

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD CRNE GORE
-Hidrološki sektor-

**Preliminarna (gruba, aproksimativna, orijentaciona) obrada
hidropotencijala na pritokama glavnih vodotoka Pive i Lima, malih, mini ili
mikro (mHE) u Crnoj Gori**

Odgovorni obrađivač:
mr Milan Bošković, dipl.inž.građ.

Obrađivači:
Nevzeta Alilović, dipl.inž.građ.
Mirjana Popović, dipl.inž.građ.

Saradnici:
Slavica Micev, dipl.met.
Novak Darmanović, hydr.teh.
Časlav Mašković, hydr.teh.

Direktor:

Mr Luka Mitrović,

Septembra, 2008. god.
P o d g o r i c a

1. Uvod

“U bivšoj jugoslovenskoj javnost je dugi niz godina važilo mišljenje o našem, velikom energetske bogatstvu. Energetske vrijednosti bivše zajedničke države su po glavi stanovnika bile 49 puta manje nego SSSR-u, 21 put manje nego u SAD, 18 puta manje nego u svim razvijenim zemljama Svijeta, te šest puta manje od svjetskog prosjeka“. (B. Djordjević, *Iskorišćenje vodnih snaga – Osnove hidroenergetskog korišćenja voda*, Beograd, 1981.)

Taj prosjek ozbiljno narušava Crna Gora raspolažući istim potencijalom domicilnih voda kao Srbija, Hrvatska i Slovenija, te dvostruko većim od Makedonije. Jedino Bosna i Hercegovina ima duplo više vodnog potencijala od Crne Gore, ali sa gotovo četiri puta veće teritorije.

Veliki energetske deficit koji postoji u Crnoj Gori može se riješiti samo izgradnjom velikih sistema obnovljivih vidova energije (hidropotencijala, te energija sunca, vjetra, biomase i td.). U Crnoj Gori izgradnjom malih postrojenja za korišćenje hidropotencijala, deficit ne može biti u potpunosti riješen. On može biti samo ublažen. Isti može biti prevaziđen samo izgradnjom velikih sistema, za sada na Morači i Pivi. Što se brže sa njihovom realizacijom krene utoliko bolje, jer je potražnja za energijom imperativ svega, a urbanizacija odnosno zaposjednutost rečnih dolina svakim danom sve veća.

Da bi se ovaj deficit ublažio krenulo se sa odabirom energetske profila u slivu Lima i Pive i osnivanjem hidroloških stanica. Za prvu fazu odabrano je 15 mjernih profila. Obezbijedena je savremena oprema za daljinski prenos podataka (vodostaja), u realnom vremenu, u prostorijama Zavoda. Sve u cilju sagledavanja objektivnih pretpostavki o kvantitativnim karakteristikama za ove odabrane profile. Time su stvoreni uslovi da se na tender za dodjelu koncesija (projektovanje , izgradnja i eksploatacija 30 godina hidropotencijala na tim pritokama) ide sa konkretnim podacima, o izdašnosti tih pritoka. U nedostatku istih išlo se gotovo potpuno proizvoljno, čak i bez navođenja institucija i obrađivača tih podataka.

Srećna je okolnost da se na ponovljeni Tender, ne ide improvizacijama, već prezentacijama konkretnih podataka. Taj dio obaveza je HMZ svojski odradio.

U decembru 2007 godine Hidrometeorološki zavod je završio i predao Ministarstvu ekonomije elaborat "**Hidrološka obrada za profile malih, mini, mikro (mHE) na pritokama glavnih vodotoka u Crnoj Gori**". Elaborat se odnosio, kao što smo rekli na, prvi kontigent, pritoke u slivu Pive i Lima, (6 na Pivi i 9 na Limu).

Istražni radovi su trajali, uglavnom i više od 15 mjeseci, izvršeno je po 15 hidrometrijskih mjerenja na osnovu kojih su sastavljene krive protoka i dobijeni srednje dnevni proticaji za osmatrani period. Izračunate su krive trajanja srednje dnevnih proticaja i date hidrografske i fizičkogeografske karakteristike vodotoka. Odluka obrađivača da osmatrani period svede na kalendarsku godinu sada se pokazao kao ispravan jer nam je omogućio da sračunamo godišnju proizvodnju energije što se smatra standardom za ovu vrstu obrade.

Sada se od Zavoda traži da izvrši orijentacionu procjenu hidropotencijala na tim mjernim profilima. Zavod u svojoj osnovnoj djelatnosti to ne radi. Ako investitor – Ministarstvo za ekonomski razvoj pri Vladi Crne Gore, te podatke koristi za internu upotrebu, bez njihove prezentacije na tender, onda je ovaj rad odgovorio svojoj namjeni

I za kraj ovog Uvoda, moramo istaći da su korekcije krivih trajanja u osnovnom Elaboratu, ostale korigovane za 30% na Pivi, odnosno 20% na Limu. Ipak, nakon temeljitije analize, ostali smo na strani sigurnosti, što smo predložili tu korekciju 15% na Pivi, odnosno 10% na Limu. Podsjetimo, ove korekcije su bile nužne, jer je period obrade za prvi kontigent mjernih profila; polovina 2006. - polovina 2007. godine, bio najmanje sušan za navedene procenete, u odnosu na njegove kvantile za višegodišnji period, što je bilo veoma važno.

2. Osnovne teorijske postavke o hidropotencijalima

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. I, što je posebno važno, da je zaoštavanje u iscrpljenosti energetske resursa, naraslo do te mjere da biva glavna razvojna i najvitalnija komponenta, možda čak i biološkoga opstanka na našoj planeti.

U najopštijem smislu snaga hidroenergije nekog vodotoka može se izraziti kao

$$N = \gamma \cdot Q \cdot H \quad \text{odnosno, } N = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H ,$$

Izrazimo to u dimenzionalnom obliku,

$$N = 1000 \left(\frac{kg}{m^3} \right) \cdot g \left(9,81 \frac{m}{sec^2} \right) \cdot Q \left(m^3/sec \right) \cdot H (m) \quad \text{ili,}$$

$$N = 9810 \cdot Q \cdot H \left(\frac{kg \cdot m^2}{sec^3} \right) , \quad \text{kako je}$$

$$1N (Njutn) = \frac{kg \cdot m}{sec^2} \quad \text{to se ima za snagu}$$

$$N = 9810 Q \cdot H \left(\frac{N \cdot m}{sec} \right) \quad \text{jer je } N \cdot m = J (džul)$$

$$\text{a } \frac{J}{s} = W (\text{vat}) \quad \text{to je definitivno izraz za snagu}$$

$N = 9810 \cdot Q \cdot H (W)$ odnosno $N = 9,81 \cdot Q \cdot H (KW)$ i to bi u teoretskom smislu bila neka bruto snaga. Kako su mjerne jedinice (W) pa i (KW) relativno male, to se u našoj hidrotehničkoj praksi koriste veći prefiksi :

za snagu teravat, gigavat i megavat

za energiju teravatčas, gigavatčas i megavatčas ili,

$$1TW = 10^3 GW = 10^6 MW = 10^9 KW \quad \text{odnosno,}$$

$$1TWh = 10^3 GWh = 10^6 MWh = 10^9 KWh.$$

Znači - snaga definiše brzinu iskorišćenja energije, ili diferencijal energije po vremenu, ili bolje rečeno energija je integralna kriva krive snage u funkciji vremena, a ona je uobičajeno jedna godina, jer se svi bilansi godišnje proizvedene energije računaju u godišnjem okviru.

Ukoliko se razmatra dovoljno kratak interval vremena, u toku kojeg se vrijednost energije može smatrati konstantom, snaga se može definisati i kao energija u jedinici vremena. Bilo je to kratko podsjećanje na neke teoretske postavke snage i energije.

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

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:

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

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.

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).

Koeficijent korisnog dejstva η se sastoji od multiplikacije tri koeficijenta

$$\eta = \eta_{\text{turb.}} \times \eta_{\text{gener.}} \times \eta_{\text{transf.}}$$

Sada se postavlja pitanje odabira neto pada H_{NT} . On 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 preliivi ogromni a sa njima i veliki gubitak energije i očekivane dobiti, što se apsolutno ne želi,
instalisana snaga (aritmetička suma ukupnih snaga generatora),
instalisani proticaj Q_i - predstavlja maksimalni proticaj koji HE može da koristi u normalnom pogonu imajući u vidu propusnu moć postrojenja.

Vrlo su česti sjučajevi kada pojedini autori energiju izražavaju i preko zapremine, jer kada se protok $Q(\text{m}^3/\text{sec.})$ pomnoži sa vremenom dobija se zapremina $V(\text{m}^3)$ a preko neto pada H_n , sa prosječnim koeficijentom korisnog dejstva k.k.d. (η) ima se:

$$E = V \cdot H_n \cdot \eta / 367 \text{ (Kwh)}, \text{ odnosno } E = V \cdot H_n \cdot \eta / 470 \text{ (Kwh)}, \text{ za neto energiju.}$$

Kako ova procedura uglavnom važi za akumulacione HE, prvo potpisani ovih radova ju je temeljito primijenio u svom Magistarskom radu, (*Optimizacija*

višenamjenskog vodoprivrednog sistema, sa akumulacionim basenom, uz primjenu estimatora hidrološkog ulaza), na primjeru čeone akumulacije „Andrijevića“ na Limu i njenog donjeg kompezacionog bazena „Lukin Vir“. Rad je uspješno odbranjen maja 1985. na fakultetu Građevinskih znanosti Sveučilištu u Zagrebu.

3. Neke konceptijske dileme

Obrađivači ovog rada, bez želje da prejudiciraju bilo kakvo rešenje, odlučili su se da u svim slučajevima pretpostave da se radi o derivacionim hidroelektranama, obzirom da će, sasvim izvjesno, njih biti i najviše.

Kako se iz pomenutog elaborata može vidjeti (godišnjaci protoka za mjerne profile) srednji godišnji protoci kreću se od $0.277 \text{ m}^3/\text{s}$ na Veličkoj rijeci, pa do $2.92 \text{ m}^3/\text{s}$ na rijeci Grlji. Iz teorije je jasno da tamo gdje imamo male protoke a velike padove uobičajeno je da se rade derivacioni tipovi HE, iako decidnija granica između njih nikada nije postojala, pa su krajnje opredeljenje, najčešće, odlučivale dodatne ekonomske i ostale analize.

Konačnu odluku o tome koji tip hidroelektrane usvojiti, za pojedine vodotoke, treba da da posebna energetska obrada sa mogućim tehničkim rešenjima, uz odgovarajuću ekonomsku analizu. To, svakao, prevazilazi okvire ovoga rada.

Proglašenjem Crne Gore ekološkom državom, sada se posve zaslužno, pored energetike i ekonomije uvodi i ekologija kao treća komponenta. To suštinski znači, odlučujuću ulogu će da odigraju, apsolutno ravnopravno, u prenosnom značenju "3E" – energetika, ekonomija, ekologija. Uz jedan neprevaziđen uslov; raspolagati valjanim i relevantnim kriterijumima koji će se poštovati. Što se ekonomije tiče u nju nijesmo zalazili, iako se zna za koeficijente vrijednosti hidroelektrana, uglavnom za velike sisteme, veoma reprezentativan parametar za ocjenu opravdanosti izgradnje hidroenergetskih postrojenja i, što je posebno važno, određivanja ranga prioriteta u redosledu njihove izgradnje. Suština je u upoređivanju dobiti HE, od proizvodnje energije, garantovane i raspoložive vršne snage i ostalih ne energetskih koristi, sa troškovima izgradnje HE i valorizacijom ušteda usled ispadanja iz sistema ne obnovljivih izvora, prevashodno, energije iz termoelektrana. Dalje ovu proceduru obrazlagati, smatramo ne potrebnom, uz napomenu da je ona dosta duga, zametna i iziskuje veliki broj podataka, posebno za aktueliziranu - valorizovanu cijenu HE na kraju njenog vijeka trajanja (uobičajeno 50 god.) i tome slično. Izuzetno je mala vjerovatnoća da će koncesionari slijediti ovaj postupak, već će konfigurativni sklop postrojenja određivati sami, preko konsultantskih ili projektantskih kuća koje budu sami birali.

U ostalom, prema "Javnom pozivu zainteresovanim investitorima za dodjelu koncesija po kombinovanom **DBOT** aranžmanu za istraživanje vodotoka i izgradnju mHE, u Crnoj Gori", oni na to imaju apsolutno pravo. U tom dokumentu nude se 43 mHE, sa pripadnošću: 2 u reonu akumulacije "Piva", 3 na Komarnici, 20 na Limu, region Plava, 3 na Limu, opština Bijelo Polje, 6 na Morači, 1 na Ibru, 3 na Tari, 2 na Čehotini, 1 na Zaslavnici, region Grahova, 1 na Zeti, 1 na Gračanici i 1 na Grahovskom jezeru. Da odmah istaknemo taj kontingent nije u saglasju sa 30 lokaliteta, koji se hidrološki istražuju (HMZ CG), prema donaciji norveške Vlade.

I da podsjetimo, realizacija ugovora o Koncesijama će se ostvarivati u sljedećih 5 faza;

- *I faza* – Istražni radovi, izrada Idejnog rješenja optimalnog korišćenja vodotoka i određivanje lokacija i parametara mHE, sa izradom Prethodne studije opravdanosti, rok 24 mjeseca.
- *II faza* - Izrada Projektne dokumentacije i pribavljanje građevinske dozvole, rok 12 mjeseci.
- *III faza* - Izgradnja objekata i postrojenja mHE, pribavljane vodne upotrebne dozvole i licence za proizvodnju električne energije, rok 24 mjeseca.
- *IV faza* - Eksploatacija objekata, rok 30 godina.
- *V faza* - Prenos objekata u vlasništvo države, po isteku Koncesionog ugovora.

Ili kraće rečeno: istraži, isprojektuj, izgradi, eksploatiši, vrati.

Što se tiče preliminarne bilansa raspoložive energije i odgovarajuće snage potencijalnih lokaliteta za male, mini i mikro hidroelektrane (mHE), Elektroprivreda raspolaže sa podacima za čak 70 lokaliteta. U tom dokumentu je eksplicitno navedeno da je ukupna snaga za sve njih, gotovo nevjerovatnih, 232 MW a dobijena godišnja energija čak 644 GWh. Nama kao obrađivačima ovog rada, bez pretenzija da ulazimo u bilo kakvu analizu tog dokumenta, jer nikakvih dokaznica nema, se čini da su te vrijednosti pretjerano velike, pogotovo što je većina njih dobijena uglavnom bez ikakvih mjerenih hidroloških podataka. Uz to još, se nigdje ne navode Institucije koje su to radile, njihovi obrađivači, za koga je i kada to radjeno.

Ako se malo detaljnije zadje u taj dokument (jedna jedina tabela, sa kartom Crne Gore), možemo konstatovati da je bilo predviđeno 70 mHE, bez 7 postojećih koje su još uvijek u pogonu. Po lokalitetima, sa ukupnom snagom (MW) i ukupnom energijom (GWh) bilo bi: 6 mHE u slivu Pive, N = 23,5 MW i E = 81,6 GWh; jedna na Čehotini (Otilovići), N = 3,95 MW i E = 12,7 GWh; jedna na Bjelopoljskoj Bistrici, N = 4,1 MW i E = 26,7 GWh; 19 u slivu Lima (potez Zlorečica – Lješnica),

N = 67,8 MW i E = 175,3 GWh; 15 na Limu u reonu Plava, N = 45,5 MW i E = 135,6 GWh; 17 u slivu Komarnice, N = 50,6 MW i E = 116,6 GWh; pet u slivu Zete, N = 11,2 MW i E = 49,9 GWh; i šest u slivu Morače, N = 27,8 MW i E = 57,7 GWh. Tu se samo navode lokaliteti sa nazivima postrojenja mHE, pripadni vodotoci, medju kojima većinu ne možemo ni na karti ponaći. Uz to, ilustracije radi na jednoj malenoj Bijeloj je bilo predviđeno čak tri postrojenja, na Bukovici, nevjerovatnih šest, tri na Vrbnici, dva na malenom Mratinjskom Potoku, koji čak i presušuje, četiri na Komarači, tri na Ibrištici, tri na Kaludarskoj Rijeci, tri na Djuričkoj Rijeci, i dalje da ne nabrajamo.

