



CRNA GORA
ZAVOD ZA HIDROMETEOROLOGIJU I SEIZMOLOGIJU



Crna Gora
ZAVOD ZA HIDROMETEOROLOGIJU
I SEIZMOLOGIJU

Broj 01-2921/1
Podgorica, 12.11. 2015 god.

Crna Gora
МИНИСТАРСТВО ЕКОНОМИЈЕ
ПОДГОРИЦА

Примљено: <u>12.11.2015</u>			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вриједност
<u>05-6/465</u>			

Gruba, preliminarна analiza hidropotencijala
rijeke Bukovice na sledecim dionicama
1200-1100 i 1100-980 mm

Obradivači:


Mirjana Popović dipl.ing.građ


Nevzeta Alilović dipl.ing. građ



Direktor:

mr Luka Mitrović, dipl.geog.

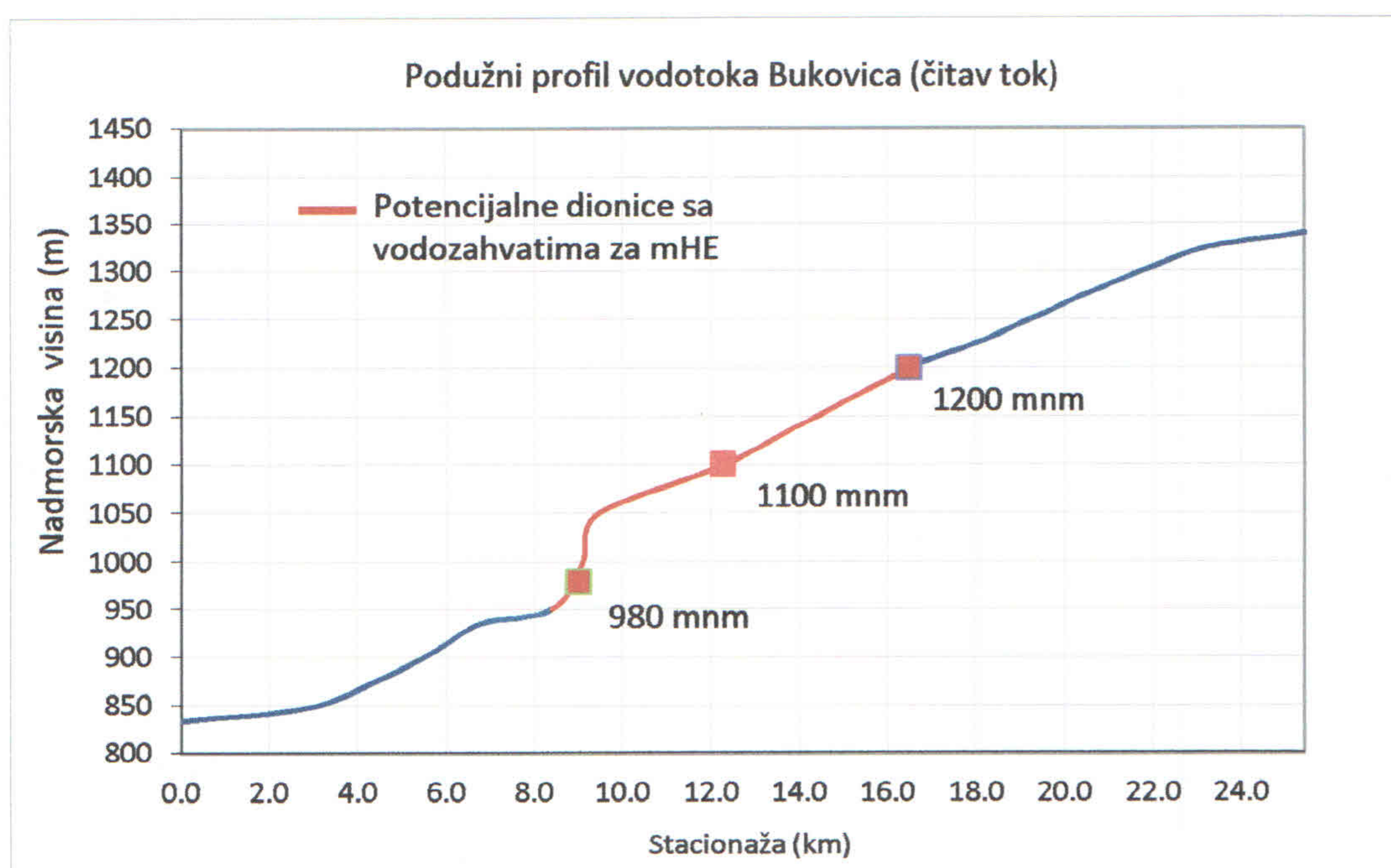


Uvod

Ova analiza urađena je na zahtjev Ministarstva ekonomije odnosno Direktorata za energetiku. Ovim zahtjevom je traženo od ZHMSCG da na rijeci Bukovici odabere energetske profile koji bi mogli biti potencijalni vodozahvati za mHE i uraditi grubu procjenu hidropotencijala tih dionica. Na osnovu urađenog podužnog profila rijeke Bukovice i raspoloživih podataka za ovaj vodotok urađena je gruba, preliminarana procjena hidropotencijala na sledećim dionicama:

