



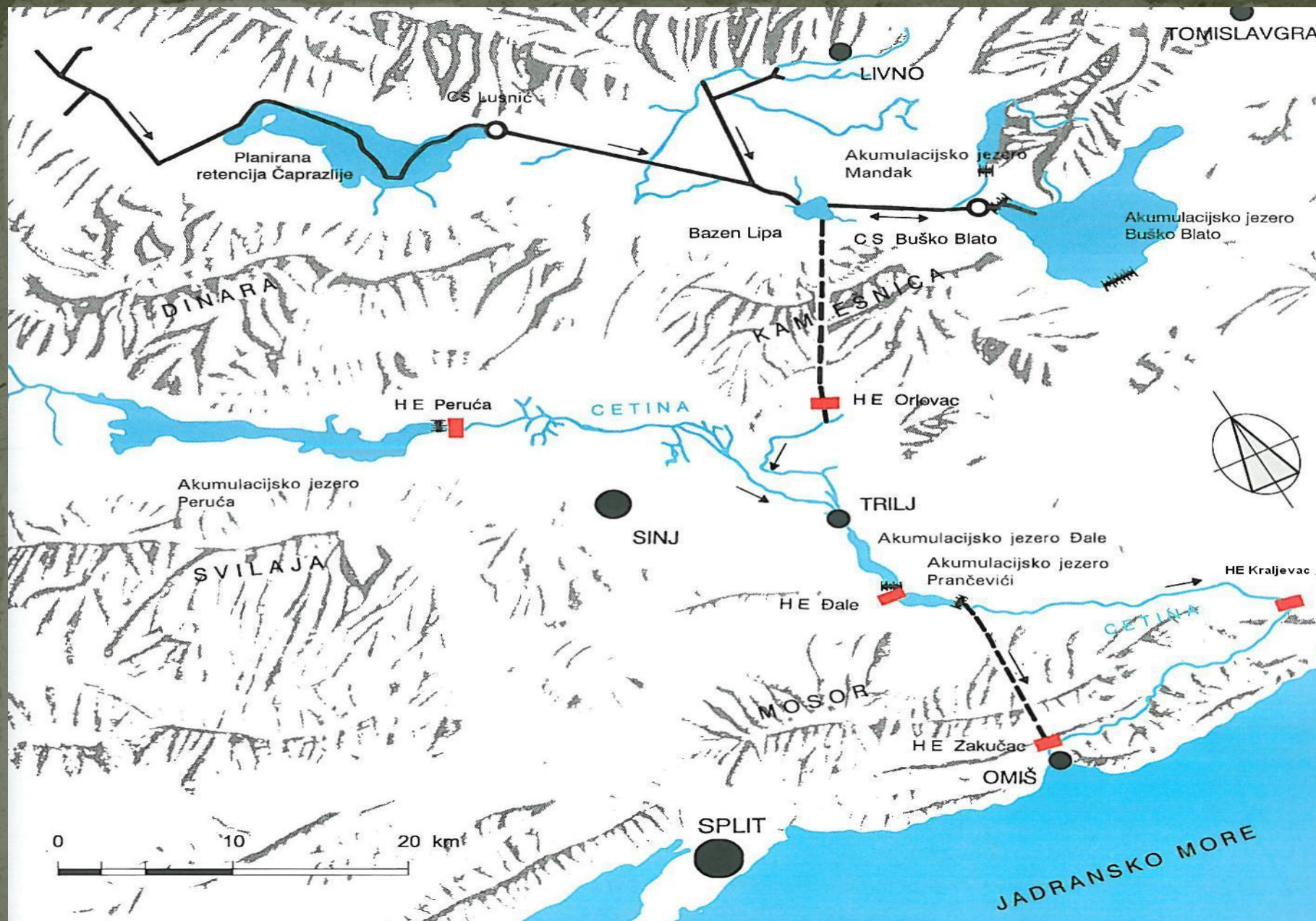
HIDROELEKTRANA KRALJEVAC

1912 - 2022

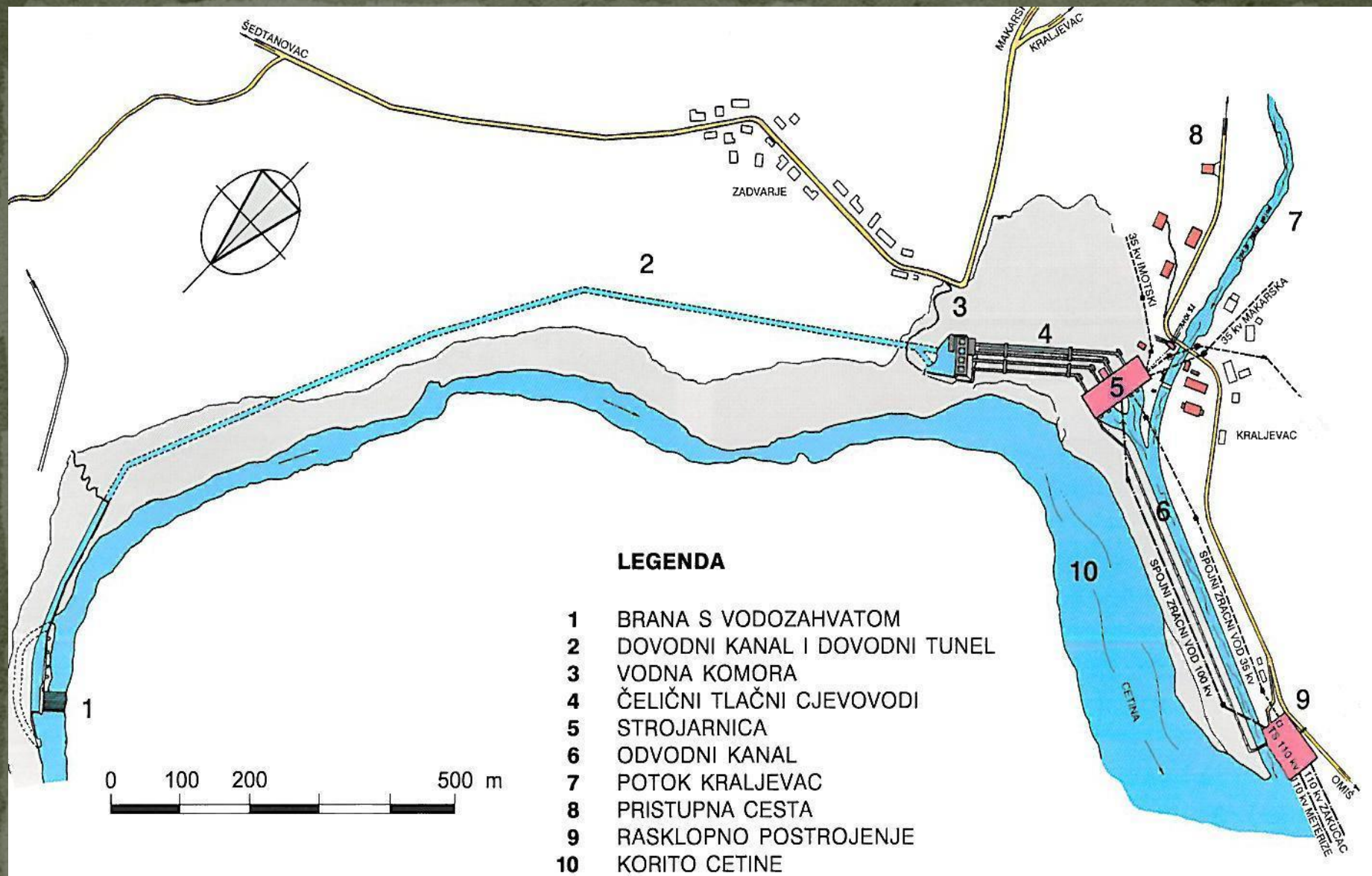




Hidroelektrana Kraljevac



Hidroelektrana Kraljevac nalazi se 21 km od ušća rijeke Cetine u more



Pregledna situacija HE Kraljevac

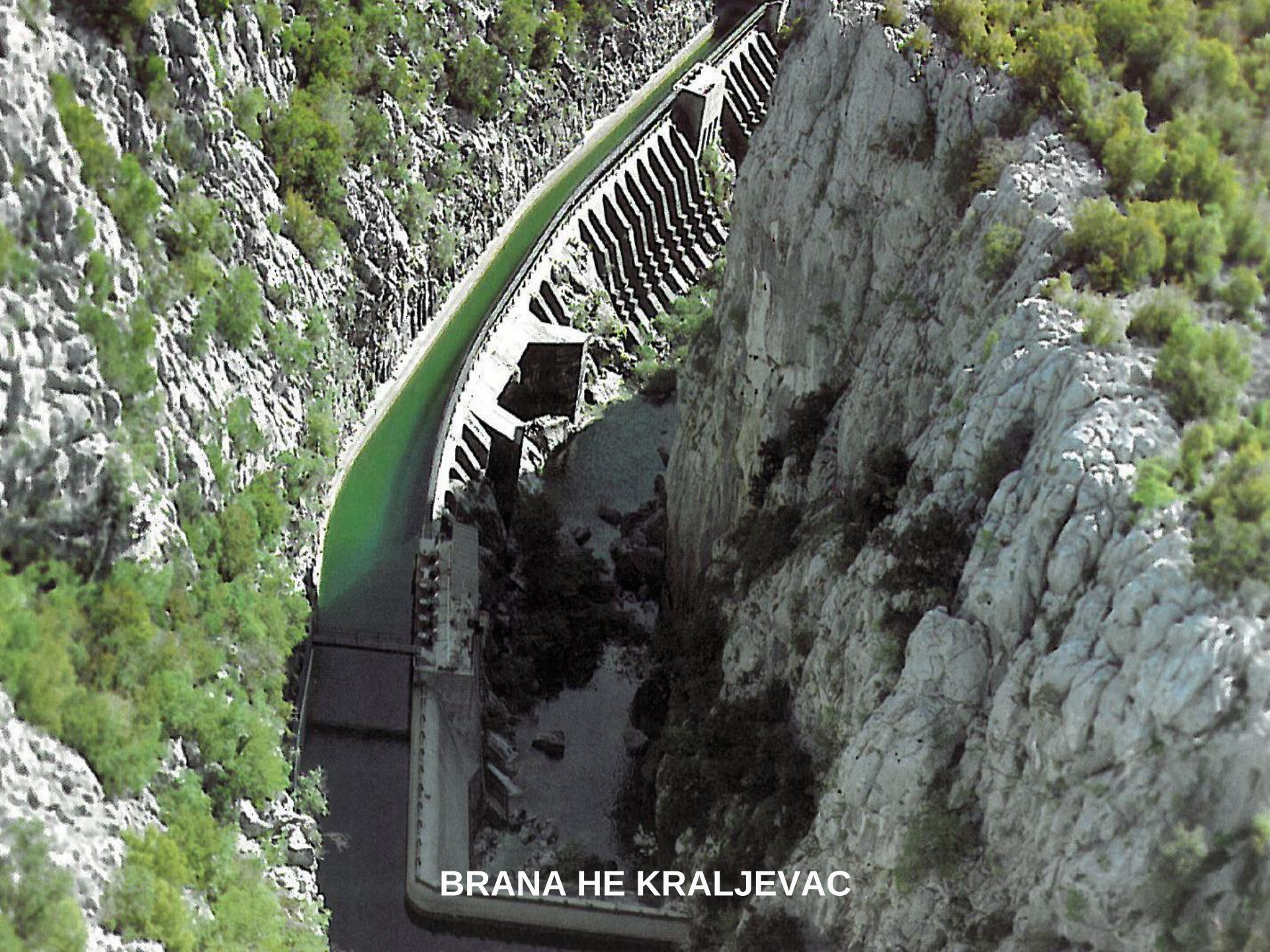
An aerial photograph of the Krka National Park in Croatia, showing a series of waterfalls and a dam system. The image is annotated with four labels in white text boxes with leader lines pointing to specific features. The landscape is a mix of rocky terrain, dense forest, and some agricultural fields. A winding road is visible on the right side of the image.

BRANA

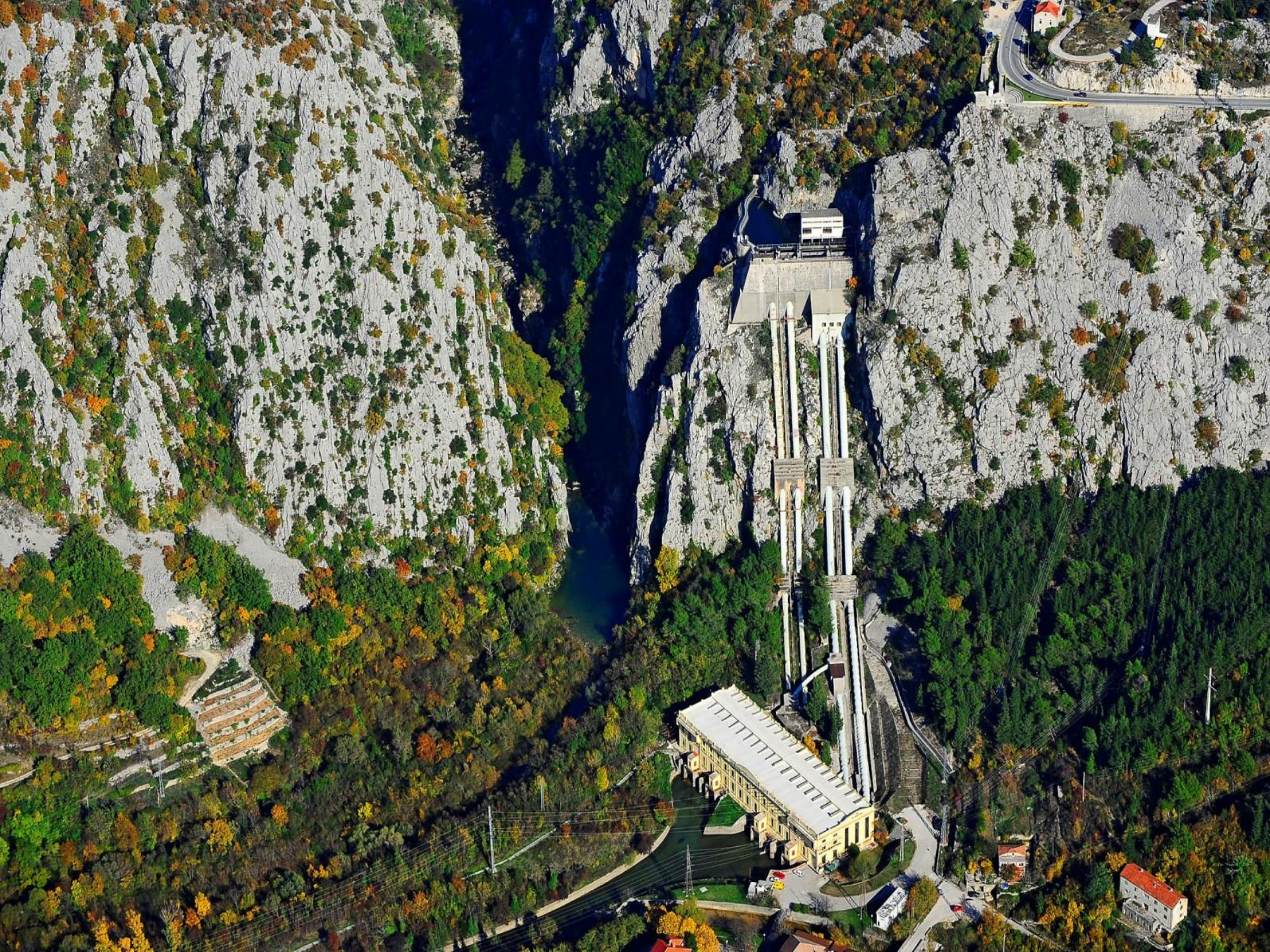
**VODOPAD
GUBAVICA**

**VODNA
KOMORA**

STROJARNICA



BRANA HE KRALJEVAC

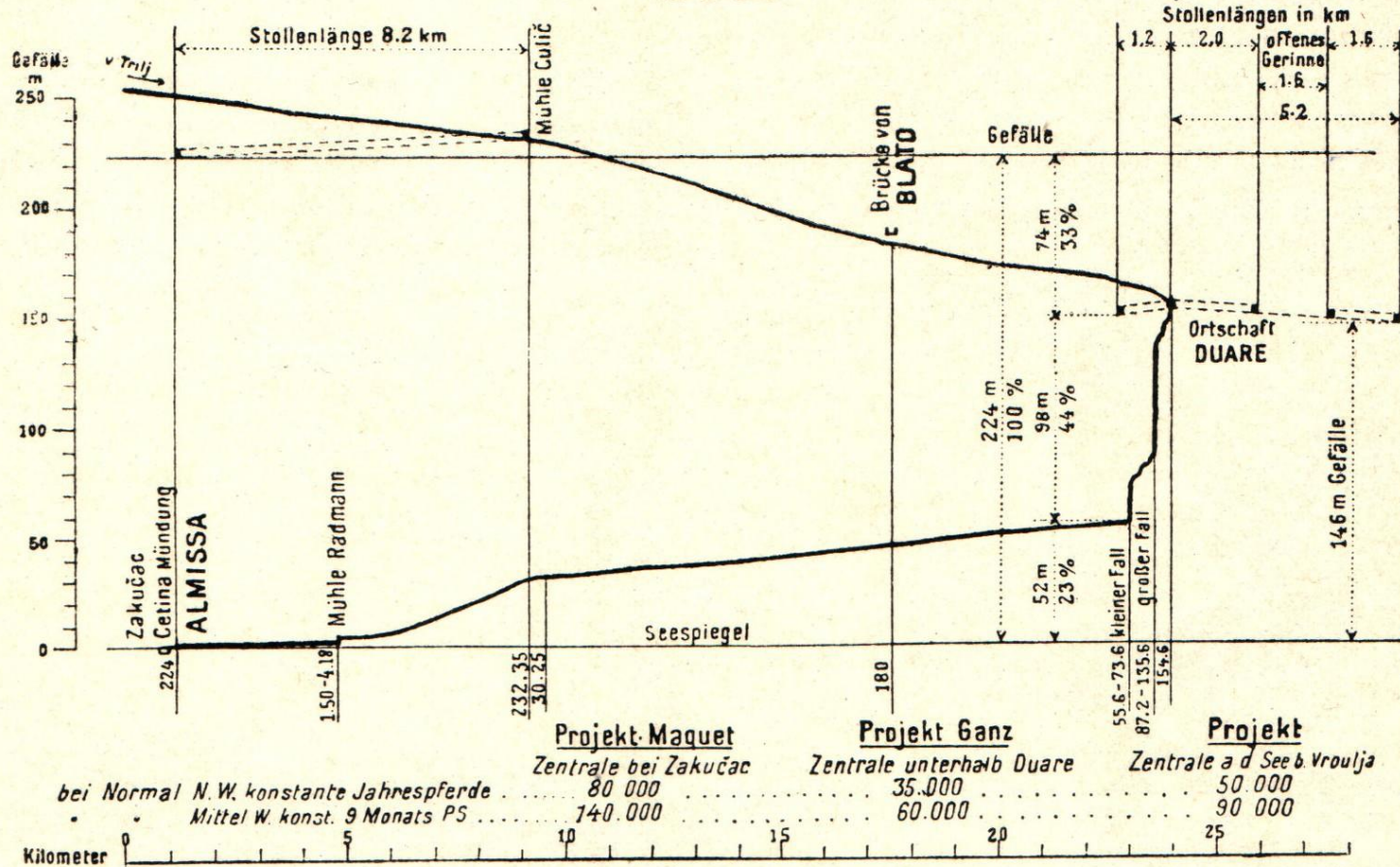


- krajem 19. stoljeća prva istraživanja hidrološkog potencijala rijeke Cetine
- 1897. tvrtka Schuckert & Co izradila je osnovni projekt za iskorištenje znatnog prirodnog pada na vodopadu Gubavica
- 1899. Dešković & Wagner izrađuju prvi detaljni projekt za pad od 87 m i protok $25 \text{ m}^3/\text{s}$ na lokaciji Gubavica
- 1902. Belgijski stručnjak Macquet obrađuje 5 varijanti iskorištenja vodnog potencijala nizvodno od Trilja i kao najpovoljniju predlaže varijantu sličnu HE Zakučac
- 1904. Austrijsko društvo "Wasserwerke" na osnovu projekta Dešković & Wagner dobiva vodopravnu koncesiju za korištenje koncentriranog pada Gubavica