Kao što se da zapaziti diskrapanca izmedju broja potencijalnih lokaliteta koji bi mogli ići na tender, prema ta dva Dokumenta je prevelika, samo u kvantitativnom iznosu ona iznosi 27, uprkos činjenici da ih ima istovremeno navedenih u obadva. Neko naše vidjenje je da bi optimalan broj tih hidroenergetskih profila za mHE, na pritokama glavnih vodotoka u Crnoj Gori mogao biti maksimalno negde oko 50.

Što se energetike tiče tu smo napravili odredjeni pomak, ako ništa drugo imali smo, za navedeni period hidroloških istraga, pored bilansa protoka i valjanu krivu trajanja, za period i duže od godine dana. Kada je u pitanju ekologija vodjeni smo poznatom „krilaticom“ – svaka je HE najmanje onoliko dobra koliko svojim stupanjem u EES, iz njega uspije da trajno izbaci, makar, dio energije proizvedene u termoelektranama. Tako su nas godinama učili, tako još uvijek mislimo i pri tome ostajemo i u buduće.

Uz navedeno, od podloga smo imali samo još georeferencirane topografske karte 1: 25.000 i praktično, bilo je to sve.

Odmah, na startu, se postavilo pitanje kako usvojiti instalisani protok (Q_i). Teoretski postupak se zna; izvršiti „simulaciju“ za najmanje tri znalački odabrane vrijednosti za Q_i i vrednovati ih po nekom upravljačkom kriterijumu, a njih može biti više, nakon čega se optimum brzo nameće. Za primjer uvedimo sledeće oznake:

P – fizčki obim proizvodnje, u našem slučaju energije,

D – bruto prihod, R – bruto rashod, $d=D-R$ – čist prihod, itd.

Ovi efekti se ostvaruju uz utrošak odredjenih resursa W-voda, I-investicije, Z-zemlja, L-ljudski rad itd. Zavisno od toga kakav se želi ostvariti efekat, i uz koliki utrošak pojedinih resursa, mogu se uspostaviti različiti kriterijumi za optimizaciju, kao što su:

$P/W \rightarrow \max$ – maksimizira proizvodnju uz što manji utrošak vode,

$R/P \rightarrow \min$ - minimizira troškove proizvodnje po jedinici proizvoda,

$P/Z \rightarrow \max$ – maksimizira prinos po jedinici površine itd..

Ukoliko je nedovoljna raspoloživa količina vode, valja odabrati kriterijum koji tu činjenicu uzima u obzir, $d/W \rightarrow \max$ – maksimizacija čistog prihoda sa najmanjom količinom vode, analogno tome ukoliko je ograničeno zemljište imali bi;

$D/Z \rightarrow \max$, ili $d/Z \rightarrow \max$, ili $R/L \rightarrow \min$, itd.

Uopšteno, gore navedeno podrazumijeva višenamjensko korišćenje voda, što pojeftinjuje planirani zahvat, i pomaže hidroenergetici kao, gotovo redovno, vodećem korisniku da brže i lakše ostvari svoj plan. Kako HMZ CG za to ne raspolaže odgovarajućim softverima, u nastavku je uradio ono što je i jedino mogao.

Najprostije rečeno, u iznudici, usvojili smo da to budu krive trajanja. Ideja vodilja je bila da u okviru godine, srednji protoci što duže traju, procentualno negde 25 do 45%, te su tako koeficijenti instalisanosti usvajani sve veći. Ovakvim izborom nastojali smo da neiskorišćene vode (prelivi), u približnim okvirima, ujednačeno dugo traju. Koliko smo u tome uspjeli, preostaje da revidenti procijene. Znali smo da bi bilo poboljšanje, da smo uz krive trajanja, uzeli u obzir dužine derivacija i bruto padove. No, u toj „sferi“ nijesmo imali jasno izdiferencirane kriterijume za vrednovanje, pa u njih nijesmo ni zalazili. Znači, sumirajući, koeficijenti instalisanosti su se, u prosjeku, kretali 1,25 pa do 1,70 ili bolje rečeno $Q_i = (1,25 - 1,70) \cdot Q_{sr}$. Pravilo nepisano, ali ipak tako usvojeno.

Drugi, ne manji, problem je bio sa kojim padovima ući u analizu. Za ovaj nivo obrade koji je, ponovićemo, aproksimativan i preliminaran, nosili smo se mišlju da čak udjemo sa bruto padovima. Smatramo da je, i jedna takva analiza dolazila u obzir, jer bi kriterijum vrednovanja za sve bio isti, a sa njime i osnovna uporedba moguća. Ipak, odlučili smo se da u analizu udjemo sa, donekle improvizovanim neto padovima, kako bi smo bili bliži nekom, u eksploataciji, objektivnijem stanju. Uspjeh bi bio veći da smo prethodno, imali generalni koncept energetskog iskorišćenja. Sledeći problem je bio kako, preliminarano, procijeniti neto padove. Tu smo najjednostavnije išli na procenat umanjenja bruto padova. Generalno, u opsegu umanjenja 25 do 60% bruto padova, zavisno od dužina derivacija. Odnosno $H_{nt} = (0,25 - 0,60) \cdot H_{bt}$.

Bio bi to jedan sažeti opis usvojenih koncepata analize energetskih potencijala; snage $N(MW)$ i energije $E(GWh)$.

Za svaki profil priložen je situacioni prikaz sa skinutim kotama gornje i donje vode (KGV i KDV), i dužinama derivacija (L_d).

Na sledećim priložima su krive trajanja, svedene na duži period, jer je period sa mjerenjima bio sušniji, koeficijenti korekcije su bili 1,15 za pritoke u slivu Pive, odnosno 1,10 za pritoke u slivu Lima, o čemu je već bilo riječi.

I konačno priložene su tabele za proračun snage i energije, po metodologiji Prof. Mihaila Serafimovskog.

Naša stručna javnost, koliko je nama poznato, dugi niz godina je koristila izraz za neto snagu $N = 8 \cdot Q \cdot H$ (MW), da izraz dimenzionalno ne ponavljamo, o njemu je bilo riječi u okviru tačke 2. Mi smo u ovom radu koristili nešto modifikovaniji izraz $N = 8.5 \cdot Q \cdot H$ (MW), računajući da su proizvodne tehnologije uznapredovale, prevashodno u kompleksu turbina, da su k.k.d. (η) postali nešto veći, smatramo da i ovo nije neka posebna novost. Što se tabelarnih prikaza proračuna snage i energije tiče, oni su školski primjeri primijenjenog postupka, iza kojega „debelo“ stojimo, a o ulaznim podacima i problemima u vezi sa njima, možda smo bili i preopširni.

I na samom kraju, zavredjuje pažnju da se, ukratko, osvrnemo i na još nešto, što po našem mišljenju, ne bi smjelo proći nezapaženo:

4. Predlozi i zaključci

- 4.1. Mjerna mjesta, bolje rečeno, izbor lokacija za mjerne profile, (potencijalne lokacije vodozahvata) birali su stručnjaci Elektroprivrede. Taj izbor je uvažen onakav kakav jeste, po našem mišljenju, ne uvijek i najbolji, no, tu se sada ništa ispraviti ne može. Bilo je i konceptijski promašenih izbora, kao što je odabir mjernog profila „Ribnjak“ na Vrbnici, defakto na njenom ušću u akumulaciju „Piva“. Uzvodniji profil „Stabna“ je zaista izvanredan. Odabirom profila „Ribnjak“ bilo bi neophodno ukinuti postojeći Ribnjak.
- 4.2. Bilo je dosta i objektivnih smetnji, da pojedinim lokalitetima, zbog strmih litica nije bio moguć apsolutno nikakav pristup. Obraslost četinarima, listarima pa i ostalim „silnim“ običnim šibljem, inače strmih litica, nije omogućavala pristup, možda, čak ni helikopterom. Većina vodotoka zavredjuje, isključivo u gornjim djelovima slivova, da na njima budu koncipirane barem jedna, možda čak i dvije mHE, ali na njima je prioritet svih prioriteta omogućiti pristup. Povoljna je okolnost što tu nije neophodno formirati, skoro, nikakvu mjernu opremu. Jednostavno, treba obaviti barem 15-tak simultanih hidrometrijskih mjerenja (po mogućnosti, po amplitudi vodostaja što bolje odabranih) i korelativnim vezama sa donjim „izučenim“ profilima provesti čitavu dalju proceduru.
- 4.3. Već smo rekli, da će na većini lokaliteta preovladati derivacije, tu ne vidimo ništa loše, ali ima i takvih sa vrlo malim padovima i zaista predugim derivacijama i preko 5 km (Tušinja, Bukovica i Bijela). Murinska i Velička Rijeka, imaju mali pad i malo vode. Uz to, dolina

Lima jeste, hidrografski najrazvijenija, ali je zato i najzaposjednutija, na njoj bi samo pripremni i ekspropriacioni troškovi bili preveliki, tu su sociološki, kulturološki i ostali aspekti jako izraženi. Usvojenim Prostornim planom CG do 2020 god., su i svi hidroenergetski objekti na samom Limu izbjegnuti, a razmišljanja u vezi kanalskih i protočnih HE na njemu, bi radije prepustili nekom drugom, budući da nizvodnije od Murine, po nama, Lim generalno nema nekih izražajnijih padova.

- 4.4. Glavni razlog, između ostalih, zbog kojih je ova preliminarno – aproksimativna analiza uopšte i radjena, po nama, je nedostatak bilo kakvih dokaznica za snagu i energiju pritoka crnogorskih vodotoka. Elektroprivreda CG, kao još uvijek titular svih njih, najvjerovatnije njima ne(raspolaže). Mi smo ih, u ovom radu, „kakve-takve“ ponudili crnogorkoj javnosti na uvid, pa i samo one bi mogle biti velika njegova prednost. Povoljna je okolnost što su snaga i po njoj izvedena energija, na neki način, jednodimenzionalne veličine (skalari), to bi se promjenom neto pada (H_{nt}), iz bilo kojih razloga, novi iznosi za oba parametra lako dobili, jednostavno, iz odnosa novog i ovdje usvojenog pada, pomnoženog sa u ovom radu dobijenim veličina kako za snagu tako i za energiju.
- 4.5. Bilo bi korisno da ukoliko revidenti ovog rada imaju, predloga i sugestija koji bi mogli poboljšati njegov kvalitet, imajući u vidu ovaj nivo obrade, njih slobodno iznesu, što bi mi Obradjivači sa zadovoljstvom prihvatili. Prvo zbog nas samih i drugo što će, pretpostavljamo, ovakvih obrada biti još, u ostalom, ovo je tek prvi kontigent od samo 15 mHE. Nadamo se da će mo se složiti da bi broj agregata morao biti najmanje dva do tri, pa nadalje zavisno od kvantitativnog iznosa snage. Time bi se, na neki način, izvršila tipizacija opreme, što bi bilo korisno iz najmanje dva razloga, najprije što bi se umanjila cijena proizvodnje a potom što bi se eventualna rekonstrukcija, iz bilo kojih razloga, lakše izvela. U nastavku prelazimo na prikaz priloga, uz koje je moguć i još neki, dodatni, kraći komentar.

Sastavio:
mr Milan Boskovic, dipl.ing građ

Okvirni proračun snage i godišnje energije za analizirane profile u slivu Pive

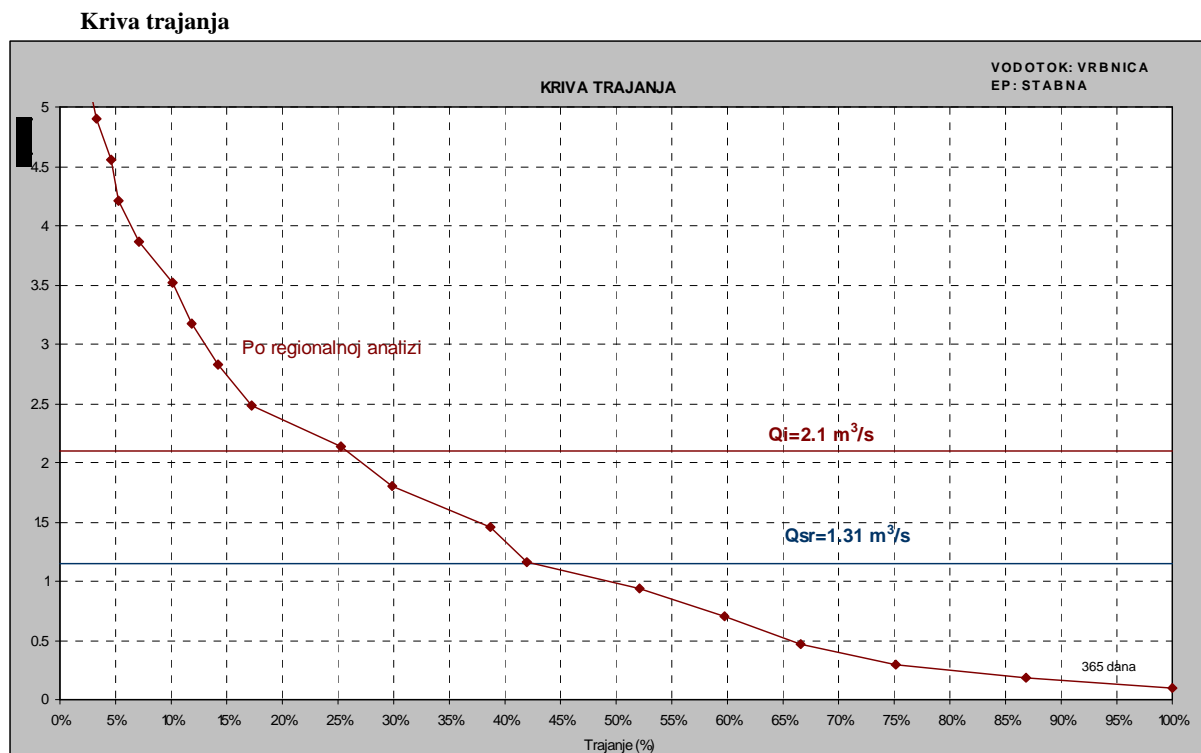
U nastavku ovog rada prikazaćemo okvirno proračun snage i energije za analizirane profile u slivu Pive. Kao prilozi date su krive trajanja, usvojene poslije urađene Regionalne analize, nakon koje su osnovne uvećane za 15%. Na njima je nanešen srednji i instalisani protok.

