



Crna Gora
ZAVOD ZA HIDROMETEOROLOGIJU
I SEIZMOLOGIJU

Broj 01-1654

Podgorica, 10.06 2015 god.

Gruba, preliminarana analiza hidropotencijala Sjevernice

Od kote vodozahvata na 460 mnm do kote mašinske zgrade na koti 416 mnm i
od kote vodozahvata na 320 mnm do kote mašinske zgrade na koti 300mnm

Obradivači:

Mirjana Popović dipl.ing.građ

Nevzeta Alilović dipl.ing. građ

Direktor:

mr Luka Mitrović, dipl.geog

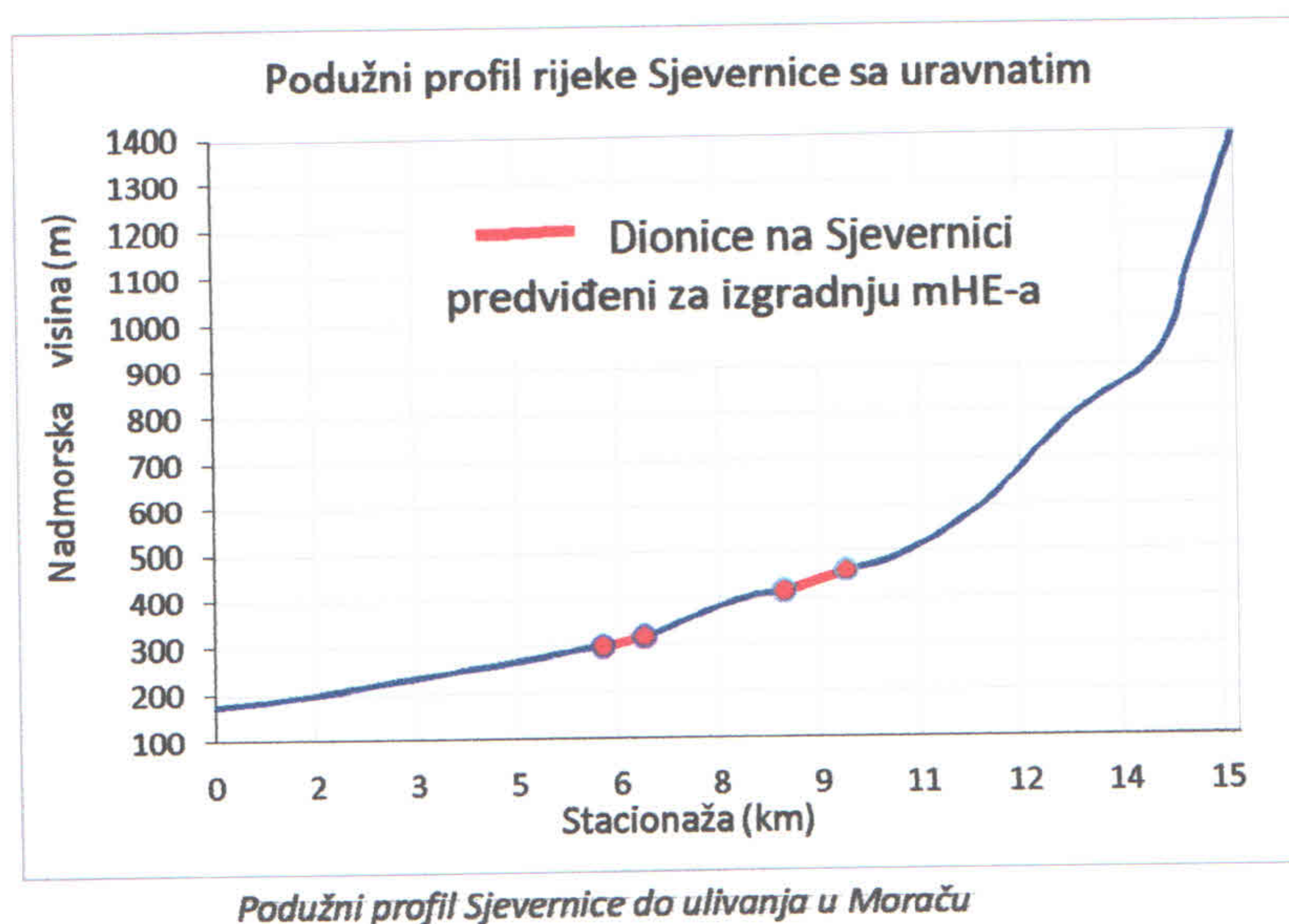


Uvod

Ova analiza urađena je na osnovu Zahtjeva firme „Nordic Energy Potencijal“ (broj 01/1146 od 24.04.2015 g.) kojim se traži gruba, preliminarna procjena hidropotencijala Sjevernice na sledećim dionicama:

