



**JP ELEKTROPRIVREDA**  
HRVATSKE ZAJEDNICE HERCEG BOSNE d.d. Mostar

**40** godina HE Rama

# 40 godina HE Rama

Mostar, 2008.

*Izdaje:*

JP Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne d.d., Mostar  
Ulica dr. Mile Budaka 106 A, 88000 Mostar

*Naklada:*

500 primjeraka

*Tisak:*

FRAM ZIRAL, Mostar

*Fotografije:*

Šimun Novaković, Ćiro Rajić, Damir Mišura, Šljivo Husein, Arhiv EPHZHB

## Sadržaj

Uz obljetnicu .....	7
Rama - povijesni osvrt.....	9
Sociogeografska obilježja.....	13
Rijeka Rama .....	17
Ramsko jezero .....	19
HE Rama - izgradnja.....	23
HE Rama - tehnički opis .....	29
Tehničko-energetske karakteristike .....	33
HE Rama – revitalizacija.....	35
Elektroenergetska mreža.....	39

## Uz obljetnicu

HE Rama najveća je hidroelektrana u energetsom sustavu JP Elektroprivrede HZ Herceg Bosne d.d. Mostar, a razlog izdavanja ove brošure je 40 godina od puštanja u rad HE Rama.

Od početka proizvodnje prvih kilovata električne energije, davne 1968. godine, neprestano je radila s kratkim prekidanjima samo za vrijeme Domo-vinskoga rata 1993. godine.

HE Rama važna je ne samo po instaliranoj snazi od 160 MW i prosječnoj godišnjoj proizvodnji električne energije od 650 GWh što čini oko 50% godišnje proizvodnje poduzeća, nego i po svojoj specifičnoj izgradnji, prirodnim preljevom vode na branu s armirano - betonskim ekranom koja je u to vrijeme bila najveća u Europi.

Od kada pripada sustavu Elektroprivrede HZ Herceg Bosne u sanaciju je ove hidroelektrane, derivacijsko-akumulacijskog tipa, uloženo preko 20 milijuna eura. Ona je danas na visokoj razini pogonske spremnosti, a trenutačno se radi na daljnjoj obnovi

i modernizaciji, tako da će s uloženi novih 17 milijuna eura produžiti svoj radni vijek za još 20 godina.

Zbog potpunijega uvida i širega pregleda ovdje je i kratki povijesni osvrt na ramski kraj, njegove posebnosti, te nezaobilazno ramsko jezero koje već četiri desetljeća živi zajedno s HE Rama.

Sigurni smo da će ova publikacija poslužiti ne samo kao podsjetnik i korisno pomagalo radnicima našega poduzeća, nego da će izazvati zanimanje i svih onih koji više žele doznati o izgradnji, karakteristikama i akumulaciji ove hidroelektrane.

Činjenice i podatci izneseni na sljedećim stranicama razlozi su zbog kojih HE Rama s pravom nosi naziv najvažnije hidroelektrane u energetsom sustavu Elektroprivrede HZ Herceg Bosne.

Generalni direktor,  
Mato Matan Žarić, dipl.ing.el.







## Rama - povijesni osvrt

Ramom danas zovemo prostor koji se smjestio na krajnjem sjeveru Hercegovačko-neretvanske županije.

Gotovo je sigurno da je pojam Rama nekada imao puno šire značenje. Smještena između Bosne i Hercegovine, okružena visokim planinama i danas je ostala relativno nepoznata. Zbog prirodnoga položaja, ljepote i bogatstva ovaj je kraj tijekom svoje

burne povijesti bio predmetom različitih sukoba. Pouzdano je utvrđeno da je Rama bila naseljena još u brončano doba, a od vremena pisane povijesti posebno je zanimljivo da se u tituli ugarskih kraljeva iz loze Arpadovića, koji su nakon 1102. došli na hrvatsko prijestolje, nalazi titula *Rex Ramae*.

Rama je često bila predmet različitih darivanja, a nalazila se i u titulama mnogih bosanskih i hrvatskih velikaša. Nakon pada Bosne pod Turke 1463. u povijesti Rame posebno će mjesto zauzeti tamošnji franjevački samostan.