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

1. Rijeka Vrbnica, energetski profil "Stabna"

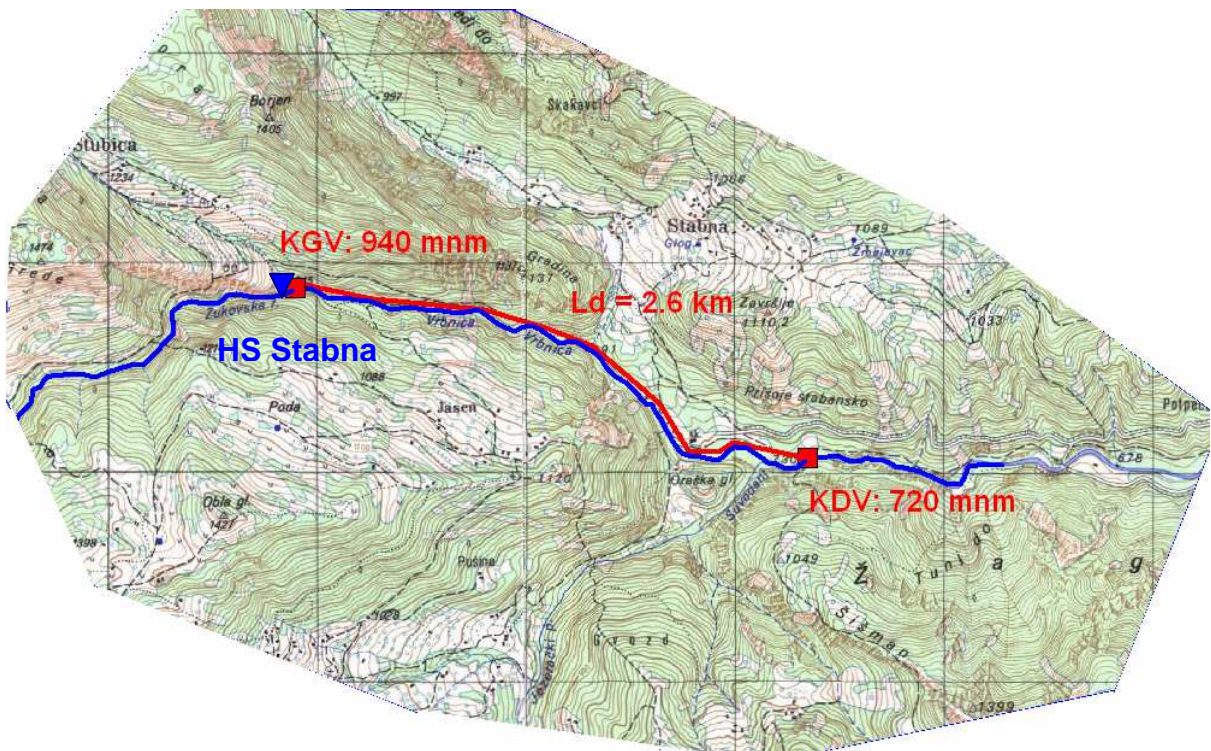
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 940 mm KDV: 720 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 940 - 720 = 220$ m
- Dužina derivacije $L = 2,7$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0,3 \times H_{br} = 0,7 \times H_{br} = 154$ m
- $Q_{sr} = 1,31 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_i = 1,6 \times Q_{sr} = 1,6 \times 1,31 = 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$



Neiskorišćene vode traju 25%, ili 91 dan prosječno godišnje

Energetski profil Stabna sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Sa raspoloživom krivom godišnjeg trajanja protoka, to smo dalji proračun proveli tabelarno, kako slijedi:

Tabela 1

Trajanje	(%)	100	75,1	66,6	52,1	41,9	38,6	26	0
	(dani)	365	274	243	190	153	141	95	0
Neto pad H_{nt}	(m)	154	154	154	154	154	154	154	154
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0,094	0,301	0,474	0,934	1,16	1,45	2,10	2,10
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0,198	0,388	0,704	1,05	1,30	1,78	2,10	
Snaga N	(KW)	259,2	507,9	921,5	1374,5	1702	2330	2749	
Snaga N	(MW)	0,26	0,51	0,92	1,37	1,70	2,33	2,75	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	91	31	53	37	12	46	95	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	2184	744	1272	888	288	1104	2280	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	567,8	379,4	1170,2	1216,6	489,6	2572,3	6270	
Sumarna energija E	(GWh)	0,568	0,947	2,117	3,334	3,824	6,396	12,7	

Snaga 2,75 MW Sumarna energija 12,7 GWh

Iz gornjeg se zapaža veoma velika primamljivost ovog vodotoka za izgradnju male HE sa izuzetno povoljnim performansama. Istovremeno, bez ulaženja u detaljnije analize, na lokalitetu treba ići sa četiri agregata sa nominalnom snagom 700 KW.

2. Rijeka Vrbnica, energetski profil "Ribnjak"

Hidrometrijska mjerenja na ovom profilu unijela su veliku zabunu u čitav koncept iskorišćenja ovog profila za hidroenergiju.

Kako je i objašnjeno u prvom elaboratu koncept hidrometrijskih mjerenja na tom profilu bio je usvojen potpuno pogrešno. Svi vodostaji su bili vezani za uzvodni profil " Stabna ", što je davalo neobjektivnu predstavu o stvarnim proticajima. Bolje rečeno kad su u profilu srednje do srednje velike vode, a ribnjak radi nadprosječno vodostaji su bivali umanjeni, što je u bilansu izazivalo velike neusaglašenosti, pa smo taj mjerni profil obradili preko Stabne uzimajući u obzir neporemećene uslove.

Da bi se vode ovog profila mogle hidroenergetski iskoristiti postojeći ribnjak bi morao prestati sa radom.

Druga važna činjenica je da se neposredno nizvodno od Ribnjaka, na koti 678 mnm nalazi maksimalni uspor za HE "Mratinje" na Pivi, pa je svaka dalja elaboracija o odabru ovog profila suvišna. Na ovakve i slične okolnosti, u ubudućnosti treba obratiti maksimalnu pažnju.

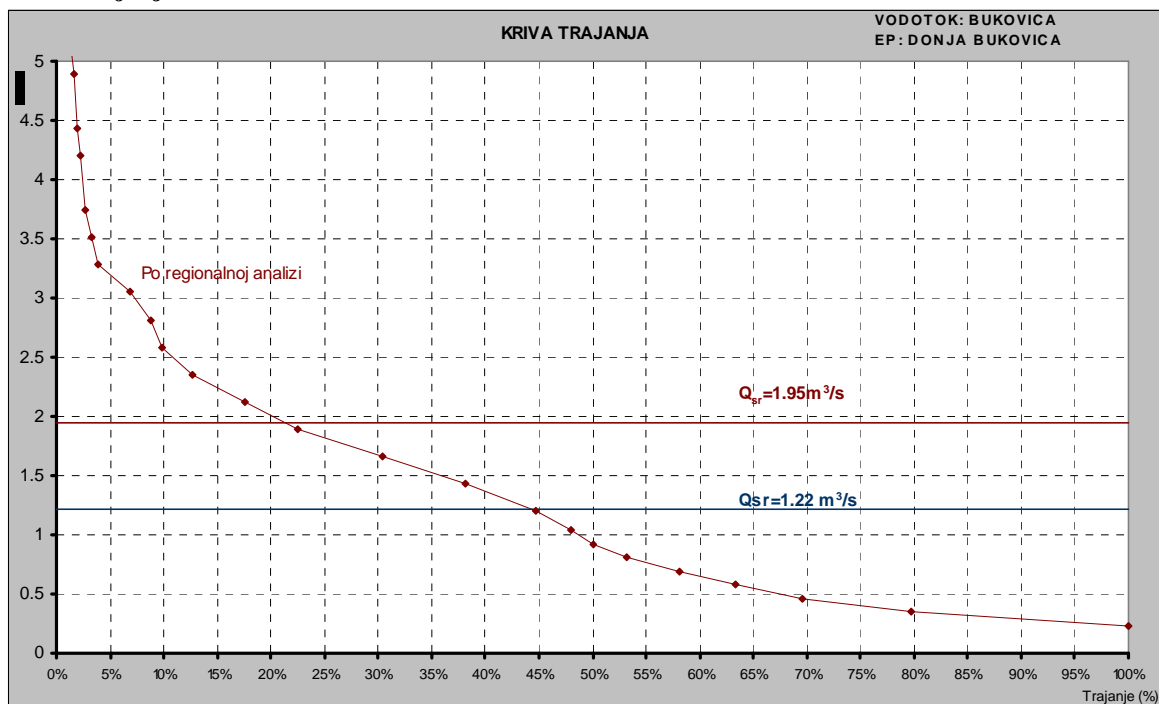
3. Rijeka Bukovica, energetski profil " Donja Bukovica "

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1260 mnm KDV: 1140 mnm
- Bruto pad: $H_{br} = 1260 - 1140 = 120 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 5,8 \text{ km}$
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0,4 \times H_{br} = 0,6 \times H_{br} = 72 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 1.22 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_i = 1.6 \times Q_{sr} = 1.6 \times 1.22 = 1.95 \text{ m}^3/\text{s}$

Neiskorišćene vode traju prosječno 21% ili 77 dana godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil Donja Bukovica sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Tabela 2

Trajanje	(%)	100	79.7	69.6	58.1	50.1	44.7	38.1	30.4	22	0
	(dani)	365	291	254	212.1	182.9	163.2	139.1	111	80.3	0
Neto pad H_{nt}	(m)	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.23	0.345	0.46	0.69	0.92	1.208	1.438	1.68	1.95	1.95
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.288	0.403	0.575	0.805	1.064	1.323	1.56	1.815	1.95	
Snaga N	(KW)	176.2	246.6	351.9	492.7	651.2	809.7	954.7	1110.8	1193.4	
Snaga N	(MW)	176.2	0.247	0.352	0.493	0.651	0.81	0.955	1.111	1.193	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	74	37	41.9	29.2	19.7	24.1	6.6	8.4	80.3	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1776	888	1005.6	700.8	472.8	578.4	158.4	201.6	1927.2	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	312.6	219.3	354.0	354.5	307.8	468.5	151.3	224	2299.1	
Sumarna energija E	(GWh)	0.313	0.532	0.886	1.241	1.549	2.018	2.169	2.393	4.69	

Snaga 1.19 MW Energija 4.69 MWh

Cijenimo da na ovom profilu treba instalirati dva agregat snage od 600 kW.

4. Rijeka Bukovica, energetski profil "Timar"

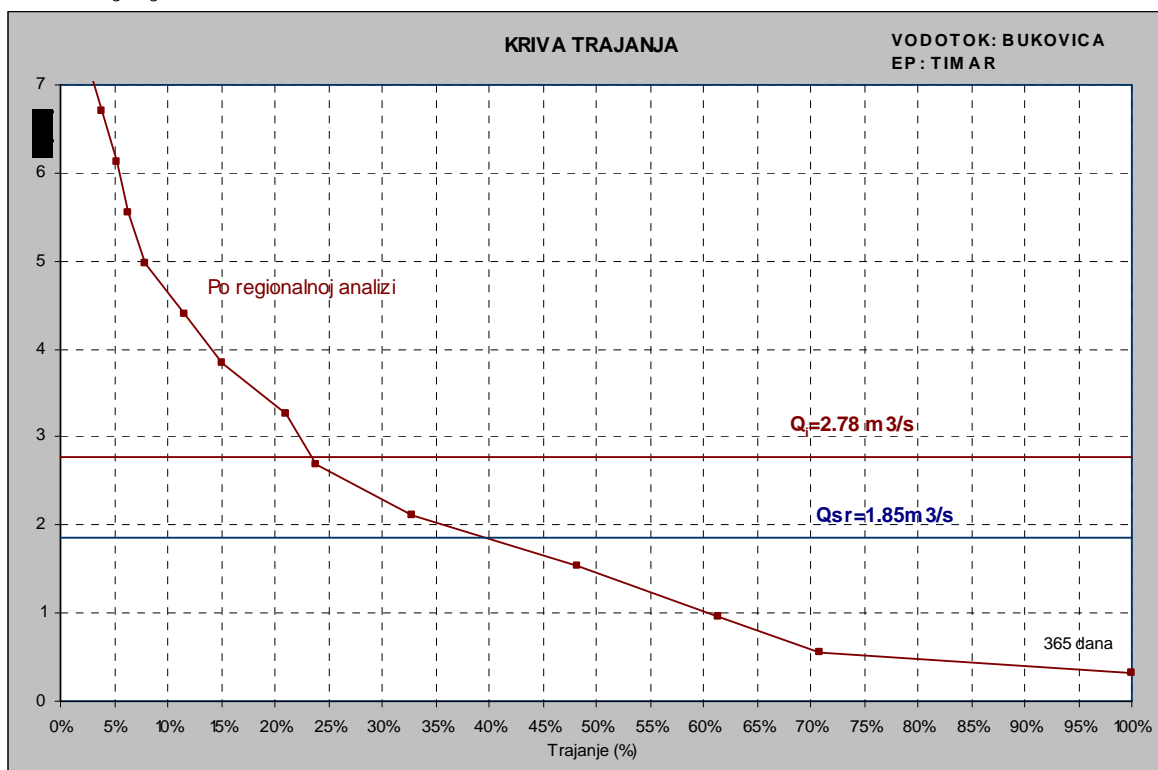
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1100 mm KDV: 980 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1100 - 980 = 120$ m
- Dužina derivacije $L = 3.1$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.3 \times H_{br} = 0.7 \times H_{br} = 84$ m
- $Q_{sr} = 1.85$ m³/s
- $Q_i = 1.5 \times Q_{sr} = 1.5 \times 1.85 = 2.78$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju oko 23% ili 84 dana godišnje.

Pošto je hidrometrijski profil relativno blizu sastavaka Bukovice i Tušine (u daljem nastavku pod jedinstvenim nazivom Bukovica) to smo zahvat pomjerali uzvodno, obzirom da u međuslivu nema značajnijih promjena dotoka.

Kriva trajanja



Energetski profil: Timar sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

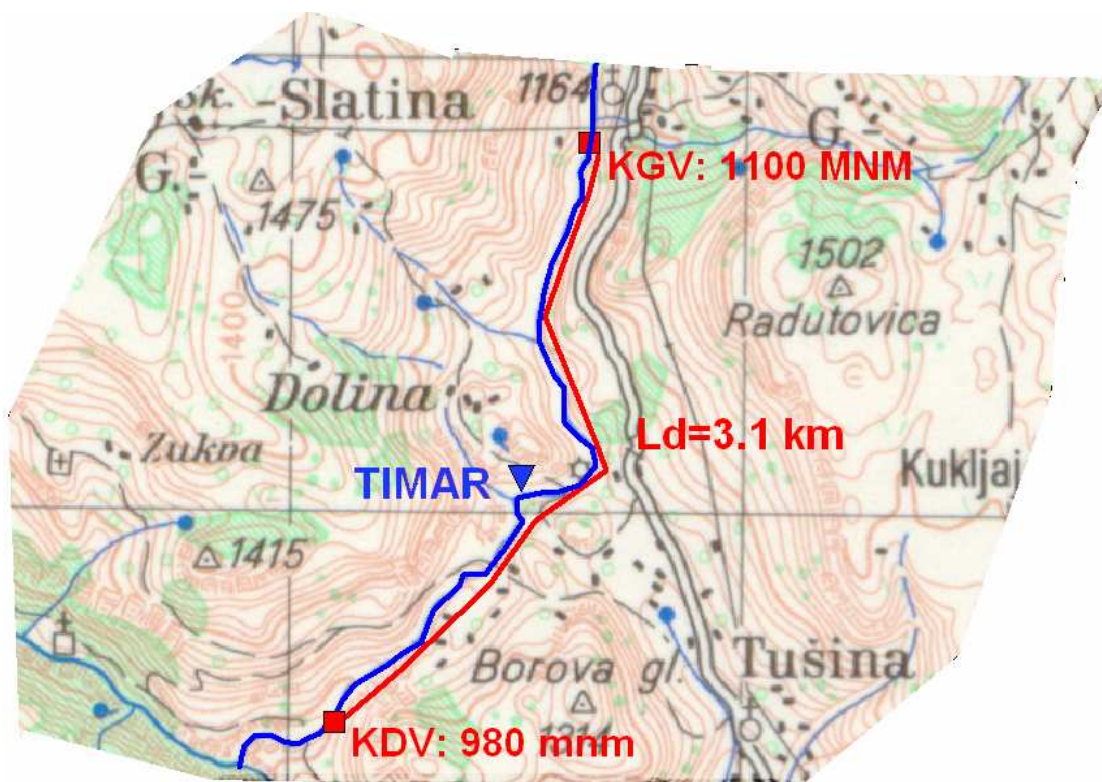


Tabela 3

Trajanje	(%)	100	71	61.4	48.2	32.9	23.0	0
	(dani)	365	259.2	244.1	175.9	120.1	84	0
Neto pad H_{nt}	(m)	84	84	84	84	84	84	84
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.324	0.554	0.957	1.53	2.107	2.78	2.78
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.439	0.756	1.244	1.819	2.44	2.78	
Snaga N	(KW)	313.4	539.8	888.2	1298.8	1742.2	1984.9	
Snaga N	(MW)	0.313	0.54	0.888	1.299	1.742	1.985	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	105.8	35.1	48.2	55.8	36.1	84	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	2539.2	842.4	1156.8	1339.2	866.4	2016	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	799.8	454.9	1027.2	1739.6	1509.3	4001.8	
Sumarna energija E	(GWh)	0.8	1.255	2.282	4.022	5.531	9.53	

Snaga 1,99 MW Energija 9.53 GWh

Smatramo da na ovom postrojenju treba instalirati četiri agregata snage od 500KW.

