



HEP - PROIZVODNJA d.o.o.



REVERZIBILNA HIDROELEKTRANA

VELEBIT

1984.

RHE Velebit reverzibilno je postrojenje koje koristi vode vodotoka Ričica, Opsenica, Otuča i Krivak s Gračačke visoravni, na jugoistočnom dijelu Like, smještene na nadmorskoj visini od 550 m n.m. do 700 m n.m. i masivom Velebita odvojene od mora.

Strojarnica RHE Velebit smještena je na koti 11,00 m n.m. uz rijeku Zrmanju, na njenom donjem toku oko 10 km uzvodno od grada Obrovca. RHE Velebit je građena od 1978. do 1985. godine, a u redovitoj je proizvodnji od 1984. godine.

S hidrograđevinskog stajališta elektrana se može podijeliti u tri cjeline:

- gornja akumulacijska jezera,
- tlačni dovodni sustav,
- strojarnica s pratećim objektima i donje akumulacijsko jezero.

Akumulacijsko jezero Štikada smješteno je na Gračačkoj visoravni. Jezero prihvaća vode s Gračačke visoravni te služi kao gornje akumulacijsko jezero kada elektrana radi crpno. Jezero Štikada prihvaća i vode iz akumulacijskog jezera Opsenica koje je s vodotokom Ričice, koji utječe u jezero Štikada, povezano kanalom. U akumulacijsko jezero Štikada prebacuju se i vode vodotoka Otuča, kroz podzemni betonski tunel promjera 3,0 m i dužine 2825 m.

Akumulacijsko jezero Štikada podijeljeno je razdjelnom branom na dva dijela: gornje i donje jezero. Gornje jezero bilo je zamišljeno kao rekreacijska zona u kojemu se za ljetnih mjeseci trebao održavati konstantan nivo vode, međutim u praksi se od toga odustalo. Danas se oba dijela jezera koriste jednako. Ukupni srednji godišnji dotok iznosi oko 11,94 m³/s.

Iz akumulacijskog jezera Štikada voda se do strojarnice dovodi kroz betonski tlačni tunel i čelični tlačni cjevovod. Na početku dovodnog tunela na jezeru Štikada nalazi se ulazna građevina s tablastom zapornicom dimenzija 5 x 6,4 m. Dovodni tunel je promjera 4,6 m i dužine 8191 m. Na kraju dovodnog tunela nalazi se vodna komora koja se sastoji od donje komore, vertikalnog šahta i dvije bočne komore.

Na prijelazu iz dovodnog tunela u tlačni cjevovod nalazi se zasunska komora s leptirastim zatvaračem promjera 3,9 m.

Čelični tlačni cjevovod promjera od 3,9 m do 3,00 m i dužine 2108 m proteže se od zasunske komore do strojarnice savladavajući visinsku razliku od 549,15 m. Cjevovod je građen bez dilatacija, oslonjen je preko kliznih ležaja na 103 betonska oslonca i sedam nepomičnih usidrenih betonskih točaka, tako da u statičkom pogledu djeluje kao kontinuirani nosač. Pred strojarnicom se cjevovod račva u dva dijela, svaki prema jednoj turbini - crpki.

Strojarnica je smještena u 60 m dubokom armirano betonskom bunaru unutarnjeg promjera 27 m. Dubina strojarnice uvjetovana je zahtjevom da se turbine - crpke postave na dubinu 47,5 m ispod površine terena, jer se na taj način na najmanju moguću mjeru svode kavitacijske pojave na lopaticama turbine-crpke u turbinskom i crpnom radu. Iznad betonskog šahta nalazi se zgrada strojarnice, građena od čelika, u kojoj su smješteni montažni prostor i mosna dizalica. Oko zgrade strojarnice smještene su: zgrada komande, zgrada rasklopnog postrojenja 35 kV s diesel-električnim agregatom, zgrade u rasklopnom postrojenju 400/110/36,75 kV te zgrade pomoćnih pogona.

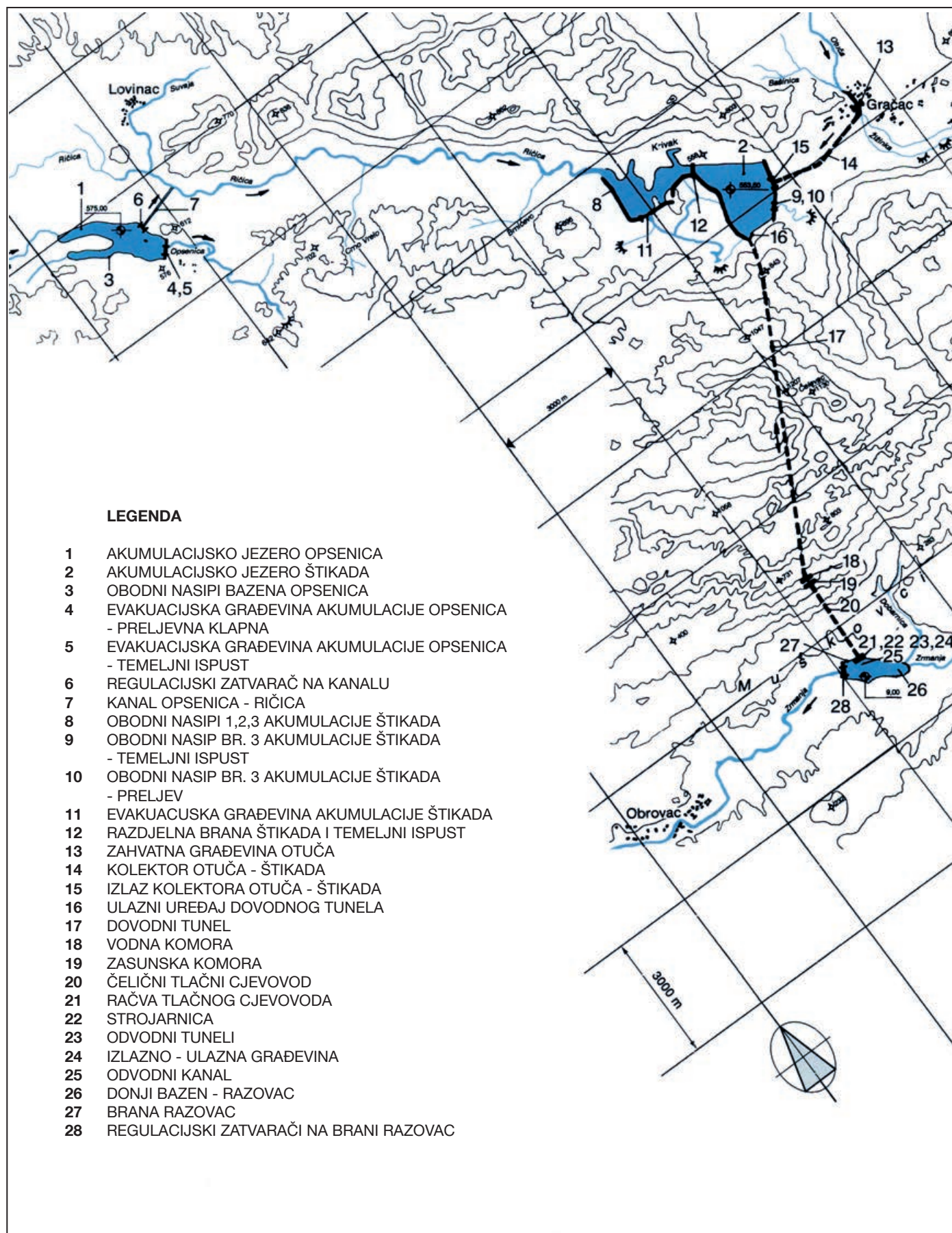
Uz plato strojarnice smješteno je akumulacijsko jezero Razovac, koje je stvoreno pregrađivanjem doline rijeke Zrmanje nasutom branom. Strojarnica je spojena s akumulacijom Razovac s dva ulazno - izlazna tunela. Akumulacija Razovac služi kao akumulacijski prostor za crpni rad elektrane. Za reguliranje toka rijeke Zrmanje, prvenstveno za ispuštanje biološkog minimuma, služi betonska preljевна građevina s tri preljевна polja opremljena segmentnim zapornicama.