Paljenja i progoni nakon turskoga osvajanja postat će svakodnevnicama. U







povijesti Rame posebno će ostati zapamćena 1687. kada iz Rame prema Cetinskoj krajini većinski dio pučanstva Rame. Slika što ju danas štujemo kao čudotvornu sliku Gospe Sinjske ustvari je slika nepoznatoga autora koja je krasila nekadašnju crkvu Sv. Petra i Pavla na Šćitu.

Stoljeća progona, ratova i različitih bolesti koji su pustošili tim krajem, trajno će obilježiti etničku sliku Rame. Prema nekim istraživanjima današnja Rama ima oko 50% doseljenoga pučanstva, uglavnom iz Hercegovine i Dalmacije.



U novijoj je povijesti ramski kraj posebice stradao u 2. svjetskom i Domovinskom ratu. Popis imena velikoga broja Ramljaka, njih oko 1500, kao sjećanja na ta ne tako davno minula vremena, nalazi se na Šćitu podno Ramskoga križa.







## Sociogeografska obilježja

Danas se Ramom naziva predjel koji obuhvaća sliv rijeke Rame, kao i kraj oko gornjega toka rječice Doljanke.

Ipak se najčešće pojam Rama ograničava samo na prostor s oko 477 četvornih kilometara što ga danas administrativno pokriva općina Prozor-Rama. To je uglavnom brdsko-planinski kraj s kretanjima nadmorske visine od 270 metara, koliko imaju krajevi uz

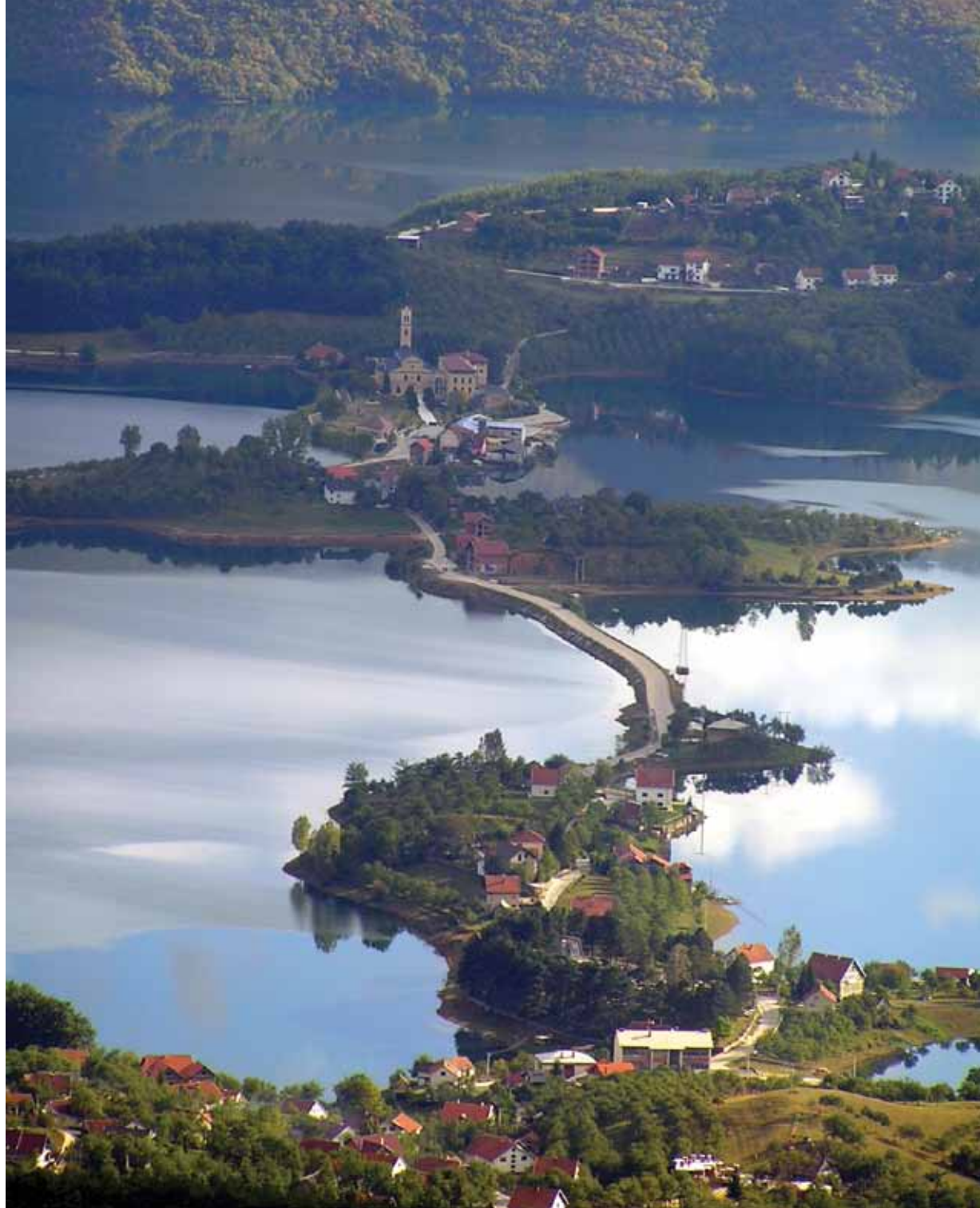
ušće rijeke Rame u Neretvu, do 1995 metara koliko je visok najviši vrh Idovac na planini Raduši.

