u "Narodnim novinama" Republike Hrvatske, kao službenom glasilu i u najmanje još jednim novinama na trošak predlagatelja upisa, koje sud svake godine utvrđuje.

Učinak upisa u registar je zakonska činjenica da se nitko ne može pozivati na to da mu nisu poznati podaci upisani u trgovačkom registru, koji su objavljeni na način propisan zakonom.

POVEZANA DRUŠTVA

Trgovačka društva tijekom svog trajanja mogu ulaziti u međusobne odnose koji nisu samo ad hoc prirode, dakle, klasični poslovni odnosi bez obzira koliko oni bili u kontinuitetu, već i u odnose za koje možemo reći da su vlasničko pravnog pa i statusnog karaktera među subjektima koje Zakon poznaje. To se najčešće čini povezivanjem društava imovinom, pripajanjem i spajanjem društava, te na izvjestan način - prijenosom imovine.

Pravno samostalna društva mogu se povezivati i u tom međusobnom odnosu mogu stajati kao:

- društvo koje u drugom društvu ima većinski udjel ili većinsko pravo u odlučivanju,
- ovisno i vladajuće društvo,
- društvo koncerna,
- društva s uzajamnim udjelima, te
- društva povezana poduzetničkim ugovorima

Ovi, uvjetno rečeno "viši oblici" egzistiranja trgovačkih društava, način ustroja te uređenje međusobnih vlasničko-pravnih i gospodarskih odnosa, detaljno su uređeni Zakonom o trgovačkim društvima.

INOZEMNA TRGOVAČKA DRUŠTVA I INOZEMNA ULAGANJA

U proteklim desetljećima hrvatsko gospodarstvo, odnosno Hrvatska elektroprivreda ulagala je - osim u vlastiti razvoj ogromna sredstva u razvoj i izgradnju elektroenergetskih objekata (proizvodnih i prijenosnih) na području bivše Jugoslavije. Ulaganja su činjena na način koji nigdje u svijetu nije bio poznat, takozvano "samoupravno udruživanje rada i sredstava". Radilo se o nekoj vrsti zajedničkih ulaganja.

Raspadom te i takve Jugoslavije, nastale su države kao novi međunarodno pravni subjekti najvišeg stupnja, sa svojim gospodarskim i pravnim ustrojem. Kao rezultat tog povijesnog procesa, između svega ostalog, dogodilo se ipso facto - da su ta ulaganja, gledajući s današnjeg motrišta, postala inozemna ulaganja Hrvatske elektroprivrede u druge države. Gdje je to bilo moguće, kao u slučaju Nuklearne elektrane Krško, Hrvatska elektroprivreda je sa svojim partnerima iz Republike Slovenije na putu da skoro u cijelosti riješi gospodarske i vlasničko pravne odnose na tako značajnom i velikom elektroenergetskom objektu, uz primjenu modernih zakonodavnih rješenja na tom području koja poznaju pravni sustavi Republike Hrvatske i Republike Slovenije. Kad se steknu uvjeti za to i na drugim energetske objektima u koje je HEP uložio velika sredstva, uredit će se odnosi na primjeren način.

Izlaskom Republike Hrvatske iz stanja ne "više sile" nego najviše sile u kojoj se jedna zemlja može naći, a to je stanje agresije i okupacije, ona će biti iznimno zanimljivo područje za sve vrste investicijskih promišljanja i ostvarenja, posebice u području turizma, te energetike kao *conditio sine qua non* svekolikog razvoja gospodarstva i države u cjelini.

I uz stanje u kojem se Hrvatska nalazila u zadnjih nekoliko godina, u HEP-u su registrirani interesi ne malog broja značajnih europskih pa i svjetskih tvrtki s područja energetike, za moguća ulaganja kapitala u razvoj i izgradnju elektroenergetskih objekata - od takozvanih malih hidroelektrana pa do velikih elektroenergetskih objekata. Nedvojbeno, u vremenu što dolazi, Hrvatsku elektroprivredu očekuje živa investicijska aktivnost u kojoj će svakako svoje mjesto imati HE na Krki.

U međunarodnim gospodarskim odnosima svake vrste, a osobito pri izgradnji infrastrukturnih objekata u koje spadaju i elektroenergetski objekti, vrlo često se koriste modusi koji su poznati pod nazivom "zajednički pothvat" (*joint venture*). Najčešće se ciljevi zajedničkog pothvata realiziraju putem osnivanja novog pravnog subjekta od strane sudionika pothvata, odnosno osnivanje trgovačkog društva u zemlji iz koje potječu sudionici pothvata ili pak u zemlji gdje se zajednički pothvat treba realizirati.

S poslovnog i pravnog motrišta, vrlo je važno razlikovati o kakvom je pothvatu u konkretnom slučaju riječ, budući da oblik i sadržaj pothvata imaju vrlo bitan utjecaj na pravno određenje i atribuciju poslovno-pravnog odnosa, te dosljedno tome definiraju se prava i obveze sudionika zajedničkog pothvata, korisnika zajedničkog pothvata kao i svih ostalih koji će ulaziti u poslovno-pravne odnose u vrijeme njegove realizacije. Konačno, u svemu tome, vrlo je bitno gdje će biti sjedište novoosnovanog trgovačkog društva koje je nositelj zajedničkog pothvata i koje pravo će biti mjerodavno za reguliranje odnosa unutar zajedničkog pothvata.

Sve su to pitanja koja će u konkretnom slučaju, a jedan od njih će biti projekt "HE na Krki", zahtijevati ozbiljne, potanke i vrlo stručne odgovore s ciljem preciznog i izvjesnog definiranja međusobnih prava i obveza Hrvatske elektroprivrede - s jedne strane i ino-partnera - sa druge strane.

Osim zajedničkih pothvata, ovdje ćemo napomenuti da postoje i drugi modeli ino-ulaganja, odnosno investicijskog angažmana. U svijetu je, pa tako i Republici Hrvatskoj, dugo poznat model koncesija, odnosno ustupanja prava na iskorištavanje određenih prirodnih resursa, obnovljivih ili neobnovljivih, u jednoj državi. Dakako, uz utvrđivanje uvjeta i interesa kako davatelja tako i primatelja koncesija. Jedan od suvremenijih modela načina realizacije koncesija je sustav "Izgradi, koristi, prenesi" (engl. B.O.T.-Build, Operate, Transfer). Riječ je zapravo o kombinaciji ugovora o zajedničkom ulaganju, o koncesiji i o vodenju poslova (str. 10). Tim modelom povezuju se proizvođači opreme, izvođači radova i imatelji resursa, sa svrhom da se izgradi određeni infrastrukturni objekt, da njime upravljaju, da ga komercijalno koriste i da na kraju - nakon što protekne određeno vremensko razdoblje koji je utvrđeno u koncesiji - da ga predaju davatelju koncesije.

Ovaj model je prema svojoj prirodi doista složen, onemogućuje vlasniku resursa tijekom razdoblja trajanja koncesije izvlačenje dobiti, budući ona pripada primatelju koncesije. S druge strane, prednost mu je što omogućuje davatelju koncesije da dode u vlasništvo infrastrukturnog objekta bez vlastita zaduženja, odnosno ulaganja kapitala nakon što protekne vrijeme koje je određeno u koncesiji.

Hrvatsko pozitivno zakonodavstvo daje vrlo solidno i dobro utemeljenje za pravno i sigurno reguliranje bilo kojeg načina i oblika inozemnog ulaganja u Republiku Hrvatsku. Zakon o trgovačkim društvima u posebnom dijelu (dio četvrti) regulira inozemna trgovačka društva i inozemna ulaganja. Radi posebne važnosti i značaja koje će imati ino-ulaganja, ovdje ćemo pobliže pojasniti i prikazati rješenja koja ovaj Zakon donosi.

Inozemno trgovačko društvo je svako trgovačko društvo koje je valjano osnovano temeljem prava zemlje u kojoj ono ima registrirano sjedište izvan Republike Hrvatske. Zakon o trgovačkim društvima, zapravo, unosi jednu bitnu novost u naš pravni sustav. Ona se odnosi na pravni položaj i djelovanje inozemnih trgovačkih društava i trgovaca pojedinaca. Prvi put u našem pravnom sustavu imamo eksplicitnu odredbu koja glasi: "Inozemna trgovačka društva i trgovci pojedinci, pod uvjetima propisanim zakonom, izjednačeni su u poslovanju na području Republike Hrvatske s domaćim osobama".

Dosadašnja mogućnost osnivanja poduzeća u vlasništvu stranih osoba ili poduzeća u mješovitom vlasništvu u Republici Hrvatskoj, ne znači da strano društvo tu djelatnost i obavlja. Djelatnost obavlja društvo osnovano u Hrvatskoj, dakle hrvatska pravna osoba a ne inozemna, bez obzira na njene osnivače i podrijetlo osnivačkog kapitala. Naravno, i nadalje će strane osobe u Hrvatskoj moći osnivati društva bilo kao mješovita ili, pak, s kapitalom koji je u cijelosti inozemnog podrijetla. Ali, naglašavamo: to su hrvatske pravne osobe, jer se osnivaju prema hrvatskom pozitivnom pravu i upisuju u registre na hrvatskom državnom području.

Da bi inozemna trgovačka društva uopće mogla izravno obavljati djelatnost na području Republike Hrvatske, moraju na tom području osnovati podružnicu. To je jedini uvjet kojeg Zakon o trgovačkim društvima postavlja. Na osnivanje i upis podružnice inozemnog trgovačkog društva u trgovački registar u Republici Hrvatskoj, primjenjuju se propisi prema kojima podružnice osnivaju domaća društva.

Osnivač podnosi registarskom sudu, na čijem području treba biti sjedište podružnice, prijavu za njezin upis u trgovački registar, uz koju se prilaže u izvorniku i u ovjerenom prijevodu na hrvatski jezik :

- izvod iz registra u kojemu je upisan osnivač iz kojeg se vidi njegov pravni oblik i vrijeme kada je upisan u taj registar, ili - ako je osnovan u zemlji gdje se ne upisuje u takav registar - valjane isprave o osnivanju, javno ovjerene prema propisima zemlje u kojoj osnivač ima registrirano sjedište,
- odluka osnivača o osnivanju podružnice,
- prijepis osnivačkog akta ili statuta osnivača, javno ovjerenog prema propisima zemlje u kojoj osnivač ima sjedište,
- javno ovjereno, skraćano posljednje godišnje financijsko izvješće osnivača

Registarski sud će, osim zbog razloga zbog kojih može odbiti upis svake podružnice u trgovački registar, odbiti taj upis ako inozemni osnivač ne dokaže:

- da je valjano osnovan i da postoji u zemlji u kojoj ima registrirano sjedište i da tamo redovno posluje,
- da je za obavljanje poslova odredio osobe ovlaštene za zastupanje koje u Hrvatskoj imaju prebivalište, te
- da je osobama iz Republike Hrvatske u zemlji u kojoj osnivač ima sjedište omogućeno da osnivaju podružnice, pod uvjetima pod kojima je to u Republici Hrvatskoj omogućeno ino-osnivaču.

Ovaj uvjet pod trećom točkom doista bi bio kompliciran, ponajprije zbog poznate "ažurnosti" manje ili više - svih činovnika. Vjerojatno zbog te spoznaje vjerojatno, a i zbog drugih praktičnih razloga, dakako, Zakon je dao pravnu pretpostavku u kojoj se kaže da se smatra da postoji uzajamnost ako sud ne pozove ino-osnivača da podnese dokaz o tome. Ukoliko bi postojala sumnja pitanju da postoji li uzajamnost (reciprocitet), na zahtjev registarskog suda potvrdu će dati Ministarstvo pravosuđa Republike Hrvatske. Ukoliko se ni tada ne bi moglo dokazati da postoji

uzajamnost, podružnica se može upisati i na temelju odobrenja kojeg izdaje Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske,

Podružnica djeluje pod svojom tvrtkom i u njoj se mora navesti njeno sjedište i sjedište osnivača. Djelovanjem podružnice, prava i obveze u pravnom prometu na području Republike Hrvatske stječe, odnosno preuzima ino-osnivač. Ta činjenica predmnijeva stanoviti oprez pri ulaženju domaćih pravnih ili fizičkih osoba u poslove s tom podružnicom. To znači da će domaća osoba ispunjenje bilo kakve obveze ili potraživanja moći tražiti samo od inozemne osobe, odnosno osnivača podružnice, a s druge strane - njoj ispunjava obveze koje je preuzela kakvim pravnim poslom.

Podružnice nisu pravne osobe, pa stoga nemaju procesne legitimacije bilo aktivne ili pasivne (da tuže ili budu tužene). Stoga valja voditi računa o ugovaranju odgovarajućih osiguranja za potraživanja, te - koliko je to moguće u konkretnom slučaju - ugovarati nadležnost domaćeg suda ili arbitraže za slučaj spora koji bi mogao nastati iz pravnog posla.

Što se tiče inozemnih ulaganja, Zakon definira da je inozemni ulagač svaka pravna osoba čije je registrirano sjedište izvan Republike Hrvatske i svaka fizička osoba koja je strani državljanin, izbjeglica ili apatrid, ako stječe udjel ili dionice u društvu ili u njega ulaže na ugovornom utemeljenju. Inozemnim ulagačem smatra se i državljanin Republike Hrvatske koji ima trajno boravište u inozemstvu.

Zakon je u potpunosti izjednačio inozemnog ulagača glede stjecanja prava i preuzimanju obveza, pod uvjetom uzajamnosti koja se pretpostavlja ex lege, s domaćim osobama.

Za inozemno društvo kapitala, dakle pravnu osobu, Zakon dopušta da može biti članom koji za obveze društva osobno odgovara u društvu osoba s registriranim sjedištem u Republici Hrvatskoj samo onda ako je uz njega u društvu barem još jedan član domaće društvo kapitala ili domaća fizička osoba koja osobno odgovara za te obveze.

Na kraju, valja naglasiti i ustavno-pravne garancije za ino-ulaganja u Republiku Hrvatsku. Naime, Ustav Republike Hrvatske kao najviši pravni akt zemlje, sadržava tri vrlo važne garancije (članak 49. st. 4. i 5.):

- da se prava stečena ulaganjem kapitala, a to se odnosi i na domaća ulaganja, ne mogu umanjiti zakonom ili drugim pravnim aktom,
- da se ino-ulagaču jamči slobodno iznošenje dobiti, te
- da mu se jamči slobodno iznošenje uložena kapitala

Navedene ustavne garancije važne su zbog toga što bi bio protuustavan svaki propis ili drugi pravni akt, bez obzira tko ga je donio i koje je razine, kojim bi se postupilo suprotno onome što je Ustavom zajamčeno. Kad je riječ o ino-ulaganjima, Republika Hrvatske je tako dala javno-pravna jamstva za pravnu sigurnost ulaganja, izrazivši ih na najvišoj razini⁸ (str. 217).

UMJESTO ZAKLJUČKA

U ovom radu pokušali smo na sažet i reduciran način postaviti "HE na Krki" u ozračje trgovačkog prava, kako onoga od prije jednog stoljeća tako i suvremenog hrvatsko trgovačkog prava. Može se zaključiti da je i u vrijeme postavljanja prvih temelja moderne Hrvatske elektroprivrede, kada se počela razvijati ideja o izgradnji HE Jaruga na Krki, njena izgradnja i daljnje korištenje hidropotencijala rijeke Krke, Hrvatska bila dio europskog civilizacijskog kruga koji se može isčitati iz pravnog sustava i osobito njegove mogućnosti da odgovori najmodernijim gospodarskim izazovima tog doba kao što je izgradnja hidroelektrane, prijenosnog sustava i distribucije električne energije.

Nadalje, hrvatsko gospodarstvo pokazalo se vrlo moćnim i žilavim da u vrijeme trajanja skoro pola stoljeća nakon drugog svjetskog rata takozvane istočne sreće, izgradi modernu Hrvatsku elektroprivredu i k tome da ostvari velika inozemna ulaganja (jučer to nisu bila, a danas jesu) u razvoj i izgradnju elektroenergetskih objekata izvan države Hrvatske. Naravno, tada to nisu bila ino-ulaganja već "samoupravno udruživanje rada i sredstava i samoupravno sporazumijevanje". No unatoč tome, predstoji nam u bliskoj budućnosti da ta ulaganja i prava temeljem njih, zajedno sa partnerima prevedemo na razumljiv pravni jezik i norme koje moderni svijet poznaje.

HEP ide dalje u svojem razvoju i izgradnji elektroenergetskih objekata. Svakako na temeljima pozitivnog zakonodavstva Republike Hrvatske kao integralnog dijela pozitivnog europskog prava, de facto. U tom smislu, za potrebe ovog rada, pokušali smo pobliže pojasniti samo neke temeljne pojmove i pravna stanja koja će biti u funkciji lakšeg upoznavanje Zakona o trgovačkim društvima, isključivo s nakanom da njegova primjena danas i sutra bude koliko je to moguće korektnija i lakša i to u ukupnom gospodarskom području Republike Hrvatske, a svakako i za potrebe konkretnih gospodarskih poteza koji će se činiti u Hrvatskoj elektroprivredi.

LITERATURA :

- (Lit. 1) Različiti dokumenti iz Državnog Arhiva Hrvatske, Zagreb, Područnog Arhiva Dalmacije, Zadar, Sabirnog centra Šibenik i Arhiva grada Splita, godine 1890.-1945.
- (Lit. 2) Zakon o trgovačkim društvima, Narodne novine br. 111/1993.
- (Lit. 3) dr. Jakša Barbić: Zakon o trgovačkim društvima, s uvodnim objašnjenjem i stvarnim kazalom - Organizator, Zagreb, 1993.
- (Lit. 4) Zakon o javnom bilježništvu, Narodne novine br. 78/1993.
- (Lit. 5) Zakon o koncesijama, Narodne novine 89/1992.
- (Lit. 6) dr. Branko Vukmir: Ugovori o zajedničkim ulaganjima - Informator, Zagreb, 1994.
- (Lit. 7) Ustav Republike Hrvatske
- (Lit. 8) Grupa autora: Vaše ulaganje u Hrvatsku - Masmedija, Zagreb, 1991.

The Austrian Electricity Industry Organisation and Privatisation

Austrijska elektroprivreda Organizacija i privatizacija

Karl Hönigmann, B.Sc.

VERBUND, Vienna

ABSTRACT:

Over the past few years the European electricity industry has been moving towards new structures open to competition, differently distributed tasks and changed forms of state regulation and supervision. These changes, however, can only be carried out with relative ease in cases, where a centrally governed state organisation exists.

Although the most part of the Austrian electricity industry was nationalised in 1947, its structure of ownership is highly complex, comprising the state, federal provinces, provincial capitals, municipalities and private owners alike.

Towards the end of the eighties the state and some provinces have sold shares of their respective companies at the stock exchange to a diverse clientele without handing over their majority holding.

The complexity of ownership structures and the distribution of tasks among the different companies will be dealt with and explained in the present article.

SAŽETAK:

Tijekom posljednjih nekoliko godina europska elektroprivreda kreće prema novim strukturama otvorenim za konkurenciju, s različitom raspodjelom zadataka i izmijenjenim oblicima državnih propisa i nadzora. Pa ipak, ove izmjene moguće je jednostavno provesti samo u slučaju kada postoji državna organizacija s centralnim upravljanjem.

Iako je austrijska elektroprivreda najvećim dijelom nacionalizirana 1947. godine, ona ima vrlo složenu vlasničku strukturu koju čine država, federalne provincije, glavni gradovi provincija, općine i privatni vlasnici.

Krajem osamdesetih godina, država i neke provincije prodali su dionice svojih poduzeća različitoj klijenteli na burzi, a nisu odstupili od većinskog vlasništva nad dionicama.

Ovaj članak objašnjava složenost vlasničke strukture i raspodjelu zadataka između različitih poduzeća.

1. HISTORICAL SURVEY

The commissioning of the first electrical street lighting by the municipality of Scheibbs on July 18, 1886, which was fed via a small hydro power plant, was the first step towards public electricity supply in Austria.

Two years later the first power plant was erected in Vienna, which was, however, privately sponsored. Several other small power plants were subsequently built in Salzburg, Gastein and Innsbruck.

From the turn of the century onwards the municipalities got more involved in electricity supply. The increased capacity of the new power plants and the superior spending power of the municipalities led to a decrease in private investment. As early as 1910, 675 individual power plants

were in existence on the territory of the Austro-Hungarian monarchy and supplied electricity to approx. 1500 towns. The total capacity of these power plants amounted to about 318 000 kW.

In 1909 an inquiry on the legislative and administrative matters of the electricity sector was carried out and documented by the Ministry of public works. The result indicates an approval of large production and distribution units, of centralization, as well as of toleration of quasimonopolies and trusts.

In 1919 an Austrian Office for Hydro Power and the Electricity Industry was established dealing with administrative, legislative and technical matters of the electricity industry and was supported by provincial offices.

It was not until the passing of the federal law (Electricity Transport Act) in 1922 that a comprehensive legal regulation of the electricity industry took place, based on a general prevalence of federal laws; the provinces did not enjoy a lot of freedom in setting up their own laws. A legal shift of powers towards the provinces occurred with the full entering into force of the set of jurisdictions of the federal constitutional law in 1925 and was incorporated into the electricity law of 1929, as well as into the electricity laws of the provinces.

Between 1920 and 1924 a great many electricity companies were founded (mainly joint stock companies) each with a major participation of the individual provinces and provincial capitals, respectively.

The aim of these foundations was to integrate the numerous partial networks existing on the territories of the individual provinces into efficient units. Afterwards, for the practical purposes, all private electricity companies ceased to expand.

During the annexation of Austria by the German Reich the push towards concentration grew stronger (founding of the Alpen-Elektrowerke AG, which was later incorporated into the present Verbundgesellschaft, price regulation by the state etc.).

The Second Nationalisation Act of 1947 created a new set of organisational standards for the Austrian electricity industry, thereby laying the foundations for the powerful Austrian electricity industry of today and for the highly successful reconstruction of Austria and its subsequent development into a modern industrial nation. It also defined the division of tasks among the companies, as well as their public service duties.

In 1966 the number of other electric supply companies operating in Austria was reduced by the Second Nationalisation Act to about 420 out of 3000 existing in 1947, and has now reached the level of 264.

The share of the remaining non-nationalised public supply companies in energy production amounts to about 3,6%, while in distribution it amounts to about 12%.

2. LAWS CONCERNING THE ELECTRICITY INDUSTRY

2.1 CONSTITUTIONAL BASIS

The spheres of jurisdiction of the state and the provinces, respectively, are enumerated in the Austrian constitution, the concept of electricity supply however not showing in the list. Thus, in principle, the electricity matters of legislative or executive character fall under the authority of the provinces.

Consequently, the possibility of a unified, coordinated energy policy of one legislative and one administrative body is not provided directly by the constitutional framework.

According to the article 17 of the constitution of 1929, however, the state may become active as a bearer of private rights in fields, the administrative rights of which lie within the powers of

the provinces according to the established division of jurisdictions, the provinces being equally entitled to engage in economic activities in fields under the administrative jurisdiction of the state.

The lack of the unified jurisdiction inevitably results in the lack of the unified administrative body comprising the administrative units pertaining to the energy sector.

The electricity sector is under the jurisdiction of the state in the matters of framework legislation, executive legislation while enforcement is being under the jurisdiction of the provinces.

Since the article 17 of the federal constitution allows for private administrative bodies of the state and the provinces, respectively, even in such administrative matters pertaining to the other type of corporation, as far as legislation and execution are concerned, the state, as well as the provinces may erect and run electric supply companies.

The nationalised electricity industry falls under the control mechanism of company law applicable to a large degree, the supreme auditing authority, as well as the control boards of the provinces and, if needed, the municipalities.

The Federal Ministry of Economic Affairs is competent in state matters of the electricity sector while on a provincial level it is the respective provincial government, since provincial matters and not those of indirect state administration are concerned.

2.2 OTHER LEGAL FOUNDATIONS

1) The Energy Regulation Act ensures, if necessary, the possibility to carry out central measures of direction on fuels (i.e. oil and its derivatives, other liquid fuels, solid fossil fuels, gaseous fuels) and electricity according to the needs of the national economy by means of public law executive instruments.

The Energy Regulation Act was passed within the bundle of laws concerning market organization in the form of a limited constitutional law.

The purpose of these directive measures is to avert any imminent or repair existing failures, the extent and intensity of which would endanger the electricity supply of Austria in compliance with decisions reached in the agreement on an international energy program.

2) The law governing the electricity industry consists of the Electricity Industry Act (fundamental federal law) of 1975, and the provincial electricity laws based on the former: they basically represent a special business law for this branch of industry. This legal matter is basically constituted of licensing requirements: Operating licences for the individual power-generating units, territorial protection, operating obligation, connecting and supply obligations, mandatory equality of treatment and tariff control. As far as tariff control is concerned, the above mentioned is currently restricted through the Price Act of 1976.

3) The Electrical Engineering Act of 1965 regulates the matters of safety measures, standardization and normalization in the field of electrical engineering.

4) The High-voltage Transport Act of 1968 lays down the rules for the licensing procedures for interprovince (supraregional) high-voltage lines.

5) The general rules governing electricity supply (adhesion contracts), which had been laid down in the form of laws till June 30, 1954, will be made public by the individual electric supply companies after the approval of the provincial electricity authorities and are considered part of the contracts between tariff costumers and electric supply company.

6) According to the Price Act of 1976, in its currently valid version, any kind of energy supply, including electricity and the corresponding supplementary services is subject to pricing by the authorities. Ex officio or upon request of the respective company it is the aim of these authorities to establish a price justified in the light of the national economy. This matter falls under the jurisdiction of the Federal Ministry of Economic Affairs in cooperation with the Federal Ministries of Agriculture and Forestry, of Labour and Social Affairs and of Finance, as well as with the social partners.

3. ORGANISATION OF THE AUSTRIAN ELECTRICITY INDUSTRY

The Second Nationalisation Act is the basic organisational framework of the electricity law.

The Austrian electricity industry can be divided into the following companies or groups:

Verbundgesellschaft

is responsible for the supraregional distribution of electricity in Austria in compliance with the task laid down in the constitution. The company owns and operates the supraregional high-voltage grid and the pertaining distribution units. It is the majority or half-share holder in the subsidiaries with the exception of Vorarlberger Illwerke AG (VIW) (which it administers in trust with respect to the state shares), but the company itself does not produce electricity. The electricity produced by the subsidiaries is distributed to the provincial companies, Austrian Railways and major industries. Finally, Verbundgesellschaft also takes care of the international relations of the Austrian electricity industry.

In 1988, the state, which had hitherto been the sole owner of Verbundgesellschaft, sold 49% of shares amounting to about 6 bio ATS to private investors (approx. 90 000 share-holders).

The subsidiaries

The electricity producing subsidiaries supply Verbundgesellschaft with electricity according to pool contract and take care of the procurement side of the Verbund Group with the exception of imports. In accordance with the amendment to the Second Nationalisation Act of 1987 the shares of the subsidiaries which had formerly been administered in trust by Verbundgesellschaft passed in title to Verbundgesellschaft against payment of 6 bio ATS, with the exception of Vorarlberger Illwerke AG. The shares of the Republic of Austria in Vorarlberger Illwerke AG will, as before the amendment of 1987 continue in trust with Verbundgesellschaft. The electricity produced by the subsidiaries is distributed by Verbundgesellschaft.

The nine provincial companies

are basically responsible for the supply of private, commercial and industrial consumers within their respective supply territories, which basically coincide with the federal provinces. Furthermore the provincial companies also supply municipal and private electric supply companies within their trading area. The electricity necessary for supply is partly produced by the provincial companies themselves in their own power plants, while the remaining amount is purchased from Verbundgesellschaft. The respective federal provinces are at least the majority share-holders, mostly even the sole proprietors of the provincial companies.

The municipal companies

are responsible for supplying the respective towns. They basically purchase the necessary amount of electricity from the provincial companies, partly they also dispose of their own installations.

In addition, there are 264 other private, cooperative or communally owned electric supply companies, as well as power plants owned by industries or by Austrian Railways.

Verbundgesellschaft

Tasks of Verbundgesellschaft

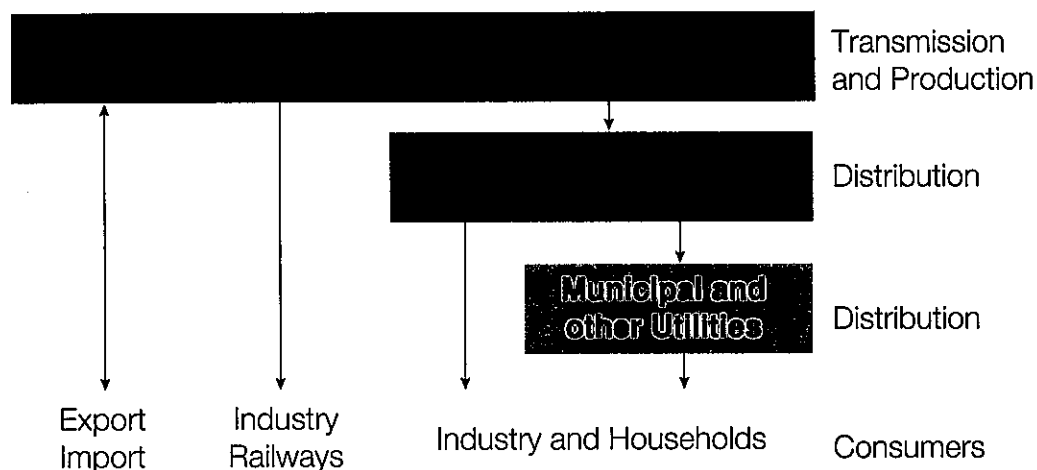
According to the article 5 paragraph 6 of the Second Nationalisation Act after the amendment of 1987, Verbundgesellschaft is responsible for the following services in the public interest:

- calculating the present and future electricity demand, as well as the electricity to be produced

by the subsidiaries, provincial companies, municipal companies and self supplying installations with a nominal capacity of over 500 kW and specifying electricity tariffs

- establishing a balance between production and consumption within the interconnected power-grid taking into consideration economically the most favorable use of the electricity at hand, as well as burdening production with inevitable surpluses as evenly as possible.
- for this purpose, taking over, erecting and operating tie lines with Verbundgesellschaft being entitled to conclude any kind of transport or supply contracts,
- arranging for the construction and operation of major power plants including the pertinent lines by existing subsidiaries or setting up the new ones
- All subsidiaries - except Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft - are obliged to feed their entire electricity output into the grid of Verbundgesellschaft, notwithstanding any electricity consumption rights of third parties. Verbundgesellschaft is in turn obliged to fully compensate them financially; all profits will be divided up annually after the closing of accounts according to equity ratios among Verbundgesellschaft and its subsidiaries.
- striving to maintain the time-proven principles of division of work and power sharing between the provincial companies and the supraregional interconnected system.
- checking electricity supply contracts exceeding 10 mio kWh per month, proposing changes for cogent reasons of supply policy, as well as registering the contracts. If a proposal of amendment does not lead to an agreement between the parties, it is up to the Federal Ministry of Economic Affairs to decide after hearing both sides. Electricity supply contracts with foreign countries require the approval of Verbundgesellschaft.

The Austrian Electricity Market



High-voltage grid and distribution installations

For the purpose of procuring electricity Verbundgesellschaft holds shares in its subsidiaries which build and operate power plants. Verbundgesellschaft itself does not dispose of any power plants.

For the purpose of distribution and transmission of electricity Verbundgesellschaft owns and operates the supraregional Austrian high-voltage grid. The power-grid belonging to Verbundgesellschaft comprises 3.451 km as per December 31, 1994. In addition, Verbundgesellschaft disposes of 26 sub stations, 395 switch yards and coordinates the entire

procurement and electricity supply in Austria via the central dispatcher.

The central dispatcher is responsible for operating the power-grid, for use of power plants and for energy flow in order to ensure electricity supply according to the Second Nationalisation Act. In order to fulfill these obligations, not only permanent grid control but also switching instructions, instructions concerning the use of power plants, back-up storage for maintenance and repair as well as the regulation of the energy transfer among domestic and international partners are required.

The high-voltage grid is currently operated mainly at 110kV and 220 kV and since 1980 also 380 kV lines have been added. According to the extension plan of Verbundgesellschaft the 380 kV basis transmission system necessary for securing transport on a long-term will mainly have been completed by 2000. The projected time of completion is however threatened by the outstanding approval of the authorities. The investments planned for the construction and upgrading of lines will probably amount to a total of 12,1, bio ATS in required funds. At the same time the switching installations necessary for the operation of the 380kV interconnections and the transformation to the 110 kV and 220 kV level, respectively, will be erected. The upgrading to the 380 kV level furthermore constitutes an important premise for the desired expansion of the role of Verbundgesellschaft as the central body for electricity exchange.

Privatisation of public companies in Austria

Over the past few years privatization and/or deregulation of public enterprises have increasingly taken center-stage in discussions concerning the economic policy in Western European countries. The discussion was started in the US, where as early as in the mid-seventies large-scale privatization and deregulation measures had been introduced under the presidents Ford and Carter. These measures led to different evaluations, as far as their impact on the economy was concerned, on the whole, however, they turned out to be consumer friendly.

Still, privatizations in the US were carried out only to a smaller extent, since the state owns considerably fewer public enterprises as compared with the European countries.

In Europe demands for deregulation and (re)privatization measures rose in the early eighties. The aim was to render, through privatization and deregulation, formerly public enterprises more efficient and consumer friendly or to reorganize them and thereby increase competition on the respective markets.

The Scientific Commission of the International Center for Research and Information on Social Economy has documented at least 15 different usages of the term „privatization“ on an international level. They are:

1. Formal disincorporation of public administration tasks; transition to the legal structures of private enterprises.
2. Liberation from formal orders and administrative instructions, separation from the public budget law.
3. Adjustment of conditions governing public enterprises to those valid for private companies.
4. Transfer of individual public tasks to private entities (licensing system, invitation for tenders, contracting out, subcontracting).
5. Promotion of competition through market procedures or marketlike systems of incentives for commodities which are traditionally the domaine of public entities.
6. Reduction of state monopolies traditionally based on cost advantages arising from economies of scale and economies of scope.
7. Unilateral reduction of public services (without providing alternative sources of supply); „erosion of the public sector“.
8. Free or below-cost use of public services by profit-oriented private entities (e.g. private use of results of public research, policy of subsidies in the fields of import and export: „privatisation of

public resources").

9. Private access to public funds and their returns (e.g. provision of land or infrastructure at favorable rates).

10. Transition to profit-oriented management.

11. Expansion of the autonomous sphere of action in the management of public enterprises (as a rule to increase profitability).

12. Decentralisation and delegation of decisionmaking, organizational and executive powers.

13. Adjustment of wages and salaries, conditions of employment and work equal to the conditions valid for private enterprises, at the same time, however, imputing privileged status to public employees

14. Transfer of public property or their parts to private entities (on one hand to profit-oriented private individuals and enterprises and on the other hand also to non-governmental suppliers of consumer goods and services).

15. Denationalization through an increase of internationalization of market activities and ownership structures.

Due to the crisis in the nationalized industries and mounting budgetary deficits the discussion about privatization gained considerable momentum also in Austria. For a long time Austria, a country with a high degree of nationalization of the primary industry, the energy sector, the banking business and of important fields of infrastructure, as well as its time-tested institution of social partnership, had been content with the status of an observer of the privatization discussions abroad. Nevertheless, as early as in the mid-seventies, the first steps were taken towards selling of indirect state participation (esp. in the field of banking groups) and also transferring communal tasks to private entities increasingly. Since 1986, the time of formation of the coalition government, the federal government has submitted a so-called privatization concept in the form of an official program which stipulates that privatizations in Austria are to serve the purposes of budgetary consolidation and structural adjustments.

The privatizations on state, provincial and municipal level will be examined more closely, as follows:

1) State-owned companies

Over the past few years numerous legal and organizational changes have taken place within the state-run domaine.

Privatization in the broadest sense of the term can be seen in the transition of the Austrian Tobacco Company (formerly a quasi-public corporation) and the salt works (formerly state property without legal entity) to joint stock companies and the transition of the state auction house Dorotheum (formerly fund) and the Austrian Federal Publishing Company (fund) to private limited companies. The Austrian Postal Savings Bank was disincorporated from the federal administration and its trust and agency fund was endowed with a proper legal entity).

The recent push towards different forms of cooperation between state-run companies and private enterprises, e.g. the Postal and Telegraph Administration in the field of Communication and Telecommunication Services and the Austrian Railways in its cooperation with private entities in the field of freight transport or stock keeping is not in direct line with privatisation efforts.

2) State participation

As the result of the extensive reorganization program carried out within the nationalized industries, privatization measures, having basical purpose to procure the capital, have also been introduced in this domaine. The companies which were incompatible with the new strategic concept of the group were sold off.

For Example: Partial privatization of the Austrian Oil Company (ÖMV)
 planned sales within VOEST-ALPINE:
 Wolfram Bergbau und Hüttengesellschaft mbH
 Gaskoks-Vertriebsges.mbh
 Forests and other lands
 executed sales within VOEST-ALPINE:
 VOEST-ALPINE Hebetchnik und Brückenbau AG
 ELIN-UNION: sales of Austria Email-EHT
 Kabel- und Drahtwerke AG

3) Nationalized banks and their affiliated companies

The banks involved in the privatization program of 1987, Creditanstalt Bankverein AG and Österreichische Länderbank AG, show a similar historical course of development with respect to their ownership structures: in 1946 both banks were nationalized on the basis of the First Nationalisation Act while in 1957, 40% shares of each were sold to private individuals in the form of people's shares. In July 1987 the legal premises for further sale of shares were created, with the reservation, however, that 51% of shares had to remain in the possession of the Republic of Austria.

4) The electricity industry

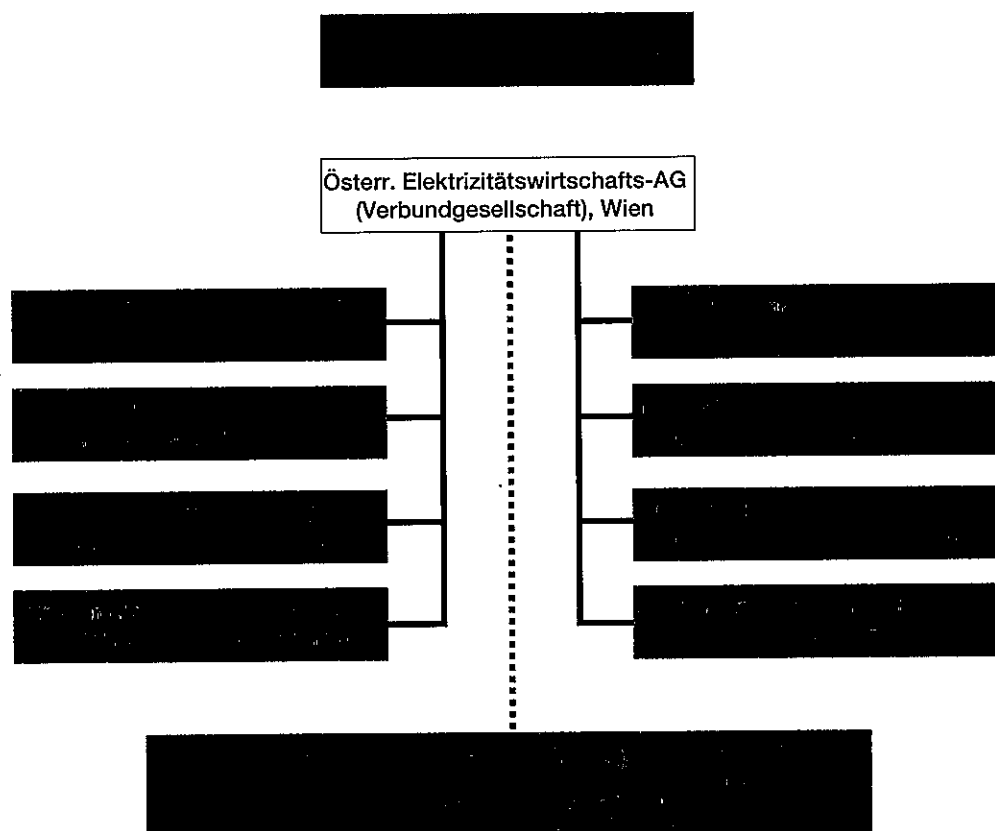
The constitutional law of July 1987 created the legal premises for a partial privatization of the nationalized electricity industry. The federal constitutional law was passed on July 2, 1987, amending the Second Nationalisation Act and issuing legal provisions concerning the organization of the companies subject to the Second Nationalisation Act. The partial privatization of the electricity industry can be considered the result of a compromise between the government parties laid down in the coalition papers, as well as a major contribution towards budgetary consolidation. When the law entered into force, the state shares of the subsidiaries

- Österreichische Donaukraftwerke AG,
- Österreichische Draukraftwerke AG,
- Tauernkraftwerke AG
- Verbundkraft Elektrizitätswerke Gesellschaft mbH,
- Osttiroler Kraftwerke Gesellschaft mbH,
- Ennskraftwerke AG,
- Österreichisch-Bayrische Kraftwerke AG,
- Donaukraftwerk Jochenstein AG

passed in title of Verbundgesellschaft against payment of ATS 6 bio.

Verbundgesellschaft is responsible for the administration in trust of the shares of Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft remaining state property, as well as of other shares in subsidiaries remaining state property. The state has to hold at least 50% of shares in Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft, unless other provisions are made with the approval of the general committee of the Parliament.

The participation of private entities in Verbundgesellschaft and the provincial companies is subject to considerable restrictions. Since at least 51% of the capital stock of Verbundgesellschaft still have to remain state property and at least 51% of the provincial companies have to remain corporate property or the property of companies with a minimum share of 51% of corporate



ownership, the maximum level of partial privatization of the sector can only amount to 49% of shares.

With the exception of corporate counties and companies with a minimum share of 51% of corporate ownership, the voting power of each share-holder in the general assembly is limited to 5% of capital stock.

Furthermore transfers of privately owned enterprises, companies and plants for producing and distributing electricity into public ownership, as provided for by the Second Nationalisation Act, shall not be admissible anymore.

After its successful partial privatization in November 1988 Verbundgesellschaft had 73 000 Austrian and 20 000 foreign share-holders, making the company the largest public one in Austria.

However, since circumstances particular to the electricity industry have to be taken into consideration, e.g. the necessity of transmission lines, the general obligations of connection and supply, a low margin in consumer prices and the impossibility of large-scale storage of electricity, I still support state ownership in fundamental branches of the economy like the electricity industry. In the case of energies requiring a transmission system, prevailing state influence seems sensible in order to avoid parallel investment errors, secure supply or enforce certain concepts of energy policy. With a view to the best conformity with the company's tasks it seems advantageous to avoid any dissipation of authority and strive for coordinated entrepreneurial action.

In addition to the primary effect of increased efficiency through more competition and access to the capital market there are further reasons for promoting privatizations like:

- reduction of state interference with private business and a general reduction of state influence
- reduction of state indebtedness
- wider dispersion of company ownership

- increase in worker participation or more general
- change in distribution of income and property

The transfer of the public property to the private entities does not in itself guarantee an increase in efficiency of the respective company. On the contrary, the competitive situation of the market most of all and the structure of existing restrictions in access to the market have to be considered as important side conditions in the decision-making process in order to focus on the particular problems in the first round of analysis and only then decide on the possible solutions on a case-by-case basis.

Recent changes in ownership structures of the electricity industry:

In 1992 one of the largest private electric supply companies, Steirische Elektrizitätsgesellschaft (STEG) in Graz, (electricity delivery approx. 1 Twh/a) was sold by Schweizerische Bankgesellschaft to Verbundgesellschaft (68%) and Steirische Wasserkraft und Elektrizitäts-AG (STEWEAG) (32%). Thereby the Verbund Group has entered the field of distribution, followed, in 1994, by the acquisition of 32,2% of Kärntner Elektrizitätsgesellschaft (KELAG).

Future prospects:

In connection with the new regulations concerning competitive electricity supply being currently discussed within the European Union, certain changes in the operating mode of the above mentioned organizational structures will become necessary and will have to be outlined by the respective governments. Our attention will have to focus on how to find economically feasible solutions for a new distribution of tasks and powers in electricity supply compatible with the particular circumstances of Austria as a country of hydro power, trying to reconcile all the time the need for structured expansion planning (and with that economical use of financial resources) and desired supply security on the one hand and increased competition in production and supply on the other hand.

BIBLIOGRAPHY:

1. Years of Electricity Supply in Austria
Austrian Journal of the Electricity Industry
39/4/1986
2. Second Nationalisation Act, currently valid version of
July 2, 1987
Federal Law Gazette #321
3. Papers on Economic Policy of the Chamber of Commerce
34/5-6/1987
4. Austrian Energy Law, A series, The Electricity Industry
Bandhauer-Fremuth-Orglmeister
Published by Jugend und Volk, Vienna

CURRICULUM VITAE

Karl HÖNIGMANN, born in 1938, head of the International Relations Department of Verbundgesellschaft, Vienna, where he started his career in 1966 in the energy economics sector. He is a graduate in electrotechnical engineering of the Technical University of Graz.

His long-term experience includes the cooperation in UCPT (member from 1974 till 1994, chairman of working group „waterpower production“ 1975-1985), SUDEL (member since 1979), UNIPEDE and EURELECTRIC, as well as consulting activity (director of Verbundplan 1974-1980).

Beginning and Development of the National Electric Power Industry in Hungary

Početak i razvoj nacionalne elektroprivrede u Mađarskoj

Benkó Balázs, Ph.D., Géza Király, dipl.ing., Mihály Korodi, B.Sc., Zoltán Reguly, M.Sc.

MVM, Budapest

ABSTRACT

Public electricity supply on the present territory of Hungary started in the year 1888. At the beginning, common mine-power facilities were built.

First large public power station was built in 1914, in Budapest (the Kelenföldi Power Station), with generators rated 5,000 kW. Later on, it was extended with 4 units of 25 MW each. After the first large the World War II, power plants based on domestic coal base were constructed. In the sixties and seventies, oil-fired power plants were built, as well as lignite-fired ones. In the eighties, the Paks Nuclear Power Station was constructed with 4 x 440 MW VVER type units, providing today almost 50% of total domestic electricity production.

Before 1945, national power system has not been unified. The first 100 kV transmission line has been built in 1949, and the voltage level was changed later on to 120 kV. Today in Hungary there are 220, 400 and 750 kV lines, but the 400 kV transmission lines represent backbones of the national grid.

In 1948, there were 138 power- and 148 distribution companies. Nationalisation took place in 1949, and the Power Plant Trust has been established, followed by the Hungarian Electricity Board in 1963. By this measure the entire sector of power production and distribution was put under common unified control. In 1992, the Hungarian Power Companies Limited (MVM Rt.), a two-level concern-type joint-stock company has been founded.

In 1994, the Parliament passed the new Electricity Act, and in 1995, the Privatisation Act and Environmental Protection Act. Decision has been reached on the privatisation of the sector, as well.