U RHE Velebit ugrađena su dva agregata. Agregati su izvedeni tako da zadovoljavaju turbinski pogon, crpni pogon i kompenzatorski pogon.

Pokretanje agregata u crpnom pogonu obavlja se statičkim pretvaračem frekvencije s odvodnjenim radnim kolom hidrauličnog stroja. Ukoliko je statički frekvencijski pretvarač u kvaru, pokretanje jednog agregata moguće je pomoću drugog (back to back).

Motor - generator se pokreće sinhrono od stanja mirovanja do nazivnog broja okretaja, a sinhronizam stroja i frekvencijskog pretvarača je trajno osiguran. Ukupno vrijeme trajanja pokretanja uključivo sa sinhronizacijom iznosi oko pet minuta.

Tehnološki proces je potpuno automatiziran te su mogući brzi i sigurni prijelazi u sva pogonska stanja predviđena za agregate. Procesne stanice agregata, hidrauličkih postrojenja i rasklopnih postrojenja, okosnice su upravljačkog i procesno-informacijskog sustava.



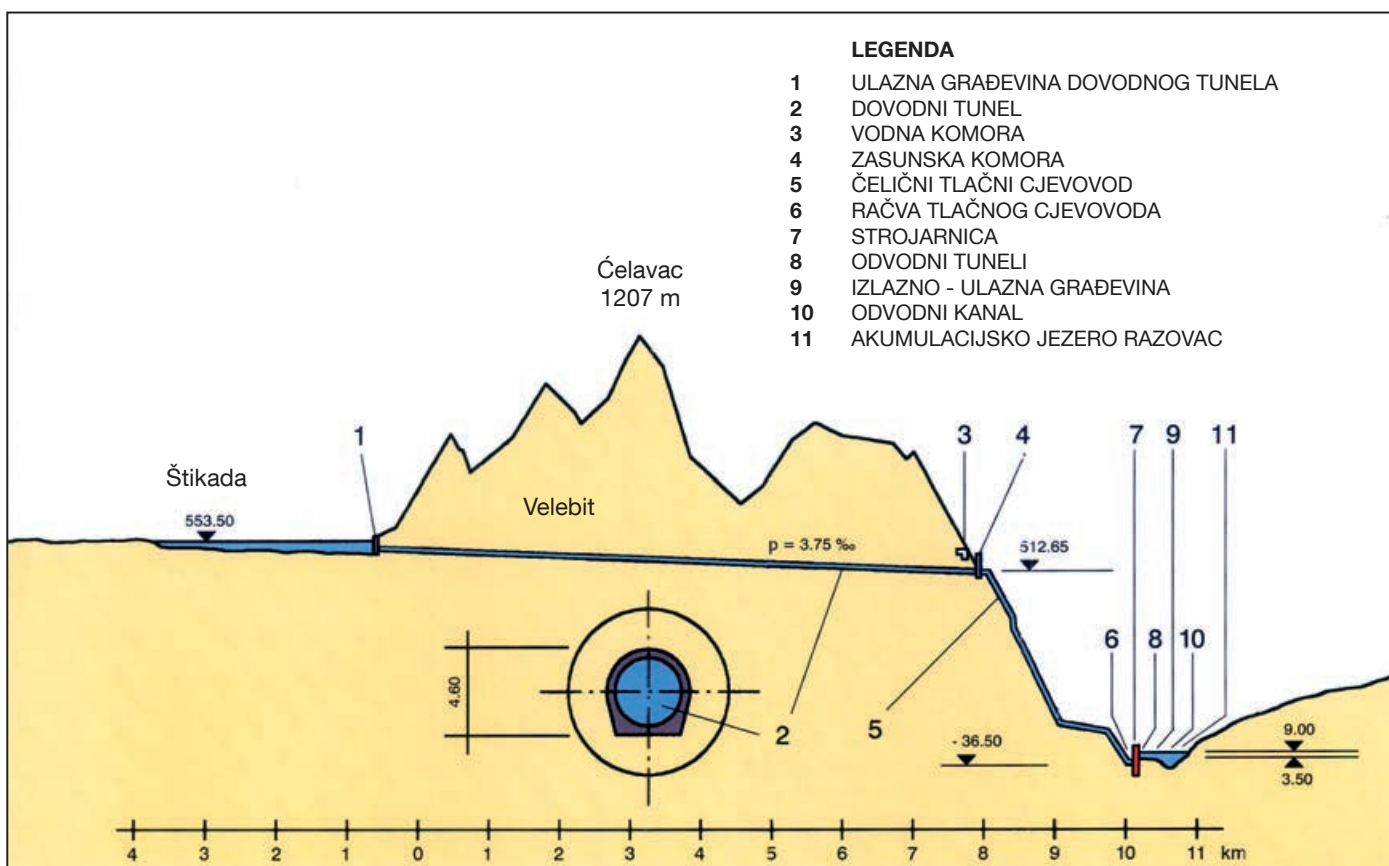
PREGLEDNA SITUACIJA POSTROJENJA RHE VELEBIT