- Od kote vodozahvata na 1200 mnm do kote mašinske zgrade na koti 1100 mnm i
- od kote vodozahvata na 1100 mnm do kote mašinske zgrade na koti 980mnm

Na podužnom profilu rijeke Bukovice prikazane su dionice sa mogućim varijantama vodozahvata i mašinskih zgrada.



Podužni profil Bukovice do Pridvorice

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 izučene do nivoa kada se može pouzdano odrediti prosječna 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 – prosječni 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 neizbježni 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 umanjuje 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 prelivovi 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 $Q_{sr} < Q_{ins} < 1.5 \times Q_{sr}$.

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.

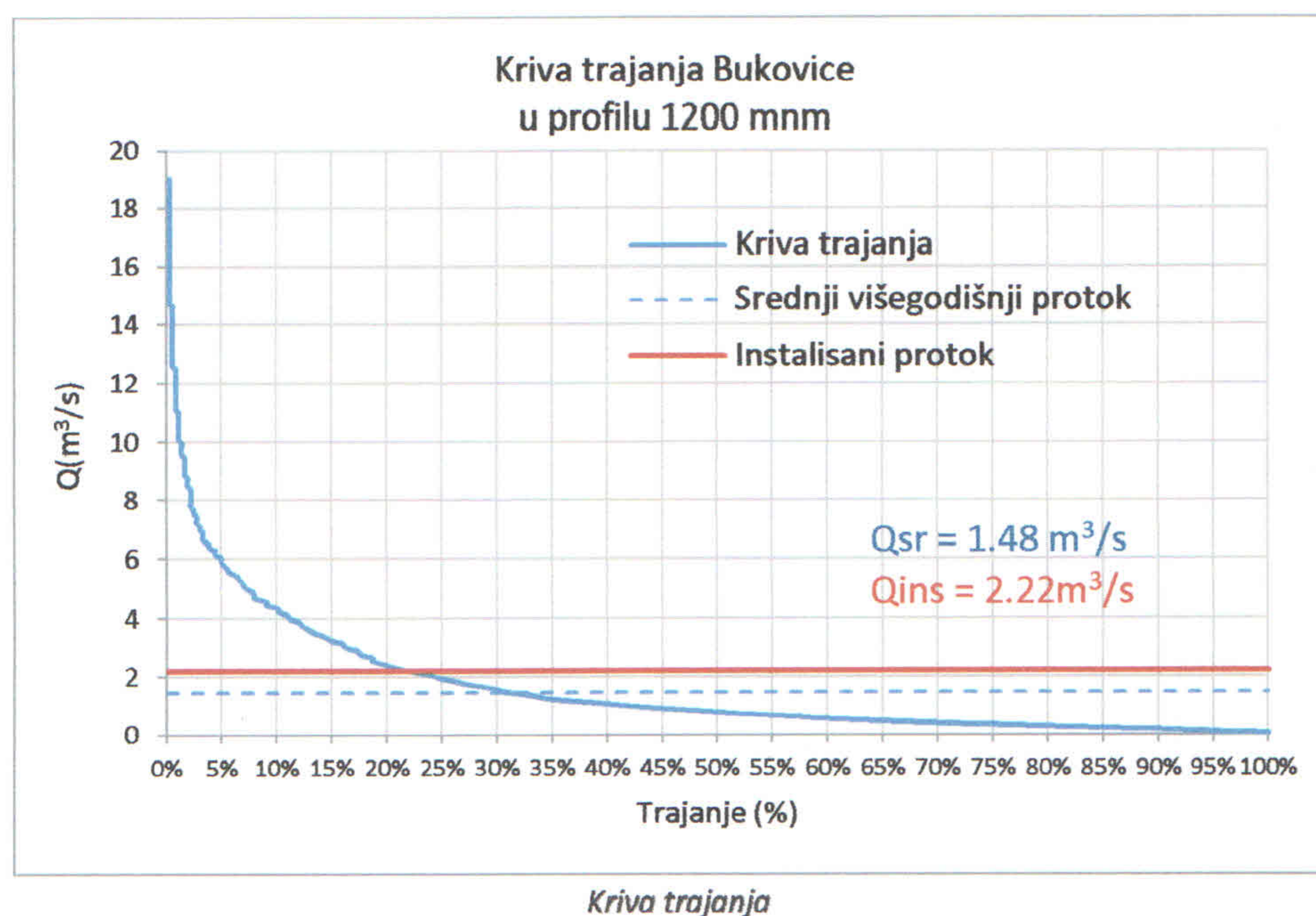
Izraz za proračun snage, koji smo koristili u ovom radu je $N = 8 \cdot Q \cdot H$ (MW).