SAŽETAK

Javna opskrba električnom energijom na sadašnjem području Mađarske počela je 1888. godine. U početnoj fazi građeni su zajednički rudarsko-energetski objekti.

Prva velika javna elektrana izgrađena je 1914. godine u Budimpešti (elektrana Kelenföldi) s generatorima nazivne snage 5.000 kW. Kasnije je proširena s četiri bloka od po 25 kW. Nakon Drugog svjetskog rata izgrađene su elektrane na bazi domaćeg ugljena. Šezdesetih i sedemdesetih godina izgrađene su elektrane na mazut kao i elektrane na lignit. Osamdesetih godina izgrađena je nuklearna elektrana Paks s 4 bloka od po 440 MW tipa VVER, koja danas osigurava gotovo 50% ukupne domaće proizvodnje električne energije.

Do 1945. godine državni energetski sustav nije bio jedinstven. Prvi dalekovod od 100 kV izgrađen je 1949. godine, a naponski nivo je kasnije promijenjen u 120 kV. Danas u Mađarskoj postoje dalekovodi naponskih nivoa 220, 400 i 750 kV, dok dalekovodi od 400 kV predstavljaju kičmu državne mreže.

Godine 1948. postojalo je 138 energetskih i 148 distributivnih poduzeća.

Nacionalizacija je provedena 1949. godine te je osnovan Trust elektrana, a 1963. i Mađarska elektroprivreda. Ovom mjerom cijeli je sektor proizvodnje i distribucije energije stavljen pod jedinstvenu zajedničku kontrolu. Godine 1992. osnovano je dvostepeno dioničko društvo tipa koncerna, Mađarske elektrane d.d. (MVM Rt.)

Godine 1994. Sabor je usvojio novi Zakon o električnoj energiji, a 1995.g. i Zakon o privatizaciji i Zakon o zaštiti okoline. Također je donešena odluka

MVM Rt. has announced its intent to join the UCPTE interconnection. The preparation of this deed is under way in the frame of CENTREL organisation, in cooperation with the Czech, Slovakian and Polish power systems.

ka o privatizaciji sektora.

MVM Rt. najavila je svoju namjeru da se uključi u UCPTE interkonekciju. Pripreme za ovaj čin vrše se u okviru organizacije CENTREL u suradnji s energetskim sustavima Češke, Slovačke i Poljske.

POWER PLANT CONSTRUCTIONS

In the first time period common mine - power plant facilities were built. The Kelenföldi Power Station was built in 1914 with generators rated 5,000 kW. Later on it was extended with 4 units of 25 MW each. After the World War II the power plants based on the domestic coal base (Mátraí, Inotai, Borsodi, then the Tiszapalkonyai, Pécsi, Ajkai, Oroszlányi Power Station) were erected.

In the sixties and seventies oil-fired power plants (Dunamenti, Tisza II) were erected. The lignite-fired Gagarin Power Station (today: Mátraí Power Station) was built at this time as well.

The Paksi Nuclear Power Station, with 4x440 MW VVER type units was built in the eighties. It gives almost the 50 % of the total domestic electricity production.

NETWORK CONSTRUCTIONS

Before 1945 there was no unified national power system. The first 100 kV transmission line was built in 1949. Later on the voltage level was changed to 120 kV. In 1959 the first 220 kV line, then in 1968 the first 400 kV line were constructed. Today the backbones of the national grid are the 400 kV transmission lines. The 750 kV line Albertirsa - Zapadnoukrainskaya that was put into operation in 1978, allowed a huge amount of import power.

ORGANISATIONAL SCHEMES

In 1948 there were 132 power- and 148 distribution companies. Nationalization took place in 1949. The Power Plant Trust has been established in 1954, the Hungarian Electricity Board, a state owned trust company was founded in 1963. By this measure the entire sector of power production and distribution was put under common unified control.

TRANSITION TO THE MARKET ECONOMY

The first step was the foundation, in 1992, of the Hungarian Power Companies Limited (MVM Rt.), a two-level concern-type joint-stock company.

LEGAL BACKGROUND

In 1994 the Parliament passed the new Electricity Act, and in 1995 the Privatization Act and Environmental Protection Act. The decision concerning the privatization of the sector has also been reached.

UCPTE INTERCONNECTION

MVM Rt. has announced its intention to join the UCPTE interconnection. The preparations are under way in the frame of CENTREL, in cooperation with the Czech, Polish and Slovakian power systems. The first trial parallel operation will probably take place already this year.

International Symposium A Century of Hrvatska Elektroprivreda, Šibenik 1995, Croatia

THE BEGINNING OF THE ELECTRIFICATION

In the second half of the last century Hungary could also join the technical-scientific revolution, that later on promoted the electrification greatly.

Arc lamps were used for the first time in Ganz & Co. Iron-Foundry and in Machine Works Ltd., in 1878. In the same year the Ganz Works also provided the night illumination for the flood control work in Szeged.

In 1884, during the Austro-Hungarian Monarchy, the first public power generating unit in Hungary was put into operation in Temesvár, and for the first time in the world the street lighting in the whole town was replaced by electricity.

In Budapest and in other main cities - where existed municipal gas production - the exclusive rights of the gas supply utility hindered the change over to electricity in street lighting.

In 1888t in Matészalka, on the present territory of Hungary, ahead of the supply in the capital, 2x150 V direct current network for the night illumination of three streets was established from the generator operating the mill. It was the beginning of the public electricity supply.

Till the turn of the century more than 20 cities were electrified. The first constructions were DC-types, with different voltage levels.

In 1893 in Budapest three-phase AC motor dynamos were used for the first time for the production of 2x110 V DC. In 1895 in Salgótarján three-phase 50 Hz AC system was established with the voltage of 2000/120 V.

The electricity production units, mainly dynamos and generators, had a capacity of not more than a few hundred kW. They were driven by steam-engines.

Several mine - power plant facilities were built.

The power plants that were originally built for the exploitation of the mine territory, started operating in the electricity production, and began direct or indirect electricity sales. The mines had a significant electricity consumption and, as during the sorting of the coal developed hardly marketable products, it was reasonable to burn them away in the own power plant and thus cover the own electricity demand.

The mine - power plant facilities were usually constructed according to the following scheme:

The mining company - involving the bank capital - founds a separate joint-stock company specialized for electricity supply, that gets a concession for a relatively large area. The villages commit themselves for a certain amount of street lighting consumption.

The power supply company - by investing own capital or by the contribution of the villages - builds up the middle- and low voltage networks, supplies electricity and decides itself upon price rate. After the expiration of the concession (it is usually after 25 years), the network will pass to the possession of the village (town).

In 1900 electricity was produced by 24 public supply utilities. Four of them were public property, 16 were owned by joint-stock companies and 4 were in private hands.

In Budapest there were two companies that operated the power plants separately: the Budapesti General Electricity Ltd. supplied direct current, while the Hungarian Electricity Ltd. supplied single-phase alternating current.

In the next 10 years 51 new electricity utilities were established. They were partly village owned, partly in the possession of joint-stock companies and partly private owned. DC power was supplied by 44 utilities, 42 Hz AC power was supplied by 19 utilities, and 50 Hz AC power was supplied by 12 utilities.

The electrification of the Balaton-shore began between 1912-1915. It had an interesting feature, the 5 kV underwater cable between Tihany and Balatonszántód.

In 1912 the town of Pécs took the electricity supply in its own hand by redemption, then a 15

kV line was built between the Pécsújhegyi Power Station and the town electricity facility. The town electricity facility has stopped the electricity production. This was the first case that the communal demands were satisfied by the mine - power plant facility, and the process of the electricity production and distribution has been organizationally separated.

In Budapest the competition between the two power supply companies resulted in swift increase of the route lengths of networks and the number of consumers.

In the beginning there was practically no low voltage distribution network. The single-phase AC power generated in the power station of the Hungarian Electricity Ltd. (MVRt.) in Váci street was transmitted through 3 kV branching cables and the houses were supplied by means of transformers.

The appearance of the steam turbine played a significant role in the development of power plants. In 1906 in Budapest a steam turbine, with power of 1,500 PS and incoming pressure of 11 att, supplied by Láng Machine Works was put into operation.

A milestone in the development was the Kelenföldi Power Station, that was built in 1914 in the southern part of Budapest according to the high technical level: the steam pressure was 15 att, steam temperature was 360 (C, generator terminal voltage was 10.5 kV, the capacity of the two units was 5,000 kW each with 1,500 revolutions per minute. Between 1926-1933 the power plant was extended with 4 units of 25 MW each.

The Bánhidai Power Station with 3x21 MW unit capacity that was put into operation in 1930 mainly for the railway-electrification purpose, played an important role in the power supply of the capital.

POWER PLANT CONSTRUCTION AFTER THE WORLD WAR II

The first power plants built after 1945, the Mátrai, the Inotai and the Borsodi (1948-1957), practically followed the technical level of the forties; the turbine capacity was 20-30 MW, the steam conditions 58-76 att and the steam temperature 480-500 (C. However, the capacity of 120-200 MW, based on the domestic coal base and built in one station is significant. In the second half of the fifties the domestic power plant construction began to catch up with the modern European level.

Its first step was the construction of the Tiszapalkonyai Power Station. 50 MW units were used in this power station for the first time - among them, the prototypes of the Láng turbine and Ganz generator - with 91 bar and 500 (C steam conditions before the turbine.

The last power plants - built in close connection with the development of coal-mining - were the extensions of the Pécsi and Ajkai Thermal Power Stations, and the Oroszlányi Thermal Power Station. The technical novelty in the latter one was that for the first time, beside the clear unit-connection (boiler-turbine-generator), boiler house roof structure resting on the boiler steel construction has been used.

In the sixties, due to the limited capacity of the deep mining work, the attention was, in accordance with the already existing world tendencies, focused on the open work of lignite and on utilisation of hydrocarbons.

So far, the first 50 MW units without reheating of the Dunamenti Power Station were made in Hungary, while the extension was made with three Soviet made 150 MW units with reheaters and later on, in the seventies, with 6 new units of 215 MW each. In this way, the Dunamenti Power Station became the biggest power plant in the country.

In the seventies, the new Tiszai Thermal Power Station was built for hydrocarbon firing, with 4 units of 215 MW each. The turbines were supplied from the Láng Machine Work, while the generators were supplied from the Ganz Works for the 10 units of 215 MW. At this time the Láng Machine Work applied the Swiss BBC licence, while the Ganz Works applied the licence of Elektrosila of Leningrad for the production. It was the most economical way to keep up with the development.

Lang Machine Works and Ganz Works supplied the turbines and generators for two units of the Gagarin Thermal Power Station of Gyongyosvisonta (at present: Mátrai Power Station Ltd.) with 2x100 + 3x200 MW units and total of 800 MW - that was constructed on the base of lignite open working and put into operation between 1969-1973. It was also a new solution to use Heller-Forgó air-condensation cooling towers at that power plant.

The Paksi Nuclear Power Station meant a new age in the domestic power plant construction. It consisted of 4 units of VVER-400 type, 440 MW each. These units were put into operation between 1982 and 1987. Later on, the capacity of each unit was raised to 460 MW. Several units of the plant have excellent operation characteristics even on a world scale.

In 1990 the Paksi Nuclear Power Station produced nearly the 50 % of the total domestic electricity production. Since then, its share slightly decreased, because the production of the hydrocarbon based power plants has been doubled (Figure 1).

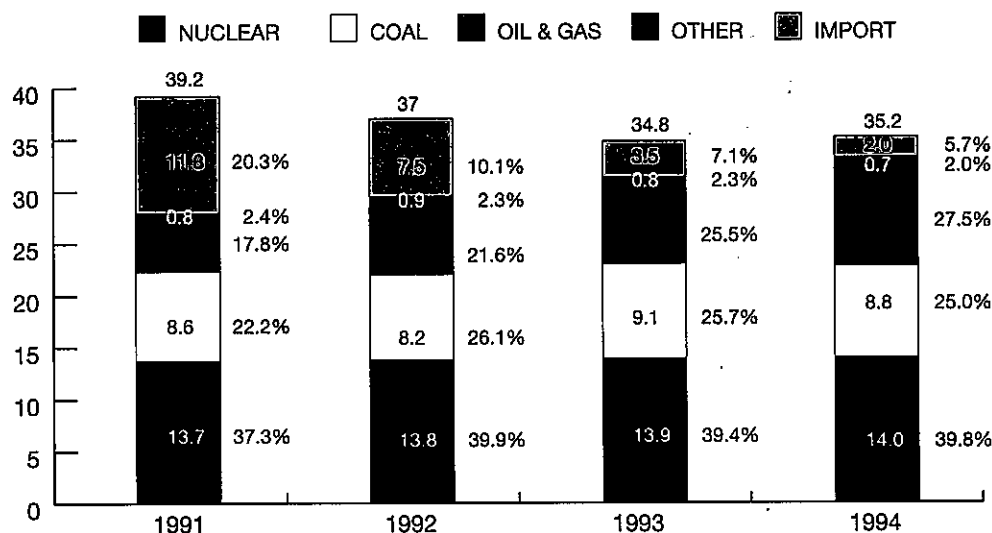


Figure 1 Power generation and import in 1991-1994

CONSTRUCTION OF THE HUNGARIAN POWER SYSTEM

There were no connections among the power supply regions formed before 1945. Only the Budapest-Bánhida-Győr-Horvátimle and the Diósgyőr-Kesznyéten transmission lines operating on 100 kVh were suitable for more significant cooperation.

The construction of the Győr-Ajka and Budapest (Népliget)-Mátra 100 kV transmission lines that were put into operation in 1949 was the beginning of the national grid, as it is shown on Figure 2. The connecting of the western and eastern systems was possible through the 30 kV cable

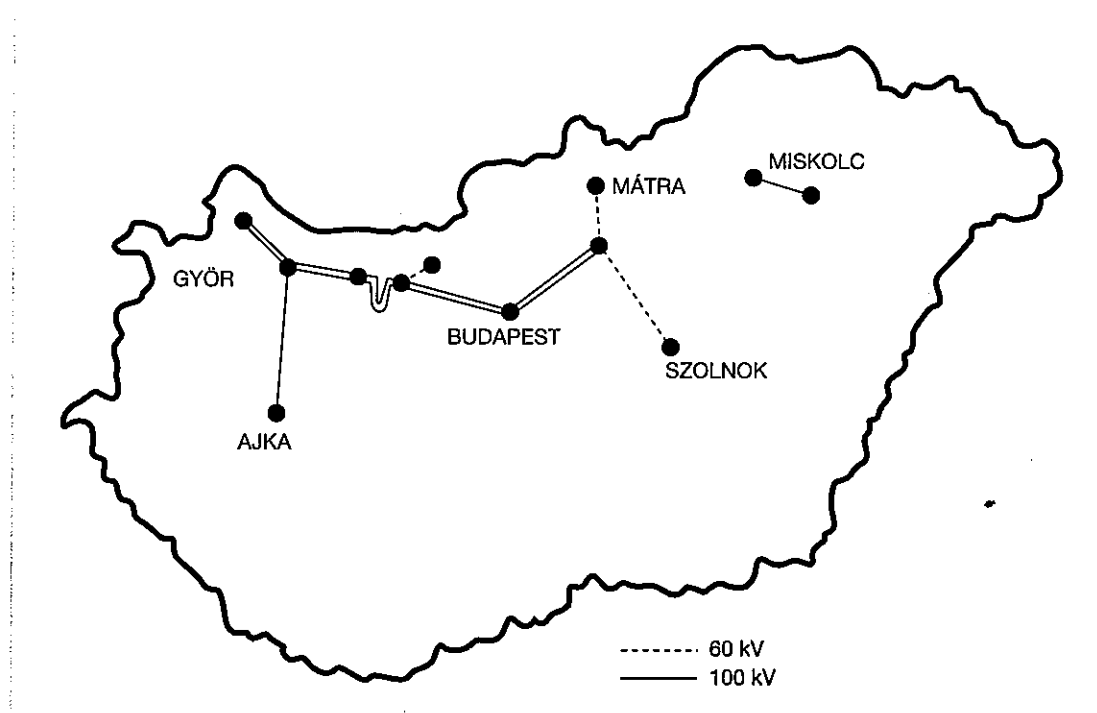


Figure 2 Basic network system in 1949

network of BSzEM (Budapest Capital Town Electric Supply Companies) in one year and later on, in 1950, the Angyalföld-Kőbánya 120 kV connection was established.

In 1953 the voltage level of the 100 kV grid was raised to 120 kV, in this way its transmission capacity was increased by 40 %. The 120 kV national grid was sufficient as long as the power plants with 25-50 MW units and with total capacity of 100-200 MW were constructed. The power plants with 200 MW units made necessary the upgrading of the national grid with 220 kV.

In 1959 the first 220 kV transformer (160 MVA) was put into operation at the Zuglói Substation. The basic network of the Budapest region, as well as the power transmission to Debrecen, Győr, and Szeged were accomplished on this voltage level.

Further upgrade of the national grid was realized on 400 kV, because on this voltage level the possibilities of the international cooperations are better, the short circuit power levels can be ruled more easily, and the construction and operation costs are lower for the same transmission capacity. In 1968 the first 400 kV transformer (300 MVA) was put into operation in Göd.

The increasing demand of electricity import has also made necessary to raise the voltage levels. Import was used from 1952 for supplementing the insufficient production of the power plants. At that time the first interconnection line was built with the Czechoslovakian power system between Kisigmánd-Nové Zámky and then, in 1953, between Vác-Bistricany.

In the direction of Yugoslavia, the 110 kV lines Söjtör-Nedeljanec were built in 1958 and the Szeged-Subotica in 1959.

In 1962 the first interconnection with the West-Ukrainian system of the Soviet Union was realized by the double circuit 220 kV line Mukacevo-Sajószöged. In 1969 this interconnection was enlarged by 400 kV line.

In 1968 the Győr-Neusiedl 200 kV interconnection line was put into operation to enable the Hungarian-Austrian electricity exchange.

In the direction of Romania, the Szeged-Arad 400 kV interconnection line (operating on 220 kV) was erected in 1972.

Our most important interconnection is the 750 kV line Albertirsa-Zapadnoukrainskaya that was put into operation in 1978 and for more than ten years it has been the technical basis of a significant import transaction. This line was the common investment project of the European COMECON countries.

In the eighties our intersystem connections with the Slovakian system, as well as with the Yugoslavian power system - Szeged (Sandorfalva)-Subotica - were strengthened by the Göd-Levice 400 kV interconnection lines.

In the nineties, the Győr-Wien Südost 400 kV interconnection line was built with a back-to-back station on the Austrian side.

The present national grid is shown on Figure 3.

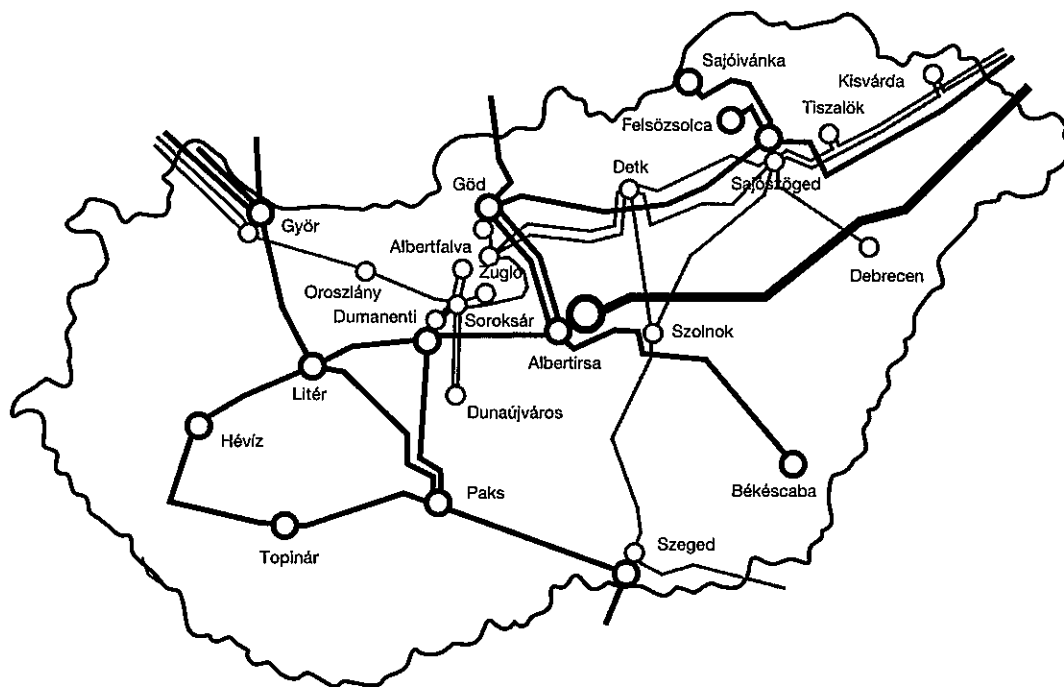


Figure 3 National grid in 1995

It is known that from 1962 the power systems of the former Middle- and East-European socialist countries were operated parallel in the frame of CDO. From 1978 on, when the 50 kV line Albertirsa-Zapadnoukrainskaya was put into operation, this cooperation became even closer.

One of the consequences of the political and economic changes occurred in the region in 1989 and after is that Hungary - together with other countries - announced its intention to join the UCPTE interconnection.

In 1992 the power companies of Poland, Czech Republic, Slovakia and Hungary established the association named CENTREL, for the close technical-economic cooperation, for the preparation and realization of the UCPTE interconnection.

The UCPTE defined the requirements related to the interconnection in the so called "Massnahmenkatalog". The fulfilling of the catalogue is under way. The first trial parallel operation is expected in autumn 1995. The permanent parallel operation could begin at the end of 1996. At that time, CENTREL will be one of the regions of UCPTE.

In 1986, the volume of the import reached its maximum with 11 TWh, that was nearly 30 % of the total domestic electricity demand.

From the end of the eighties the political and economic changes occurred in the Middle- and East-European regions fundamentally influenced the economic situation in Hungary. The significant decrease of the industrial production led to the decrease of the electricity demand as well. It became possible to reduce the high electricity import dependence (actually only the primary energy sources remained import dependent). Therefore, the import in 1994 was only 2 TWh, which is hardly the 20 % of the amount in 1986.

NATIONALIZATION AND ORGANISATIONAL DEVELOPMENT OF THE ELECTRICITY SECTOR

In 1948, there were 132 power plant companies and 148 distribution companies in Hungary. Their nationalization was accomplished in two phases, according to Act XX of the year 1946.

In 1948, the Public Electricity Ltd. was founded, with 20 district managements. In 1949 the village owned and the private electricity facilities were nationalized. The Budapest Capital Town Electric Supply Companies was an exception and kept its independence till 1963.

In 1951 five rural power distribution companies were established. Their regional location basically correspond to the location of the present rural power distribution Ltd. companies.

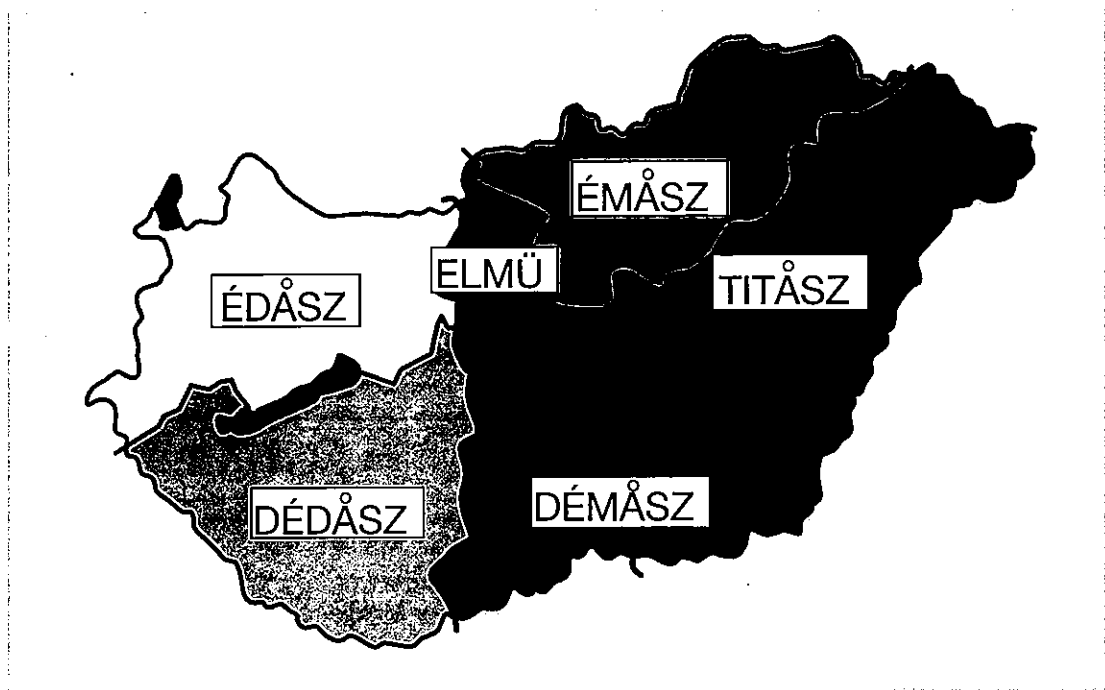


Figure 4 The location of the distribution companies

In 1954 the Power Station Trust that took over the control of the power stations was founded.

In 1963, by the founding of the Hungarian Electricity Board (trust company), the entire electricity producing and distributing industry has been taken under the unified control. The Power Station Trust has also been merged.

This form of control remained valid until the 1st of January 1992, when, as the first step toward the market economy, a two-level concern-type group of joint-stock companies were founded: the Hungarian Power Companies Ltd., as well as the Power Station and Power Distribution

Companies and the National Power Grid Company Ltd. that operates and maintains the national grid, also belonging to the group.

- The power stations have been merged to eight Ltd. companies (see Figure 5). The six power distribution Ltd. companies have been set up according to the former regional structure.

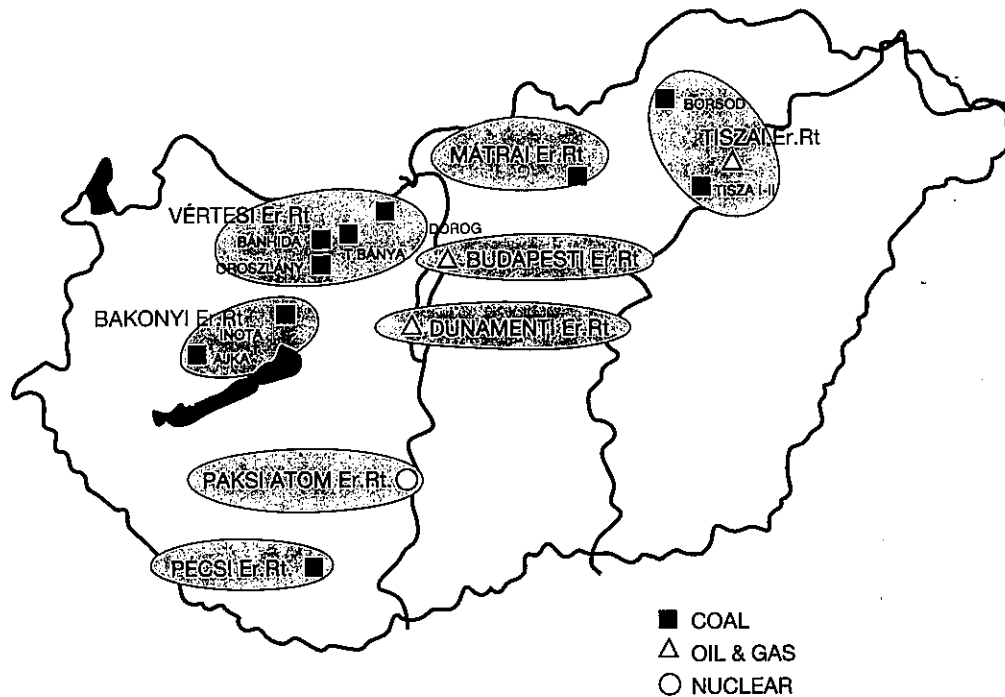


Figure 5 Power plant companies

The next significant event of the reorganisation was the mine - power plant integration.

The Hungarian coal mining - mainly due to the expensive production caused by the hard geological conditions - fell into deep crisis. In order to ease the burdens of the crisis, the Hungarian government ordered, in 1992, the organisational integration of three power station Ltd. companies (Mátra, Pécsi and Bakonyi) and of the nearby coal mines.

The goals of the integration were the following:

- to increase the competitiveness;
- to reduce the social tensions of mining;
- to coordinate the development or degeneration of the mines and power plants;
- to promote the profitability of the mining assets.

OPERATION CONTROL OF THE POWER SYSTEM

The first operation control centre ("Central Dispatching Centre") was founded in 1937 by the BSzEM (Budapest Capital Town Electric Supply Companies) - the power distribution utility of the capital - in order to control the cooperation of the power stations in Budapest and the Bánhidai Power Station. At that time, this dispatching centre was one of the most modern control centres in Europe: it was equipped with telemeasuring and telesignal equipment and had even the light-board.

The National Dispatching Centre (OVT) for the control of the Hungarian power system was established in 1949.

In the years 1950-52 the cooperation between the district power stations began and their cooperation with the national power system made necessary the establishing of the sub-cooperation groups. The Regional Dispatching Centres (KDSz) were grown from these in 1954. From 1966 on the control of the 120 kV main distribution lines and substations gradually transferred to the competence of the KDSz centres. In the three level operation control system the level of the Operation Centres (ÜIK) was the lowest one. In 1979, the OVT moved to a new building where two HIDIC-80 process control computers provided the up-to-date operation control. Later on, there were extensions and minor modernizations.

By the quick world-wide development of the electronic computer technic, telecommunications and telecontrol devices the demand of an overall modernization of the operation control has been emerged.

In the frame of the "ÜRIK" project (Control Technic Modernisation of the Operation Control System) the Siemens-Empros company will supply high-tech power system process control computer systems for the OVT and for the Regional Dispatching Centres and Operation Centres of four power distribution companies, as well as more than 100 telecontrol subcentres for the power stations and substations. By this upgrading measures the MVM Rt. establish a new operation control system that can serve both the up-to-date mode of cooperation with the UCPT system, and the up-to-date realization of the own operation control tasks of the independent power distribution Ltd. companies facing the privatization.

LEGAL REGULATION BACKGROUND

In the first decades the contracts for establishing electricity facilities were concluded between the towns and villages, and the utilities and these contracts provided the exclusive rights for the given area.

In 1934 the first Hungarian Electricity Act disposing "the production, transmission and supply of the electric energy" came into force. At the time of its creation this act was on the European level. Several instructions are modern even now and preceded, for example, the similar German and American laws. It can not fulfill the demands of the present age only because in the meantime the technical development in this field raised new questions.

The next significant event in the field of legal regulation occurred in 1962, when the act on "the generation, transmission and distribution of electric energy" was accepted, according to which the production, transmission and distribution of electric energy as a function became the state monopoly.

After the change of the political regime and after three years preparation, the Electricity Act, meeting the requirements of the present age, was passed in 1994, on the last workday of the parliament before the parliamentary elections of 1994.

During the preparation period the country-wide energy policy conception was worked out. The aim of the government was the implementation of the market economy methods and instruments.

There are three main characters being in interaction with each other in the electricity industry:

- The investor entrepreneur, who invests capital and wants to realize its reimbursement by the income of the electricity sales.
- The consumer, who has to be protected from the defencelessness of the entrepreneur acting as natural monopoly. It has to be ensured that the consumer gets the appropriate quality of service at a realistic price. For this aim, the third main character is needed:
- The regulating authority. It is also the task of the regulating authority to provide the continuance of the investor interests for the sake of the long term security of supply. The primary tasks

of the regulator are the price regulation and the supervision of the honesty of the business activities. These tasks are provided on behalf of the state, by the Hungarian Energy Office (MEH). It has supervision role in the gas supply as well.

Beside the security of supply and the price regulation, the activities of MEH include the environmental protection issues as well.

Hungary is poor in energy sources. The troubles are even bigger, due to the logistic difficulties in the purchasing of import fuels, and the possibilities for the purchase are further limited by the political instability of the region. Therefore it is justified that the state intervenes in the major energetic development projects by means of the government and the parliament. The state plays also an important role in the regulation of the electricity export-import transactions.

The licensing of the establishments of power plants and networks is the task of the Hungarian Energy Office. The public hearing is also part of the process.

The Electricity Act separates the electric energy production, transmission and supply. Separate licences are required for each of these three activities.

Besides the obligation for supply, the law assigns to the transporter and supplier the exclusive rights, moreover, in case of consensus between the parties concerned other solutions are also possible.

According to the law, the electricity prices suitable for market conditions will not be implemented just now, but from the 1st of January 1997 on.

The present prices do not yet cover all the incurred expenses, in spite of the relatively significant price increase of the 1st of January 1995. The present valid tariff rate for household consumers defines three progressive prices categories, depending on the consumed energy, as follows:

	HUF/kWh
Overall tariff for households:	
0-600 kWh/year consumption:	6.50 + VAT (tax)
601-3600 kWh/year category:	8.50 + VAT
over 3600 kWh/year:	10.50 + VAT
Separately measured during night:	
0-2400 kWh/year consumption:	3.50 + VAT
2401-12000 kWh/year category:	4.00 + VAT
over 12000 kWh/year:	4.50 + VAT
At present the value of VAT is 12 %.	
<i>(in June 1995 1 USD = 124 HUF)</i>	

The Electricity Act is only a skeleton law, while certain questions are regulated by issuing of Execution decrees.

The law is property-neutral. There are no restrictions concerning the owner's personality, neither for state-, nor private-, and national-, and foreign relations. However, for the licence issuing the owner should be an economic organization operating according to the Act on the Economic Organizations and be seated in Hungary.

In May 1995 the parliament accepted other two acts, that will also influence the future of the electricity sector significantly: the Privatization Act and the Environmental Protection Act.

The Environmental Protection Act defines emission limits according to the European guidelines for the new power plants, and defines certain moratoriums for the already operating units. The aim of this regulation is the improvement of the environmental conditions, as well as the demand that the new power plant units shall meet the most strict environmental requirements. Environmental protection is one of the most important issues of the power plant strategy of MVM Rt.

ENERGY CONCEPT OF THE HUNGARIAN POWER COMPANIES LTD.

The present situation of the Hungarian power system can be characterised by the following:

Due to the recent power decrease, our power system has sufficient power balance. However, our main problems are that we have several inefficient, inflexible, and environment-polluting power plants:

- Some power plants, although recently reconstructed, remained inefficient and environment-polluting, because the power plant equipment is obsolete. Low energy prices gave no possibilities even for the proper maintenances. It would be reasonable to use higher amortization rates.
- Some power plants, being equipped with an inadequate control system, are inflexible.

According to the present estimations, the electricity demand up to the year 2010 will be increased by the average of 1-1.5 % or at most of 2-2.5 % annually (Figure 6). At the same time, the following power plant capacities will be discarded: up to the year 2000 about 1000 MW, up to 2005 further 1600-1800 MW, and up to the year 2010 the additional 200-300 MW.

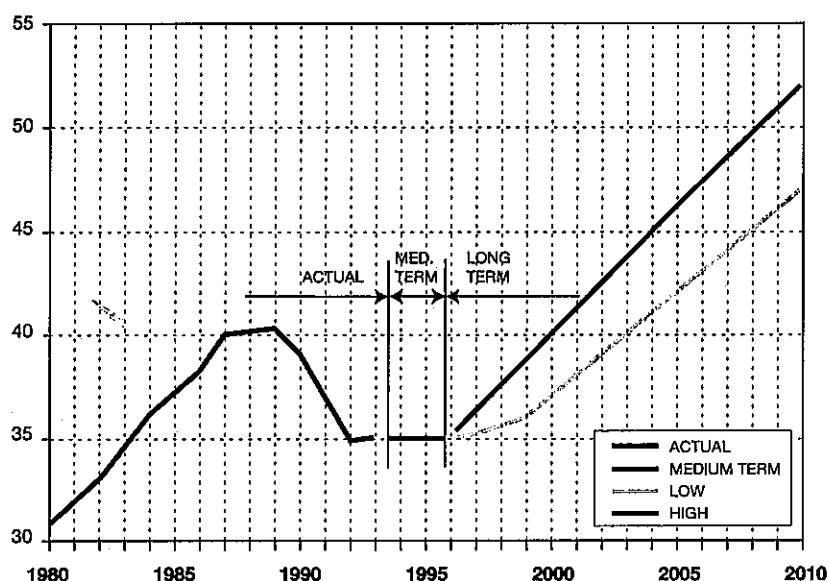


Figure 6 Expected electricity demand till 2010

The new power plant construction demand comes from the above:

till 2000: 1300-1800 MW

till 2005: further 2000-2600 MW

till 2010: further 700-1100 MW.

According to the present estimations, that would mean about 400 billion HUF investment cost (about 3.4 billion USD).

According to that, the short-term power plant construction plans include combined cycle gas turbine power plants for cogenerated heat- and power production, and fluid-bed coal-fired units.

For long-range, the fuel for the basic power plant to be constructed can be the domestic lignite, import coal or nuclear.

The above outlined ideas have been worked out considering the environmental requirements, as well. Besides the economic considerations, the discarding measures are necessary in order to reduce the emission of pollutants (see Figure 7), in compliance with our international obligations.

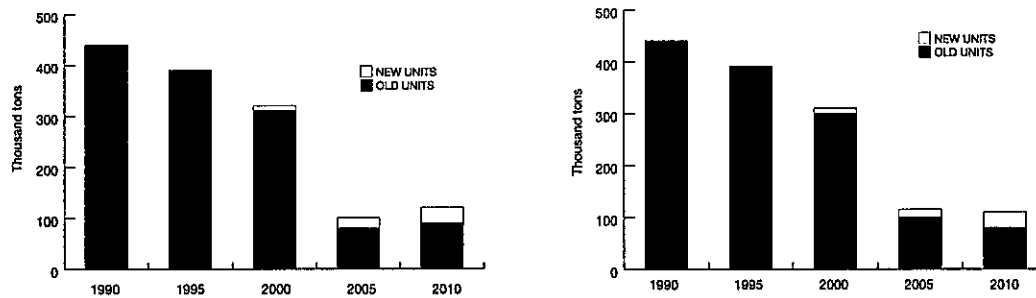


Figure 7 Expected SO₂ emission of the power plants till 2010

The other topic of the energy concept is the network development. Besides other considerations, this issue is handled in compliance with the international cooperation strategy of our system.

The main elements of the MVM Rt. strategy for the national grid development are the following:

- The realization of the (n-1) security criterion independently from the main distribution system;
- The UCPTC interconnection;
- Trading policy issues (e.g. transmission line between MVM Rt. and HEP).

PRIVATIZATION OF THE ELECTRICITY SECTOR

The Hungarian government made a decision on the privatization. The aims of the privatization are the following:

- Providing the short- and long-term electricity supply;
- Providing the financial means for the electricity sector;
- Providing the income for the state budget.

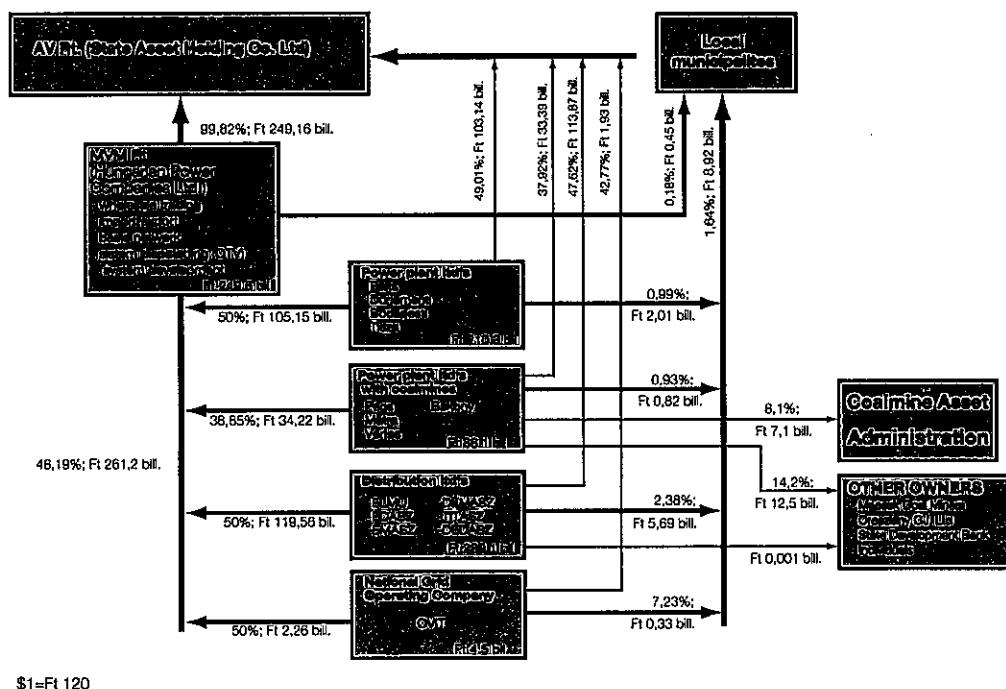


Figure 8 Ownership structure of the MVM group in 1995

Tenders will be invited for the sale of the power plant-, the power distribution-, and the transmission companies, as well as the MVM Rt. performing central tasks. The present ownership structure of the MVM group and the future planned structure are shown on Figure 8 and Figure 9 respectively.

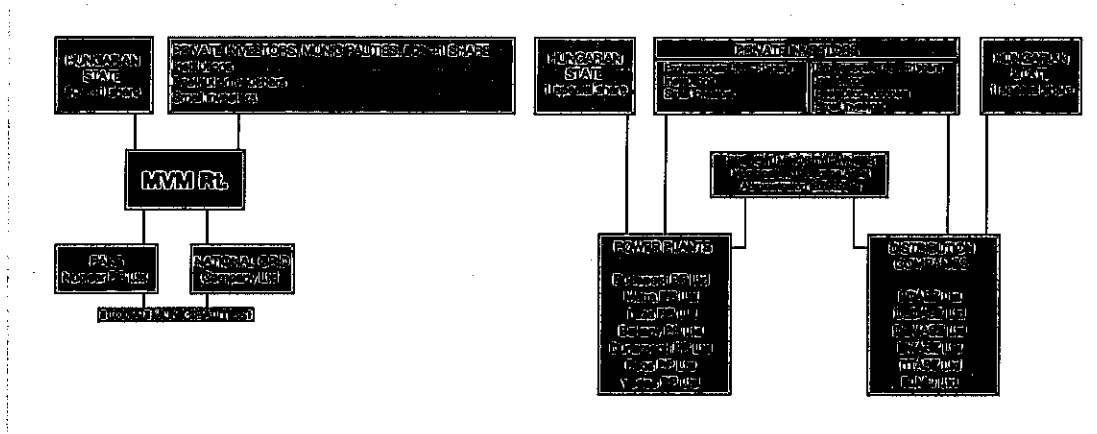


Figure 9 Ownership structure after privatization

REFERENCES

1. The 100 year old Hungarian power supply, 1888-1988.
MVM Rt. Publication, 1988, pp. 54
2. Bakács I., Dr. Popovics L.: The Electricity Act
MVM Rt. News, 1994, No 2, Pages 3-7
3. Holló V.: The power plant - mine integration
MVM Rt. News 1993, No 1-2, Pages 18-19
4. The power plant construction strategy of MVM Rt.
MVM Rt. News, 1993, No 1-2

The Development and Transformation of the Italian Power Industry from its Beginning to Nowadays

Razvoj i pretvorba talijanske elektroprivrede od početaka do danas

Franco Luccioli, Ph.D., Bruno Ianni, Ph.D.

ENEL, Rome

ABSTRACT

In order to provide a more comprehensible illustration of the history of the Italian power industry, we shall divide its major events into five periods: the beginning (1883-1914), the technical and financial consolidation (1915-1925), its growth (1926-1945), the post-war period and the nationalization (1946-1962), ENEL's development and transformation into a joint-stock company (1963-1994).

SAŽETAK

Da bi se dobila sveobuhvatnija slika o povijesti talijanske elektroprivrede, svrstat ćemo glavne događaje u pet razdoblja: početak (1883. do 1914.g.), tehničko i financijsko konsolidiranje (1915. do 1925.g.), razvoj (1926. do 1945.g.), poslijeratno razdoblje i nacionalizacija (1946. do 1962.g.), razvoj ENEL-a i pretvorba u dioničko društvo (1963. do 1994.g.).

THE BEGINNING (1883-1914)

THE POWER PLANT LOCATED IN VIA SANTA RADEGONDA

In Italy, the power supply for commercial purposes started in June, 1883, with the opening of the power plant located in via Santa Radegonda, in Milan.

The plant was equipped with five dynamos, driven by reciprocating steam engines, and its overall capacity amounted to 540 kW. It supplied d.c. public lighting network consisting of 600 incandescent lamps and extending over approximately 500 m in the vicinity of the Cathedral.

It was one of the first applications of the centralized power generation and distribution system for lighting purposes improved, from 1879 to 1881, by Thomas A. Edison and later known as the "Edison system".

The opening of the via Santa Radegonda plant took place after less than a year from the commissioning of the first of such plants in the world, namely the Pearl Street plant in New York, designed by Mr. Edison himself.

The promptness with which Italy followed this important innovation demonstrates that our country, which could rely on first-rate scholars such as Pacinotti and Galileo Ferraris, was well integrated within the international scientific context.

J

The promoter of the construction of the plant located in via Santa Radegonda was Mr. Giuseppe Colombo, a professor of the Polytechnic School in Milan, the author of the "Engineer's Manual" which has been for more than a century, in its periodically updated version, the companion of the educational and professional life of Italian engineers.

THE SUCCESS OF HYDROELECTRIC GENERATION

The success of the Edison system, which over the years underwent several improvements, lasted almost a decade, and in that period other lighting systems were realized in some Italian cities.

Around the middle of the 1890s, due to new possibilities created by the development of the long-distance a.c. power transmission, a new phase of the power industry began.

In 1892, with the construction of the three-phase a.c. transmission line Lauffen-Frankfurt, 175 km long, began the testing of the system. Also in this case Italy proved itself ready to accept the innovation by completing the 28-km long Tivoli-Rome line and thus followed the Frankfurt experiment after only a few months.

The most important consequence of this technological progress was that the exploitation of the sizeable hydroelectric sources available in Italy, but usually located at a considerable distance from the consumption centers, became possible.

This was the beginning of the age of hydroelectric plants and of power lines crossing planes and mountains; the power consumption was increasing because, in addition to being employed for illuminating purposes, it was utilized more and more as driving power.

Some of the hydroelectric plants built during the '90s, such as the Paderno plant (11,000 kW) on the river Adda and the Vizzola plant (14,000 kW) on the river Ticino, are still legends for the Italian electrical engineers.

TECHNOLOGICAL IMPROVEMENTS AND DEVELOPMENT FROM 1900 TO 1914

The years after 1900 were marked by significant technological improvements.