- 1906. Švicarski inženjer Charles de Haller izrađuje detaljni projekt za izgradnju HE Kraljevac
- 1907. društvo “Wasserwerke” upravljačka prava prodaje talijanskom društvu “Sufid”, te generalni direktor tvrtke “Sufid” Enrico Cairo sa suradnicima modificira projekt na današnju lokaciju
- 1909. društvo “Sufid” traži proširenje koncesije na pad 110 m i protok 75 m³/s

Längenprofil der Cetina zwischen Trilj u. Almissa

Einzugsgebiet direkt 2043 km² Niedrigstwasser seit 1894 einmal 18 m³/sek 9 l/sek km²
 indirekt rd 4000 " Normal-Niederwasser 35 " 17 " "
 Summe rd 6000 " Mittelwasser (9monatl. Vollwasser) 63 " 31 " "
 Höchstwasser 700 " 350 " " } direktes Einzugsgebiet



50 fache Überhöhung

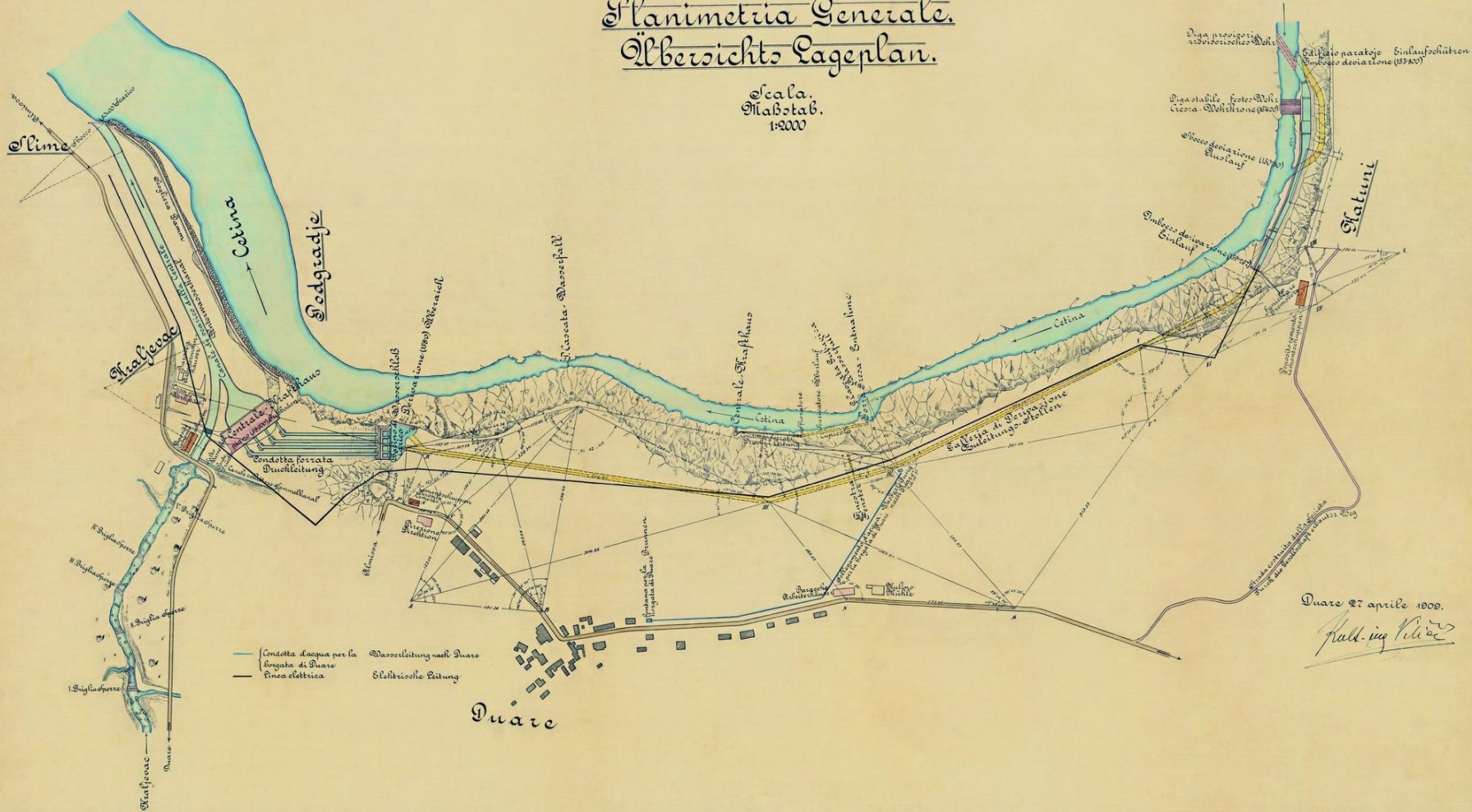
Fig. 7

Uzdužni profil Cetine od Trilja do Omiša 1908. godine
 Walter Conrad - analiza varijanti Zakučac, Kraljevac i Vrulja

Planimetria Generale.

Übersichts Lageplan.

Scala.
Maßstab.
1:2000



Quare 27 aprile 1909.

Kult. ing. Kline

Originalni projekt HE Kraljevac iz 1909. godine



Od 1907-1909 u podnožju slapa Velika Gubavica ugrađena mala pomoćna hidroelektrana "Centralina", Pelton turbina s generatorom snage 130 KW



Za transport opreme “Centraline” sagrađena je žičara 250 m dužine, koja savladava vertikalnu visinu 140 m

1908 - 1912

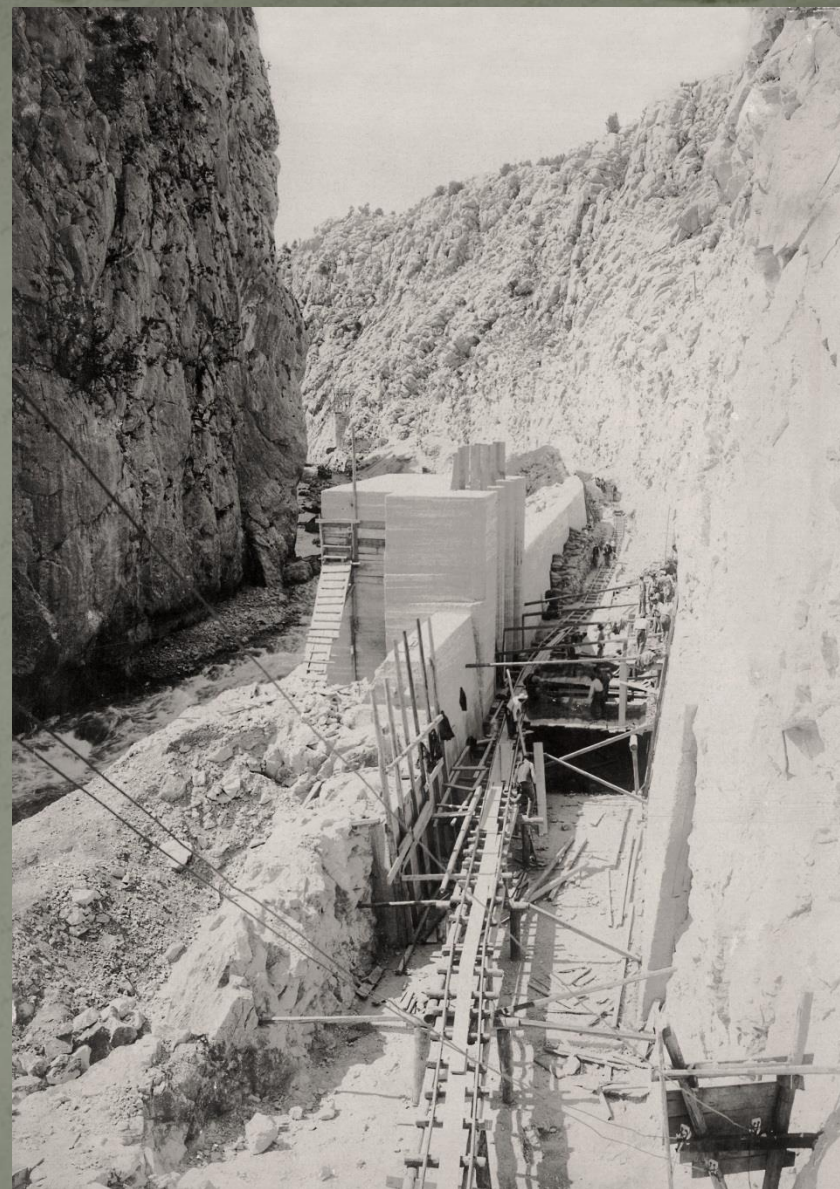
- U kanjonu širine 25 m i visine 70 m rijeke Cetine, podno Zadvarja, izgrađena je brana visine 18 m i dužine 25 m
- Za potrebe izgradnje brane prethodno je izgrađena provizorna brana i obilazni tunel 180 m dužine i presjeka 48 m^2 koji služi kao temeljni ispust sa 5 tablastih zatvarača
- Na branu se nastavlja dovodni kanal dug 244 m s ugrađenim temeljnim ispustom sa 6 tablastih zatvarača
- Dovodni kanal ulazi u dovodni tunel, dužine 1265 m, širine i visine cca 5,5 m, koji dovodi vodu u vodnu komoru



Izgradnja brane 1909. godine



Izgradnja dovodnog kanala na brani 1909. godine



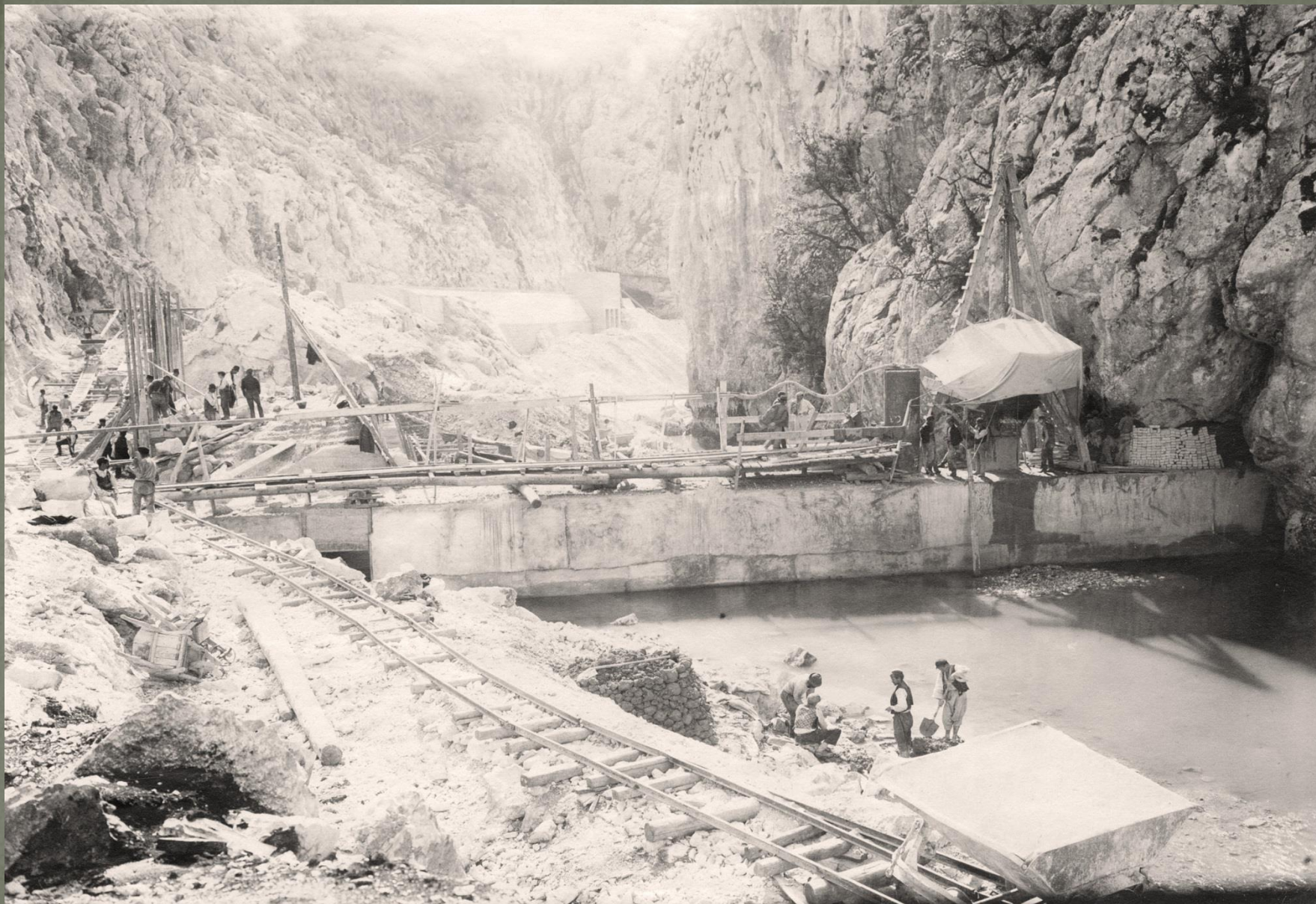
Izgradnja dovodnog kanala na brani 1909. godine



Izgradnja obilaznog tunela na brani 1909. godine



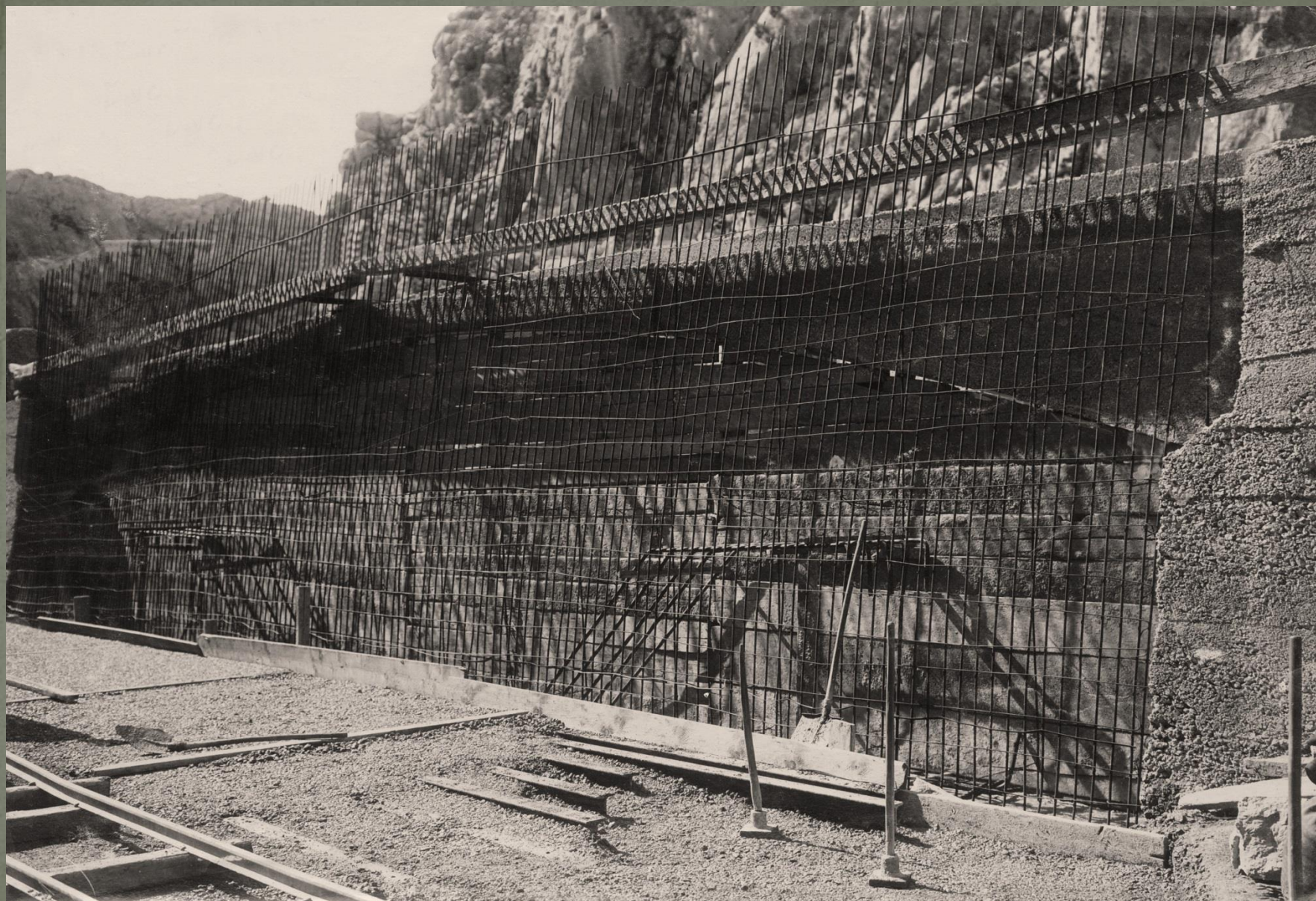
Provizorna brana izgrađena od 20.000 vreća pijeska