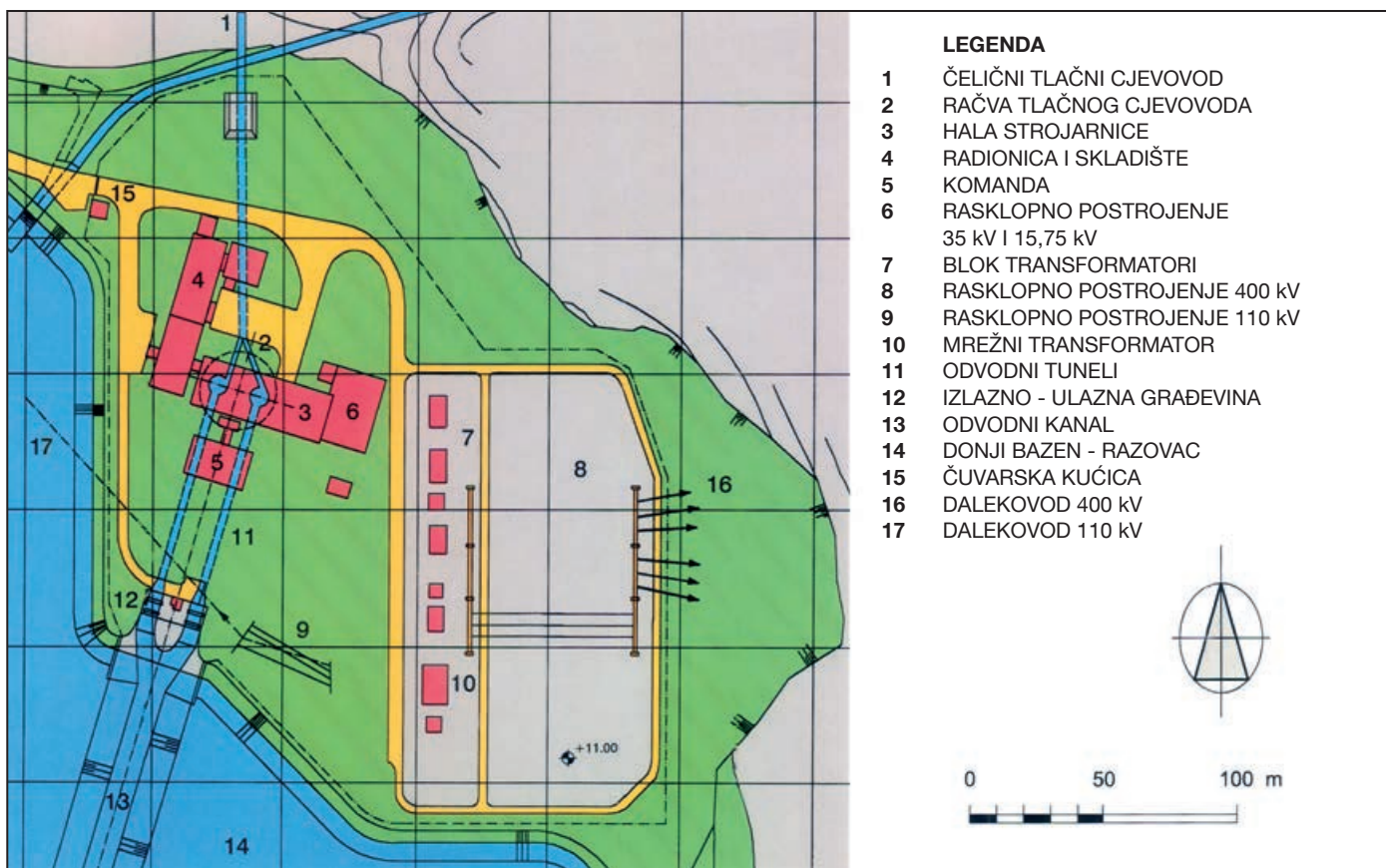
2	1
3	
4	5

- 1 AKUMULACIJSKO JEZERO ŠTIKADA
- 2 DOVODNI TLAČNI CJEVOVOD
- 3 ČVOR STROJARNICE
- 4 ZGRADA STROJARNICE
- 5 UNUTRAŠNJOST STROJARNICE