First of all, the construction of artificial reservoirs, permitting more rational use of resources, enabled major changes in hydroelectric generation. The introduction of the steam engine, the most important innovation in the thermal field, also originated in those years. Generally speaking, the steps forward, made both in the hydroelectric and in the thermal domains, highlighted the trend towards the construction of increasingly larger generating units.

In the meantime, the power market was considerably growing, due to the increasingly extensive use of power for industrial and railway electrification purposes.

On the eve of the World War I power generation amounted to 2,275 million kWh, the 90% being hydroelectric and the remaining 10% thermal.

The installed capacity amounted to 1,150 MW while the hydroelectric capacity, amounting to approximately 850 MW, represented 74% of the total.

The overall data of installed capacity ranked Italy seventh among the most industrialized countries and if only hydroelectric capacity is concerned even fourth, after the United States, Canada and France.

THE FIRST POWER COMPANIES: SOCIETÀ EDISON

The first major power company in Italy was Società Edison, established in 1884 by a group of entrepreneurs and representatives of Milanese credit institutions, headed by Giuseppe Colombo.

This event gave rise to a real "launching" of the Italian power industry, and during ten years "Società Edison" was virtually a synonym for "electricity". At a later stage this company, and the system of enterprises connected to it, will play a leading role in Italian economy.

In addition to Società Edison, other minor power companies were established in that period by the first enthusiastic pioneers of electricity; entrepreneurs, bankers, dealers, proprietors and engineers. They were small and medium-sized companies, usually set up as joint-stock enterprises.

After almost ten years from the establishment of Edison, the creation of power companies was again spurred by the support provided by the main Italian banks and by some big European finance companies (mostly German), as well as by the former railway companies, after the nationalization of the railways..

On the eve of the World War I there were almost 250 power companies in Italy, and the power industry had become a crucial element in the country's economic life.

MUNICIPALIZED POWER COMPANIES

In 1903 the direct management of the public utilities was sanctioned by the law and given to local bodies.

The period from 1903 to the eve of the World War I represented the golden age of Italian municipalization.

Municipal power companies represented the most advanced aspect of this phenomenon: in 1912 there were already 42, most of them located in Northern and Central Italy.

The largest power companies were in Milan (the one established in 1905), in Turin and in Rome. Other remarkably large companies were the ones in Brescia, Como, Cremona, Parma, Verona, Vicenza, Padua and Bergamo.

THE TECHNICAL AND ECONOMIC STRENGTHENING (1915-1925)

THE STRENGTHENING OF THE HYDROELECTRIC INDUSTRY

During the World War I the difficulties in coal procurement and the steady increase of its price drove many a user towards electricity. Consequently, its consumption between 1915 and 1918 recorded an exceptional growth, from 2.5 to approximately 4.3 billion kWh.

In the post-war period power consumption increased even more, reaching, at the end of 1925, approximately 7.2 billion kWh.

In order to meet this demand level, an extraordinary leap forward was made in the national hydroelectric generation, while thermal generation, on the whole, remained unchanged.

The Italian banking system, having increasingly tighter relations with large power companies, contributed significantly to the development of the hydroelectric industry.

It should also be underlined that the years from 1915 to 1925 were characterized not only by the extension and consolidation of the financial basis of the hydroelectric industry, but also by remarkable technological breakthroughs, enabling the construction of hydroelectric plants among the most advanced in the world.

THE DEVELOPMENT OF GEOTHERMAL ENERGY

In 1913 the first geothermal generating station started its operations in Larderello (Tuscany). It was made up of a turbine driving a 250 kW alternator. The plant had been built upon the initiative of Prince Ginori Conti, who, in 1904, had made the first test of power generation from geothermal fluids by means of a reciprocating engine driving a small dynamo.

Geothermal power generation on a commercial basis started de facto with the construction of that plant.

2,750 kW were installed already in 1914 in the Larderello area, and were increased, by the end of 1920s, to almost 15,000 kW.

For many years the name of our country could be found only in the history of the development of the geothermal power industry.

THE MAJOR HOLDING COMPANIES: EDISON, SIP, SADE, SME

Between 1915 and 1925 the number of electric companies increased considerably, from 264 to 467. Not all of these companies had the same balance-sheet resources, though: during the post-war period there had been a tendency toward the formation of some large holding companies which had gradually created territorial systems. Due to this process, many average and small-size enterprises, even though formally continuing to maintain their individuality, were de facto placed under the control of large enterprises and had often reduced themselves to play the role of mere distributors of the power generated by the holding company.

Four large Groups were established during that period: Edison, SIP and SADE in Northern Italy and SME in Southern Italy.

THE GROWTH (1926-1945)

THE DEVELOPMENT IN THE PERIOD BETWEEN THE TWO WARS

In the period between the two World Wars power consumption continued to increase at an average annual rate of approximately 7%, despite the decrease recorded during the years of the big crisis (1929-1932).

Electric energy was increasingly employed by industry, both as driving power and in electrochemical and electrometallurgical processes. After 1931, following the railway electrification plan, power consumption in the traction field also increased considerably.

In 1939 power generation had reached 18.4 billion kWh, of which 17 (equal to 92%) from hydroelectric energy, 923 million kWh from thermal energy and 488 million kWh from geothermal energy.

The installed capacity amounted to over 5,800 MW, of which approximately 4,800 MW (equal to 83%) were hydroelectric.

The Italian power industry had undergone a remarkable development, and its structure on the eve of the World War II was comparable to that of the power industry in the most advanced countries, such as France, Great Britain, Germany and the United States.

THE OWNERSHIP STRUCTURE

In the years between the two World Wars the oligopolist structure of the Italian power industry became stronger and took on the configuration that would have maintained for more than twenty years.

Among the most important events of that period the following could be mentioned: the establishment of IRI to replace the great banks and its taking control of SIP; the strengthening of Edison and SADE, headed by Giacinto Motta and Giuseppe Volpi respectively; the presence of the newly-founded Centrale, supported by the Pirelli Group, and the development of SME, under the presidency of Giuseppe Cenzato.

THE ITALIAN POWER INDUSTRY DURING THE WAR

During the World War II the Italian power industry had to face extremely difficult problems, but was nonetheless capable of meeting most of the requirements, to the extent permitted by its circumstances.

Generating plants suffered from severe destruction, both because of air raids and of actions by troops in retreat. The heaviest damages were in Central and Southern Italy, where very few plants were spared; transmission and distribution lines also suffered from sizeable damage.

Reconstruction activities were nonetheless diligently started already during the war, and operations in most of the plants were promptly resumed.

The important contribution of Ercole Bottani to this reconstruction work should be recalled: he was appointed Government Officer for electric energy in Northern Italy in the years immediately following the war.

THE POST-WAR PERIOD AND NATIONALIZATION (1946-1962)

THE POWER INDUSTRY DEVELOPMENT IN THE YEARS OF THE "ECONOMIC MIRACLE"

In the post-war period consumption increased again at a steady pace and grew even more startling from the mid '50s, when the Italian economy experienced an unprecedented growth (the so called "economic miracle").

A large portion of this increase in consumption was due to the extension of the power service all over the territory, and to the growing affluency level which brought to a rapid spreading of household appliances.

A corresponding strong spur came from the expansion of industrial production, mostly of the high-energy consumption type (iron metallurgy, chemistry and metallurgy).

In order to meet such an expanding demand the Italian power industry had to show its maximum commitment in building new plants and in expanding the existing ones.

New thermal plants, available due to technological improvements, were gradually added to hydroelectric plants which in the past had guaranteed almost the entire power generation.

In 1946 the hydroelectric generation represented 95% of the total; in 1955 it was still prevailing (80% of total generation); in 1962, the hydroelectric generation represented 60% of a total of

approximately 65 billion kWh, while thermal generation accounted for almost 36% and the remaining 4% was represented by geothermal energy.

THE DEVELOPMENT OF THERMAL PLANTS

The foundations for the development of thermal generation in Italy were laid in the period between the World War II and the nationalization.

The starting of the thermal plan dates back to 1949, and was concurrent with the water-supply crisis in 1948-1949 and with the launching of the American aid program envisaged by the Marshall Plan.

The size of the first units was approximately 30 MW; 70 MW plants were subsequently put into operation and, after 1958, many other stations with 150-170 MW units underwent commissioning (Santa Barbara, Chivasso, Tavazzano, Genoa and Naples).

In 1962 the first 320 MW unit was inaugurated at the La Spezia plant.

THE STARTING OF NUCLEAR ENERGY GENERATION IN ITALY

The construction of the first three nuclear power plants in Italy began in the favourable environment resulting from the first Conference on the Use of Nuclear Energy for Peaceful Purposes held by the UN in Geneva in December, 1955.

The construction of the Latina power plant (200 MW), of the gas-graphite, natural-uranium type was started in October, 1958, by Agip Nucleare (ENI).

One year later it was followed by the starting of works for the construction of the Garigliano power plant (160 MW), of the boiling-water type, by SENN (IRI).

Finally, in July 1961, SELNI (Edison) commenced the construction of the Trino Vercellese plant (260 MW), of the pressurized-water type.

THE POWER SECTOR STRUCTURE

Soon after the war a few hundreds of power companies were active in Italy, more than a half of them being controlled by six large groups only, providing 85% of power generation.

Beside the power companies, municipalized agencies were also present and, from 1946 to 1963, their generating capacity underwent a considerable growth.

Moreover, power companies and municipalized agencies were also supplemented by self-producers, who generated power for their own consumption. Concerning energy, large companies such as FIAT, Falck, Montecatini and Marzotto were self-sufficient, while Terni, which in 1946 had an installed hydroelectric capacity of 163 MW, tended, during the following years, towards the sale of its surplus generated energy.

ENEL:

- Established by law in December 1962: nationalisation of 1,250 private companies
- In July 1992 converted by law into a joint-stock company: ENEL S.p.a., as a first step toward its privatisation

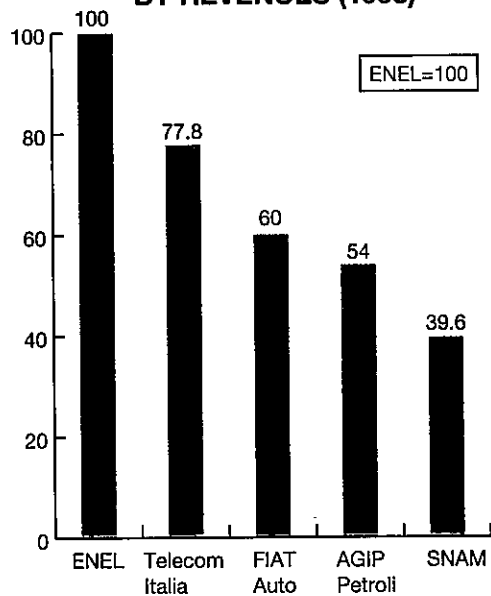
ENEL S.p.a.:

- at present 100% owned by the Treasury
- vertically integrated (generation-transmission-distribution)
- meets 87% of Italian electricity demand
- 3rd largest electric utility in the OECD and 2nd in Europe

THE SEVEN LARGEST UTILITIES IN THE OECD COUNTRIES

	Electricity sold (TWh)	Net capacity (GW)	Number of customers (million)
EDF	409	98	29
TEPCO	232	49	12
ENEL	205	52	28
HYDRO-QUEBEC	152	29	3
ONTARIO HYDRO	139	34	4
KANSAI	123	35	12
RWE	122	26	5

THE FIRST 5 ITALIAN COMPANIES BY REVENUES (1993)



ENEL'S DEVELOPMENT AND ITS TRANSFORMATION INTO A JOINT-STOCK COMPANY (1963-1994)

THE ESTABLISHMENT OF ENEL

ENEL was established in December, 1962 as a public body, through the nationalization of approximately 1,250 private power companies.

ENEL's institutional function, as defined by the nationalization law, was the "assurance, at the minimum operating costs, of a supply of electric energy whose quantity and price must be appropriate for the requirements of a well-balanced economic development of the country".

ENEL took over the function of managing a public utility on a national level; municipalized agencies and self-producers remained agents in the electric field, together with ENEL.

THE RISE IN CONSUMPTION AND THE DEVELOPMENT OF PLANTS

In the period between 1963 and 1973 power consumption continued to rise at a steady pace. The average annual increase remained around 7%, and was shared by all the industrialized countries. The power experts defined this trend "Ailleret law", that is the law of the doubling of demand every 10 years.

After 1974, when the effects of the first oil crisis began to show, a significant drop in the annual increase, virtually reduced to a half, was recorded. Starting from the second half of 1992 and during 1993 the effects of the slump affecting the entire world of economy were felt, whereas consumption started to grow again in 1994, following the appreciable recovery of the national economy.

With regard to generating plants, the contribution of thermal generation increased steadily, following the gradual depletion of residual economically utilizable hydroelectric resources. Thermal generation could rely on increasingly powerful units, up to 660 MW in the '80s.

In 1967, thermal generation, with 48 billion kWh (almost 50%) out of total generation of 96,8 billion kWh was, for the first time, greater than hydroelectric one. It was the beginning of ever increasing predominance: in the last few years the contribution of thermal generation has hovered around 78-80%, while the contribution of hydroelectric generation has decreased to almost 20%.

As is well known, the predominance of thermal generation has made the Italian power sector strongly dependent on imported oil, thus causing great vulnerability conditions. Efforts were made to reduce such dependence by using more coal, whose contribution has increased from 1974 to 1986 and has subsequently, due to local opposition, decreased. Recently, natural gas has been more and more utilized.

THE NUCLEAR ISSUE

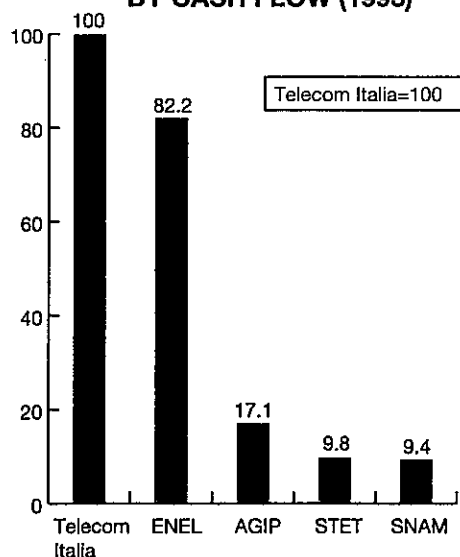
The Latina, Garigliano and Trino Vercellese power plants started operations between 1963 and 1965 and were transferred to ENEL.

In the period from 1966 to 1977 a great emphasis was placed worldwide on nuclear energy, provoking a real upsurge of orders for the construction of new plants.

In 1971, ENEL started building the Caorso boiling-water plant (860 MW) and was planning the realization of several 1,000 MW units.

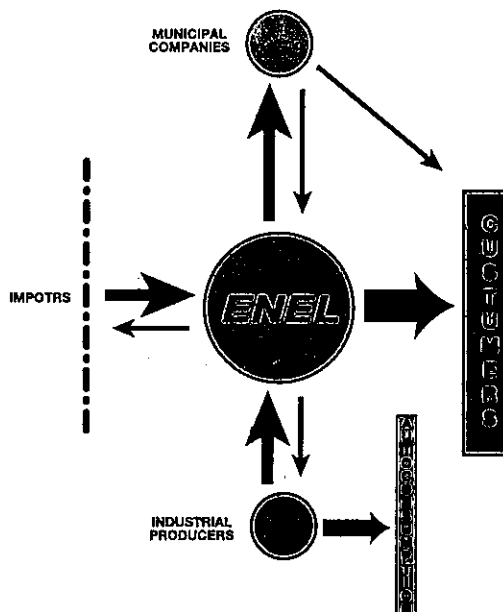
5

THE FIRST 5 ITALIAN COMPANIES BY CASH FLOW (1993)



6

STRUCTURE OF THE ITALIAN POWER INDUSTRY



7

ITALIAN POWER BALANCE 1994 (million kWh)

NET USABLE PRODUCTION

• ENEL	168,484	(78.0%)
• Industrial producers	37,144	(17.2%)
• Municipal Companies	10,384	(4.8%)
TOTAL	216,012	(100.0%)

+
IMPORTS 37,599
=

POWER DEMAND	253,611
221,432 (87.3%)	32,179 (12.7%)
ENEL network	Others

8

ENEL ELECTRIC PLANT as of 31 December 1994

GENERATION PLANT	
Type of plant	Net capacity (MW)
• Hydroelectric	16,327
• Thermal	35,666
• Geothermal	0,470
Total	52,463

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LINES

	Voltage	Km
• HV	40- 380 kV	57,017
• MV	1 - 30 kV	309,090
• LV	220/380 V	648,888

In 1979, shortly after the Caorso power plant started operating, the building of the two Montalto di Castro 1,000 MW units was started.

The 1987 plebiscite, even though it did not concern operating plants and plants under construction, put virtually an end to nuclear activities in Italy. The operating plants were closed once for all, and the Montalto di Castro plant was turned into a multi-fuel one.

ENEL FROM 1963 TO 1994

It was the merit of ENEL the rationalization of the power system, from both technical and managerial viewpoint, permitting the attainment of significant results in terms of efficiency, productivity and service distribution (the number of inhabitants without electricity has, in 1965, decreased from over 1,200,000 to approximately 100,000).

These improvements have been confirmed by the trend of some efficiency indexes, such as the users served per employee, which increased from 192 in 1963 to 277 in 1994, or the energy sold per employee which, in the same period, has increased from 0.63 to 2.02 million kWh per employee. The most significant index of the progress made is, however, the trend of the cost of the kWh sold at steady money which has, from 1963 to 1994, decreased by approximately 38%, even though the cost of fuel in the same period has increased by over 70%.

In 1994 ENEL's financial year has ended with notably positive results: the net profit amounted to 1,033 billion liras (against the 344 billion liras in 1993), after the provision of the depreciation of property, plant and equipment of 7,613 billion liras. Furthermore, for the first time in ENEL's history, the indebtedness has markedly decreased (approximately 3,889 billion liras).

ENEL TODAY

In July, 1992, ENEL has been transformed into a joint-stock company, this representing the first step towards its denationalization and subsequent placing of its stock on the market.

The reasons that brought the Parliament to envisaging the passing of some major governmental bodies, among which ENEL, from public to private ownership, are well known: the reduction of the role played by the Government in the context of national economy, the curtailing of public debt and the enhancement of the competitiveness of denationalized enterprises.

The legal status of the company has been changed so far, but the sole shareholder is still the Government, through the Treasury. The real denationalization shall start when ENEL will be placed on the market.

ENEL's denationalization shall represent a crucial event for the power sector, and its repercussions shall concern the entire country. Considering its characteristics and size, ENEL will, in fact, be in a position to play a paramount role in providing a new vigour and solidity to the Italian stock-exchange market.

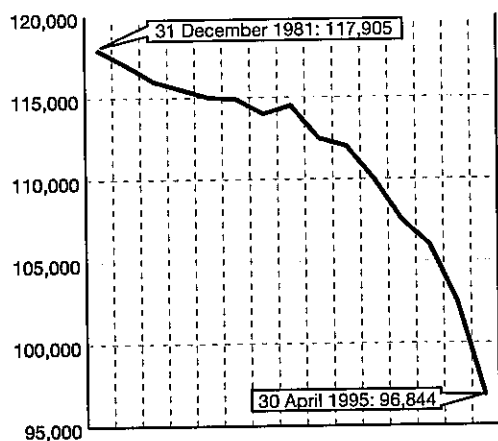
THE PRESENT SITUATION

The Italian Government has recently announced its intention to privatize ENEL within this year. Accordingly, in order to comply with the markets' rules and regulations, the following pages shall report factual issues and shall not provide any views on ENEL's prospects or discuss aspects of how the privatization will take place.

ENEL (figure 1) was established by law in 1962 as a State owned company through the nationalization of the Italian electricity industry and comprised no fewer than 1,250 companies on its inception.

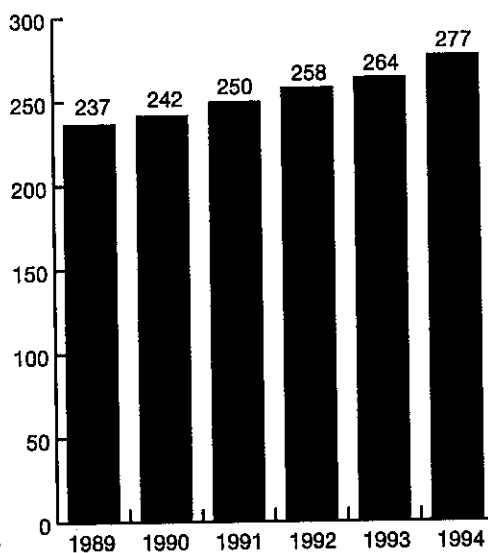
The privatization of ENEL is a part of a larger privatization process which was started by the

9

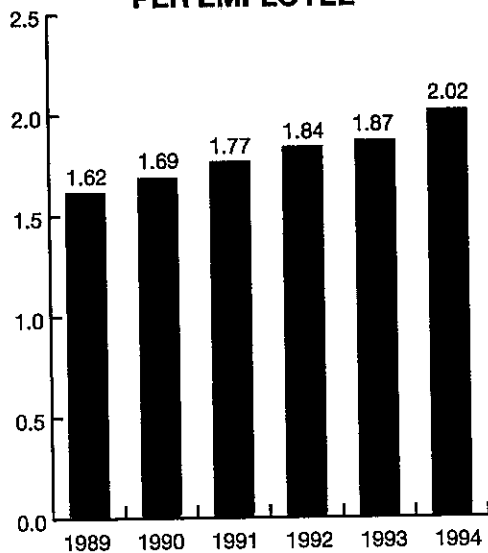
ENEL PERSONEL

In the period 1981 - April 1995, While the personnel has decreased by about 17%, the number of customers has increased by more than 18% and the sale of electricity has increased by 51%.

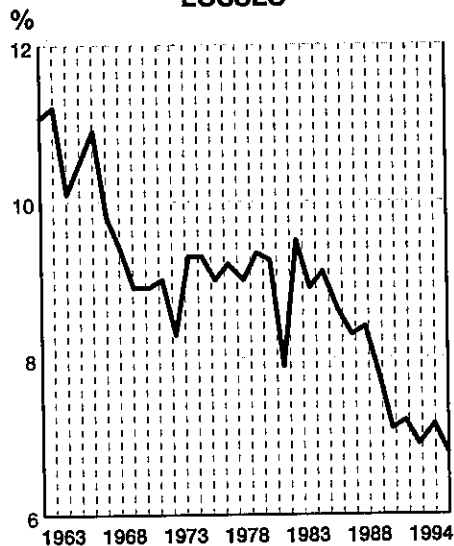
10

CUSTOMERS PER EMPLOYEE

11

ELECTRICITY SOLD PER EMPLOYEE

12

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LOSSES

Italian Government in 1992. This process involves the companies of the two State groups IRI and ENI, the insurance company INA, the bank IMI and ENEL.

The privatization process is at present well under way: the banks Credito Italiano and Banca Commerciale, as well as many other companies of IRI and ENI have been floated or sold, while IMI and INA have been put on the market in 1994.

Following a statutory revaluation carried out in 1994, ENEL's net assets have been valued at Lit. 22,000 billions. ENEL's capital is at present 100% owned by the Treasury.

ENEL Spa is a vertically integrated electric utility that meets more than 87% of Italian electricity demand and operates all over Italy in the fields of generation, transmission and sale of electricity. In terms of electricity sold, ENEL is the third largest utility in the OECD group of countries and the second largest utility in Europe. Figure 3 shows the largest utilities in the OECD countries.

ENEL is also one of Italy's leading companies, in terms of both revenues and cash flow, as is shown on figures 4 and 5.

Figure 6 illustrates very schematically the structure of the Italian power industry: in addition to ENEL, which plays the main role, there are a few municipal companies and several industrial producers.

Figure 7 indicates the Italian power balance in 1994 and shows the contribution of ENEL, industrial producers, municipal companies and imports to the meeting of the power demand. As far as the high value of imports is concerned, it is important to note that, while ENEL's generating capacity is at present sufficient to meet peak demand, imports are due to long-term contractual commitments signed a few years ago or are acquired for economic reasons.

It may be of interest to recall that Italy is the fourth largest electricity market in Europe, after Germany, France and the UK.

The market has grown at an average rate of 3,0% per year in the period 1984-1994, notwithstanding the slowdown experienced in 1992 and 1993, resulting largely from the economic recession. The growth rate in 1994 has been 3,1% for ENEL and 2,9% for the Italian market.

To give an idea of the dimensions of ENEL, figure 8 gives schematic data about the company's generation, transmission and distribution plant.

It is important to underline, at this point, that ENEL has always been managed, even when it was a public entity, using industrial criteria: improvement of efficiency and productivity, as well as minimization of costs and high standards of service quality have always been high priority objectives.

Figures 9 to 13 show some key ratios and statistics and their evolution, confirming the above statement.

As a result, ENEL compares favourably with many of its international competitors on a variety of yardsticks.

In particular:

- figure 9 shows the personnel employed by ENEL in the period 31 December 1981 - 31 January 1995. In this period, while the personnel has decreased by about 17%, the number of customers has increased by more than 18%, and the sale of electricity has increased by 51%. This result has been obtained taking advantage only (and partially) of the personnel turnover and thanks to the wide resort to plant automation, informatics and personnel training and requalification;
- figure 10 shows the number of customers served per employee in the last six years;
- figure 11 the electricity sold per employee in the last six years;
- figure 12 the transmission and distribution losses;
- figure 13 shows how widely automated ENEL's plant is: practically all its hydroplants, substations and primary distribution substations are automated, remotely operated and unmanned.

13

ENEL AUTOMATED AND UNMANNED PLANTS

Type of plant	No.	% of total
• Hydroelectric plants	591	97
• Substations	226	100
• Primary distribution substations	1,401	99

14

COST OF kWh SOLD (1963= 100)

	Fuel	Capital charges	Other costs	Total
1963	10.6	33.9	55.5	100.0
1973	11.0	26.7	35.3	73.0
1983	38.3	30.7	27.5	96.5
1994	18.3	20.0	24.2	62.5

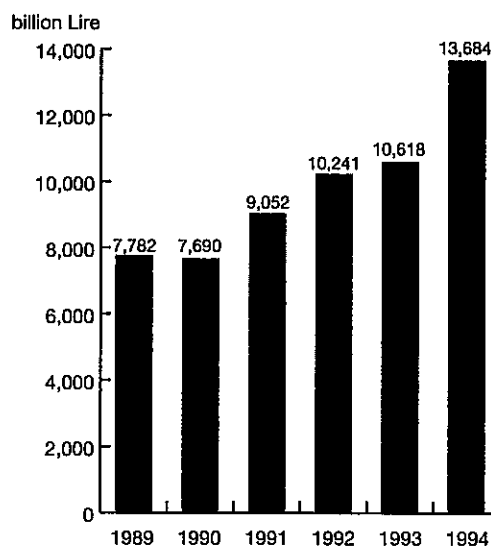
15

A FEW ECONOMIC AND FINANCIAL DATA (1994)

	billion Lire
• Sales revenues	33,365
• Total revenues	35,844
• Added value	22,691
• Gross operating profit	13,684
• Depreciation	7,613
<i>accelerated depreciation</i>	2,328
• Net profit	1,033
• Self-financing	8,788
• Investments in plant	7,876
• Capital invested	72,287

16

GROSS OPERATING PROFIT



The results of the continuous search for higher efficiency and productivity are summarized on figure 14, that shows, in real terms, the cost of the kWh sold, rebased to 100 in 1963. The cost of the kWh sold in 1994 was 37,4% lower than in 1963, notwithstanding the fact that the fuel cost has increased in the period 1963 - 1994 by 72%. The "other costs" (in particular personnel cost), which can be controlled by the management, have been decreased by 56%.

Again to give an idea of the dimensions of ENEL, figure 15 gives some economic and financial data for the year 1993, as the accounts for the year 1994 have not yet been approved. The results of 1994 have shown significant improvements, as can be inferred by figures 16, 17 and 18.

Figure 16 shows the gross operating profit of ENEL in the last seven years: the data for 1994 indicate an increase of about 28% with respect to 1993.

Figure 17 shows the operating profit in the last seven years: the improvement obtained in 1994 has been more than 33% higher if compared to the previous year.

Figure 18 shows the cash flow in the last seven years: the cash flow in 1994 has increased by more than 32%, compared to 1993.

The provisional 1994 data for gross operating profit, operating profit and cash flow are indicative of the substantial progress that has been made since the transformation of ENEL into a joint-stock company.

Figure 19 shows the investment in plants in the last ten years, at constant 1994 prices. In 1994, the investment has been about 7900 billion lire.

Figure 20 shows the financial debt of ENEL and the ratio financial debt/revenues in the period 1989 - 1994.

The rather high indebtedness of ENEL can be attributed to several factors:

- when it was founded, ENEL had no share capital and was obliged to raise debt in order to compensate the companies which were nationalized;
- for a long period, during the 70s and the first part of the 80s, tariffs were kept artificially low in order to hold down inflation in Italy;
- in the past ENEL has been obliged by the Government to assume certain financial liabilities.

It is, however, important to point out that in 1994, for the first time in ENEL's history, the financial debt has decreased by more than 2900 billion lire and the ratio debt/revenues has undergone a substantial reduction. The debt of ENEL decreased to about 26,700 billion lire, if the credits ENEL has got from the State are taken into account.

As in 1994 the improvement in the company's financial position will largely result from a substantial increase in its selffinancing capability; this will, in turn, result from the increased productivity and efficiency and from the new tariff policy, which shall be dealt with later on.

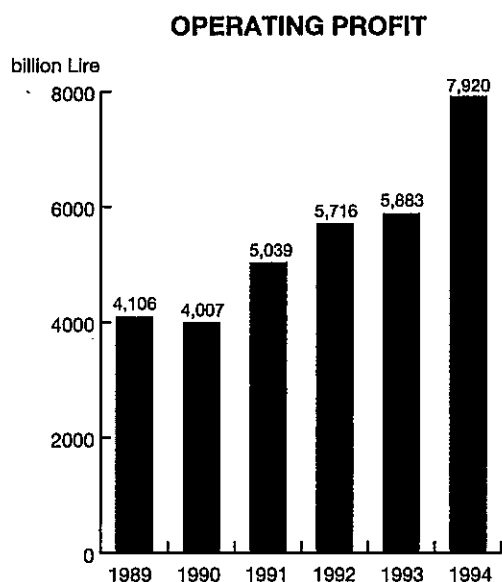
THE PRIVATIZATION OF ENEL

The new Government, that is in power since last January, intends to favour competition, as far as new capacity is concerned, and to privatize ENEL as an integrated utility providing generation, transmission and distribution services.

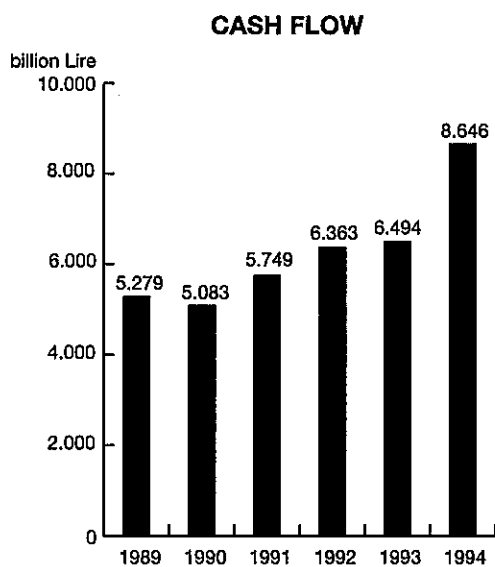
The preparatory steps which still need to be taken before ENEL's flotation are (figure 21) the issue of the Concession and the institution of the Authority that will regulate and control ENEL's operation (including a tariff system).

The Concession will establish the rights and obligations of ENEL and of the Government

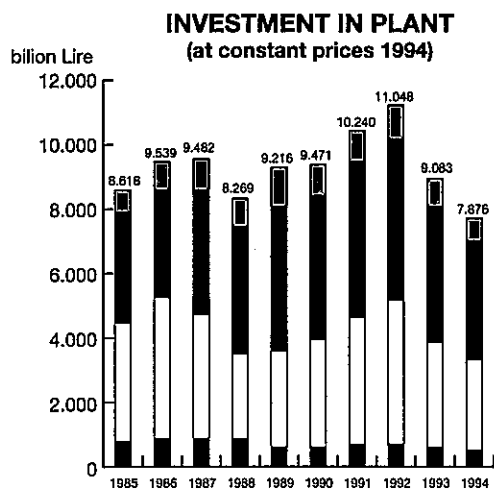
17



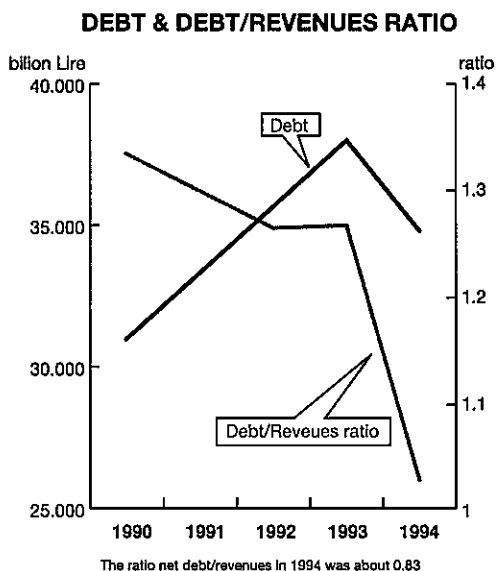
18



19



20



(through the Ministry of Industry); the Concession is obviously a key element of ENEL's regulatory environment.

A draft of the Concession Act is being developed and it is the intention of the Ministry of Industry to issue the Concession very shortly.

It is up to the Parliament to issue the law that will institute the independent authority which will control and regulate the supply of electricity. A bill is, at present, under examination of the Parliament and it is the intention of the Government to give priority to the approval of that bill.

Among the other duties of the Authority, there will also be the establishing of tariff structure, according to the guidelines set out by the law.

In this respect, a new tariff system (figure 22) is being under definition, and it is expected to give due consideration to the interests of consumers and to enable and encourage ENEL to improve its profitability. This will represent a significant change from past policy, when ENEL's economic objective was essentially to achieve a balanced profit and loss account.

A first step was taken by the Government, in December 1993, when some domestic discounts were reduced, a very modest increase in tariffs (2%) was introduced and connection charges were revised. It is expected that the new tariff system will establish clear criteria and mechanisms for the prompt recovery of specified costs (such as fuel costs) and that it should stimulate ENEL to achieve greater productivity and management efficiency. To this last end the Government intends to use the price-cap method. From its side, ENEL is thoroughly reviewing ways in which costs can be further reduced and the group's resources better used.

Worldwide, the electricity sector is undergoing rapid changes: on one hand, many utilities are in the process of reorganization or privatization while on the other hand, electricity markets are characterized by growing competition and internationalization. Diversification, both industrially and geographically, is another challenge confronting many power utilities in the industrialized world.

The electricity sector in Italy (figure 24) is well in line with these trends: electricity generation has been partially liberalized in 1991 (as far as generation from renewables, cogeneration and residues utilization are concerned) and, as has already been recalled, there is general agreement that power generation from new plants will be liberalized. ENEL is ready and well equipped for competition with other producers.

As for the internal power market, in Italy, the prospects of growth are very good: the electricity penetration and the per capita power demand are still lower than in many other industrialized countries and there are still good margins for growth.

A significant effort shall also be devoted to taking the advantages of the opportunities offered by the international power market. ENEL has a long tradition in this field, as a result of the many engineering and consultancy activities carried out in many parts of the world.

ENEL intends to devote careful attention to the opportunities for diversification only in the fields where its competence and know-how can be profitably used.

In conclusion, the efforts to increase profitability, to improve efficiency, to keep service quality in line with customers' needs and to maintain technical excellence will be further continued

21

ENEL privatisation - Main steps to be taken:

- establishment of a Regulatory Authority
- approval of a "Concession"
- definition of a new tariff policy

22

New tariff policy:

- to enable shareholders:
 - to earn an appropriate return on their investment
 - to finance ENEL activity in the future
- establishing mechanisms that will adjust tariffs to cost evolution.
- formulating criteria to stimulate efficiency and productivity (e.g. price-cap)
- first step: measures approved in December 1993

23

The electricity sector worldwide main trends:

- global transformation: privatisations, reorganisations
- growing competition worldwide
- internationalisation of activities
- diversification of electric utilities' activities

24

The electricity sector in Italy - in line with these trends:

- January 1991: generation is partially liberalised
- by 1999 IPP's capacity in operation is expected to reach 5,700 MW



Development Track of Power Engineering and Electricity Transmission in Slovenia

Pregled razvoja proizvodnje i prijenosa električne energije

Dr. Janez Hrovatin, dipl.ing., Dr. Franc Jakl, dipl.ing.

ELES SLOVENJA, Ljubljana

ABSTRACT

The initial part of the paper describes the historic development, from the first use of electricity for lighting (1883) and industry (1888), to the construction of the first public power plants (1898) in the past century in Slovenia. This is followed by the presentation of the beginning of electrification, together with the development of the transmission network in Slovenia, and the organizational development of the electricity transmission in Slovenia, from 1924 up to the present. The 31 years long co-operation of Slovenia in SUDEL and UCPTE, with its operational tasks and strategic trends, is specially presented. At the end, the most important aspects of the European Energy Charter, together with the possibilities of the future long-term development of the Slovenian transmission network until the year 2020, are presented.

SAŽETAK

U prvom dijelu ovoga referata opisan je povijesni razvoj, od prvog korištenja električne energije za rasvjetu (1883) i industriju (1888) do izgradnje prvih javnih elektrana (1898) u prošlom stoljeću u Sloveniji. Potom je dan prikaz početka elektrifikacije kao i razvoja prijenosne mreže u Sloveniji, te organizacijski razvoj prijenosa električne energije u Sloveniji, od 1924. do danas. Posebno je opisana tridesetjednogodišnja suradnja Slovenije u SUDEL-u i UCPTE s njezinim operativnim zadaćama i strategijskim trendovima. Na kraju su opisani najvažniji aspekti "Europske energetske povelje", te mogućnosti budućeg dugoročnog razvoja slovenske prijenosne mreže do godine 2020.

1. INTRODUCTION

Electrical power engineering holds a hundred year's tradition in Slovenia. At the end of 19th century Slovenia had a world-wide renowned electricity expert, Jožef Stefan (1835-1893) (1). He was known as a Slovenian writer and poet, as a professor at the Vienna University and as a prolific researcher and scientist in all fields of the physics of that time. The radiation law is his best known scientific work and it is still one of the basic laws concerning the heat transmission.

The Stefan's student Ivan Šubič wrote the book entitled "Electricity, its generation and use", which was published in 1897 by the "Slovenska matica", a publishing house in Ljubljana, and

which is the first Slovenian book on electricity. In this, for that time unique book, the author described, for the first time in the Slovenian language, the development track of technical sciences and laid a special stress upon the emergence of electricity in the past century. Nikola Tesla (1856-1943), who was born in the hamlet Smiljan, near the town of Gospić, is regarded as one of the giants of electrical engineering. He has had, through his inventions, among which the polyphase systems is specially important, a crucial impact on the development of the electrical power engineering in Slovenia. Among the Slovenian giants of electrical engineering we certainly count professor Milan Vidmar (1885-1962), who is, above all, known as a great expert for transformers. Beside his numerous scientific and technical books and papers in the field of optimal transmission of electricity, he had, with his distinctive professional approach, a decisive impact on the development of electrical power engineering in Slovenia and abroad. He was also the founder of the first Slovenian University in Ljubljana (1919) and of the first electrical power institute (1948), to which was, in 1968, posthumously given his name and became "Milan Vidmar Electoinstitute".

Among all natural phenomena that served to men, the most important driving forces were steam with steam engines and electricity which, by the end of the century, gradually begun replacing the former. The epochal works of scientists and inventors in the second half of the past century and at the turn of the century, such as Englishman Maxwell, Germans Hertz and Siemens, American Thomas Alva Edison, Croat Nikola Tesla and many others, have helped electricity to penetrate into all spheres of human life. It can undoubtedly be said that the electricity with its invisible forces gave a peculiar mark to the past century. The century was approaching its end in the sign of electricity, due to many inventors, some of them being also members of "small" nations.

2. HISTORICAL DEVELOPMENT OF ELECTRICITY USE IN SLOVENIA

The first electric light in Slovenia lighted on 4 April 1883, in Maribor (4). Only four years after the historic invention of the first carbon incandescent lamp by T.A. Edison (1879), the Maribor based enterprise Karl Scherbaum introduced in its steam mill an electric lighting system consisting of 36 lamps. They were, according to the incomplete data available, supplied by a steam driven DC generator, whose capacity was about 5 kW. From the same reference (4) it can also be seen that on 5 May 1884 lighted the first electric light in the Postojna cave, which was available to tourists as early as in the year 1819. In the first years, there has been quite a lot of problems with its lighting, since at the beginning torches, and later oil lamps were used. Both these illuminants were totally inappropriate because of ecological questionableness of such an illumination, where substantial quantities of smoke and soot were released. Smoke and soot were causing a big damage to the stalactites and stalagmites and with the increasing number of visitors the problem of lighting was becoming more and more troublesome. It was not earlier than in 1883, when the cave management made a contract on the installation of electric lighting in the cave with the company Siemens - Halske from Vienna. This company installed a little electricity generation unit on wheels, consisting of a piston steam engine and a 110 V DC generator and having maximum capacity of 12 kW. 12 arc lamps with luminous intensity of 1300 cd each were installed in different parts of the cave. Arc lamps were the most suitable source of light for the illumination of an underground cave at that time, since they provided rather high light intensity, and their electricity consumption was lower than that of the first incandescent lamp, whose development was in the infant phase. The first carbon filament incandescent lamps had the light intensity of up to 50 cd only.

In 1885 Teodor Gunkel, the proprietor of Laško thermal baths, introduced electric lighting, supplied by a DC generator that was driven by a wooden waterwheel having the diameter of 5 m and blade width of 1 m, and which was installed at the Rečica brook. Healing power of the Laško springs was scientifically confirmed as early as in 1818. But only the construction of the "Southern Railway" that connected Vienna and Trieste, created possibilities for a prosperous development of numerous places alongside it. The Laško thermal baths, or Institution for medical rehabilitation of disabled persons, as they are called today, started with the commercial

operation in 1854. The waterwheel drove a pump for pumping the thermal water to a swimming pool, located at a higher level, and at the same time it served as a prime mover of two DC generators having the overall capacity of 5 kW. These two generators supplied the lighting of the swimming pool and of the promenade in the adjacent park. This facility had operated until 1935, when the waterwheel was replaced by a 10 kW hydraulic turbine. This humble device is ranked among the first facilities for hydroelectric power generation in Slovenia.

In 1888, a lead and silver smelter was erected in Litija (shut down in 1922), where a 125 kW, 110 V DC generator supplied the lighting and machines, driven by electric motors. It also supplied the nearby settlement and the railway station. This industrial plant was the place, where electricity has been used for the first time in Slovenia for supplying electrical machines (electric motors).

The first street-lighting in Slovenia was installed in 1888, when a part of the city of Maribor was illuminated by electric lighting during the visit of the heir to the Austro-Hungarian throne Rudolf von Habsburg, son of the emperor Franz Josef I. This temporary installation of a street-lighting system had only a symbolic character.

The year 1890 is important for Slovenia for the following three reasons:

In this year a 10.2 kW, 110 V DC generator was attached to the existing hydraulic turbine, located on the Mura river in the cardboard mill in Ceršak, in Slovenske Gorice (today's Paloma from Sladki Vrh), thus making possible the electric lighting of the factory.

In the same year, the electric lighting was introduced in the rolling stock maintenance workshops of the Southern Railway, located in Maribor's district Studenci (today's Factory of Railway Vehicles TVT Boris Kidrič). Foundation of these workshops, in 1865, represents an important milestone in the industrialization of Maribor. After this year the industry of metal articles in Maribor and in other cities alongside the railway began to develop rapidly.

In Savlje (Kleče near Ljubljana), the first water reservoir with the pumping facility for the Ljubljana municipal water supply system was arranged in 1890. A 3.5 kW DC generator for supplying the electric lighting of the area around the facility was connected to the steam drive of waterpumps.

The last decade of the past century brought a certain progress in the development of electrification in Slovenia due to installation of new electricity generation facilities. These new facilities were mainly erected by the local industry for its own needs. A rather small number of more progressive communes has also taken care of the electrification in their own territories.

Thus, for example, the progressive entrepreneur Vinko Majdič from Kranj intended, in 1893, to electrify a part of the city of Kranj, beside his mill. He installed a 300 hp hydraulic turbine that should satisfy the electricity demand of the enlarged mill and of the electric street-lighting system. Unfortunately, due to a discordance between the city fathers concerning this novelty, the mill's owner had to give up his intention of providing the street-lighting to the city. Nevertheless the Majdič's power plant (reconstructed in 1937) in the later periods significantly hastened the general progress and development of Kranj and its environs.

The commune of Idrija built on the Idrijca river, in 1893, the first power plant with a vertically mounted Francis turbine of 35 kW. In Škofja Loka (in today's hat factory) a 24 hp hydraulic turbine was installed on the Sora river, in 1894. This turbine ran a 15 kW, 110 V DC generator. A part of generated electricity was used for the supply of the street-lighting system of the town of Škofja Loka. This represents the first street-lighting in Slovenia of the mixed type (industry and public use). In the following years, the industrial small-size hydro power plants have been erected, among other places in: Jelendol near Tržič (1895), Šmartno near Litija (1895), Jesenice and Javornik (1896), Cerklje in Gorenjska (1897), Ljubija near Mozirje (1898), Ajdovščina (1898), Log under Mangart (1898), Kranj (1898), Mislinja (1899), etc.

As a curiosity, let us mention that the first use of electricity for the electric traction (tramcar) in Slovenia came in Piran (1895), five years earlier than in the Slovenian capital Ljubljana. The commune of Kočevje decided, in 1896, being the first in Slovenia, to supply electricity to the city for the public needs.

The first use of the three phase system in Slovenia, with the transmission of electricity over a long distance, was realised in 1896. Close to Fužine, near Ljubljana, a small hydro power plant with two turbines and a 650 kVA, 50 Hz three-phase generator was erected. It supplied the Vevče paper mill over a 3 kV (later reconstructed to 6 kV), 3.1 km long overhead line.

The first electric light in Ljubljana lighted as late as on 1 January 1898, when the city of Ljubljana got its first own power plant. The DC generators having overall capacity of 640 kW were driven by steam. The facility was owned by the municipality, and therefore it belonged to the group of public power plants, in contrast to the majority of other power plants, which were mostly industrial. On the other side of Slovenia, the Maribor municipality did not pay any attention to the electrification of the city, not even in the much later periods. It started only in 1920, since the foreseen municipal power plant at Mariborski otok (today's outdoor swimming pool complex) would be considerably oversized for meeting the local demand only, and therefore too expensive and not remunerative. Finally, a solution was found in form of the connection over a 10 kV overhead line to, at that time foreign, hydro power plant Fala, which had been built with the foreign capital (distribution voltage in the city was 380/220 V).