Izgradnja brane bliži se kraju – 1911. godina



Betoniranje brane



Betoniranje brane



Brana je izgrađena – kraj 1911. godine

1908 - 1912

- Vodna komora izgrađena je na litici visine 100 m, zapremine 4500 m^3 , površine pokrivene vodom 1000 m^2 . Na nizvodnom dijelu nalaze se segmentni zatvarači na ulazu u tlačne cjevovode.
- Ugrađena su dva tlačna cjevovoda promjera od 2.3 m do 1.8 m, dužine 190 m
- Izgrađen je dio strojarnice dužine 44 m, širine 26 m, visine 13 m
- Ugrađena su dva agregata mađarskog proizvođača Ganz pojedinačne snage po 12, 8 MW
- Završetkom prve faze najveća hidroelektrana u jugoistočnoj Europi i jedna od najvećih u cijeloj Europi



Izgradnja preljevnog zida vodne komore



Desni izlaz iz tunela na vodnu komoru



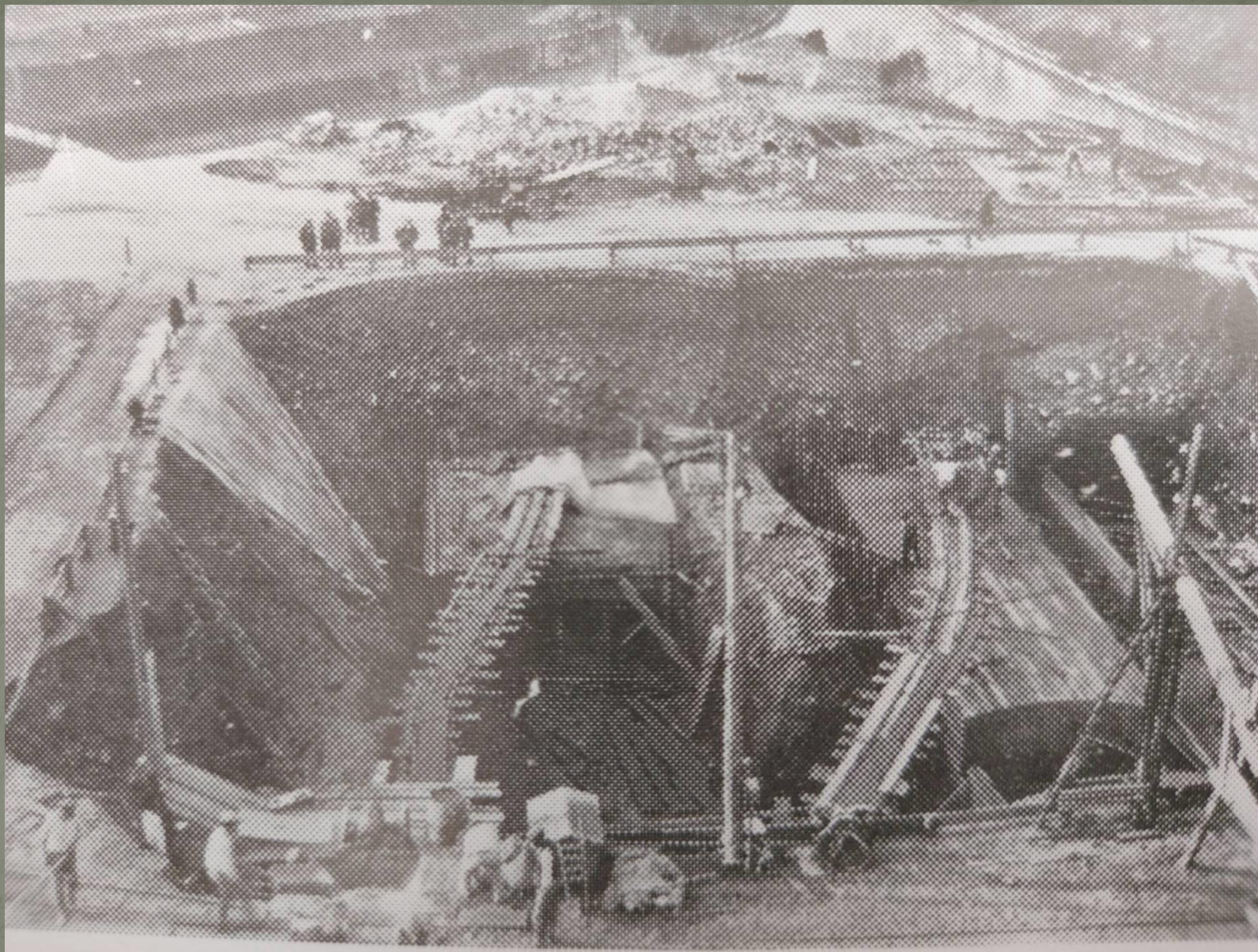
Lijevi izlaz iz tunela na vodnu komoru



Početak radova na izgradnji strojarnice



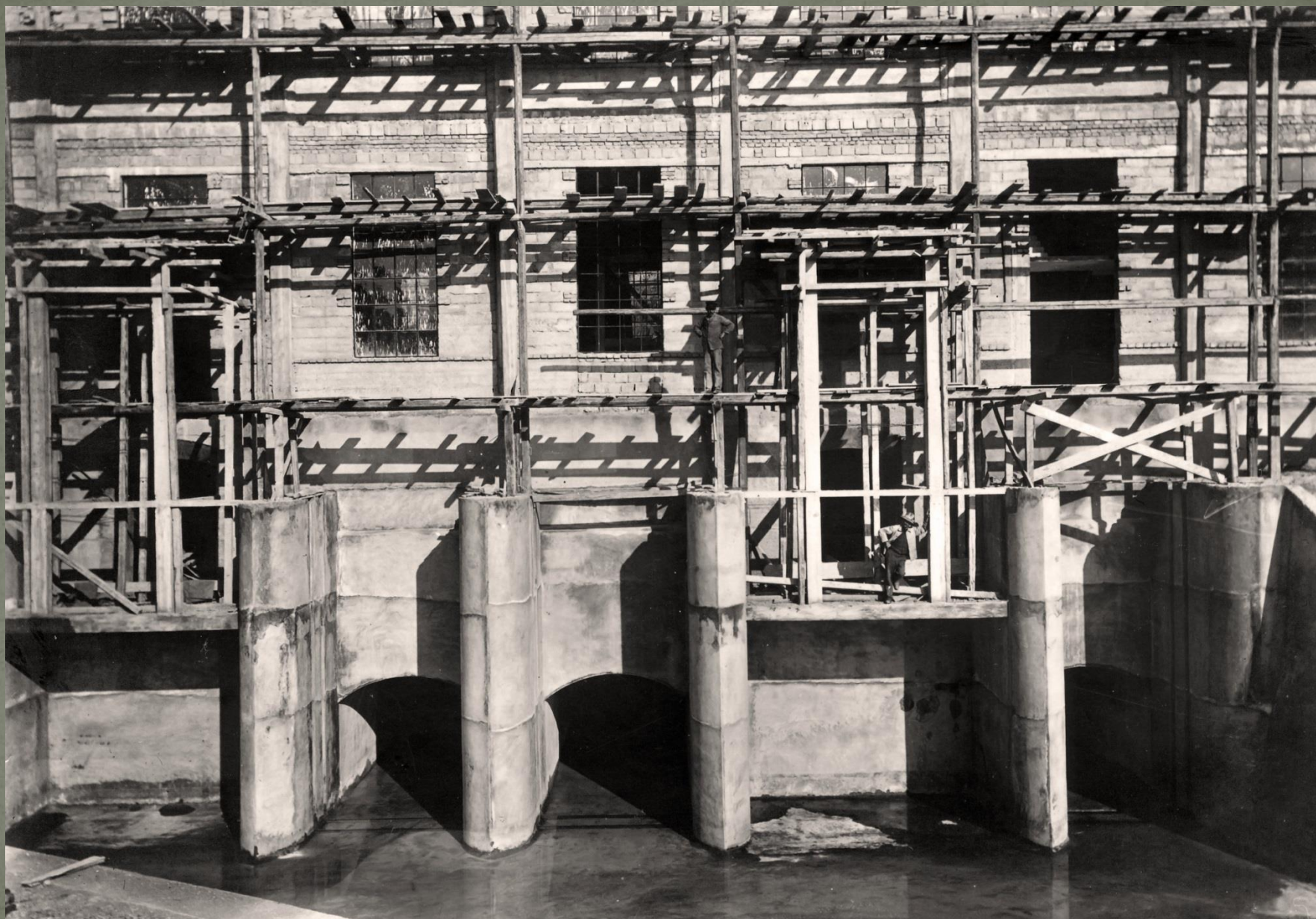
Početak radova na izgradnji strojarnice



Radovi na izgradnji strojarnice



Radovi na izgradnji prva dva tlačna cjevovoda



Završni radovi prve faze izgradnje



Završni radovi prve faze izgradnje



Završeni radovi prve faze izgradnje



Zadvarje 1912. – dolazak komisije na teren

- HE Kraljevac je puštena službeno u rad 19.03.1912. godine kada je prema instaliranoj snazi bila najveća u jugoistočnoj Europi
- Prvih godina HE Kraljevac isključivo služi za napajanje tvornice karbida u Dugom ratu i okolnog područja HE
- 1915. društvo "Sufid" končano dobiva koncesiju za HE na pad 110 m i protok $75 \text{ m}^3/\text{s}$ tek nakon što pristaje na uvjete Austrijskog ministarstva rata i željeznica
- 1924. izgradnjom 15 kV voda Dugi Rat – Omiš, Omiš dobiva električnu energiju iz HE Kraljevac
- Izgradnjom 50 kV voda Dugi Rat – Split, od 01.01.1927. Split dobiva električnu energiju iz HE Kraljevac

- 1929. Francusko društvo “La Dalmatienne”, osnovano u Parizu otkupljuje svu imovinu društva “Sufid” i nastavlja radove druge faze
- U drugoj fazi izgradnje (1928-1932) proširuje se strojarnica, ugrađuju dva nova tlačna cjevovoda te dva agregata pojedinačne snage 20.8 MW
- 1932. HE Kraljevac je ponovno najveća HE u jugoistočnoj Europi kako po snazi (67.2 MW) tako i proizvodnji električne energije



Iskrcaj dijelova tlačnih cjevovoda u Makarskoj



Dijelovi tlačnih cjevovoda u luci Makarska



Dijelovi tlačnih cjevovoda na plaži Makarska



Transport cjevovoda Makarska - Kraljevac



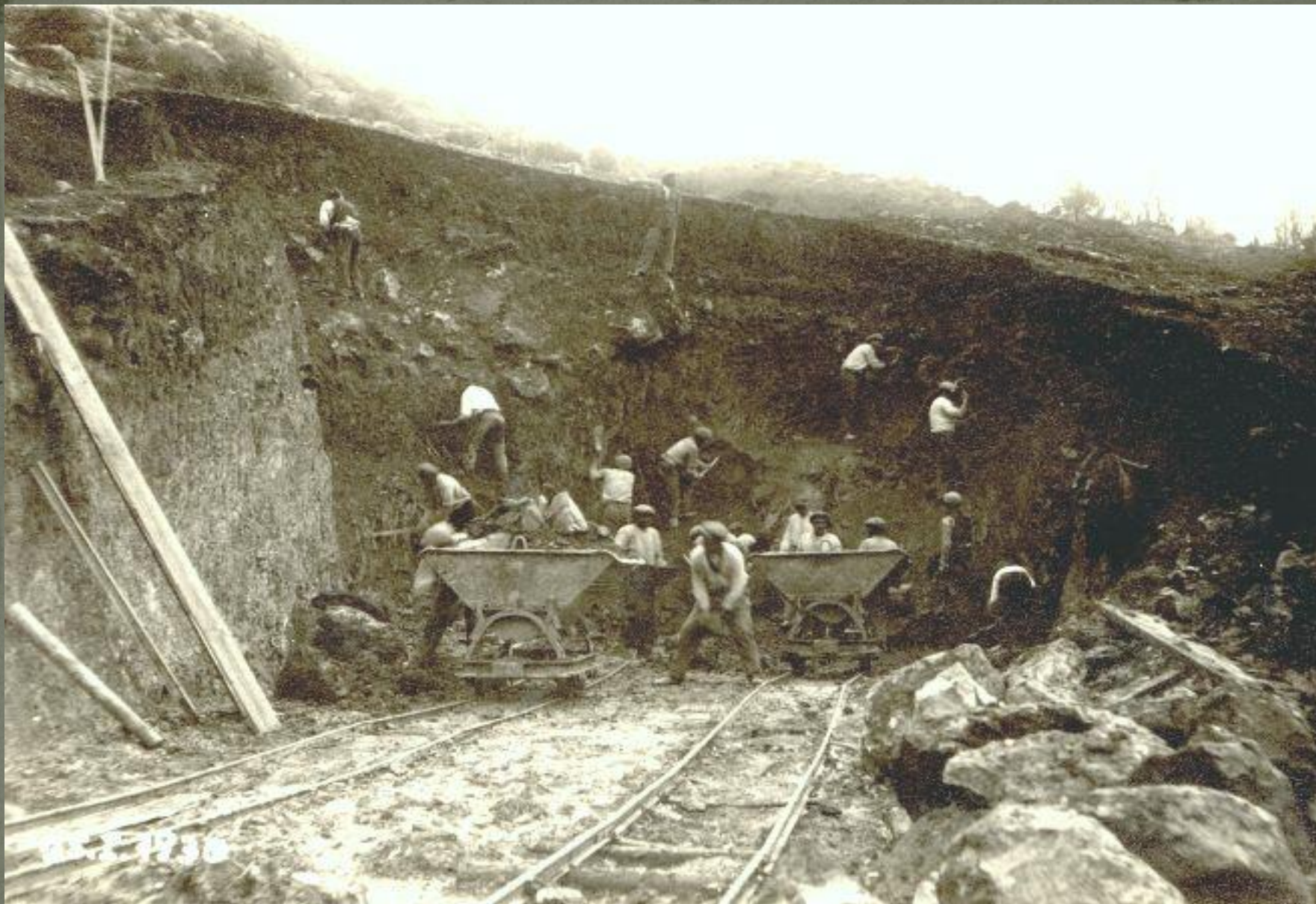
Transport cjevovoda Makarska - Kraljevac



