

# **Mogućnosti korišćenja energije podzemnih voda na području Opštine Nikšić**

**Mr sci Slavko Hrvačević, dipl.ing.**

Nikšić, 31.05.2016.godine



❖ **Energija Zemlje ujedno se naziva i geotermalna energija.**

**Najčešće korištenje geotermalne energije ostvaruje se konvektivnim prenošenjem toplote pomoću fluida, koji je obično topla voda ili smjesa vrele vode i pare.**

**Mogućnost crpljenja toplote iz okoline korištenjem kružnog termodinamičkog procesa često se primjenjuje za grijanje (i hlađenje) u razvijenom svijetu.**

**Toplotne pumpe često se spominju zajedno sa geotermalnim izvorom energije.**

**Geotermalna energija je obnovljivi izvor energije jer se toplota neprekidno proizvodi unutar Zemlje različitim procesima.**



## **Prednosti korišćenja geotermalne energije su:**

- **Korišćenje geotermalne energije uzrokuje zanemarljiv uticaj na životnu sredinu, i ne doprinosi efektu staklene bašte,**
- **U pitanju je ogromni energetska potencijal (obezbeđuje neograničeno napajanje energijom),**
- **Mogućnost višenamenskog korišćenja resursa (utiče na ekonomsku opravdanost eksploatacije).**



## **Nedostaci korišćenja geotermalne energije su:**

- **Ograničenja obzirom na sastav stijena i mogućnost pristupa i eksploatacije,**
- **Izvor energije može biti iscrpljen usled neodgovarajuće eksploatacije,**
- **Potrebne visoke početne investicije i visoki troškovi održavanja.**



## **HIDROLOŠKE KARAKTREISTIKE SLIVA RIJEKE ZETE**

**Cijelo slivno područje rijeke Gornje Zete nalazi na karstnom terenu, sa svim osobinama koje takav teren karakteriše, te je hidrološko-hidrogeološko proučavanje samim tim dosta složeno i zahtijeva poseban pristup.**

**Dobijanje odgovarajućih rezultata otežava i činjenica da kvalitet i obim raspoloživih podloga **nije na odgovarajućem stručnom nivou**. To se naročito odnosi na hidrološke podloge, dok je situacija sa meteorološkim podlogama donekle povoljnija.**



**Hidrološke i hidrogeološke metode, znanja i informacije neophodni su za rješavanje brojnih praktičnih problema koji spadaju u različita područja ljudskih djelatnosti vezanih s vodom i promjenjivošću njene količine i kvaliteta u prostoru i vremenu. Savremena, numerički i računarski orijentisana hidrologija i hidrogeologija, koristi većinu novih naučnih pristupa, metoda i tehnologija kao što su: operativno istraživanje, geostatistika, teoriju sistema, faktorska analiza, planiranje sistema, koncept fraktala, GIS itd.**



**Za hidrologiju osnovni zadatak a ujedno i najveći problem predstavlja činjenica nejednolike, često krajnje različite i brze promjene količine vode u prostoru i vremenu.**

**Upravo ta nejednolika raspodjela vodnih resursa u prostoru i vremenu čini upravljanje vodnim resursima krajnje složenim i odgovornim zadatkom. Ona ujedno predstavlja osnovnu i neraskidivu vezu sa nekoliko naučnih i stručnih inženjerskih disciplina.**

**Upravljanje vodnim resursima u karstnim terenima, nemoguće je bez kvantitativne hidrogeologije i hidrologije i njezinih teorijskih i praktičnih dostignuća. S druge strane hidrologija svoje značenje u savremenom svijetu i svoj brzi, često i neujednačeni razvoj mora prije svega zahvaliti zadacima koje je pred nju postavilo upravljanje vodnim resursima.**



**Vjerovatno nema većeg izazova za hidrauličare i hidrogeologe od opisivanja tečenja u karstnim terenima. Veliki procenat teritorije Nikšićkog polja kao i sliva rijeke Zete je karstni teren, te za rješavanje niza inženjerskih problema treba sagledavati tok, kako površinskih tako i podzemnih voda u karstu.**