UZDUŽNI PRESJEK POSTROJENJA RHE VELEBIT



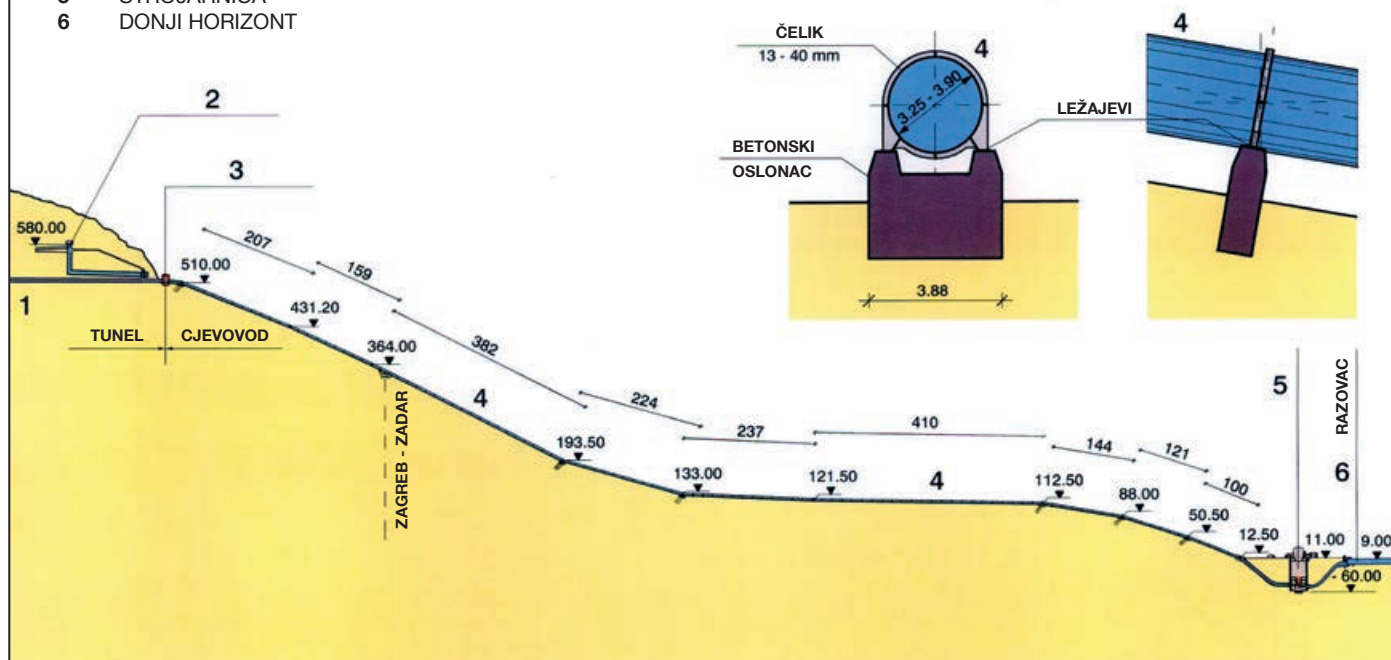
SITUACIJA ČVORA STROJARNICE

OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE ELEKTRANE

HIDROLOŠKI PODACI	<i>srednji godišnji dotok</i>	$Q_{sr} = 11,94 \text{ m}^3/\text{s}$
PODACI O AKUMULACIJSKIM JEZERIMA		
bazen Opsenica	<i>zapremnina</i>	$2,7 \times 10^6 \text{ m}^3$
	<i>najveća kota uspora</i>	575,00 m n.m.
bazen Štikada	<i>zapremnina</i>	$13,65 \times 10^6 \text{ m}^3$
	<i>korisna zapremnina</i>	$9,6 \times 10^6 \text{ m}^3$
	<i>najviša radna kota uspora</i>	553,50 m n.m.
	<i>najviša kota preljeva</i>	554,00 m n.m.
	<i>najniža radna kota uspora</i>	550,00 m n.m.
donji bazen - Razovac	<i>zapremnina</i>	$1,84 \times 10^6 \text{ m}^3$
	<i>najviša kota uspora</i>	9,0 m n.m.
	<i>najniža kota uspora</i>	6,5 m n.m.
ENERGETSKI PODACI		
	<i>najveći bruto pad</i>	550,00 m
	<i>instalirani protok elektrane u turbinskom radu</i>	$Q_t = 60,00 \text{ m}^3/\text{s}$
	<i>instalirani protok elektrane u crpnom radu</i>	$Q_c = 40,00 \text{ m}^3/\text{s}$
	<i>instalirana snaga</i>	276 MW
	<i>prosječna godišnja proizvodnja</i>	430 GWh
	<i>energetska vrijednost akumulacije (Štikada + Opsenica)</i>	14,8 GWh
PODACI O OPREMI		
turbine	<i>tip</i>	Jednostepena turbina-crpka
	<i>komada</i>	2
	<i>konstruktivni pad turbine</i>	517,00 m
	<i>konstruktivni napor crpke</i>	559,00 m
	<i>snaga turbine</i>	140 MW
	<i>instalirani protok - turbine</i>	$2 \times 30 \text{ m}^3/\text{s}$
	<i>- crpke</i>	$2 \times 20 \text{ m}^3/\text{s}$
generatori	<i>tip</i>	Sinhroni generator-motor
	<i>komada</i>	2
	<i>snaga - generatora</i>	$2 \times 138 \text{ MW}$
	<i>- motora crpke</i>	$2 \times 120 \text{ MW}$
	<i>srednji energetski ekvivalent</i>	$1,25 \text{ kWh/m}^3$
	<i>faktor snage</i>	$\cos \varphi = 0,89$
	<i>broj okretaja agregata</i>	600 min^{-1}
transformatori	<i>komada</i>	4
	<i>tip</i>	2 - trofazna blok transformatora po 155MVA, 15,75/400kV 1 - mrežni transformator 300/300/100 MVA, 400/115/36,75 kV 1 - regulacijski 36,75/35 kV, 15000 kVA
rasklopno postrojenje		400 kV, 110 kV, 35 kV i 15,75 kV
PODACI O GRAĐEVINAMA		
BRANE I NASIPI		
brana Opsenica	<i>tip brane</i>	nasuta
	<i>zapremnina</i>	10700 m^3
	<i>kota krune</i>	577,00 m n.m.
	<i>preljevna građevina</i>	betonska
	<i>preljevno polje</i>	jedno
	<i>hidromehanička oprema</i>	- preljevna klapna $15 \times 2,2 \text{ m}$ - regulacijski zatvarač na temeljnom ispustu $1,2 \times 2,2 \text{ m}$.
Štikada		
obodni nasipi 1,2,3	<i>kota krune nasipa br. 1</i>	555,50 m n.m.
	<i>kota krune nasipa br. 2</i>	555,50 m n.m.
	<i>kota krune nasipa br. 3</i>	555,50 m n.m.
	<i>zapremnina</i>	850000 m^3
	<i>temeljni ispušt</i>	na nasipu 3
	<i>sigurnosni preliv</i>	na nasipu 3
preljevna građevina	<i>tip</i>	betonska
	<i>preljevna polja</i>	dva
	<i>hidromehanička oprema</i>	2 regulacijska zatvarača $12,5 \times 4,5 \text{ m}$