On the basis of the above mentioned historical facts, a conclusion that the last two decades of the past century were decisive, regarding the use of electricity in Slovenia, can be drawn. The first electricity generating device (Maribor 1883) was driven by steam, and two years later (Laško 1885) electricity was, for the first time in Slovenia, generated with the exploitation of water energy (using a waterwheel). In this first development phase the electricity was produced in DC generators and was used exclusively for the local lighting. The first electric street lamp was lighted, though only symbolically, only in 1888 (Maribor), and in 1894 Slovenia got the first street-lighting system of mixed type (Škofja Loka).

Characteristic for this pioneer's phase of the introducing of electricity in Slovenia is also the following: in spite of a quite favourable geographic and hydrologic structure of the Slovenian rivers (including smaller rivers and brooks), only 5 % of generators were driven by waterwheels or hydraulic turbines, while the remaining 95 % were driven by steam. All the above mentioned electrified facilities lie close to the Southern Railway Vienna - Trieste, which made possible the economic growth. That is why the industrial and other plants could procure the electricity supply earlier than those not having such a convenient location (at that time only with DC over short distances). The very low portion of hydro power plants can also be understood, due to relatively expensive construction of water reservoirs that were usually not located within the area of industrial plants, and due to the modest beginning level of electric machines development, since only DC machines were used. Only the invention of polyphase systems by Nikola Tesla (US patent for a two-phase AC generator of 1 May 1888 (5)) created suitable conditions for the use of AC all over the world, including Slovenia.

Though it was only one century ago, when the first electric light in Slovenia was lighted, the development of electrification in Slovenia is known only in a descriptive form. It all started with the small private owned power plants, and also with some communal ones for the electricity supply of very limited territories. But this situation could not be described as a general electrification in today's meaning. At the turn of the century (1900), there were 35 power plants in Slovenia with the overall capacity of 2959.7 kW (4). These power plants were mostly industrial that were in a smaller extent also used for electricity supply in certain areas, where the street-lighting was of the main importance. In this development phase, the first communal (municipal) - public power plants, designed for the general use supplying the consumers within limited areas, appeared. Even purely technically, the direct current did not allow a larger radius of the supply.

At this time the electricity also penetrated into the craft workshops, while it was much later when electricity began to be used in agriculture. In spite of the very early start of the use of electricity in Slovenia, the progress of electrification before the second World War was very slow. Some mixed purpose power plants, which were designed for the supply of industrial plants, a part of generated electricity was available to the public use in their vicinity, were erected. But it was only the period after the second World War that brought an adequate electricity supply to all kinds of consumers, when the rapid development of industry and the entire economy called for the simulta-

neous development of electrification in the whole area of Slovenia and beyond its borders.

In the first phase of electrification in Slovenia, the main owners of power plants were private entrepreneurs and co-operative societies, to whom generation and sale of electricity were not the only, but usually the most important source of revenues.

In the years 1912 - 1915 the Završnica hydro power plant (2500 kW) was erected. The electricity, generated in this power plant was used for electrification of the territory between Jesenice (Hrušica), Radovljica, Brezje, Bled and Gorje. This power plant, together with belonging 50 km of 10 kV overhead line and 50 km of network, connected to 35 transformer stations, represents the actual beginning of general electrification in Slovenia.

The first World War completely stopped this development. Some signs of stagnation have remained present even for some time after the War. The construction of the Fala hydro power plant on the Drava river, whose construction was finished just before the end of the first World War, in 1918, by the foreign capital, is of exceptional importance for the further electrification of Slovenia. According to the original plans of the then existing Austro-Hungarian Empire, this plant was foreseen to supply the German part of the then Styrian Province and the city of Maribor with electricity. But the outcome of the war caused essential changes of these plans. The Fala power plant was very important for the electrification of Slovenia during the first years after the end of the first World War.

3. DEVELOPMENT OF SLOVENIAN TRANSMISSION NETWORK

Erection of the Fala hydro power plant between 1912 and 1918, which represented a great technological achievement of that time, created possibilities for the transmission of electricity over longer distances, though the electricity generated in the Fala plant was in the first place meant for the electricity supply of the adjacent Ruše chemical plant and the city of Maribor with its environs. In order to attract new consumers, it was necessary to build new transmission lines with appropriate infrastructure. With the construction of the double-circuit 80 kV Fala - Laško transmission line (so called "Fala transmission line"), it was, for the first time in Slovenia and in this part of Europe, possible to transmit electricity over a longer distance (77 km). This transmission line was preliminarily foreseen as a connection between Fala hydro power plant and Trbovlje coal fired power plant, but the then level of technological development did not allow construction of the section between Laško and Trbovlje, which should cross an area of unstable land, where landslides are frequent. Therefore a line with lower (35 kV) voltage was built between these two places, as well as between Laško and Celje (1926). Up to the year 1930, when the 80/10 kV substation Radvanje was erected, one circuit of the Fala transmission line between Fala and Maribor operated at 10 kV for the supply of the city of Maribor (1919). The 80 kV transmission line was then meshed into this substation. The expansion of Fala towards the west followed after the construction of the 10 kV (later reconstructed to 35 kV) line Maribor - Ptuj - Ormož - Ljutomer - Murska Sobota, together with the branches Ormož - Središče ob Dravi (1926) and Ormož - Vinica - Ladanje (1927), as well as Vinica - Varaždin (1928).

The 80 kV "Fala transmission line" was in 1948, after the reconstruction of equipment in Fala and Laško, connected to 110 kV, and in 1954 to the newly erected 110/35 Pekre substation. The section of this line between Fala and Pekre was reconstructed in 1968. During this reconstruction the 60 and 70 mm² copper conductors were replaced by new homogenous conductors, made of aluminium alloy AlMg1E, and with the cross section of 185 mm². The remaining part of the transmission line between Pekre and Laško still has original 60 and 70 mm² copper conductors and the original insulation. A step-by-step reconstruction of the entire line has been for some years in the development plans. The first phase should be reconstruction of the section between 400/110 kV Maribor substation and Slovenske Konjice, while in the second phase the section between Slovenske Konjice and Selce substation near Celje should be reconstructed. It is planned that the entire line would be replaced by the new one at the same location with Al/Fe 240/40 conductors.

In 1929 the Velenje coal fired power plant was built (2 x 1000 kW), which was in 1934 expanded by a new 5250 kW unit. With the construction of 65.5 km long 60 kV Velenje - Podlog - Črnuče transmission line (1929 - 1931), the interregional connection between Šaleška and Savinjska valleys with the Ljubljana region was realized. This accelerated the electrification of the city of Ljubljana and its surroundings.

In the Littoral region the Plave (1936) and Doblar (1939) hydro power plants were connected over only one 132 kV line with the 132/50 kV substation in Opčine. This substation was connected over Sežana, Divača, t. Peter (Pivka) with the 132/50 kV Matulji substation. This part of Slovenian network operated for a decade with the frequency 42 Hz, separately from the rest of the network. After the annexation of the Littoral region to Yugoslavia, in 1947, the transmission lines that were leading from the Soča power plants over Opčine towards Rijeka and Pula, were cut off. Therefore new lines had to be built in order to integrate the Littoral network into the uniform network of central Slovenia and Croatia. This was not realized before 1949, when the 1949 transmission line Doblar - Godešić - Kleče - Črnuče was built, whereby the Littoral and Ljubljana region were connected.

During the German occupation the Dravograd hydro power plant was erected, as well as 110 kV transmission line Labot - Dravograd, 2 x 110 kV transmission line Dravograd - Velenje (only one circuit of the line was completed), while on the other side of Slovenia the 110 kV Laško - Brestanica - Zagreb transmission line was built. The 110 kV Brestanica - Zagreb (Rakitje substation) transmission line was the first connection between the power systems of Slovenia and Croatia (at the beginning this line operated at 35 kV). By the end of 1949 this line began to operate at 110 kV, which was made possible by the makeshift 110/30 kV substation Sv. Klara near Zagreb.

4. THE FIRST YEARS AFTER THE SECOND WORLD WAR

The 110 kV voltage level was for the first time in Slovenia, as well as in Yugoslavia, introduced in 1943, when the Dravograd hydro power plant was connected to the 110 kV Velenje - Dravograd transmission line.

The liberty, which came after four years of bloody war that claimed many victims, did not bring only joy to the Slovenian nation, but also a pretentious task. The facilities that were destroyed or damaged during the war had to be repaired as soon as possible. A lot of self initiative, zeal-ousness, giving up and in many cases also improvisation was needed to create basic conditions for the further development. The personnel of the electricity supply industry was also aware of these principles, especially due to the fact that its activities create conditions for operation and successful development of other branches of economy.

Beside the restoration of severely damaged Dravograd and Mariborski otok power plants, the works for restoration of transmission and distribution facilities in Slovenia and Yugoslavia also started immediately after the end of the war.

One of the first activities of this kind in the north-western Slovenia was the restoration of the 110 kV Velenje - Dravograd transmission line, which as early as in the autumn 1945 created conditions for the transmission of electricity, generated by the Dravograd power plant, to Velenje and further towards Ljubljana.

In 1948 the double-circuit 110 kV Dravograd - Maribor - Pekre line was built, which today serves as the "Drava bus". In this period was also built the 110 kV Laško - Velenje transmission line, whose towers are, due to the serious shortage of iron at that time, made of concrete. The 110 kV lines Laško - Trbovlje and Šoštanj - Kleče were also built in the period between 1948 and 1949, when many transformer stations across Slovenia were reconstructed as well.

The main characteristic of this period was relatively poorly developed 110 kV high voltage network. The basis of the then Slovenian power system was the medium voltage (35, 20 and 10 kV) distribution network. The ever growing industrialization and electrification of rural areas

called for higher investments in this field. Systemic solutions were necessary. New factories were erecting, and electrification of the rural areas was going on under the slogan "electric light in every village and in every house". In spite of very limited financial possibilities, some very important transmission facilities were built in the period between 1950 and 1960 (6, 7, 8).

In the period between 1950 and 1954 the 110/35 kV bulk power substations in Pekre (for Maribor region) and in Kleče (for Ljubljana region) were erected, while the similar facility for the Littoral region was built in 1955 in Divača. The basic studies for these facilities, as well as many others, were elaborated by the Electrical Power Institute in Ljubljana, whose head was Prof. Milan Vidmar and later Prof. Marijan Plaper.

In the period between 1948 and 1949 the 110 kV transmission line Maribor - Nedeljanec was built, which was after the erection of the aluminium smelter in Kidričevo (today's TALUM Kidričevo) connected to the newly built 110/10 kV Kidričevo substation (1954). This line has (-type concrete towers, three Al/Fe 240/40 mm² conductors and two Fe 70 mm² ground wires. For the reliable supply of the then largest consumer of electricity, in the period between autumn 1953 and May 1955 another 110 kV line was built (the so-called "Vidmar line"). After the recommendations and theoretical findings of Prof. Vidmar, aluminium 500 mm² conductors without any mechanical reinforcement (product of IMPOL from Slovenska Bistrica), were used for the first time in Slovenia.

In the period between 1961 and 1962 the 220 kV Mraclin - Kidričevo line was built (between 1963 and 1966 it operated at 35 kV for the supply of the Kidričevo aluminium smelter). Between 1965 and 1966, the extension of this 220 kV line from Kidričevo to the newly built 220/110 kV Cirkovce substation was built. On 12 December 1966, the electricity at 220 kV voltage level for the first time flew between Slovenia and Croatia over this line.

5. PERIOD BETWEEN 1960 AND 1970 - CONSTRUCTION OF 220 KV TRANSMISSION NETWORK

The constant growth of electricity consumption, due to the progress of industrialization and increase of personal and social standard, required new technical and systemic solutions also in the transmission activity, where the interconnection of all Yugoslav republics and their regions was of main importance. It was the time when the idea of construction of the superposed 220 kV and 400 kV networks of Yugoslavia was ready to implement.

The introduction of 220 kV voltage level in Yugoslavia began in 1956, while the construction of 400 kV network started in 1970. The first Yugoslav 220 kV facilities in operation were the 220/110 kV Belgrade III - Jajinci substation and 220 kV transmission line Belgrade - Bajina Bašta. They were connected to the power system in 1960. The 400 kV level started with operation in July 1970, when 400 kV Belgrade VIII - Derdap transmission line and 400 kV substations in Belgrade and Derdap were connected.

The studies made in Slovenia in the period between 1960 and 1962 caused that the year 1964 represented the milestone concerning the start of construction of the 220 kV superposed transmission network, of which the main substations were to be located in Kleče for central Slovenia, in Cirkovce for north-western Slovenia and in Divača for the Littoral region. In contrast to the other parts of Yugoslavia, the Al/Fe 490/65 conductors were in Slovenia chosen also for the 220 kV network.

In the period up to the year 1970, all Slovenian 220 kV lines were built and put into operation. The backbone of this network is the line between Cirkovce, Podlog, Ljubljana and Divača, to which the branches Podlog - Holmec - Obersellach (Austria) and Divača - Padriciano (Italy) are connected. In this period the substation Podlog was also erected, where the third unit of the Šoštanj coal fired power plant (275 MW) was connected to the 220 kV network, and the fourth unit of the same power plant (335 MW), which was in 1977 connected to the 400 kV network. In Slovenia approximately every ten years a new higher voltage level was introduced: 220 kV network started its operation in 1966, when the 220/110 kV Cirkovce substation was connected

over the 220 kV Mraclin (Croatia) - Cirkovce transmission line (the first trial operation on 12 December 1966 at 12.00 h), and 400 kV network started its operation in 1976, when the 400 kV line Maribor - Podlog - Ljubljana was turned on (the first trial operation on 29 December 1976 at 13.00 h).

6. PERIOD BETWEEN 1970 AND 1985 - CONSTRUCTION OF THE SLOVENIAN 400 KV TRANSMISSION NETWORK

It was planned that the construction of the 400 kV transmission in Yugoslavia would be realized in phases. Officially it started with the resolution of the Yugoslav Government (Federal Executive Council) and with the Act on the ratification of the agreement of guarantee between Yugoslavia and International Bank for Reconstruction and Development, which was adopted by the Yugoslav Federal Assembly on 23 November 1972.

From the technical point of view the first phase of its construction was adopted at the Yugoslav National Committee of CIGRE, meeting in October 1970 in Dubrovnik, which was followed by the decision of the "self-management" bodies of the assembly of the Yugoslav Power Authority (JUGEL), the electricity generation and transmission companies of all Yugoslav republics, and finally by the adoption of the then legislative bodies and Yugoslav National Assembly.

The new, higher voltage level became necessary, due to the ever increasing electricity consumption in Yugoslavia, where it was necessary to connect the major centres of consumption with often quite distant regions where major power plants were located. This necessity was clearly indicated by the studies of the following institutes: "Milan Vidmar" Electrotechnical Institute from Ljubljana, Electrical Power Institute from Zagreb and Electrical Engineering Institute from Belgrade, as well as by many studies, elaborated in the framework of JUGEL. The planned extent and configuration of the 400 kV network in Slovenia are defined in the study of "Milan Vidmar" Electrotechnical Institute entitled "Prospects of the Future Development of the Highest Voltage Networks in Slovenia" (9). According to these concepts the Slovenian 400 kV was finally accepted by the adequate technical commissions and realized in the following years.

In the framework of the first phase 287.2 km of single-circuit and 36.3 km of double-circuit 400 kV lines were built, as well as the following bulk power substations: 400/110 kV in Dogošë near Maribor (1976), 400/220 kV in Beriãevo near Ljubljana and 400-220/110 kV in Divaãa (1979). In the second phase the following facilities were built: 400 kV interconnection line Divaãa - Redipuglia (Italy - 1979), 400 kV Podlog substation (1981), where the 400/220 kV transformation was installed in 1985, 400/110 kV Kranj (Okroglo) substation (1985), 2 x 400 kV line Beriãevo - Kranj (1985), 2 x 400 kV interconnection line Maribor - Kainachtal in Austria (1989 - 1992) and 2 x 400 kV line Krško - Beriãevo (its construction has not yet started). The 400 kV switchyard in Krško was built as a part of Krško nuclear power plant and put in operation in 1981. In the period between 1986 and 1990 it was also planned to build the 400/110 substation in Krško (some preparation works on the switchyard plateau were carried out in 1989), but this investment was shifted to the period after 1995. According to the plans, a new 400 kV interconnection line will be built between Slovenia and Hungary, if adequate political and economic conditions are fulfilled, as well as a new 2 x 400 kV line between Krško and Beriãevo.

The 400 kV interconnection line Divaãa - Redipuglia (Italy) is a peculiarity, since it was built of three conductor bundles 3 x Al/AW 475/25 mm², while the two ground wires are Al/Mg1/Fe 120/70 mm². The total length of this line is 50 km, 38.89 of which on the Slovenian side. This line was for the first time connected to the 400 kV network on 16 September 1980.

The HV network of the former Yugoslavia at the end of the second World War (1945) and 12 years later (1957) is shown in Fig. 1 (11, 12). For the first shown period it is characteristic that separated 30 to 80 kV levels existed within the republics. In the 1950's the increased transmission of electricity required the construction of 110 kV network in Slovenia and Croatia, as well as in other Yugoslav republics. Thus local, and later interrepublican, not interconnected sub-

systems were formed, which were later transformed into mutually connected systems.

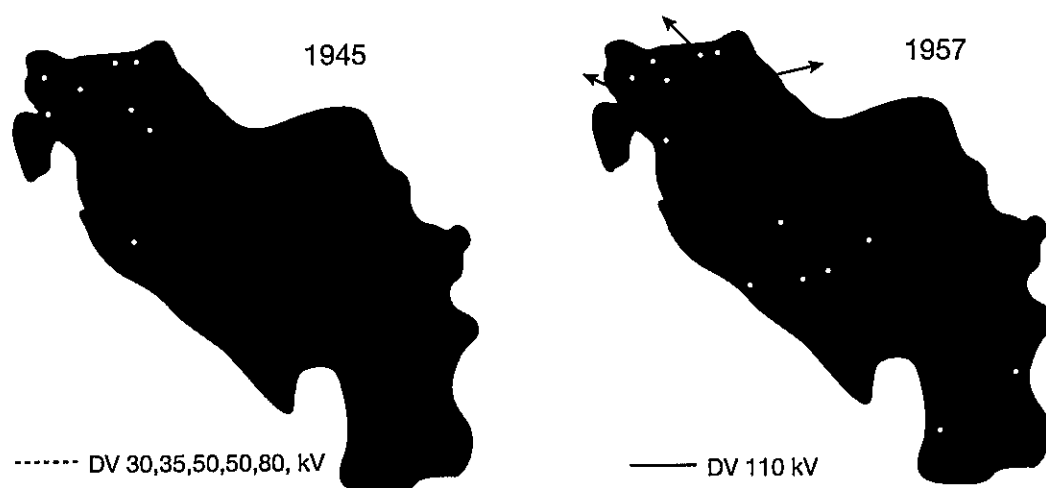


Figure 1: Development of HV network in 1945 and 1957

The development of 220 kV and 400 kV transmission system in 1975 and 1991 is shown in Fig. 2, while the Prof. Vidmar's idea about the 400 kV system that was to connect all republics and autonomous provinces of the former Yugoslavia, is shown in Fig. 3. This scheme was for the first time presented in 1961, in the last book of Prof. Dr. Milan Vidmar (13), which was already influenced by the researches of his assistant Prof. Dr. Marijan Plaper.



Figure 2: 220 kV and 400 kV HV networks in 1975 and 1991

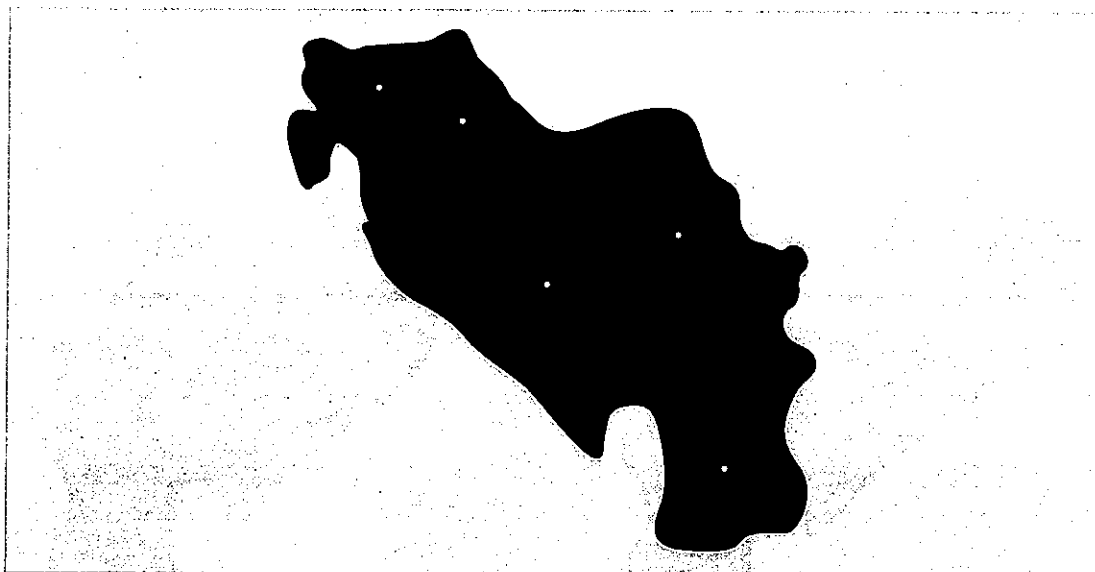


Figure 3: Prof. Vidmar's idea about the 400 kV system of Yugoslavia from 1961

7. ORGANISATIONAL DEVELOPMENT OF THE ELECTRICITY TRANSMISSION SECTOR IN SLOVENIA

In parallel to the development of transmission facilities construction, spreading of transmission activities, and an increase in the number of employees engaged in operating these facilities, there had also been changes in organisational forms of the transmission sector. Besides the changes in the ownership of these facilities, the organizational modifications had been influenced, above all, by the immediate political and economic relationships in the society (8).

In the year 1924, when the first 80 kV overhead transmission line Fala-Laško was constructed, the hydroelectric power plant Fala was owned by a joint-stock company, which was predominantly managed by Swiss and Austrian (STEG of Styria) companies.

Together with the transmission line, in 1924, the primary distribution substation Laško, and in 1930 the primary distribution substation Radvanje were commissioned. At both locations maintenance workshops and magazines for spare parts were set up (8).

After various reorganizations of Swiss banks, in 1927, the company Swisselektra-Basel emerged as the main shareholder and creditor of Fala.

In June 1941 Germany confiscated all movable and immovable possession of the Fala plant and set up the company Energieversorgung Suedsteiermark AG - (E.V. Sued) (Electricity Supply Company for the Lower Styria) with their head office in Graz, and its regional office in Maribor.

Immediately after the second World War all existing power plants, transmission and distribution lines were nationalized and managed in an administrativ-centralistic manner between the years 1945 and 1952. The Slovenian government abolished, in 1945, the German company EV Sued, which was registered in Maribor.

On 5 December 1946, the property of the joint stock company Fala power plant passed over to state ownership. The power plant Fala was included into the newly formed company of State Power Plants of Slovenia (DES), founded on 4 October 1945, and at the same time Power Plant Fala discontinued its up to then distribution activity.

Based on a decree of the Federal Government, the electric power system facilities in Slovenia were, on 19 November 1946, divided between the Slovenian DES and the Croatian company for the electrification of the western region ELEKTROZAPAD, which among other things also took over the Hydroelectric Power Plant (HPP) Dravograd, HPP Mariborski otok under con-

struction, HPP Moste under construction, HPP Medvode under construction, as well as the Thermal Power Plant (TPP) Velenje, TPP Trbovlje, and TPP Rajhenburg (Brestanica) and also the following transmission lines: 110 kV lines Dravograd - Velenje, Trbovlje - Laško, Laško - Brestanica - Sotla, Mariborski otok - Dravograd under construction, Dravograd - Libeliče under construction, 60 kV line Velenje - Podlog - Trbovlje, and Podlog - Trbovlje together with the appertaining substations.

But after a short period of time this company was abolished and two new companies, covering the territory of Slovenia were formed: Electric Company Ljubljana, which had its headquarters in the beginning in Maribor, and later in Ljubljana; and a company for electricity distribution with its central office in Ljubljana.

On 28 June 1948, within DES, ten regional offices were brought in and a new company for the electric industry ELEKTROTEHNA was established.

On 26 November 1948, the Institute for the electrical power industry was founded in Ljubljana as an institution for scientific work and studies within the electric power industry activities. On 9 October 1968, its name was changed to Electrical Institute "Milan Vidmar".

The State Power Plants of Slovenia were, on 25 December 1948, put under the administrative management of the newly established General Direction of the Electrical Power System of the People's Republic of Slovenia (GEDES).

The state economic enterprise (DGP) Electric Company Ljubljana was abolished on 31 March 1949, and three new government owned companies were formed: Power Plants Senovo - Rajhenburg (today Brestanica), Trbovlje, Velenje, Fala, Dravograd, Soške elektrarne (Doblar), Gorenjske elektrarne Kranj, and the Company for distribution of electricity Ljubljana. At the same time, the government of Yugoslavia founded a company of general state significance Electromechanical workshops at Črnuče, and in addition, on 12 April 1949, the Procurement enterprise of the electrical power system of Slovenia named Elektronabava under the management of the then GEDES.

On 3 May 1949 from the Electric Company Ljubljana to the Company for the distribution of electricity Ljubljana all assets, among others all transmission facilities were transferred (Substations Radvanje, Laško, Podlog, Črnuče, Radovljica, 110 kV lines Dravograd - Velenje, Dravograd - Libeliče, Trbovlje - Laško, Laško - Rajhenburg (Brestanica) - Sotla, Velenje - Laško, Črnuče - Radovljica, Ljubljana - Sv. Peter na Krasu (now Pivka), Maribor - Dravograd, Maribor - Varaždin (Nedeljanec), Doblar - Ljubljana, Sežana - Črni Kal, 80 kV line Fala - Radvanje - Laško, the 132 kV line Doblar - Gorjansko - Sežana - Matulji, 60 kV lines Velenje - Podlog, Podlog - Črnuče, Podlog - Trbovlje, 50 kV line Plave - Gorica to the state border, 35 kV line Laško - Trbovlje, and Radovljica - Moste, 20 kV line Radovljica - Polica, and the 10 kV line Doblar - Plave.

In the year 1950 the first workers' councils were elected in the organizations of the electrical power system of Slovenia, in accordance with the law on management of enterprises in the economy.

Contrary to the administrative - centralistic organization up to that time, a period of decentralization followed and in the year 1951 within the frame of the General Direction of the Electrical Power System of Slovenia four companies for transmission and distribution were founded: Elektro Maribor, Elektro Celje, Elektro Ljubljana, and Elektro Gorica. In the year 1953 there were, on the territory of Slovenia, altogether 26 new companies of the electric power sector (12 generation and 14 transmission - distributive companies).

Along with the reorganization, in 1954, the Community of the Electric Power System of Slovenia (ELES) was founded to replace the up to that time existing Electrical Power System of Slovenia, and in addition to the former 14 enterprises Elektro Kočevje was founded. In the year 1955, on the base of the federal law, the Community of Yugoslav Electrical Power System (JUGEL) with the headoffice in Belgrad was founded.

After the new law on enterprises of the electrical power system was passed, the government of Slovenia, with a decree of 23 January 1958, founded new enterprises for generation, distribu-

tion and transmission of electricity Elektroprivreda Ljubljana. In this way, on 1 April 1958 within Elektroprivreda the following enterprises for electricity transmission were organized: Divača, Kleče, Pekre, and Laško. At this time, within the generation companies, 12 power plants were included and within the Professional association for electricity distribution (DES) 16 distribution companies.

At a reorganization, in 1961, some changes concerning generating and distributing companies were made (foundation of the company Dravske elektrarne with its seat in Maribor, on 1 July 1961, TPP Šoštanj - Velenje with its seat in Šoštanj, on 1 October 1961, Toplana Ljubljana under construction, in November 1962). The Business association DES with its seat in Ljubljana was founded likewise, instead of the former Professional association DES.

In accordance with the Basic Law on the Electrical Power System, which as a whole became effective on 1 July 1965, the Community of the Electric Power System of Slovenia (ELES), and the enterprise Elektroprivreda Ljubljana were abolished. At the same time, within the Business Association of Energetics of Slovenia, new generation - transmission companies were founded: Dravske elektrarne Maribor (DEM), Savske elektrarne Ljubljana (SEL), and Soške elektrarne Nova Gorica (SENG).

Because of some changes in tariffs for the sale of electricity in the transmission network, the Slovenian parliament, in 1968, passed a recommendation for the integration of all Slovenian generation - transmission and generation companies into a single company. In this way, on 1 January 1968 the company Elektrogospodarstvo Maribor (EGM) was founded to unify the following enterprises: Dravske elektrarne Maribor, Elektrarna Brestanica, Termoelektrarna Trbovlje, and Toplana Ljubljana. The new company signed agreements on business and technical co-operation with Soške elektrarne, Savske elektrarne, and Termoelektrarna Šoštanj.

In September 1971 the United Enterprise for Distribution of Electricity in Slovenia started its operations. This enterprise was established through a referendum, whereby all employees of Slovenian distribution enterprises Elektro Maribor, Elektro Celje, Elektro Ljubljana, Elektro Gorica, and Elektro Kranj, decided for the unification.

In May 1972 all generation - transmission enterprises of Elektrogospodarstvo Maribor, Soške elektrarne, Savske elektrarne, and the generation company Elektrarna Šoštanj unified into a new company Združeno podjetje of the electrical power system of Slovenia and started to bring forward the principles of selfmanagemental organization, by means of a referendum. The Business Association of Energetics of Slovenia continued its work by performing tasks of a broader significance.

In December 1973 the first Slovenian law on the electrical power system transferred all competencies for activities in this sector from the federal to the republic level, and this sector, as the only one in the field of energetics, became the activity of special social significance. In this period, the selfmanaging communities of interest in the electric power sector were also founded (ISE).

As it was determined by this law, that all facilities, plants, and installations for generation, transmission, and distribution of electricity form a unified electrical power system, by means of a referendum, on 31 July 1974, the work organisations DES, DEM, SEL, SENG, Elektrarna Brestanica, REK Velenje, TE Trbovlje, and TO Ljubljana decided to unify into the Composed Organisation of the Electrical Power System of Slovenia (SOZD EGS) with its headquarters in Maribor.

In June 1975 TE Trbovlje withdraw from the SOZD, to join the Work Organisation REK Zasavje, which then as a whole joined the SOZD EGS.

In the years 1977/79 both REK associations were organised as independent composed organisations.

All work organisations had in the years 1978 - 1980 strengthened their management and self-managing organization of basic work organizations, which in individual work organizations amounted to: DEM - 12, SEL - 4, SENG - 5, TEŠ - 4, TET - 2, DES - 21.

To assure a reliable and co-ordinated generation and consumption of electricity, and to assure

equal conditions to all consumers of electricity, the government of Slovenia, on 3 October 1990, founded five public companies for electricity distribution: Celje, Kranj, Ljubljana, Maribor, and Nova Gorica, and the public company for transmission of electricity (ELES). When these companies accomplished their registration, SOZD EGS Maribor ceased its work.

Property, assets, and employees of SOZD Electrical Power System of Slovenia, which were required for implementation of activities of the public company for transmission of electricity, and the property of the former Association of electrical power system of Slovenia were, on 1 January 1991, taken over by the public company for transmission of electricity ELEKTRO SLOVENIJA, p.o. Ljubljana.

In Slovenia, on January 1st, 1995, in the frame of electric energy production and transmission activities 8 production companies were operating (DEM - Power plant Maribor on the Drava river, SEL - Power plant Ljubljana on the Sava river, SENG - Power plant Nova Gorica on the Soča river, NEK - Nuclear power plant Krško, TEŠ - Thermo power plant Šoštanj, TEB - Thermo power plant Brestanica, TET - Thermo power plant Trbovlje, TE - TOL - Thermo power plant Ljubljana), 5 public distribution companies (Electro Celje, Electro Gorenjska, Electro Ljubljana, Electro Maribor, Electro Primorska) and one public company for electric energy transmission, purchase, sale, import and export - ELES ELECTRO SLOVENIA Ljubljana on January 1st, 1995, a total installed power of all power plants in the Slovenia electric energy system was 2395 MW, the installed power of transformers was 3304 MVA, while the total power production in the year 1994 was 11553 Gwh. More detailed information is available in the enclosed tabular survey.

8. 31 YEARS OF CO-OPERATION IN SUDEL AND UCPTE

On 22 April 1964 the regional group for co-ordination, generation and transmission of electricity between Italy, Austria and Yugoslavia, called SUDEL, was founded in Ljubljana. It is regarded that with this act the Yugoslav electric power system joined the West European interconnection UCPTE (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'électricité).

The SUDEL loop was built over Slovenia in phases. As mentioned above, the 220 kV level was introduced in 1966 in the Cirkovce substation, which was connected to the Croatian network by the 220 kV Mraclin - Cirkovce line. In 1967 the 220 kV network over Slovenia was built, and in 1969 also the connections Kleče - Divača - Pehlin and Divača - Padriciano (Italy). In the same year the 220 kV interconnection line Podlog - Obersielach (Austria) was put in operation.

After some years of trial operation in the SUDEL loop between Yugoslavia, Austria and Italy, the united power system of Yugoslavia was permanently synchronously connected to the UCPTE interconnection over the 220 kV Divača - Padriciano line (16 September 1974) and 220 kV Podlog - Obersielach line (23 June 1975).

Today, the 220 kV network is no longer of such importance as it was before, since much more capable and modern 400 kV network, which is in Slovenia and Croatia also included into the SUDEL loop and UCPTE, took over the majority of its role.

9. DEVELOPMENT OF ELECTRICAL POWER SYSTEMS

Let us, at the occasion of the centenary of the electricity supply in the Republic of Croatia, mention 110th anniversary of the birth of Prof. Dr. Milan Vidmar, the educator of the numerous generations of power engineers, the scientist who contributed a lot to the formation of electrical power systems.

Since the beginning of mutual connection between generation facilities and the first power systems, their primal task has been a permanent adjustment of electricity generation and consumption. The needs for ever increasing quality of electricity, that should be generated in a rational way, have gradually risen.

- obligation to supply electricity to a specified territory or geographical area, whereby concessions or monopoly are being used in this particular region,
- the construction of electrical power system facilities is oriented towards the self-sufficiency in electricity supply; the main reason for this is the importance of a reliable supply of electricity for the entire economic and social development,
- state governments exert decisive influence on tariff policy and on the demand for high quality of electricity.

The basis for good operation of interconnections is the consideration of their recommendations.

The main recommendations for the concrete operation of an interconnection are:

- offering of an automatic mutual assistance in case of outages,
- reservation of available generation and transmission capacities,
- operation of system controls,
- underfrequency load reduction,
- adjustment of protection and measurements,
- guide-lines for the operation of electric power system elements,
- continuous supervision and control of the network,
- joint research of transmission and operational stability bottlenecks.

For the creation of the common European market, electric power systems have to satisfy the following aims:

- continuously increase the productivity and efficiency of the electric power sector,
- improving and equalising the quality of electricity supplied, including service security among individual areas,
- contributing to social and economic equilibration among different European regions; plus additional contribution to the reduction of energy dependence of Europe,
- assurance of electricity consumption growth, combined with an increased environment protection.

The new State of Slovenia is giving its full support for an independent operation of the electrical power system. Accordingly, the electrical power system development strategy of Slovenia (17) also includes the construction of reserve generating facilities of appropriate characteristics. Therefore it is the correct thing, that Slovenia was recognised by UCPTÉ as an independent state with an autonomous electrical power system, and the same holds good for the neighbouring independent state of Croatia.

12. SOLVING OF CURRENT OPERATIONAL TASKS

Novelties, which emerged after the attainment of independence or are in the course of implementation are numerous, and only a few should be mentioned:

- complex of system controls,
- dynamic analyses,
- following of energy flows and reliability analysis,
- implementation of numerical protection.

The main goals, pursued not only by us, but also by our colleagues within the interconnection of UCPTÉ, are:

- operating reliability of the electrical power system, considering the increasing complexity of networks,
- service security,
- increased loading of elements of the electrical power system towards the technical limits of exploitation of existing facilities.

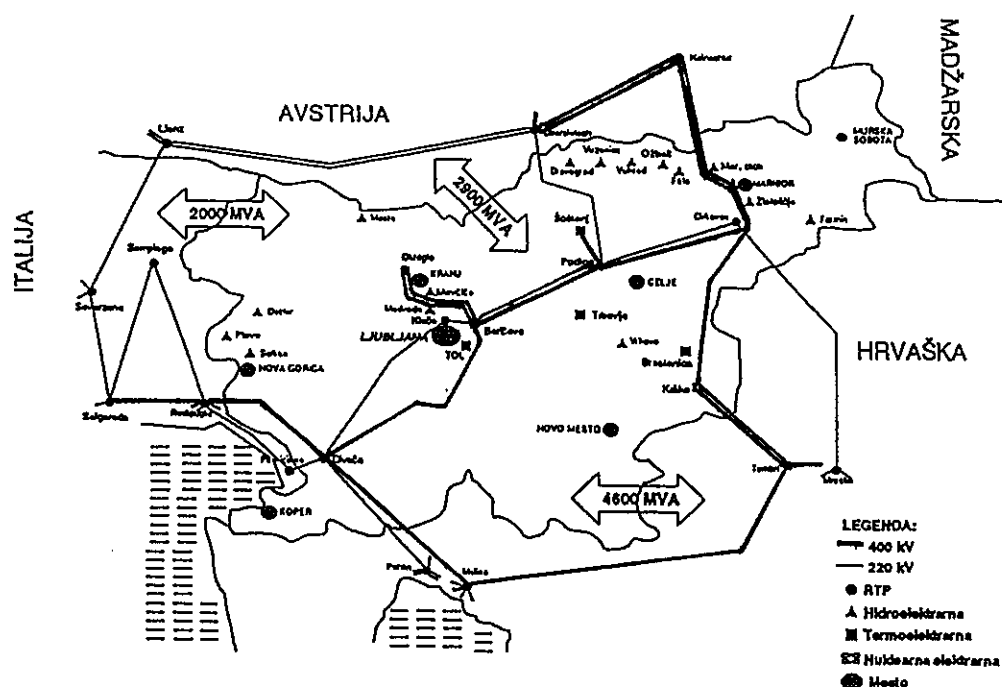


Figure 4: Transmission network 220 kV and 400 kV of Slovenia with indicated thermal load capacities of interconnecting lines to Austria, Italy, and Croatia.

Within the scope of our work, an increasing interdependence of electrical power systems in the interconnection is perceivable. The inclusion of the Slovenian electrical power system into the interconnection is shown on Figure 4, in which also the thermal capacities of connecting lines with neighbouring electrical power systems are given.

Because of the fact, that it is a game of simultaneity, coincidence, and conditions of natural laws, it is in the operational sense possible to utilise only one third of the quoted capacities in the direction of energy flow. In case of trading in electricity, purchasing or selling, particularly if electricity supply to consumers with a normal pattern of supply is concerned, such capacities cannot be reckoned upon. Because of temporary preoccupation of lines in neighbouring electrical power systems, taking into account the validity of the security criteria, it can not be calculated with more than 150 MW of imported power with a sufficient reliability. Computer supported efforts in the field of professional co-operation may gradually result in a higher possible energy flow.

Nevertheless, the construction of new connecting lines for a more successful trade in energy will be inevitable.

13. SIGNIFICANCE OF THE EUROPEAN ENERGY CHARTER

The European Energy Charter was signed on 17 December 1991 in the Hague by all European countries, countries of the former Soviet Union, USA, Japan, Canada, and Australia.

The charter outlined the paths for a closer co-operation between East and West in the field of energetics, which is of vital importance for joint planning and co-operation in the field of energetics in Europe for each signatory of the document. It is based on marketing principles, mutual assistance and on principles of non-discrimination, and is in the long range pursuing the aims of improving the reliability of energy supply, improved efficiency of energy generation, conver-

sion, transportation, transmission, and consumption; improved security, reduction of environmental problems on a economically acceptable basis.

In 1992 Slovenia joined the European Energy Charter by signing the appropriate document at the ministerial level. The document was signed on 15 October 1992 in Brussels and since then, Slovenia has become a full member of the Conference on European Energy Charter. It should be mentioned in this place, that the aims of the charter in the field of energy planning, co-operation, and energy efficiency, together with environment protection, are of particular importance for the electric power sector. Transmission of energy across the territory of signatories is of primary importance for the liberalization of energy trade, whereby the energy transmission has to take place under economically favourable and for the environment harmless conditions. The development of commercial international energy networks was accentuated, primarily for electricity and natural gas. For this purpose, appropriate conditions must be fulfilled, especially the ones concerning the co-ordination of technical specifications, which govern the construction and operation of such networks, and particularly the stability of electrical systems.

Modernization of power plants, mutual interconnection of energy networks and transmission of electricity by means of high voltage lines, together with other aspects of proper use and search for energy resources, including an improved energy efficiency and environment protection, are in the foreground of this important document. With regard to the extraordinary geographical situation which Slovenia is holding in this part of Europe, the signature of this document represents for Slovenia a high degree of responsibility and, at the same time, the acceptance of an important challenge for a better tomorrow.

14. LONG RANGE STRATEGY FOR PLANNING AND CONSTRUCTION OF TRANSMISSION NETWORK AT ELES

The construction plan for the periods 1995 - 2005, 2006 - 2015, and 2016 - 2020 is a plan of medium-term, long-term, and visional construction of transmission facilities, which represents a substantial investment project in the electrical power system of Slovenia (15).

This plan was prepared on the basis of strategic planning for medium-term, long-term, and visional development period of the transmission network, which represents the foundation for setting of the strategic orientation of each electrical power system (EPS).

Strategic planning of long-term and visional development of transmission network originates in many uncertainties, of which the following ones are mentioned most frequently:

- consumption prognosis and locating of loads,
- location of new generating facilities,
- possibility of interconnections, and
- long - term export and import arrangements.

Besides the listed uncertainties, there are increasingly present some parameters of uncertainty, which consider:

- availability of primary energy resources,
- requirements of environment protection (particularly with regard to limitation of emissions), and
- not the last to be considered are political options or directions (nuclear fuel, gas, fossil fuel, etc.).

This is the reason why, everywhere in the world, and particularly in Europe, the process of network planning, taking into account factors of uncertainty, is as flexible as possible and producing plans for a flexible network and a flexible electrical power system, which can be easily adopted to any variable cost of uncertainty (consumption, location of generating units, possible interconnection, fuel, etc.).

Prognosis of electricity consumption represents one of the most important parameters of uncertainty, therefore, the choice of the appropriate prognosis is always a major issue. To rely on a

single scenario of consumption could be very misleading, particularly under conditions of unstable economic trends, which are perceivable at present in Slovenia. Since the year 1991 we have been confronted with numerous scenarios of consumption, which are based on different views regarding the general social development (per capita energy consumption, energy consumption per unit of national product, energy dependence, and rate of economic growth).

In Slovenia, there are in the foreground, first of all, two scenarios of future economic development and final consumption trends, which originate from:

- temporary serious situation of Slovenian economy, and
- crucial influence of the international economic environment.

These are the scenarios of "Zavod Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj" (scenario SC), and "Gospodarska zbornica Slovenije" (scenario GZ). Detailed handling of both scenarios is given in reports (16, 17).

The purpose of detailed handling was to analyse in detail statistically ascertained relations within the economic and social development of Slovenia in the years 1991, 1992, 1993 and 1994, as well as the consequences of these relations upon energy consumption and energy supplies in Slovenia. Both above mentioned organizations (Zavod RS za makroekonomske analize in razvoj and Gospodarska zbornica Slovenije) prepared their prognoses of general national development, which differ only in the estimation of depth and duration of the crisis in Slovenia. For the period after the year 2000 both reports forecast very similar trends.

The basis for both forecasts, concerning the general social development and economic development, was integrated planning. It takes into account the mutual dependence of the energy sector with other subsectors of the national economy with the following starting-points:

- the energy sector is the vital part of national economy, therefore a co-ordination of goals in the sector of social economics and the energy sector is necessary,
- energy is not serving itself, but is very important because of the benefits it brings.
- there is a necessity for extensive investments - the energy sector is capital intensive, the need for financial resources is high, regardless of the purpose: construction of new facilities, revitalization of existing plants or technological improvements.

Based on the above mentioned studies, a prognosis of electricity consumption was prepared. The majority of the presented scenarios are showing modest increases of consumption for the period to the year 2020. Even the most optimistic scenarios are predicting yearly increases of less than 1%. To determine the strategic orientation of development of the transmission network and with it the development of the EPS, such small increases of electricity consumption strongly reduce and threaten the "safe zone" of flexible transmission network planning. In the course of investigations and planning of the strategic development of the transmission network of ELES, were for this purpose in co-operation with Elektroinštitut "Milan Vidmar" taken into account two scenarios of consumption of electricity:

- scenario GZ-PE-RS (identical to SC-PE-RS), which was taken from the above mentioned Strategy of development (16), which represents the most optimistic scenario for the period 1995 - 2020, whereby the consumption increases by modest 12% (an average of 0.7% per year);
- the other scenario, named 2PE, was prepared by the Elektroinštitut "Milan Vidmar" for the study "Long-term development of the transmission network of Slovenia until the year 2020" (18). This scenario is forecasting equal trends of electricity consumption of direct consumers, and a doubling of consumption at the distribution level in the period 1995 - 2020 or 2.3 % per year, which amounts to an average of 1.9 % per year.

It can be noticed, from the mutual comparison (Figure 5), that deviations among prognoses up to the year 2003 are very small (or co-ordinated), but after the year 2003 demands according to scenario 2PE are growing faster than in scenario GZ - PE - RS. In this way, there is in the period 2005 - 2020 a sufficiently wide band existing between the lower and the higher prognosis, representing the "safe" zone for the long - term planning of the network.