Na prostoru ove općine nalazi i razvodna linija, tako da prostor južno od Makljena spada u jadranski, a sjeverno od Makljena u crnomorski sliv. Po nekima ta linija predstavlja i prirodnu granicu između Bosne i Hercegovine.

Putovi koji vode u Ramu, od onih







rimskih pa do današnjih, uglavnom idu kroz usjeke nekoliko planina koje okružuju Ramu i kanjonom rijeke Rame.

Općinsko je središte grad Prozor, iako je službeni naziv općine Prozor-Rama.

Grad se nalazi neposredno uz magistralnu prometnicu M-16 osamdesetak kilometara sjeverno od Mostara i stotinjak kilometara zapadno od Sarajeva.

Ramski se kraj može podijeliti u nekoliko manjih cjelina: gornju Ramu, donju Ramu, istočnu Ramu te grad Prozor. Prva su dva područja bogata vodama, te se na tom prostoru nalaze i dva akumulacijska jezera, Ramsko jezero i Jablaničko jezero. U gornjoramskoj kotlini koju često mnogi pogrešno smatraju «pravom» Ramom nalazi se Ramsko jezero.







## Rijeka Rama

Rijeku Ramu čini više manjih izvora, od kojih su najveći sami izvor Rame podno sela Varvare, zatim izvori Krupić i Buk na južnoj strani Ramske kotline. Iako rijeka nosi naziv prema najzapadnijem izvoru, glavninu vode rijeka Rama dobiva od vrela Buk i Krupić.

U vrijeme niskoga vodostaja tek 6% protočne vode u Kovačevu Polju otpada na vrelo Rame, a preostali udio na Krupić, Buk i nekoliko manjih pritočnih potoka. Visinski je položaj ovih izvora

između 538 i 582 metra nadmorske visine.

U starom koritu duljina rijeke Rama iznosi oko 33 kilometra, te je najveća pritoka rijeke Neretve. Izgradnjom HE Jablanica 1954. smanjena je duljina toka rijeke Rame i od tada se ulijeva u Jablaničko jezero 9 kilometara uzvodno od svoga prvotnog ušća.

Visinski pad od izvora do ušća iznosi 376 metara što je i razlogom da je na rijeci izgrađena akumulacija.







## Ramsko jezero

Ramsko jezero smješteno je u gornjo-ramskoj kotlini na sjeveru Hercegovine, na području današnje općine Prozor-Rama.

