



CRNA GORA
ZAVOD ZA HIDROMETEOROLOGIJU I SEIZMOLOGIJU



Crna Gora
ZAVOD ZA HIDROMETEOROLOGIJU
I SEIZMOLOGIJU

Broj: 01-1296/1
Podgorica, 09.07.2015. god.

Gruba, preliminarana analiza hidropotencijala
Rijeke Bistrice na sledećim dionicama
670-610 i 610-580 mnm

Obradivači:

Mirjana Popović dipl.ing. građ

Nevzeta Aličević dipl.ing. građ

Direktor:

mr Luka Mitrović, dipl.geog



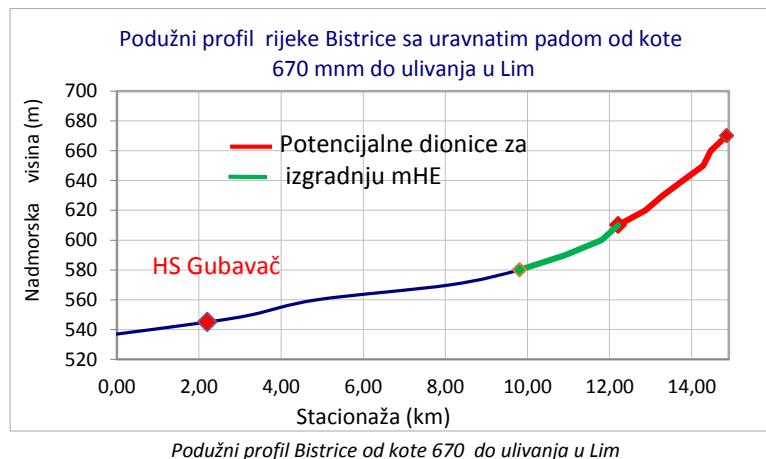
Uvod

Ova analiza urađena je na zahtjev Ministarstva ekonomije odnosno Direktorata za energetiku. Ovim zahtjevom je traženo od ZHMSCG da na rijeci Bistrici odabere energetske profile koji bi mogli biti potencijalni vodozahvati za mHE i odrdi grubu procjenu hidropotencijala tih dionica. Na osnovu urađenog podužnog profila rijeke Bistrice i raspoloživih hidroloških podataka, urađena je gruba, preliminarna procjena hidropotencijala Bistrice na odabranim dionicama.

Bistrica je desna pritoka Lima. Drenira površinu sliva od 549.4 km². Oko 63% sliva Bistrice nalazi se na teritoriji Srbije. Osmatranja i mjerenja na ovom vodotoku vrše se od 1949 g, (sa prekidom od 2001 do 2008 g.) na HS Gubavač, čija je površina sliva 533.4 km². U ovom profilu došlo je do velikih promjena u riječnom koritu, što sa aspekta bilansiranja predstavlja veliki problem. Zbog toga za ovu analizu baziraćemo se na period 1949-2000 g. za koji srednji višegodišnji protok iznosi 6.11 m³/s. Krive trajanja, i srednji višegodišnji protoci u profilima vodozahvata određeni su metodom analogije sa HS Gubavač.

Činjenice, da se oko 63% sliva Bistrice nalazi na teritoriji Srbije i da na svom putu znatan dio toka prolazi kroz Đalovića klisuru, su sa ovog nivoa razmatranja ograničavajući faktori kod hidroenergetskog iskorišćenja Bistrice.