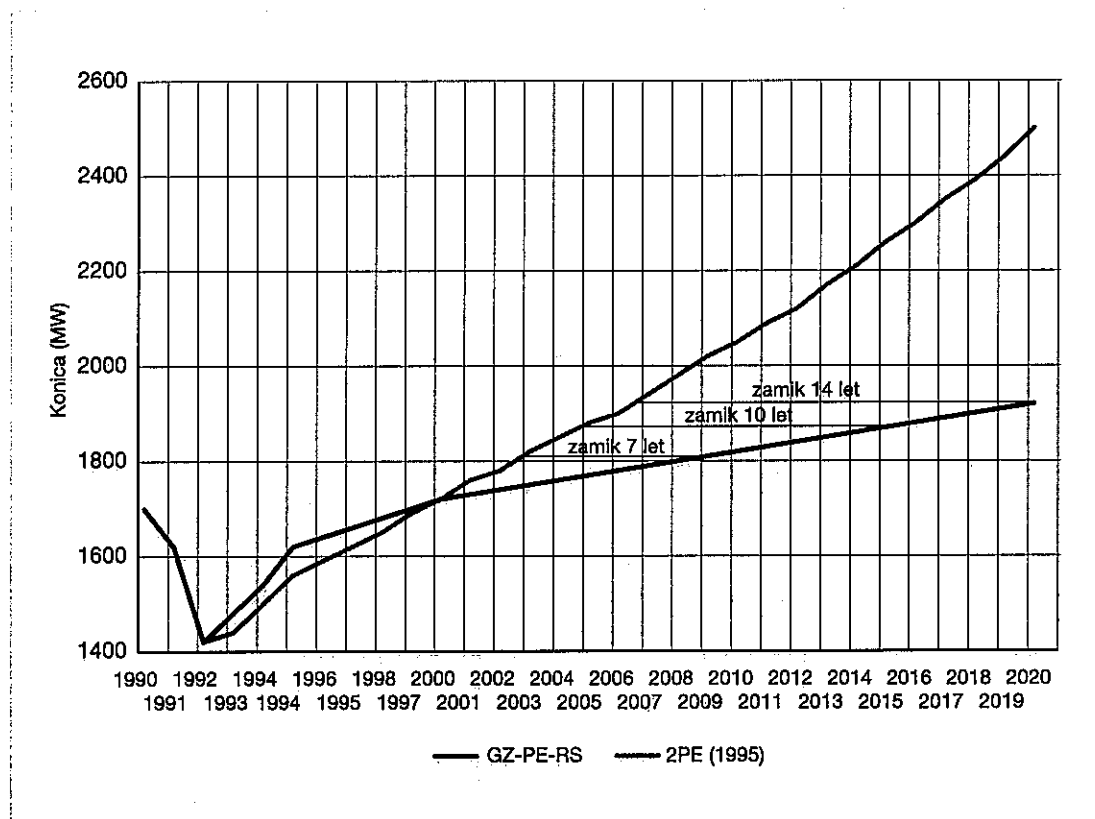


Figure 5: Comparison of peak loads in Slovenia, predicted by two different scenarios

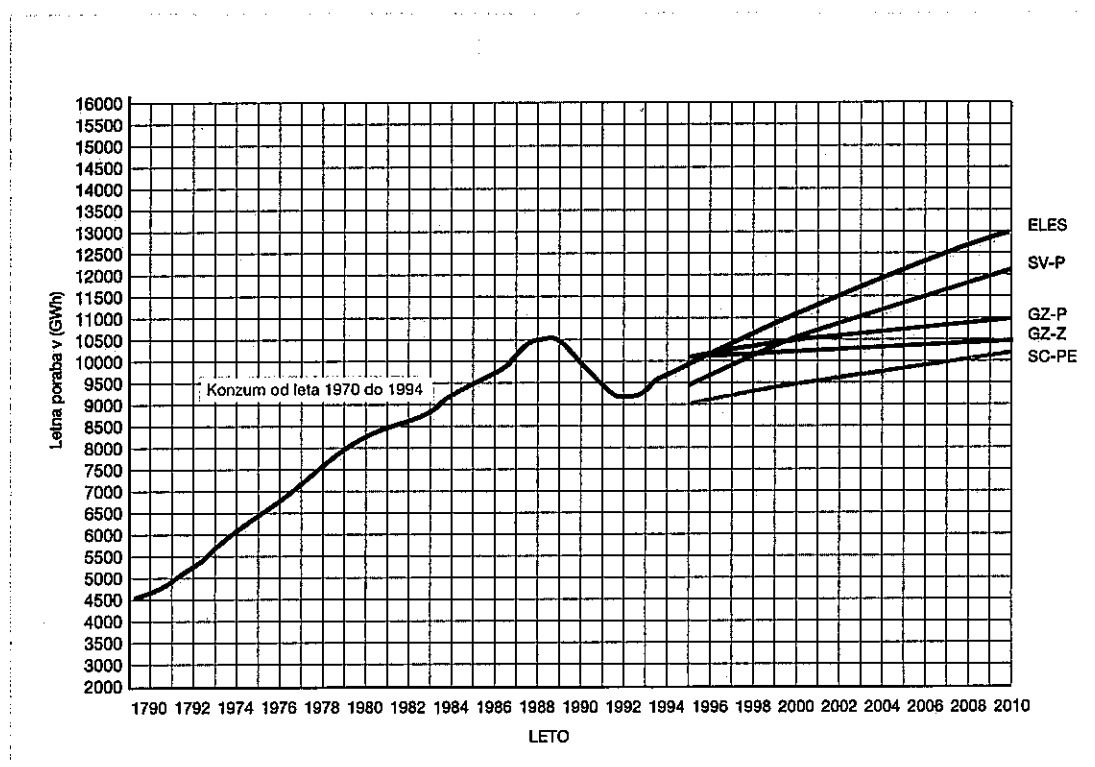


Figure 6: Forecast of electricity consumption in Slovenia until 2010, based on various scenarios

Figure 6 shows graphically the comparison of electricity consumption prognoses to the year 2010, based on various elaborated studies. Shown is also the prognosis of ELES (15).

In the strategy of meeting the demand, the basic programme for construction of new generating facilities and refurbishing of existing plants in accordance with ecological and technological requirements is taken into account.

As a starting point for the long-term planning of the development of the transmission network of Slovenia the prognosis of consumption and supply was used. Another starting point was the condition of existing facilities and their lifetime, wear of facilities, operational condition of our EPS, condition of neighbouring electrical power systems (Italy, Austria, and Croatia). Long-term plans for the networks of Italy and Austria were considered, on the other hand there are many unknown quantities concerning the long-term development of networks in Croatia and in the territories of Ex-Yugoslavia. It is also not known which or how the countries of former Eastern Europe will join UCPTE. Tendency of the European EPS and its largest interconnection UCPTE is its expansion to the eastern countries (Hungary, Czech Republic, Slovakia, Poland) and an increase in mutual electricity trade. This will result in new organizational forms of electric power sectors across Europe, as well as in optimal electricity prices for the consumers and it will also cause an increase in network loading.

The transmission network of Slovenia will not be able to transmit high additional loading without upgrading its 220 kV network or constructing of additional 400 kV lines in parallel to the existing ones. The transition of the existing 220 kV network to the higher voltage level of 400 kV would substantially improve the transmission capabilities of existing transmission routes. Such transition would require the upgrading of nearly 300km of overhead lines, and the reconstruction of five transmission substations (now operating at 220 kV) together with the required equipment, which will introduce an additional uncertainty.

The basic comparison of electric and other factors between 220 kV and 400kV systems is shown in the following Table 1 and in Figure 7.

Table 1: Comparison of some important parameters of 220 and 400 kV lines

	220 kV	400 kV
P _{natural power/system}	125 MW	550 MW
P _{thermal/system}	300-360 MVA	1300-2000 MVA
Width of line route	40 m	50 m
Cost (mil. EUR)/km	270.000	400.000

The concept of the future development of the network in Slovenia will be substantially changed by the decision for a stepwise abolition of 220 kV voltage level and its transition to the 400 kV level. Likewise, the future development of transmission network in this region will be influenced by development tendencies of the electrical power system of Europe and of the UCPTE interconnection through its expansion to the countries of Eastern Europe. This will indirectly influence the development of our network, particularly after the year 2000, and we must be prepared to meet these problems. Therefore, we must already today intensively consider possible solutions for a long-term period from the aspect of the role of Slovenia in this space as a transit country, which will become even more important after the expected settlement of present conditions on the territory of former Yugoslavia. The construction of new transmission lines represents for Slovenia, along with other facilities of the infrastructure (roads, railways, telecommunications), a significant task, which will link Slovenia, in the domain of energy, even closer with neighbouring countries.

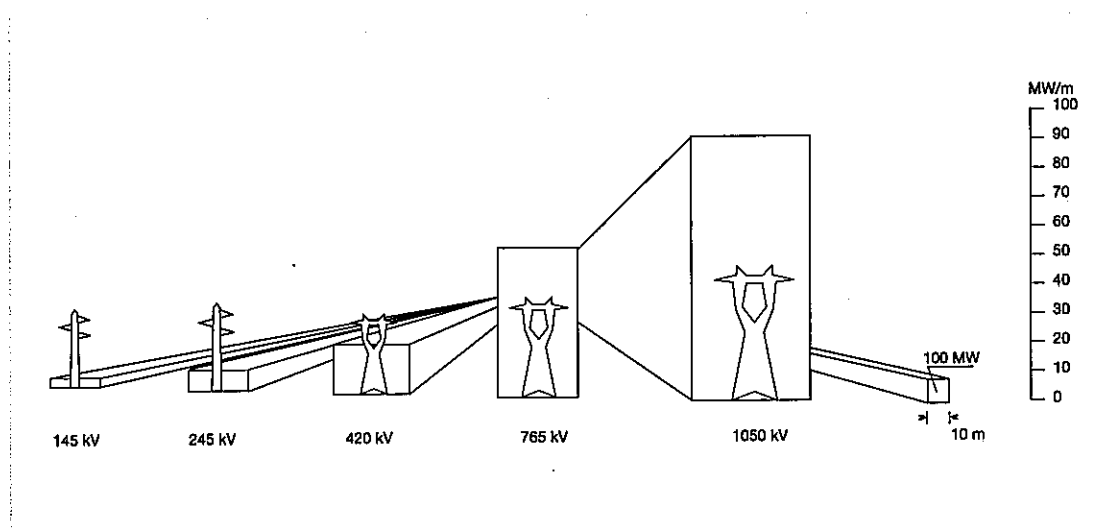


Figure 7: Transmitted load per unit of line route width for various voltage levels

REFERENCES

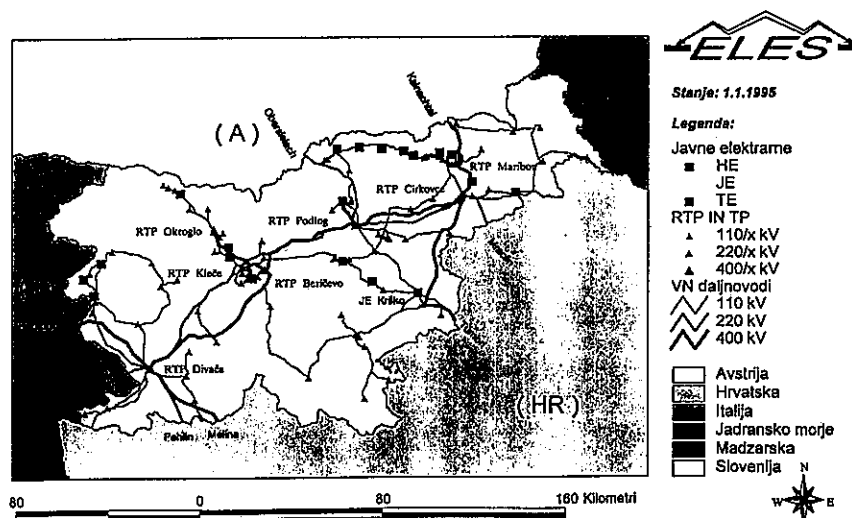
- (1) J.Boncelj: Jožef Stefan and his activity in the field of electrical engineering Elektrotehniška prosveta Slovenije, Ljubljana, 1960
- (2) I.Šubic: Electricity, its production and consumption, Matica Slovenska, Ljubljana, 1897
- (3) M.Plaper: The figure of the professor Milan Vidmar. Elektrotehniški vestnik 52 (1985) 4-5, str. 146-157
- (4) Development of electrification in Slovenia, up to 1945. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1976
- (5) A.Zischka: Die alles treibende Kraft, Weltgeschichte der Energie. Energie - Verlag GmbH, Heidelberg, 1. izdaja, 1988
- (6) Development of electroenergetics in Slovenia 1945 - 1980. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1982
- (7) F.Jakl: Achievements of long-transmission technics in Slovenia Elektrotehniški vestnik 52 (1985) 4-5, str. 198-212
- (8) S.Lesjak: Seventy years of transmission activity in Slovenia 1924 - 1994. Elektro Slovenija, Ljubljana, 1994
- (9) M.Plaper s sodelavci: Future development of high voltage transmission lines in Slovenia. Ref. št. 507, Elektroinštitut "Milan Vidmar", Ljubljana, 1971
- (10) F.Jakl: Construction 400 V transmission network in Slovenia Elektrotehniški vestnik 44 (1977) 5, str. 259-276
- (11) Statistical annual of SFRJ electric power industry 1970-1983. JUGEL, Beograd
- (12) B.Fatur: Current energy transmission problems in Yugoslavia. Elektrotehniški vestnik 52 (1985) 4-5, str. 176-192

- (13) M.Vidmar: Yugoslav electric network. SAZU, Ljubljana 1961
- (14) J.Hrovatin: The activity of West European interconnection UCPT. Elektrotehniški vestnik 59 (1992) 2, str. 97- 104
- (15) Construction investment program for the periods 1995 - 2000, 2006 - 2015 and 2016 - 2020, ELES, Ljubljana, June 1995.
- (16) Energy in Slovenia - future prospects. Ministry of energetics of the Republic of Slovenia. Ljubljana, January 1993.
- (17) Strategy of efficient energy supply and consumption in Slovenia. Ministry of Economic affairs of the Republic of Slovenia, Ljubljana, April 1995.
- (18) J. Perme, K. Bakić: long - terme development of the Slovenian network up to 2020. ref. t. 1250, Electroinstitute "Milan Vidmar", Ljubljana, December 1994.
- (19) F.Gubina, J.Hrovatin, P.Omahen: Questions concerning Slovenian EES functioning within interconnection and methods of analyses, reports from professional meeting "Vidmar's day" Cankarjev dom, June 20 and 21 1995. Electroinstitute "Milan Vidmar", Ljubljana, June 1995.

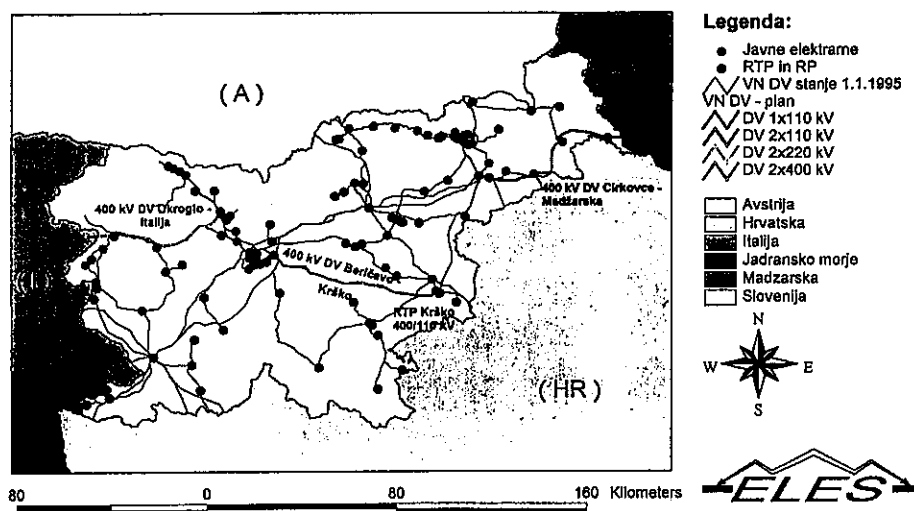
ENCLOSURES:

- Electrical power system of the Republic of Slovenia
- Planned facilities of the 400 kV electrical power system of the Republic of Slovenia
- 400/110 kV substation Maribor
- 400/220/110 kV substation Podlog
- 400/220/110 kV substation Beričevo
- 400/220/110 kV substation Divača

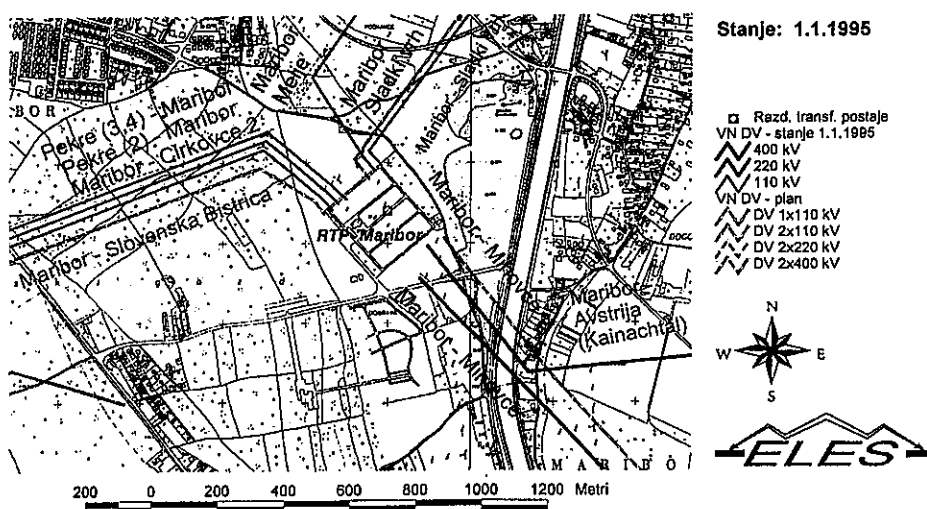
Prilog 1: Electrical power system of the Republic of Slovenia



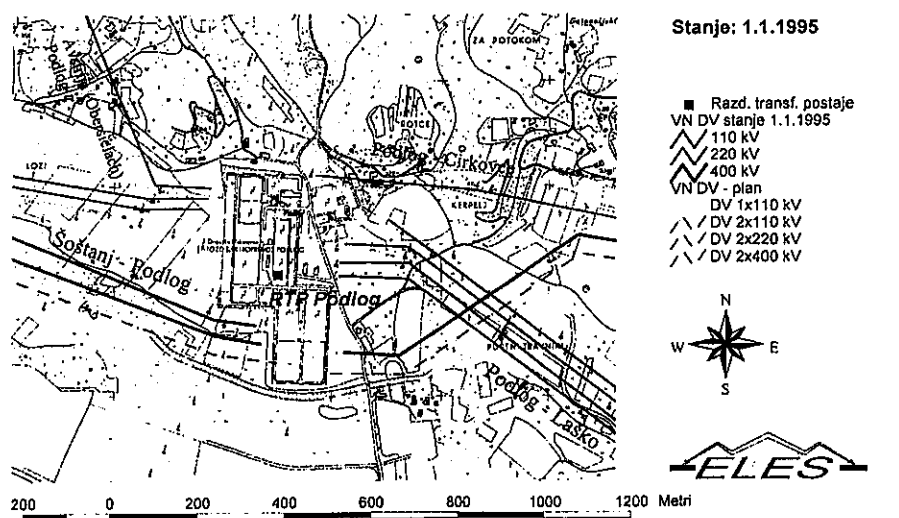
Prilog 2: Planned facilities of the 400 kV electrical power system of the Republic of Slovenia



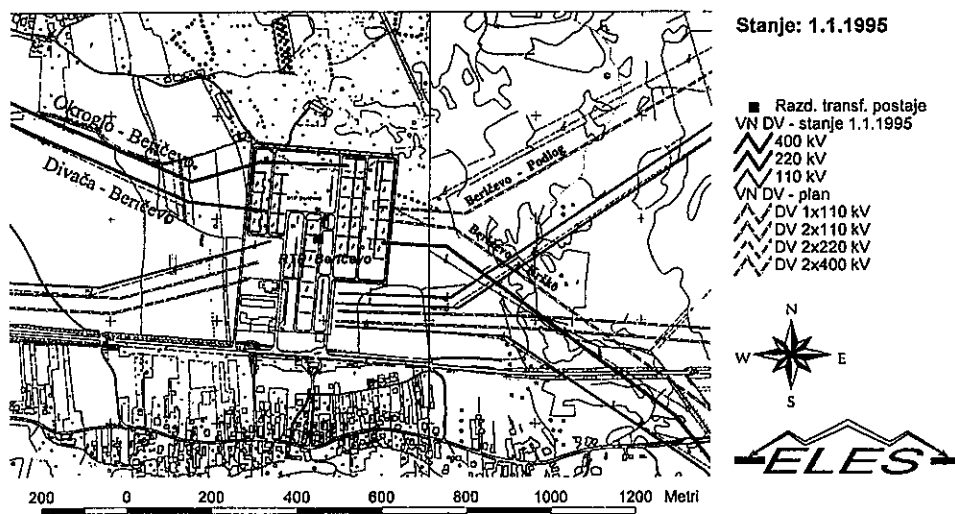
Prilog 3: 400/110 kV substation Maribor



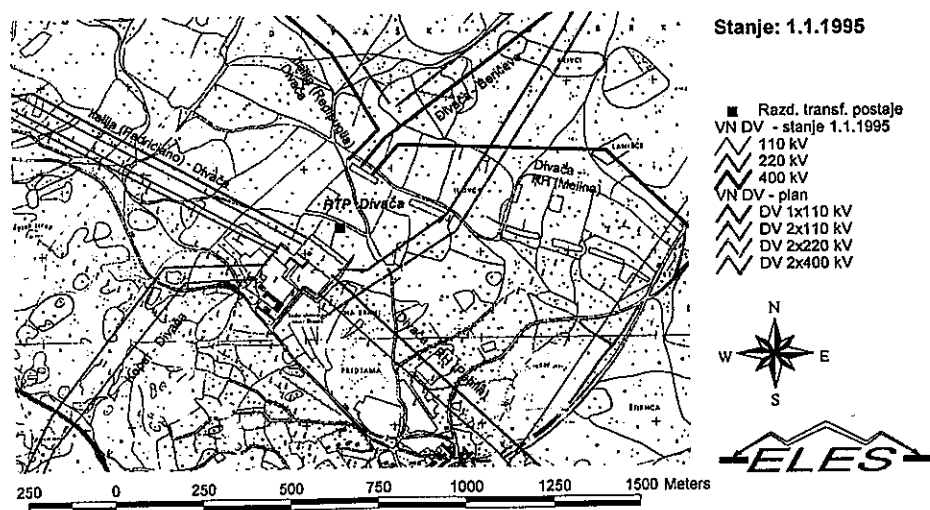
Prilog 4: 400/220/110 kV substation Podlog



Prilog 5: 400/220/110 kV substation Beričevo



Prilog 6: 400(220)/110 kV substation Divača



Početak i razvoj elektroprivrede Bosne i Hercegovine

Beginning and Development of the National Electric Power Industry in Bosnia and Herzegovina

Edhem Bičakčić, dipl.el.ing., Sabaheta Sadiković, dipl.el.ing.,
Zijah Brajlović, dipl.el.ing., Sead Softić, dipl.el.ing.

JAVNO PODUZEĆE ELEKTROPRIVREDA, BOSNE I HERCEGOVINE, Sarajevo

SAŽETAK

U radu su prezentirani osnovni povijesni podaci o razvoju elektroprivredne djelatnosti Bosne i Hercegovine u proteklih 107 godina, neka aktualna pitanja procesa privatizacije i pravci budućeg razvoja u svjetlu višestrukih značajnih promjena nametnutih procesima tranzicije. Od prvog parnog stroja od 16,5 kW ugrađenog u Rudniku ugljena Zenica 1888.godine do danas, bilo je u pogonu više od 197 elektrana. Krajem 1991. godine u našoj domovini bilo je u pogonu 39 elektrana s 4307 MW instalirane snage, s pripadajućom prijenosnom mrežom od 5434 km vodova, naponskih razina 400; 220 i 110 kV, odgovarajućim transformatorskim stanicama instalirane snage od 10.666 MVA i respektabilno razvijenom distribucijskom mrežom.

Prema obimu izgrađenosti i tehničkoj opremljenosti elektroenergetski sustav Bosne i Hercegovine spadao je u red modernih sustava i raspolagao je značajnim materijalnim utemeljenjem. Vrijednost osnovnih sredstava iznosila je 11.774 milijuna DEM, ukupni prihod 2083 milijuna DEM, a ukupni broj zaposlenih bio je 18.029 djelatnika. Potrošnja električne energije po stanovniku u 1990.godini iznosila je 2700 kWh.

Agresija na Bosnu i Hercegovinu, izazvala je golema razaranja i uništenja prirodnih i materijalnih vrijednosti, uz nevidjen egzodus i genocid stanovništva. Prema nepotpunim i preliminarim podacima koji

ABSTRACT

The paper presents basic historical data about the development of the electric power industry in Bosnia and Herzegovina in last 107 years, then some actual questions of the privatization process and directions of the future development within the many-sided relevant changes imposed by the transition process. Ever since the first 16,5 kW steam engine was constructed at the Coal mine Zenica in 1888, up to the present day, there have been operating over 197 power plants. By the end of 1991, in our country, there were 39 power plants in operation with 4307 MW installed capacity, with its transmission network of 5434 km, voltage level of 400, 220 and 110 kV, appropriate transformer stations with 10.666 MVA of installed capacity and respectably developed distribution network.

By its scope of construction and equipment, the electric power system of Bosnia and Herzegovina used to belong to all up-to-date systems and its materialistic basis was significant too. The value of its immobilization reached 11.774 million DEM, total income was 2083 million DEM, and the number of employees was 18.029. In 1990, the electric power consumption per capita was 2700 kWh.

The aggression on Bosnia and Herzegovina provoked serious damages and destructions of natural and materialistic means, followed by an unheard-of exodus and genocide of the population. According

se odnose samo na dio slobodne teritorije i grada Sarajeva štete na elektroenergetskim objektima se procjenjuju na približno 1.218 miliona DEM.

I uz sva ograničenja izazvana ratom, čine se golemi naponi na tranziciji političkog, privrednog i ekonomskog sustava zemlje. U tom kontekstu, autori naglašavaju teškoće u odabiru modela privatizacije i ukazuju na specifičnosti konkretnog pristupa, uvažavanjem globalnih interesa na razini države.

Uz sanacije i obnovu ratom devastiranih objekata, rekonstrukcije i modernizaciju proizvodnih kapaciteta, prioritetan zadatak u razvoju Elektroprivrede BiH je uspostavljanje interkonektivnih veza sa susjednim državama na razini dostignutoj prije rata, uz jačanje razmjene energije u okviru UCPTE-a i CENTREL-a neposrednim povezivanjem s Mađarskom i uključivanje u Mediteransku interkonekciju. Time se otvaraju široke mogućnosti izvoza, tranzita i razmjene na europskom tržištu električne energije.

to incomplete and preliminary data, only referring to a part of the free territory and the city of Sarajevo, damages at the electric power units are estimated to about 1.218 million DEM.

In spite of all limitations caused by the war, significant efforts are being made in transiting political, economic and industry systems of the country. The authors stress all obstacles in choosing the privatization model, pointing out to a specific concrete approach, taking also into consideration all global interests at the state level.

Besides the sanation and repair of the in-war devastated power units, reconstruction and modernization of the generating capacities, the priority task within the B&H Elektroprivreda development is given to interconnective links with neighbouring countries keeping the level reached before the war. Then, there will be an intensified power exchange with UCPTE and CENTREL through a direct connection with Hungary and link to the Mediterranean interconnection.

Numerous possibilities for export, transit and exchange of our electric power are wide open far to the European electricity market.

1. U V O D

U proteklih 107 godina, od 1888. do 1995. godine, odnosno od pojave prvog istosmjernog generatora električne energije u Bosni i Hercegovini u Rudniku ugljena u Zenici (1) do 1989. godine, kada je puštena u pogon Hidroelektrana Višegrad projektirane snage 315 MW, postojalo je u Bosni i Hercegovini 197 elektrana, računajući višestapne elektrane kao jedinice (2), (tu nisu uključene danas znane i neznane male elektrane izgrađene u ratnim uvjetima 1992 - 1995. godine).

Prema svojoj vrsti, ove elektrane se mogu podijeliti na:

- hidroelektrane s generatorima od 13 kW do 215 MW, pogonjene drvenim kolima i lopaticama do reverzibilnih pumpno-generatorskih postrojenja, (HE),
- termoelektrane s generatorima jedinične snage od 14 kW do 300 MW, pogonjene lokomobilima na napojni plin do kotlova i turbina s nadkritičnim parametrima, (TE),
- industrijske termoelektrane-toplane, (TE-TO),

Prema vlasničkoj pripadnosti u vrijeme izgradnje, elektrane se mogu razvrstati u:

- rudničke (18 TE),
- komunalne elektrane (gradske, lokalne, HE i TE, u koje ulaze i tri privatne HE komunalnog karaktera i dvije elektrane vjerskih organizacija), (69 HE i TE),
- industrijske elektrane, uključivo manje elektrane državnih željeznica, (70),
- industrijske TE-TO, (14),
- elektrane udružene u SOUR Elektroprivreda BiH Sarajevo, (17 HE ; 9 TE).

Odnos u vlasničkoj pripadnosti značajno je izmijenjen 1945. godine. Tada su brojne rudničke i komunalne elektrane, na temelju zakona o eksproprijaciji i uredbe o njihovom uključanju u elek-

troenergetski sustav Bosne i Hercegovine, promijenile svoj administracijsko-upravni status i postale prva okosnica tzv. udružene (javne) elektroprivrede Bosne i Hercegovine (3).

Od evidentiranih 197 elektrana, krajem 1991. godine u Bosni i Hercegovini bilo je u pogonu:

- 13 HE udružene u sustav EP BiH s 2034 MW instalirane snage,
- 4 TE udružene u sustav EP BiH sa 1957 MW instalirane snage,
- 7 HE u distribucijskim poduzećima EP BiH s 22 MW raspoložive snage i
- 15 TE-TO industrijskog vlasništva sa 294 MW instalirane snage.

Na slici 1. pokazane su godine proizvodnje elektrana u proteklih 107 godina postojanja elektroenergetike u Bosni i Hercegovini razvrstane prema ranije spomenutim glavnim vlasničkim grupama.

1.1. POČECI KORIŠTENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

U razvoju elektroprivrede u Bosni i Hercegovini u proteklih 107 godina mogu se razlikovati tri razdoblja: od 1878. do 1918. godine,

od 1919. do 1941. godine i

od 1945. do 1991. godine.

1.1.1. RAZDOBLJE OD 1878. DO 1918. GODINE

Počeci korištenja električne energije vezani su za razdoblje austrougarske okupacije i aneksije naše zemlje, od 1878. do 1918. godine. Austrougarska vlast je preko državnog erara u prvom desetljeću okupacije počela investirati u industriju i rudarstvo, pokazujući time opreznim kapitalistima Europe kako su tu sigurni i rentabilni objekti. Uslijedilo je angažiranje privatnog kapitala koji se najprije okrenuo njenim prirodnim bogatstvima - šumama i ugljenu, a potom crnoj metalurgiji, kemijskoj i prehrambenoj industriji (4).

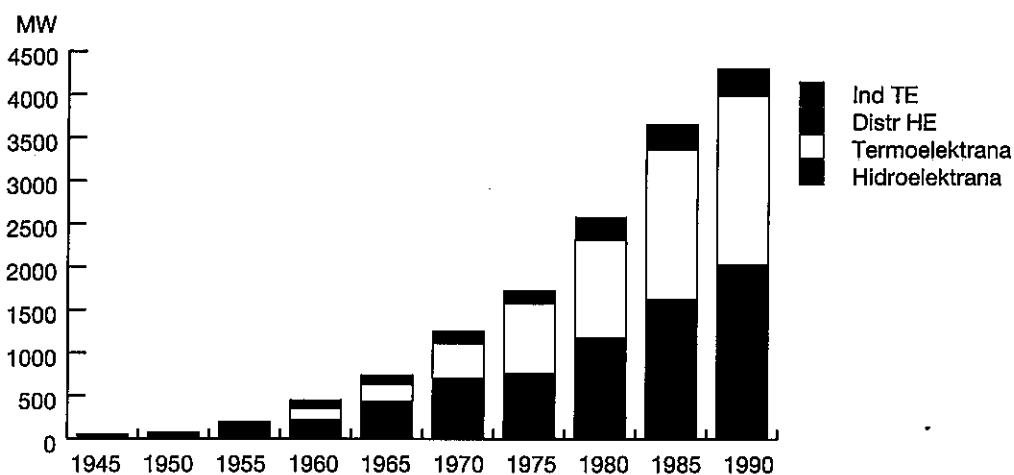
Među brojnim rudnicima ugljena prvo je otvoren Rudnik mrkog ugljena u Zenici, 1880. godine. Izvlačenje ugljena iz podzemnih jama obavljano je prvih godina dizalicama pokretanim klipnim strojevima energane. U energani je 1888. godine na jedan klipni stroj montiran istosmjerni generator snage 16,5 kW, napona 110 V, za potrebe rasvjete uprave i kruga rudnika (5). Do 1905. godine montirano je 280 žarulja po 16 (novih) svijeća i 10 lučnica od po 8 ampera (6). Ovo je prvi generator električne energije registriran do sada u Bosni i Hercegovini. I drugi rudnički i industrijski objekti počeli su uvoditi električnu energiju u svojim pogonima. Tako je 1890. godine prva Bosanska tvornica i rafinerija špirita M. Fischl u Kreki imala u pogonu svoju industrijsku termoelektiranu (1); u gradu Sarajevu puštena je u pogon 1891. godine javna rasvjeta jedne gradske ulice, tada u dnevnom tisku registrirana je kao prva javna ulična rasvjeta u Bosni i Hercegovini (7); Tvornica šećera u Usori imala je elektiranu 1892. godine (1). Potom su uslijedile brojne industrijske i javne elektrane do pred kraj devetnaestog stoljeća.

Među elektranama ovog razdoblja ističu se gradska javna TE Sarajevo i industrijska HE "Elektrobosna" Jajce.

U Sarajevu je 1. svibnja 1895. godine puštena u pogon TE Sarajevo, prva veća javna elektrana, koja je radila sve do 1957. godine. TE Sarajevo je počela proizvodnju sa snagom od 6x60 kW, a završila s instaliranom snagom 5200 kVA, efektivno 2700 kW. U svom dugom radnom vijeku, doživjela je brojne rekonstrukcije i proširenja. Priča o njenim rekonstrukcijama bila bi dobra illus-

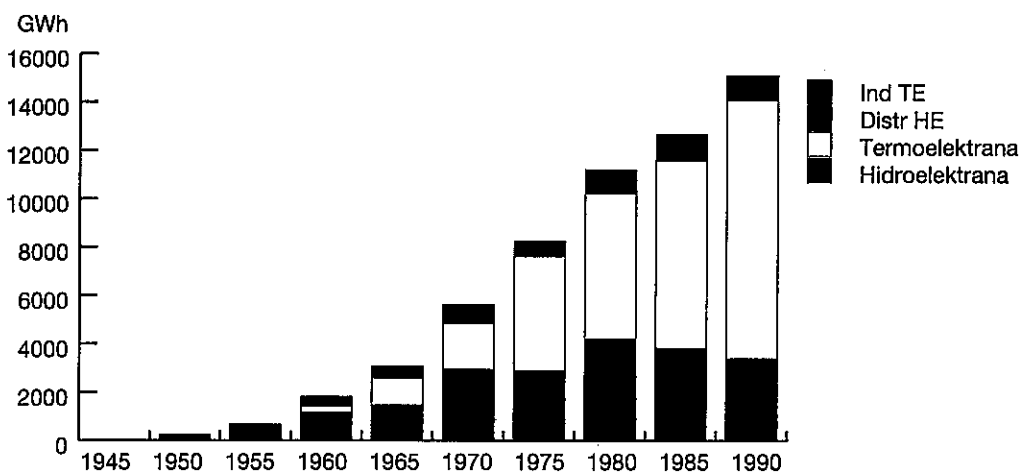
1. Instalirane snage elektrana u periodu 1945 - 1990.

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Hidroelektrane	0	0	92	222	438	706	766	1186	1632	2034
Termoelektrane	0	0	0	128	192	402	802	1127	1727	1837
Distr. HE	11	20	32	21	21	16	20	20	20	22
Ind. TE	40	51	78	73	91	130	137	215	250	221
Ukupno	51	71	202	449	742	1254	1725	2578	3659	4307



2. Proizvodnja električne energije u periodu 1945 - 1990. godine

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Hidroelektrane	0	0	332	1163	1469	2943	2894	4190	3827	3399
Termoelektrane	0	0	0	264	1121	1634	4714	6020	7723	10575
Distr. H.E.	19	96	145	84	118	113	58	112	92	76
Ind. T.E.	43	145	184	300	343	600	570	850	891	845
Ukupno	62	241	661	1811	3056	5619	8242	11191	12643	15095



tracija evolucije u proizvodnji električne energije, od izravnog generatorskog istosmjernog napona 120 V za domaćinstva i 300 V za gradski tramvaj i uvođenja i trećeg vodiča i napona 240 V koji je omogućavao povećanje snage motora. Za savladavanje vršnih opterećenja i povećanje raspoložive snage u večernjim satima korištene su akumulatorske baterije.

Za hidroelektranu Tvornice karbida u Jajcu snage 8500 KS, karakteristično je da je: izgrađena za samo dvije godine nakon dobijanja vodoprivredne koncesije 1899. godine, za potrebe tada najveće tvornice te vrste u Europi i da je cjelokupno postrojenje izvela firma Schuckert, a turbine je isporučila firma Ganz i Ko, Budimpešta, (8).

Uspoređujući dokumente elektrana u Bosni i Hercegovini za 1895. (6) i 1918. godinu (9) uz sve rezerve koje se nameću kada se usporede podaci između godina koje je razdvojio jedan veliki svjetski rat, može se reći da je u razdoblju relativno "mirnih" devet godina između 1905. i 1914. godine napravljeno puno u elektroenergetici Bosne i Hercegovine i da je to bilo razdoblje bogato izgradnjom elektrana i uvođenjem električne energije u rudarstvo, industriju i domaćinstva. U tih devet godina instalirana snaga elektrana porasla je za 100 posto. U ovom razdoblju europski kapital je pokazao naglašen interes za dobijanje koncesija za gradnju hidroelektrana u Bosni i Hercegovini (10).

Krajem 1913. godine, u Bosni i Hercegovini je postojalo 70 pogona s 82 istosmjerna generatora ukupne instalirane snage 7.730 kW, 33 izmjenična generatora ukupne instalirane snage 11.200 kW. Za transformaciju električne energije korišteno je 1913. godine u Bosni i Hercegovini 76 transformatora SN/NN ukupne snage 2.883 (kW) i 7 pretvarača ukupne snage 6.447 kW.

Pred prvi svjetski rat, u Bosni i Hercegovini pet gradova imalo je vlastite elektrane - Sarajevo, Brčko, Bihać, Mostar, Bijeljina, a tri grada su bila pred odlukama za gradnju svojih elektrana.

U tijeku 1917. godine puštena je u pogon HE (Dudin) Hrid na padinama Trebevića na izgrađenom vodovodu Bistrica sa smanjenim dotokom vode, budući da te godine na njen vodovodni sustav nije bilo priključeno vrelo rijeke Prače. Za opskrbu raznih objekata u Sarajevu, gradova Sarajevo i Visoko i svih željezničkih stanica na trasi željezničke pruge Visoko-Sarajevo, te za Rudnik ugljena Breza projektirana je pred prvi svjetski rat zemaljska TE „Breza“ na istoimenom rudniku ugljena (11).

U ovom razdoblju počinje korištenje prvog polifaznog sustava i početak paralelnog rada dvije ili više elektrana povezanih visokonaponskom mrežom. U tijeku 1903. godine TE Sarajevo je proširena trofaznim generatorom od 350 kW, napona 3000 V. To je bio početak uvođenja trofazne visokonaponske mreže u Bosni i Hercegovini. Ovaj 3000-voltni izmjenični napon je omogućio da se 1909/1910. godine priključe na TE Sarajevo - sarajevska naselja Ilidža i Alipašin Most, 1928. godine naselja Butmir, Kotorac i Rajlovac (1).

Generatori HE Hrid (2x700 kW) su konstruirani na napon 3000 kV i preko TS 3000/220/110 kV u gradskoj Vijećnici vezani za TE Sarajevo. To je bilo prvo povezivanje-paralelan rad elektrana na dvjema odvojenim lokacijama u Bosni i Hercegovini.

1.1.2. RAZDOBLJE OD 1919. DO 1941. GODINA

U ovom vremenskom razdoblju karakteristična su tri privredna razdoblja:

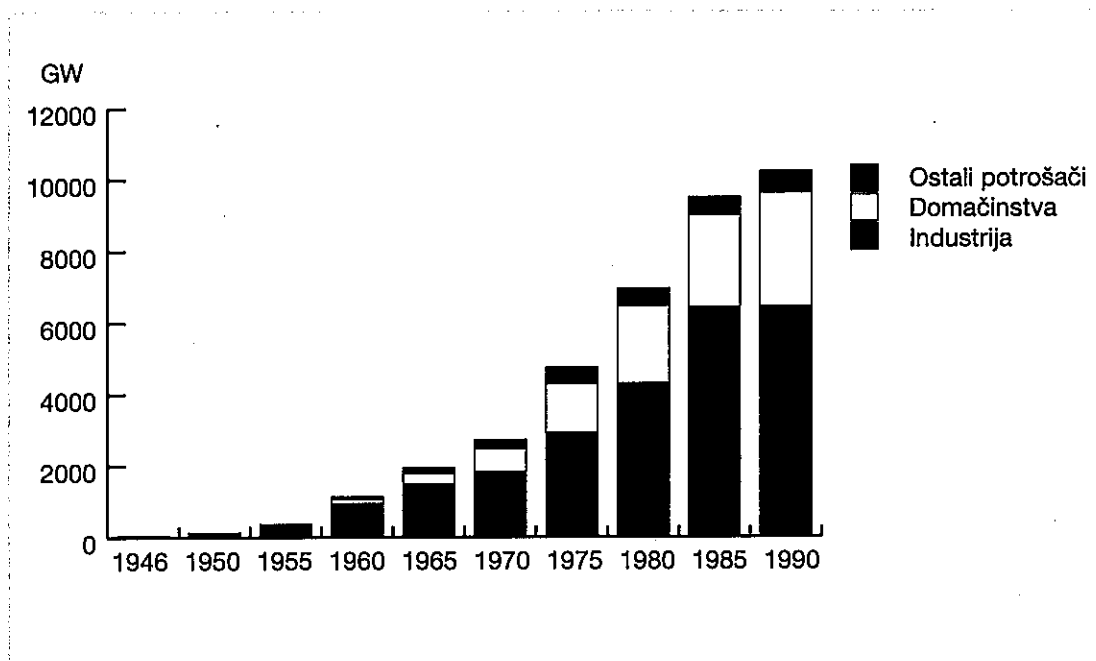
- planovi i zamah u prvom poratnom desetljeću, od 1919. do 1928. godine,
- svjetska privredna kriza od 1929. do 1934. godine i
- obnavljanje privrednih aktivnosti od 1934. do 1940. godine.

U tijeku 1919. godine, Zemaljska vlada Bosne i Hercegovine inicirala je kod gradskih općina izradu projekata elektrifikacije. Između 1920. i 1927. godine više općina izradilo je ove projekte, tako da je u razdoblju od 1922. do 1929. godine pušteno u pogon više manjih TE i HE (rudničkih, industrijskih, željeznice, gradskih i vjerskih ustanova).

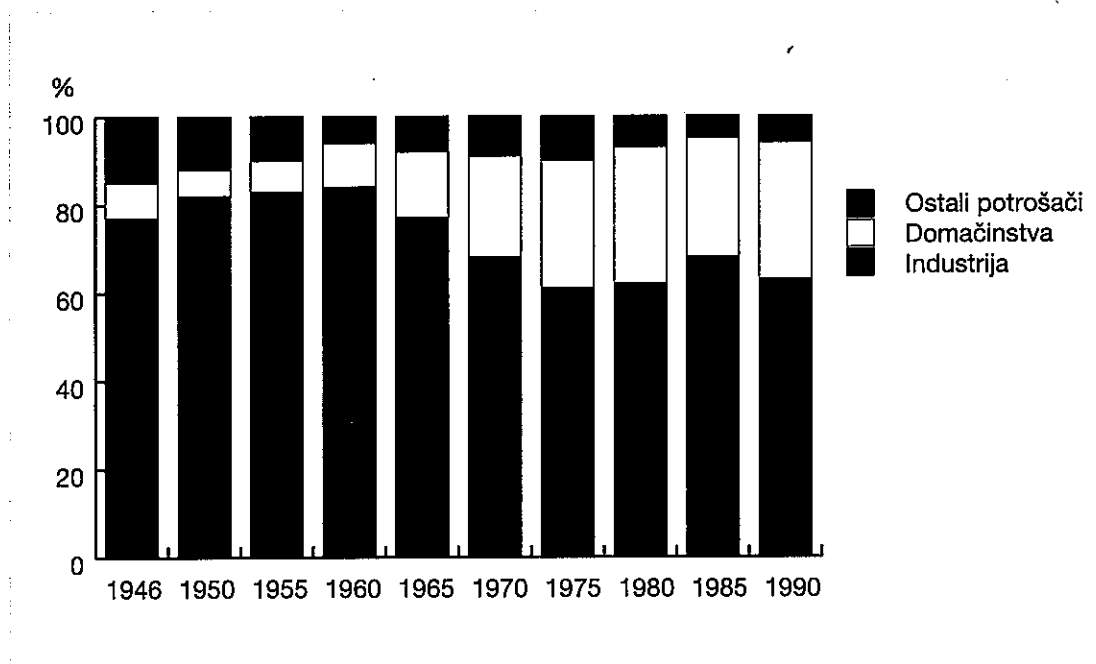
U razdoblju od 1934. do 1940. godine intenzivirana je izgradnja novih elektrana, a državni rudnici su prednjačili. Uz redovna proširenja postojećih termoelektrana izgradili su i novu TE Zenica,

3. Potrošnja električne energije u periodu 1945 - 1990. godine

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Industrija	40.2	103.9	305	951	1497	1838	2929	4303	6437	6444
Domaćinstva	4	7.4	26	113	232	649	1097	2103	3771	4150
Ostali potrošači	8.1	14.9	36	70	162	247	462	478	496	607
Ukupno	52.3	126.2	367	1134	1941	2725	4525	6925	10704	11201



4. Struktura potrošnje električne energije u periodu 1945 - 1990. godine



nominalne snage 21 MW. Ovo je istodobno i razdoblje privatne inicijative u izgradnji hidroelektrana za javne potrebe (HE Fojnica 1936., HE Ljuta-Konjic 1936., HE Bugojno 1938. godine) na temelju koncesija dobijenih od nadležnih državnih organa.

Nisko iskorištenje vlastitih TE i viškovi sitnih frakcija ugljena naveli su Direkciju državnih rudnika u Sarajevu da se angažira na izgradnji srednjenaponske mreže, te tako proširi potrošačka područja i poveća plasman svojih termoelektrana, odnosno sitnih frakcija ugljena. Iz toga proizlazi izgradnja 30/35 kV vodova u mostarskom, tuzlanskom i srednjobosanskom bazenu ugljena.

Skoro monopolski položaj rudnika ugljena u Bosni i Hercegovini omogućuje im povišenje cijene ugljena za TE Sarajevo, odnosno cijene električne energije isporučene Elektrodistribuciji Mostar od strane TE Rudnika ugljena Mostar. Unatoč tomu, u oba ova gradska distribucijska područja bio je prisutan stalni porast potrošnje električne energije.