Transport cjevovoda Makarska - Kraljevac



Odlaganje dijelova cjevovoda na HE Kraljevac



Na izgradnji sudjeluje velik broj radnika



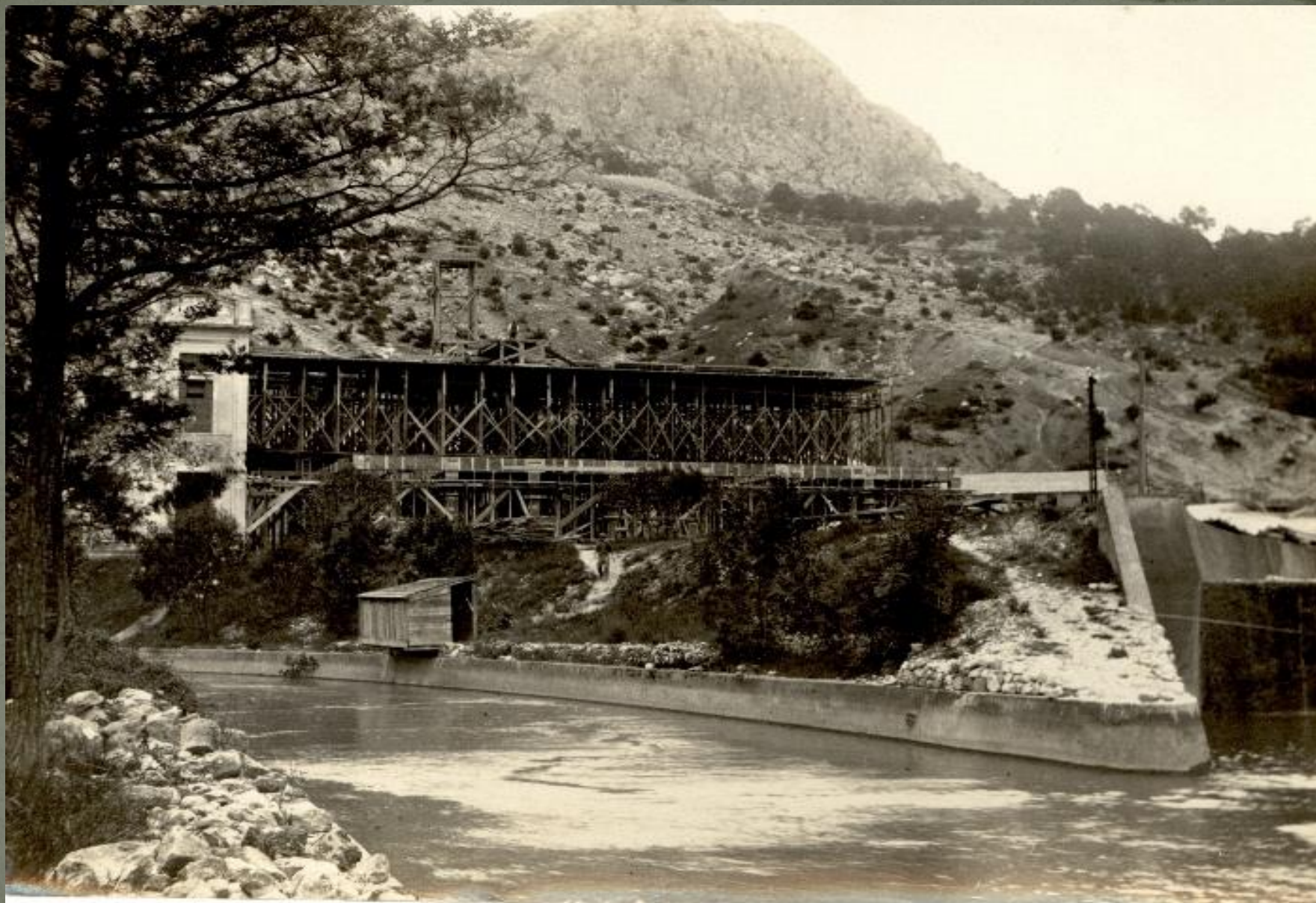
Iskop temelja za proširenje strojarnice



Radovi proširenja strojarnice



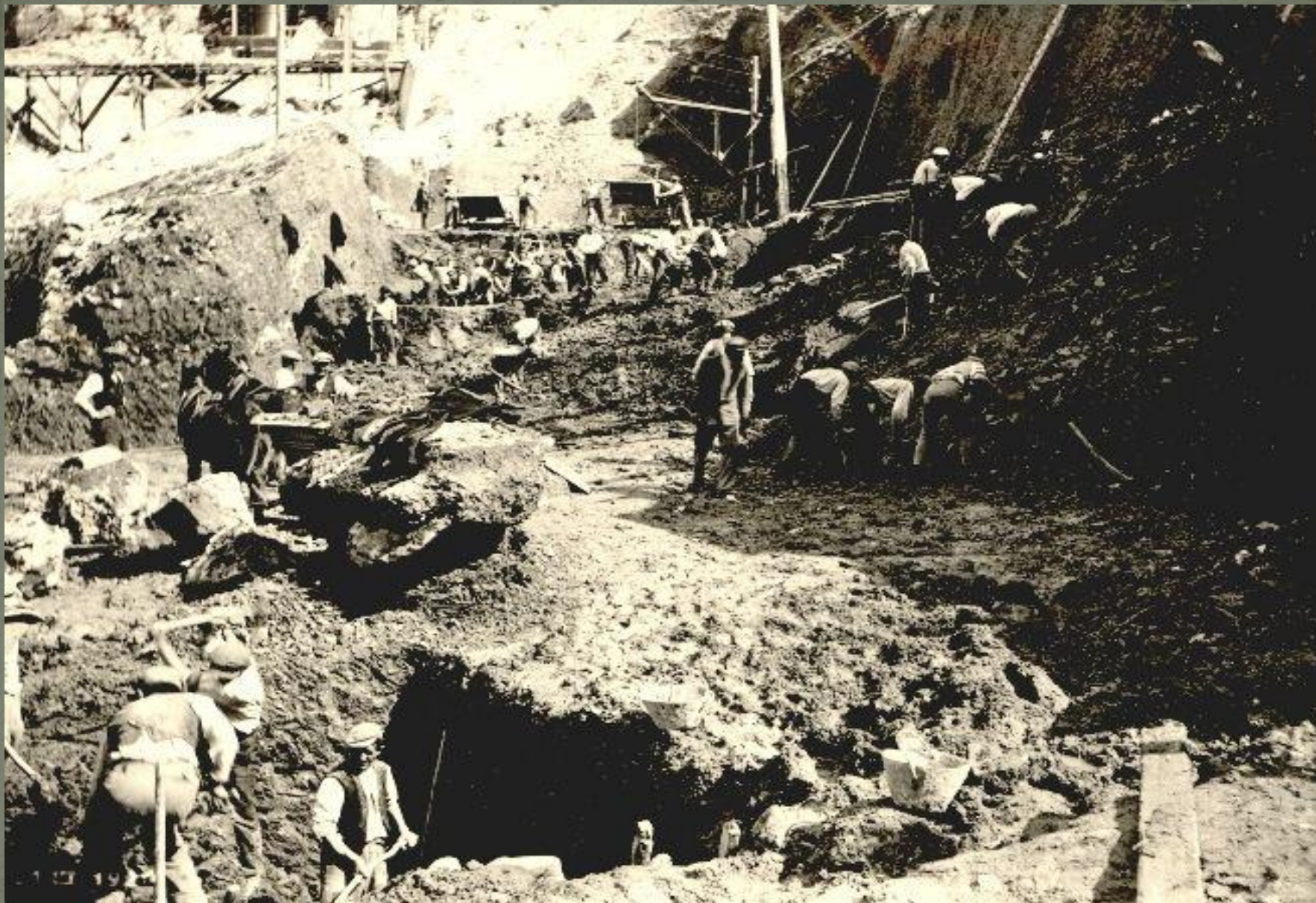
Radovi proširenja strojarnice privode se kraju



Pogled sa odvodnog kanala na radove proširenja strojarnice



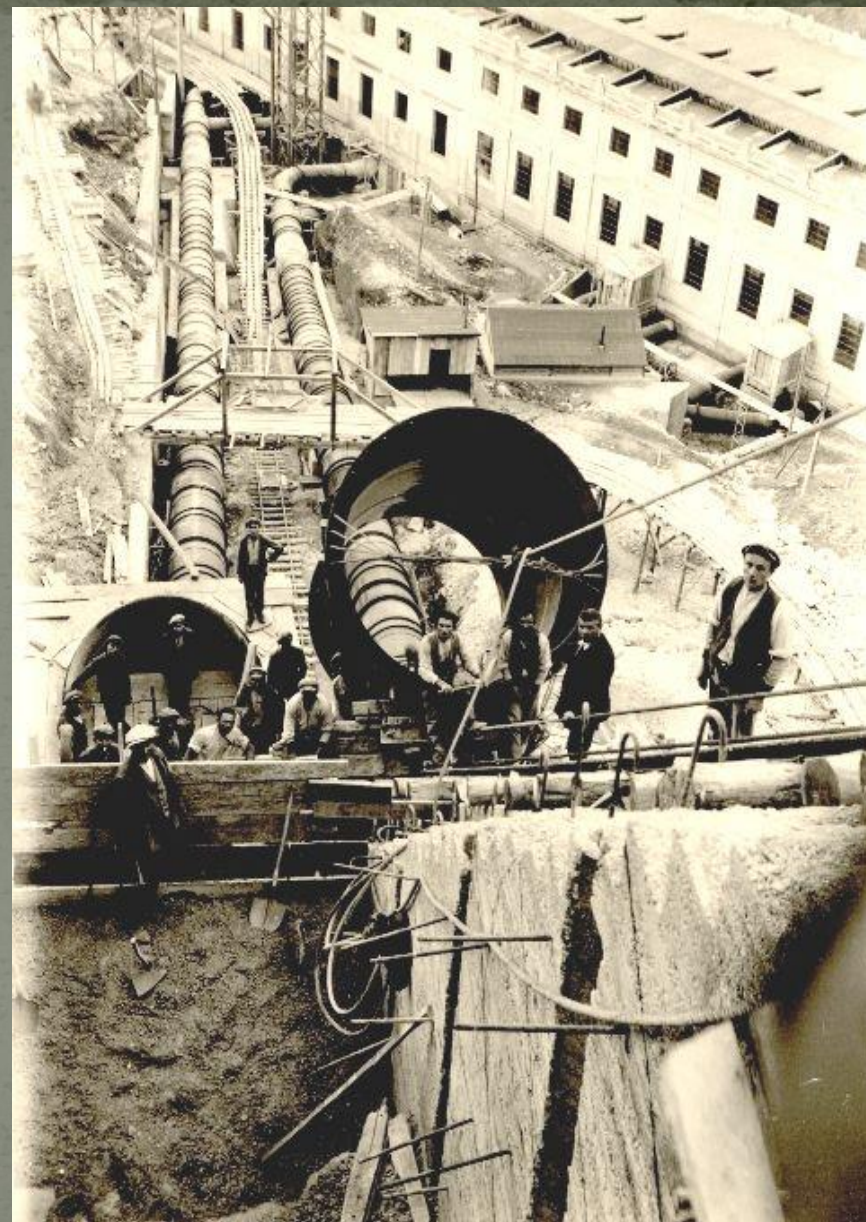
Radovi proširenja strojarnice i izgradnje tlačnih cjevovoda 3 i 4



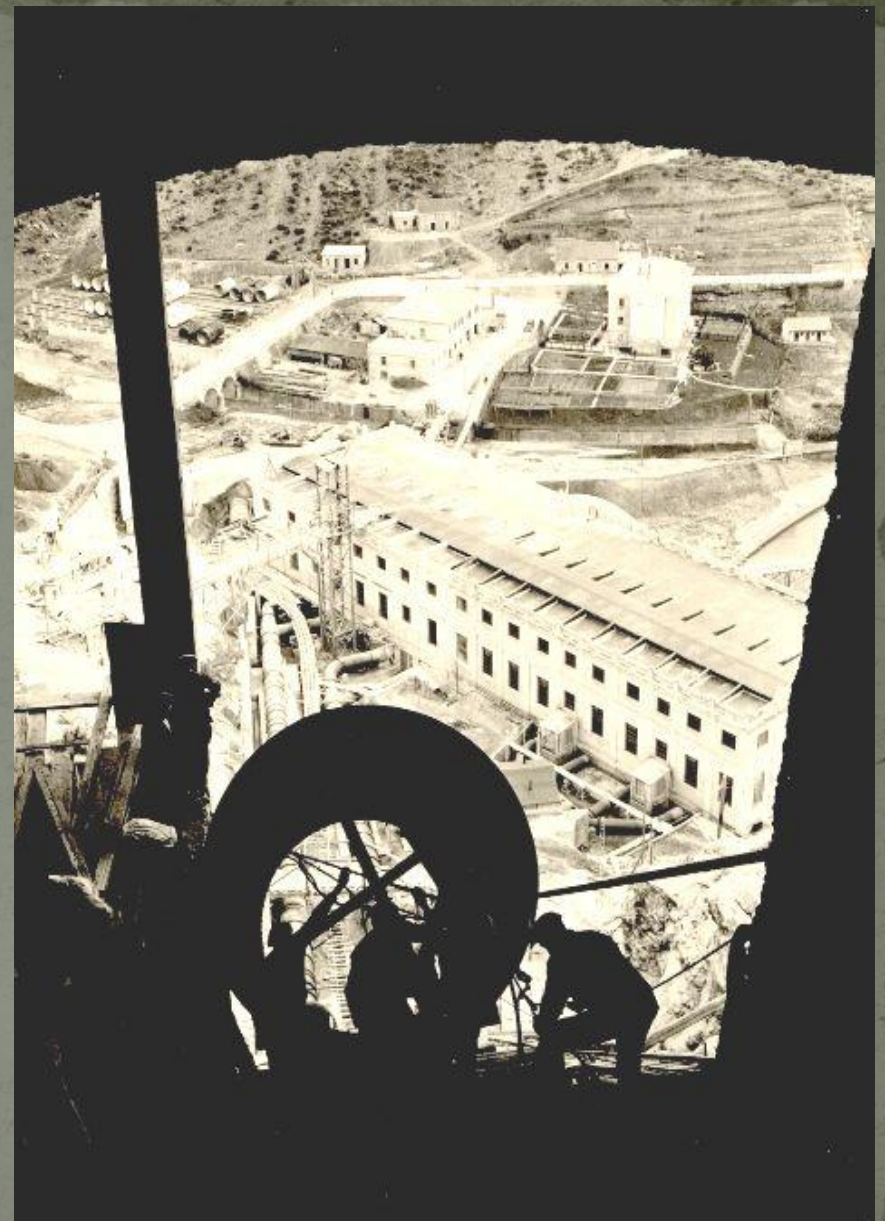
Početak radova na izgradnji tlačnih cjevovoda 3 i 4



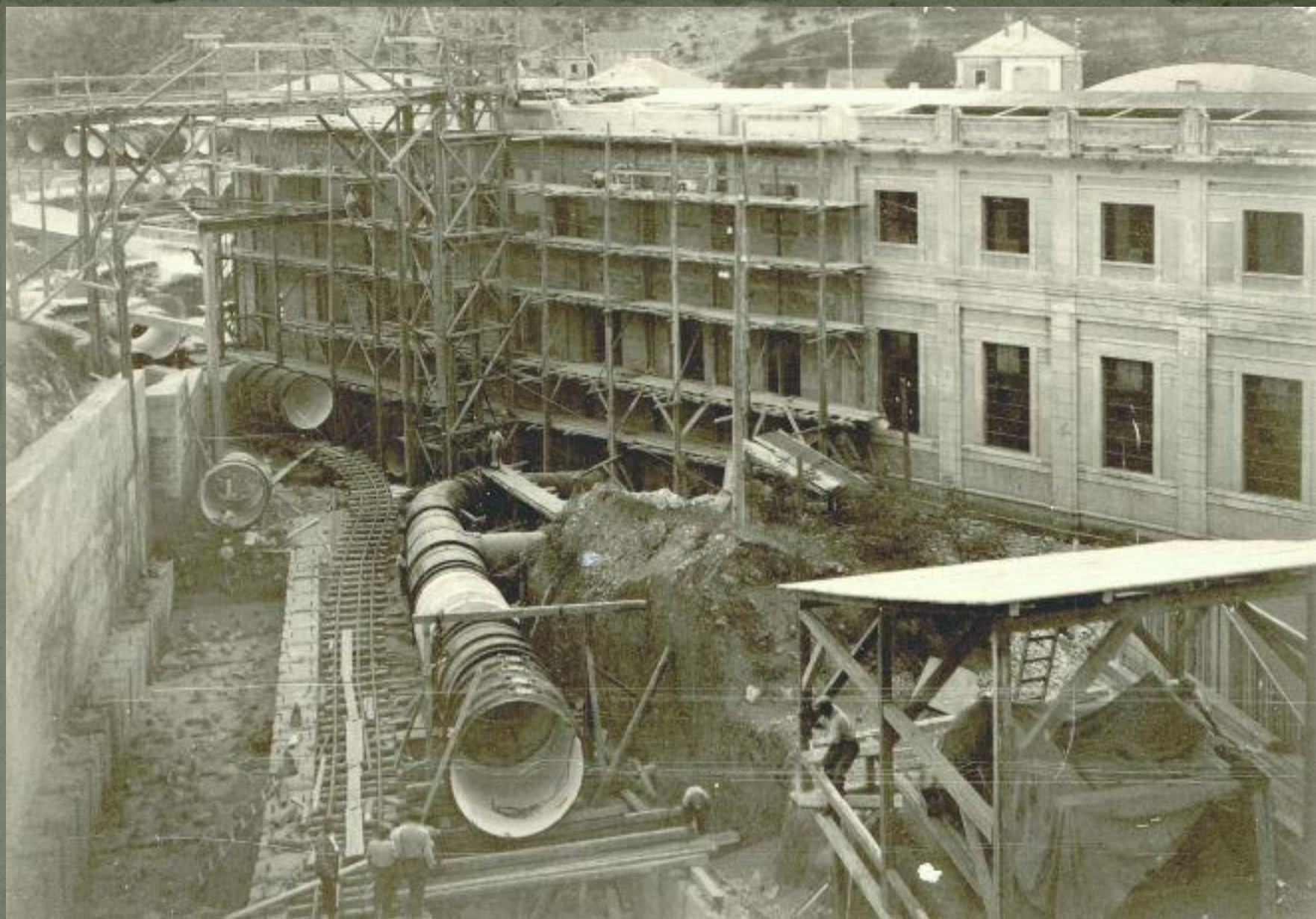
Radovi na izgradnji tlačnih cjevovoda 3 i 4