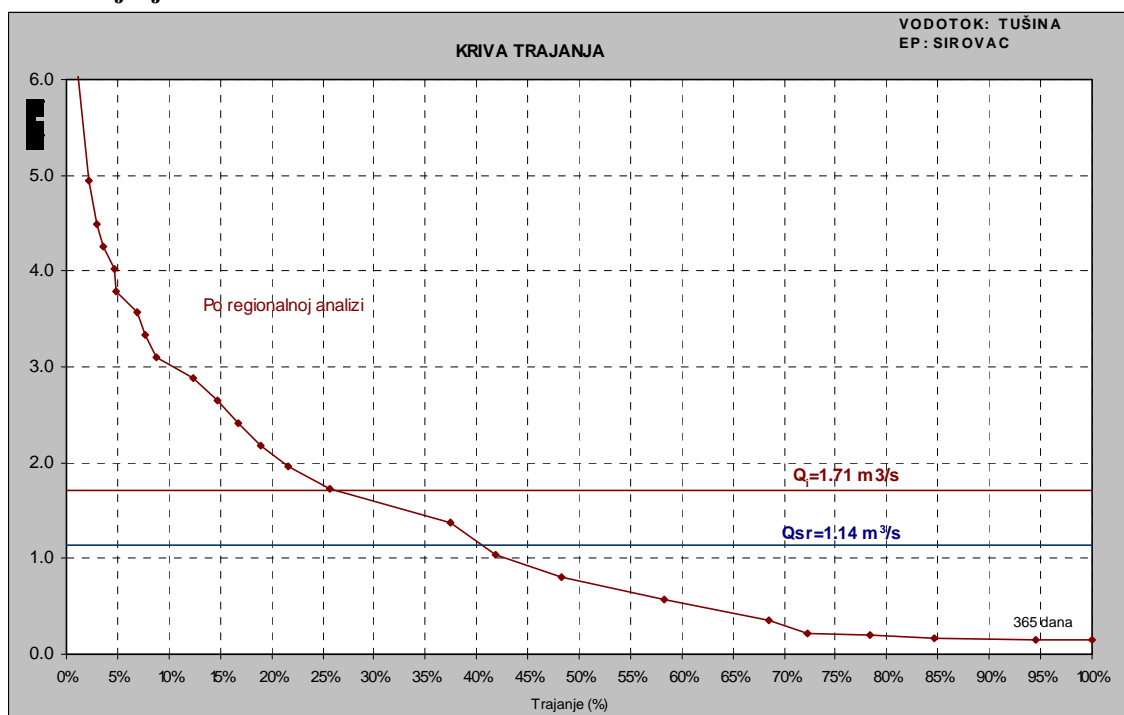
5. Rijeka Tušina, energetski profil "Sirovac"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1040mm KDV: 980 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1040 - 980 = 60m$
- Dužina derivacije $L = 5.5 \text{ km}$
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.4 \times H_{br} = 0.6 \times H_{br} = 36 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 1.14 \text{ m}^3/s$
- $Q_i = 1.5 \times Q_{sr} = 1.5 \times 1.14 = 1.71 \text{ m}^3/s$

Neiskorišćene vode prosječno traju oko 25% ili 91 dan godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil: Sirovac sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Tabela 4

Trajanje	(%)	100	84.7	78.4	68.5	58.4	48.2	37.5	27	0
	(dani)	365	309.2	286.2	250.0	213.2	175.9	136.9	97.6	0
Neto pad H_{nt}	(m)	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.144	0.173	0.196	0.345	0.575	0.805	1.38	1.71	1.71
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.159	0.185	0.271	0.46	0.69	1.093	1.55	1.71	
Snaga N	(KW)	48.5	56.6	82.9	140.8	211.1	334.5	474.3	523.3	
Snaga N	(MW)	0.049	0.057	0.083	0.141	0.211	0.335	0.474	0.523	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	55.8	23	36.2	36.8	37.3	39	39.3	97.6	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1339.2	552	868.8	883.2	895.2	936	943.2	2342.4	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	65.6	31.5	72.1	124.5	188.9	313.6	447.1	1225.1	
Sumarna energija E	(GWh)	0.066	0.098	0.17	0.295	0.484	0.798	1.245	2.47	

Snaga 0.523 MW Energija 2.47 GWh

Po našem mišljenju na ovom lokalitetu treba instalirati dva agregata snage po 300 kW.

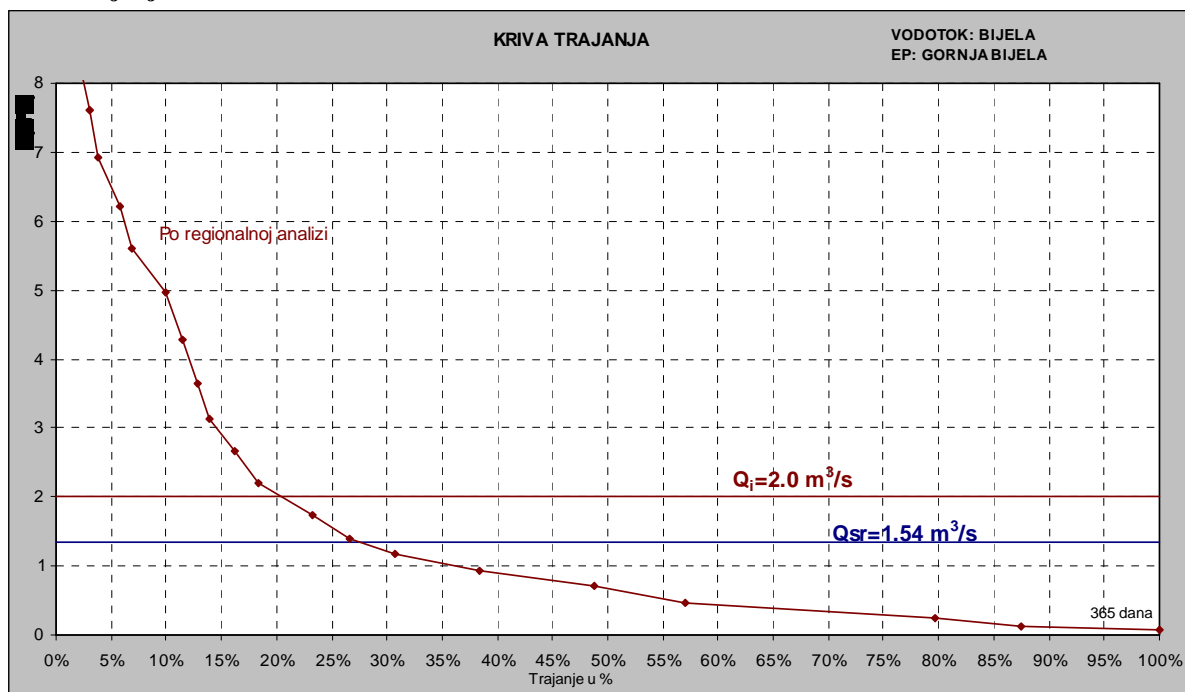
6. Rijeka Bijela, energetski profil "Gornja Bijela"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1015mm KDV: 880 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1015 - 880 = 135m$
- Dužina derivacije $L = 5.7 \text{ km}$
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.4 \times H_{br} = 0.6 \times H_{br} = 81 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 1.54 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_i = 1.3 \times Q_{sr} = 1.3 \times 1.54 = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Neiskorišćene vode prosječno traju 20% ili 73 dana.

Kriva trajanja



Energetski profil: Gornja Bijela sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

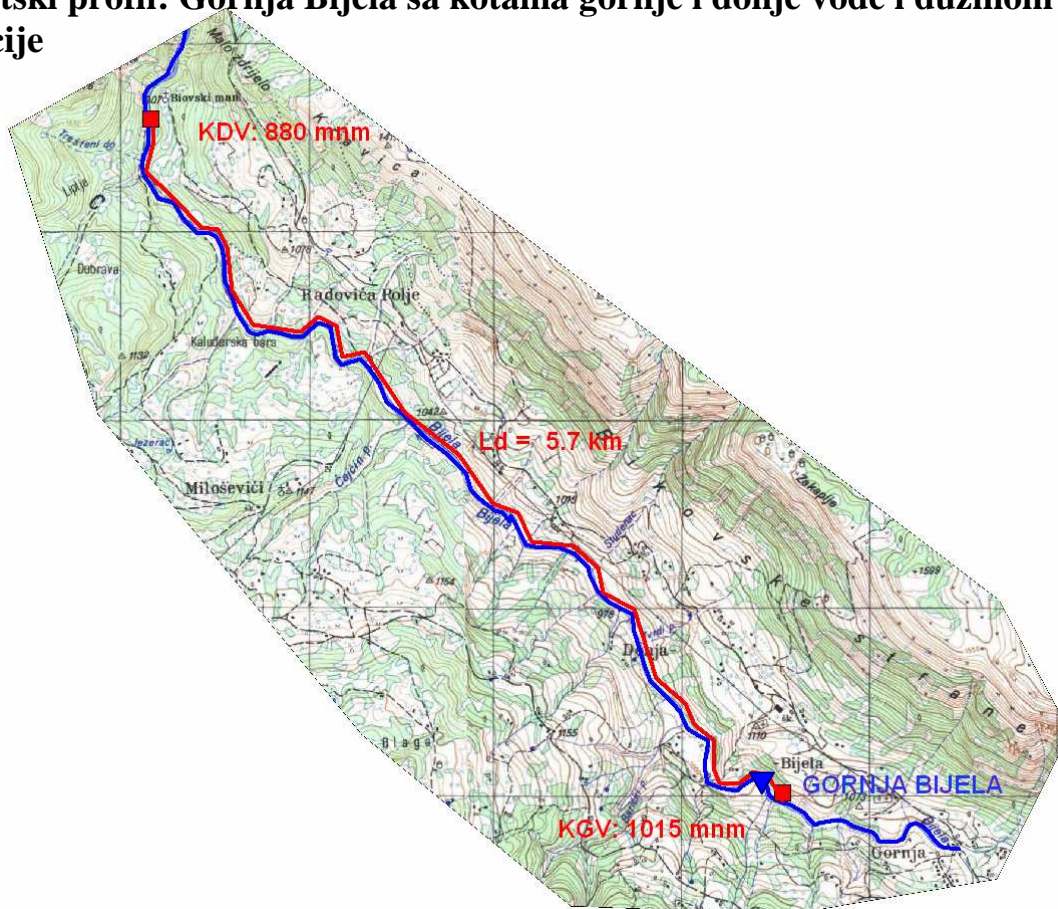


Tabela 5

Trajanje	(%)	100	87.4	79.7	57	38.4	30.7	26.6	23.3	21	0
	(dani)	365	319	290.9	208.1	140.2	112.1	97.1	85.0	76.7	0
Neto pad H_{nt}	(m)	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.078	0.113	0.245	0.475	0.935	1.165	1.395	1.740	2.0	2.0
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.096	0.179	0.36	0.705	1.05	1.28	1.568	1.87	2.0	
Snaga N	(KW)	66.1	123.2	247.9	485.4	722.9	881.3	1079.6	1287.5	1377	
Snaga N	(MW)	0.066	0.123	0.248	0.485	0.723	0.881	1.080	1.288	1.377	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	46	28.1	82.8	67.9	28.1	15	12.1	8.3	76.7	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1104	674.4	1987.2	1629.6	674.4	360	290.4	199.2	1840.8	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	72.9	83	492.8	790.4	487.6	317.2	313.6	256.6	2534.8	
Sumarna energija E	(GWh)	0.073	0.156	0.649	1.439	1.927	2.244	2.558	2.815	5.35	

Snaga 1.38 MW Energija 5.35 GWh

Kako su energetske performanse za ovaj profil veoma primamljive, to na njemu treba računati sa instalacijom tri agregata po 500 KW.

Ukupno

Sliv Pive	Snaga (N)	Energija (E)
	(MW)	(GWh)
Vrbnica - Stabna	2.75	12.7
Bukovica - Donja	1.19	4.69
Bukovica - Timar	1.99	9.53
Tušina - Sirovac	0.523	2.47
Bijela - Gornja Bijela	1.38	5.35
Σ Pritoke na Pivi	7.83	34.74

Okvirni proračun snage i godišnje energije za analizirane profile u slivu Lima

Ista metodologija, koja je primijenjena pri računanju snage i energije za profile u slivu Pive, primijenjena je i na profile u slivu Lima.

Dati su svi prilozi kao u prethodnom slučaju stim što su krive trajanja uvećane za 10%, do čega se došlo nakon urađene Regionalne analize.

1. Rijeka Jelovica, energetski profil "Lubnice - uzvodni profil"

Mjerni profil za ovaj vodotok izabran je nešto uzvodnije od njenog ušća u Lim, tako da je gornji dio sliva ostao neiskorišćen. Zato smo se odlučili da uzvodnije obradimo još jedan energetski profil. Kako za taj profil nijesmo raspolagali sa konkretnim podacima odlučili smo se da izvršimo prenos podataka sa izučenog profila (Lubnice) na neizučeni Lubnice - uzvodni profil. Dobili smo da izdašnost predloženog profila iznosi oko 70% od izdašnosti HS Lubnice. U tom smislu usvojen je srednji protok od 917 lit/s i na osnovu njega odabran instalisani protok od $1.28 \text{ m}^3/\text{s}$.

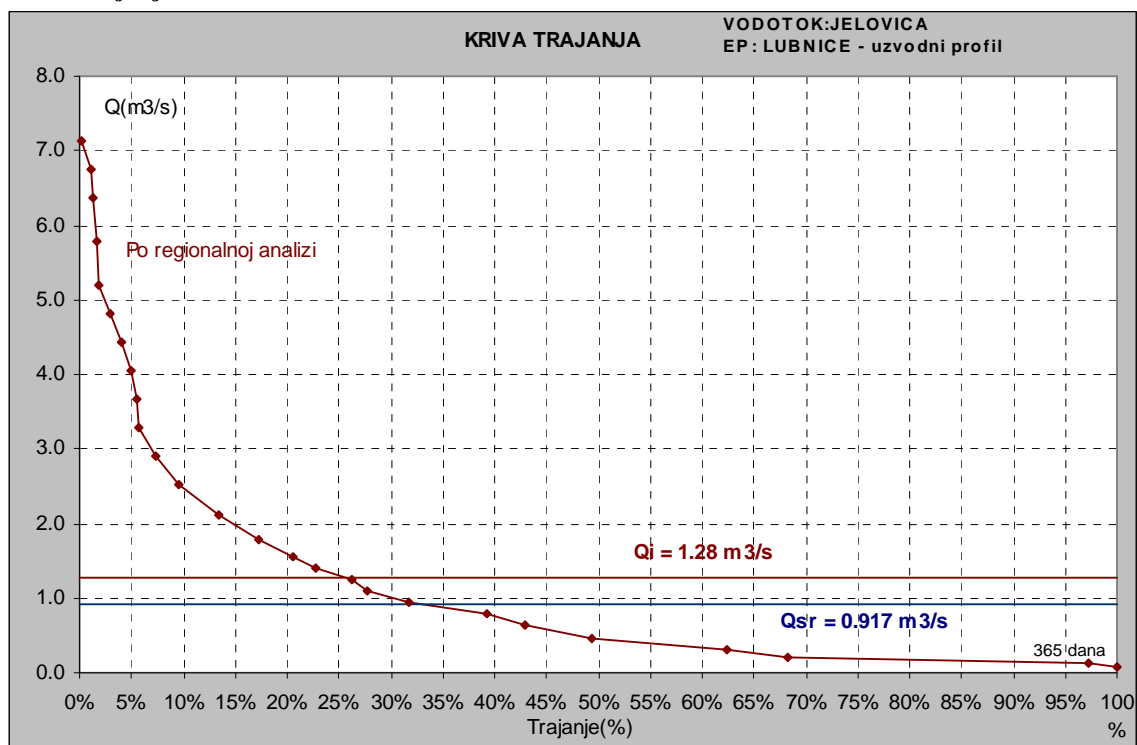
Kriva trajanja je korigovana za dobijene iznose, skinute su vrijednosti trajanja pojedinih proticaja koji su prikazani u tabeli.