Od povišenja cijena električne energije Sarajevska distribucija se branila izgradnjom HE Hrid (u pogonu od 1917. godine) i HE Bogatići, planovima još iz 1910. godine (13), koja je završena tek 1947. godine zbog brojnih problema u rješavanju imovinsko-pravnih pitanja kao i financijskih, te poteškoća uzrokovanih prvim svjetskim ratom, ekonomskom krizom i drugim svjetskim ratom.

Mostarska elektrodistribucija se štitila od povišenja cijena električne energije kupljene od TE Rudnika ugljena Mostar, projektom izgradnje HE na Radbolji (17), što je utjecalo na sniženje cijena električne energije preuzete od rudnika ugljena Mostar iz 1937. godine. Krajem 1939. godine u Bosni i Hercegovini proizvedeno je približno 121 GWh električne energije (73 GWh u TE i 48 GWh u HE), a ukupna instalirana snaga generatora iznosila je 69,3 MW u 90 elektrana (58,6 MW u 35 TE i 10,7 MW u 16 HE).

Izgradnja prvih vodova 30 kV započeta je u mostarskom bazenu (DV Mostar-Jasenica-Čapljina-Metković) 1927. godine, potom u tuzlanskom bazenu u razdoblju od 1931. do 1940. godine. U srednjobosanskom bazenu izgradnja dalekovoda 30 kV počela je 1937. godine i do 1940. godine ovi dalekovodi su povezali rudničke TE Zenica, Kakanj, Breza, Vareš, služeći im kao pogonska rezerva i napajajući okolne gradove i naselja. U 1940. godini bio je izgrađen DV 30 kV TE Sarajevo-Bogatići za potrebe gradilišta HE Bogatići.

Do 1941. godine u Bosni i Hercegovini bilo je izgrađeno 305 km dalekovoda 35(30) kV, ali je samo na 110 km uveden napon 30 kV, dok su ostali radili pod naponima 5, 10 i 15 kV (12).

Na slici 2. dana je skica srednjenaponske mreže u Bosni i Hercegovini 1940. godine. Paralelan rad s više povezanih elektrana postojao je tada u tuzlanskom bazenu, srednjobosanskom između Zenice, Kakanja i Vareša (Droškovca) i Sarajeva. Ostalo su bila jednostrana napajanja (Mostar-Metković, Ljubija-Prijedor). Lokalne mjesne elektrane bez srednjenaponskih odvoda nisu naznačene.

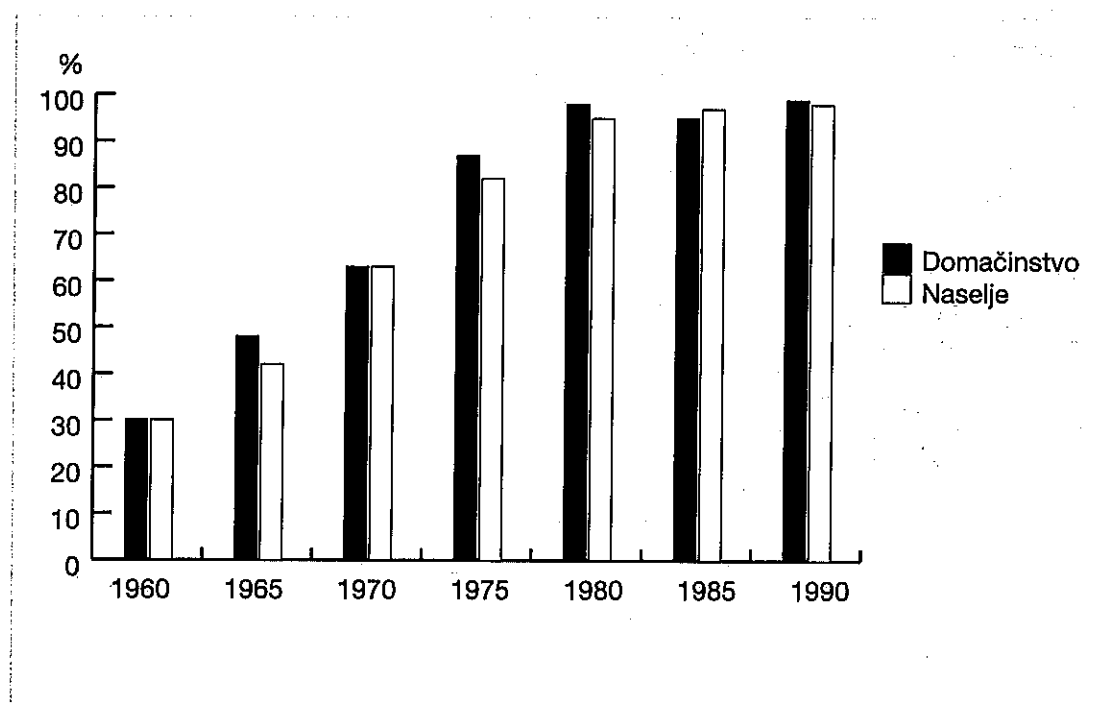
Distribucijska niskonaponska mreža pripadala je pretežito općinama, odnosno gradskim upravama, a razvodna mreža 5, 15 i 30 kV elektranama koje su ih gradile i održavale.

Do 1941. godine nije postojala jedinstvena elektroprivredna organizacija na području Bosne i Hercegovine, koja je tada bila podijeljena u više banovina. Izvjesno objedinjavanje u proizvodnji i prodaji električne energije obavljala je Direkcija državnih rudnika u Sarajevu. Stupanj elektrificiranosti domaćinstava u Bosni i Hercegovini u 1939. godini bio je 12,24 posto, (a u Kraljevini Jugoslaviji 27,45 posto).

1.1.3. RAZDOBLJE OD 1945. DO 1991. GODINA

Uredba Narodne vlade o osnivanju Električnog preduzeća Bosne i Hercegovine od 30. kolovoza 1945. godine (3), (Elektrobih) značila je potpuni preokret u vlasništvu i upravljanju elektroenergetskim objektima. Nad izgrađenim elektroprivrednim objektima i poduzećima, kao i onima koja su kasnije građena, uspostavljen je status državnog vlasništva, dirigirane državne uprave i planske privrede. Elektrobih je praktično preuzeo sve djelatnosti i nadležnosti koje jedna kompleksna elektroprivredna djelatnost može imati, od obnove ratom oštećenih objekata i izgradnje novih, proizvodnje električne energije i njene distribucije i prodaje, održavanja postojećih postrojenja,

5. Elektrificiranost naselja i domaćinstava



nabave i raspodjele opreme i materijala, razvoja elektroindustrije, obrazovanja kadrova, do suradnje s drugim elektroprivrednim poduzećima, zavodima, institutima i drugim organizacijama o svim stručnim i znanstvenim pitanjima.

Početnu glavnicu od Din. 100.000.000 uplatila je Federalna Bosna i Hercegovina, a za sve obveze Elektrobiha jamčio je "državni erar Bosne i Hercegovine". Daljnja materijalna sredstva Elektrobiha je dobio preuzimanjem zemljišta, objekata i koncesija u vlasništvu države, bivših općina, kao i privatnih objekata, uz odgovarajuću naknadu, a koja služe elektrifikaciji.

Elektrobihom je rukovodio Upravni odbor sastavljen od direktora, pomoćnika direktora, sekretara, zastupnika ugljenokopa, metalurških i kemijskih poduzeća i zastupnika ministarstva financija, šumarstva, građevine i poljoprivrede-stočarstva. Direktora, njegova pomoćnika i sekretara Elektrobiha postavljao je ministar industrije i rudarstva u suglasnosti s predsjednikom Narodne vlade Bosne i Hercegovine, a ostale članove odgovarajući resorni ministri.

Upravni odbor Elektrobiha bio je odgovoran Ministru industrije i rudarstva Bosne i Hercegovine. Nadzorni odbor Elektrobiha od pet članova imenovao je ministar i njemu je bio i odgovoran.

Ovako temeljita nacionalizacija elektroenergetskih proizvodnih, prijenosnih i distribucijskih objekata i postrojenja nije ostavila ni malo mjesta za angažiranje privatnog kapitala.

Da bi se ostvarile velike zadaće u izgradnji i održala proizvodnja postojećih, pretežito zastarjelih elektrana, krenulo se u više pravaca: osnovana su poduzeća republičkog značaja za obnovu oštećenih elektroenergetskih objekata, izgradnju novih dalekovoda i transformatorskih stanica i nabavu elektroopreme (16), preuzeto je od Saveznog ministarstva za elektroprivredu - MINEL-a projektiranje novih velikih HE, TE, TS i DV, osnivanjem projektantske organizacije Elektroprojekt Sarajevo (1951.g.), koja je kasnije prerasla u Energoinvest Sarajevo, osnovane su investicijske organizacije za izgradnju novih velikih HE i TE na njihovim gradilištima (Jablanica, Kakanj, Tuzla, Jajce, Bihać), osnovan je 1953.godine Elektroprijenos Sarajevo - Organizacija za prijenos i transformaciju električne energije (17).

U ovom razdoblju doneseni su brojni zakonski akti bivše savezne i republičke uprave koji su davali smjernice za organizacijske forme, raspoređivanje financija dinarskih i inozemnih, podjelu strateških i kritičnih materijala, raspored kadrova, a postojala je stalna podrška stručnom, srednjem i visokom obrazovanju, radu istraživačkih ustanova i njihovim laboratorijama.

U proizvodnom, prijenosnom, distribucijskom i dispečerskom pogledu, razdoblje od 1945. do 1991. godine imalo je dvije različite faze:

- u godinama od 1945. do 1956. odnosno do puštanja u pogon velikih HE i TE i izgradnje 110 kV mreže, osjećao se stalan manjak električne energije bez obzira na intenzivna ulaganja i investiranja u objekte,
- u godinama od 1965. do 1991. zbog nedostatka financijskih sredstava domaćeg i stranog podrijetla, usporavana je izgradnja novih objekata i postrojenja, pa je i tada bio prisutan elektroenergetski deficit u Bosni i Hercegovini.

2. STVARANJE ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA BOSNE I HERCEGOVINE

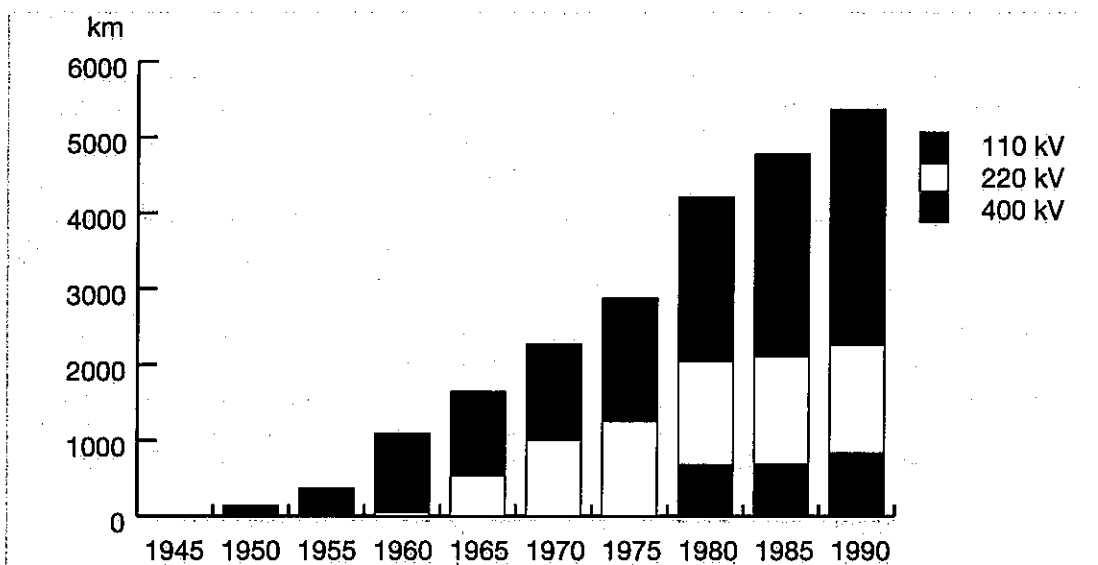
Početak stvaranja nacionalnog elektroenergetskog sustava vezan je za 35 kV i 110 kV mrežu u prvim godinama poslije završetka drugog svjetskog rata.

U tijeku 1946.godine izgrađen je DV 35 kV TE Sarajevo-TS Ilijaš, obnovljen DV 30 kV TE Sarajevo-HE Bogatići, izgrađeni DV 35 kV HE Bogatići-TS Blažuj (1947.g.) i DV 35 kV TS Blažuj-TS Ilijaš (1947.g.). Time je omogućen paralelan rad TE Sarajevo i HE Hrid s TE Zenica od veljače 1947.godine, a u lipnju 1947. godine u paralelan rad uključena je i HE Bogatići. Tako je stvaran

6. Visokonaponska prijenosna mreža u periodu 1945 - 1990. godine

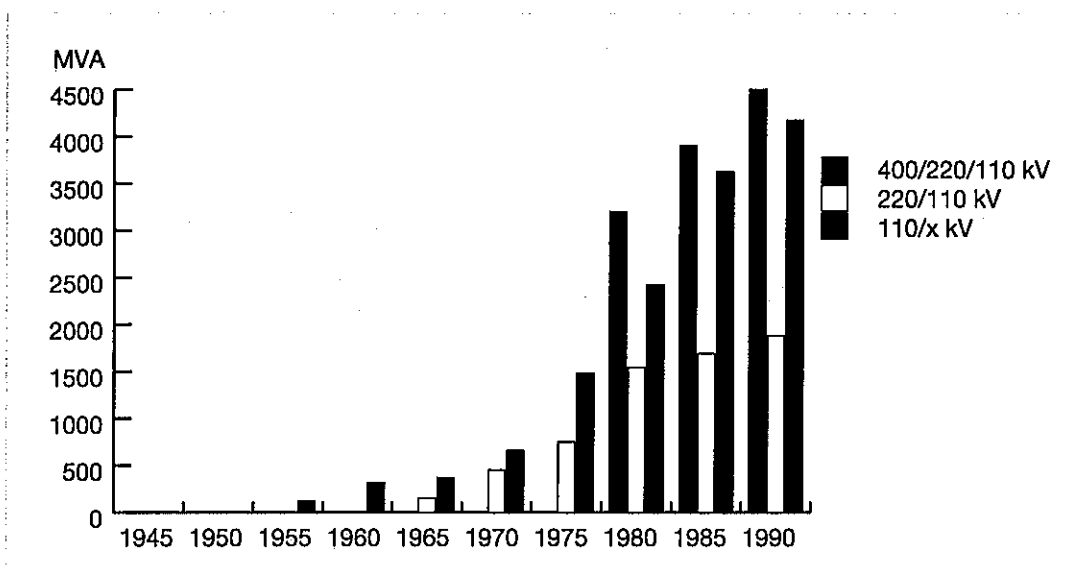
6.1. Dalekovodi

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
400 kV	0	0	0	0	0	0	0	682	685	836
220 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110 kV	0	135	361	1036	1106	1261	1625	2165	2668	3110



6.2. Transformatorske stanice

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	
400/220/110 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	3900	4500
220/110 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110/x kV	0	0	123	315	368	661	1481	2420	3628	4172	



elektroenergetski podsustav srednje Bosne.

U međuvremenu je počela izgradnja dalekovoda 110 kV u Bosni i Hercegovini. Prvi izgrađeni DV 110 kV TS Zenica (Banlozi) - RS Doboju, 1949. godine pušten je pod napon 35 kV. TS Doboju je od ranije bila povezana preko DV 35 kV sa TS Lukavac, pa je 1949. godine ostvarena veza između srednjobosanskog i tuzlanskog elektroenergetskog podsustava.

U banjalučkom elektroenergetskom podsustavu od 1945. godine rade paralelno HE Delibašino Selo i TE Lauš, a od 1952. godine ove dvije elektrane rade paralelno s industrijskom TE Tvornice Celuloze Prijedor.

Još nekoliko godina ostalo je izdvojeno bihačko potrošačko područje.

Medusobno povezivanje srednjobosanskog i tuzlanskog s jedne, banjalučkog i bihačkog područja s druge strane, ostvaruje se kasnije putem 110 kV (i potom 220 kV) vodova. U razdoblju od 1949. do 1953. godine ušle su u pogon i uključene u paralelan rad s područnim podsustavima: HE Vlasenica - 13 MW, (1949. godine), HE Mesići - 3,1 MW, (1950. godine), TE Banovići - 5+2,5 MW (1952. i 1953. godine), TE Koksare Lukavac - 2,5 MW (1953. godine) i TE Bosanke Blažuj (1953. godine).

U razdoblju od 1948. do 1956. godine izgrađeno je 13 dalekovoda napona 110 kV u duljini od 613,3 km. Ovi vodovi su povezali transformatorske stanice višeg napona 110 kV u Bileći, Mostaru, Jablanici, Sarajevu, Goraždu, Kaknju, Jajcu, Doboju, Lukavcu s novim HE Jablanica, TE Kakanj, HE Jajce II. Iz TS 110 kV Mostar (Raštani) izgrađena je 110 kV veza prema HE Kraljevac, iz TS Lukavac prema TS M.Zvornik, a iz TS 110 kV Doboju prema TS 110 kV SlavonSKI Brod. Neki od ovih vodova radili su prvih godina pod naponom 35 kV, a onda su pušteni pod napon 110 kV, zajedno sa 110 kV transformatorskim stanicama Zenica (Banlozi) Jajce, Sarajevo (Blažuj), Mostar (Raštani), Goražde - sve pod naponom 110 kV od 1954. godine i TS Lukavac, pod 110 kV naponom od 1955. godine.

Sa Slavonijom je prethodno uspostavljen paralelni rad na 30 kV naponu 1951. godine dalekovodom 30 kV Brčko-Županja, a s Dalmacijom na naponu 30 kV preko 110 kV voda Mostar (Raštani)-Gorica-HE Kraljevac. Paralelni rad na naponu 110 kV s Dalmacijom i Elektroprivredom NR Srbije, počeo je 1955. godine.

Područje Livna bilo je priključeno na HE Kraljevac od Sinja vodom 30 kV i tako je napajano sve do puštanja u pogon 110 kV voda HE Kraljevac-Podgradina-Livno.

Iz TS 110 kV Mostar (Raštani) napajana je od 1956. godine dalekovodom 110 kV, ali pod naponom 35 kV, TS Bileća, otkuda je nastavljena prva veza s Crnom Gorom, preko DV 110 kV Bileća-Nikšić pod naponom 35 kV u prvim godinama pogona ovog voda.

Sve do 1957. godine nije postojala visokonaponska veza između bosanskohercegovačkog i zapadnohrvatskog elektroenergetskog sustava. Do tada su u bivšoj Jugoslaviji funkcionirala dva elektroenergetska sustava: uvjetno nazvan istočni, u paralelnom radu na prostoru srednje i istočne Bosne i Hercegovine i Dalmacije, Srbije i Crne Gore i zapadni - u paralelnom radu na prostoru Slovenije i zapadne Hrvatske.

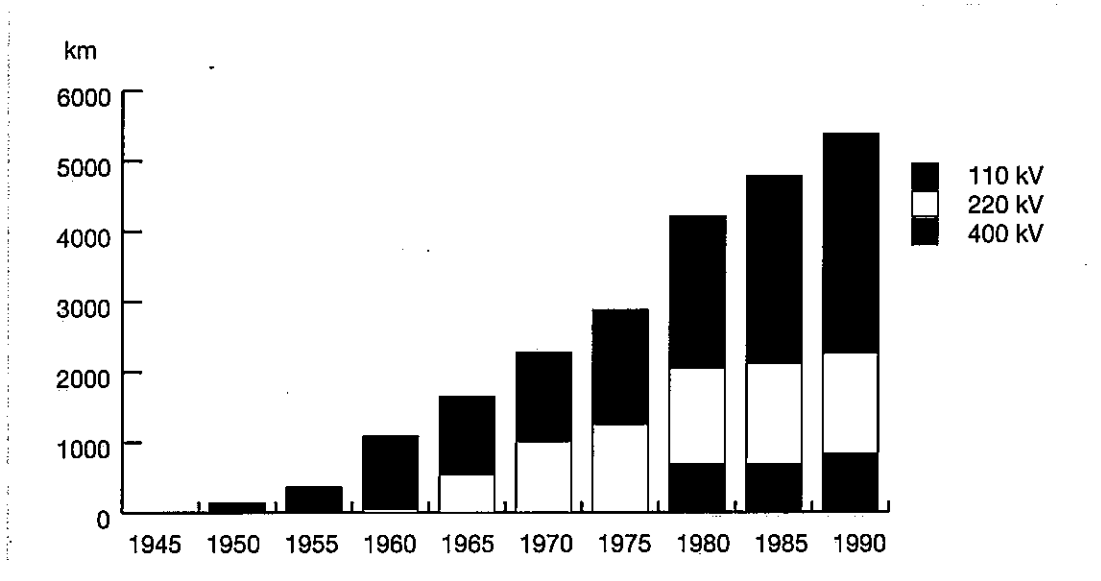
Krajem 1956. godine ušla je u pogon prva faza TE Kakanj s 2x32 MW na 110 kV naponu. Tih godina zapadni EES imao je kronične manjkove u zimskom razdoblju velikih opterećenja zbog malih zimskih proticaja karakterističnih za alpsko slivno područje rijeke Drave.

Zato je donesena odluka na razini Savezne jugoslavenske elektroprivrede da se hitno izgradi dalekovod 2x110 kV (preradi u 1x220 kV) Jajce-Una-Zagreb. Riješen je problem povezivanja ova dva sustava s različitim tretmanom zvjezdista VN transformatora (na istočnoj strani zvjezdiste je bilo izravno uzemljeno, a na zapadnoj preko induktivnih svitaka). Odlučeno je, naime, da se transformatorske stanice 110 kV Resnik, Klara i one uz TE Jerkovac i HE Vinodol pripreme za izravno uzemljenje, dok je preostali dio 110 kV mreže Slovenije i zapadne Hrvatske s Istrom i dio HE Vinodol ostao i dalje induktivno uzemljen. Tako je jedan dio zapadno-hrvatskog energetskog bazena preko TS 110 kV Resnik priključen 1957. godine na bosansko-hercegovački sustav. Ulaskom u pogon HE Jajce I u 1957. godini dobijena je važna potporna tačka na rela-

7. Distributivna mreža u periodu 1945 - 1990. godine

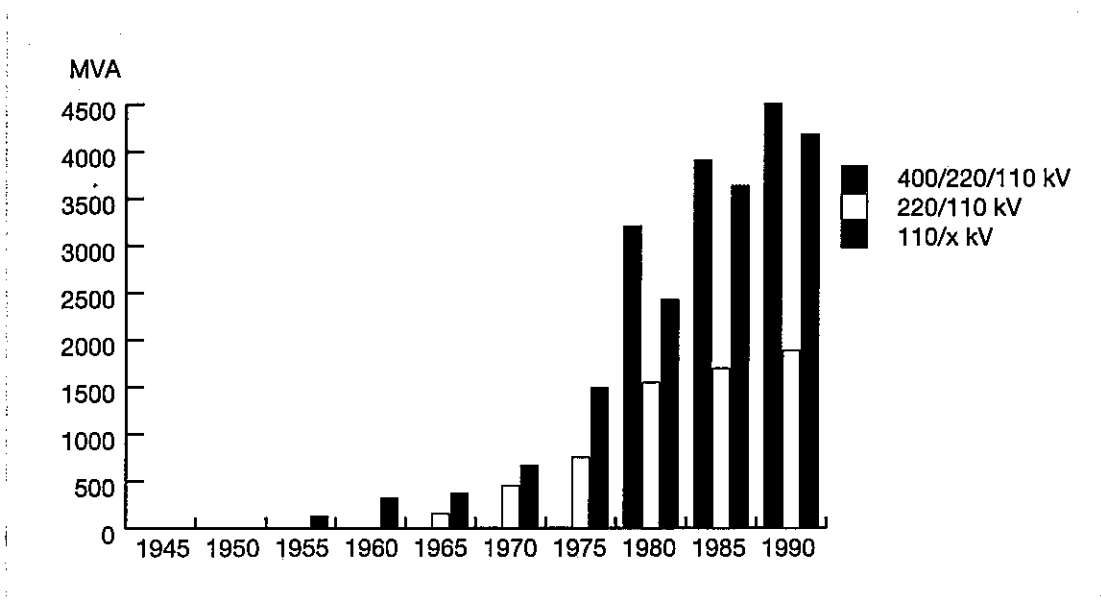
7.1. Vodovi

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
400 kV	0	0	0	0	0	0	0	682	685	836
220 kV	0	0	0	49	505	1097	1251	1251	1421	1491
110 kV	0	135	361	1036	1106	1261	1625	2165	2668	3110



7.2. Transformatorske stanice

Godina	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
400/220/110 kV	0	0	0	0	0	0	0	0	3200	4500
220/110 kV	0	0	0	0	159	450	750	1150	1650	1650
110/x kV	0	0	123	315	368	661	1481	2420	3628	4172



tivno dugačkoj 110 kV vezi od Kaknja, preko Jajca i Une do Resnika kod Zagreba. Treba naglasiti da odvajanje dijela 110 kV potrošačkog područja zapadne Hrvatske na srednjobosansku 110 kV mrežu nije zapravo bio puni paralelni rad. Da bi se otklonili nedostaci ovakvog pogona, nakon potrebnih priprema, pristupilo se krajem 1957. godine pokusnom paralelnom pogonu zapadnog i istočnog elektroenergetskog sustava. Rezultati paralelnog rada ova dva sustava putem DV 110 kV Jajce-Zagreb premašili su očekivanja i donijeli su višestruke koristi (18).

Na DV 2x110 kV Jajce - Zagreb priključena su do tada izolirana područja elektrodistribucijskih poduzeća Banja Luke i Bihaća. Tako je stvoren elektroenergetski sustav Bosne i Hercegovine na 110 kV naponu. Ovaj sustav je poslije ojačan i proširen superponiranom mrežom 220 i 400 kV i novim elektranama s blok generatorima gornjeg višeg napona 220 i 400 kV (19).

Generatori novih, relativno većih elektrana u Bosni i Hercegovini puštenih u pogon 1955. do 1957. godine (HE Jablanica, HE Jajce I, TE Kakanj I, II, III) priključeni su na svoje blok transformatore gornjeg napona 110 kV. Poslije su građene HE i nove faze TE većih jediničnih snaga, predodređene za napone više od 110 kV. To je dovelo do izgradnje dalekovoda i transformatorskih stanica nominalne naponske razine 220 kV.

Prvo razvodno postrojenje u Bosni i Hercegovini napona 220 kV pušteno je u pogon 1962.godine u Mostaru, a prva transformacija 220/110 kV u TS Kakanj 1965.godine, nakon čega je nastavljeno povezivanje sa susjednim područjima.

Napon 400 kV uveden je u pogon 1977.godine puštanjem u eksploataciju TS 400/220/110 kV Tuzla i Mostar 4, kao objekata iz prve faze izgradnje objekata 400 kV mreže, koji su dijelom financirani i međunarodnim kreditom. Prva transformatorska stanica iz druge faze izgradnje 400 kV superponirane mreže puštena je u pogon 1979. godine. To je bila TS 400/220/110 kV Sarajevo 10 (Reljevo).

Uočava se stagnacija u izgradnji DV 220 kV iza 1980. godine u korist vodova 400 kV napona i praktično stalno povećanje duljine izgrađenih vodova napona 110 kV (19).

U prilogu su dani Osnovni tehnički podaci o razvoju elektroprivredne djelatnosti Bosne i Hercegovine u razdoblju od 1945. do 1990. godine.

2.1. RAZVOJ FUNKCIJE UPRAVLJANJA EES

Elektroenergetska dispečerska služba u Elektroprivredi Bosne i Hercegovine osnovana je 1948.godine.(20). Od 1948. do 1954. godine, odnosno do puštanja u pogon prijenosne 110 kV mreže, operativnu smjensku službu obavljali su uklopničari u TE Sarajevo pod nadzorom i uputstvom glavnog dispečera Republike. U tuzlanskom, banjalučkom i mostarskom području ulogu operativnih dispečera u slučajevima kvarova i redukcija obavljali su područni dispečeri. Poslovi dispečerske službe obavljani su s mnogo poteškoća i s vrlo oskudnim sredstvima (korištenjem ratne trofejne VF i induktivne veze ili PTT veze pod posebnom šifrom).

Puštanje u pogon 110 kV mreže i novih velikih elektrana, dispečerska služba dočekala je spremna.

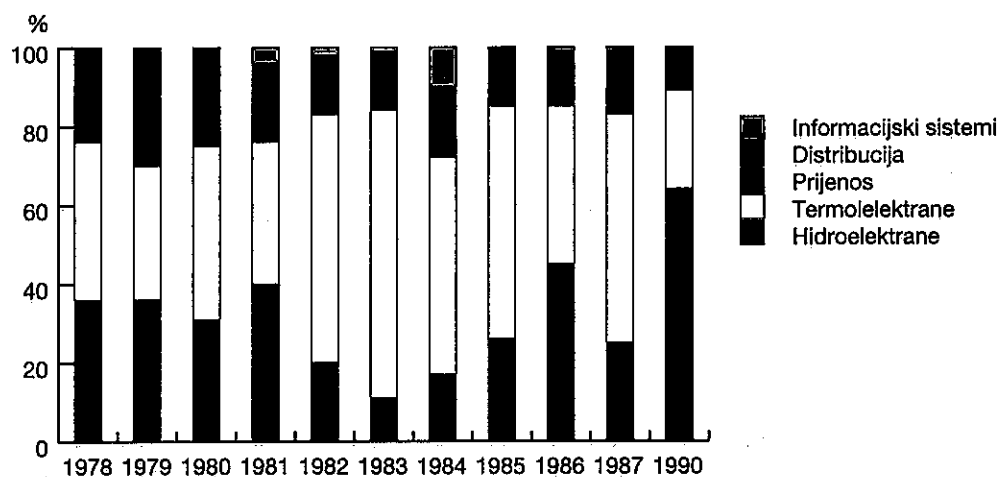
Ostvarene su VF i telefonske veze sa svim elektranama i trafostanicama, izrađena su dispečerska uputstva i Pravilnik o dispečerskoj službi, usaglašen s tehnikom novih elektroenergetskih postrojenja.

Napredovalo se u opremanju kontrole rada sustava i komunikacija, radeći istodobno projekt novog dispečerskog elektroenergetskog centra Bosne i Hercegovine. Novoopremljeni dispečerski centar počeo je raditi 1961. godine, i bio je u to vrijeme najfunkcionalniji i najopremljeniji republički dispečerski centar u bivšoj Jugoslaviji.

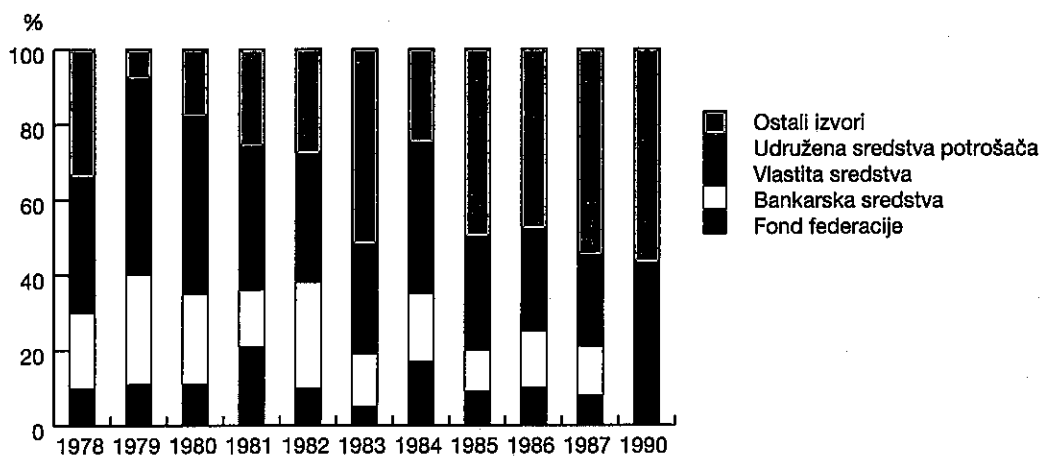
Krupan napredak u radu elektroenergetskog sustava BiH i njegove dispečerske službe bilo je uvođenje automatske regulacije frekvencije, opterećenja regulacijskih elektrana i snaga razmjene sa susjednim republikama. Paralelni rad elektroenergetskog sustava sa susjednim republikama dostigao je takvu kvalitetu da nije bilo prepreka njihovom uključanju u paralelan rad i razmjenu proizvedene energije s velikom europskom interkonekcijom UCPT 1976. godine.

8. Financiranje razvoja i izgradnja elektroprivrednih objekata u periodu 1978 - 1990. godine

8.1. Relativno učešće u investicijama Elektroprivrede BiH po osnovnim granama djelatnosti



8.2. Relativno učešće u investicijama po izvorima financiranja



U području upravljanja EES BiH realizirane su dvije značajne studije: Studija razvoja dispečerskog upravljanja i unapređenja zajedničkog rada sa susjednim EES 1977. godine i Studija izvodljivosti projekta Tehničkog sustava upravljanja kao poseban dio programa razvoja III faze 400 kV mreže 1984. godine.

Aktualni problemi u radu Republičkog dispečerskog centra Sarajevo riješeni su izgradnjom nulte faze sustava za daljinski nadzor objekata prijenosne 400 i 220 kV mreže, proizvodnih objekata i razmjene sa susjednim sustavima.

Paralelno s razvojem upravljanja izrađen je i telekomunikacijski sustav Elektroprivrede Bosne i Hercegovine. Ovaj sustav se sastoji od telefonskih i teleinformacijskih mreža, mreža za prijenos signala regulacije i zaštite, mreža za prijenos telemjerenja i sličnog.

2.2. ORGANIZACIJSKI I EKONOMSKI RAZVOJ

Elektroprivreda je kao bitna grana ukupne privrede dijelila sudbinu općih kretanja ekonomske politike u razdoblju od 1945. do 1990. godine i neizbježno je slijedila kretanja političkih snaga i odnosa na relaciji Savezna uprava - republičke uprave.

Stoga je razdoblje od 1945. do 1990. godine obilovalo brojnim promjenama u području elektroprivrede. Te promjene su se manifestirale od statusa grane od posebnog državnog interesa, dirigiranog poslovanja do skupa poduzeća, odnosno zajednica upućenih na poslovanje prema tržišnim zakonima i samofinanciranju.

U tom smislu uočavaju se dva razdoblja organiziranja i poslovanja:

- administracijsko - centralističko, etatističko upravljanje (1945. - 1965. g.),
- decentralističko upravljanje (1965 - 1990. g.).

Prvo razdoblje karakteriziraju, između ostalog, vezane-dirigirane cijene električne energije i snage i financiranje izgradnje iz centralnih fondova. Drugo razdoblje karakterizira, napuštanje administracijskih mjera u privredi i prijelaz na ekonomske mjere slobodnog tržišta uz izvjesna ograničenja tamo gdje su ona neophodna, s elementima samofinanciranja proširene reprodukcije.

U razdoblju od 1945. do 1965. godine donesena su tri značajna normativna akta:

- Uredba o osnivanju Elektrobih (3),
- Odluka o osnivanju Zajednice elektroprivrednih preduzeća NR Bosne i Hercegovine (21) i
- Zakon o elektroprivrednim organizacijama iz 1958.godine sa dopunama u 1959. 1961. 1963. i 1964.godini (22).

Uredba o osnivanju Elektrobih s ekonomskog stanovišta bila je previše jednostavna da bi mogla dugo živjeti: sve je podržavljeno, odnosno nacionalizirano, investicije su bile osigurane iz početnog kapitala, privrednim kreditima i zajmovima savezne i republičke vlade, te raznim doprinosima. Uz to, je Elektrobih dobio visoko pravo ustupanja potrebnog zemljišta, odobrenja za iskorištenje ulica, trgova i drugih javnih mjesta.

Zakon o elektroprivrednim organizacijama iz 1954. godine rezultat je izdvajanja javne elektroprivredne djelatnosti u proizvodnji, razvoju i distribuciji električne energije iz okrilja dotadašnjih republičkih i saveznih ministarstava, njihovih glavnih i generalnih direkcija i komiteta, republičkog savjeta za industriju, i drugih i okretanja elektroprivrede u Bosni i Hercegovini samoj sebi. Tada se u Zajednicu elektroprivrednih preduzeća NR Bosne i Hercegovine udružilo 16, zatim 18 poduzeća proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije, uključivo i poduzeća u izgradnji. U ekonomskom pogledu razdoblje od 1954. do 1958. g. karakterističan je prema:

- utvrđivanju troškova poslovanja i dohotka na temelju administracijskih normativa troškova i dohotka,
- stalnom raskoraku troškova i ukupnog prihoda u elektroprivredi,

- uvođenju jedinstvenih cijena električne energije po grupama potrošača za cijelo područje bivše Jugoslavije.

Zakon o elektroprivrednim organizacijama iz 1958. godine u poslovnom i organizacijskom pogledu razdvojio je proizvodno-prijenosnu djelatnost od elektrodistribucijske tako da su se proizvodna i prijenosna poduzeća i dalje udružila u republičku zajednicu elektroprivrednih preduzeća, a distribucijska poduzeća, uključivo i proizvodne objekte instalirane snage do 10 MW (TE Banovići, TE Maglić (Foča), HE Vlasenica, HE Bogatići, HE Mesići, HE Hrid i HE Slapovi na Uni) su se kao komunalna izdvojila iz republičke elektroprivrede. Ona su, međutim, i dalje ekonomski ostala vezana za republičku elektroprivredu, budući da su elektrodistribucijska poduzeća s elektroprivrednom zajednicom formiraju troškove poslovanja i dohodak po saveznim normativima. Elektrane izdvojene u distribuciju su se vremenom razvile u respektabilne pogone za remont i izgradnju elektroenergetskih postrojenja i uređaja s isključivim pravom servisiranja opreme „Končara“ i „Energoinvesta“ za područje Slavonije i Bosne i Hercegovine.

Drugo razdoblje nastupilo je privrednom reformom i donošenjem Osnovnog zakona o elektroprivredi (23). Ukinuta je Zajednica elektroprivrednih poduzeća NR Bosne i Hercegovine, a njene poslove je preuzeo „Elektroprijenos“ Sarajevo. Distribucijska poduzeća su se odvojila od Zajednice, odnosno tada „Elektroprivreda“ i postala kupci električne energije, odnosno napušten je tadašnji sustav normativna troškova poslovanja i dohotka za distribuciju. U razdoblju od 1965. do 1977. g. distribucija ima svoje poslovno udruženje, odnosno poduzeća. U ekonomskom pogledu elektroprivredna grana je izgubila status javne službe i za nju su postala mjero-davna slična privredno-ekonomska rješenja u pogledu sustava raspodjele, cijena, proširene reprodukcije - istina s nešto ublaženim prijelaznim rješenjima u razdoblju od kolovoza 1965. do prosinca 1968. g. Električna energija je dobila tretman robe i s tim je priznato grani elektroenergetike djelovanje zakona vrijednosti, prema ostvarenoj proizvodnji električne energije. Organiziranje elektroprivrede prepušteno je republičkim zakonima poslije prijelaznog razdoblja.

Mjere privredne reforme 1965. godine nisu dale očekivane rezultate: nije ostvarena predviđena stopa akumulacije (6 posto), kao ni mogućnost osiguranja vlastitih sredstava za razvoj, a prodajne cijene nisu mogle pokriti stvarne proizvodne troškove i potreban dohodak za akumulaciju, (Izvršno vijeće Republike je propisivalo tarife za prodaju električne energije).

Zakon o udruženom radu iz 1976. godine dao je mogućnost elektroprivrednim organizacijama da se 1. travnja 1977. godine reorganiziraju udruživanjem rada i sredstava u Složenu organizaciju udruženog rada za proizvodnju, prienos i distribuciju električne energije „Elektroprivreda BiH“ i da 1981. godine prihvate Samoupravni sporazum o ostvarivanju i raspoređivanju zajedničkog prihoda od ostvarene realizacije električne energije na razini SOUR-a. Međutim, bitno izmijenjeni uvjeti privređivanja jedinica SOUR-a (izmjene u strukturi proizvodnje električne energije, pogoršana struktura izvora financiranja investicija, nabava nedostajućih količina električne energije prema cijenama višim od prodajne, kontrolirane prodajne cijene električne energije i drugo) imali su za trajnu posljedicu disparitet proizvodne i prodajne cijene električne energije - do agresije na Bosnu i Hercegovinu 1992. godine.

2.3. FINANCIJSKI ASPEKTI RAZVOJA

Nakon završetka drugog svjetskog rata, s izradom Privrednog plana raden je i Plan elektrifikacije kao njegov sastavni dio. Planiranje i financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata najčešće je obavljano u prvim godinama kroz jednogodišnja ulaganja, zato što su se javljale teškoće vezane za osiguranje financijskih sredstava u skladu s planiranom dinamikom ulaganja. Među izvorima sredstava za financiranje korištena su u početku sredstva fondova za obnovu zemlje i pomoć nastradalim područjima, sredstva proračuna i djelomično sredstva iz obrtnog kapitala Glavne državne blagajne.

U razdoblju od 1947. do 1965. godine financijska sredstva su prikupljena iz proračuna, prvog i drugog narodnog zajma. Formirana je i Državna investicijska banka za financiranje investicija, a

korištena su i sredstva Amortizacijskog fonda, Općeg investicijskog, Republičkog investicijskog fonda, ino-kredit i drugi izvori.

Od 1965.godine tržišni uvjeti privređivanja, koji su bili tada proklamirani, trebali su elektroprivredi omogućiti stvaranje vlastitih sredstava za investicije u visini od 30 posto investicijskog ulaganja. Ostali izvori za financiranje izgradnje bili su kreditna sredstva Jugoslavenske investicijske banke, zajedničke rezerve, oročena sredstva, domaći i ino-kredit i dopunska sredstva od 20 posto na iznos investicijskih ulaganja koje je osiguravala privreda na temelju republičkih propisa.

Poslije 1970. godine, financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata prelazi s Federacije na republike. Od tada je u SR Bosni i Hercegovini doneseno više odgovarajućih propisa u području investicija i bila je započeta zajednička izgradnja elektroenergetskih objekata na teritoriji Bosne i Hercegovine za potrebe drugih republika. Skupština SR Bosne i Hercegovine u tu svrhu usvojila je Program izgradnje, prijenosa i primarne distribucijske mreže za razdoblje od 1974. do 1980.godine.

Kao izvori financiranja služila su vlastita sredstva, doprinosi na potrošnju električne energije, naknada za priključak na mrežu, sredstva potrošača, sredstva Fonda Federacije, domaći i ino-kredit, sredstva drugih republika i ostali izvori.

Zbog pomicanja dinamike izgradnje objekata iz Programa od 1974. do 1980. nastavljena je izgradnja ranije započetih objekata. Sve složenije energetske okolnosti u Republici uvjetovale su donošenje novog programa izgradnje proizvodnih objekata, visokonaponske mreže, informacijsko-upravljačkog sustava, ulaganja u zajedničke studije i istrage sa sustavom financiranja za razdoblje od 1983. do 1990.godine. Predviđeno je da će se izgradnja elektroenergetskih objekata financirati s 20 posto vlastitog udjela, 42 posto udruženih sredstava potrošača, 12 posto bankarskih sredstava, 10 posto sredstava Fonda Federacije i 16 posto drugih izvora.

Uz ulaganje u izgradnju elektroenergetskih objekata iz Programa, od 1983. do 1990. godine, u razdoblju od 1981. do 1987. godine dalje se gradila srednjenaponska i niskonaponska mreža koja nije u cjelini obuhvaćena Programom, a financirana je iz vlastitih sredstava udruženih elektrodistribucijskih organizacija.

U 1970. godini udjel investicija elektroprivredne djelatnosti u ukupnim investicijama u industriji iznosio je 20,6 posto, 1975.godine 15,9 posto, 1980. godine 24 posto, 1985.godine 25,5 posto i 1990. godine 8,9 posto.

2.4. RATNE ŠTETE

U ostvarenom razvoju elektroprivreda Bosne i Hercegovine preživjela je dva velika svjetska rata i sada odolijeva jednom posebnom - agresorskom.

Ratna razaranja i ljudske žrtve u elektroenergetici Bosne i Hercegovine tijekom prvog svjetskog rata nisu za sada poznate. S obzirom na tadašnji skroman broj elektrana, srednjenaponsku i niskonaponsku mrežu, ova razaranja i ljudske žrtve nisu mogle biti uporedive s onima iz drugog svjetskog rata, a osobito ne s ovim sadašnjim, iz razdoblja od 1992. do 1995. godine.

Razaranja elektroenergetskih objekata u drugom svjetskom ratu na prostoru Bosne i Hercegovine bila su relativno velika, u odnosu na tadašnje instalirane snage elektrana i izgrađenu elektroenergetsku mrežu: od 90 elektrana koje su bile izgrađene do 1941.godine ukupne instalirane snage 69,3 MW, kraj rata je dočekalo 48, sa snagom od ukupno 48,7 MW, ili 70 posto snage. Uz to, tijekom rata od 1941. do 1945. godine - elektrane, vodovi i transformatorske stanice nisu u potrebnoj mjeri i kvalitetno održavane, pa je dolazilo do čestih havarija u pogonu.

Ovaj sadašnji, nametnuti, rat i agresija nije svjetskih dimenzija, ali je sveden na prostore Bosne i Hercegovine i Hrvatske. S obzirom na brojnost žrtava, relativnu gustoću, odnosno oštećenja osnovnih sredstava u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije, neprekidnom trajanju, širini obuhvaćenih prostora, ratnoj totalnosti, brutalnosti i zločinačkim metodama agresora - ovaj za nas obrambeni rat mnogo je teži za Elektroprivredu Bosne i Hercegovine i njene ljude od oba svjetska rata.

Zbog izravnih posljedica ratnih djelovanja oštećeno je 579 MW ili 14,5 posto ukupnih proizvodnih kapaciteta, od čega su od objekata na slobodnom teritoriju najveća oštećenja u HE Mostar (75 MW) i HE Salakovac (210 MW). Do velikih oštećenja došlo je i u TE Tuzla koja je gadana raketama i više puta granatirana. Stupanj oštećenja prijenosne mreže u odnosu na stanje prije rata je veliki, i prema aktualnim podacima koji se odnose na slobodni teritorij stanje je slijedeće: od 838 km dalekovoda 400 kV niti jedan nije u pogonu, od 1424 km dalekovoda 220 kV u pogonu su 243 km dalekovoda, od 3172 km dalekovoda 110 kV u pogonu su 672 km. Svih osam transformatorskih stanica 400/220/110 kV su izvan pogona i koriste se samo kao rasklopna postrojenja za nižu naponsku razinu. Od sedam transformatorskih stanica 220/110 kV u pogonu su samo tri, a od 101 transformatorske stanice 110/x kV u pogonu je 18, od kojih je većina privremeno i privremeno sanirana.