LEGENDA

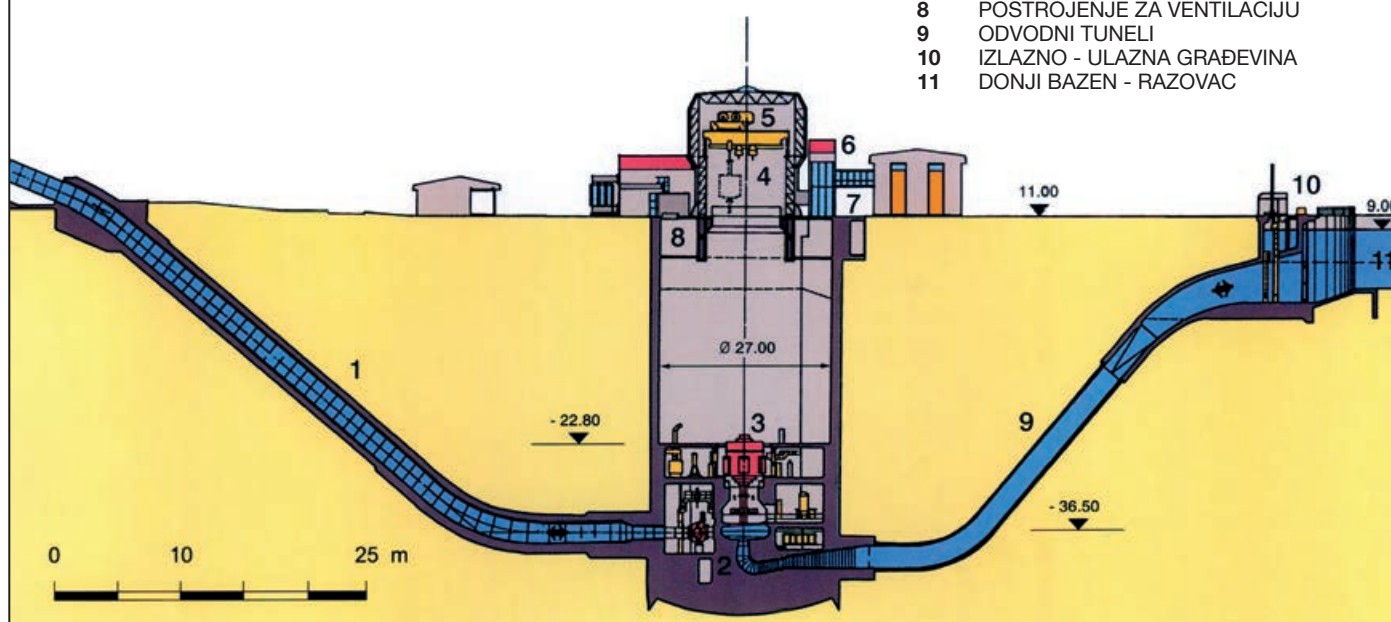
- 1 DOVODNI TLAČNI TUNEL
- 2 VODNA KOMORA
- 3 ZASUNSKA KOMORA
- 4 ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD
- 5 STROJARNICA
- 6 DONJI HORIZONT



ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD

LEGENDA

- 1 ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD
- 2 TURBINA
- 3 GENERATOR
- 4 HALA STROJARNICE
- 5 MOSNA DIZALICA
- 6 KOMANDA
- 7 KABELSKI ROV
- 8 POSTROJENJE ZA VENTILACIJU
- 9 ODVODNI TUNELI
- 10 IZLAŽNO - ULAŽNA GRAĐEVINA
- 11 DONJI BAZEN - RAZOVAC



VERTIKALNI PRESJEK STROJARNICE

razdjelna brana	tip hidromehanička oprema	betonska 2 regulacijska zatvarača 7,5 x 3,3 m regulacijski zatvarač na temeljnom ispustu 1,5 x 2 m
brana Razovac	tip kota krune zapremnina	nasuta 11,00 m n.m. 95000 m ³ nasipa
preljevna građevina	tip hidromehanička oprema	betonska 3 regulacijska zatvarača 9 x 7,0
TUNELI		
dovodni tunel	dužina promjer protok	I = 8191 m D = 4.6 m Q = 60/40 m ³ /s
vodna komora zasunska komora	zapremnina hidromehanička oprema leptirasti zatvarač	V = 15000 m ³ promjer 4,1/3,9 m
TLAČNI CJEVOVOD	tip dužina promjer	čelični I = 2108 m D = 3,9 - 3,0 m
OSTALI OBJEKTI		
odvodni tuneli	komada dužine	dva I = 60 m
Izlazno - ulazna građevina	tip hidromehanička oprema	betonska 2 tablasta zatvarača 5 x 6 m
odvodni kanal	tip kanala dužine	zemljani L = 342 m
kanal Opsenica - Ričica	tip kanala dužina protok hidromehanička oprema	zemljani I= 1460 m Q= 15m ³ /s regulacijski zatvarač na kanalu 3 x 4,5 m
zahvat Otuče	tip objekta hidromehanička oprema	betonski regulacijski zatvarač temeljnog ispusta 5,5 x 2,5 m regulacijski zatvarač na ulazu kolektora 2,5 x 3 m
kolektor Otuča - Štlkada	dužina promjer protok izlaz kolektora hidromehanička oprema	I = 2870 m D = 3 m Q = 17,25 - 9,5 m ³ /s betonski 4 tablasta zatvarača 1,5 x 3 m
ulazni uređaj dovodnog tunela	tip hidromehanička oprema	betonski 2 tablasta zatvarača 5 x 6,4 m