**U različitoj tehničkoj dokumentaciji sreću se različiti podaci o površini sliva Gornje Zete. Cijelo slivno područje vodotoka Nikšićkog polja drenira površinu od oko 850 km<sup>2</sup> u topografskom (hidrološkom) smisli, dok je u hidrogeološkom ova površina znatno veća i iznosi oko 1.170 km<sup>2</sup>.**

**Karst sliva rijeke Zete predstavlja u svakom pogledu po svojoj genezi, oblicima i pojavama jedan od specifičnih i najizraženijih vidova karsta na Balkanu.**



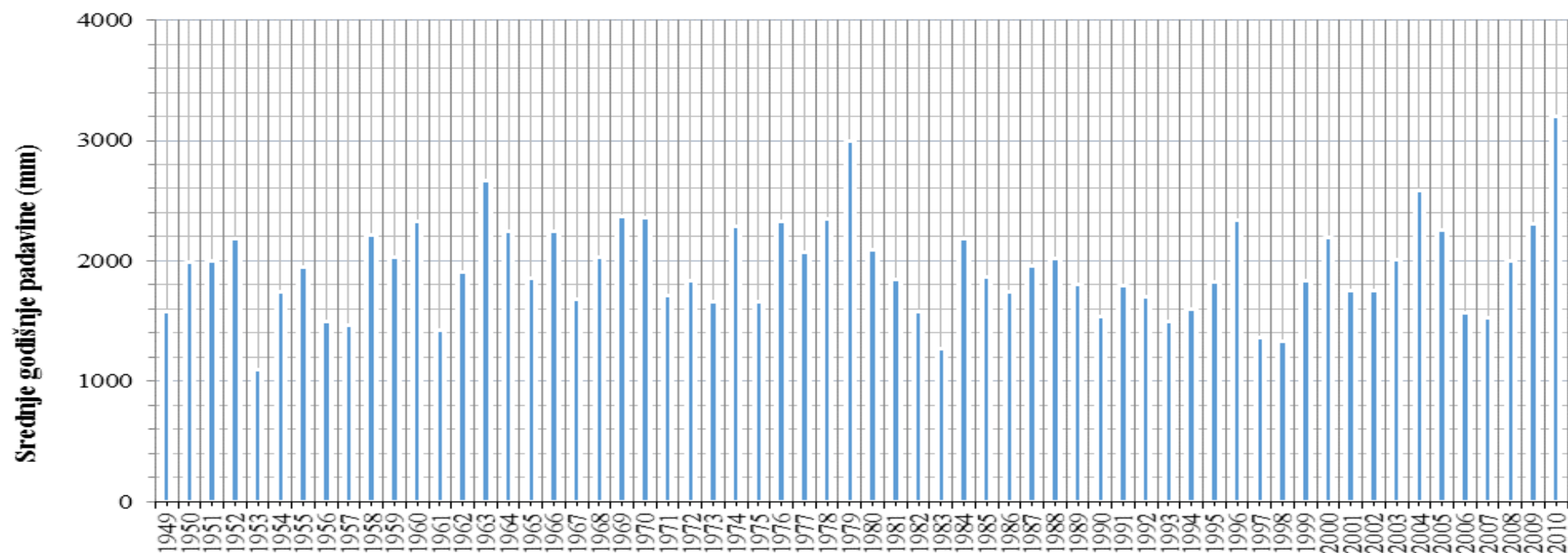
Hidrološke, odnosno hidrogeološke specifičnosti karsta su **brza infiltracija padavina, mala akumulativna sposobnost u zoni sitne pukotinske poroznosti, te velika provodnost i stvaranje povremenih površinskih i podzemnih akumulacija u zonama većih pukotinskih sistema.** Posljedica ovakvih karakteristika je da slivovi, ili njihovi dijelovi izgrađeni od karstifikovanih karbonatnih stijena, imaju slabo razvijenu mrežu površinskih vodotoka, pošto se provodna i kolektorska mreža nalaze pretežno u podzemlju.