- Od kote vodozahvata na 460 mnm do kote mašinske zgrade na koti 416 mnm i
- Od kote vodozahvata na 320 mnm do kote mašinske zgrade na koti 400mnm

Na podužnom profilu Sjevernice do ulivanja u Moraču prikazane su dionice na kojima su predviđeni vodozahvati i mašinske zgrade navedeni u zahtjevu.



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 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 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 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).

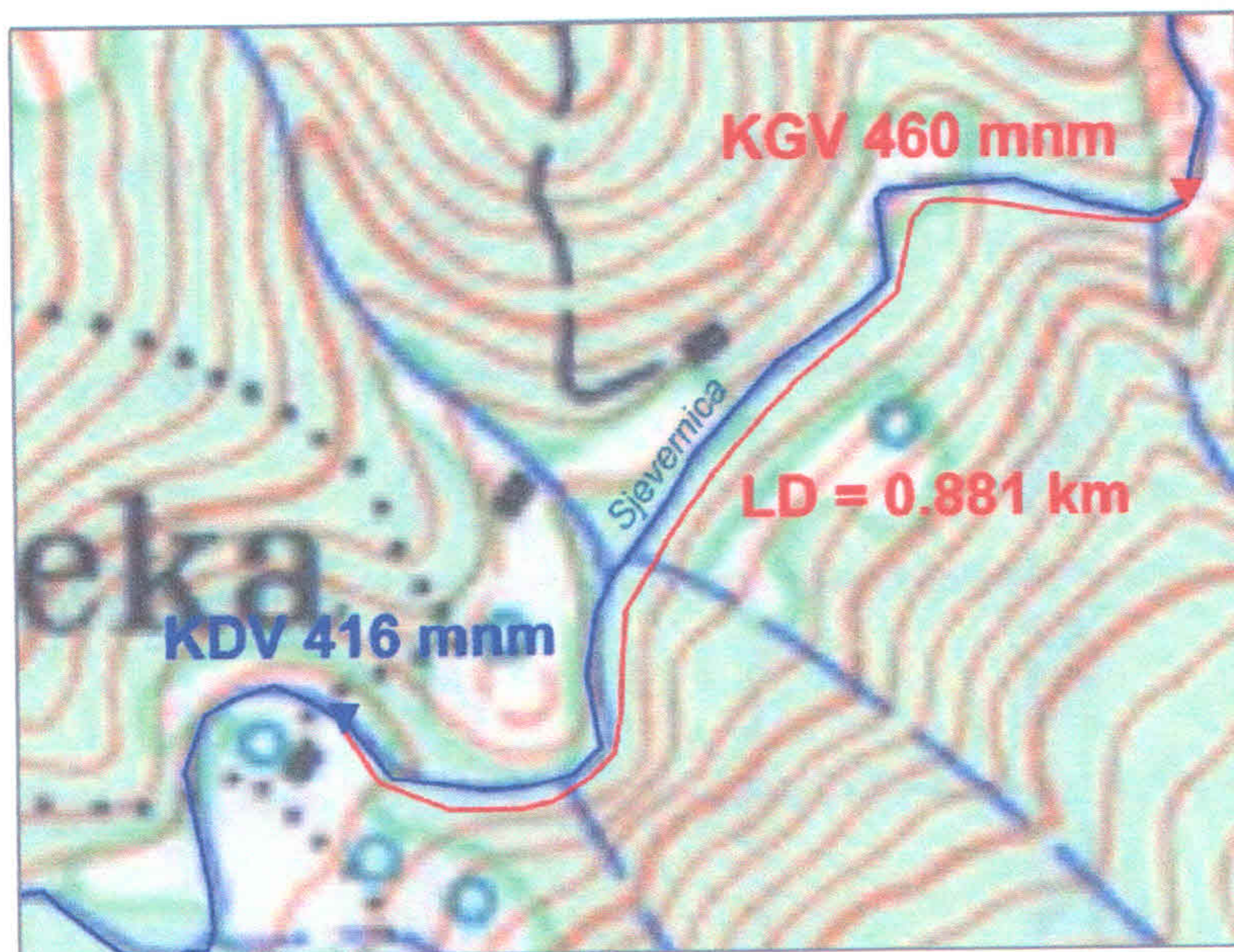
Ovakav pristup proračunu je bio nametnut jer, na raspolaganju nismo imali nikakav koncept energetskeg iskorišćenja.