Područje rijeke Rame, od vrela pa do ulaza u kanjon ispod Kovačeva Polja, predstavlja prirodnu uvalu koja je danas ispunjena vodama Ramškoga jezera.

Dubina jezera je od 70 do 100 metara. Duljina od brane do Varvare je 8 km, a širina 4,6 km. Obujam obale je 29 km. Površina je Ramškoga jezera različita, a ovisi o visini uspora. Tako na maksimalnoj koti uspora 595 metara, površina iznosi 1 550 ha, na koti 581 metar, ona je 1 160 ha, a na minimalnoj koti uspora 536 metara, površina je 245 ha.

Količina voda na maksimalnoj koti iznosi 487 000 000 m<sup>3</sup>. Jezero je polukružnoga oblika s mnogo zaljeva.



Blagi pad obala jezero čini pristupačnim gotovo sa svih strana.

Jezero se nalazi na nekadašnjim obradivim površinama, njivama i livadama s dosta ilovače i zato su mu obale blatnjave zbog oscilacije površine jezera.

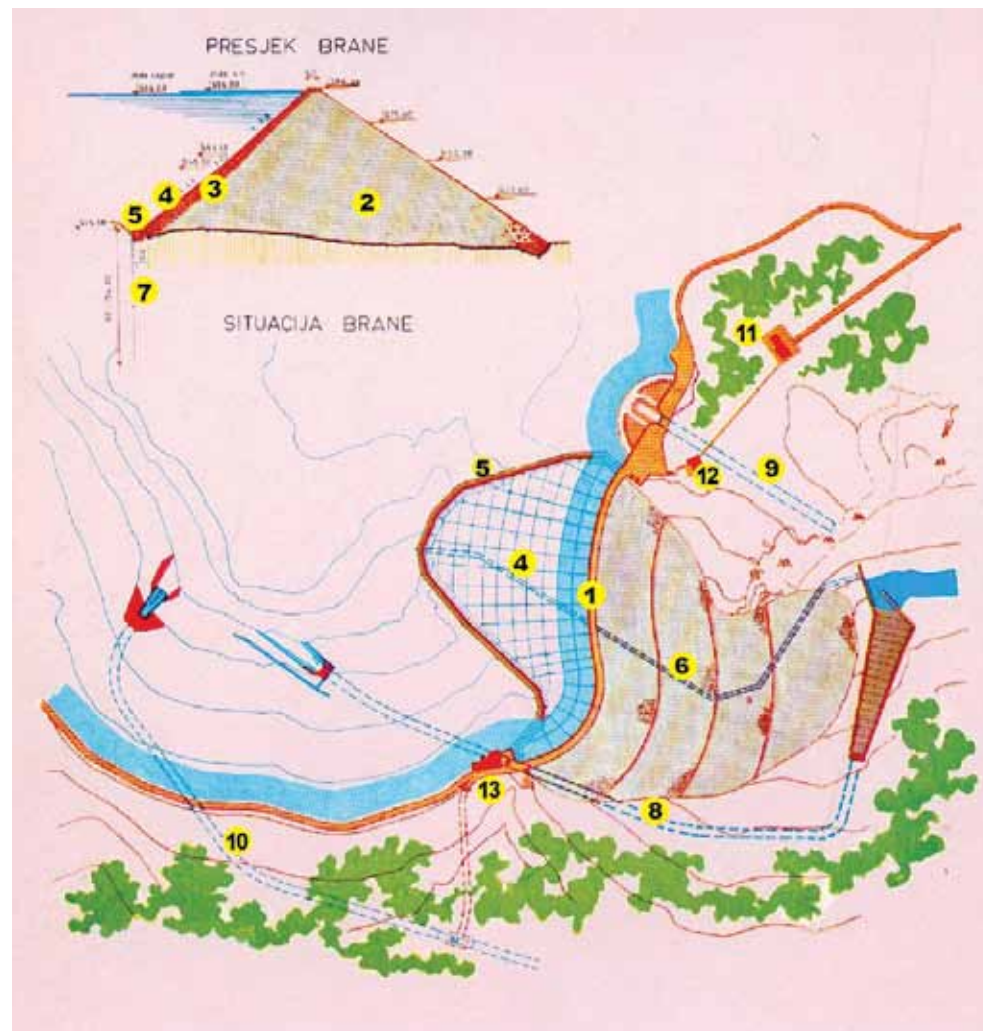
Takvo tlo ponekad zamuti jezersku vodu, posebice u popodnevnim satima kada vjetar pravi valove koji udaraju u zemljane obale i tako vrše zamućenje vode. Inače, jezero je ispunjeno čistom i bistrom svijetlozelenom bojom s velikom prozirnošću.