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 Bukovici. 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.

Kriva trajanja u profilu vodozahvata broj dva na koti 1180 mnm, prikazana je na grafiku koji slijedi



Neiskorišćene vode traju oko 23%, ili prosječno 80 dana godišnje.

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

Gruba, preliminarana analiza hidropotencijala Bjelojevičke rijeke

Trajanje	(%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	23	0
	(dan)	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	91.3	84.0	0.0
Neto pad H_{nt}	(m)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.051	0.125	0.179	0.196	0.279	0.380	0.420	0.500	0.537	0.656	0.776	0.895	1.020	1.300	1.490	1.970	2.22	2.22
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.088	0.152	0.188	0.238	0.330	0.400	0.460	0.519	0.597	0.716	0.836	0.958	1.160	1.395	1.730	2.095	2.220	
Snaga N	(kW)	52.8	91.2	112.5	142.5	197.7	240	276	311.1	357.9	429.6	501.3	574.5	696	837	1038	1257	1332	
Snaga N	(MW)	0.053	0.091	0.113	0.143	0.198	0.240	0.276	0.311	0.358	0.430	0.501	0.575	0.696	0.837	1.038	1.257	1.332	
Prištačaj Vremena	(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	18.3	7.3	84.0	
Prištačaj 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	438.0	175.2	2014.8	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	23.13	39.95	49.28	62.42	86.59	105.1	120.9	136.3	156.8	188.2	219.6	251.6	304.8	366.6	454.6	220.2	2684	
Sumarna energija E	(GWh)	0.023	0.063	0.112	0.175	0.261	0.366	0.487	0.624	0.780	0.969	1.188	1.440	1.745	2.111	2.566	2.8	5.5	