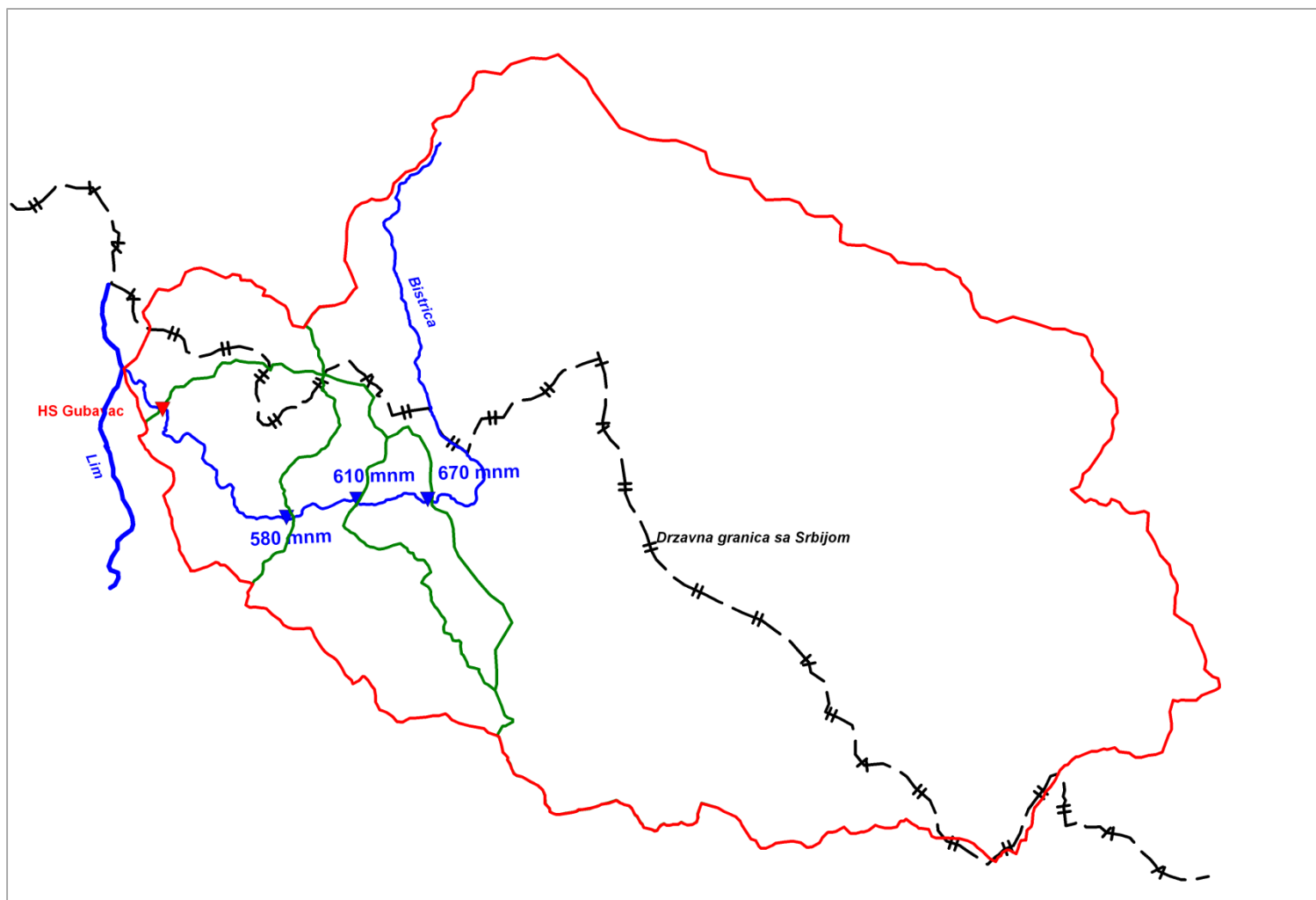
Zbog toga smo u razmatranje uzeli potez Bistrice poslije njenog izlaza iz kanjona (670 mnm), kako je to prikazano na grafiku.



Nakon sagledavanja svih prethodno navedenih činjenica odabrane su sledeće kote vodozahvata odnosno mašinskih zgrada.

- KGV 670 mnm - KDV 610 mnm
- KGV 610 mnm - KDV 580 mnm

Pregledna karta sliva rijeke Bistrice



Osnovne teorijske postavke o hidropotencijalu

Medju prvim koracima u analizama elektropotencijala je analiza hidroenergetskog potencijala, kao obnovljivog vida energije, nekog vodotoka koji se može prikazati u sledećim vidovima:

- Kao ukupna sumarna veličina za neki sliv, vodotok ili dio sliva,
- Površinski specifični potencijal prikazan po jedinici površine,
- Specifični linijski potencijal duž razmatranog vodotoka,
- Bruto potencijal pregradnog mjesta, ukoliko se računa sa ukupnim proticajem bez ograničenja po instalisanosti i
- Kao tehnički iskoristiv potencijal pregradnog mjesta, računajući sa ograničenjem po instalisanosti postrojenja.