U proljeće kada se otapaju velike količine snijega obično se jezero napuni, a stalni dotok vode dolazi s izvora Rame, Buka i Krupića i nekoliko manjih potočića i izvora.

Rama je na izvoru dosta hladna, svega 7,5 °C, a zimi se ponekad neki

dijelovi jezera zalede. Cestovna komunikacija do Ramskoga jezera postoji iz Prozora asfaltnom cestom i iz Tomislavgrada, Livna i Splita novom asfaltnom trasom otvorenom za promet 2006. godine, a iz Posušja preko Blidinja, Kedžare i Orašca.





**Legenda:**

- |                    |                                    |                              |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 1. Kruna brane     | 6. Drenažna galerija               | 10. Dovodni tunel            |
| 2. Kameni nasip    | 7. Injekciona zavjesa              | 11. TS 35/10 kV              |
| 3. Slagani nasip   | 8. Optočni tunel – temeljni ispust | 12. Zgrada službe osmatranja |
| 4. A. B. ekran     | 9. Preljev                         | 13. Pogonska zgrada          |
| 5. Obodna galerija |                                    |                              |

## HE Rama - izgradnja

Prije izgradnje svake hidroelaktane prethodi čitav niz različitih hidroloških, meteoroloških, geoloških, geotehničkih geodetskih i drugih mjerenja. Iako se 1964. bilježi kao godina početka izgradnje brane na rijeci Rami, neka od navedenih ispitivanja započela su gotovo 20 godina ranije.

Tako se od 1947. do 1963. radilo na spomenutim mjerenjima. Na temelju prikupljenih podataka stručni je tim predložio da se na mjestu gdje rijeka, nakon dosta blagog toka Ramskom kotlinom, počinje ulaziti u kanjon, izgradi brana od nabačenoga kamena i gline.

Radovi su na samoj brani počeli 28. siječnja 1966. miniranjem prirodnoga toka rijeke Rame i njezinoga preusmjerenja u za to prethodno pripremljeni odvodni tunel.







**Brana od kamenog nabačaja sa uzvodnim betonskim ekranom**

Visina (m)	100	Betonski ekran s kontrolnom galerijom (m <sup>3</sup> )	19.000
Kruna brane na koti	598,0	Debljina betonskog ekrana (cm)	95 – 30
Dužina u kruni (m)	230	Armirano-betonske ploče ekrana maksimalne veličine 14x12 m, sa brtvom <i>Waterstop</i> na spojnica	
Širina brane u temeljnoj spojnici (m)	305		
Uzvodni nagib	1:1,3 1:1,2 1:1,1	Preljev (m <sup>3</sup> /sek)	400
Nizvodni nagib	1:1,5	Temeljni ispust (m <sup>3</sup> /sek)	300
Kameni nabačaj (m <sup>3</sup> )	1.400.000		
Suhozid debljine 8 – 3 m (m <sup>3</sup> )	66.000		

Uzvodna je strana brane obložena suhozidom na koji su dodane armirano betonske ploče. Temelji i bočne strane brane injektirane su cementnim mlijekom, kako bi se ostvarila što čvršća veza brane s prirodnim kamenim okolišem.

Nakon izgradnje brana na rijeci Rami bila je najveća brana takvoga tipa u Europi. S mikrotrigonometrijskom mrežom od 18 točaka i nizom drugih instrumenata ugrađenih na 400 mjernih mjesta stalno se prati ponašanje brane i okolnoga terena. Usporedo s gradnjom brane počelo se i s izgradnjom dovodnoga tunela.