Snaga 1.332 MW Sumarna energija 5.5 GWh

Rijeka Bukovica - II varijanta

KGV 1100 mm - KDV 980 mm

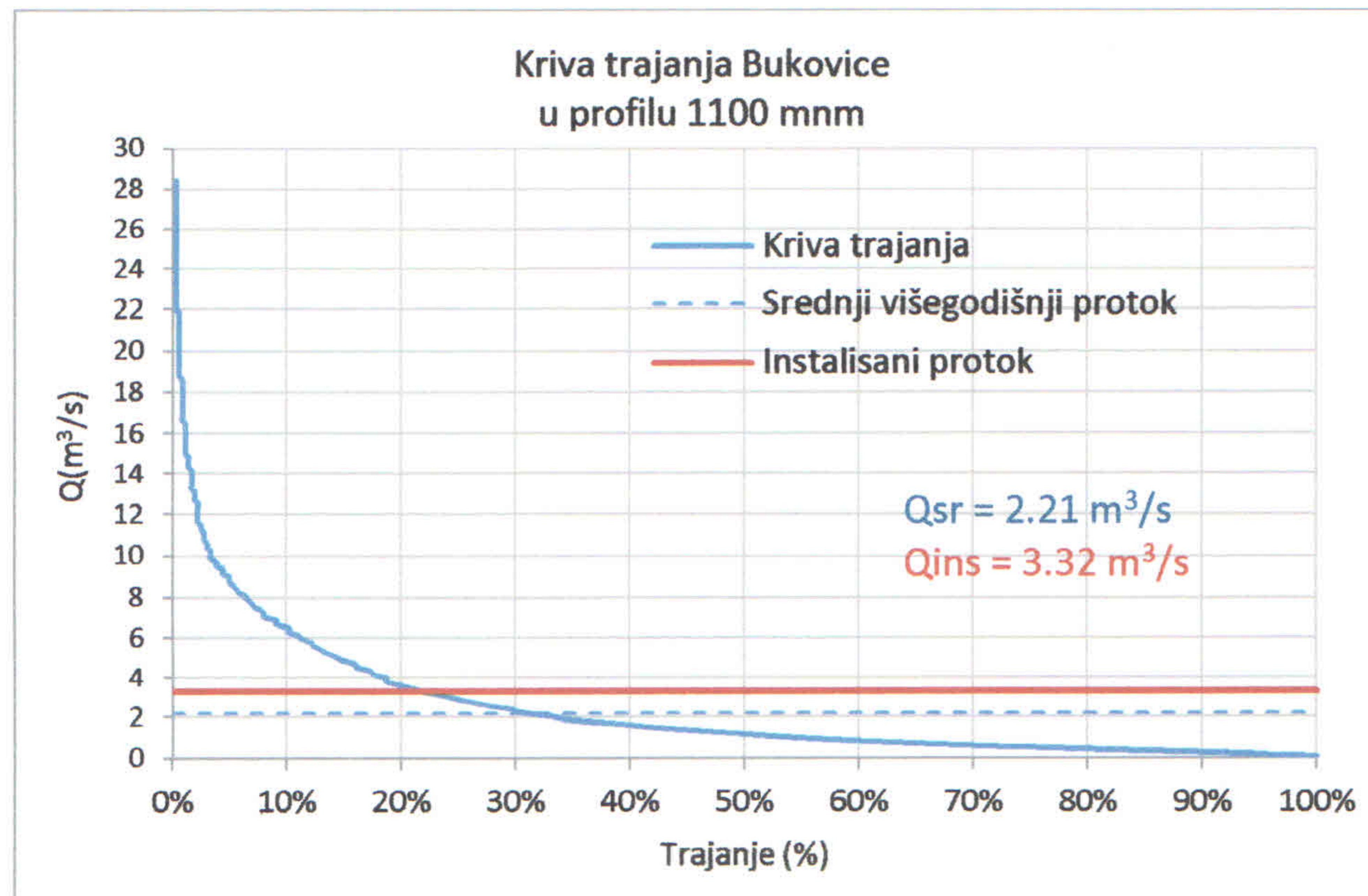


Pregledna karta sa kotama gornje i donje vode i dužinom derivacije
R 1:50 000

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1100mm
- KDV: 980 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1100 - 980 = 120 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 3.1 \text{ km}$
- Pretpostavljeni gubici 20%
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.20 \times H_{br} = 96 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 2.21 \text{ m}^3/\text{s}$
- Koeficijent instalisanosti $k=1.5$
- $Q_{inst} = 1.5 \times Q_{sr} = 3.32 \text{ m}^3/\text{s}$

Kriva trajanja Bukovice u profilu prvog vodozahvata na koti 1100 mnm.



Neiskorišćene vode traju oko 22%, ili prosječno 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	25	22	0
	(dan)	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	91.3	80.3	0.0
Neto pad H_{nt}	(m)	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.081	0.200	0.286	0.314	0.446	0.600	0.714	0.749	0.802	0.980	1.159	1.340	1.510	1.870	2.320	2.940	3.32	3.32
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.141	0.243	0.300	0.380	0.523	0.657	0.732	0.776	0.891	1.070	1.250	1.425	1.690	2.095	2.630	3.130	3.320	
Snaga N	(kW)	107.9	186.6	230.4	291.8	401.7	504.6	561.8	595.6	684.3	821.4	959.6	1094	1298	1609	2020	2404	2550	
Snaga N	(MW)	0.108	0.187	0.230	0.292	0.402	0.505	0.562	0.596	0.684	0.821	0.960	1.094	1.298	1.609	2.020	2.404	2.550	
Prišta 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	18.3	11.0	80.3	
Prišta 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	438.0	262.8	1927.2	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	47.26	81.74	100.9	127.8	175.9	221	246.1	260.9	299.7	359.8	420.3	479.3	568.5	704.7	884.7	631.7	4914	
Sumarna energija E	(GWh)	0.047	0.129	0.230	0.358	0.534	0.755	1.001	1.262	1.561	1.921	2.341	2.821	3.389	4.094	4.979	5.6	10.5	

Snaga 2.55 MW Sumarna energija 10.5 GWh