U nastavku ovog rada prikazaćemo okvirno proračun snage i energije za analizirane profile na Sjevernici. 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.

Sjevernica

KGV 460 mm - KDV 416 mm

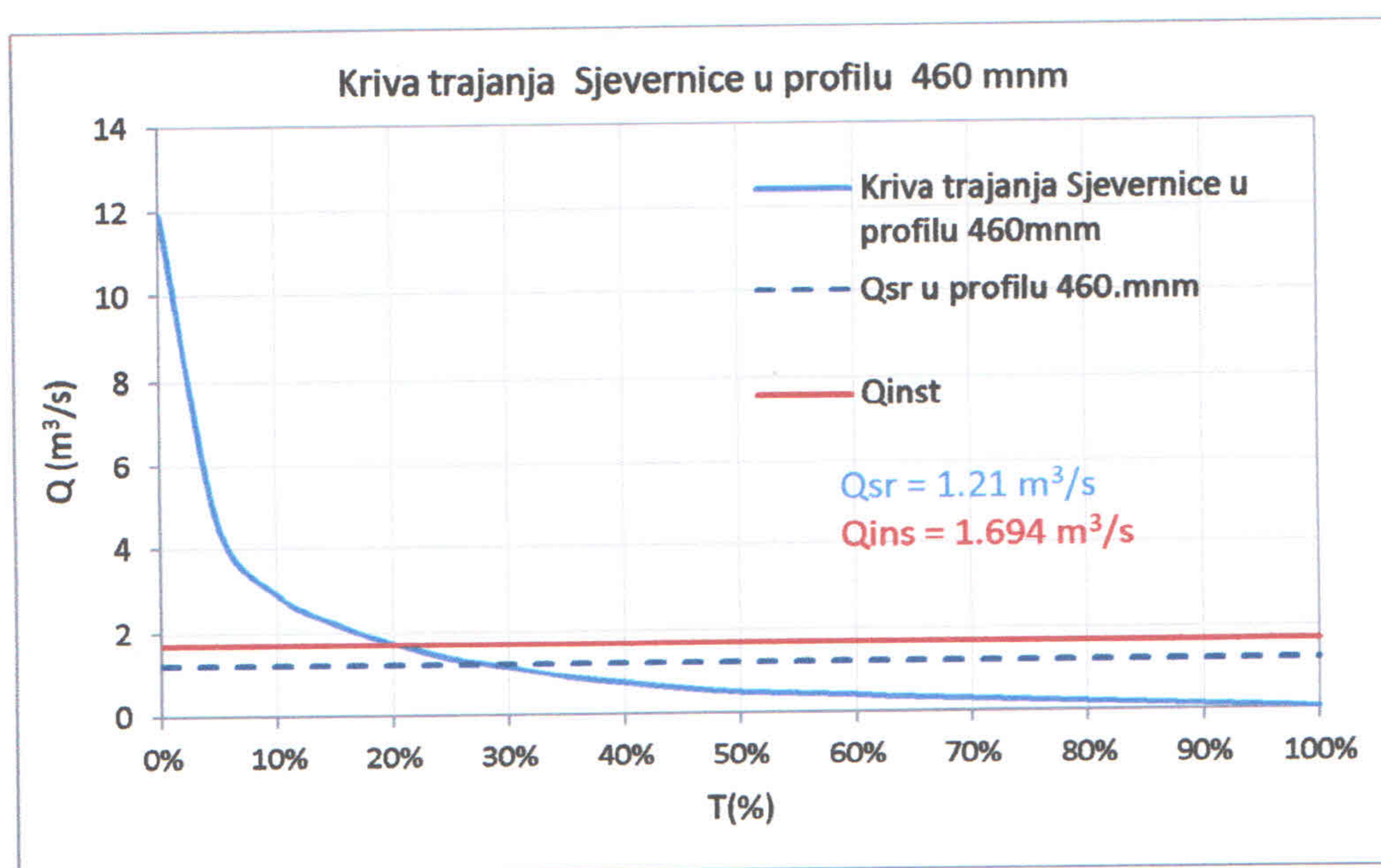


Pregledna karta sa kotama gornje i donje vode i dužinom derivacije
R 1:50 000

Parametri potrebni za proračun su:

- KGV: 460 mm
- KDV: 416 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 460 - 416 = 44 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 0.870 \text{ km}$
- Pretpostavljeni gubici 10%
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.10 \times H_{br} = 39.6 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 0.121 \text{ m}^3/\text{s}$
- Koeficijent instalisanosti $k=1.4$
- $Q_{inst} = 1.4 \times Q_{sr} = 1.694 \text{ m}^3/\text{s}$

Kriva trajanja trajanja Sjevernice u profilu prvog vodozahvata na koti 460 mm.



Neiskorišćene vode traju oko 20%, ili prosječno 73 dana godišnje.

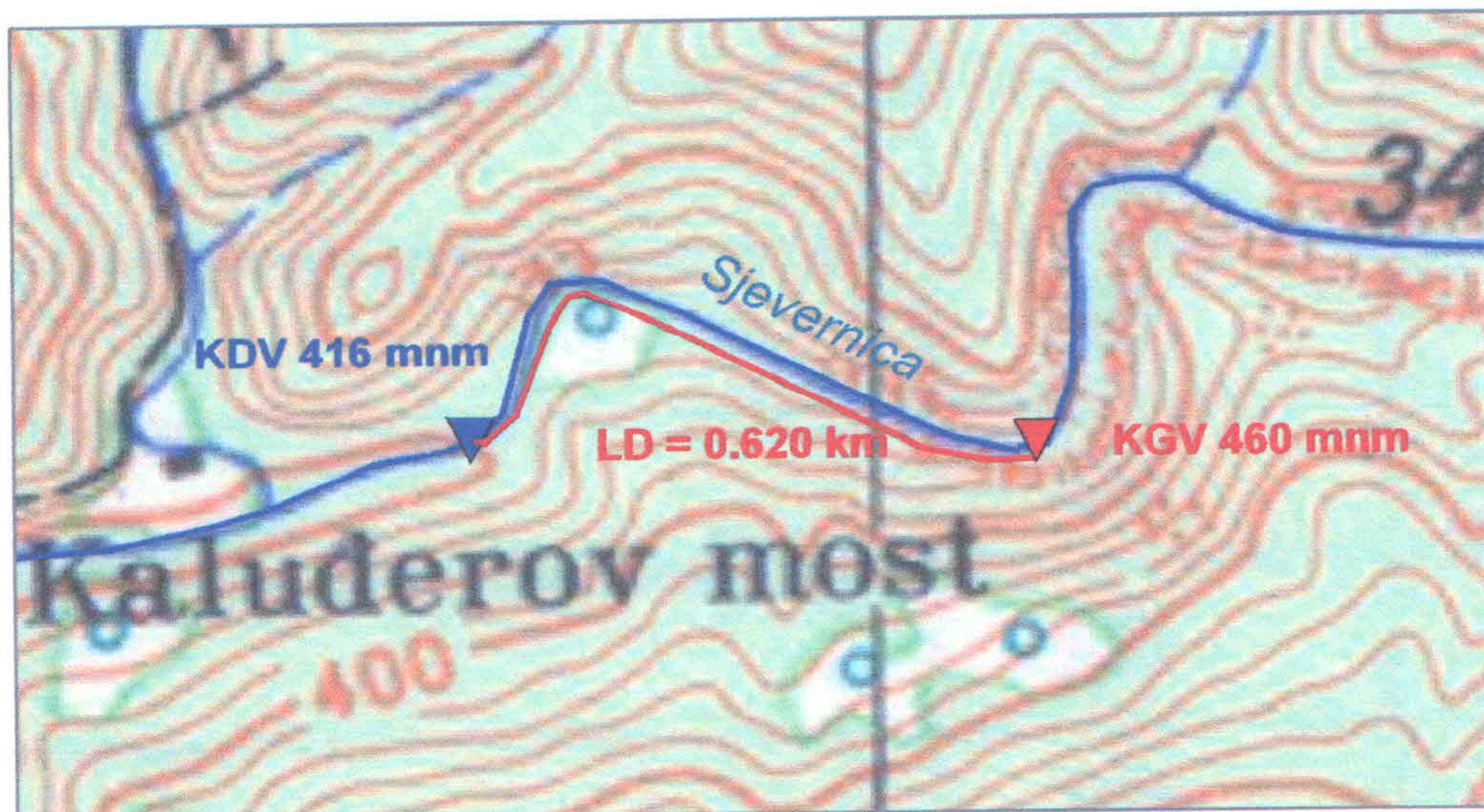
Sa raspoloživom krivom godišnjeg trajanja protoka i ostalim ulaznim parametrima proračun je prikazan u sledećoj tabeli.