Dovodni tunel promjera 5 m i duljine 9487 m obložen je betonskom oblogom debljine 30-40 cm, a na manjim dionicama debljina obloge iznosi do 140 cm.

Prilikom izgradnje odvodnih tunela iskopano je 263 000 m<sup>3</sup> materijala, a ugrađeno je oko 100 000 m<sup>3</sup> betona, 4100 tona željeza, 16525 tona suhe i injektirane tvari. Tlak vode u tunelu iznosi 9 atmosfera, što ga je u ono doba svrstavalo u red tunela s najvišim unutarnjim takom na svijetu.

Oklop je tunela ojačan cementnim mlijekom s ciljem popunjavanja svih pukotina oko tunela.





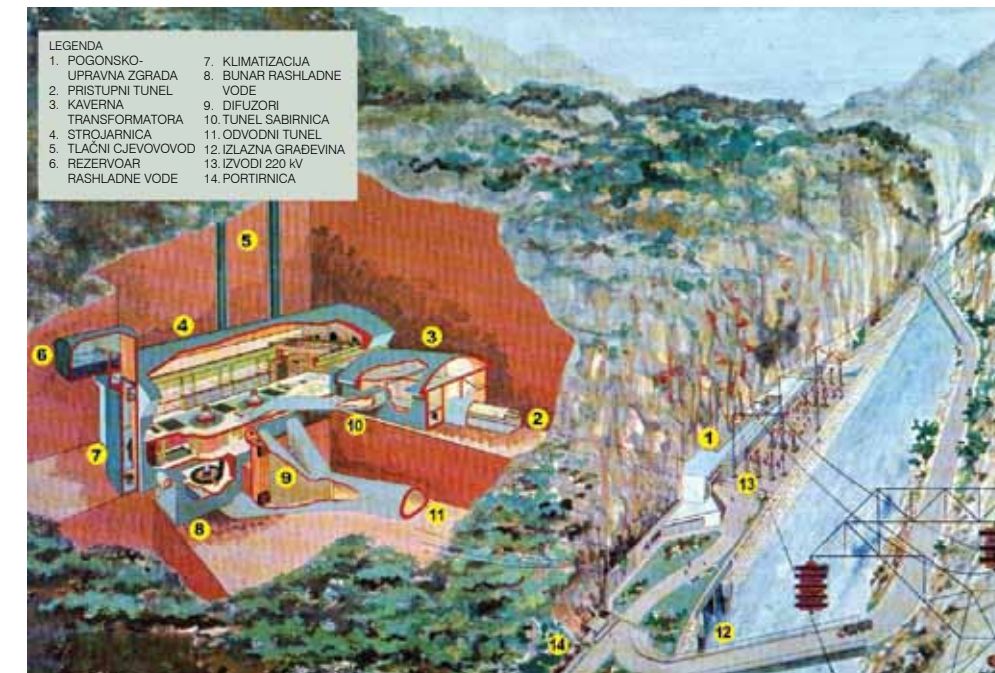


Na kraju dovodnoga tunela nalazi se donja vodna komora i vodostan promjera 8,5 i visine 90 metara, te otvorena gornja vodna komora kapaciteta 10 000 m<sup>3</sup>.

Iz vodostana se tunel račva u dvije vertikalne tlačne cijevi promjera 3 i dužine 250 metara, kroz koje se dovodi voda do turbine u strojarnici. Strojarnica je podzemnoga tipa i smještena je u krečnjacima zajedno s kavernom transformatora pristupnim i odvodnim tunelom. Ukopana je 670 metara na lo-

kalitetu Marina pećina, otprilike na pola puta između Prozora i Jablanice na magistralnom pravcu M-16. HE Rama u pogon je puštena 1968. godine.