Za transport dijelova tlačnih cjevovoda izgrađena je žičara



Transport dijelova tlačnih cjevovoda prema vodnoj komori



Završetak radova na strojarnici i radovi na tlačnim cjevovodima 3 i 4



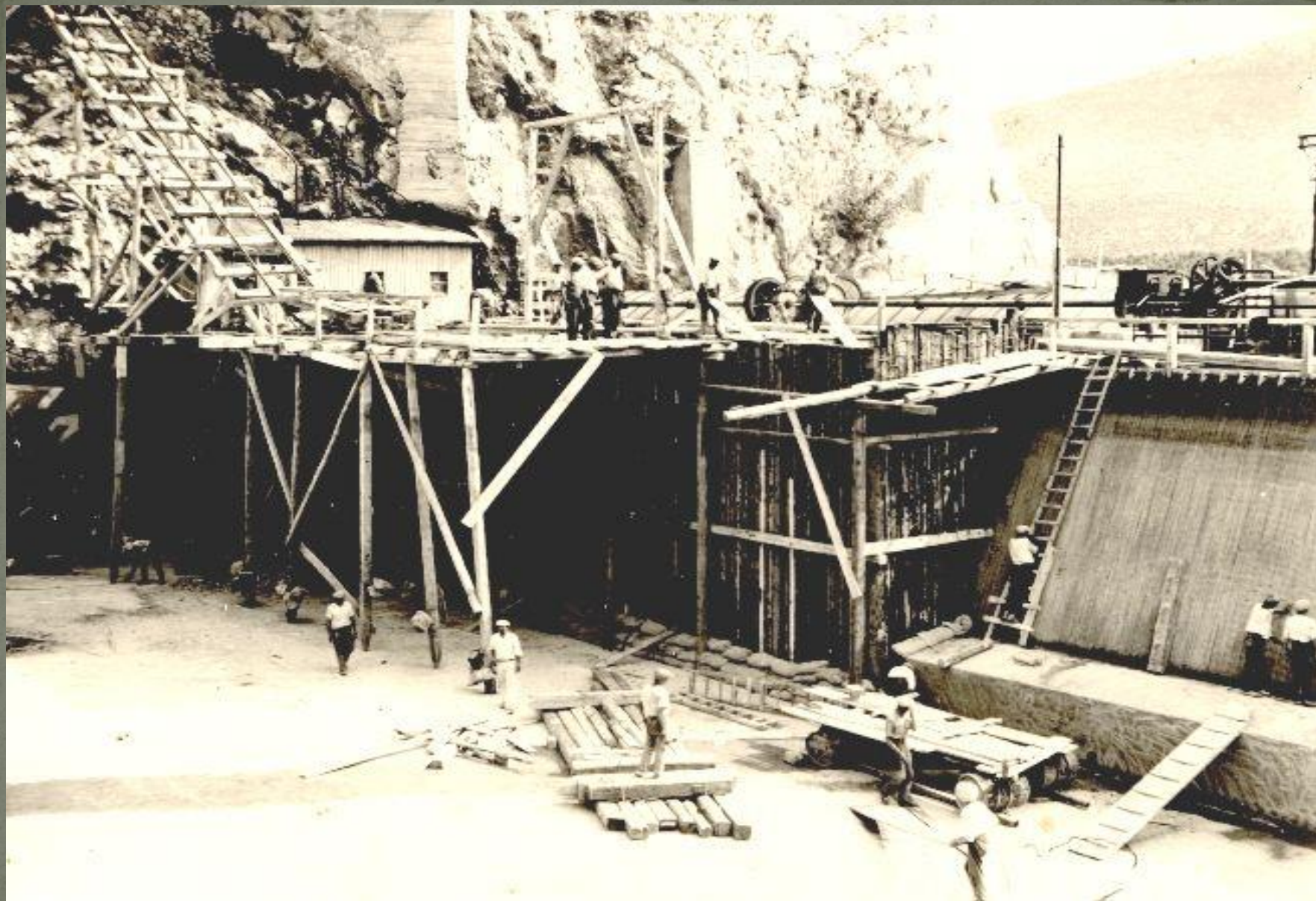
Završetak radova na izgradnji tlačnih cjevovoda 3 i 4



Završetak radova na izgradnji tlačnih cjevovoda 3 i 4



Završetak radova na izgradnji tlačnih cjevovoda 3 i 4



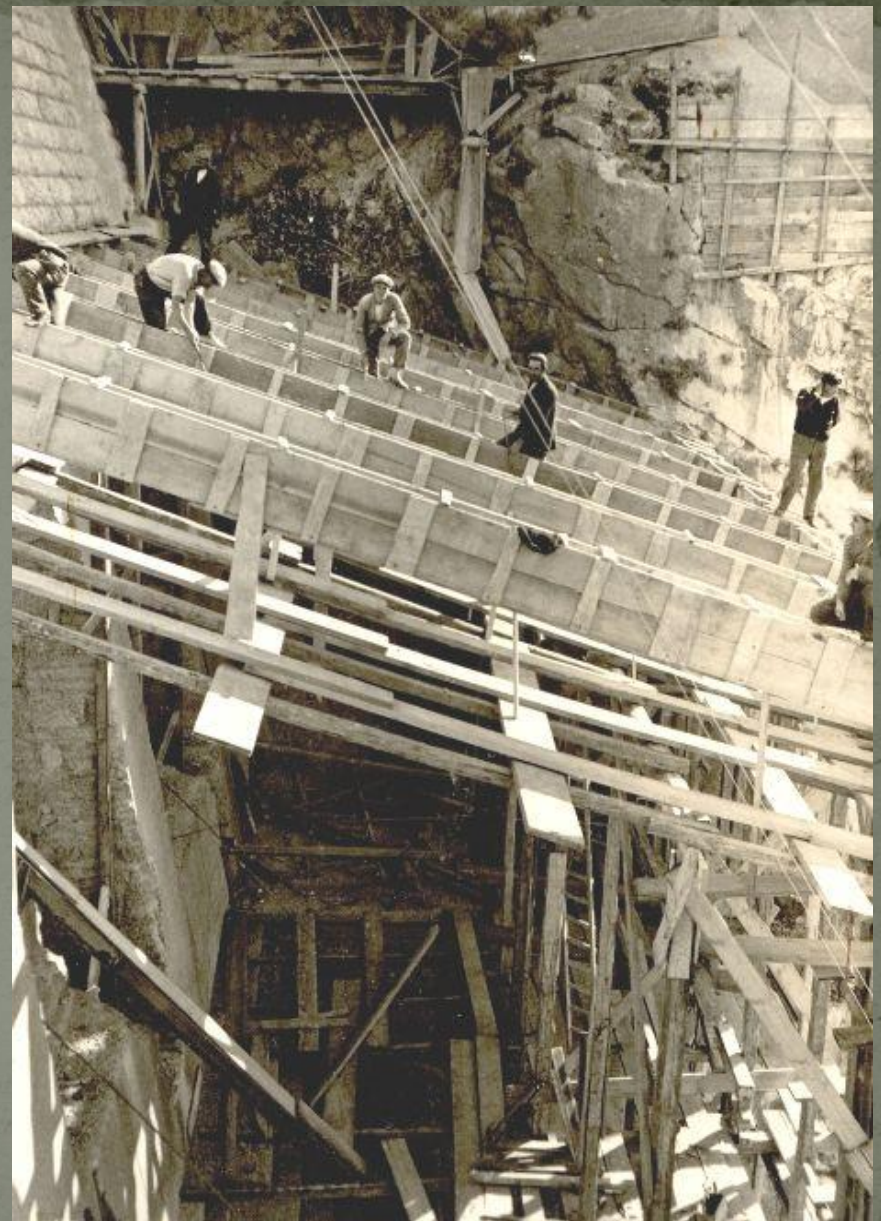
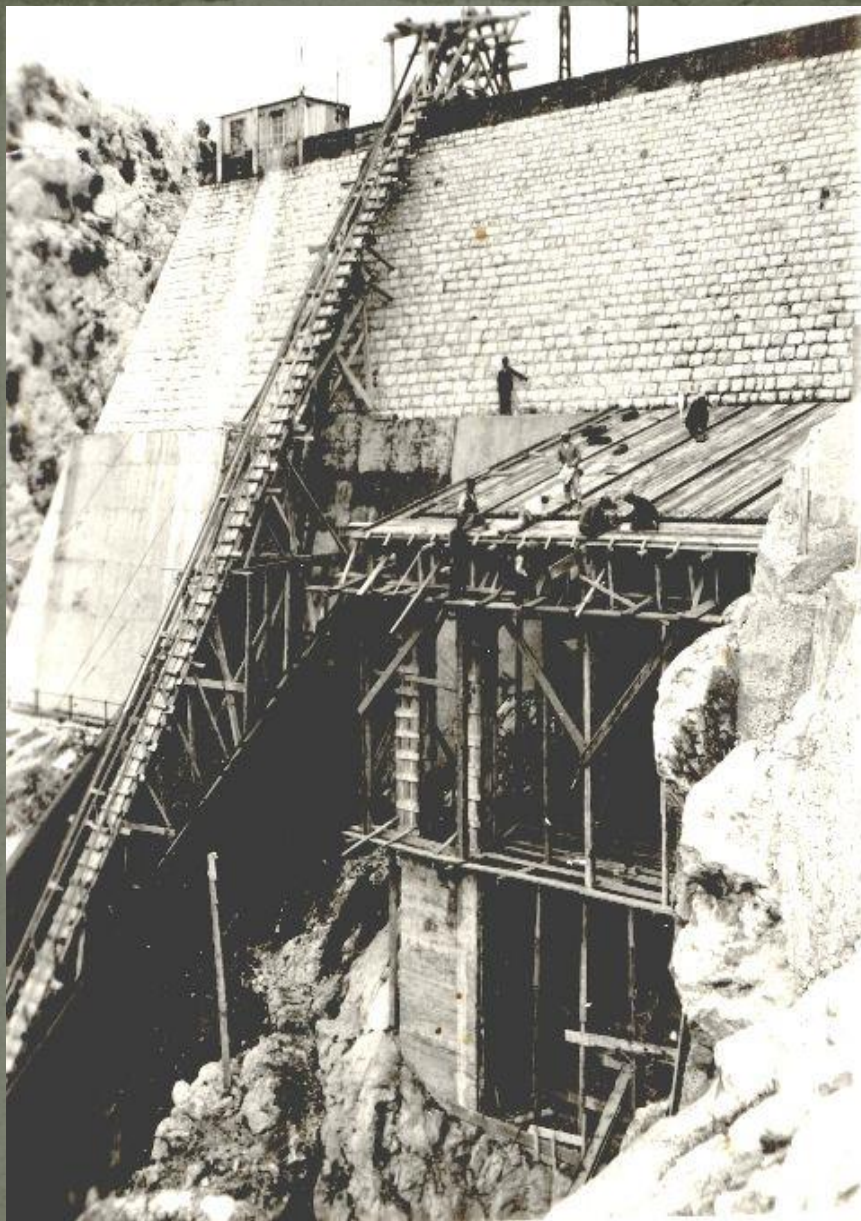
Radovi uređenja vodne komore druge etape