Bez tačnog poznavanja ovih podataka najčešće nije moguće ni pristupiti brojnim hidrološkim proračunima niti pouzdano organizovati i planirati upravljanje vodnim resursima.



**U Nikšićkom polju i njegovoj okolini, odnosno na slivnom području rijeke Gornje Zete, izmjerene su relativno velike sume padavina na godišnjem nivou. Analizom padavina, za period od 61 godine, vidi se da prosječne godišnje padavine na Nikšićkom polju iznose **1.968 mm vodenog stuba**.**

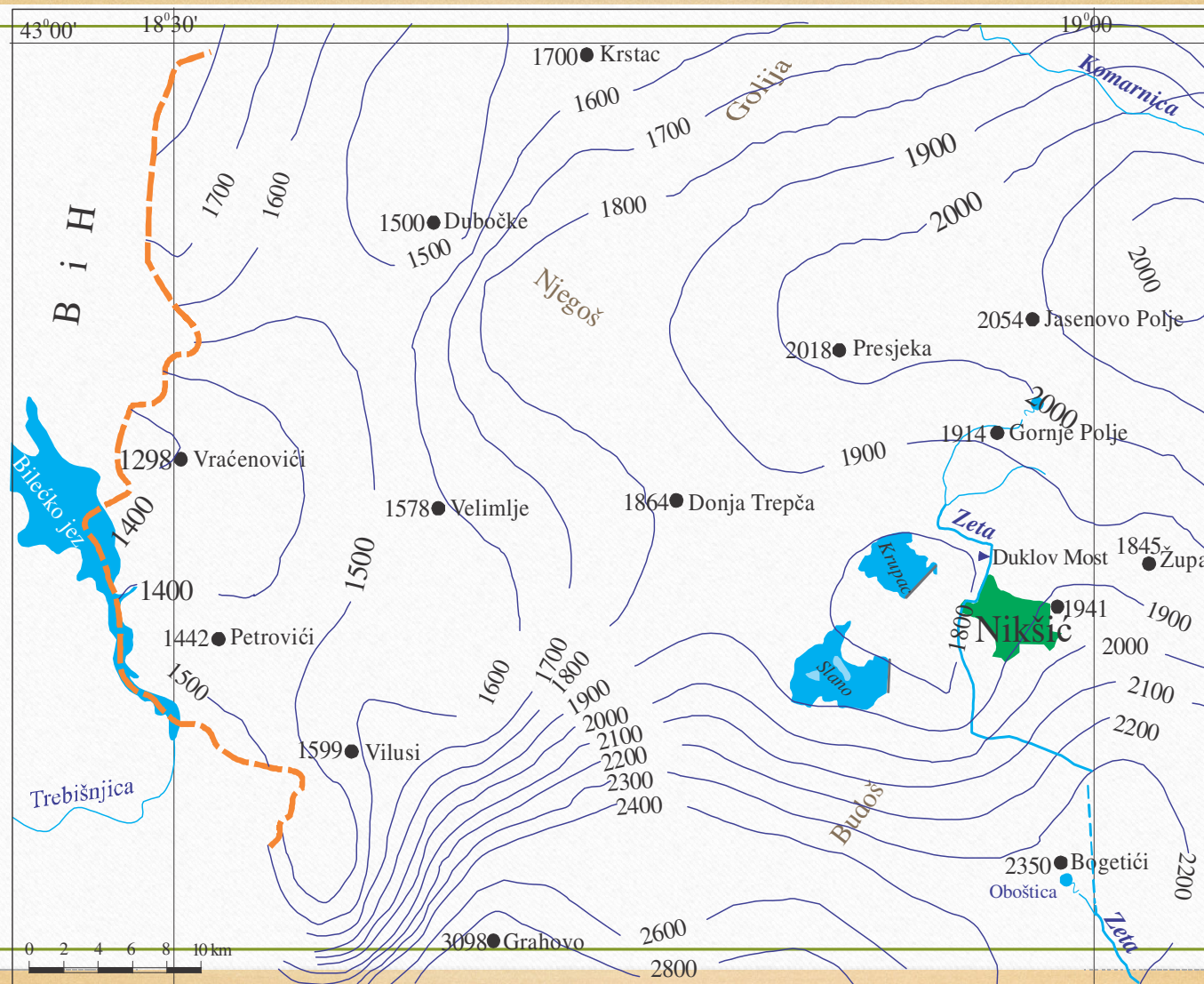
**DIJAGRAM GODIŠNJIH SUMA PADAVINA ZA PERIOD 1949 - 2010.g.**