PROJEKT

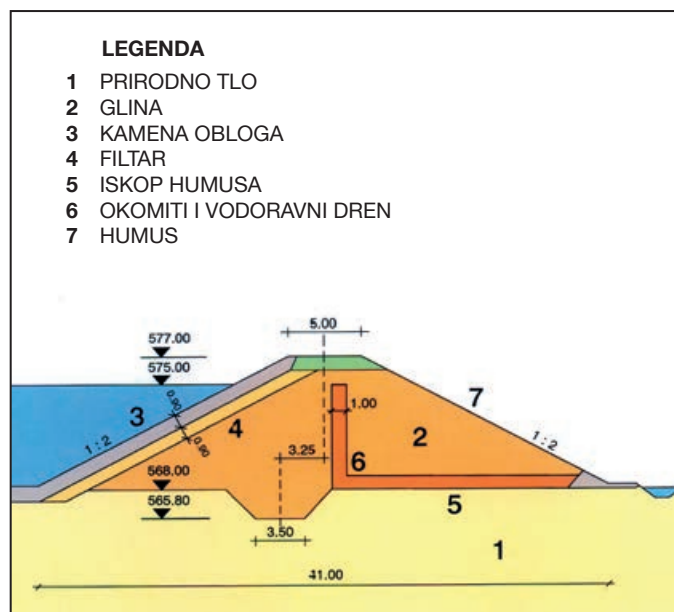
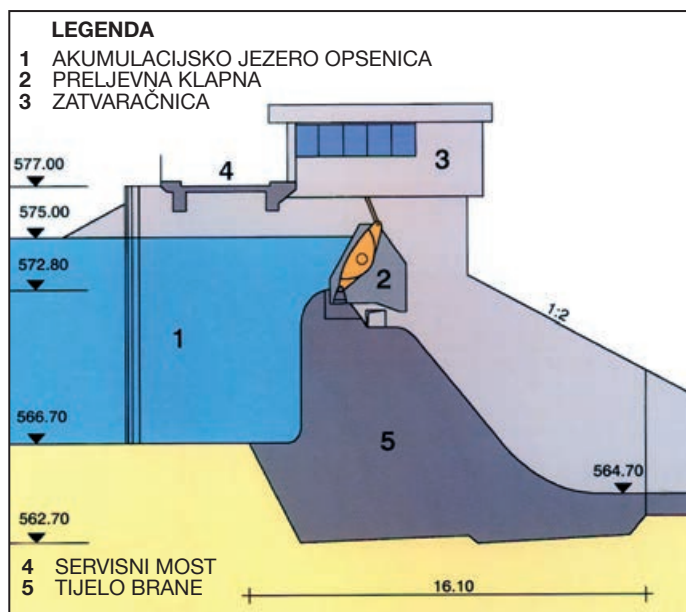
ELEKTROPROJEKT - Zagreb, Hrvatska, nositelj projekta, hidrograđevinski dio
PROJEKTNI BIRO - Split, Hrvatska, elektrostrojarski dio
GEOEXPERT - Zagreb, Hrvatska, nasute građevine

GRAĐENJE

INDUSTROGRADNJA - Zagreb, Hrvatska
KONSTRUKTOR - Split, Hrvatska
HIDROELEKTRA - Zagreb, Hrvatska
POMGRAD - Split, Hrvatska
GEOTEHNIKA - Zagreb, Hrvatska
BRODOGRAĐEVNA INDUSTRIJA - Split, Hrvatska

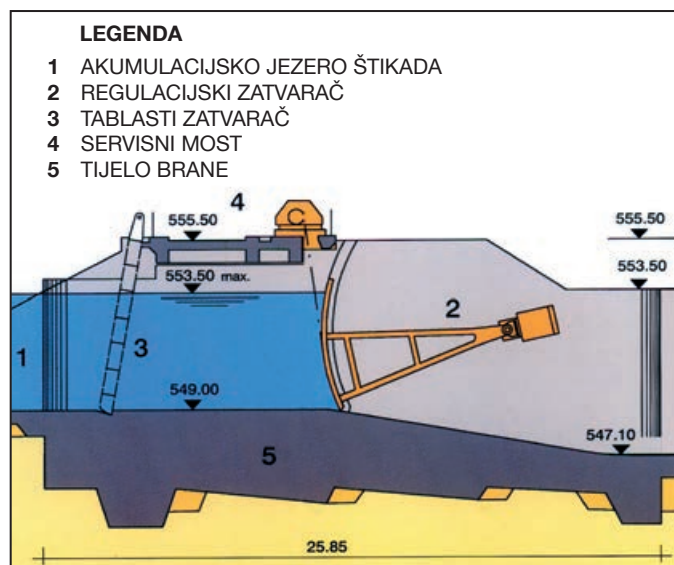
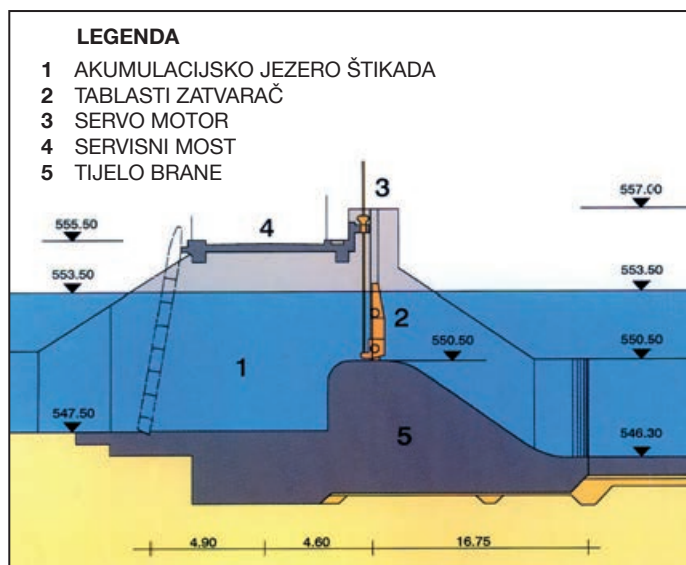
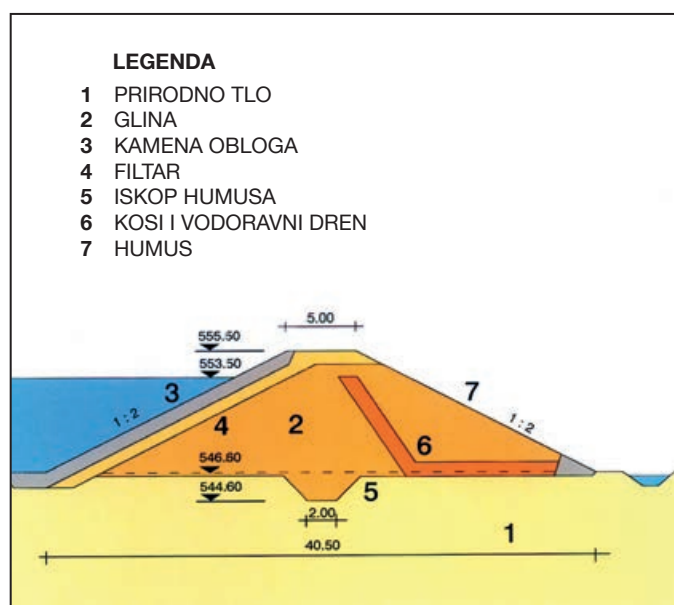
OPREMA