Radovi uređenja vodne komore druge etape



Radovi uređenja vodne komore druge etape



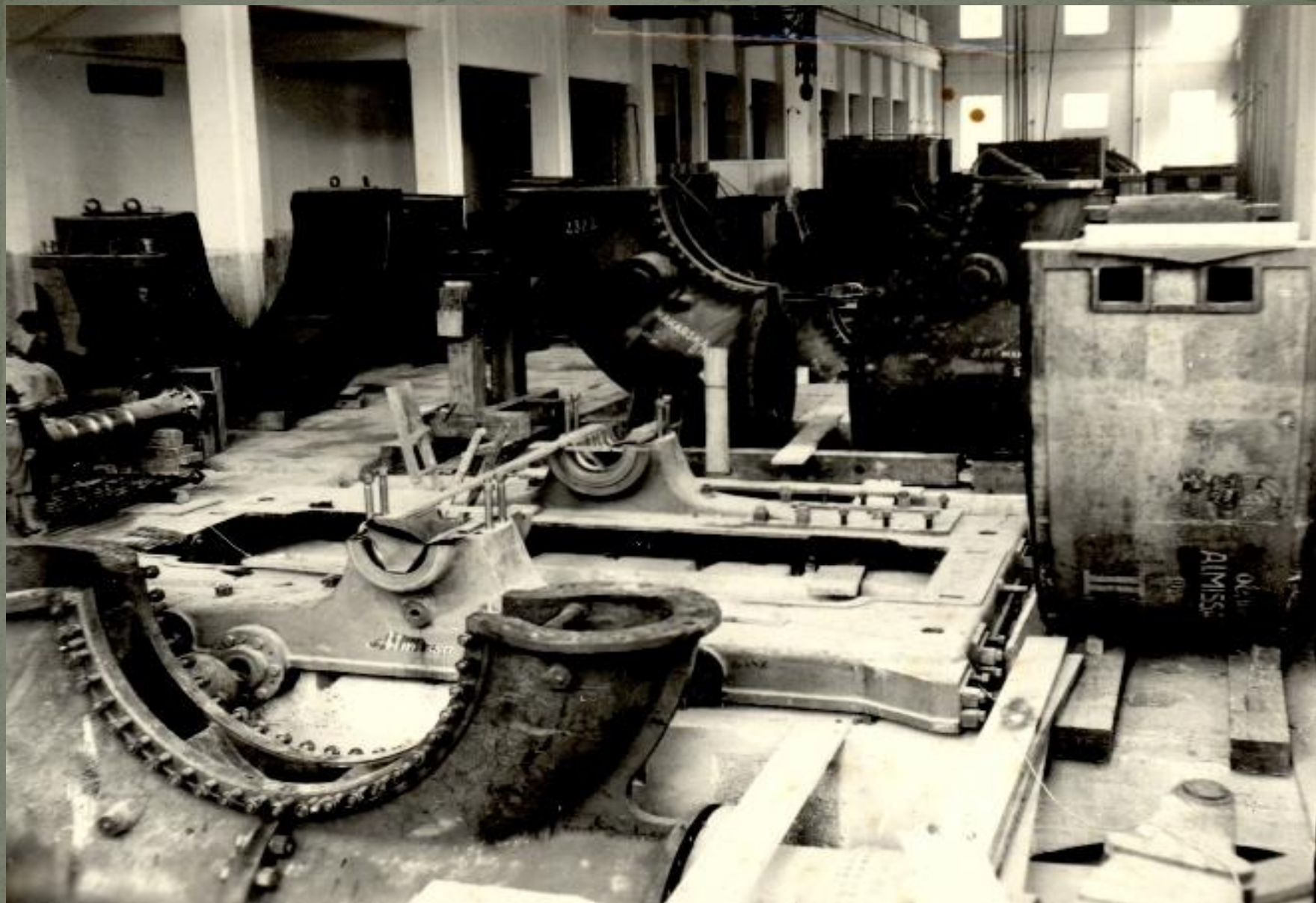
Radovi uređenja zasunske komore



Radovi montaže mosne dizalice



Dolazak dijelova turbina na gradilište



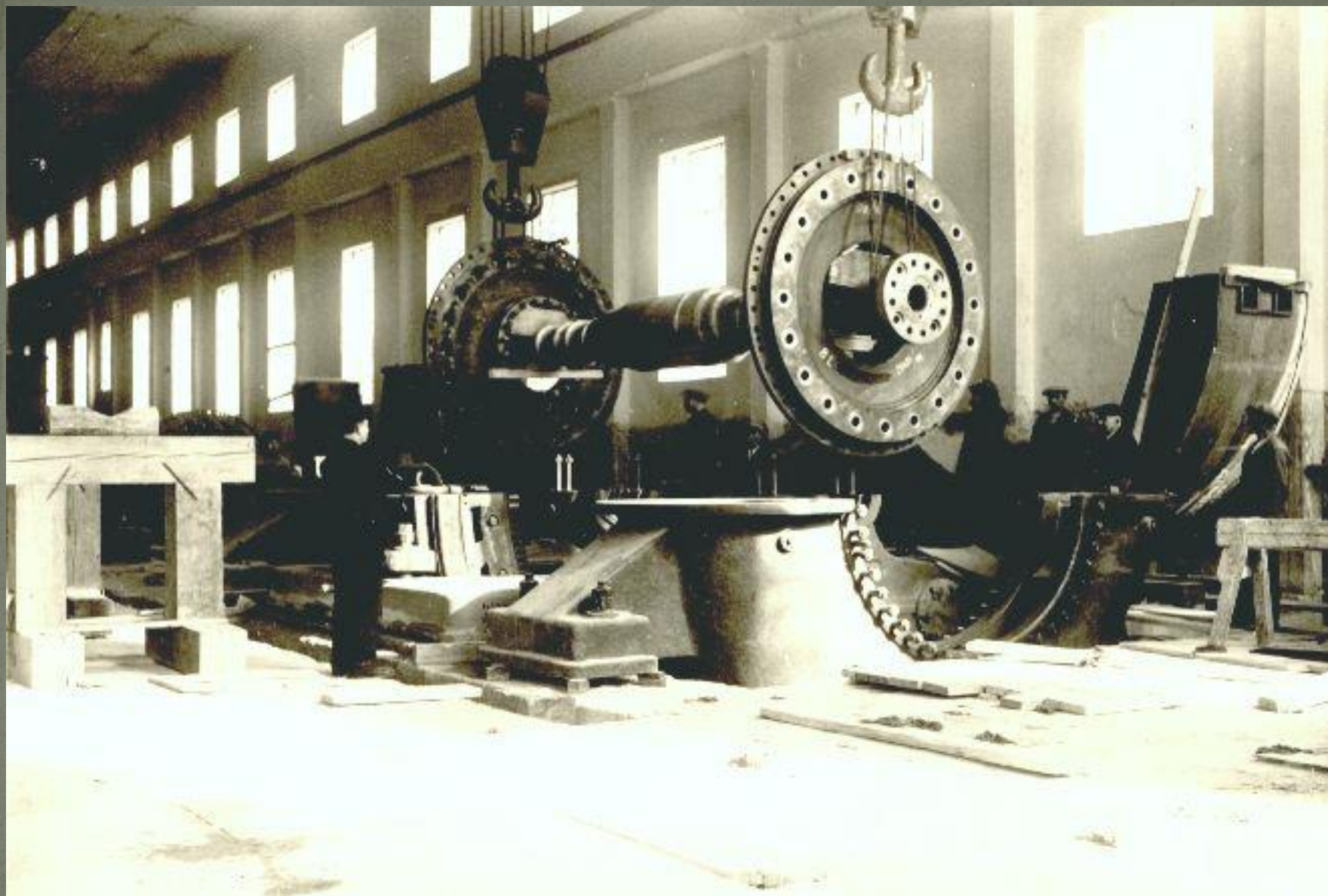
Početak montaže agregata



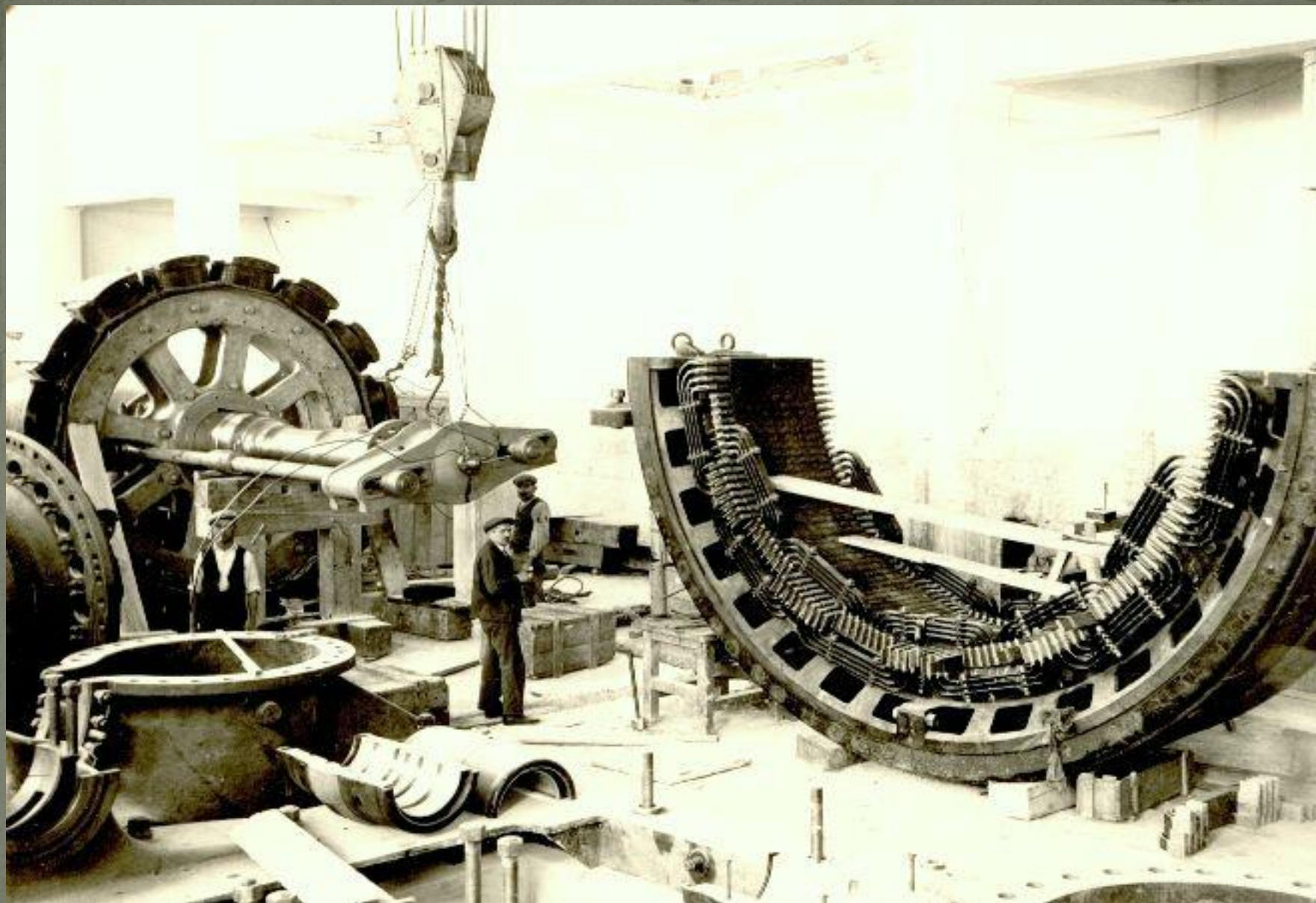
Pogled na strojarnicu – početak montaže agregata



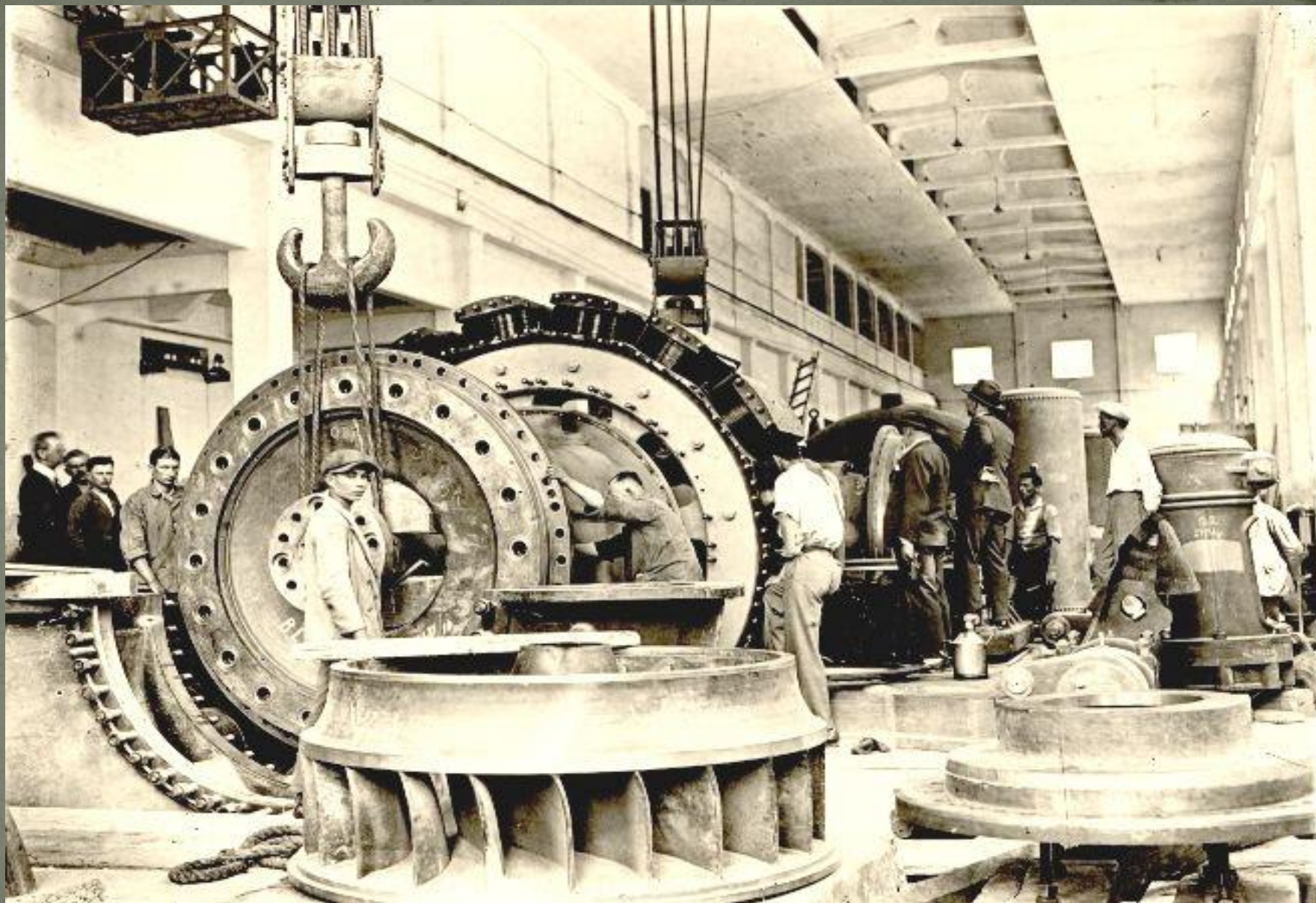
Polni kotači agregata



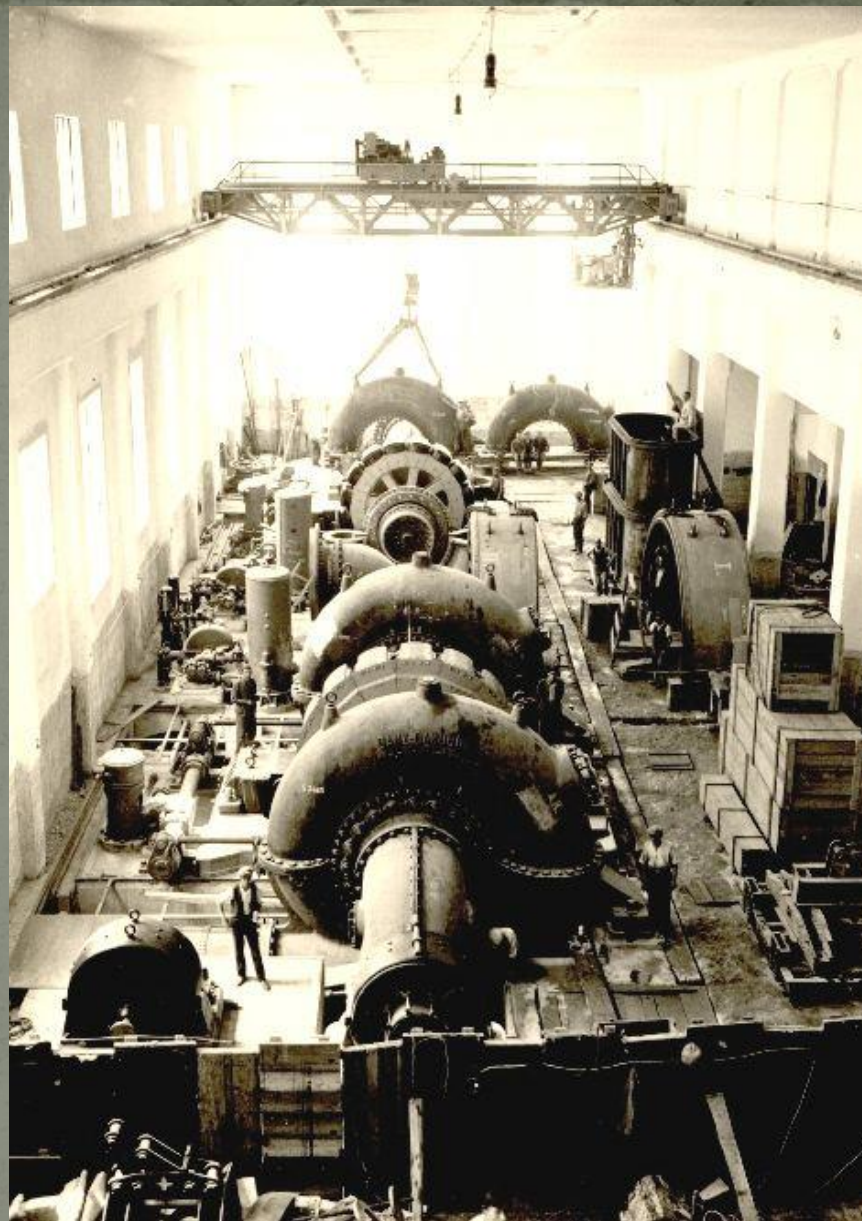
Montaža agregata



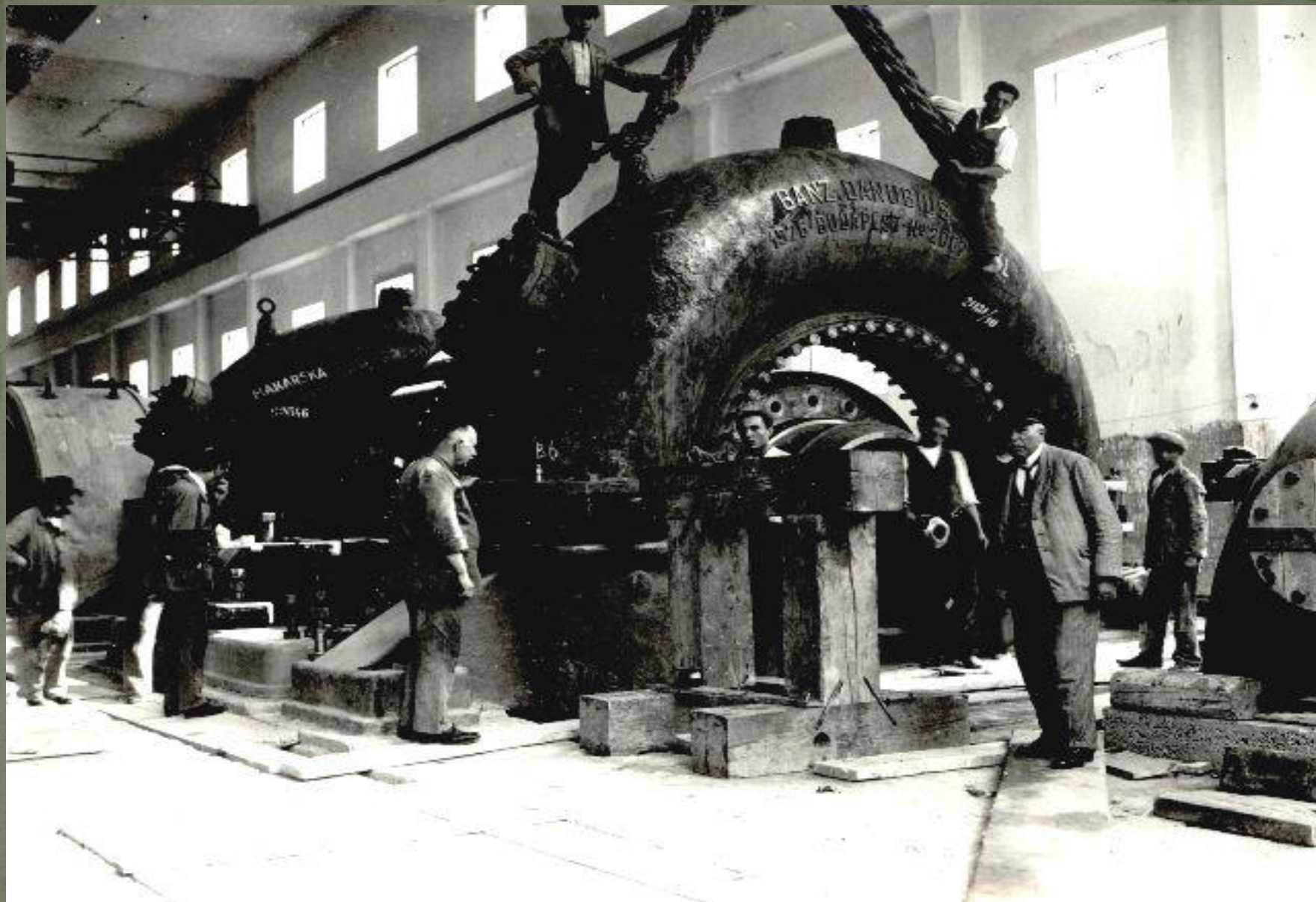
Polni kotač rotora i polovica statora generatora