Tehnički iskoristivi potencijal predstavlja onaj dio hidroenergetskog potencijala za koji je odgovarajućom tehničkom dokumentacijom utvrđeno da se može realizovati. Za određivanje tog potencijala potrebno je da su ispunjeni sledeći uslovi:

- da je stepen istražne i projektne dokumentacije takav da omogućava pouzdano zaključivanje, da su razmatrani objekti hidroelektrana tehnički ostvarljivi i
- da su postrojenja energetske izučena do nivoa kada se može pouzdano odrediti prosečna moguća godišnja proizvodnja.

Dionica rečnog toka na kojoj je protok $Q(m^3/s)$, a denivelacija između ulaznog i izlaznog profila $H(m)$ raspolaže snagom:

$$N = \gamma \times Q \times H \text{ (kW)}$$

γ – zapreminska težina vode 9.81 kN/m^3

Q – prosečni višegodišnji protok (m^3/s)

H – denivelacija između ulaznog i izlaznog profila (m)

Energija razmatrane dionice rečnog toka u nekom intervalu vremena $T(h)$ iznosi:

$$E = N \times T \text{ (kWh)}$$

Gornji izrazi predstavljaju teorijsku snagu i energiju bez gubitaka koji su neizbežni pri transformaciji energije u mehaničku i električnu.

Neto snaga se dobija kada se bruto snaga pomnoži koeficijentom korisnog dejstva (η) i bruto pad zamijeni neto padom, kada se bruto pad umanji za iznos gubitaka na derivaciji:

$$N_{NT} = \eta \cdot 9,81 \cdot Q \cdot H_{NT},$$

Tehnički iskoristiva energija vodotoka smanjena je zbog trenja u dovodima (cjevovod, tunel, cjevovod pod pritiskom), gubitka protoka što se definiše kroz neto pad H_n (neto pad = bruto pad (prirodni) – gubici). Srednja iskoristiva snaga (neto snaga) koju hidroelektrana daje na priključcima generatora, može se odrediti iz jednačine:

$$N = 9.81 \times \eta_t \times \mu_g \times \eta_{tr} \times Q_i \times H_n \text{ (kW)}$$

gdje je:

η_t - stepen korisnog dejstva turbine,
 η_g – stepen korisnog dejstva generatora,
 η_{tr} – stepen korisnog dejstva transformatora,
 Q_i - instalisani protok,
 H_n – raspoloživi neto pad (m).

Ukupan stepen korisnog dejstva pri optimalnom opterećenju prosječno za veća postrojenja (velike HE) iznosi približno 80%, a za **mala postrojenja (mHE) približno 75%**. Pri tom, kod mHE treba uzeti u obzir i uticaj stalne varijacije protoka, karakteristične za male vodotoke.

Sada se postavlja pitanje odabira neto pada H_{NT} , koji je u direktnoj funkciji izbora tipa HE prema načinu stvaranja pada. Suština korišćenja vodnih snaga je u ostvarivanju koncentracije pada na jednom kratkom potezu vodotoka.

Za stvaranje i koncentraciju pada HE postoje četiri osnovna načina i ona su:

1. pribranska shema, kada se potreban pad realizuje isključivo branom, kada je protok (Q) nešto veći, a pad (H) manji,
2. derivacionom shemom, kada se potreban pad stvara derivacijom toka, kanalima, tunelima i cjevovodima, kada je Q manje a H veće,
3. kombinovana shema, kada se pad H stvara podizanjem brana uz odgovarajuće derivacije,
4. shema sa spuštanjem donje vode u zoni hidroelektrane., što se u ovom času, na crnogorske uslove smatra manje aktuelnim, zbog konfigurativnog sklopa.