Trajanje	(%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20
	(dani)	365	347	329	310	292	274	256	237	219	201	183	164	146	128	110	91	0
Neto pad H_{nt}	(m)	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6	39.6
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.040	0.111	0.150	0.189	0.226	0.266	0.309	0.348	0.423	0.469	0.511	0.597	0.745	0.896	1.138	1.364	1.690
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.076	0.131	0.170	0.207	0.246	0.287	0.328	0.385	0.446	0.490	0.554	0.671	0.821	1.017	1.251	1.527	
Snaga N	(kW)	24.0	41.5	53.7	65.7	77.9	90.9	104.0	122.0	141.2	155.2	175.5	212.6	260.0	322.3	396.4	483.7	
Snaga N	(MW)	0.024	0.041	0.054	0.066	0.078	0.091	0.104	0.122	0.141	0.155	0.175	0.213	0.260	0.322	0.396	0.484	
Prištištaj Vremena Δt	(dana)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	91
Prištištaj Vremena Δt	(časova)	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	2184
Parcijalna energija E_p	(MWh)	10.38	17.92	23.21	28.39	33.64	39.28	44.91	52.72	61.01	67.05	75.81	91.83	112.3	139.2	171.2	1056	
Sumarna energija E	(GWh)	0.010	0.028	0.052	0.080	0.114	0.153	0.198	0.250	0.311	0.379	0.454	0.546	0.658	0.798	0.969	2.025	