Na izgradnji brane i pratećih sadržaja radila su ondašnja renomirana poduzeća: Energoinvest Sarajevo, Hidrogradnja Sarajevo, Konstruktor Split, Tunelogradnja Beograd, Geotehnika Zagreb, Geoistraga Sarajevo, Liotstroj Ljubljana, Rade Končar Zagreb, Metalna Maribor, Hidromontaža Maribor i čitav niz drugih manjih poduzeća.





## HE Rama - tehnički opis



### LEGENDA

- |                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1. KRAN                   | 8. TURBINA                         |
| 2. PRISTUP KRANSKOJ STAZI | 9. REDTURBINSKI ZATVARAČI          |
| 3. ROTOR GENERATORA       | 10. REGULACIONI UREĐAJ             |
| 4. KOMANDNI ORMARI        | 11. DRENAŽNA GALERIJA              |
| 5. TELEKOMANDA            | 12. DIFUZOR                        |
| 6. KABLOVSKE POLICE       | 13. GALERIJA DIFUZORSKIH ZATVARAČA |
| 7. GENERATOR              | 14. DIFUZORSKI ZATVARAČ            |
|                           | 15. ODVODNI TUNEL                  |

Postrojenje je akumulacijsko-derivacijskoga tipa i koristi vode rijeke Rame na padu 325 metara.

Akumulacijski je bazen duljine 8 km, s kotom uspora 595,00 metara nadmorske visine. Brana je visoka 103, a duga u kruni 230 metara.

Kruna se brane nalazi na nadmorskoj visini 598 metara. Širina brane u temeljnoj spojnici je 305 metara. Evakuacija velikih voda od 400 m<sup>3</sup> /s vrši se preko polukružnoga preljeva na lijevom boku tunelom promjera 5 i dužine 148 metara i temeljnoga ispusta







kapaciteta 250 m<sup>3</sup>/s. U strojarnici su instalirana 2 agregata s Francis turbinama pojedinačne maksimalne snage 86 MW (117.000 KS) i dva generatora po 80 MW. Preko dva trofazna transformatora po 90 MVA i kabelima 220 kV

iznosi se proizvedena energija s generatora do postrojenja 220 kV, a preko njega u elektroenergetski sustav.

Ukupna je instalirana snaga HE Rama 160 MW, a srednja godišnja proizvodnja 650 GWh.







## Tehničko-energetske karakteristike

1	Tip elektrane	(DA, PA, DP, CHE)	DA	
2	Generator / blok hidroelektrane	(oznaka)	Ag1, Ag2	
3	Tip turbine	(F,K)	F, F (Francis)	
4	Proizvođač generatora	(ime)	Končar, Končar	
5	Tip generatora	(tip)	S-4758-16	
6	Faktor snage	(cos φ)	0,9, 0,9	
7	Pušten u pogon	(god.)	1968., 1968.	
8	Prividna snaga	(MVA)	90, 90	
9	Instalirana snaga	(MW)	80, 80	
10	Tehnički minimum	(MW)	55, 55	
11	Snaga na pragu HE	(MW)	159,4	
12	Instalirani protok	(m³/s)	32, 32	
13	Srednji protok	(m³/s)	34	
14	Srednji specifični potrošak vode	(m³/kWh)	33,1	
15	Moguća proizvodnja (srednja godišnja proizvodnja)	(GWh)	650	
16	Naponska razina mrežnih sabirnica (mjesto/a predaje na pragu HE)	(kV)	220	
17	Geometrijski volumen akumulacijskoga bazena	(hm³)	487,0	
18	Korisni volumen akumulacijskog bazena	(hm³)	466,0	
19	Kota gornje vode	Maksimalna	(m.n.m.)	595,0
20		Minimalna	(m.n.m.)	536,0
21	Maksimalni neto pad	(m)	312,5	
22	Konstruktivski pad	(m)	285,0	
23	Minimalni neto pad	(m)	266,0	
24	Energetska vrijednost korisnog volumena akumulacijskoga bazena	(GWh)	303,0	





## HE Rama – revitalizacija

U proteklom razdoblju, aktivnosti su bile usmjerene u cilju povećanja životnog vijeka hidroelektrane, a odnosile su se na sanaciju građevinskih objekata i revitalizaciju elektrostrojarske opreme u što je uloženo preko 20 milijuna eura.