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1290 mm KDV: 1030 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1290 - 1030 = 260 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 4.8 \text{ km}$
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.4 \times H_{br} = 0.6 \times H_{br} = 156 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 0.917 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_i = 1.4 \times Q_{sr} = 1.4 \times 0.917 = 1.28 \text{ m}^3/\text{s}$

Neiskorišćene vode prosječno traju 25% ili 91 dan godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil: Lubnice – uzvodni profil sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

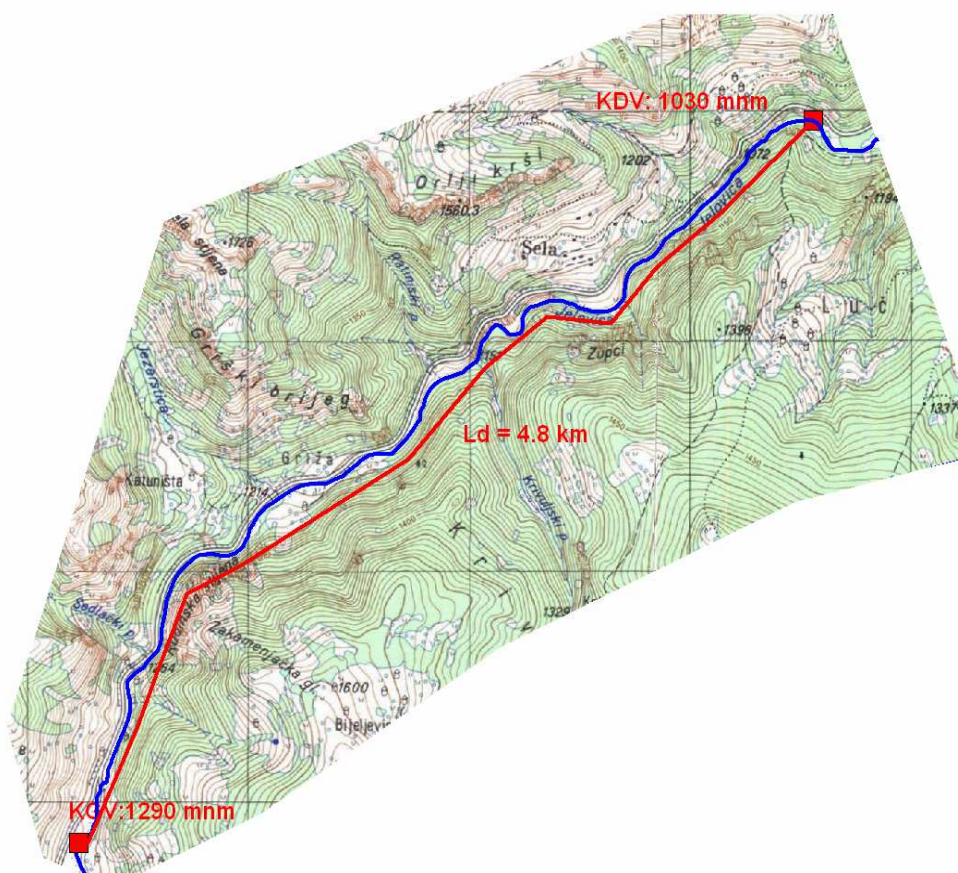


Tabela 1

Trajanje	(%)	100	68.2	49.3	39.2	27.5	25	0
	(dani)	365	249	180	143	100	93.1	0
Neto pad H_{nt}	(m)	156	156	156	156	156	156	156
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.074	0.201	0.470	0.778	1.086	1.28	1.28
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.138	0.336	0.624	0.932	1.183	1.28	
Snaga N	(KW)	183	445.5	827.4	1235.8	1568.7	1697.3	
Snaga N	(MW)	0.0183	0.446	0.827	1.236	1.569	1.697	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	116	69	37	43	6.9	93.1	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	2746	1656	888	1032	165.6	2234.4	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	50.3	448.6	734.4	1275.6	259.8	3791.8	
Sumarna energija E	(GWh)	0.050	0.499	1.233	2.51	2.769	6.561	

Snaga 1.7 MW Energija 6.561 GWh

Cijenimo da na ovom profilu treba instalirati tri agregata snage po 600 KW.

1a. Rijeka Jelovica, energetski profil "Lubnice"

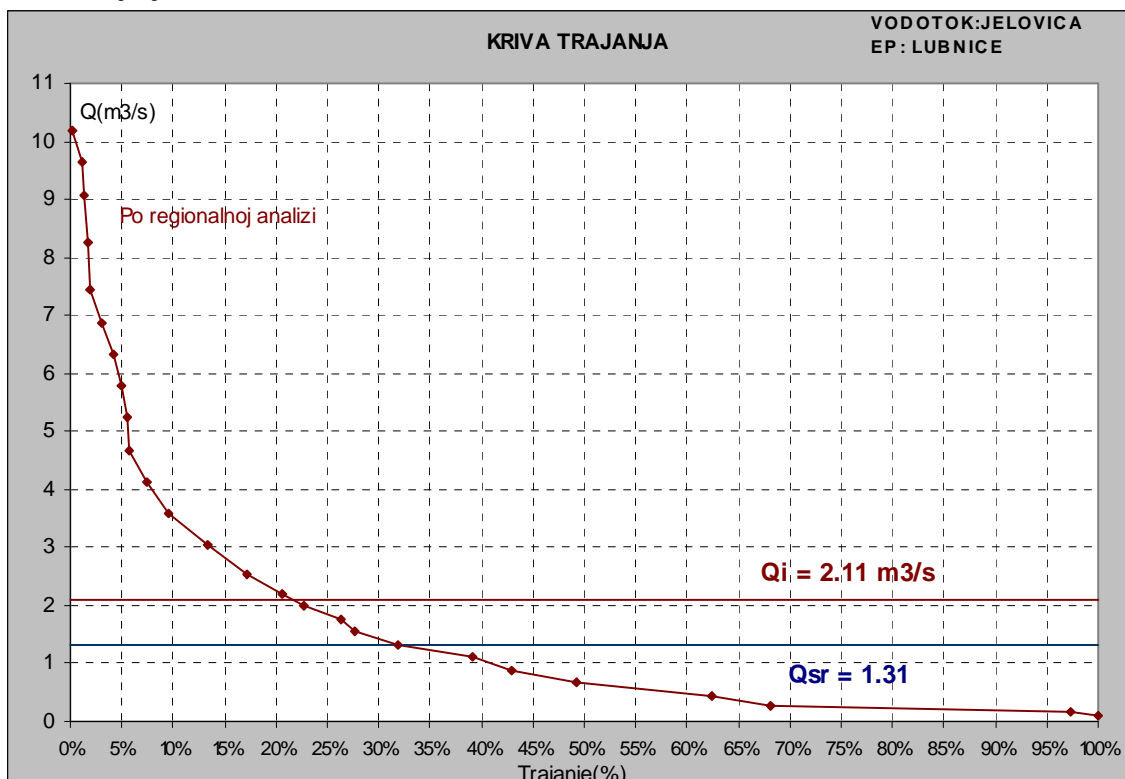
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1030 mm KDV: 970 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1030 - 970 = 60$ m
- Dužina derivacije $L = 1.93$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.25 \times H_{br} = 0.75 \times H_{br} = 45$ m
- $Q_{sr} = 1.31$ m³/s
- $Q_i = 1.6 \times Q_{sr} = 1.6 \times 1.31 = 2.1$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 22% ili 80 dana.

I na ovom profilu smo otišli nešto uzvodnije, obzirom da u međuslivu nema bitnijih dotoka, a dobija se na padu.

Kriva trajanja



Energetski profil: Lubnice sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

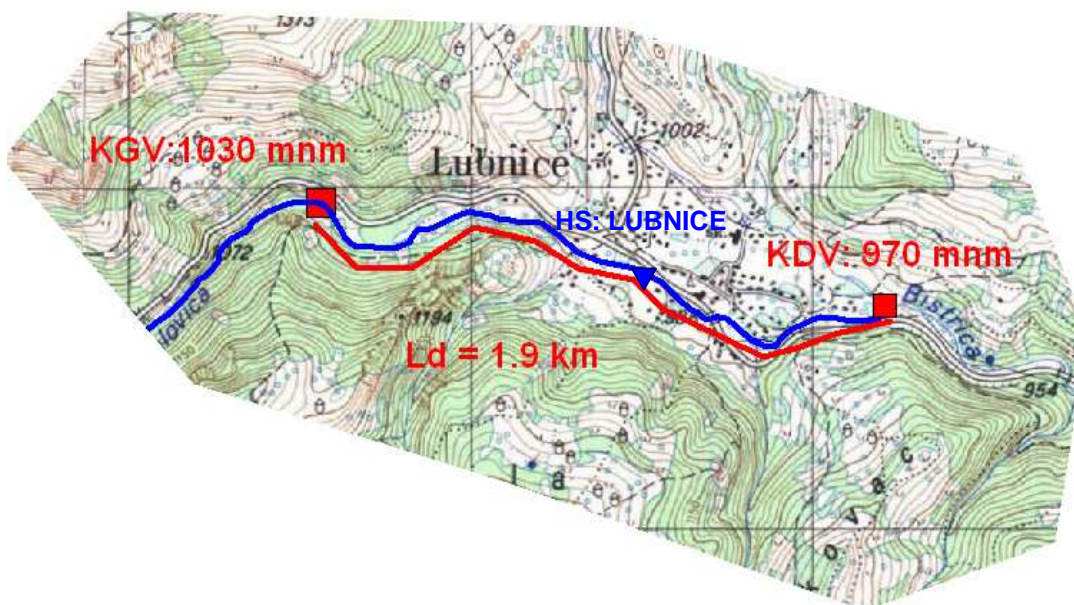


Tabela 1a

Trajanje	(%)	100	68.2	49.3	39.2	31.8	27.7	26.3	22	0
	(dani)	365	248.9	179.9	143.1	116.1	101.1	96.0	80.3	0
Neto pad H_{nt}	(m)	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.107	0.287	0.672	1.11	1.33	1.55	1.77	2.11	2.11
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.197	0.480	0.891	1.22	1.44	1.66	1.94	2.11	
Snaga N	(KW)	75.4	18.6	340.8	466.7	550.8	635.0	742.1	807.1	
Snaga N	(MW)	0.075	0.184	0.341	0.467	0.551	0.635	0.742	0.807	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	116.1	69	36.8	27	15	5.1	15.7	80.3	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	2786.4	1656	883.2	648	360	122.4	376.8	1927.2	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	209	304.7	301.2	302.6	198.4	77.7	279.6	1555.3	
Sumarna energija E	(GWh)	0.209	0.514	0.815	1.118	1.316	1.394	1.674	3.23	

Snaga 0.807 MW Energija 3.23 GWh

Predlaže se instalacija dva agregata snage po 400 kW.

2. Rijeka Trepčka, energetski profil "Trepča"

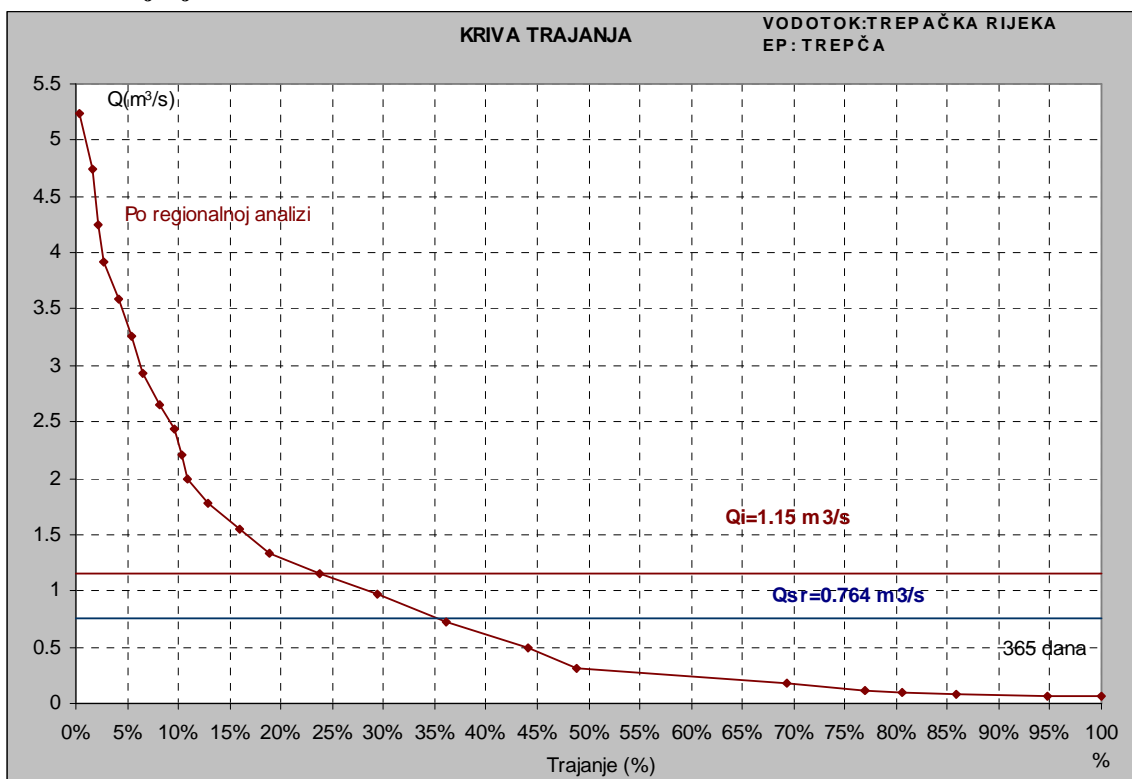
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1150 mm KDV: 720 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1150 - 720 = 430$ m
- Dužina derivacije $L = 3.1$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.3 \times H_{br} = 0.7 \times H_{br} = 301$ m
- $Q_{sr} = 0.764$ m³/s
- $Q_i = 1.5 \times Q_{sr} = 1.5 \times 0.764 = 1.15$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 23% ili 84 dana.

I u ovom slučaju uslovi u slivu su nam dozvolili da sa vodozahvatom podemo uzvodno i tako dobijemo uvećani bruto pad od čitavih 430 m.

Kriva trajanja



Energetski profil: Trepča sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Tabela 2

Trajanje	(%)	100	85.8	77	69.3	48.8	36.2	29.3	23.8	0
	(dani)	365	313.2	281.1	252.9	178.1	132.1	106.9	86.9	0
Neto pad H_{nt}	(m)	301	301	301	301	301	301	301	301	301
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.061	0.084	0.111	0.183	0.305	0.733	1.014	1.15	1.15
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.073	0.097	0.147	0.244	0.519	0.887	1.082	1.15	
Snaga N	(KW)	186.8	250.7	376.1	624.3	1327.9	2269.4	2768.3	2942.3	
Snaga N	(MW)	0.187	0.251	0.376	0.624	1.328	2.269	2.768	2.942	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	51.8	32.1	28.2	74.8	46	25.2	20	86.9	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1243.2	770.4	676.8	1795.2	1104	604.8	480	2085.6	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	232.5	193.4	205.6	1120.2	1466.1	1372.3	1328.6	6135.8	
Sumarna energija E	(GWh)	0.233	0.426	0.632	1.752	3.218	4.59	5.919	12.06	

Snaga 2.94 MW Energija 12.1 GWh

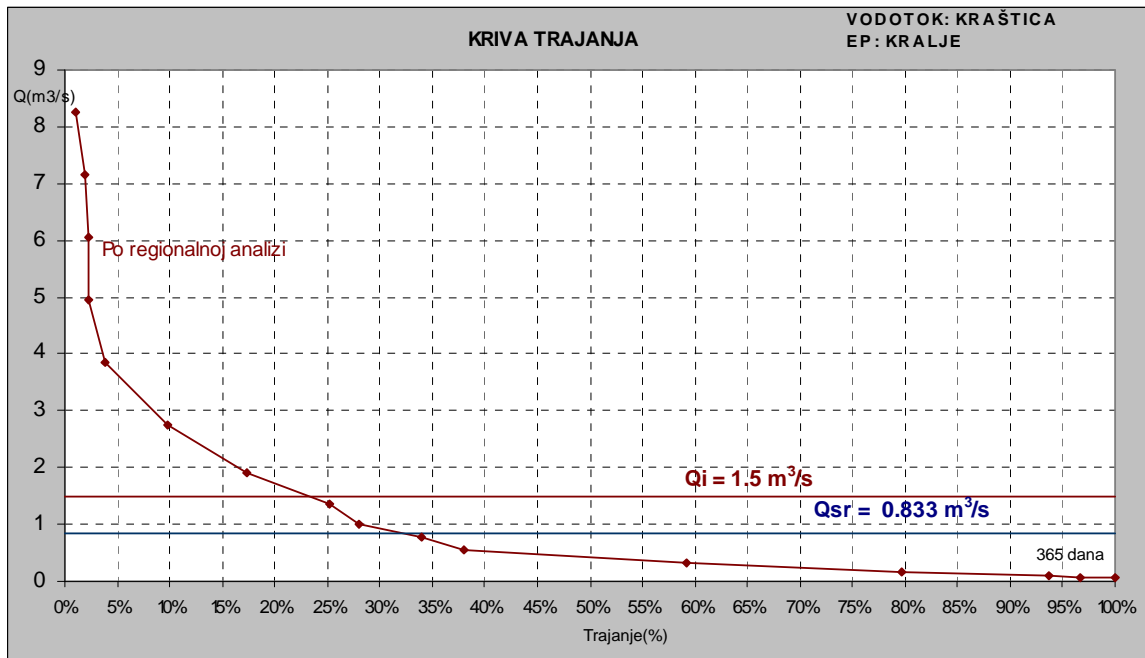
Predlažemo instalaciju pet agregata snage po 600 KW.