Distribucijska mreža u opkoljenim gradovima i naseljenim mjestima, osobito nadzemna mreža, skoro je potpuno uništena, dok je kabela djelimično stradala. Uništena je javna rasvjeta, uništen i oštećen veliki broj transformatorskih stanica, ne rade električna telemjerenja i telekomande, uništen je radni prostor i moderna poslovna zgrada generalne direkcije s pratećom opremom i inventarom.

Prema preliminarnim i nepotpunim podacima, ukupne štete zbog ratnih razaranja na objektima i postrojenjima pod nadzorom Elektroprivrede BiH do 31. lipnja 1995. godine iznose 1.218 milijuna DEM. Od toga izravne štete su 485 milijuna DEM ili 39,8 posto, a neizravne štete se okvirno procjenjuju na 733 milijuna DEM ili 60,2 posto i taj iznos varira ovisno o primijenjenoj metodologiji (24).

U iznosima ratnih šteta nisu sadržane zasad nepoznate štete na elektroenergetskim objektima koji se nalaze na privremeno okupiranim teritorijima (HE na Vrbasu, HE Višegrad, HE Trebišnjica, TE Ugljevik, TE Gacko i Elektrodistribucija Banja Luka).

Elektroprivreda Bosne i Hercegovine pretrpila je, nažalost, štetu koja se ne može vrednovati novcem. Ubijeno je 297 djelatnika, 224 djelatnika je povrijeđeno, od kojih je 145 teže. Mnogi od njih su poginuli ili teže ranjeni popravljajući postrojenja i mreže u zonama neposrednih ratnih djelovanja. Zahvaljujući takvim hrabrim ljudima, proizvodnja električne energije u tijeku rata ni u jednom trenutku nije u potpunosti prestala.

3. PRISTUP PROCESU PRIVATIZACIJE

Razvoj i organizacija elektroprivredne djelatnosti Bosne i Hercegovine, u tradiciji proizvodnje električne energije koja traje više od 107 godina, bili su uglavnom pod neposrednim utjecajem državnih organa i prošli su kroz više različitih faza. Posljednje, aktualne promjene u državno-pravnom i međunarodnom statusu Bosne i Hercegovine, započeta transformacija privrednog i ekonomskog sustava, a posebno posljedice agresije i ratnih razaranja, značajno će se reflektirati na uvjete poslovanja, organizaciju i razvoj elektroprivrede. Globalna strategija izgradnje budućeg privrednog sustava zemlje polazi od ekonomskih sloboda proizvođača i potrošača primjerenih tržišnom privređivanju, radikalne izmjene vlasničke strukture, suvremene makroekonomske politike i inovirane uloge države.

S obzirom na raspoložive prirodne energetske potencijale i činjenicu da energetska infrastruktura predstavlja značajnu materijalnu vrijednost zemlje, kao i da je udjel energetike u vrijednosti društvenog proizvoda veći od drugih djelatnosti, očekuje se - na kvalitetno novom utemeljenju - projiciranje energetske strategije i optimizacija privredne strukture Bosne i Hercegovine.

U tom kontekstu, za elektroprivrednu djelatnost je najvažnije naći prave odgovore na slijedeća pitanja: karakter i struktura organizacije, vlasnička struktura, karakter upravljanja, način utvrđivanja cijena električne energije, tarifnog sustava i općih uvjeta, način financiranja razvojnih programa, učinkovitost planiranja i kontrole poslovanja, te različiti aspekti odnosa s elementima

okruženja, državom, poslovnim partnerima i potrošačima.

Budući da znatan dio eksternih utjecaja na poslovanje elektroprivrede dolazi izravno ili posredno od države, bitno je jasno definirati ove odnose. može se očekivati da će, zbog općedruštvenog interesa i karaktera elektroprivredne djelatnosti, država i dalje propisivati način njenog djelovanja, a izborom organizacijskih rješenja utjecati na izvršavanje tekućih i razvojnih poslova. To se posebno odnosi na razdoblje specifične tranzicije privrednog sustava i transformacije iz nevlasničkog u sustav s poznatim titularom vlasništva. U ovom slučaju to znači - iz društvenog u javno, odnosno državno vlasništvo, uz stvaranje uvjeta za trajni prijelaz u mješovito vlasništvo.

U tom smislu, prema važećem Zakonu o elektroprivredi (siječanj 1993. godine), osnovano je jedinstveno Javno poduzeće Elektroprivreda BiH s jednim pravnim subjektivitetom na prostoru cijele države, koje treba jamčiti tehničko jedinstvo procesa rada, racionalno i učinkovito funkcioniranje elektroenergetskog sustava. Zakonom su naznačene i omogućene promjene u vlasničkoj transformaciji kojima je predviđeno da objekte za proizvodnju i distribuciju mogu graditi domaći i strani građani i građansko-pravna lica, a da proizvedenu energiju iz tih objekata preuzima Elektroprivreda BiH u svoju prijenosnu i distribucijsku mrežu, prema tržišnim uvjetima, što se regulira posebnim ugovorom.

Time su stvorene pretpostavke za ulazak privatnog kapitala i uvođenje tržišta električne energije.

Primjena ovih, kao i nekih drugih odredbi ovog zakona, pretpostavlja donošenje novih ili aktualizaciju većeg broja zakonskih i podzakonskih akata, donesenih u prošlom razdoblju. Među njima, od izuzetne važnosti je donošenje Zakona o koncesijama čije se prihvaćanje očekuje odmah nakon stabilizacije političkih okolnosti u zemlji. Prema saznanjima, zakonska rješenja su koncipirana tako da budu stimulativna za domaće i strane ulagače omogućavanjem dugaćkih rokova korištenja obnovljivih i neobnovljivih prirodnih bogatstava do 30 godina, zaštitom i nemogućnosti dovođenja u nepovoljan položaj stranih ulagača protekcionističkim zakonskim propisima, uz nesmetan transfer dobiti ili njeno reinvestiranje davanjem povoljnih poreznih olakšica.

Na jednakom utemeljenju je koncipiran i pripremljen Zakon o stranim ulaganjima kojim su definirani uvjeti ulaganja kapitala radi obavljanja privrednih i izvanprivrednih djelatnosti.

S obzirom da iskorištenost hidroenergetskog potencijala u Bosni i Hercegovini iznosi samo 40 posto, postoji mogućnost intenzivnije izgradnje i realizacije novih projekata od zainteresiranih ulagača, s temeljnim motivom osiguranja kapitala za rekonstrukcije i modernizaciju postojećih elektroenergetskih objekata i druge investicijske potrebe u Republici. Uz pribavljanja dodatnog kapitala, proces privatizacije treba promatrati s aspekta povećanja učinkovitosti investiranja i ukupne poslovne učinkovitosti. Radi se o složenom procesu, koji zbog konzistentnosti propisa i institucija zaduženih za provođenje vlasničke transformacije, u prvoj prijelaznoj fazi realizacije treba osigurati identifikaciju cjelokupnog društvenog vlasništva kao državnog vlasništva. Nakon toga bi se utvrdila realna, tržišna vrijednost poduzeća s identifikacijom uloženog kapitala i na kraju bi slijedio proces privatizacije.

I uz veliki interes političkih i stručnih krugova većine europskih zemalja, posebno zemalja koje se nalaze u procesu tranzicije, a među njima i Bosne i Hercegovine - teško je odabrati opći model privatizacije kao jedinstvenog rješenja. Zato je prisutna specifičnost kod konkretnog pristupa i izbora modela, jer se osim postizanja optimalnih rezultata i strateških ciljeva vlastitog poslovanja moraju uvažavati globalni interesi na razini države (26).

4. PRAVCI RAZVOJA ELEKTROPRIVREDE BIH

Elektroprivreda Bosne i Hercegovine će i u budućnosti polaziti od svog osnovnog zadatka - da dugoročno zadovolji tržište električnom energijom s minimalnim troškovima i prihvatljivom kvalitetom. Pojam dugoročno obuhvaća trajnu sposobnost prilagođavanja promjenama na

tržištu električne energije kao dijelu ukupnog energetskeg tržišta.

Ovako definirani zadatak određuje osnovno područje poslovnog djelovanja koje se temelji na pretpostavci da Elektroprivreda BiH treba biti profitabilno poduzeće, čija će se profitabilnost mjeriti učinkovitošću angažiranog kapitala uloženog od strane države, a prihvatljivost razine profita određivati na temelju željene razine reprodukcije sposobnosti elektroprivredne djelatnosti. Time će se na najjednostavniji način izražavati njena učinkovitost u pretpostavljenom tržišnom ambijentu (25).

Formiranje javnog poduzeća ukazuje na očekivanja da će Elektroprivreda BiH funkcionirati prema profitnom motivu i tržišnoj učinkovitosti. Pri tome ostaje odgovornost države, kao kreatora makroekonomske politike i upravljača Elektroprivredom preko državnog vlasništva, za poslovno funkcioniranje sustava. To znači da država kao vlasnik kapitala u Elektroprivredi ima odgovornost za povećanje tog kapitala, a management Poduzeća preuzima poslovnu odgovornost. U svemu tome očekuje se nova ekonomska funkcija države koja će, osim regulativne, obavljati i operativnu ulogu zbog postizanja ravnoteže između potreba i mogućnosti projiciranjem, praćenjem i kontrolom korištenja energetske resursa, kao dijela ukupnog nacionalnog bogatstva.

Prema tome, budući razvoj elektroprivrede će polaziti od jedinstvenih strateških opredjeljenja razvoja, uključujući i reformu u energetskeg sektoru definiranu u energetskeg strategiji Bosne i Hercegovine. U okviru neposrednih ciljeva i razrade energetske strategije i energetske politike, nastojat će se izabrati takva razvojna rješenja koja će dobiti međunarodnu financijsku podršku i olakšati prijelaz na tržišnu privredu u realnim uvjetima. U tom smislu prioritetni zadaci se odnose na:

- rješavanje vlasničkih odnosa nad prirodnim resursima,
- utvrđivanje intenziteta i dinamike korištenja termopotencijala,
- brže korištenje hidropotencijala i reguliranje odnosa među korisnicima kod višenamjenskog korištenja u svim fazama realizacije,
- regionalnu energetskeg uravnoteženost i diverzifikaciju izgradnjom malih hidroelektrana i objekata kogeneracije,
- normativno i stručno-tehničko reguliranje i koordiniranje koncesijskih aranžmana,
- sanaciju i dimenzioniranje razvoja rudnika ugljena,
- programiranje i dimenzioniranje potrošnje plina,
- razvoj i primjenu novog tehnološkog razvoja koji će povećati energetskeg učinkovitost u privredi, proizvodnji i potrošnji energije,
- reguliranje zaštite okoline,
- donošenje propisa s pratećom regulativom o ekonomičnom korištenju i štednji energije,
- stvaranje materijalnih i organizacijskih pretpostavki za specijalističko obrazovanje kadrova koji će biti nositelji i kreatori energetskeg strategije i politike (27).

Pristupanjem Europskeg energetskeg povelji, Bosna i Hercegovina prihvaća i obveze koje slijede uspostavljanjem jedinstvenog energetskeg tržišta, kao i suradnju u trgovini, investicijama i politici na svim područjima energetike. Ispunjavanje ovih obveza podrazumijeva iznalaženje odgovarajućih rješenja u vlasničkoj transformaciji, politici cijena i uspostavljanju odgovarajućih tarifa, planiranju razvoja, razmjeni informacija i iskustava uz primjenu svjetskih i europskih pravila o pouzdanosti i koordinaciji, provođenju strateških opredjeljenja za zaštitu okoliša i racionalnoj upotrebi i korištenju električne energije.

Od spomenutih obveza, uz vlasničku transformaciju, suradnja u trgovini i uključivanje u tržište električne energije jačanjem interkonektivnih veza su predmet posebne pozornosti političkih, poslovnih i stručnih krugova zemalja potpisnica.

Premda još ne postoje osnovne informacije neophodne za izradu prognoze potrošnje električne energije nakon prestanka rata u Bosni i Hercegovini, ipak su obavljena prethodna gruba sagle-

davanja mogućih potreba. Ona su pokazala da se, uz pravovremenu sanaciju i revitalizaciju elektroenergetskih kapaciteta i rudnika ugljena, mogu očekivati bilancni viškovi čime se otvara mogućnost izvoza električne energije.

Zbog toga je veliki interes Elektroprivrede BiH za obnovu interkonektivnih veza sa susjednim državama i povezivanje s mrežom UCPE. Time se stvaraju uvjeti za unapređivanje međunarodne razmjene i izvoza, uključujući i dugoročne plasmane viškova električne energije na tržišta zapadne Europe.

Zbog tehničkih prednosti međusobnog povezivanja i širokih mogućnosti optimizacije korištenja vlastitih proizvodnih kapaciteta, osobito velikih jedinica (200 MW), za Elektroprivredu BiH je od prioritetnog značaja i velikog interesa da se fizičko povezivanje s elektroenergetskim sustavima susjednih zemalja, članicama SUDEL-a, uspostavi jednako kako je bilo prije rata.

Stoga, cijenimo da je u zajedničkom interesu osigurati sinkronizirani i usklađeni rad s elektroenergetskim sustavima susjednih zemalja na sanaciji, obnovi i planiranju dinamike radova na uspostavljanju visokonaponske prijenosne mreže, uključujući i izgradnju novih dalekovoda. To se odnosi na uspostavljanje interkonekcije centralnog i istočnog dijela sa zapadnim dijelom elektroenergetskog sustava po južnoj (Titograd-Mostar-Konjsko) i sjevernoj (Tuzla-Ernestinovo-Tumbri) magistrali. Time bi prijenosna mreža Elektroprivrede BiH, s obzirom na zemljopisni položaj i raspoloživost visokonaponske mreže mogla biti u funkciji povezivanja i razmjene energije s Albanijom, Grčkom i Turskom. Posebno smo zainteresirani za regionalno povezivanje i uključivanje u srednjeeuropsku inicijativu neposrednim povezivanjem s Mađarskom, odnosno korištenjem dalekovoda Tuzla-Ugljevik-Osijek (Ernestinovo)-Mađarska. Zato cijenimo da bi u okviru postojećih (regionalnih) stručnih udruženja trebalo inicirati i dogovoriti izradu posebne studije o uspostavljanju interkonektivnih veza s CENTREL-om, odnosno Mediteranskim zemljama.

Uz analiziranje preduvjeta, preporuka i dinamike uspostavljanja interkonektivnih vodova, u studiji bi trebalo posebno razmotriti i predložiti optimalnu lokaciju, buduće koordinacije rada i upravljanja elektroenergetskim sustavima zemalja srednjeeuropske inicijative i CENTREL-a uz uvažavanje općih kriterija kao što su: postojeća i buduća raspoloživost i struktura izvora električne energije, regulacija frekvencije i snage razmjene, zemljopisni položaj i konfiguracije visokonaponske mreže, itd.

S obzirom da interkonektivno povezivanje elektroenergetskih sustava nalaže jačanje kooperacije i koordinacije na lokalnoj i međunarodnoj razini, to podrazumijeva ispunjavanje strogih kriterija o pouzdanosti, zajedničkom radu, poštovanju i primjeni suvremenih procedura planiranja proizvodnih i prijenosnih objekata.

Stoga, Elektroprivreda Bosne i Hercegovine je spremna dati svoj doprinos na pravovremenom izvršavanju tehničkih, organizacijskih i kadrovskih priprema na realizaciji ovih složenih zadataka.

LITERATURA

- (1) Ing Felix Reich: Statistika električnih centrala Kraljevine Jugoslavije - Stanje u julu 1932. godine, Zagreb 1933. godina, Izdao: Savez električnih centrala Savske banovine i Klub strojarskih i elektrotehničkih inženjera Udruženja jugoslavenskih inženjera i arhitekata Sekcije Zagreb.
- (2) SOUR Elektroprivreda BiH Sarajevo, Institut za elektroprivredu Sarajevo: Razvoj (istorijat) elektroenergetike u Bosni i Hercegovini - Istraživački projekt - (Radni tekst) Sarajevo, 1987. godina.
- (3) Uredba Narodne vlade Bosne i Hercegovine o osnivanju Električnog preduzeća Bosne i Hercegovine br. 636/45. od 30. augusta 1945. godine, Sarajevo, obnarodovano u „Službenom listu” federalne Bosne i Hercegovine, broj 14 od 7. septembra 1945. godine.
- (4) Prof. dr Kemal Hrelja: Osnovne karakteristike društveno ekonomskog razvoja u kojem je stvarna i razvijala se elektroenergetike u Bosni i Hercegovini 1878 - 1945 godine (Poglavlje I. studije citirane naprijed pod 2).
- (5) Božo Jokanović: Rudnik uglja Zenica, aprila 1980. godine
- (6) Arhiv Bosne i Hercegovine, BH 12125/1907: Verzeichniss (ber die in Bosnien und Herzegovina mit 31. Dezember 1905 vorhandenen Starkstromanlagen.
- (7) Alija Bejtić: Bibliografija štampanih radova o Sarajevu, Muzej grada Sarajeva 1964. godine.
- (8) Elektronische Zeitschrift, god. 1899. str. 270.
- (9) Zemaljska vlada za Bosnu i Hercegovinu: Spisak o napravama jake struje za 1918., raspis broj 54.373 od 12.3.
- (10) V. bibl. ref. (2), Poglavlje 2: Razvojni prikaz elektroenergetskih postrojenja, t.2.1.2.
- (11) K.U.K. Gemeinsame Finanzministerium: Bericht (ber die Verwaltung von Bosnien und Herzegovina für die Jahre 1914. bis 1916., Wien.
- (12) Zajednica elektroprivrednih preduzeća Bosne i Hercegovine Sarajevo: Godišnjak 1956. Sarajevo, juli 1957. godine.
- (13) Arhiv Bosne i Hercegovine, BH 1225/1910, 1579/1910.
- (14) Gradsko poglavarstvo u Mostaru, Građevinsko-tehničko odjeljenje: Aproksimativni pre-dračun radova na izgradnji hidrocentrale na rijeci Radobolji i Iličima kod Mostara, alternative A, B i C, Mostar, oktobar - decembar 1937. godine.
- (15) Hrvoje Požar: Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima, Prvi svezak, Informator Zagreb, 1983. godine.
- (16) Odluka Vlade FNRJ broj PO - 2065 od 31.12.1946. godine.
- (17) Rješenje Izvršnog vijeća Bosne i Hercegovine od 17. juna 1953. godine.
- (18) Časopis „Elektroprivreda” bivše Zajednice jugoslovenske elektroprivrede posvetio je ovom događaju poseban broj u 1957. godini.
- (19) „Elektroprenos” Sarajevo: 35 godina „Elektroprenosa” Sarajevo, 1988. godine.
- (20) Rješenje vlade NR Bosne i Hercegovine broj 285 od 4. maja 1948. g. o osnivanju Električnog preduzeća.
- (21) Odluka o osnivanju Zajednice elektroprivrednih preduzeća Narodne republike Bosne i Hercegovine broj 21/54 od 30.9.1954. godine.
- (22) Zakon o elektroprivrednim organizacijama, Sl. list FNRJ br. 1/59, 16/61, 13/63 i u Sl. listu SFRJ br. 38/64.
- (23) Osnovni zakon o elektroprivredi, Službeni list SFRJ broj 17/65 od 6. aprila 1965. godine.

- (24) Komisija za popis i procjenu ratnih šteta na nivou JP EP BiH, Izvještaj broj 6., Sarajevo, juli 1995. godine.
- (25) Pravci obnove i razvoja JP Elektroprivreda BiH, Direkcija za proizvodnju, Sektor za razvoj i studije JP EP BiH, Sarajevo, mart 1994. godine.
- (26) E. Bičakčić, U. Vejzagić, S. Sadiković: Pristup organizovanju elektroprivrede u procesu tranzicije. BHK CIGR(, Tuzla, rujan 1995. godine.
- (27) E. Bičakčić, S. Čaršimamović, S. Sadiković, Z. Dragnić: Aktuelna pitanja razvoja elektroenergetskog i energetskog sistema Bosne i Hercegovine, Rukopis, Sarajevo, novembar/studen 1994. godine.



Počeci i razvoj Hrvatske elektroprivrede

Beginning and Development of the National Electric Power Industry in Croatia

Prof.dr. Božo Udovičić¹, Damir Begović², dipl.ing.

¹ Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb

² Hrvatska elektroprivreda, Zagreb

SAŽETAK

U referatu se ukratko iznose povijesne činjenice i podaci o počecima korištenja energije, posebice električne energije, te o počecima stvaranja elektroenergetskog sustava Hrvatske. Opisati stogodišnji razvoj nije niti lako niti jednostavno, pa je promatrano razdoblje podijeljeno na nekoliko dijelova i to: od prvih početaka do 1900., od 1900. do 1918., od 1918. do 1945. i od 1945. godine do danas. Za svako razdoblje navedene su elektrane koje su ulazile u pogon, dalekovodi i naponske razine, te povezivanje pojedinih lokalnih sustava u veće sustave.

Vezano s povezivanjem sustava, opisani su i organizacijski oblici elektroprivrede, te uvjeti privređivanja u tim organizacijskim oblicima. Načini financiranja izgradnje pojedinih dijelova elektroenergetskog sustava kroz povijest, te razvoj dispečerske službe i tarifnog sustava opisani su u nastavku referata. Na kraju su navedeni pogledi na zaštitu okoliša, Europsku energetska povelju i na mogući razvoj u budućnosti.

ABSTRACT

This paper briefly presents historical facts and data on the beginning of energy use, with special emphasis on electricity, and on the foundation of Croatian electric power system. It isn't easy to describe a hundred years of development, nor is it simple. Thus, the observed period has been divided in several parts: from the beginning to 1900, from 1900 to 1918, from 1918 to 1945 and from 1945 up to present. For each period, power plants which were put in operation are enumerated, as well as transmission lines and voltage levels and integration of individual local systems in larger systems.

Related to the integration of systems, organizational forms of electric power industry are described as well as economic conditions in these organizational forms. This paper also describes the modes in which the construction of individual parts of electric power system has been financed throughout the history and the development of dispatching service and tariff system. Finally, views to environmental protection, European Energy Charter and possible future development are stated.

1. POČECI KORIŠTENJA POJEDINIH OBLIKA ENERGIJE

Sva živa bića koriste hranu da bi se održala na životu. Hrana je izvor energije koja je nužna za osnovne funkcije, kao što su tjelesna temperatura, rad srca i slično.

Na početku svog razvoja, čovjek je najveći dio vremena potrošio za prikupljanje hrane. Nakon toga, on se počinje koristiti prirodnim osobinama Sunca, Zemlje i njezine atmosfere, te vlastitom snagom započinje obrađivati zemlju da bi za sebe osigurao dovoljne količine hrane.

Prve "udobnosti" što ih čovjek doživljava u svom razvoju nastaju pojavom vatre, jer se tada mogao grijati i pripremati hranu. Slijedeća udobnost javlja se početkom upotrebe energije životinja za obradu zemlje i za otkrivanje novih prostora. Sada je čovjek, bez mnogo napora i trošenja vlastite energije, mogao znatno brže upoznavati i aktivirati nove prostore.

Nakon upotrebe energije izgaranja i životinjske energije, čovjek se počinje koristiti obnovljivim prirodnim oblicima energije: energijom vjetra za pogon jedrenjaka i mlinova, te energijom vode za pogon mlinova i za navodnjavanje.

Slijedi pronalazak parnog stroja, koji uvelike zamjenjuje čovjekovu energiju i ostale dotad korištene oblike energije. Zatim slijede pronalasci motora s unutarnjim sagorijevanjem, električne energije i njezina prijenosa na veće udaljenosti i na kraju - do upotrebe nuklearne energije. Do 1973. g. suvremeni je čovjek nekontrolirano trošio neobnovljive prirodne oblike energije (prije svega naftu i ugljen), ne vodeći mnogo računa o budućim naraštajima. Nakon 1973. godine polako se dolazi do spoznaje da je trošenje energije potrebno bolje planirati i racionalnije se koristiti njome, te da je se mora čuvati (koliko je to moguće) sve dok se ne pronađu novi, neiscrpni izvori energije.

Potrošači se za svoje potrebe koriste toplinskom i mehaničkom energijom, energijom za kemijske procese, te energijom za rasvjetu.

Potrebnu toplinsku energiju potrošači mogu dobiti i pomoću električne energije, koja se u otpornim i indukcijskim pećima pretvara u toplinsku energiju. Ovakav se način osiguranja toplinske energije primjenjuje pretežito u kućanstvima i u nekim industrijskim granama.

Električnom energijom se pretežito podmiruju potrebe za mehaničkom energijom u industriji, djelomično u transportu (željeznica i gradski cestovni promet), te u kućanstvima.

Za dobivanje energije, potrebne za kemijske procese, danas se isključivo upotrebljavaju koks i električna energija, ili pak obje vrste zajedno.

Kao energija za rasvjetu (osim klasične rasvjete, obično se tu uključuje i energije za telekomunikacijske uređaje), danas se isključivo upotrebljava električna energija.

2. POJAVA I POČECI KORIŠTENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE

Prvu primjenu korištenja električne energije, a za potrebe javne rasvjete, izveo je 1877. godine profesor Ivo Stožir, koji je u Zagrebu - prigodom sokolskog plesa u Hrvatskom glazbenom zavodu, montirao jednu lučnu svjetiljku na križištu Ilice i Gundulićeve ulice. Lučnica se napajala iz galvanskih baterija, a svijetlila je nekoliko sati.

U primjeni električne energije i razvoju nacionalnog elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske, mogu se razlikovati četiri vremenska razdoblja: od prvih početaka do 1900. g., od 1900. g. do kraja prvog svjetskog rata (1918. g.), od 1918. g. do kraja drugog svjetskog rata (1945. g.) i od 1945. g. do danas.

Prvo razdoblje još ne poznaje pojavu elektrifikacije u pravom značenju te riječi, nego se provodi

pojedinačna opskrba električnom energijom prvenstveno za javnu rasvjetu i za korištenje u industriji.

U nastavku, kronološki navodimo korištenje električne energije u nas:

- 1880. g. Rasvjeta u tvornici bačava u Županji,
- 1881. g. Đurdenovac (pilana),
- 1882. g. Zagreb (streljana),
- 1883.g. Županja (javna rasvjeta), Vodnjan (rasvjeta),
- 1884. g. Belišće (rasvjeta), Duga Resa (hidroelektrana u tekstilnoj tvornici),
- 1885. g. Rijeka (rasvjeta u kazalištu), Dakovo (mlin),
- 1886. g. Zagreb (Paromlin - rasvjeta),
- 1890. g. Rijeka (rasvjeta Riječke luke - istosmjerna struja),
Vrbanja (prva proizvodnja električne energije u jednom selu)
- 1891. g. Zagreb (rasvjeta Sveučilišta),
Rijeka (rasvjeta Riječke luke - izmjenična struja),
- 1893. g. Čakovec (prva elektrifikacija nekog mjesta),
- 1894. g. Zadar (javna rasvjeta) i
- 1895. g. Šibenik (hidroelektrana Jaruga), Varaždin (prva parna javna elektrana).

Drugo razdoblje obilježava lokalna elektrifikacija. Približno polovica instalacija za javnu elektrifikaciju izvedena je još s dvovodnim istosmjernim sustavom 2 X 220 V, dok ostatak već ima suvremeni trofazni sustav s frekvencijom od 50 Hz.

U sjevernom dijelu hrvatske gradovi se ubrzano elektrificiraju pretežito zahvaljujući izgradnji javnih gradskih elektrana.

Važnije istosmjerne elektrane s Dieslovim - pogonom bile su izgrađene u Sisku, Petrinji, Križevcima i Novoj Gradiški (1906 - 1913.g.). Dva grada izgradila su trofazne hidroelektrane s vodovima visokog napona i to Karlovac na Kupi kod Ozlja (1908.g.), te Požega na rijeci Orljavi (1912.g.). U isto vrijeme nekoliko, gradova se priključuje na industrijske elektrane ili se povezuju na već elektrificirana naselja.

U ovom razdoblju izgradio je svoju elektranu i grad Zagreb. Nikola Tesla već je u svibnju 1892. g. savjetovao gradu podizanje centrale s izmjeničnom strujom, no neodlučnost i nepovjerenje usporilo je izgradnju elektrane sve do 1907. godine.

Grad Rijeka, kao glavna luka polovine Austro Ugarske Monarhije, dobiva (1908.g.) za ono vrijeme vrlo modernu elektranu s dvije parne turbine i trofaznim generatorima po 1500 kVA. Tu su bile prvi put upotrebljene parne turbine na ovom području.

Sva veća industrija u Hrvatskoj u tom je razdoblju izgradila vlastita električna postrojenja. U drvnoj i mlinskoj industriji prevladavao je još uvijek izravan mehanički pogon, dok su tekstilna, prehrambena i kemijska industrija već imale suvremeniji pojedinačni pogon.

U Dalmaciji su u ovom razdoblju bile izgrađene dvije velike hidroelektrane, koje su prema svojoj koncepciji i izvedbi ušle u svjetsku literaturu. To su "Manojlovac" na Krki i "Kraljevac" na Cetini.

Talijansko društvo SUFID (Società Anonima per la Utilizzazione delle Forze Idrauliche dalla Dalmazia), sa sjedištem u Trstu, podiglo je radi opskrbe svoje tvornice karbida u Šibeniku, dvije hidroelektrane na rijeci Krki: Jaruga i Manojlovac.

Prva je koristila djelomično slap Skradinski Buk u dva dvofazna agregata po 3000 kVA.

Druga elektrana "Manojlovac" koristila je slapove na srednjem toku Krke u četiri trofazna agregata po 5200 kVA.

Isto društvo, SUFID, dobilo je koncesiju i za korištenje voda rijeke Cetine, pa je za opskrbu svoje tvornice karbida i cijanamida u Dugom Ratu podiglo veliku hidroelektranu "Kraljevac" od 84 000 kW.

U Istri dobila je (1910.g.) Opatija, kao poznato kupalište, Dieselsku - elektranu, iz koje je električnom energijom opskrbljivala i susjedne gradove - Volosku i Lovran.

Mali kućni agregati istosmjerne struje pojavljivali su se u tom razdoblju u svim krajevima Hrvatske za rasvjetu pojedinih objekata, poglavito hotela u primorskim krajevima.

Na kraju ovog razdoblja u Hrvatskoj, bilo je samo 20 gradova i trgovišta s ukupnom instaliranom snagom od 75 250 kW, deset gradova bilo je priključeno na industrijske elektrane, a približno 50 industrija imalo je vlastite elektrane.

Glavno je obilježje značajka trećeg razdoblja da lokalna opskrba električnom energijom postepeno prelazi u okružnu elektrifikaciju. Važniji gradovi s razvijenim konzumom i velika industrijska postrojenja postala su središta iz kojih su počeli izlaziti dalekovodi visokog napona.

Privreda, poslije rata oslobođena pritiska dotadašnjih gospodarskih centara izvan zemlje, tražila je velike količine električne energije, koje joj stari izvori više nisu mogli stavljati na raspolaganje. I široka potrošnja u elektrificiranim područjima također je zahtijevala nove količine električne energije. Jedino je razvoj seoske elektrifikacije ostao u vrlo skućenim granicama.

U tom razdoblju priključuje se Sušak (1922.g.) na Tvornicu papira, Osijek (1926.g.) izdaje koncesiju za izgradnju termoelektrane i za elektrifikaciju grada, Brod se (1927.g.) priključuje na Tvornicu vagona, a Vinkovci (1930.g.) izgrađuju vlastitu dizelsku - elektranu. Na jednaki je način još približno 40 drugih manjih gradova i mjesta dobilo električnu energiju.

Nova industrija mogla je svoje potrebe namiriti samo izgradnjom vlastitih izvora energije, pa je tako preko 50 raznih poduzeća podiglo elektrane, redovno termičke, a djelomično i s vrlo znatnim snagama.

I javne elektrane pojačavaju svoje kapacitete, pa je tako Zagreb povisio snagu na 34 700 kW, a Rijeka na 9300 kW, dok Karlovac postavlja rezervni dizelski agregat od 850 kW.

U Dalmaciji su bila osnovana "Električna poduzeća Split", koja su grad (1920.g.) priključila najprije na malu hidroelektranu "Vrilo - Majdan", ali su već 1922.g. podigla vlastitu dizelsku elektranu od 150 kW.

U razdoblju od 1925. do 1932.g. pojavilo se nastojanje za izgradnjom malih termoelektrana, pa je tako na otocima izgrađeno 11, a na kopnu 4 elektrane sa snagama od 20 do najviše 80 kW. Zbog ekonomske krize to je nastojanje poslije 1932.g. potpuno nestalo.

Industrija se u tom području nije razvijala, kako se to moglo očekivati. Tek je Tvornica cementa u Sućurcu izgradila (1925.g.) termoelektranu od 3000 kVA, a Tvornica cementa Majdan u Solinu (1939.g.) termo - postrojenje od 1500 kVA koje je koristilo otpadnu toplinu iz rotacijskih peći. To je bila prva instalacija ove vrste u Hrvatskoj.

Za vrijeme drugog svjetskog rata, počelo se s rekonstrukcijom elektrane "Manojlovac", ali se prvi agregat koji je trebao biti modernizira u Italiji, zbog okolnosti nije više vratio u zemlju.

Zatim, 1939. godine pristupilo se izradnji termoelektrane "Vlaška", s dva agregata od 6500 i 3470 kVA, za opskrbu energijom rudnika Raša.

Zadar se razvijao kao samostalno gradsko područje. Do 1938. g. u elektrani se montiralo šest agregata s ukupnom snagom od 1500 kW, a grad se za čitavo vrijeme opskrbljivao u centru istosmjernom, a u vanjskim dijelovima trofaznom strujom.

Razvoj elektrifikacije najbolje se može prikazati okolnostima u četiri karakteristične godine:

1920. godina - prva normalna ekonomska godina poslije prvog svjetskog rata;

1931. godina - vrijeme dobro razvijene gospodarske konjunktura;

1935. godina - godina izrazitog utjecaja svjetske ekonomske krize, osobito u dalmatinskoj veleindustriji (cement i karbid) s minimalnom potrošnjom električne energije;

1939. godine - zadnja godina s normalnim gospodarskim odnosima prije drugog svjetskog rata

Tablica 1 daje brojčanu sliku za te godine.

Zanimljiva je struktura potrošnje u 1939. godini radi usporedbe s bitnom promjenom te strukture poslije rata, kad se pristupilo industrijskoj izgradnji zemlje. Predratna struktura navedena je u tablici 2.

Tablica 1

Godina	Predano u prijenos MWh	Instalirana snaga kW
1918.		75 000
1920.	130 000	99 790
1931.	278 000	183 610
1935.	211 000	163 280
1939.	472 000	210 000
1945.	292 000	173 000

Tablica 2

Potrošači	Potrošnja MWh	Potrošnja %
Rasvjeta, kućanstvo	45 000	9,5
Mali motori, zanatstvo	13 000	2,8
Javne potrebe: vodovod, tamvaj i sl.	25 000	5,3
Industrija	333 000	71,2
Gubici prijenosa i razdiobe	53 000	11,2
	472 000	100,0

Četvrto promatrano vremensko razdoblje (poslije drugog svjetskog rata) karakterizirano je velikim promjenama i masovnom elektrifikacijom zemlje.

Kako su u ratu stradali mnogi agregati, tek je njihovom obnovom konzum u 1948. godini dosegao predratnu razinu od 506 Gwh. Nakon svršetka rata bilo je samo 13 posto elektrificiranih naselja, dok je elektrificiranih kućanstava bilo približno 26 posto.

Vodne snage Ličanke i Lokvarke iskorištene su tek 1952. godine, kada je dovršena davno planirana i energetska vrijedna HE Vinodol.

Godine 1954. potekli su prvi kilovatsati iz TE Jertovec, snage 39.80 MW, koja je tada bila naša najveća i najmodernija termoelektrana.

U promatranom razdoblju, 1957. godine ulazi u pogon CHE Fužine, smještena u sustavu HE Vinodol, na tunelu koji povezuje Lokvarske s jezerom Bajer.

U slivu dviju ponornica, gojačke Dobre i ogulinske Mrežnice, izgrađena je i puštena u pogon 1959. godine HE Gojak.

Najveći graditeljski izazov, ostvaren u razdoblju od 1956. do 1960. godine, svakako je izgradnja HE Peruča s gravitacijskom nasutom branom i akumulacijom, izvedenoj u kraškom terenu.

Početkom šezdesetih godina započinje razdoblje u razvoju elektroprivrede, kojeg obilježava intenzivna izgradnja energetskih izvora. Do 1965. godine broj elektrificiranih naselja dostiže 80 posto, a elektrificiranih kućanstava 81 posto. Hrvatski elektroenergetski sustav snažno je ojačao ulaskom u pogon HE Zakućac, HE Senj i HE Dubrovnik, te TE-TO Zagreb. Instalirana snaga elektrana u sustavu iznosi 895 MW, a ukupni konzum dostiže 3115 Gwh/god.

Samo godinu dana nakon izgradnje HE Peruča, u donjem toku Cetine gdje je koncentriran najveći dio hidroenergetskog potencijala rijeke, puštena je u rad prva etapa HE Zakućac, snage 216 MW. Uz prethodno izgrađenu uzvodnu akumulaciju Peruča, energetska korištenje tog koncentriranog hidropotencijala dobiva svoj puni smisao.

Krajem 1962. godine puštena je u pogon TE-TO Zagreb, snage 2 x 32 MW, koja uz normalno kondenzacijsko postrojenje ima i uređaje za opskrbu potrošača toplinom. Hrvatska elektroprivreda je u to vrijeme bila pretežito orijentirana na izgradnju hidroelektrana, pa 1965. godine u hrvatski elektroenergetski sustav ulaze HE Senj i HE Dubrovnik.

U suradnji s elektroprivredom Bosne i Hercegovine, 1965. godine, na padu od 270 m između rijeke Trebišnjice uzvodno od Trebinja i Jadranskog mora, izgrađeno je postrojenje HE Dubrovnik, snage 216 MW. Nažalost, kao posljedica političkih okolnosti, proizvodnja sustava Trebišnjice u kojem djeluje HE Dubrovnik, pripala je Hrvatskoj u iznosu od samo 22 posto. Unatoč povremenim nastojanjima da se pripadajući dio energije, zbog proporcionalno većeg udjela Hrvatske u financiranju izgradnje tog sustava, poveća - takvo stanje do danas se nije promijenilo.

Uz dvije hidroelektrane HE Rijeka, snage 36 MW s akumulacijom Vallči, smještenoj na kratkom bujičnom vodotoku Riječine i HE Sklope, snage 22,5 MW, koja se nalazi uz branu prethodno izgrađene akumulacije Kruščica na Lici, u pogon su 1970. godine puštena tri termoelektrična postrojenja: TE Plomin I (125 MW), TE Sisak I (210 MW) i EL-TO Zagreb I (12 MW).

Za potrebe hrvatskih potrošača, u sustav se uvode HE Orlovac (237 MW), HE Varaždin (86,0 MW).

U nedostatku mogućnosti za izgradnju termoelektričnih izvora koji bi koristili ugljen u Hrvatskoj, početkom sedamdesetih godina Hrvatska se prvi put upušta u financiranje izgradnje takvih postrojenja izvan svog teritorija. Tako je 1974. godine, za potrebe hrvatskih potrošača, pušten u rad jedan blok TE Tuzla u Bosni i Hercegovini, snage 210 MW.

Što se tiče izgradnje energetskih izvora za potrebe hrvatskih potrošača, poglavito termoelektrana, najplodnije je razdoblje između 1975. i 1980. godine.

Snaga u hidroelektranama se povećala za 260 MW, u termoelektranama za 600 MW, dok se konzum povećao za više od 3000 Gwh.

Naglo širenje konzuma, sedamdesetih je godina, zahtijevalo je brzu intervenciju za osiguranje dovoljne količine snage i energije. Zato se već 1973. godine razmišlja o izgradnji jedne plinske elektrane, koja se kasnije može koristiti kao rezerva u sustavu. To je učinjeno 1976. godine, puštanjem u pogon dviju plinskih turbina na lokaciji TE Jertovec, što zapravo predstavlja njeno proširenje, odnosno iskorištenje u kombinaciji s postojećim postrojenjem. Naime, dvije plinske turbine s dva parna kotla na otpadnu toplinu i dvije parne turbine s pripadajućim pomoćnim strojevima, čine dva tzv. kombi-bloka. Svaki je snage 44 MW, dok je treći turboagregat, snage 14.80 MW, zadržan uz postojeće postrojenje, a njegovi kotlovi koriste se teškim loživim uljem. Uz PTE Jertovec, u Osijeku je tijekom 1976. godine započeta i dovršena PTE Osijek, snage 2 x 23.5 MW. Obje elektrane su izgrađene prema posebnoj odluci, kao interventne. Iste je godine, uz pretežitu ugradnju ruske opreme, u Sisku pušten u rad drugi blok na tekuće gorivo, snage 210 MW, a na području Bosne i Hercegovine TE Kakanj IV, s pogonom na ugljen. Od 1978. do 1980. godine u pogon je još ušla HE Zakućac II snage 260 MW i nekoliko termoelektrana, od kojih su TE Rijeka snage 320 MW, TE-TO Zagreb II snage 120 MW i EL-TO Zagreb II snage 30 MW, s pogonom na tekuće gorivo, dok je TE Obrenovac VI snage 305 MW izgrađena na području Srbije, s pogonom na ugljen.

Hrvatska, zajedno sa Slovenijom, 1981. godine dovršava i pušta u rad prvu nuklearnu elektranu izgrađenu na ovim prostorima, NE Krško snage 664 MW, od čega Hrvatskoj pripada polovica snage i energije. Uz manju HE Golubić, snage

7,5 MW, u slivu Krke sjeverno od Knina puštena je 1982.g. u rad naša druga hidroelektrana na rijeci Dravi - HE Čakovec, snage 79,8 MW. Iste godine je dovršena TE Gacko u istočnoj Hercegovini, u čijoj izgradnji Hrvatska elektroprivreda financijski sudjeluje s trećinom od ukupnih troškova izgradnje, te ostvaruje pravo na korištenje snage od 100 MW. Bila je to posljednja elektrana, izvan teritorija Hrvatske, čiju je izgradnju financirala Hrvatska elektroprivreda. Dakle, za potrebe hrvatskih potrošača, izvan teritorija Hrvatske, izgrađene su elektrane čija ukupna instalirana snaga iznosi 997 MW.

Krajem 1985. godine, praktički je završena elektrifikacija naselja i kućanstava. Instalirana snaga elektrana iznosi 3792 MW, a konzum dostiže 13759 Gwh.

U drugoj polovici osamdesetih godina, 1987. i 1988. godine, završava izgradnja dviju hidroelektrana: HE Dubrava na Dravi, snage 78 MW i HE Dale na Cetini, snage 40,8 MW.

Ukupna instalirana snaga svih elektrana krajem 1990. godine iznosi 3912 MW, a konzum dostiže 14749 Gwh.

International Symposium A Century of Hrvatska Elektroprivreda, Šibenik 1995, Croatia

3. POČECI PRIJENOSA I POVEZIVANJA POJEDINIH PODRUČJA

U početku je razdioba ostvarena samo niskim naponom i obuhvatila je malo ograničeno opskrbno područje napajano iz jedne male elektrane. No, kad se pokazalo da je moguće električnu energiju prenositi uz upotrebu visokog napona, izvori više nisu bili vezani uz opskrbno područje. To je osobito pogodovalo iskorištenju vodnih snaga i gradnji većih i ekonomičnijih elektrana, Visokonaponskim mrežama pokrivena su veća područja, što je pak tražilo napajanje iz više izvora. Medusobnim povezivanjem elektrana, stvaranjem visokonaponskih prijenosnih mreža i opskrbom udaljenih potrošačkih područja, formirao se elektroenergetski sustav - temelj moderne elektrifikacije.

Razvojni put elektroenergetskog sustava na tlu Hrvatske počeo je, također, izgradnjom prvih visokonaponskih vodova za prijenos električne energije iz hidroelektrana.

Prvi elektrovod visokog napona u Hrvatskoj sagrađen je 1895. g. za prijenos električne energije iz hidroelektrane Jaruga I na rijeci Krki u Šibenik. Vod je bio dvofazan s 4 vodiča, duljine 11 km. Kako je u Dalmaciji slijedila izgradnja sve većih hidroelektrana, uslijedilo je i povećanje prijenosnog napona. Gledajući kronološki, elektrane i prijenosni vodovi završeni su kako slijedi:

1903. Jaruga II	(5250 kVA)	vod 15 kV	duljina 12 km
1906. Manojlovac	(20800 kVA)	vod 30 kV	duljina 35 km
1910. Roški slap	(1000 kVA)	vod 15 kV	duljina 28 km
1912. Kraljevac	(32000 kVA)	vod 50 kV	duljina 23 km

Do izgradnje elektroenergetskog sustava poslije drugog svjetskog rata, ove elektrane nisu nikada bile vezane paralelno. Svaka je radila odijeljeno, premda se prema broju i veličini elektrana moglo očekivati da će se prvi elektroenergetski sustav formirati upravo u Dalmaciji. U ostalom dijelu Hrvatske, nakon završetka prvog svjetskog rata i osnivanja nove države, nije bilo visokonaponskog prijenosa, osim dalekovoda 20 kV, kojim se prenosila hidroenergija iz elektrane Ozalj (1500 kVA) u Karlovac. Duljina voda iznosila je 17 km, a stavljen je pod napon 1907.g.

Tek krajem dvadesetih godina počele su se u Hrvatskoj formirati prve mreže visokog napona, kojima se elektrificiralo područje izvan najužih centara lokalnih elektrana. U Dalmaciji je 1927. g. izgrađen vod 50 kV Dugi Rat - Split (Dujmovača) i priključen grad Split i Kaštela na hidroelektranu Kraljevac. Osim pokojega najbližeg mjesta, elektrifikacija iz ostalih dalmatinskih hidroelektrana nije se uopće širila.

U Gorskom kotaru se počeo stvarati novi centar za elektrifikaciju izgradnjom hidroelektrana Zeleni vir 1921. godine (100 kVA). Razvila se prilično razgranata mreža 5 kV, značajna za ovaj kraj, ali bez većih prijenosnih vodova.

Godine 1928. izgrađen je vod 35 kV od Ormoža u Sloveniji do Varaždina, a zatim krak do Lepoglave, čime je ovaj dio Sjeverne Hrvatske vezan na visokonaponsku mrežu hidroelektrane Fala. Čakovec je vezan na slovensku mrežu 1932. Time je elektrificirano nekoliko mjesta, ali elektrifikacija se niti ovdje nije širila.

Svakako je u tom razdoblju najvažnije formiranje pravog, iako skromnog, prvog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj. Izgradnjom voda 30 kV, duljine 55 km, od zagrebačke termoelektrane do karlovačke transformatorske stanice Ilovac, godine 1930., paralelno su vezane termoelektrana u Zagrebu i hidroelektrana Ozalj, čime je omogućena izmjena energije diktirana opterećenjem područja i vodostajem rijeke Kupe.