Sledeći izuzetno važan korak je odabir instalisanog protoka a sa njim i instalisane snage. Iz kombinacije se, naravno, isključuje minimalni srednje dnevni protok (iako on najduže traje) jer bi se:

- dobila mala instalisana snaga i mala godišnja proizvodnja električne energije, praktično, jedna varijanta koja se ne analizira,
- praktično bi se raubovali vodni resursi, jer bi se godišnje koristila mala količina vode, bili bi prelive ogromni a sa njima i veliki gubitak energije.

Kako je pretpostavljeno, da se radi o mHE derivacionog tipa, instalisani protok će se birati u granicama $Q_{sr} < Q_{ins} < 1.5 \times Q_{sr}$.

Međutim, svojim hidrološkim i osobinama terena kroz koji teče, za ovaj vodotok bi se mogla u obzir uzeti i varijanta sa pribranskom šemom ostvarivanja pada.

Sledeća odluka se odnosila na izbor pada koji ćemo uzeti za analizu. Za ovaj nivo obrade koji je, ponovićemo, aproksimativan i preliminaran, jedna od varijanti koja bi se mogla uzeti u obzir je i proračun sa bruto padom. Ipak, odlučili smo se da u analizu udjemo sa, pretpostavljenim gubicima, tj. neto padovima, kako bi smo bili bliži nekom, u eksploataciji, objektivnijem stanju. Procenat gubitaka na cjevovodu je određen orijentaciono u zavisnosti od dužine derivacije.

Izraz za proračun snage, koji smo koristili u ovom radu je $N = 8 \cdot Q \cdot H$ (MW).

Ovakav pristup proračunu je bio nametnut jer, na raspolaganju nismo imali nikakav koncept energetske iskorisćenja.

U nastavku ovog rada prikazaćemo okvirno proračun snage i energije za analizirane profile na rijeci Bistrici. Kao prilozi date su krive trajanja na kojima je nanešen srednji i instalisani protok.

Data je i karta vodotoka sa naznačenim vodozahvatom, položajem mašinske zgrade i derivacijom.

Bistrica - I varijanta

KGV 670 mnm - KDV 610 mnm

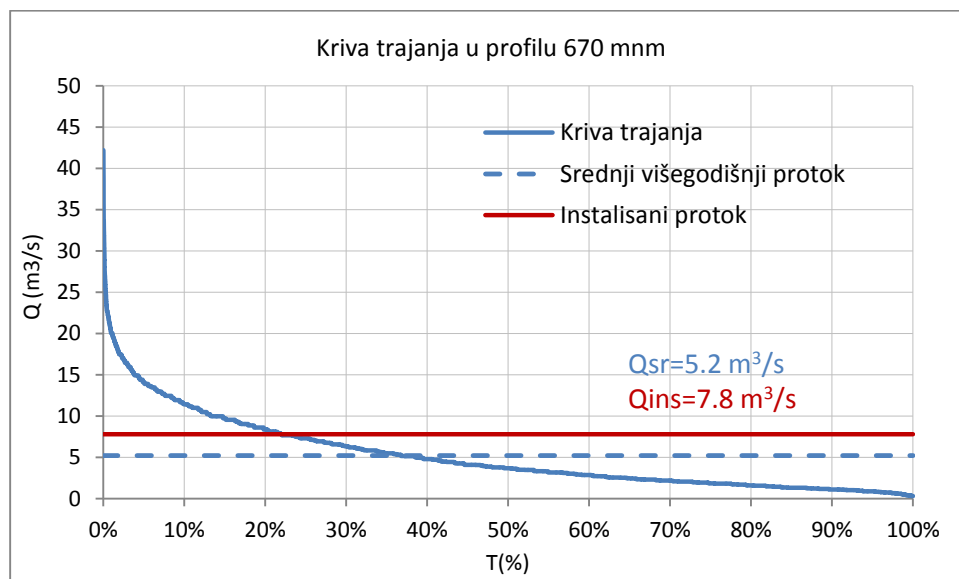


Pregledna karta sa kotama gornje i donje vode i dužinom derivacije
R 1:25 000

Parametri potrebni za proračun su:

- KGV: 670mnm
- KDV: 610 mnm
- Bruto pad: $H_{br} = 670 - 610 = 60 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 2.5 \text{ km}$
- Pretpostavljeni gubici 20%
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.2 \times H_{br} = 48 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 5.2 \text{ m}^3/\text{s}$
- Koeficijent instalisanosti $k=1.5$
- $Q_{inst} = 1.5 \times Q_{sr} = 7.8 \text{ m}^3/\text{s}$

Kriva trajanja Bistrice u profilu prvog vodozahvata na koti 670 mnm prikazana je na sledećoj strani.