3. Rijeka , Kraštica energetske profil "Kralje"

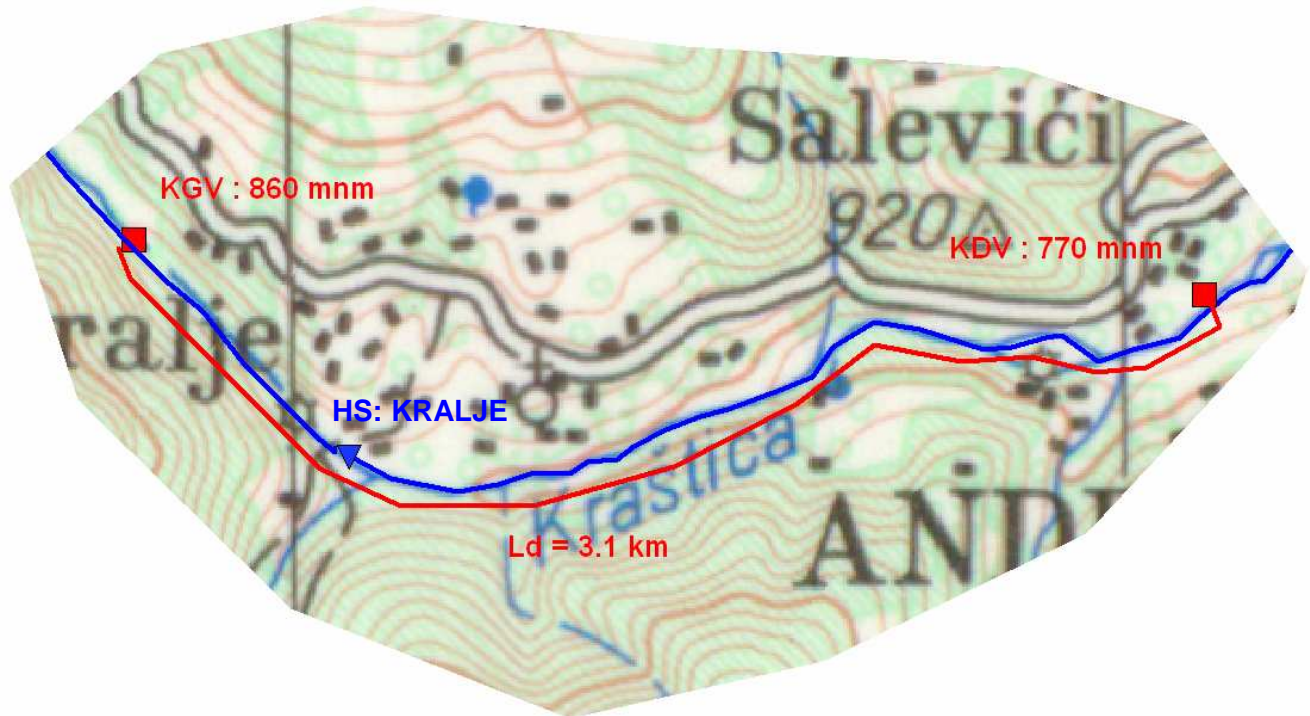
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 840 mm KDV: 760 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 840 - 760 = 90 \text{ m}$
- Dužina derivacije $L = 3.1 \text{ km}$
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.3 \times H_{br} = 0.7 \times H_{br} = 63 \text{ m}$
- $Q_{sr} = 0.833 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_i = 1.8 \times Q_{sr} = 1.8 \times 0.833 = 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Kriva trajanja



Energetski profil: Kralje sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Neiskorišćene vode prosječno traju 23% ili 84 dana.

Tabela 3

Trajanje	(%)	100	79.7	59.2	38.1	34.0	28.0	25.2	23.5	0
	(dani)	365	290.9	216.1	139.1	124.1	102.2	92	85.8	0
Neto pad H_{nt}	(m)	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.055	0.165	0.33	0.55	0.77	0.99	1.375	1.5	1.5
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.110	0.248	0.44	0.66	0.88	1.18	1.44	1.5	
Snaga N	(KW)	58.9	132.8	235.6	353.4	471.2	631.9	771.1	803.3	
Snaga N	(MW)	0.059	0.133	0.236	0.353	0.471	0.569	0.771	0.803	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	74.1	74.8	76.9	15	21.9	10.2	6.2	85.8	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1778.4	1795.2	1845.6	360	525.6	244.8	148.8	2059.2	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	104.9	238.8	435.6	127.1	247.6	139.3	114.7	1653.5	
Sumarna energija E	(GWh)	0.105	0.344	0.78	0.907	1.155	1.294	1.409	3.06	

Snaga 0.803 MW Energija 3.1GWh

Predlaže se instalacija dva agregata snage po 400 KW.

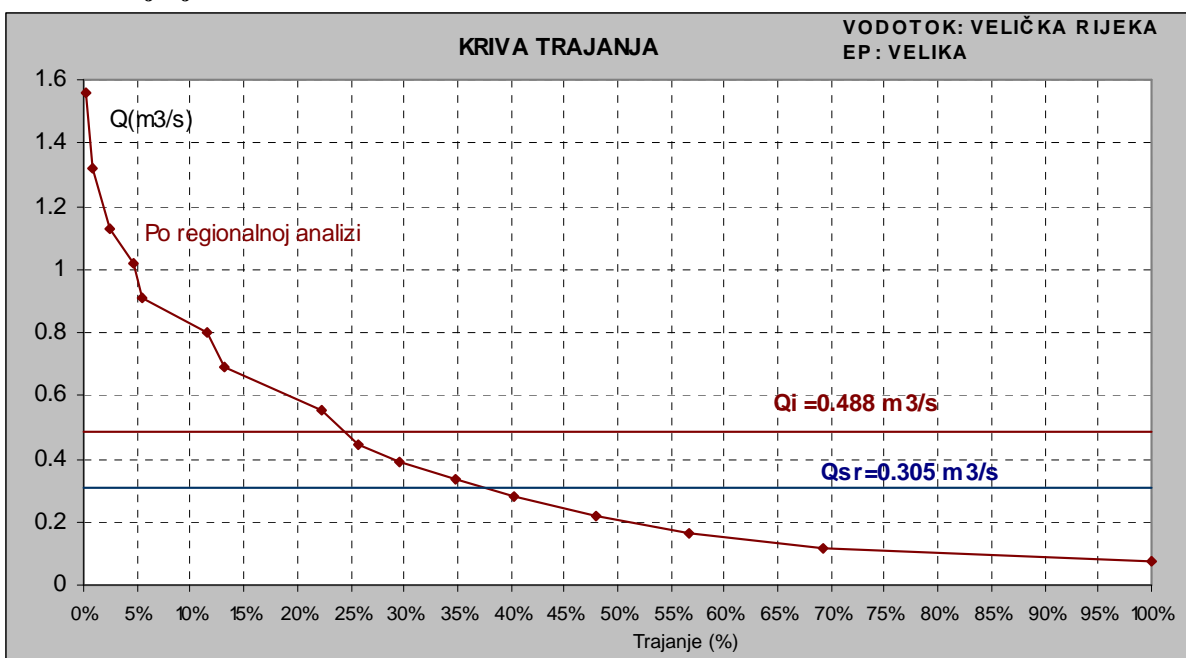
4. Rijeka, Velička energetska profil "Velika"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1000 mm KDV: 880 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1000 - 880 = 120$ m
- Dužina derivacije $L = 3.0$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.3 \times H_{br} = 0.7 \times H_{br} = 84$ m
- $Q_{sr} = 0.305$ m³/s
- $Q_i = 1.6 \times Q_{sr} = 1.6 \times 0.305 = 0.488$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 24% ili 88 dana godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil: Velika sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

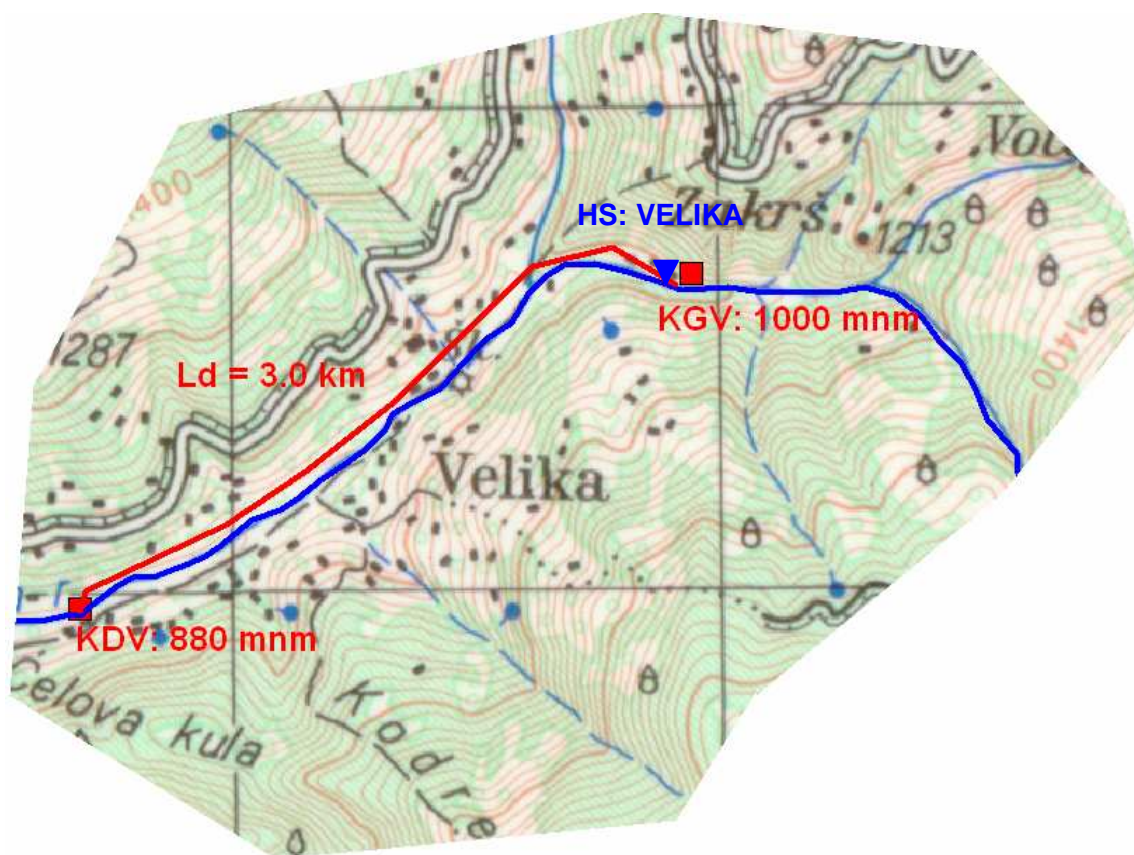


Tabela 4

Trajanje	(%)	100	69.3	56.7	47.9	40.3	34.8	29.6	25.8	24	0
	(dani)	365	253	207	174.1	147.1	127	108	94.2	87.6	0
Neto pad H_{nt}	(m)	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.074	0.118	0.167	0.222	0.277	0.332	0.387	0.442	0.488	0.488
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.096	0.143	0.195	0.250	0.306	0.360	0.415	0.465	0.488	
Snaga N	(KW)	68.54	102.1	139.2	178.5	218.5	257	296.3	332.0	348.4	
Snaga N	(MW)	0.068	0.102	0.139	0.179	0.219	0.257	0.296	0.332	0.348	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	112	46	32.2	27.7	20.1	19	3.8	1.8	87.6	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	2688	1104	772.8	664.8	482.4	456	91.2	43.2	2102.4	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	182.8	112.6	107.4	119.0	105.6	117.2	27.0	14.34	731.6	
Sumarna energija E	(GWh)	0.183	0.296	0.403	0.522	0.628	0.745	0.772	0.786	1.52	

Snaga 0.348 MW Energija 1.52 GWh

Predlaže se instalacija jednog agregata snage 400 KW.

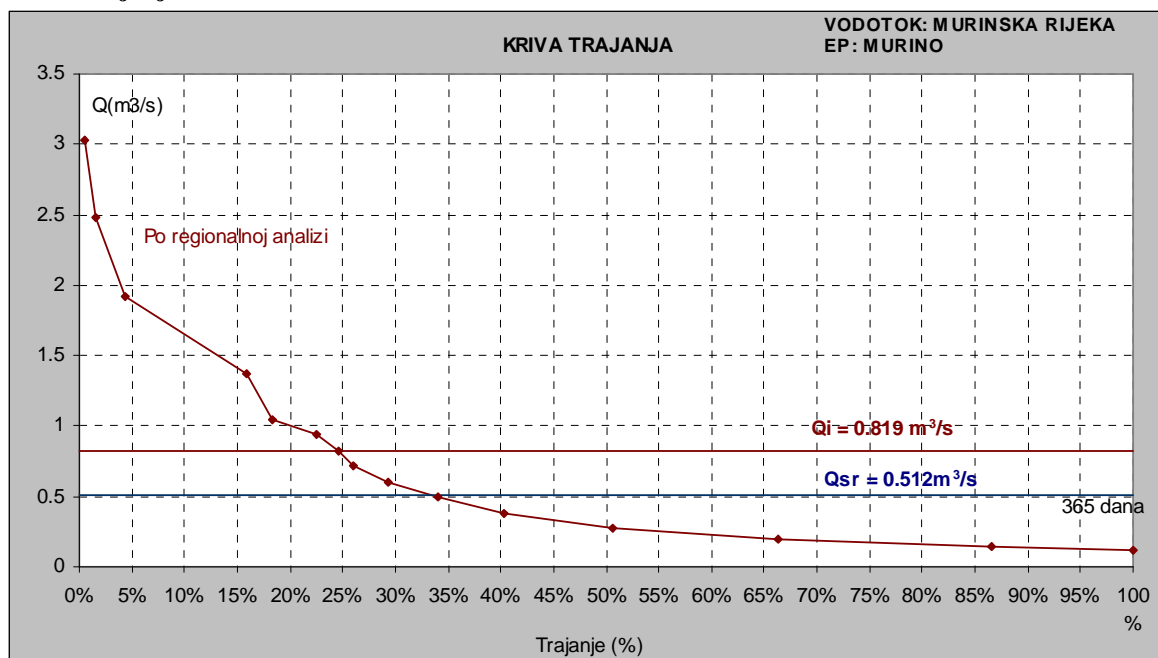
5. Rijeka, Murinska energetska profil "Murino"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1000 mm KDV: 860 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1000 - 860 = 140$ m
- Dužina derivacije $L = 3.0$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.25 \times H_{br} = 0.75 \times H_{br} = 105$ m
- $Q_{sr} = 0.512$ m³/s
- $Q_i = 1.6 \times Q_{sr} = 1.6 \times 0.512 = 0.819$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 25% ili 91 dana godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil Murino sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