# KARTA IZOHIJETA DIJELA SLIVA RIJEKE ZETE

Prema podacima HMZCG (1961-1990)



## LEGENDA:

- Vododjelnica slivova;
- Kišomjerna stanica sa srednjegodišnjim sumama padavina;
- ▼ Vodomjerni profil;
- 2000 Izohijete srednjegodišnjih suma padavina.



## **PROCJENA KOLIČINA RASPOLOŽIVIH VODA NA SLIVU**

**U slivu rijeke Zete najvažniji vodotok je sama rijeka Zeta.**

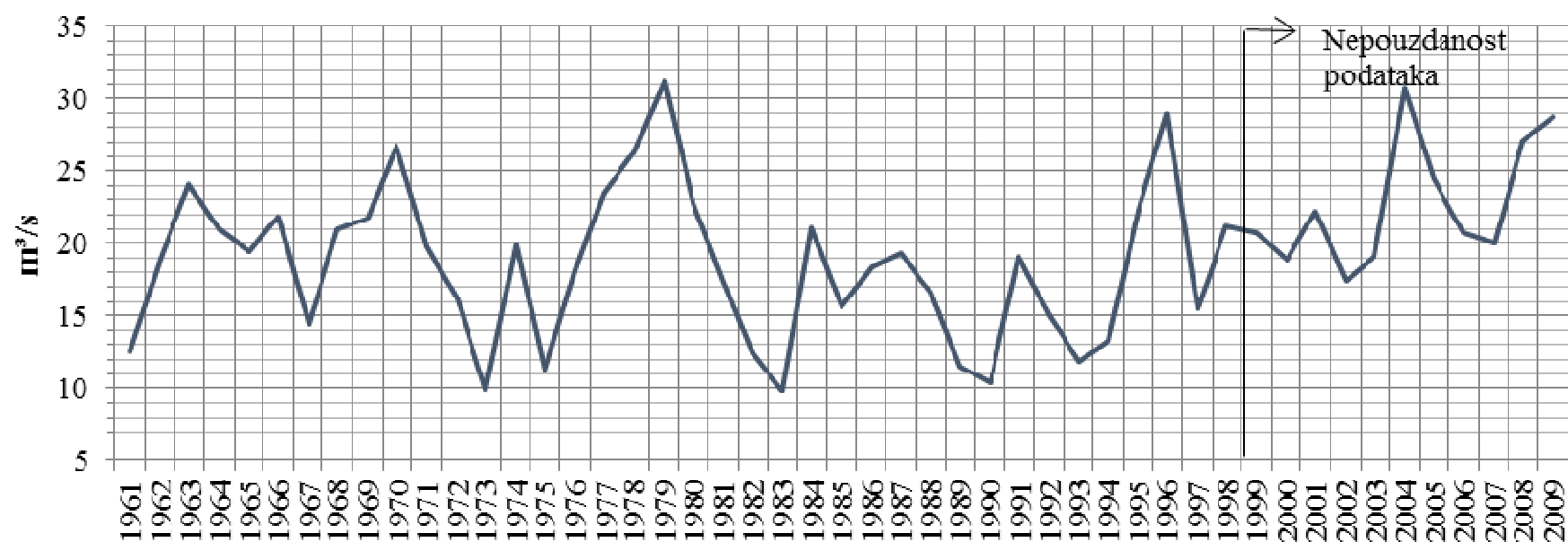
**Usled jako izražene karstifikacije terena sliva, koeficijenti oticanja su veliki i kreću se od 0.65 do 0.75.**