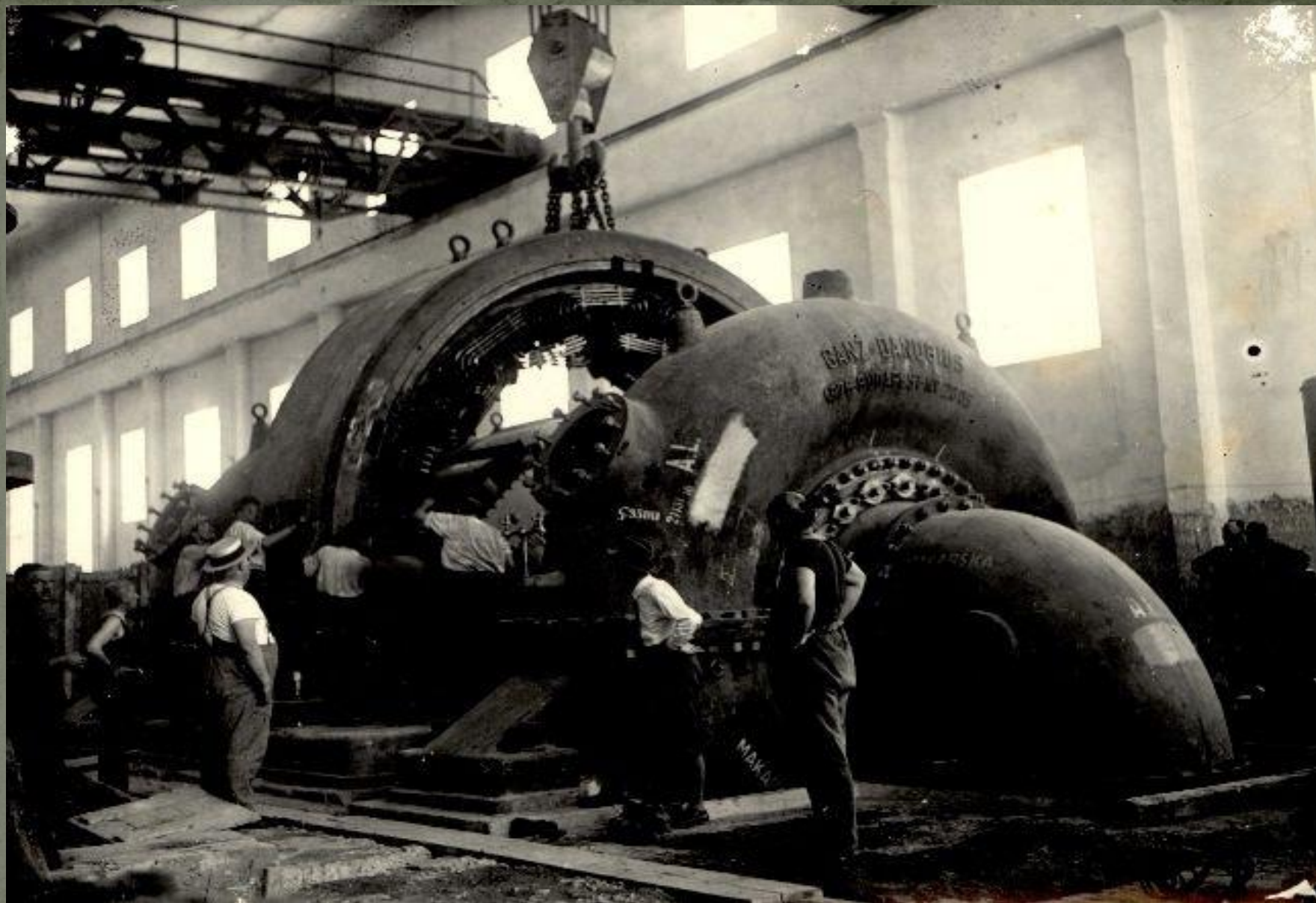
Montaža agregata



Pogled na strojarnicu za vrijeme montaže agregata



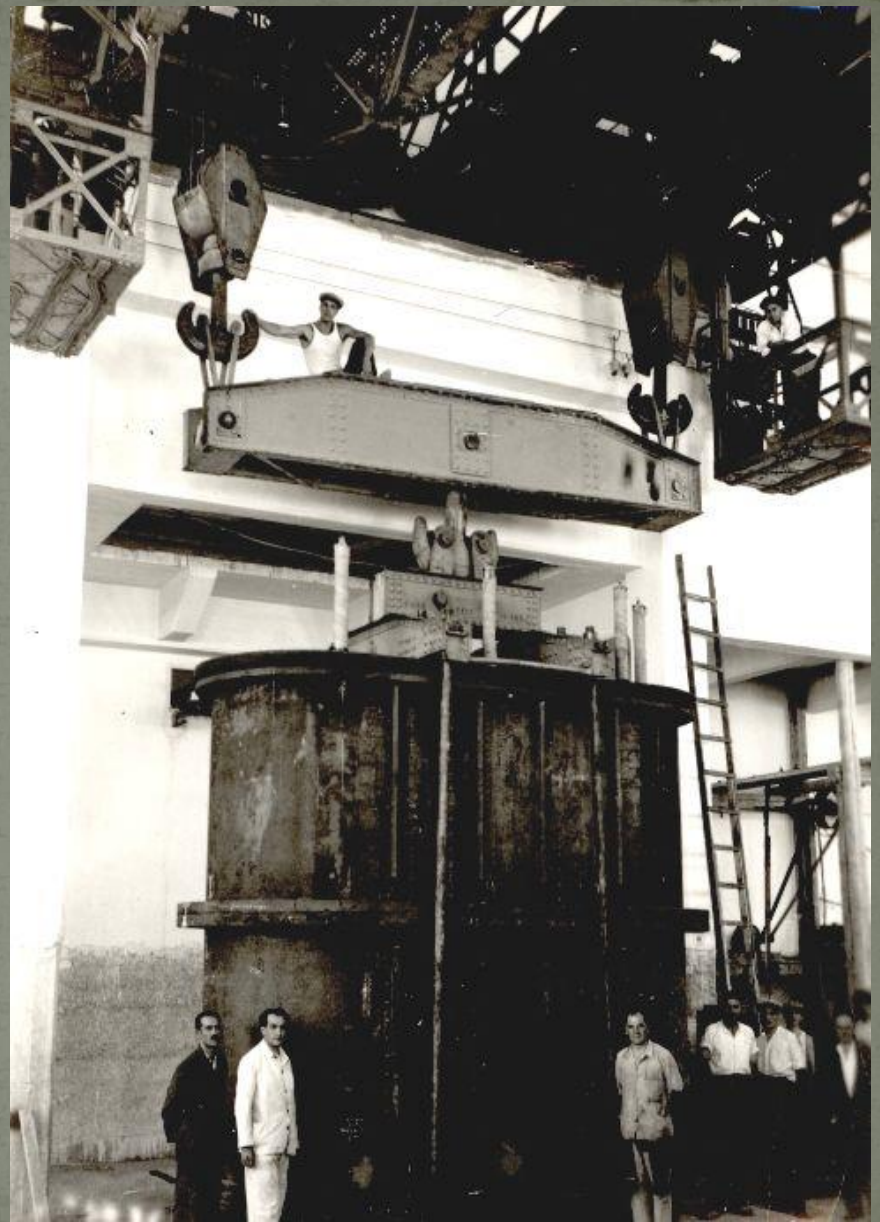
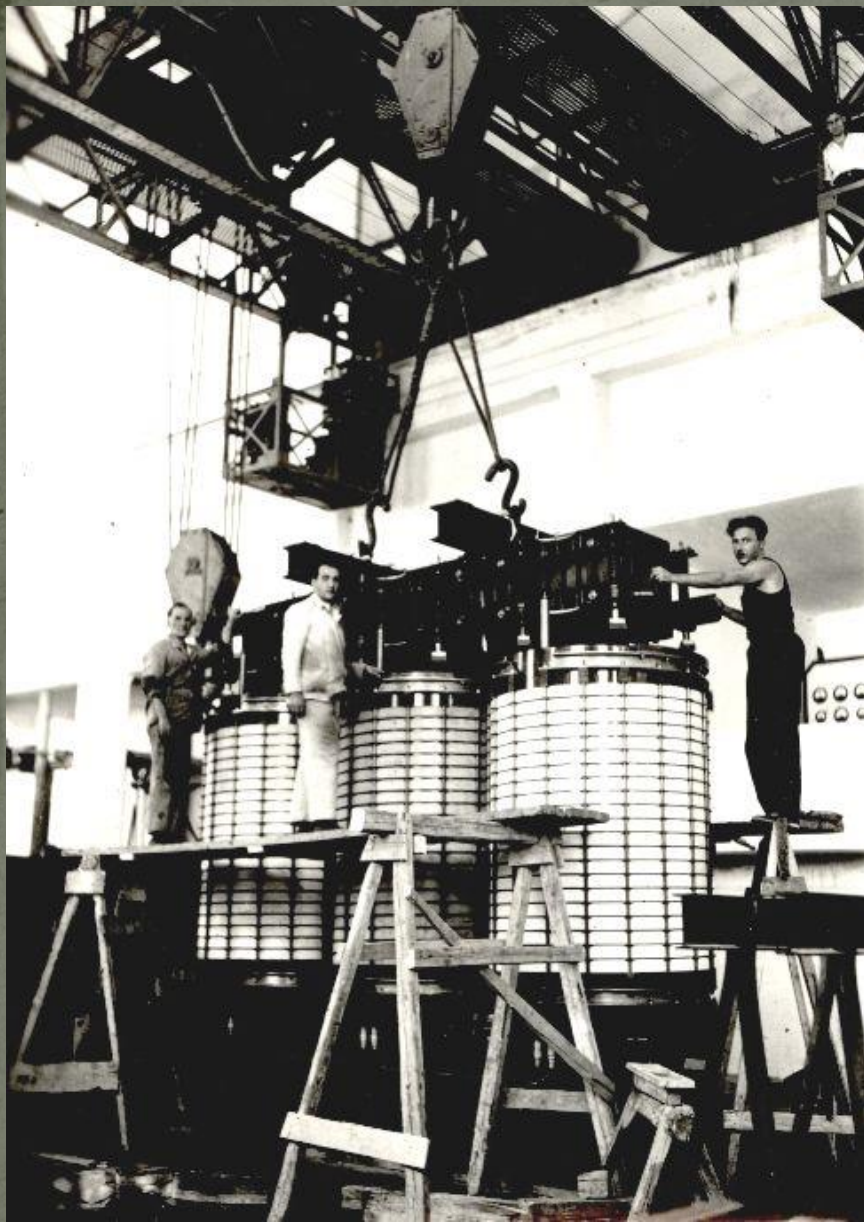
Završni radovi montaže turbine agregata



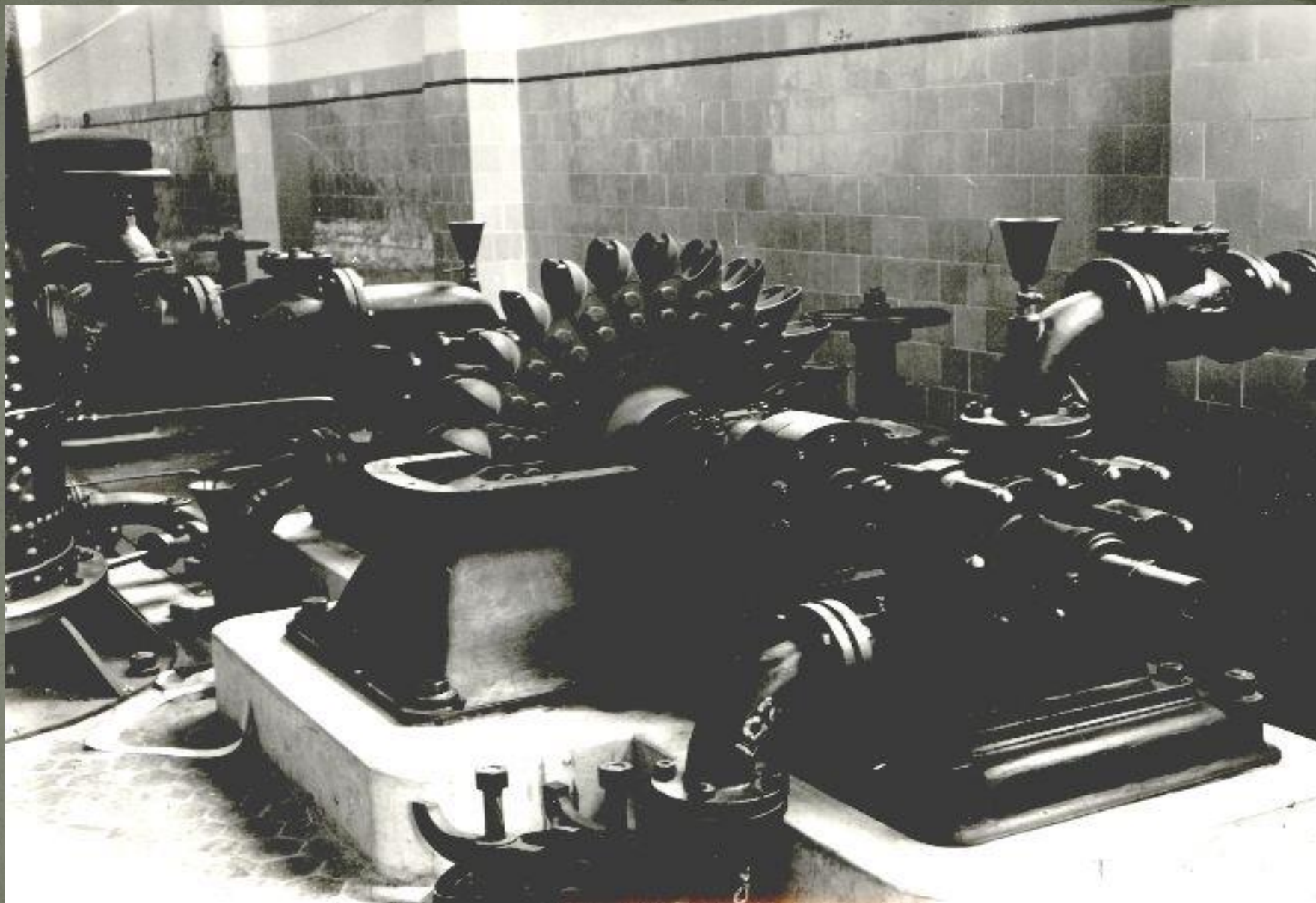
Završni radovi montaže polovice statora generatora



Završeni radovi montaže agregata



Montaža blok transformatora 42 MVA



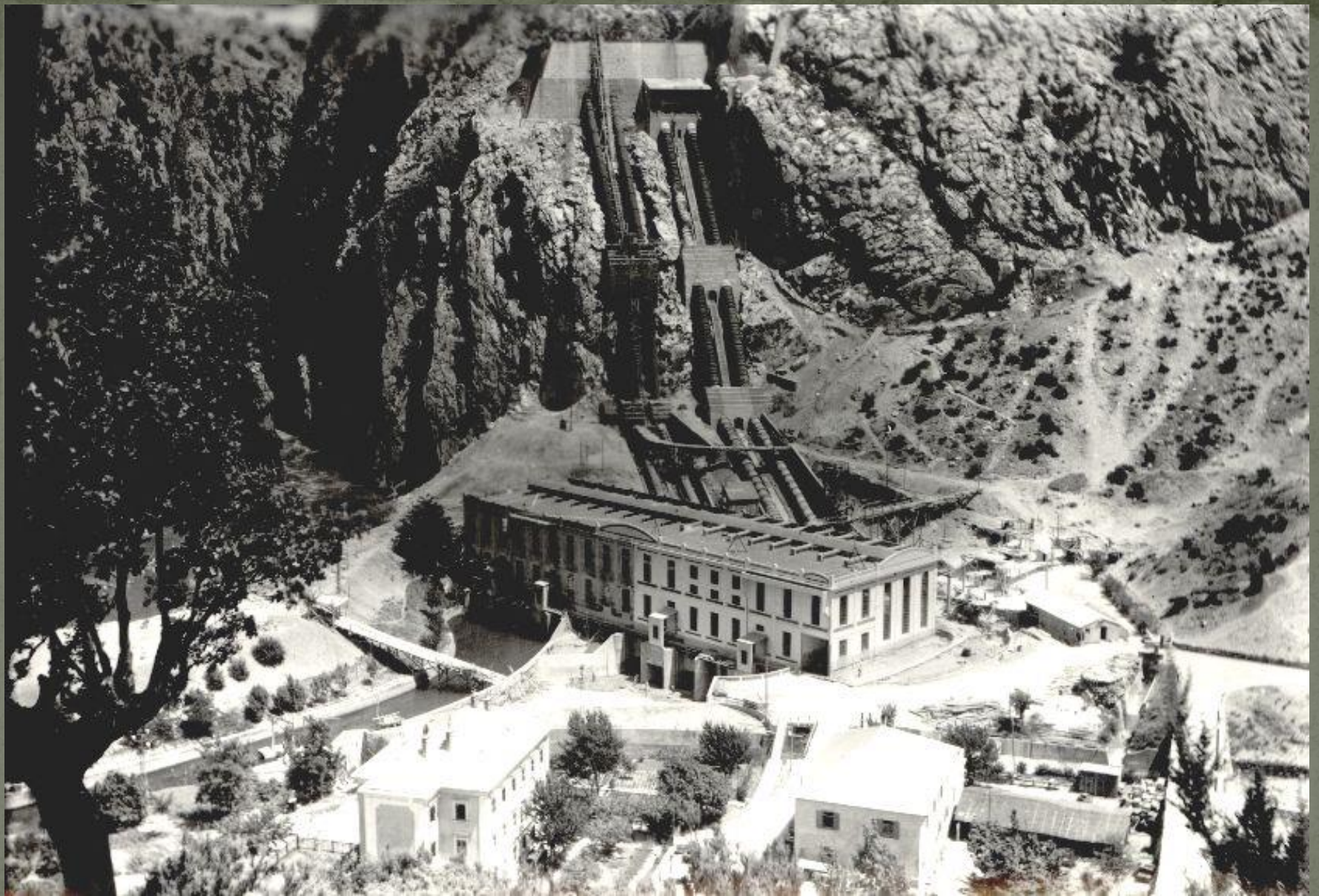
Pomoćni pogoni agregata – pelton turbina