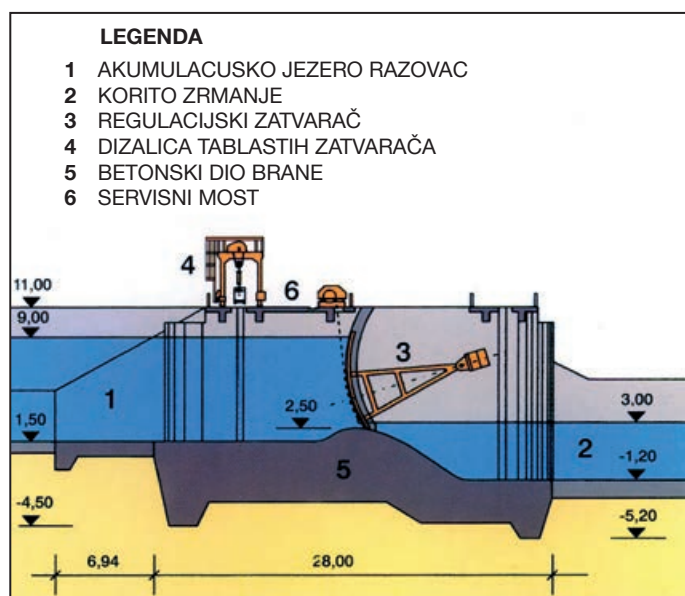
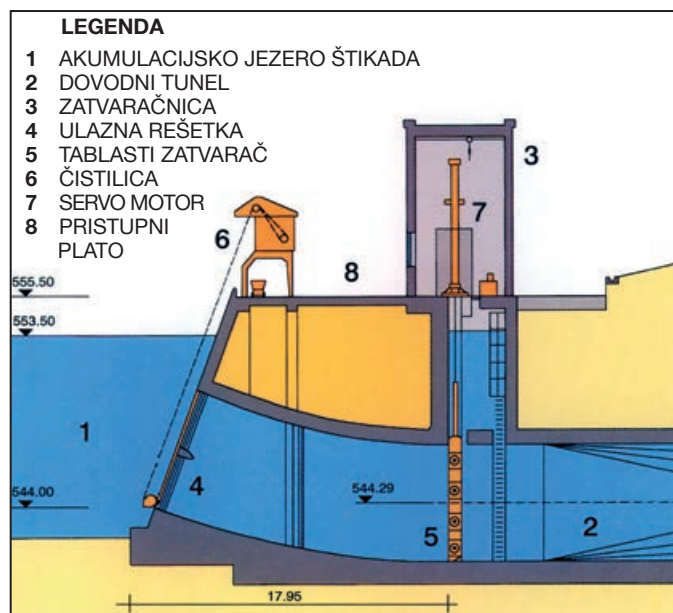
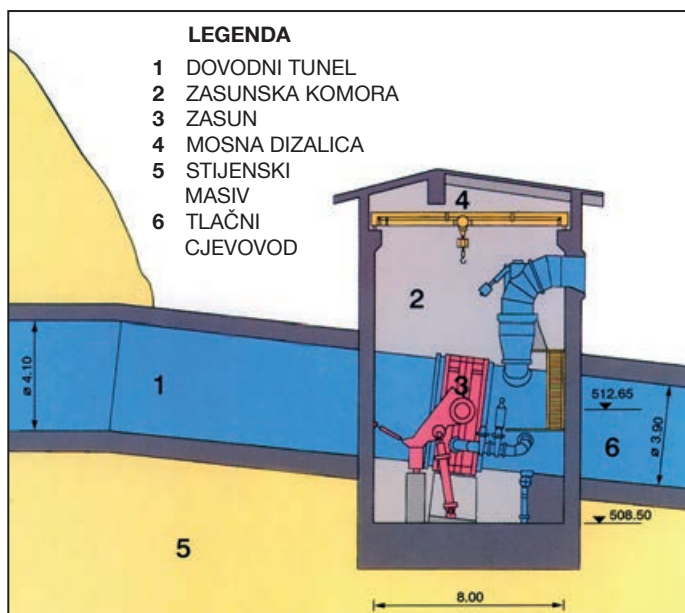
KONČAR - Zagreb, Hrvatska
VOITH - Austrija
ESCHER - WYSS - Zurich, Švicarska
LITOSTROJ - Ljubljana, Slovenija
METALNA - Maribor, Slovenija



1	2
	3
5	4

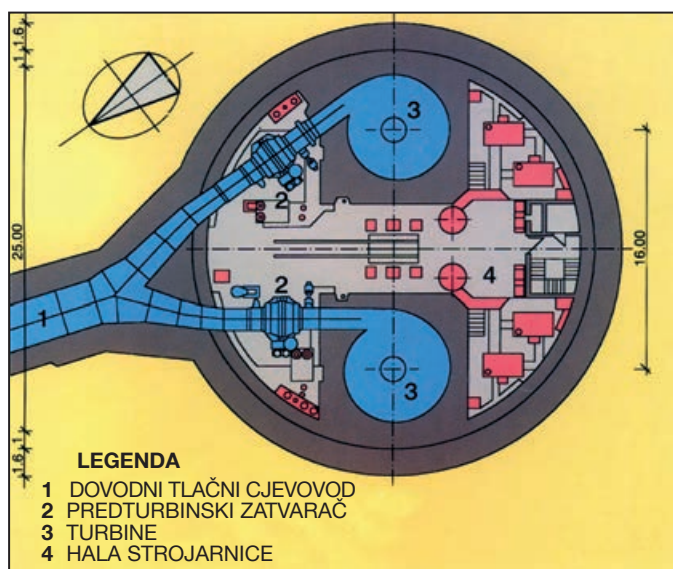
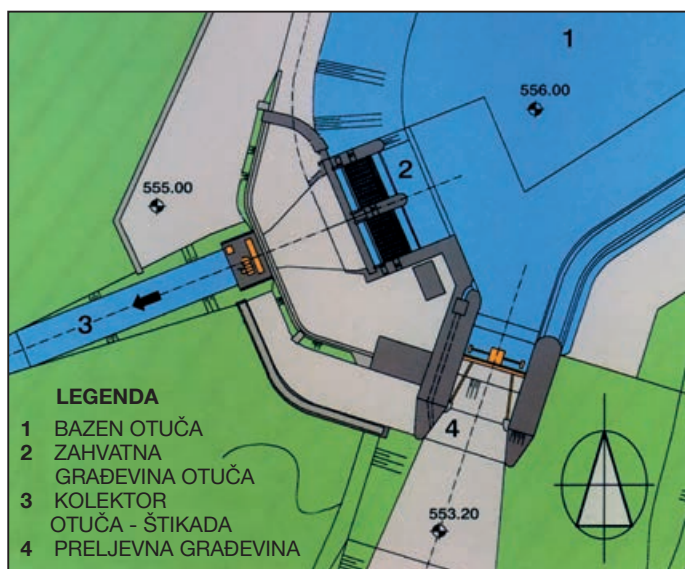
- 1 BAZEN OPSENICA - EVAKUACIJSKA GRAĐEVINA
- 2 BAZEN OPSENICA - OBODNI NASIP
- 3 BAZEN ŠTIKADA - OBODNI NASIP
- 4 BAZEN ŠTIKADA - EVAKUACIJSKA GRAĐEVINA
- 5 RAZDJELNA BRANA ŠTIKADA - REGULACIJSKI ZATVARAČ