**Prilikom određivanja vododijelnica i površine sliva kao i u hidrološkim analizama, ne smije se zaboraviti da su ovi prostori, naročito u posljednjem vremenu, izvrgnuti snažnim antropogenim, ali i prirodnim utjecajima koji u najrazličitijim mjerilima prostora i vremena stalno mijenjaju njihova osnovna svojstva vezana s procesom oticanja. Opšte govoreći i ne samo u vezi sa slivnim površinama, u antropogene uticaje spada slijedeće:**

- 1) Urbanizacija;**
- 2) Povećanje erozije i pojava klizišta;**
- 3) Promjena namjene korištenja zemljišta;**
- 4) Promjena vegetacionog pokrivača;**
- 5) Sječa šuma;**
- 6) Nekontrolisana eksploatacija šljunka i kamena.**

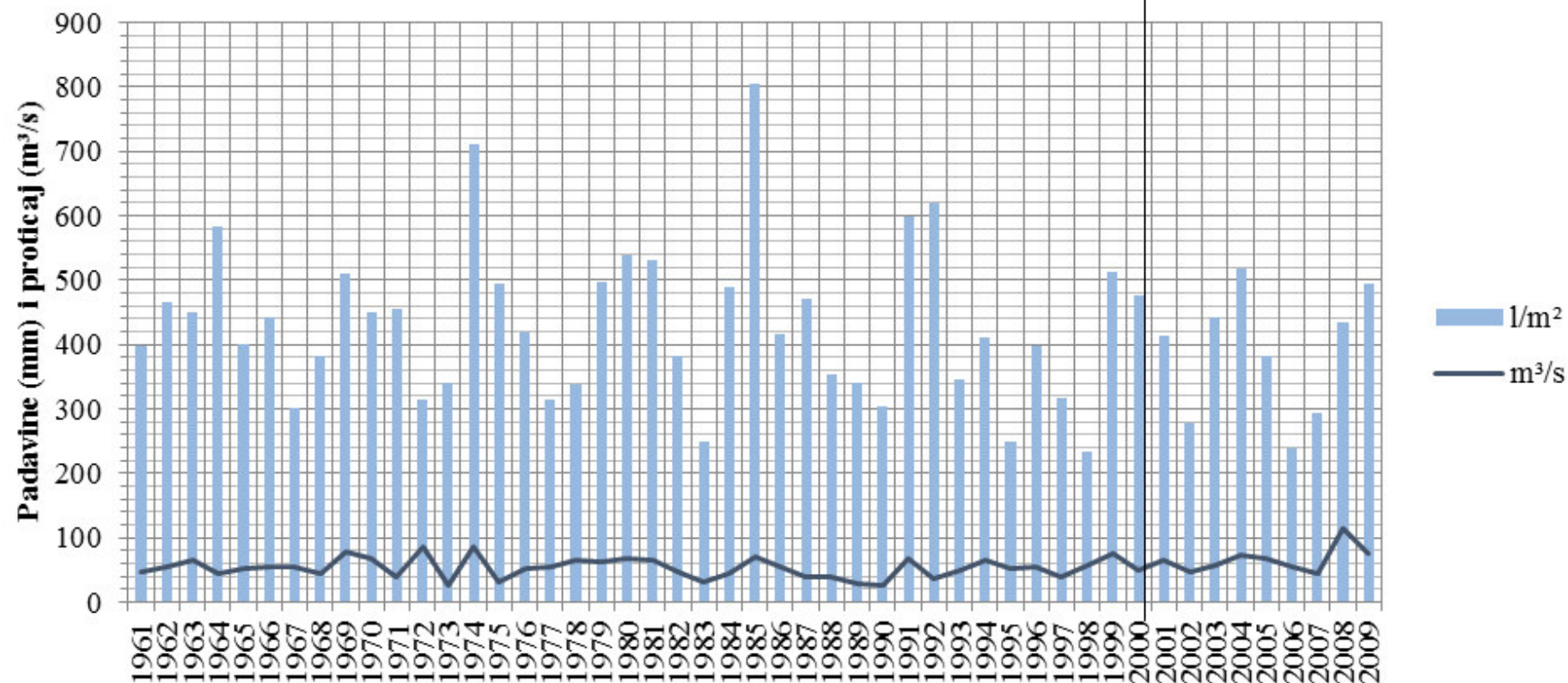


### HIDROGRAM RIJEKE ZETE ZA PERIOD 1961/2009 godina





**PROMJENA max DNEVNIH PROTICAJA ZETE (VS Duklov most) U  
ZAVISNOSTI OD max DNEVNIH PADAVINA (meteorološka stanica Nikšić)**





**Analizom prosječnih proticajia po vodotocima za desetogodišnji period (1989-1998) iznose:**

<b>Zeta sa Bistricom</b>	<b><math>Q_{sr} = 17.08 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>
<b>Slanska rijeka (Slano)</b>	<b><math>Q_{sr} = 8.12 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>
<b>Matica sa Moštanicom (Krupac)</b>	<b><math>Q_{sr} = 4.02 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>
<b>Grabovik</b>	<b><math>Q_{sr} = 0.94 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>
<b>Mrkošnica</b>	<b><math>Q_{sr} = 0.85 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>