Neiskorišćene vode traju oko 22%, ili prosječno oko 80 dana godišnje.

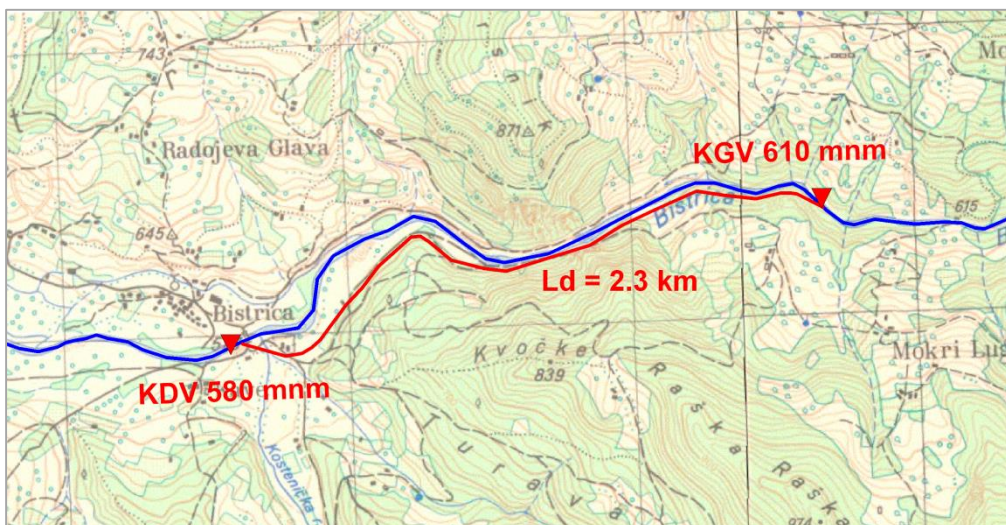
Sa raspoloživom krivom godišnjeg trajanja protoka i ostalim ulaznim parametrima proračun je prikazan u sledećoj tabeli.

Trajanje	(%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	22	0
	(dani)	365	346.8	328.5	310.3	292.0	273.8	255.5	237.3	219.0	200.8	182.5	164.3	146.0	127.8	109.5	80.3	0
Neto pad H_{nt}	(m)	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Protok Q_s	(m ³ /s)	0.307	0.887	1.108	1.320	1.603	1.860	2.190	2.450	2.860	3.170	3.680	4.090	4.790	5.490	6.330	7.800	7.8
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /s)	0.597	0.998	1.214	1.462	1.732	2.025	2.320	2.655	3.015	3.425	3.885	4.440	5.140	5.910	7.065	7.800	
Snaga N	(kW)	229.2	383	466.2	561.2	664.9	777.6	890.9	1020	1158	1315	1492	1705	1974	2269	2713	2995	
Snaga N	(MW)	0.229	0.383	0.466	0.561	0.665	0.778	0.891	1.020	1.158	1.315	1.492	1.705	1.974	2.269	2.713	2.995	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	29.2	80.3	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	700.8	1927.2	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	100.4	167.8	204.2	245.8	291.2	340.6	390.2	446.5	507.1	576.1	653.4	746.8	864.5	994	1901	5772	
Sumarna energija E	(GWh)	0.100	0.268	0.472	0.718	1.009	1.350	1.740	2.187	2.694	3.270	3.923	4.670	5.535	6.529	8.430	14.2	