Snaga 0.484 MW Sumarna energija 2.025 GWh

Sjevernica

KGV 320mm - KDV 300 mnm

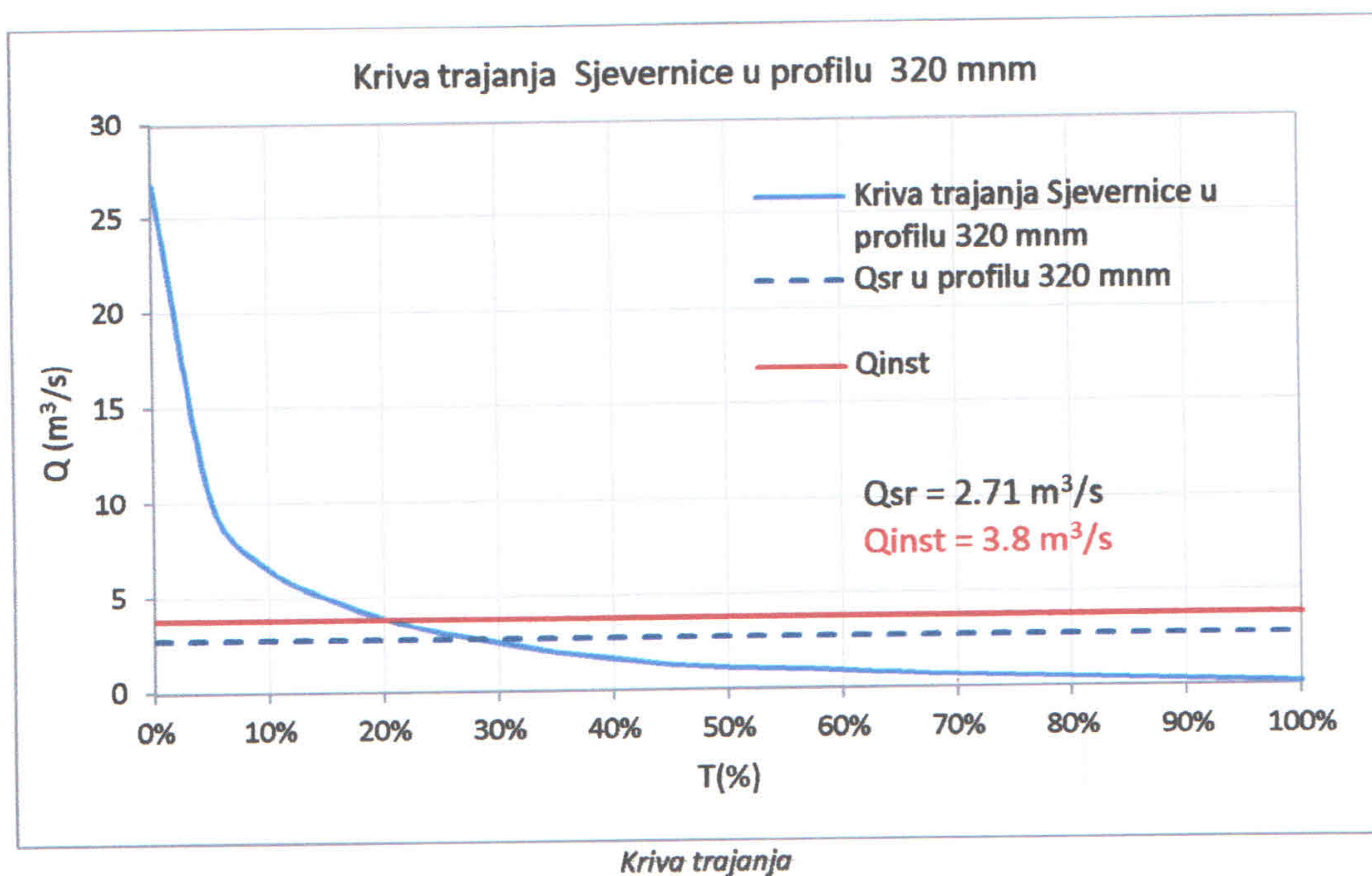


Pregledna karta sa kotama gornje i donje vode i dužinom derivacije
R 1:50 000

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 320 mnm
- KDV: 300 mnm
- Bruto pad: $H_{br} = 320 - 300 = 20 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 0.620 \text{ km}$
- Pretpostavljeni gubici 8%
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.08 \times H_{br} = 18.4 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 2.71 \text{ m}^3/\text{s}$
- Koeficijent instalisanosti $k=1.4$
- $Q_{inst} = 1.4 \times Q_{sr} = 3.8 \text{ m}^3/\text{s}$

Kriva trajanja u profilu vodozahvata broj dva na koti 320 mnm, prikazana je na grafiku koji slijedi



Neiskorišćene vode traju oko 20%, ili prosječno 73 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	20
	(dani)	365	347	329	310	292	274	256	237	219	201	183	164	146	128	110	91	0
Neto pad H_{nt}	(m)	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
Protok Q_s	(m^3/sec)	0.09	0.25	0.34	0.42	0.51	0.59	0.69	0.78	0.95	1.05	1.14	1.34	1.67	2.01	2.55	3.05	3.8
Srednji protok Q_{sr}	(m^3/sec)	0.17	0.295	0.38	0.465	0.55	0.64	0.735	0.865	1	1.095	1.24	1.505	1.84	2.28	2.8	3.425	
Snaga N	(kW)	25.0	43.4	55.9	68.4	81.0	94.2	108.2	127.3	147.2	161.2	182.5	221.5	270.8	335.6	412.2	504.2	
Snaga N	(MW)	0.025	0.043	0.056	0.068	0.081	0.094	0.108	0.127	0.147	0.161	0.183	0.222	0.271	0.336	0.412	0.504	
Prištačaj Vremena Δt	(dana)	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	91
Prištačaj Vremena Δt	(časova)	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	2184
Parcijalna energija E_p	(MWh)	10.8	18.8	24.2	29.6	35.0	40.7	46.7	55.0	63.6	69.6	78.9	95.7	117.0	145.0	178.1	1101.1	
Sumarna energija E	(GWh)	0.011	0.030	0.054	0.083	0.118	0.159	0.206	0.261	0.324	0.394	0.473	0.568	0.686	0.830	1.009	2.110	

Snaga 0.504 MW Sumarna energija 2.110 GWh