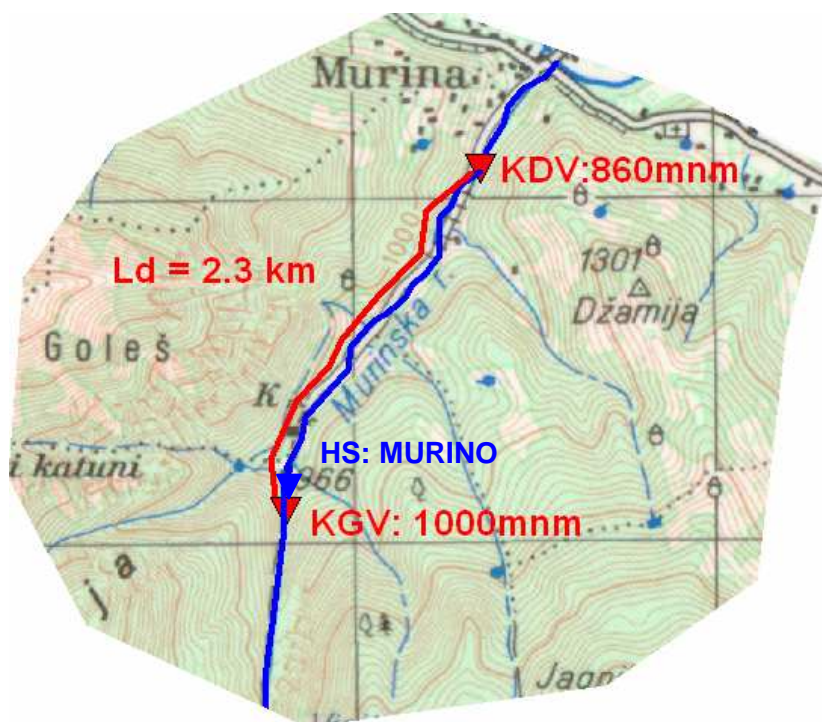


Tabela 5

Trajanje	(%)	100	86.6	66.3	50.7	40.3	34	29.3	26	24.3	0
	(dani)	365	316.1	242	185.1	147.1	124.1	106.9	94.9	88.7	0
Neto pad H_{nt}	(m)	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.121	0.150	0.193	0.275	0.385	0.495	0.605	0.715	0.819	0.819
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.136	0.172	0.234	0.33	0.44	0.55	0.66	0.767	0.819	
Snaga N	(KW)	121.4	153.5	208.8	294.5	392.7	490.9	589.1	682.7	731	
Snaga N	(MW)	0.121	0.154	0.209	0.295	0.393	0.491	0.589	0.683	0.731	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	48.9	74.1	56.9	38	23	17.2	3.3	1.7	88.7	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1173.6	1778.4	1365.6	912	552	412.8	79.2	40.8	2128.8	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	142	273.9	285.4	269.04	216.9	202.7	46.6	27.9	1556.2	
Sumarna energija E	(GWh)	0.142	0.416	0.701	0.97	1.187	1.39	1.437	1.465	3.021	

Snaga 0.731 MW Energija 3.02 GWh

Predlaže se instalacija dva agregata snage po 400 KW.

5a. Rijeka, Murinska energetska profil "Murino-uzvodno"

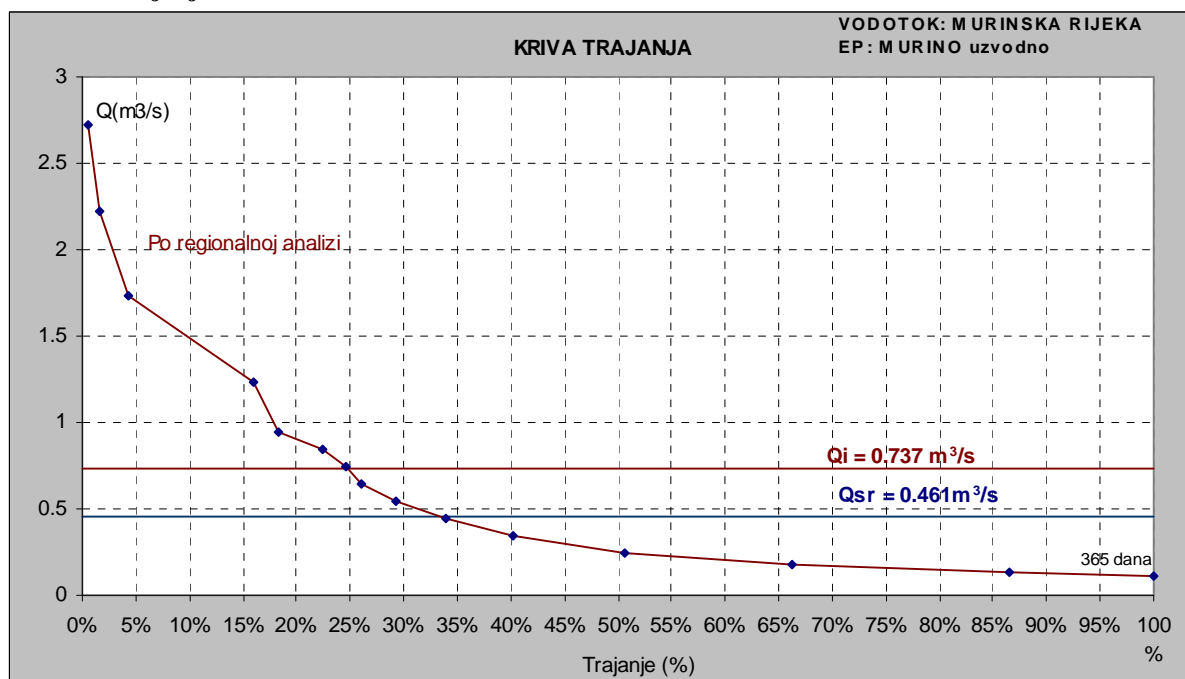
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1200 mm KDV: 860 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1200 - 860 = 340$ m
- Dužina derivacije $L = 3.6$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.35 \times H_{br} = 0.65 \times H_{br} = 221$ m
- $Q_{sr} = 0.512$ m³/s
- $Q_{sr} = Q_s - 10\% Q_s = 0.416$ m³/s
- $Q_i = 1.6 \times Q_{sr} = 1.6 \times 0.416 = 0.737$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 25 % ili 91 dan godišnje.

Uzvodni profil smo izabrali iz istih razloga kako je to ranije navedeno za prethodne profile.

Kriva trajanja



Energetski profil: Murino-uzvodno sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Tabela 5a

Trajanje	(%)	100	86.6	66.3	50.7	40.3	34	29.3	26	24.9	0
	(dani)	365	316.1	242	185.1	147.1	124.1	106.9	94.9	91	0
Neto pad H_{nt}	(m)	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.109	0.135	0.173	0.248	0.347	0.446	0.545	0.644	0.737	0.737
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.122	0.154	0.211	0.298	0.397	0.496	0.595	0.691	0.737	
Snaga N	(KW)	229.2	289.3	396.4	559.8	745.8	931.7	1117.7	1298.0	1384.5	
Snaga N	(MW)	0.229	0.289	0.396	0.56	0.746	0.932	1.118	1.298	1.385	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	48.9	74.1	56.9	38	23	17.2	3.3	1.1	91	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1173.6	1778.4	1365.6	912	552	412.8	79.2	26.4	2184	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	268.7	514	540.8	510.7	411.8	384.7	88.5	34.3	3024.8	
Sumarna energija E	(GWh)	0.269	0.783	1.324	1.835	2.247	2.632	2.721	2.755	5.78	

Snaga 1.39 MW Energija 5.78 GWh

Predlaže se instalacija tri agregata snage po 500 kW.

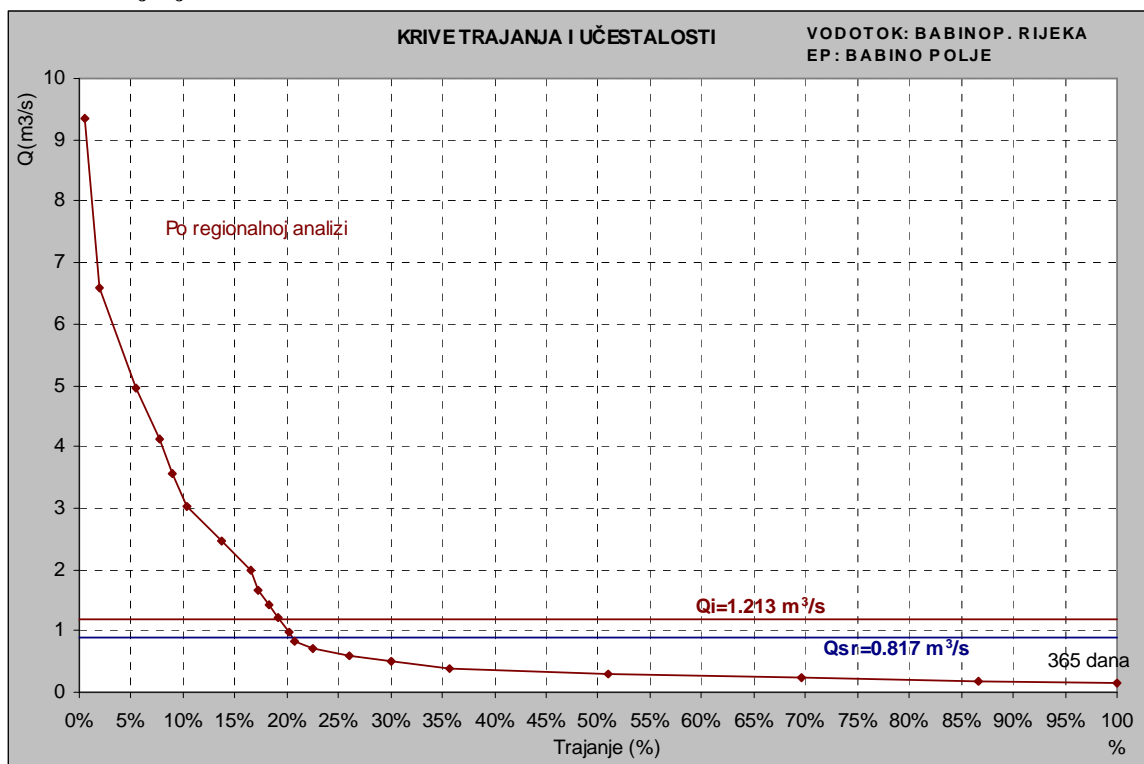
6. Rijeka, Babinopoljska energetska profil "Babino polje"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1400 mm KDV: 1060 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1400 - 1060 = 340$ m
- Dužina derivacije $L = 3.7$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.35 \times H_{br} = 0.65 \times H_{br} = 221$ m
- $Q_{sr} = 0.899$ m³/s
- $Q_i = 1.35 \times Q_{sr} = 1.35 \times 0.899 = 1.213$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 19 % ili 69 dan godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil: Babino polje sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Tabela 6

Trajanje	(%)	100	86.6	69.6	54.9	35.6	30.1	26.0	22.5	19.0	0
	(dani)	365	316.1	254	200.4	129.9	109.9	94.9	82.1	69.4	0
Neto pad H_{nt}	(m)	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.138	0.193	0.248	0.303	0.385	0.495	0.605	0.715	1.213	1.213
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.166	0.221	0.276	0.344	0.44	0.55	0.66	0.964	1.213	
Snaga N	(KW)	311.8	415.1	518.5	646.2	826.5	1033.2	1239.8	1810.9	2278.6	
Snaga N	(MW)	0.312	0.415	0.519	0.646	0.827	1.033	1.240	1.811	2.279	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	48.9	62.1	53.6	70.50	20	15	12.8	12.7	69.4	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1173.4	1490.4	1286.4	1692.0	480	360	307.2	304.8	1665.6	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	366.1	618.5	667.6	1093.0	397.0	371.9	380.9	552.0	3795.9	
Sumarna energija E	(GWh)	0.366	0.985	1.653	2.746	3.143	3.515	3.896	4.448	8.244	

Snaga 2.28 MW Energija 8.24 GWh

Predlaže se instalacija četiri agregata snage po 600 KW.

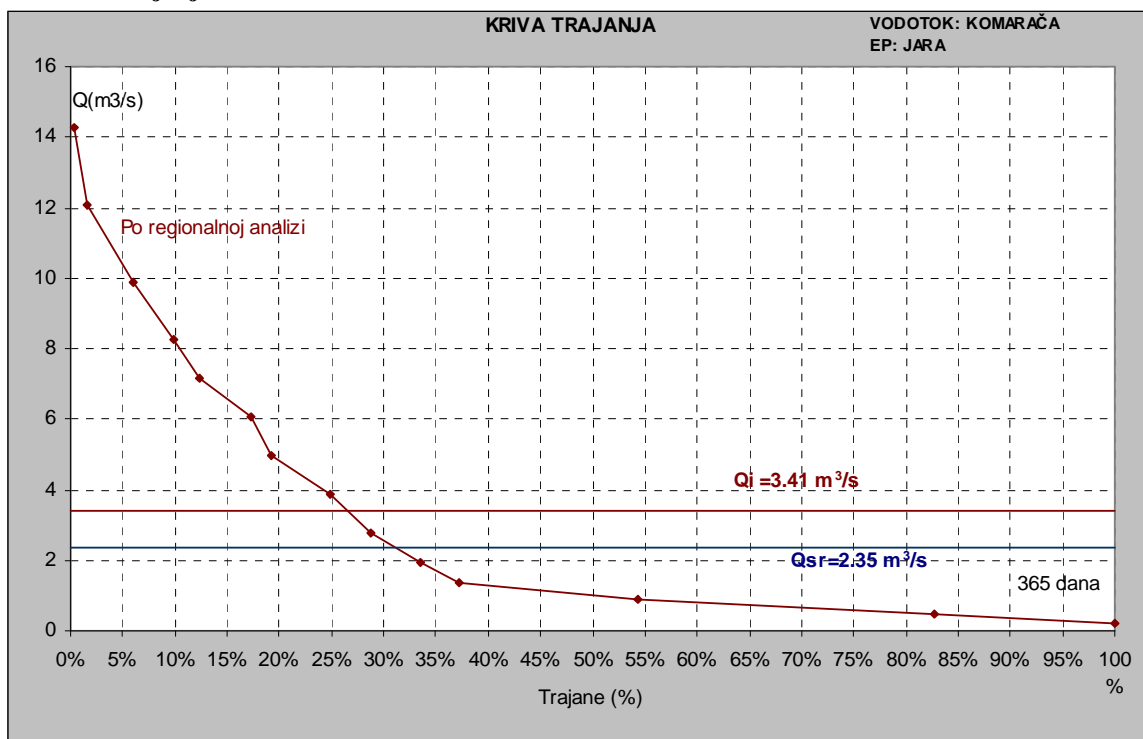
6. Rijeka, Komarača energetska profil "Jara"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1060 mm KDV: 920 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1060 - 920 = 140$ m
- Dužina derivacije $L = 3.7$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.35 \times H_{br} = 0.65 \times H_{br} = 91$ m
- $Q_{sr} = 2.35$ m³/s
- $Q_i = 1.45 \times Q_{sr} = 1.45 \times 2.35 = 3.4$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 27 % ili 98 dana godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil: Jara sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Neiskorišćene vode prosječno traju 27% odnosno, 98 dana godišnje.

Tabela 7

Trajanje	(%)	100	82.7	54.2	37.3	33.4	28.8	26.3	0
	(dani)	365	301.9	197.8	136.1	121.9	105.1	96	0
Neto pad H_{nt}	(m)	91	91	91	91	91	91	91	91
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.22	0.495	0.88	1.375	1.925	2.75	3.41	3.41
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.358	0.688	1.128	1.65	2.338	3.1	3.41	
Snaga N	(KW)	276.9	532.2	872.5	1276.3	1808.4	2397.9	2637.6	
Snaga N	(MW)	0.277	0.532	0.873	1.276	1.808	2.398	2.638	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	63.1	104.1	61.7	14.2	16.8	9.1	96	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1514.4	2498.4	1480.8	340.8	403.2	218.4	2304	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	419.5	1329.1	1292.7	434.9	729.0	512.6	6078.0	
Sumarna energija E	(GWh)	0.420	1.749	3.042	3.477	4.206	4.719	10.8	

Snaga 2.64 MW Energija 10.8 GWh

Predlaže se instalacija pet agregata snage po 600 kW.