Završena je sanacija dovodnoga tunela i čvorišta vodostana. U strojarnici

je ugrađena nova suvremena upravljačka, mjerna i zaštitna oprema.

Instalirani su novi naponski i turbiniski regulatori na agregatima, zamijenjeno staro i ugrađeno novo rasklopno postrojenje 220 kV u GIS izvedbi, postrojenje 35 kV, te komplet novi sustav izmjeničnoga i istosmjernoga razvoda i moderni SCADA sustav.







Umjesto starih uljnih kabela 220 kV, položeni su eko kabele s polietilenskom izolacijom.

Ugrađen je mrežni transformator 220/35kV preko kojega je osigurano napajanje općine Rama-Prozor iz elektrane, u slučajevima nestanka distributivnoga napona.

Slijedi revitalizacija primarne opreme, tj generatora, blok transformatora i turbina koja je u pogonu preko 40 godina.

Sa sigurnošću se može reći da HE Rama ima visoki stupanj pouzdanosti.







## Elektroenergetska mreža

U posljednje je vrijeme kroz nekoliko zahtjevnih tehničkih zahvata osigurana zavidna razina pogonske spremnosti elektroenergetske mreže za šire područje ramske općine.

U tu su svrhu izgrađene nove dalekovodne mreže. Osim toga što je nova mreža omogućila lakši i brži transport električne energije u potrošačku mrežu JP Elektroprivreda HZ HB, na ovaj način tzv. prstenastim načinom napajanja lokalna zajednica je osigurana napajanjem iz nekoliko smjerova, tako da su nestanci električne energije u Rami danas prava rijetkost.

Posljednjih godina učinjeno je sljedeće:

- izgradnja transformator na Marinoj pećini 220/35 KV;
- postavljena trafostanica TS 110/35 KV u Prozoru;
- rekonstrukcija dalekovoda 35 KV Mluša-Prozor;
- rekonstrukcija dalekovoda 110/35 KV Jablanica-Prozor;





- izgradnja dalekovoda 110 KV Rama-Tomislavgrad;
- izgradnja dalekovoda 220 KV Rama -Posušje;
- izgradnja trafostanice 35 KV Mluša;
- izgradnja dijela niskonaponske mreže Zahum;
- izgradnja 10 KV dalekovoda Rama-Gračac;
- izgradnja 10 KV dalekovoda Mluša-Orašac;
- izgradnja 10 KV dalekovoda Krupić-Uzdol;

U cilju stvaranja povoljnijih uvjeta napajanja potrošača električnom energijom izgrađene su nove trafostanice: u Rumbocima (Poljani), Jakličima, Podboru, Prozoru, Varvari, Perićima, te na Gmićima I i II, Paljikama, Jasenu, Lugu i Krančićima.

Sanirani su i glavni magistralni vodovi niskonaponske mreže, te stvoreni uvjeti za postavljanje javne rasvjete po naseljenim mjestima na cjelokupnom prostoru općine.

Uz pomoć donatorskih sredstava izvršena je rekonstrukcija niskonaponske mreže u Varvari I i II, Ljubuncima, te na Škrobućanima i Donjim Višnjanima. Također su izvršene rekonstrukcije niskonaponske mreže na Uzdolu, Pro-

zor I i II, kao i rekonstrukcije niskonaponske mreže Gračaca, Gračanica i Lapsunj.

Osim ulaganja u elektroenergetsku mrežu JP Elektroprivreda HZ HB pratila je i neke druge projekte koji su u posljednje vrijeme realizirani u općini Prozor-Rama. Izdvajamo samo neke:

- izgradnja nasipa prema Šćitu;
- izgradnja puta Izlaz -Orašac;
- rekonstrukcija puta Međugorje-Brana duljine 4000 m;
- probijena nova trasa puta Klanac-Lučići duljine 1800 m;
- rekonstrukcija puta Brana-Kovačev Polje duljine 1500 m.