Kad su se 1943. godine pojavile poteškoće s gorivom u zagrebačkoj elektrani, izgrađen je vod 110 kV dužine 40 km na drvenim stupovima i povezao novu elektranu u Brestanici u Sloveniji sa Zagrebom. Vod je ušao u pogon u drugoj polovici 1943.g. pod naponom 30 kV i time bitno pomogao opskrbi grada.

Osječka termoelektrana, premda najveća u Slavoniji, počela je tek 1938. g. širiti mrežu izvan

grada. Izgrađen je vod 15 kV do Karanovca za elektrifikaciju Baranje i priključeno u nekoliko mjesta u blizini grada.

Kičma elektrifikacije Istre, dalekovod 50 kV Trst (Općine) - Sv. Vincent - Pula izgrađen je 1920. g., a na njega su bile priključene transformatorske stanice 50/10 kV za široku elektrifikaciju. Zatim je izgrađen vod 50 kV Sv. Vincent - Vlača i na kraju Vlača - Labin, te 1940. Labin - Matulji. Za vrijeme drugog svjetskog rata izgrađena je transformatorska stanica Matulji kraj Rijeke 132/50 kV, spojena vodom 132 kV na Općine, kao osnovna pojna točka, sve na 42 Hz.

Budući da su ratne operacije prestale u Dalmaciji još ujesen 1944. g., odmah se prišlo osposobljavanju elektrana i vodova, a sredinom 1948. g. završen je dalekovod 110 kV, u pogonu s 50 kV, HE Kraljevac - TS Lozovac. Time je stvoren srednjedalmatinski elektroenergetski sustav u kojem su paralelno radile hidroelektrane Kraljevac, Manojlovac i Jaruga. Do 1953. g. napušten je napon 50 kV i nadomješten vodovima 110 kV.

Da bi se omogućila veća dobava energije iz Slovenije, izgrađena je provizorna stanica 110/30 kV u Sv. Klari i postojeći vod prema Brestanici, krajem 1949. g., stavljen pod napon 110 kV. Izgrađen je vod 110 kV iz Nedeljanca, kraj Varaždina, do Maribora i transformatorska stanica u Nedeljancu 110/35 kV. Ovaj, za Zagorje važan prijenos, stavljen je pod napon 110 kV u drugoj polovici 1952. g. Godine 1954. završen je dalekovod 110 kV Zagreb (Rakitje) - Varaždin (Nedeljanec), a na vod je priključen prvi agregat TE Jertovec. Značajna energetska pomoć Zagrebu počela je 1952. g. kada je stavljen u pogon prvi agregat HE Vinodol i vod 110 kV Vinodol - Zagreb (Rakitje). Tijekom 1953. g. priključena su i ostala dva agregata u Vinodolu.

Krajem 1951. g. cijela je Istra, osim ugljenokopa Raša, prebačena na frekvenciju 50 Hz i time uklopljena u sustav Slovenije i sjeverozapadne Hrvatske.

Elektrifikacija se širila, a opterećenje naglo raslo pa se ponovo pokazalo da u središnjoj Hrvatskoj manjka električna energija. Kako su se u Bosni pojavili energetske viškovi, odlučeno je da se na trasi Jajce - Zagreb izgradi vod 110 kV s dvije trojke, predviđen za prijelaz na 220 kV. Početkom 1957. g. vod je završen. Pod napon je stavljena jedna trojka koja je odvojeno napajala novu transformatorsku stanicu 110/30 kV Resnik. Nakon vrlo opsežnih priprema, u prosincu 1957. g., u Zagrebu su spojeni u paralelni vod elektroenergetski sustavi zapadnog i istočnog dijela države, putem obiju trojki spomenutog 110 kV voda. Time je cijela tadašnja Jugoslavija imala jedinstveni elektroenergetski sustav na 110 kV.

U Slavoniji su elektroenergetske okolnosti bile vrlo teške. Znatna su bila ratna oštećenja, a visokonaponske mreže, osim nešto u Baranji, uopće nije bilo. Da se, pak, iskoriste na najbolji način postojeći elektroenergetski izvori, povezane su dvije elektrane u Osijeku, Borovu i Vinkovcima vodovima 35 kV. Povezivanje je počelo 1947. g., a priključkom termoelektrane Županja 1954. formiran je mali slavonski elektroenergetski sustav.

Okolnosti su se privremeno poboljšale kad je izgrađen vod 110 kV od Doboja do Slavonskog Broda, a zatim do Osijeka s transformatorskim stanicama 110/35 kV u oba grada. Ova je gradnja završena 1956. g., ali se ubrzo pokazalo da su potrebne daljnje mjere za dovoljno i sigurno napajanje Slavonije.

Na razini 110 kV nije postojao jedinstveni Hrvatski elektroenergetski sustav. On je bio grupiran u tri dijela, odjeljena na teritoriju Hrvatske, ali povezana preko Bosne.

Intenzivni porast potrošnje električne energije ukazivao je na skoro potrebu uvođenja superponiranog napona 220 kV. Studije planiranja jugoslavenske superponirane mreže bile su pedesetih godina vrlo intenzivne. Postojali su veliki pritisci na Hrvatsku elektroprivredu, da prijenosni vod iz nove HE Zakućac bude trasiran preko Bosne. Nakon teške borbe, ipak je 1959. g. odobrena trasa preko hrvatskog teritorija Zakućac - Senj (Brinje) - Zagreb. Vod 220 kV, duljine 354 km, završen je i stavljen pod napon početkom 1962. g., kad su proradila oba agregata HE Zakućac.

Time su povezani elektroenergetski sustavi Dalmacije i središnje Hrvatske.

Spoj sa Slavonijom ostao je samo na razini 110 kV (vod Medurić - N. Gradiška - Sl. Brod), jer je transformatorska stanica 220/110 kV u Đakovu 1966. g. vezana na bosansku mrežu jednim

vodom 220 kV, a 1972. g. drugim. Nakon opisanog stavljanja u pogon prvog voda 220 kV u Hrvatskoj, mreža 220 kV širila se još slijedećih deset godina. Zatim stagnira, jer je uvođenjem napona 400 kV na toj razini izgrađivana osnovna prijenosna i interkonektivna mreža.

Mreža 400 kV planirana je i izgrađena kao osnovni jedinstveni prsten koji bi povezivao sva područja tadašnje Jugoslavije. Vodovi na teritoriju Hrvatske bili su samo dio tog sustava.

Prvi terenski radovi na izgradnji mreže 400 kV počeli su 1974. g. Sjeverna magistralna linija Obrenovac (Srbija) - Ernestinovo (Osijek) - Tumbri (Zagreb) - Maribor stavljena je pod napon sredinom 1977. g., a južna Mostar - Konjsko (Split) - Melina (Rijeka) - Divača (Slovenija) 1978/79. g. Konačan, svoj oblik Hrvatski elektroenergetski sustav dobio je izgradnjom voda 400 kV Melina - Tumbri u slobodnoj hrvatskoj državi 1993. g. Izvan tog sustava ostalo je samo područje Dubrovnika sa svojom mrežom 110 kV. Trenutno stanje sustava izazvano razaranjima i srpskom okupacijom nije uzeto u obzir. Prema tome, razvoj elektroenergetskog sustava može se grupirati u četiri vremenska razdoblja.

Prvo razdoblje - do izgradnje mreže 110 kV. Najviši napon vodova je 50 kV u Dalmaciji, a u kontinentalnoj Hrvatskoj 30 kV, 35 kV.

Drugo razdoblje nastaje razvojem mreže 110 kV do stavljanja u pogon prvog voda 220 kV, a to je od 1945. do 1962. g.

U trećem razdoblju razvija se mreža 220 kV. Od 1962. do 1973. g., odnosno do izgradnje superponirane mreže 400 kV, izgrađena su 110 kV i 220 kV postrojenja.

Četvrto razdoblje razvoja hrvatskog elektroenergetskog sustava počinje 1973. g., gradnjom superponirane mreže 400 kV i obustavom daljnjeg razvoja vodova 220 kV.

Premda elektroenergetski sustav nije godinama bio povezan preko hrvatskog teritorija, u cjelini daje dobru sliku o njegovoj ulozi. Posebno su važni vodovi najvišeg napona, jer je Hrvatska još u bivšoj državi financirala izgradnju znatnih instaliranih snaga elektrana izvan Republike. U Sloveniji 332 MW (NE Krško), u Bosni i Hercegovini 360 MW (TE Tuzla, TE Kakanj i TE Gacko) i u Srbiji 305 MW (Obrenovac). Prijenos električne energije iz tih elektrana svakako je tražio vodove veće prijenosne snage.

4. ORGANIZACIJSKI OBLICI I EKONOMSKI UVJETI PRIVREĐIVANJA U ELEKTROPRIVREDI REPUBLIKE HRVATSKE

Do pojave prijenosa izmjeničnom strujom, potrošnja električne energije odvijala se u neposrednoj blizini proizvodnje. Prvi organizacijski oblici pojavljuju se kao: privatna, javna ili mješovita poduzeća, a bila su usko vezana za korištenje električne energije za javnu rasvjetu i pogonsku energiju u industriji, a tek kasnije u domaćinstvima.

U Frankfurtu na Maini je od svibnja do listopada 1891. godine održana velika međunarodna elektrotehnička izložba. Najveći uspjeh na toj izložbi bio je prvi prijenos električne energije izmjeničnim jednofaznim sustavom na veliku udaljenost.

O grandioznom uspjehu izmjeničnog sustava u Frankfurtu pisao je sav svjetski tisak i ne samo stručni. To je bio tadašnji uobičajeni način prenošenja novih spoznaja. Zato i ne čudi da su o tom uspjehu znali u Šibeniku. Šibenik je 28. kolovoza 1895. dobio prvu električnu energiju i to za potrebe javne rasvjete iz tek sagrađene hidroelektrane Jaruga, s dvofaznim generatorom 320 kVA, 3kV, 42 Hz. Dalekovod napona 3kV, dva puta jednofazno, s četiri vodiča, 11km duljine, dolazio je do grada, a energija se ovdje transformirala s pet transformatora. Prvo je bila priključena javna rasvjeta, zatim rasvjeta kazališta, pojedinih kuća, pa tek onda nekih industrijskih potrošača. Prema navedenom, ovaj događaj se punim pravom može, treba i mora smatrati početkom (rođenjem) elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske. Naime, tim događajem, ostvareni su svi dijelovi koji i danas čine elektroenergetski sustav, a to su: proizvodnja, prijenos, razdioba i potrošnja električne energije, pa je taj dan odabran kao dan Hrvatske elektroprivrede.

Budući da je vlasnik (tvrtka Šupuk) uložio vlastiti kapital, normalno je da je kapital trebalo i vrati-

ti, pa se tako ubrzo stvara i prvi tarifni sustav, odnosno prva prodaja električne energije potrošačima.

Izgradnjom termoelektrane u Zagrebu (1907.g) stvara se prvo veliko (za ono doba) elektroprivredno poduzeće "Gradska električna centrala" (GEC), koja će biti putokaz svim ostalim pogonima kako treba pripremati i provoditi elektrifikaciju. Trinaest godina kasnije (1920.g.) u Splitu se pojavljuje tvrtka "Električna poduzeća Split" koja slijede i provode iskustva GEC-e.

Prvi prijenosni vod 35kV (kako je u prethodnom poglavlju spomenuto), koji povezuje dvije države realizira se 1928.godine povezivanjem HE Fala u Sloveniji i Varaždina. Dok se za prvo povezivanje dva podsustava GEC iz Zagreba i mreže grada Karlovca stvaraju uvjeti osnivanjem poduzeća Udružene električne centrale (UEC) 1929. godine, a povezivanje se realizira godinu dana kasnije.

Zbog sve većeg značenja elektrifikacije i sve veće uloge električne energije u razvoju gospodarstva i podizanju životnog standarda stanovništva, javlja se potreba za boljom organizacijom u području proizvodnje, prijenosa, razdiobe i osiguranja potrošnje električne energije. Tako se 1937. g. na razini savske banovine, osniva "Banovinsko električno poduzeće" (BEP), koje je osnutkom Banovine Hrvatske (1939.g.) prošireno na cijelo njeno područje.

Početkom drugog svjetskog rata stvara se Nezavisna država Hrvatska, koja umjesto BEP-a osniva "Državno električno poduzeće" (DEP) za cijelo područje države.

Za vrijeme rata DEP obavlja započetu i novu elektrifikaciju na cijelom području Nezavisne države Hrvatske u granicama koje su mu ratni uvjeti dopuštali.

Do drugog svjetskog rata prodajna cijena električne energije varirala je od elektrane do elektrane, jer je svako poduzeće vodilo svoju posebnu tarifnu politiku, bez obzira na ostala potrošačka područja, a često i pod utjecajem specijalnih okolnosti pri vlasniku (grad ili industrija).

Najčešće su tarifni sustavi imali tarife: za kućanstvo (posebno rasvjetu, posebno aparate), za obrt, za industriju, za infrastrukturu (vodovod, tramvaj). Tako npr. industrija koja je nabavljala električnu energiju iz javne mreže, najčešće na visokom naponu, imala je posebne ugovore s dvojnjom tarifom: osnovna uplata bila je po instaliranom kW, a cijena električne energije naplaćivala se prema količini preuzete energije.

Industrije s vlastitim elektranama nisu za svoju električnu energiju imale "tarifu", nego su je obračunavale prema kriteriju svoje kalkulatívne politike.

Da se proširi upotreba električne energije, osobito u kućanstvima, neke su elektrane imale "blok - tarifu", gdje se cijena električne energije, mjerena na jednom brojilu, snižavala za svaki "blok" u kilovat-satima određen unaprijed po utvrđenom pravilu (primjerice broju stambenih prostorija).

Treba napomenuti da je zadnjih 5 godina prije drugog svjetskog rata bila uvedena trošarina na električnu energiju, koja je osjetno utjecala na konačnu cijenu električne energije.

Investicije za elektrifikaciju financirale su se redovno iz zajmova gradova i općina koje su oni podigli za izgradnju svojih vlastitih postrojenja. Često su imovne općine ili zadruge izgradile elektranu i razvodnu mrežu iz vlastitih sredstava, obično prodajom šume ili poljoprivrednih proizvoda. To su, međutim, mogli biti samo manji objekti.

U godinama 1937 - 1939 Banovinska vlast Hrvatske subvencionirala je skromnim doprinosima izgradnju elektrifikacije na selima. To je dovelo do podizanja nekoliko glavnih vodova napona 30 kV, koji su i kasnije služili kao okosnica područne elektrifikacije.

Samo nekoliko gradova i općina u Hrvatskoj izdalo je koncesije privatnim ili inozemnim poduzećima; velik dio tih koncesija bio je likvidiran još prije drugog svjetskog rata.

Velika elektrifikacijska poduzeća, kao Gradska električna centrala u Zagrebu, "Fala" u Mariboru ili splitska Električna poduzeća, proširivala su svoja postrojenja iz vlastitih sredstava i izgrađivala vodove visokog napona i u okolnim područjima. Lokalnu mrežu obično su izgradili ili financirali lokalni organi.

Velika industrija izvodila je radove na svojim električnim centralama i uređajima iz vlastitih sred-

stava ili bankovnih zajmova, s kojima su izgradili i svoja proizvodna postrojenja.

Prema tome vidi se, da prije drugog svjetskog rata nije postojala nikakva sustavna investicijska politika na području elektrifikacije, nego se ona razvijala više zahvaljujući slučajnim okolnostima i bez povezanosti s općim potrebama zemlje.

Nakon završetka drugog svjetskog rata, u nas se mijenja društveno - politički sustav, nestaje privatno vlasništvo, Hrvatska ulazi u novu Jugoslaviju i sve se iz temelja mijenja.

Sa zaduženjem o provedbi planske elektrifikacije (u novom političko-ekonomskom sustavu plan dobiva veliko značenje), 1945. godine osnovano je "Električno poduzeće Hrvatske" (ELPOH), koje preuzima sva električna postrojenja unutar granica Republike Hrvatske.

Kada se razmatra razvoj elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj nakon drugog svjetskog rata, treba imati na umu dvije činjenice. Prvo, taj razvoj se odvijao u uvjetima socijalističkog društvenog uređenja, sa svim njegovim karakteristikama. Drugo, Hrvatska elektroprivreda je djelovala u okviru tadašnje jugoslavenske elektroprivrede s manje ili više slobode u svojem razvoju, već prema pojedinom vremenskom intervalu.

Nakon završetka rata u Hrvatskoj nije postojao elektroenergetski sustav, već izolirani manji termoelektroenergetski i hidroenergetski izvori s lokalnim konzumom. Tek se na području Dalmacije, Zagreba i Rijeke može govoriti o pojavi prvih oblika elektroenergetskog sustava.

Elektroprivreda i njeni glavni poslovni partneri: Institut za elektroprivredu, Dalekovod, Elektroprojekt, Končar i još poneki, dostigli su visoku razinu stručnosti i bili su u stanju rješavati vrlo kompleksne zadatke planiranja, izgradnje, pogona i održavanja EES-a. Donošenje odluka bitnih za život elektroprivrede, odvijalo se izvan elektroprivrede. Direktori, birani prvenstveno prema političkoj podobnosti, bili su više predstavnici vlade u elektroprivredi nego privrednici, a neriješeni gospodarski položaj elektroprivrede i stalne promjene značile su značajan gubitak energije, vremena i novca.

Pozitivnu ulogu u razvoju elektrifikacije, koji je unatoč svega bio eksplozivan, odigrale su dvije činjenice. Visokoškolske i srednjoškolske ustanove su, sve do školske reforme u 1975. godini, davale vrlo dobre stručnjake svih profila potrebnih za uspješno djelovanje elektroprivrede. S druge strane, uvjeti rada u elektroprivredi sve do šezdesetih godina bili su relativno stimulativni, pa nije bilo kadrovskih problema.

Zbog velikog značenja elektrifikacije zemlje, jedinstva akcije i koncentracije kadrova, Ministarstvo industrije FNRJ donijelo je 11. listopada 1946. g. rješenje o osnivanju glavne uprave za elektroprivredu (UPEL) sa sjedištem u Zagrebu. Pod njenu su upravu potpale sve veće elektrane i elektropostrojenja, kao i elektroindustrija Jugoslavije, u smislu tadašnje podjele na objekte odnosno poduzeća saveznog, republičkog i lokalnog značenja. UPEL je, nadalje, imao zadatak da vodi brigu o velikim elektroprivrednim objektima, da ih realizira i eksploatira. U okviru UPEL-a formirane su na cijelom području FNRJ četiri područne organizacije u četiri energetska bazena. One se nisu poklapale s republičkim granicama, a nazive su dobile prema zemljopisnom položaju. Elektrozapad je imao sjedište u Zagrebu, Elektrocentar u Sarajevu, Elektroistok u Beogradu, a Elektrojug u Skopju. U tom razgraničenju sjeverozapadni dio NR Hrvatske potpao je pod Elektrozapad, a Dalmacija pod Elektrocentar. ELPOH je tada rasformiran, a u republičkoj nadležnosti ostale su samo male elektrane i distribucija električne energije. Glavne direkcije elektroprivrede u republikama bile su u sastavu republičkih ministarstva industrije. U Hrvatskoj se osnivaju distribucijska poduzeća Elektra Zagreb, Elektrodalmacija Split. Elektroprimorje Rijeka i Elektroslavonija Osijek.

Kako su elektroprivredna poduzeća u Hrvatskoj, nakon rasformiranja ELPOH-a, ostala bez zajedničke uprave, Ministarstvo industrije i rudarstva osnovalo je u siječnju 1947. godine Zemaljsku upravu za elektrifikaciju NRH. Istodobno je (1947. g.) Vlada FNRJ osnovala Generalnu direkciju savezne elektroprivrede pri Ministarstvu industrije. Glavna uprava elektroprivrede (UPEL) preselila se u lipnju iz Zagreba u Beograd. Radi usklađivanja s propisima, u ožujku je Zemaljska uprava promijenila naziv u Glavna direkcija elektroprivrede NRH.

Potom, 1948. godine umjesto Glavne direkcije u organizaciji elektroprivrede nastaje nova prom-

jena i dolazi do Generalne direkcije elektroprivrede (GDE) za NR Hrvatsku. U 1950. godini uvodi se i u elektroprivredu radničko samoupravljanje, dok se 1952. godine Generalnu direkciju zamjenjuje Uprava elektroenergetskih sistema elektroprivrede NRH (u to doba bila su četiri elektroenergetska odvojena sustava).

Poduzeća su u siječnju 1953. godine, kao zamjenu za Upravu, osnovala Elektroprivredni sistem NRH kao dragovoljnu udrugu s međusobnim financijskim izravanjem poslovanja s elektroenergetskom dispečerskom službom prema Uredbi iz 1950. g., te s tehničkom koordinacijom.

Savezno izvršno vijeće donijelo je u siječnju 1954. g. Uredbu o zajednicama elektroprivrednih poduzeća kojom je opskrba potrošača električnom energijom proglašena javnom službom što je obavljaju poduzeća za proizvodnju, prijenos i prodaju električne energije i koja se zato obvezno udružuju ako su međusobno tehnički povezana. Zajednice su osnivala republička izvršna vijeća. Izvršno vijeće Sabora NRH osnovalo je u travnju 1954. godine Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske (ZEPH).

Zakon o elektroprivrednim organizacijama, koji je donesen u siječnju 1958. godine, stavio je izvan snage uredbe o zajednicama i uredbu o dispečerskoj službi iz 1950. godine. Elektroprivreda je i dalje javna služba s izravnim administracijskim utjecajem države i novouvedenim društvenim upravljanjem. Zakon je iz zajednica elektroprivrednih poduzeća izuzeo udruživanje distribucijskih djelatnosti, te su distribucijska poduzeća postala "komunalne privredne organizacije". Iste godine predstavnici distribucijskih poduzeća osnivaju stručno udruženje koje kasnije prelazi u "Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije" (ELDIH).

Osnovnim zakonom o elektroprivredi proglašenim u travnju 1965. godine, Zajednica jugoslavenske elektroprivrede postaje poslovna zajednica obvezno udruženih elektroprivrednih proizvodnih i prijenosnih poduzeća. Novim je zakonom napušten dugogodišnji tretman elektroprivredne djelatnosti kao javne službe, koja se propisuje kao privredna djelatnost. U lipnju 1965. godine u Hrvatskoj je ukinuta Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske (ZEPH), a proizvodna i prijenosna poduzeća s područja Zagreba, Splita i Rijeke, osnovala su poslovno udruženje "Udružena elektroprivreda SR Hrvatske" (ZEPH-a i ELDIH-a). Prestala je djelovati republička dispečerska služba, jer sve ovlasti prelaze u dispečersku službu "Jugela".

Prvi zakon o elektroprivredi, koji je u siječnju 1972. g. donio Sabor SRH, a koji je zamijenio osnovni zakon iz 1965. g., proglasio je proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije djelatnošću od javnog interesa. Polazeći od stvarnog stanja u elektroprivredi, zakon je zahtijevao izradu preciznih ugovora između udruženih poduzeća (ZEPH i ELDIH).

Ustav SR Hrvatske, koji je proglašen u veljači 1974. godine, osnovao je u području proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije Samoupravnu interesnu zajednicu potrošača električne energije, te Zajednicu udruženog rada proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije (ZEOH). Novi zakon o elektroprivredi usvojio je Sabor u prosincu 1974. g. i prema njemu elektroprivredna djelatnost je od posebnog društvenog interesa (kao i poslovi koje obavljaju samoupravne interesne zajednice u području elektroprivrede).

Konačno, Sabor Republike Hrvatske donosi u srpnju 1990. godine Zakon o Hrvatskoj elektroprivredi (HEP-u) koji je jedan od prvih zakona nove samostalne i nezavisne Hrvatske.

Dispečerska služba i telekomunikacijske veze pratile su u svom razvoju organizacijske i tehnološke promjene u elektroprivredi.

Odmah nakon stvaranja ELPOH-a organizirana je i dispečerska služba u pojedinim područjima Hrvatske. Zadaća joj je bila dvojaka: da raspodjeljuje opterećenja na elektrane (vozni redovi) i energiju potrošačima (kontingentiranje). Prvim se zadatkom dispečerska služba u početku manje bavila jer nije bilo povezanih sustava, a elektrane su zbog pomanjkanja energije, dobar dio vremena napregnuto radile, bez obzira na troškove proizvodnje.

Upravo zbog pomanjkanja energije glavni je bio drugi zadatak. Prema uputama državnih organa služba je dodjeljivala raspoložive količine električne energije određenim potrošačima i kontrolirala njihovu potrošnju.

Organizacija dispečerske službe u Hrvatskoj ostala je manje - više onakva kakva je formirana već u Generalnoj direkciji elektroprivrede. Polovicom pedesetih godina Hrvatska je imala tri područne

elektroenergetske dispečerske službe: za zapadnu Hrvatsku u Zagrebu, za Dalmaciju u Splitu i za Slavoniju u Osijeku.

Prvo daljinsko upravljanje uvedeno je 1967. g. u rasklopištu Lozovac. Tijekom 1971. i 1972. godine završena je ugradnja i puštanje u rad opreme za automatsku regulaciju frekvencija - snaga razmjene.

Početkom osamdesetih godina u punom su tijeku radovi na puštanju u pogon integralnog sustava daljinskog vođenja, koji obuhvaća republički dispečerski centar i centre daljinskog upravljanja prijenosnom mrežom u Tumbima, Ernestinovu, Pehlinu i Vrboranu.

Do 1955. godine republike su imale svoje tarifne sustave koje su usavršavale - svaka prema svojim mogućnostima i okolnostima. Tijekom 1955. godine obavljaju se pripreme za donošenje tarifnog sustava za cijelu Jugoslaviju, a on se donosi 1956. godine. Promjene ili dorade tarifnih sustava su vrlo česte (1957., 1961., 1963., 1965., 1975. itd.). Ovdje je potrebno pripomenuti da je Hrvatska dobila prvi svoj tarifni sustav tek 1. svibnja 1975. godine.

5. NAČIN FINANCIRANJA RAZVOJA ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA HRVATSKE POSLIJE DRUGOG SVJETSKOG RATA

Osnovna odrednica bivše države u razvoju gospodarstva, u razdoblju od 1947. do 1953. godine, bila je maksimalizacija akumulacije i fondova. To je faza razvoja društveno ekonomskog sustava bivše Jugoslavije u kojoj su državni organi zadržavali sve funkcije na području proširene reprodukcije, kao i osnovne regulativne funkcije na području jednostavne reprodukcije. U takvim društveno - ekonomskim odnosima, u kojima su državni organi usmjeravali skoro 100 posto sredstava za investicije, razvoj gospodarstva - a time naravno i elektroprivrede, financiran je iz budžeta federacije. Budžet je bio "jedinostveni fond državnih novčanih sredstava", koji se koristio u skladu s općedržavnim gospodarskim planom. Prema svom karakteru, sredstva koje je elektroprivreda u tom razdoblju koristila za financiranje svoga razvoja bila su bespovratna.

U drugoj fazi razvoja bivšeg jugoslavenskog društveno - ekonomskog sustava od 1954. do 1964. godine, državni organi i nadalje zadržavaju dominantnu ulogu u sustavu proširene reprodukcije. Neposredni utjecaj gospodarskih subjekata na proširenu reprodukciju bio je vrlo malen.

Sredinom pedesetih godina došlo je do značajnih organizacijskih promjena u elektroprivredi. Formirana su elektroprivredna poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, osnovana je Zajednica jugoslavenske elektroprivrede i republičke zajednice elektroprivrednih organizacija.

Početkom 1954. godine prestaje se s financiranjem investicija iz budžetskih sredstava. Osniva se Opći investicijski fond za kreditiranje investicija. Do kraja 1962. godine, investicije u elektroprivredi velikim dijelom su financirane iz ovog fonda.

Prema svom karakteru, ova su sredstva bila kreditna s relativno dugačkim rokovima otplate (50 godina), uz kamatnu stopu od 2 posto godišnje. Nepokriveni dio potrebnih financijskih sredstava za financiranje izgradnje elektroenergetskih kapaciteta elektroprivreda je osiguravala iz: vlastitih izvora sredstava, fondova ostalih društveno političkih zajednica, te kredita banaka.

Treća faza razvoja bivšeg jugoslavenskog društveno-ekonomskog sustava započinje društveno - ekonomskom reformom 1965. godine. Donošenjem osnovnog Zakona o elektroprivredi (1965. godine), električna energija se tretira kao i svaka druga roba sa zadatkom da elektroprivreda, između ostalog, preuzme brigu o razvoju elektroenergetskih kapaciteta u skladu s porastom potreba u gospodarstvu i drugih potrošača električne energije. Ukidaju se društveno - investicijski fondovi namijenjeni financiranju proširene reprodukcije u elektroprivredi, a u skladu s načelima privredne reforme prilazi se ostvarivanju pretpostavki da elektroprivredna poduzeća postanu, putem vlastitih sredstava i angažiranjem kreditnih sredstava, osnovni nositelji investicijske aktivnosti u elektroprivredi.

Za ovo srednjoročno razdoblje od 1965. do 1970. godine može se izreći globalna ocjena da su

s promjenama uvjeta privređivanja nastupile i promjene u sustavu financiranja proširene reprodukcije u elektroprivredi. Te promjene nisu značile dosljedno ostvarivanje privrednom reformom proklamiranih ciljeva, kako u svezi s izmjenama u ekonomskom položaju tako i u svezi s proširenom reprodukcijom. Utjecaj države u elektroprivrednoj djelatnosti ostao je još uvijek vrlo velik, što se očituje posebno u zadržavanju administracijskog sustava cijena električne energije, a s tim je u svezi i ostvarenje nepovoljnog ekonomskog položaja elektroprivredne djelatnosti u primarnoj raspodjeli.

Pretpostavka da elektroprivredna poduzeća postanu osnovni nositelji investicijske aktivnosti u elektroprivredi počinje se ostvarivati donošenjem Ustavnog zakona za provođenje ustavnih amandmana XX do XLI (1971. godine), te Zakona o prenošenju sredstava, prava i obaveza federacije za investicije u gospodarstvu na republike i pokrajine (1971. godine). Naime, područje investiranja, regulirano do tada saveznim zakonom, prelazi u nadležnost republika i autonomnih pokrajina. Ukidanjem anonimnog državnog kapitala i njegovim prenošenjem na republike, a potom i na elektroprivredna poduzeća, prestaje korištenje bilo kakvih centraliziranih sredstava za investicije u elektroprivredi.

Pitanje financiranja proširene reprodukcije u elektroprivredi u idućoj fazi razvoja načelno je regulirano institucionaliziranjem društvenih dogovora. Društvenim dogovorom o osnovama razvoja elektroprivrede, razdoblje od 1974. do 1980. godine, usklađivao se i utvrđivao način osiguranja financijskih sredstava za planiranu izgradnju elektroenergetskih kapaciteta. Financijska sredstva potrebna za financiranje razvoja elektroenergetskog sustava osiguravala su se:

- iz sredstava dohotka i amortizacije,
- obvezatnim udruživanjem sredstava društvene reprodukcije organizacija udruženog rada,
- iz poreza i doprinosa (zakonom je bila utvrđena osnovica i stopa poreza, odnosno dio prihoda republike koji se izdvajao za ovu namjenu),
- iz naknada za priključivanje trošila novih potrošača električne energije i za povećanje priključne snage trošila postojećih potrošača,
- drugim oblicima sudjelovanja potrošača električne energije u financiranju proširene reprodukcije u elektroprivredi i
- domaćim i inozemnim kreditima.

Većina republika poduzimala je brojne mjere za osiguranje sredstava za financiranje izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja. Poduzimane su mjere u pogledu:

- zaključivanja samoupravnih sporazuma o udruživanju sredstava društvene reprodukcije,
- usmjeravanja kreditno monetarne politike (domaća kreditna sredstva),
- osiguranja nedostajućih deviznih sredstava za otplatu inozemnih kredita i
- poticanje zajedničke izgradnje elektroenergetskih objekata.

U traženju rješenja, svaka je republika polazila od svojih mogućnosti i specifičnosti.

Prema odredbama Zakona o utvrđivanju obveze udruživanja dijela sredstava društvene reprodukcije OUR, radi sudjelovanja u kreditiranju izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja, (1973. godine) u Hrvatskoj su organizacije udruženog rada udruživale dio sredstava društvene reprodukcije na temelju:

- postotka od iznosa isplata za investicije i
- zakonom utvrđenog postotka od iznosa računa za potrošenu električnu energiju.

Sredstva društvene reprodukcije što su ih OUR udruživale prema odredbama Zakona, uplaćivala su se u Fond za kreditiranje izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja. Prema svom karakteru, ova su sredstva bila kreditna s rokom vraćanja od 15 godina, uz kamatnu stopu od 6,5 posto godišnje.

Radi financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja utvrđenih zajedničkim programom razvoja proizvodnje i prijenosa, te globalnog programa razvoja distribucije električne energije u Hrvatskoj od 1976. do 1980. godine, a na temelju Ustava SR Hrvatske i Zakona o elektroprivredi, osnovne organizacije udruženog rada u Hrvatskoj, Samoupravna interesna zajednica potrošača električne energije Hrvatske (bivši Fond za kreditiranje izgradnje elektroen-

energetskih objekata i postrojenja) i Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske zaključuju Samoupravni sporazum o udruživanju sredstava za izgradnju elektroenergetskih kapaciteta. Sudionici Sporazuma udruživali su dio sredstava društvene reprodukcije na temelju:

- postotka od iznosa isplata za investicije,
- postotka od iznosa računa za potrošnju električne energije i
- postotka od dohotka.

Sredstva koja su se udruživala na temelju SAS-a, uplaćivala su se u korist računa Samoupravne interesne zajednice potrošača električne energije Hrvatske, u vidu zajma koji će se vratiti kroz 15 godina, zajedno s kamatom obračunatom prema stopi od 4 posto godišnje.

Za organizacije udruženog rada koje nisu potpisale izjavu o prihvatanju Sporazuma, primjenjivale su se odredbe Zakona o utvrđivanju obveza udruživanja dijela sredstava društvene reprodukcije OUR radi sudjelovanja i kreditiranja izgradnje elektroenergetskih objekata i postrojenja.

Naravno da i danas izgradnja elektroenergetskih objekata i postrojenja zahtijeva velika materijalna ulaganja koja angažiraju velika sredstva nacionalne akumulacije. Dakle, rast kapaciteta elektroenergetskog sustava povezan je i uvjetovan razvojem gospodarstva, te se ne može promatrati odvojeno od gospodarskih i društvenih okolnosti u zemlji. Upravo zbog te činjenice, problem osiguranja određenog obima i dinamike sredstava za financiranje razvoja elektroenergetskog sustava stalno je prisutan, pa stoga i od velikog ekonomskog i političkog značaja. Investicije mogu biti financirane iz vlastitih izvora ili iz tuđih izvora sredstava. Međutim, cijena električne energije uvijek je taj čimbenik koji određuje, što ovisi o ciljevima ekonomske politike, hoće li se veći značaj pridati prvom ili drugom načinu osiguranja sredstava za financiranje razvoja elektroprivrede.

6. ZAŠTITA OKOLIŠA, ENERGETSKA POVELJA I POGLEDI NA BUDUĆI RAZVOJ

Svrha i razlozi zaštite okoliša utemeljeni su, ne samo na skupu usmjerenja i preporuka i već poduzetih međunarodnih obveza, nego i na činjenici da je HEP jedan od najvećih gospodarskih subjekata u zemlji i da zbog toga snosi i posebnu odgovornost i u zaštiti okoliša. HEP je svjestan velike materijalne težine tih obveza, ali i toga da trenutne okoline ne mogu promijeniti opredjeljenje da se ide tim putem. To može utjecati samo na dinamiku kojom će se provoditi plan zaštite okoliša. U ovakvom pristupu HEP mora biti vodeći sektor u gospodarstvu Hrvatske, da sve svoje partnere koji izravno sudjeluju u njegovom poslovanju, pokrene i usmjeri prema jednako odgovornom odnosu prema okolišu.

U svakom slučaju, sve naprijed spomenute aktivnosti HEP-a na unapređenju zaštite okoliša temelje se na promišljanjima i spoznaji HEP-a da je učinkovita zaštita okoliša za svako, a osobito za veliko poduzeće kao što je HEP, strategijsko pitanje opstanka na tržištu, njegove slike u javnosti, te garancija uspjeha u međunarodnim kontaktima i poslovima.

Ova promišljanja i opredjeljenja HEP-a utemeljena su i na praktičnim spoznajama stečenim u suradnji s brojnim europskim elektroprivredama, odnosno upoznavanjem njihovih iskustava u području zaštite okoliša. To se osobito odnosi na suradnju i kontakte s elektroprivredama Njemačke, Austrije i Italije. Činjenica je da sve elektroprivrede u ekonomski razvijenim zemljama pretežito slijede i međunarodne preporuke i međunarodno preuzete obveze u području zaštite okoliša, odnosno da su uskladile svoju s nacionalnom strategijom. Nacionalne strategije su, pak, i u stvaranju zakonodavnih okvira i u praktičnim rješenjima, utemeljene na načelima održivog razvoja.

Kod svega toga važno je naglasiti da je HEP spoznao i činjenicu da u svim, pa i ekonomski razvijenim, zemljama javna politika ima izravan utjecaj na odlučivanje u elektroprivrednom sektoru, bez obzira na vlasnički status elektroprivrede i to putem uključivanja u javnost, mehanizma financiranja i kroz razne upravne strukture. Mnoga ključna pitanja usmjerena na kontroliranu opću zaštitu okoliša rješavaju se, i vjerojatno će i nadalje tako biti, unutar konteksta odluka o opskrbi u korištenju električne energije. To uistinu nije loše za sektor elektroenergetike, jer time

ona postaje katalizator za kreativno razmišljanje. Jednako tako elektroenergetika je u poziciji sektora od izuzetne važnosti, odnosno sektora kao aktivnog sudionika u stvaranju nacionalnih strategija koje imaju za cilj pronalaženje optimuma općeg gospodarskog razvoja i učinkovite zaštite okoliša.

7. ZNAČAJ EUROPSKE ENERGETSKE POVELJE

Europska energetska povelja (EEP), zajedno sa pripadnim Ugovorom o EEP, osigurava energetske sektoru više od "modus operandi". Tim dokumentima, koje je potpisala i Republika Hrvatska, otvara se pomalo slobodno energetske tržište. EEP daje, općenito, sigurnost energetske djelatnosti, a osobito pozornost posvećuje i zaštiti okoliša jer zagovara, između ostalog, i načelo "plaćanja zagađivanja" i jer daje smjernice za povećanje energetske učinkovitosti. Privatnim investitorima osigurava se jasan zakonski okvir koji odstranjuje mnoge danas postojeće zapreke i koji će stoga ubrzati i one pregovore koji su već u tijeku. Jednom riječju, sigurnost za strane investitore omogućit će energetske sektoru da bude konkurentniji u investicijskoj utrci s drugim sektorima industrije, te dokidanje dosadašnje prakse pregovaranja - od slučaja do slučaja. Reguliranje pitanja investicija je zapravo najbitniji dio EEP.

Može se kazati da je EEP, gledana u cjelini sa svim svojim dokumentima, kamen temeljac za dugotrajan proces koji je tek započeo.

No, mnoga daljnja zbivanja ovisit će o tome kako će brzo Ugovor o EEP biti ratificiran u parlamentima pojedinih država. Nakon svečanog potpisivanja Ugovora o EEP-u u Lisabonu, na ministarskoj razini predstoji - dakle - još i faza ratifikacije. Važan čimbenik je i pitanje tranzita energetske proizvoda preko bilo kojeg teritorija države potpisnice EEP. Odredbama o tranzitu osigurava se:

- nediskriminacijski prolaz energetske proizvoda preko teritorija neke države, bez obzira na određeno, izvor ili vlasnika tih proizvoda;
- nediskriminacijsko naplaćivanje usluga tranzita;
- modernizacija infrastrukture ili omogućavanje stranom investitoru da uspostavi novu infrastrukturu ako postojeća ne udovoljava zahtjevima povećanog tranzita;
- neprekidanje isporuke i u slučajevima sporova vezanih uz tranzit.

EEP bi mogla odigrati snažnu ulogu katalizatora i u elektroenergetskom sektoru jer će:

- smanjiti institucijske i zakonske rizike za domaće investicije i
- stvoriti okvir za brzi prelazak tog sektora na tržišno gospodarstvo.

EEP će uistinu, otvoriti slobodnoj konkurenciji jedno novo tržište čime će se sigurno poticati izgradnja povezane elektroenergetske mreže, te promoviranje korištenja različitih energenata. EEP je također i snažan poticaj da se u elektroenergetskom sustavu formiraju cijene tržišno utemeljene.

EEP sa svoja dva prateća dokumenta, - Protokolom o energetske učinkovitosti i Protokolom o nuklearnoj energiji, također pospješuje suradnju na dva, danas vrlo važna područja: poboljšanje energetske učinkovitosti, te jamčenju sigurnosti nuklearnih elektrana i poboljšanje njihove učinkovitosti.

8. POGLEDI U BUDUĆNOST

Da bi se bolje mogla sagledati elektroenergetsko stanje u budućnosti, potrebno je malo više kazati o problemima u opskrbi potrošača električne energije danas.

Polazna postavka u sagledavanju okolnosti u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske je spoznaja da je on podijeljen na dva dijela:

- dio sustava koji čine sjeverozapadna Hrvatska, Primorje, Istra, Lika i Slavonija koji je spojen na sustav UCPT-e i

- dio sustava koji čine Dalmacija s manjim dijelom sustava Bosne i Hercegovine i koji rade u otočnom režimu

Zbog prekida 400, 220 i 110 kV dalekovoda, ne može se računati niti s isporukama iz Srbije i BiH na temelju dugoročnih ugovora o izgradnji i korištenju tih objekata (Obrenovac, Tuzla, Gacko, Kakanj) - te je na taj način Hrvatskoj uskraćeno 5,5 milijardi kWh.

Ukupnu potrošnju na području Dalmacije, koja s manjim dijelom sustava Bosne i Hercegovine radi u otočnom radu, moguće će biti podmiriti vlastitim izvorima (hidroelektranama na slivu Cetine, HE Dubrovnik, te instaliranim snagama interventnih elektrana od 120 MW), kao i s povećanom mogućnošću prijenosa električne mreže preko "otočne veze".

Sjeverozapadni dio sustava može se opskrbiti vlastitim izvorima i uvozom energije iz inozemstva. Manje potreškoće mogu se očekivati u istočnoj Slavoniji zbog slabih prijenosnih veza.

Za definiranje budućeg razvoja elektroenergetskog sektora Hrvatske, potrebno je uvažiti dvije neprijeporne činjenice i to:

- Hrvatska je država siromašna primarnim oblicima energije: prvenstveno se misli na neobnovljive energetske oblike (ugljen, nafta, prirodni plin i nuklearno gorivo),
- elektroenergetski sustav Hrvatske trenutno ima vrlo nepovoljnu strukturu izvora električne energije, glede pouzdanosti opskrbe potrošača.

Prva činjenica uključuje da se daljnji razvoj elektroenergetskog sustava, kao i energetskog sustava u cjelosti, mora temeljiti na uvozu primarnih energetske oblike, a druga činjenica upućuje na obvezu da se mora popraviti nepovoljna struktura izvora električne energije. Naime, Hrvatska ne raspolaže niti jednim primarnim energetske oblikom čija bi proizvodnja mogla zadovoljiti sadašnje potrebe, a osobito ne potrebe u budućnosti. Poradi toga, potrebno je za budući razvoj - kada se on već temelji na uvozu energenata - napraviti diversifikaciju primarnih energetske oblike na razini Republike, kako ne bi previše postali ovisni o samo jednoj vrsti energenta.

Glede druge činjenice, tj. nepovoljne strukture izvora električne energije, valja naznačiti da Hrvatska trenutno raspolaže (uključujući i objekte iz interventnog programa), s 4228 MW instalirane snage na pragu elektrana u proizvodnim objektima. Od toga je oko polovice instaliranih kapaciteta u hidroelektranama, čija proizvodnja ovisi o dotocima i podložna je sezonskim oscilacijama. Približno 1/4 instaliranih kapaciteta je u termoelektranama na tekuće gorivo, a skoro 1/4 proizvodnih kapaciteta nalazi se u drugim državama.

Sudbina objekata koji su, za potrebe Hrvatske, izgrađeni u drugim državama osim NE Krško (makar i tu postoje neki problemi), za sada je neizvjesna. Hoće li Hrvatska i dalje koristiti energiju proizvedenu u ovim objektima, a sukladno temeljnim ugovorima o isporuci električne energije, najvjerojatnije će se riješiti tek kroz sukcesiju država sljednica bivše Jugoslavije. Za potrebe analize daljnjeg razvoja elektroenergetskog sustava Hrvatske, u ovom trenutku ne računa se na objekte izgrađene u Srbiji i BiH (ukupne snage od 600MW). Za te objekte treba postupno izgraditi zamjenske kapacitete na teritoriju Hrvatske. Ukoliko se, pak, dogodi da se iz tih objekata Hrvatskoj elektroprivredi isporučuje električna energija, onda će se odgoditi jedan dio planirane nove izgradnje i smanjiti dio proizvodnje u termoelektranama na tekuće gorivo.

U dugoročnije zadaće treba uključiti pripreme i izgradnju preostalog ekonomski i tehnički opravdanog hidropotencijala (HE Novo Virje, HE Kosinj, hidroelektrane na Kupi s pritocima i hidroelektrane na Savi). Potom je potrebno pristupiti obnovi i revitalizaciji postrojenja u elektroenergetskom sustavu.

REFERENCE:

- 1.) B. Markovčić i drugi: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, I dio.
Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1984.
- 2.) B. Markovčić i drugi: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, II dio
Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1987.
- 3.) H. Požar: Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima,
prvi svezak, drugo izdanje. Informator, Zagreb, 1983.
- 4.) I. Karaman: Privreda i društvo Hrvatske u 19. stoljeću.
Školska knjiga, Zagreb, 1972.
- 5.) H. Požar: Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima,
prvi svezak, drugo izdanje. Informator, Zagreb, 1983.
- 6.) I. Deranja i dr. "Elektroistra" 1900-45, 50-1990.
90 godina elektrifikacije Istre
40 godina "Elektroistre" Pula
- 7.) "Povijest Rijeke" - SO Rijeka, ICR, Rijeka, 1988. god.
- 8.) "Elektroprivreda Dalmacije (1956) 1966-1986", izdavač isti, Split, 1986.
- 9.) B. Markovčić: Popis elektrana u Hrvatskoj, Dalmaciji, Bosni i Hercegovini, Ekonomski
institut Zagreb, 1945.
- 10.) V. Muljević: Bilješke o razvoju elektrotehnike u Hrvatskoj, Elektrotehnika 24 (1981), br.4