Snaga 2.995 MW Sumarna energija 14.2 GWh

Bistrica - II varijanta

KGV 610 mm - KDV 580 mm

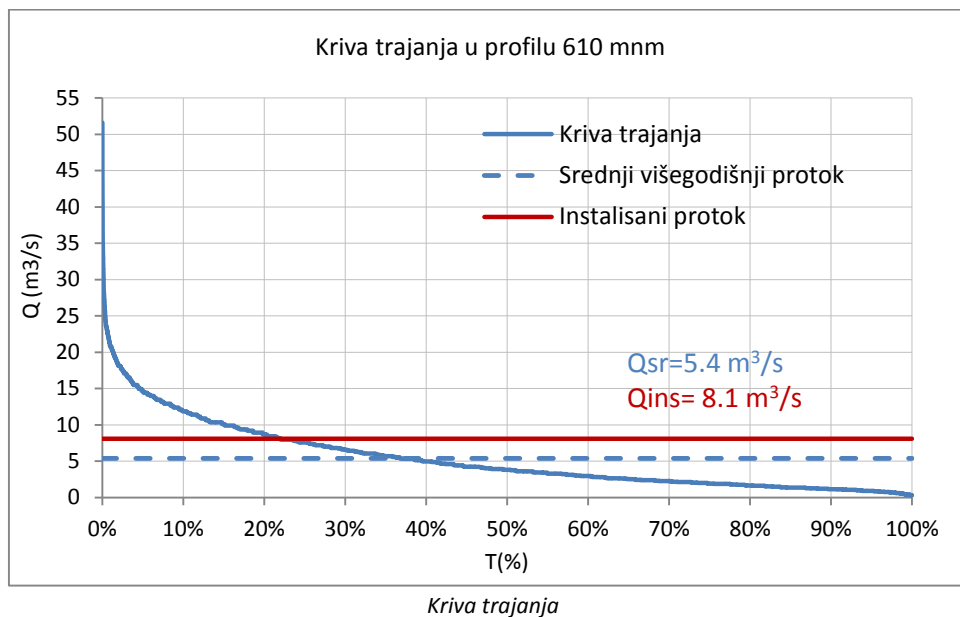


Pregledna karta sa kotama gornje i donje vode i dužinom derivacije
R 1:25 000

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 610 mm
- KDV: 580 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 610 - 580 = 30 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 2.3 \text{ km}$
- Pretpostavljeni gubici 20%
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.2 \times H_{br} = 24 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 5.4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Koeficijent instalisanosti $k=1.5$
- $Q_{inst} = 1.5 \times Q_{sr} = 8.1 \text{ m}^3/\text{s}$

Kriva trajanja u profilu vodozahvata broj dva na koti 610 mm, prikazana je na grafiku koji slijedi



Neiskorišćene vode traju oko 22%, ili prosječno oko 80 dana godišnje.

Sa raspoloživom krivom godišnjeg trajanja protoka i ostalim ulaznim parametrima proračun je prikazan u sledećoj tabeli.

Trajanje	(%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	22	0
	(dani)	365	346.8	328.5	310.3	292.0	273.8	255.5	237.3	219.0	200.8	182.5	164.3	146.0	127.8	109.5	80.3	0.0
Neto pad H_{nt}	(m)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Protok Q_s	(m ³ /s)	0.319	0.921	1.151	1.370	1.664	1.920	2.280	2.550	2.970	3.290	3.820	4.250	4.980	5.700	6.580	8.100	8.100
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /s)	0.620	1.036	1.261	1.517	1.792	2.100	2.415	2.760	3.130	3.555	4.035	4.615	5.340	6.140	7.340	8.100	
Snaga N	(KW)	119.0	198.9	242.0	291.3	344.1	403.2	463.7	529.9	601.0	682.6	774.7	886.1	1025.3	1178.9	1409.3	1555.2	
Snaga N	(MW)	0.119	0.199	0.242	0.291	0.344	0.403	0.464	0.530	0.601	0.683	0.775	0.886	1.025	1.179	1.409	1.555	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	29.2	80.3	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	700.8	1927.2	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	52.1	87.1	106.0	127.6	150.7	176.6	203.1	232.1	263.2	299.0	339.3	388.1	449.1	516.3	987.6	2997.2	
Sumarna energija E	(GWh)	0.052	0.139	0.245	0.373	0.524	0.700	0.903	1.135	1.399	1.698	2.037	2.425	2.874	3.390	4.38	7.38	

Snaga 1.555 MW Sumarna energija 7.38 GWh