7. Rijeka, Trokutska energetska profil "Hoti"

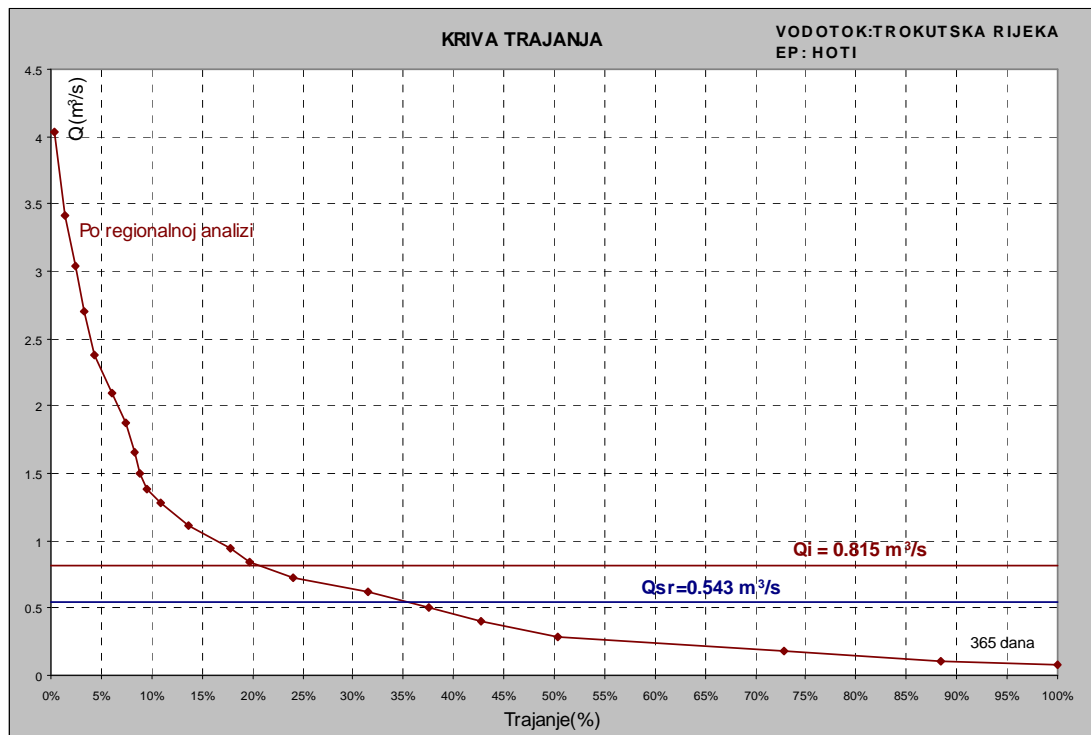
Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1080 mm KDV: 820 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1080 - 820 = 260$ m
- Dužina derivacije $L = 2.1$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.25 \times H_{br} = 0.75 \times H_{br} = 195$ m
- $Q_{sr} = 0.543$ m³/s
- $Q_i = 1.5 \times Q_{sr} = 1.5 \times 0.543 = 0.815$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 20% odnosno 73 dana godišnje.

Uzvodni profil smo izabrali iz istih razloga kako je to ranije navedeno za prethodne profile.

Kriva trajanja



Energetski profil Hoti sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije

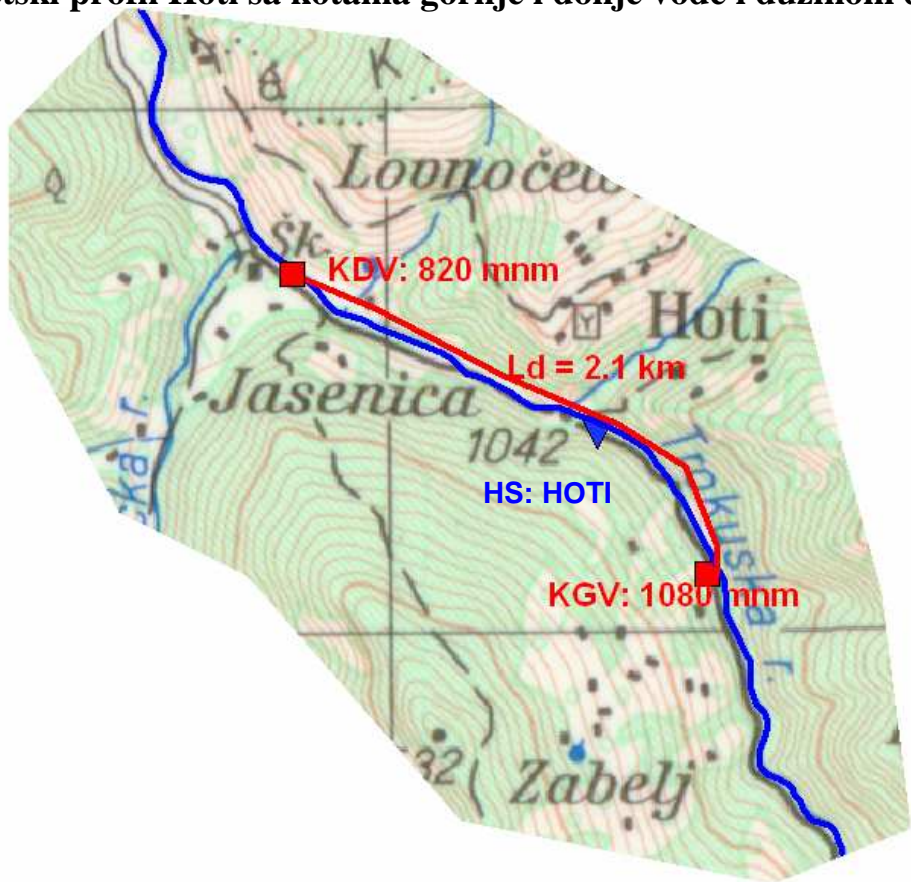


Tabela 8

Trajanje	(%)	100	88.5	72.9	50.4	42.7	37.5	31.5	24.1	20	0
	(dani)	365	323	266.1	184	155.9	136.9	115	88.0	73	0
Neto pad H_{nt}	(m)	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.076	0.103	0.175	0.285	0.395	0.505	0.615	0.725	0.815	0.815
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.090	0.139	0.23	0.34	0.45	0.56	0.67	0.77	0.815	
Snaga N	(KW)	149.2	230.4	381.2	563.6	745.9	928.2	1110.5	1276.3	1350.9	
Snaga N	(MW)	0.149	0.23	0.381	0.564	0.746	0.928	1.111	1.276	1.351	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	42	56.9	82.1	28.1	19	21.9	27	15	73	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	1008	1365.6	1970.4	674.4	456	525.6	648	360	1752	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	150.2	314.1	750.7	380.4	340.2	487.8	719.9	459.4	2367	
Sumarna energija E	(GWh)	0.150	0.464	1.215	1.595	1.935	2.423	3.143	3.602	5.969	

Snaga 1.35 MW Energija 5.97 GWh

Predlaže se instalacija tri agregata snage po 500 KW.

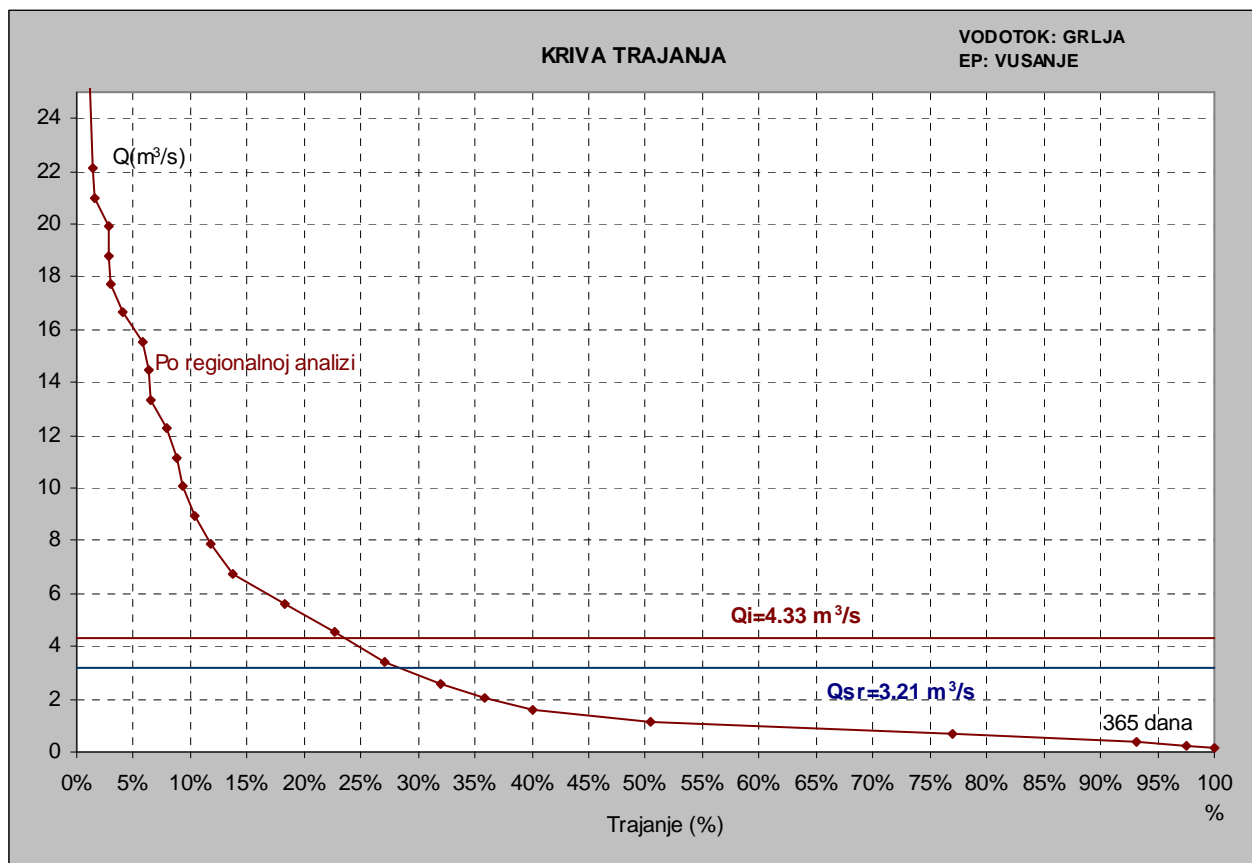
8. Rijeka, Grlja energetski profil "Donje Vusanje"

Parametri potrebni za proračun:

- KGV: 1000 mm KDV: 930 mm
- Bruto pad: $H_{br} = 1000 - 930 = 70$ m
- Dužina derivacije $L = 1.85$ km
- Neto pad $H_{nt} = H_{br} - 0.2 \times H_{br} = 0.8 \times H_{br} = 56$ m
- $Q_{sr} = 3.21$ m³/s
- $Q_i = 1.3 \times Q_{sr} = 1.3 \times 3.21 = 4.33$ m³/s

Neiskorišćene vode prosječno traju 23% odnosno 84 dana godišnje.

Kriva trajanja



Energetski profil: Vusanje sa kotama gornje i donje vode i duzinom derivacije



Tabela 9

Trajanje	(%)	100	93.2	77	50.4	40	35.9	27.1	24.0	0
	(dani)	365	340.2	281.1	184	146	131	98.9	87.6	0
Neto pad H_{nt}	(m)	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Protok Q_s	(m ³ /sec)	0.118	0.365	0.695	1.134	1.573	2.013	3.44	4.33	4.33
Srednji protok Q_{sr}	(m ³ /sec)	0.242	0.53	0.915	1.354	1.793	2.727	3.885	4.33	
Snaga N	(KW)	115.2	252.3	435.5	644.5	853.5	1080.5	1849.3	2061.1	
Snaga N	(MW)	0.115	0.252	0.436	0.645	0.854	1.081	1.849	2.061	
Priraštaj Vremena Δt	(dana)	24.8	59.1	97.1	38	15	32.1	11.3	87.6	
Priraštaj Vremena Δt	(časova)	595.2	1418.4	230.4	912	360	770.4	271.2	2102.4	
Parcijalna energija E_p	(MWh)	68.4	357.4	1016.1	588.2	307.4	832.8	501.4	4333.0	
Sumarna energija E	(GWh)	0.068	0.425	1.441	2.029	2.336	3.169	3.67	8.00	

Snaga 2.06 MW Energija 8.00 GWh

Predlaže se instalacija četiri agregata snage po 500 KW.

Ukupno

Sliv Lima	Snaga (N)	Energija (E)
	(MW)	(GWh)
Jelovica - Lubnice	1.7	6.56
Jelovica – uzvodni	0.807	3.23
Trepačka rijeka –	2.94	12.06
Kraštica – Kralje	0.803	3.06
Velička rijeka - Velika	0.348	1.52
Murinska rijeka –	0.731	3.02
Murinska rijeka –	1.39	5.78
Babinopoljska rijeka –	2.28	8.24
Komarača - Jara	2.64	10.8
Trokutska – Hoti	1.35	5.97
Grlja - Vusanje	2.06	8.00
Σ Pritoke na Limu	17.045	68.24

Rekapitulacija broja agregata

r.br	Energetski profil	Vodotok	Broj agregata
1.	Stabna	Vrbnica	4 x 700 KW
2.	Donja Bukovica	Bukovica	2 x 600 KW
3.	Timar	Bukovica	4 x 500 KW
4.	Sirovac	Tušinja	2 x 300 KW
5.	Gornja Bijela	Bijela	3 x 500 KW
6.	Lubnice - uzvodni profil	Jelovica	3 x 600 KW
7.	Lubnice	Jelovica	2 x 400 KW
8.	Trepča	Trepačka Rijeka	5 x 600 KW
9.	Kralje	Kraštica	2 x 400 KW
10.	Velika	Velička Rijeka	1 x 400 KW
11.	Murino	Murinska Rijeka	2 x 400 KW
12.	Murino uzvodno	Murinska Rijeka	3 x 500 KW
13.	Babino Polje	Babinopoljska Rij.	4 x 600 KW
14.	Jara	Komarača	5 x 600 KW
15.	Hoti	Hotska Rijeka	3 x 500 KW
16.	Donje Vusanje	Grlja	4 x 500 KW

Sumarno: Dva agregata po 300 KW
 Sedam agregata po 400 KW
 18 agregata po 500 KW
 19 agregata po 600 KW
 Četiri agregata po 700 KW

Sadržaj:

	strana
Uvod	2
Osnovne teorijske postavke o hidropotencijalima	3
Neke konceptijske dileme	7
Predlozi i zaključci	11
Okvirni proračun snage i godišnje energije za analizirane profile u slivu Pive	13
Rijeka Vrbnica, energetski profil "Stabna"	13
Rijeka Vrbnica, energetski profil "Ribnjak"	15
Rijeka Bukovica, energetski profil "Donja Bukovica"	17
Rijeka Tušina, energetski profil "Sirovac"	19
Rijeka Bijela, energetski profil "Gornja Bijela"	21
Okvirni proračun snage i godišnje energije za analizirane profile u slivu Lima	24
Rijeka Jelovica, energetski profil "Lubnice - uzvodni profil"	24
Rijeka Jelovica, energetski profil "Lubnice"	26
Rijeka Trepča, energetski profil "Trepča"	28
Rijeka, Kraštica energetski profil "Kralje"	30
Rijeka, Velička energetski profil "Velika"	32
Rijeka, Murinska energetski profil "Murino"	34
Rijeka, Murinska energetski profil "Murino-uzvodno"	36
Rijeka, Babinopoljska energetski profil "Babino polje"	38
Rijeka, Komarača energetski profil "Jara"	40
Rijeka, Trokutska energetski profil "Hoti"	42
Rijeka, Grlja energetski profil "Donje Vusanje"	44
Rekapitulacija broja agregata	47