Radovi u odvodnom kanalu



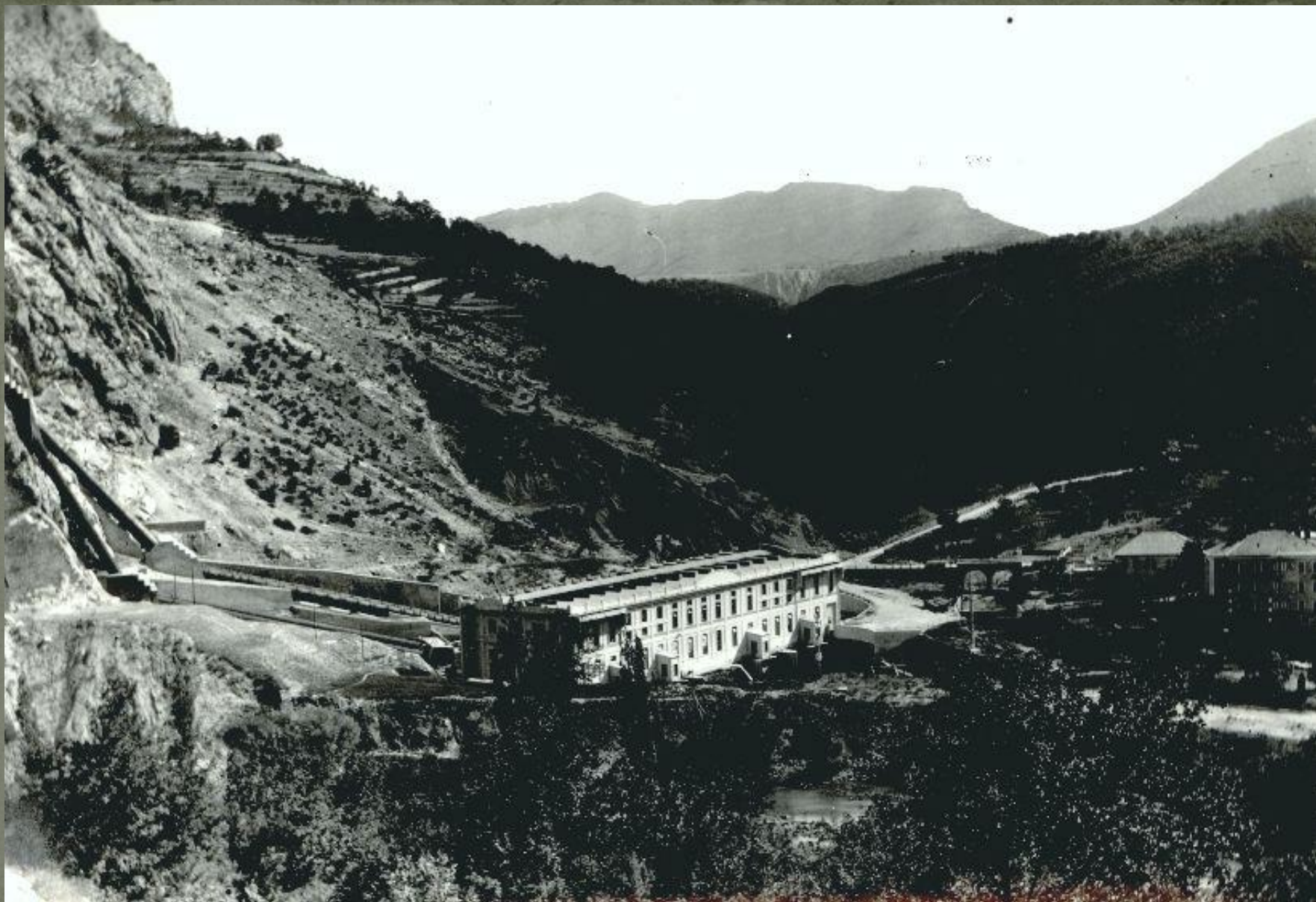
Radovi u odvodnom kanalu



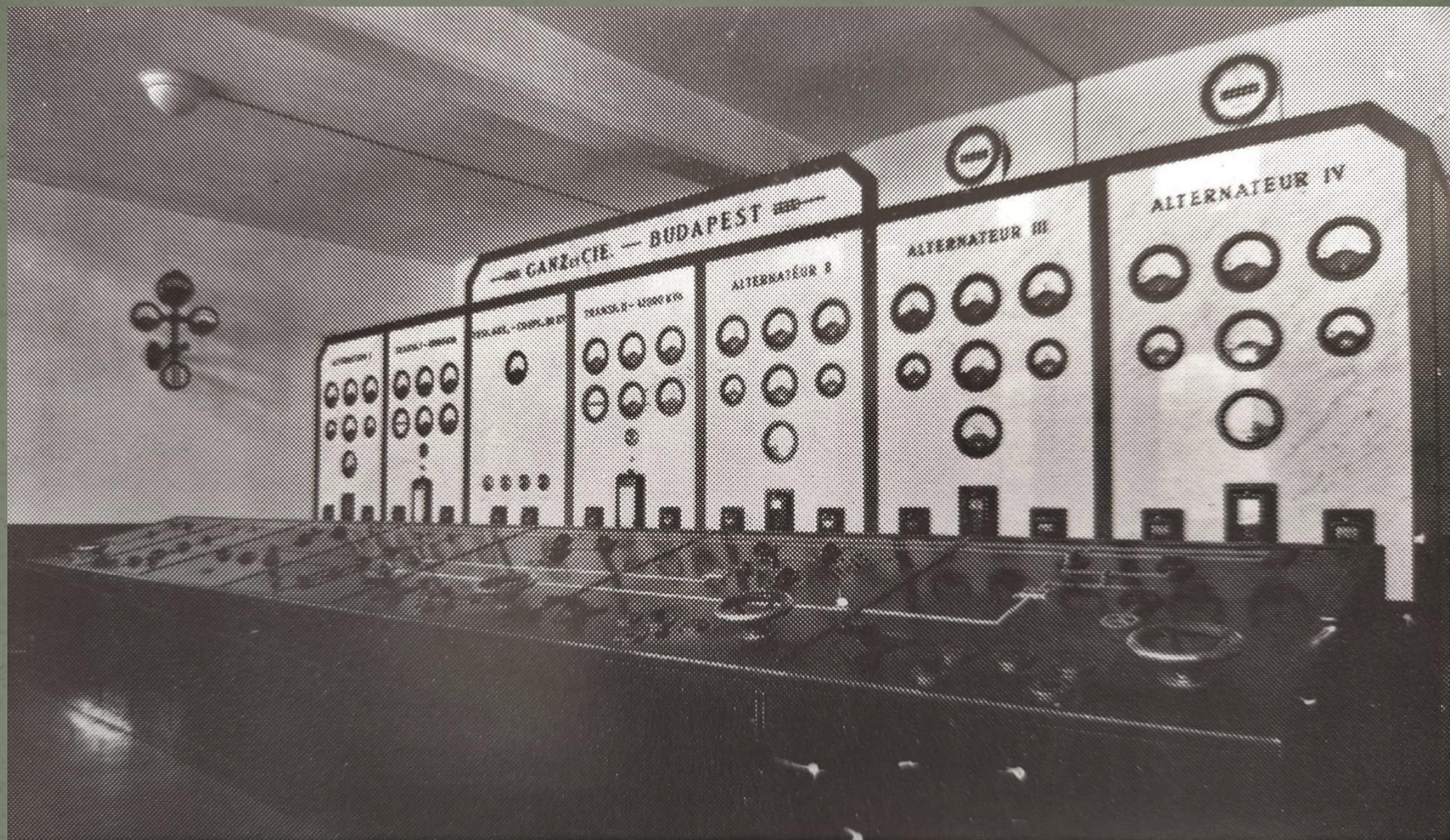
Završetak radova i demobilizacija gradilišta 1932. godine



Završeni radovi druge etape (1928 – 1932)



Završeni radovi druge etape (1928 – 1932)



Upravljačnica nakon završenih radova druge etape

- U travnju 1941. hidroelektranu zauzima Talijanska vojska
- Hidroelektrana nastavlja s radom, ali dolazi do znatnih kvarova na postrojenjima
- Tijekom 1941. godine dolazi do proboja generatora 26 MVA, a tijekom 1942. i do proboja ostalih generatora
- U lipnju 1943. godine demontirani su vodiči dvostrukog voda 50 kV Kraljevac – Dugi Rat te je na taj način Omišu, Dugom Ratu i Splitu onemogućeno napajanje električnom energijom iz Kraljevca
- U kolovozu 1943. godine područje hidroelektrane je oslobođeno od strane oslobodilačke vojske

- U rujnu 1943. od strane oslobodilačke vojske demontirani su vitalni dijelovi turbinskog regulatora na sva četiri generatora, ispušteno transformatorsko ulje te onesposobljeni uređaji dizalica
- Krajem 1943. hidroelektrana je pod okupacijom Njemačke vojske, u elektrani ostaje samo nekoliko radnika
- Početkom 1944. godine Nijemci pokušavaju osposobiti agregat III, ali ne uspijevaju jer su radnici oštetili ležajeve agregata
- Sredinom 1944. godine elektrana je bombardirana od strane angloameričke savezničke avijacije, oštećen je krov i dio postrojenja



Bombardiranje strojarnice 1944. godine



Bombardiranje strojarnice 1944. godine



Bombardiranje strojarnice 1944. godine



**Pad savezničkog zrakoplova zračnih snaga SAAF-a
Fotografija snimljena iz drugog zrakoplova 21.08.1944 .**

SORTIE REPORT (Part A)				R.A.F. Form 441A
Sheet No.	Opcrep Ref. No.	Date 21/8	Squadron 16 S.A.A.F.	
Type of Aircraft BEAUFIGHTERS		Captain Capt. Platt, Lt. Harrison	Crew Lt. Jenkinson, "Ross-Henry"	
Aircraft No.		Lt. Russel, Lt. Weddell	"Stanbury" "de Jager"	
Aircraft Letter P, W, Y & H.		Aerodrome or I.G. Biferno		
Time Up 1755				
Time Down 1935				
Total Time 1.40				
Type of Cloud		Map or Chart		
Amount of Cloud		Reference		
Base of Cloud				
Visibility 10 Miles				
General Weather Fine.				
Task or duty Anti-Flak to R/P attack on Power Station at ZADVARJE.				
Time	Height	Place	Narrative	
1755		Base	A/B S/G in formation (with 4 R.F. Bonus of 39 Squadron).	
1835		ROGON NICA	Crossed Coast.	
1842		Target	Located and attacked from W - E with cannon scoring many strikes on power station. 1 burst on front of building. 2nd aircraft attacked with cannon fire, strafed target, broke away too late, hit top of building, crashed and burst into flames. 3rd and 4th aircraft sprayed target and scored many strikes on building. (Power House). Fire and clouds of steam and smoke observed as a/c broke away.	
1935		Base	Landed. <u>Flak.</u> Encountered flak from East tip of BRAX. L.M.A. <u>Claim.</u> Damage to main Power House by numerous cannon strikes. <u>Losses.</u> 1 aircraft crashed in flames. Pilot and Observer presumed killed.	
29505				
PART B (on reverse) to be completed according to relevant pro-forma in H.Q. R.A.F. M.E. Instruction 34				

CONFIDENTIAL. *Appendix No. 87*

From: C.O. No. 16 SQUADRON S.A.A.F.

To : S.A.A.F. ADMIN. H.Q. CAIRO.

ADVANCE S.A.A.F. ADMIN H.Q. C.M.F.

HEADQUARTERS, ROYAL AIR FORCE MIDDLE EAST.

HEADQUARTERS, BALKAN AIR FORCE.

BASE PERSONNEL STAFF OFFICER, M.A.A.F.

BASE PERSONNEL STAFF OFFICER, N.A.A.F.

H.Q. 254 WING. R.A.F. C.M.F.

Date: 22nd AUGUST 1944.

Ref : 16 SQ 24/34/23.

CIRCUMSTANTIAL REPORT.

LOSS OF BEAUFIGHTER AIRCRAFT MK 4 Ld 375 FROM OPERATIONS
ON 21st AUGUST 1944.

PILOT - No. 95470V Lt. C.R. RUSSEL - MISSING *believed killed*

NAV/W - No. 99940 V Lt. C.W. STANBURY - MISSING

This aircraft was one of a formation of four Beaufighters, detailed to act as Anti-flak cover to a strike force briefed to attack a hydro-electric Power Station at Zadvarje, in Jugoslavia.

On reaching the objective, no anti-aircraft fire was observed. The formation, led by Capt. Platt, attacked the target with cannon.

Lt. C.R. Russel, -pilot together with Lt. C.W. Stanbury as Observer, flying in number two position, followed the leader into the attack. Lt. C. Jenkinson, the observer in the leading aircraft, on looking back after he had run over the target, saw Lt. Russel's aircraft strike the roof of the Power Station, burst into flames and finally crash approximately 40 yards behind the building. This is confirmed by Lt. H.L. Harrison, who followed Lt. Russel in the attack.

A photograph of the action, held by this Unit, reveals a large column of black smoke surrounding the scene of the crash. The aircrew who took part in this action unanimously state, that there can be no possible hope for the survival of either member of the crew.

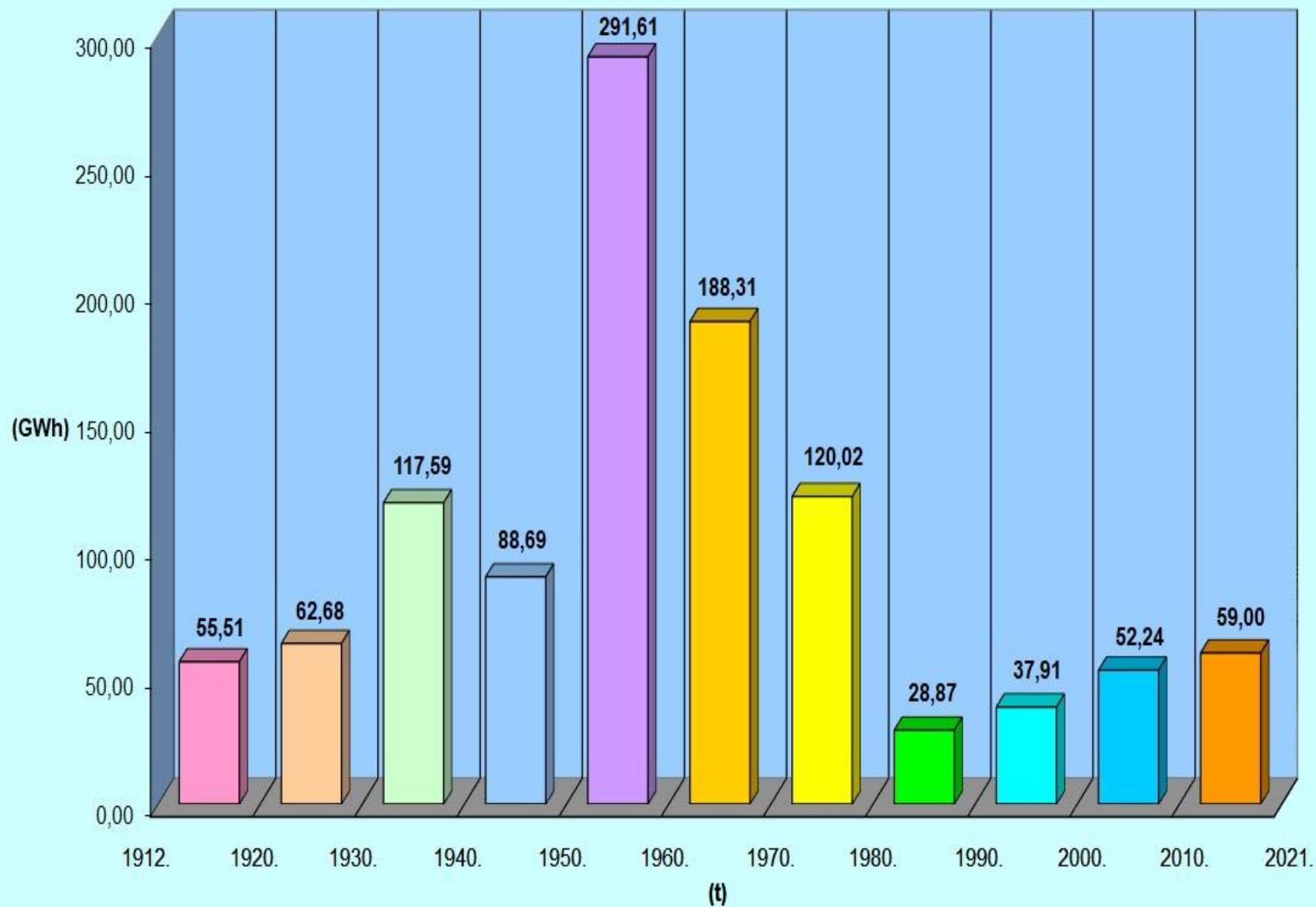
S. PuchaMajor.
C.O. 16 Squadron S.A.A.F.

29490

Izvještaji o padu zrakoplova i pogibiji dva pilota SAAF-a
Oštećen krov strojarnice, postrojenje 4 kV i jedan tlačni cjevovod

- U listopadu 1944. godine Njemačka vojska minira elektranu ali ne uspijeva je “dignuti u zrak”
- Dva mjeseca nakon oslobođenja 24.12.1944. godine Split ponovno dobiva električnu energiju iz hidroelektrane Kraljevac – osposobljen jedan generator
- Tijekom 1946. godine radnici HE Kraljevac osposobili su preostale generatore za rad
- Rekordna proizvodnja hidroelektrane Kraljevac ostvarena je u periodu od 1948. godine do prve faze izgradnje HE Zakučac 1961. godine i kretala se od 182 000 MWh 1948.godine do 471 560 MWh ostvarenih 1961. godine

Srednja godišnja proizvodnja HE Kraljevac



- U periodu od 1961. godine do završetka druge etape izgradnje HE Zakućac prosječna godišnja proizvodnja iznosi cca 150 000 MWh
- Izgradnjom druge etape HE Zakućac, HE Kraljevac gubi na značaju i prosječna godišnja proizvodnja bitno je smanjena i iznosi svega cca 28 870 MWh
- 1990. godine, ugradnjom agregata biološkog minimuma (4,8 MW) na mjestu agregata 4 iz 1912. prosječna godišnja proizvodnja raste na cca 37 910 MWh
- Od 2000. godine pristupilo se postepenoj obnovi i zamjeni dijelova postrojenja HE Kraljevac na dijelu strojarnice, koja su dovela do povećanja srednje godišnje proizvodnje do cca 60 000 MWh
- Ukupna proizvodnja HE od 1912. iznosi cca 11 030 GWh, a prosječna godišnja proizvodnja 100,27 GWh

Značajniji radovi od 2000. godine

- 2001./2002. god., zamjena i obnova sustava upravljanja, signalizacije, zaštite, mjerenja i regulacije agregata A i B
- 2003. god. zamjena generatorskih zaštita
- 2004. god. izvedba blok spoja agregata A i B
- 2006. god. preizoliranje rotora i kapitalni remont generatora B
- 2011. god. zamjena kompletnog besprekidnog istosmjernog sustava napajanje 220 V
- 2011./2012. god. preizoliranje rotora i kapitalni remont agregata biološkog minimuma C

Značajniji radovi od 2000. godine

- 2013. god. zamjena sustava vlastite potrošnje 400/230 VAC
- 2014./2015. god. uređenje fasade strojarnice
- 2016. god. izvedba napajanja vlastite potrošnje s otcjepa agregata biološkog minimuma
- 2018./2019. god. izgradnja trafostanice 10/0,4 kV za napajanje brane
- 2020/2021. god. zamjena sustava USZMR i PROCIS agregata biološkog minimuma C
- 2020./2021. god. rekonstrukcija upravne zgrade

Hidroelektrana Kraljevac danas

- Instalirana snaga: 46,4 MW
 - Agregat A (1932.g.) 20,8 MW
 - Agregat B (1932.g.) 20,8 MW
 - Agregat C (1990.g.) 4,8 MW
- Uloga HE Kraljevac danas u elektroenergetskom sustavu:
 - trajno korištenje voda biološkog minimuma Cetine 8 m³/s
 - korištenje voda međudotoke te preljevniha voda brane Prančevići
 - rezerva sustava u slučaju kvara na uzvodnim elektranama
 - usluge Vodovodu Makarska d.o.o. u neprekinutom osiguranju vode u vodnoj komori, odakle se vodom napaja cijelo Makarsko primorje
 - suradnja s HOPS d.o.o i HEP-ODS d.o.o. u upravljanju rasklopnim postrojenjima 110 kV, 35 kV i 10 kV



Brana hidroelektrane Kraljevac



Vodna komora hidroelektrane Kraljevac



Unutrašnjost strojarnice



Unutrašnjost strojarnice



Hidroelektrana Kraljevac



HIDROELEKTRANA KRALJEVAC

1912 - 2022

Hvala na pažnji!

Izradio: Igor Šodan