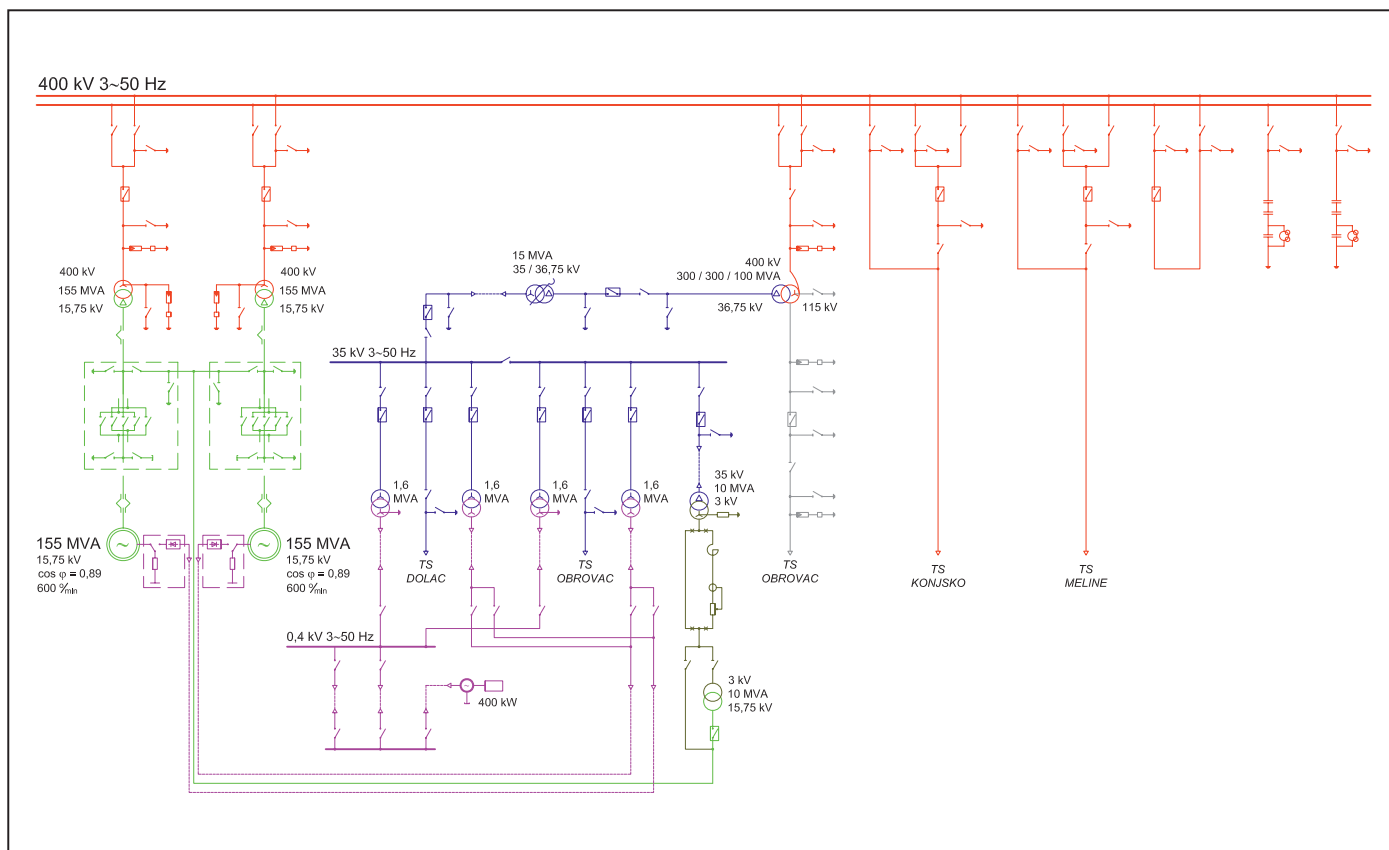




2	1
3	
4	5

- 1 ULAZNI UREĐAJ DOVODNOG TUNELA
- 2 ZASUNSKA KOMORA TLAČNOG CJEVOVODA
- 3 BRANA RAZOVAC
- 4 KOLEKTOR OTUČA - ŠTIKADA (ULAZNA GRAĐEVINA)
- 5 TLOCRT STROJARNICE NA KOTI - 39,50 m.n.m.





JEDNOPOLNA SHEMA



ČVOR STROJARNICE I JEZERO RAZOVAC



HEP - PROIZVODNJA d.o.o.

10000 **ZAGREB**, ULICA GRADA VUKOVARA 37
REPUBLIKA HRVATSKA

TELEFON 01/63 22 987
TELEFAKS 01/61 72 016
<http://www.hep.hr>

ČLAN HEP GRUPE



HEP - PROIZVODNJA d.o.o.

SEKTOR ZA HIDROELEKTRANE

PP HE JUG - Split

Pogon RHE VELEBIT

23450 **OBROVAC**

TELEFON 023/689 225
TELEFAKS 023/689 066

ČLAN HEP GRUPE