<b>Gračanica</b>	<b><math>Q_{sr} = 2.56 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>
<b>Ukupno:</b>	<b><math>Q_{sr} (\text{Nikš.polje}) = 33.57 \text{ m}^3/\text{s};</math></b>

**Proračunato za navedeni period srednji godišnji dotok u Nikšićkom polju iznosi**  
 **$Q_{uk} = 1,058,663,520 \text{ m}^3.$**

**U odnosu na proticaj na HE "Perućica" ( $Q_{HE}$ ) iskorišćenje površinskih voda**  
**Nikšićkog polja ( $Q_{Nk}$ ) iznosi svega 60 %, tj.**  
 **$Q_{isk} = 60 \text{ \%}.$**



**Za proračun statičkih rezervi karstnih izdani se ne raspolaze dovoljnim brojem mjerodavnih podataka. Orijentaciono, statičke rezerve karstnog terena iznose:**

$$Q_{st} = 2.000 \times 10^6 \text{ m}^3$$

**Dinamičke rezerve se, po pravilu, poistovjećuju sa sumarnom izdašnoću vrela. Ukupna veličina godišnjih dinamičkih rezervi procjenjuje se na oko 50 m<sup>3</sup>/s. Sumarni minimum izdašnosti svih karstnih vrela orijentaciono iznosi oko 3 m<sup>3</sup>/s, dok maksimalna izdašnost ne prelazi 200 m<sup>3</sup>/s.**



**Za orijentacione proračune bilansa podzemnih voda, usvojene su srednje vrijednosti koeficijenata transmisibiliteta za relevantne pijezometre, s tim što su te vrijednosti korigovane pri proračunu proticaja za maksimalne i minimalne nivoe podzemne vode.**

**Proračun je izvršen na osnovnoj relaciji Dupuit-a:**

$$Q = LTI$$

**gdje je:**

**-Q - proticaj, m<sup>3</sup>/sec**

**-L - širina fronta, m**

**-T - koeficijent transmisibiliteta, m<sup>2</sup>/sec**

**-I - gradijent toka .**



**Evidentno je da prema usvojenim odnosima koeficijenta transmisibiliteta, za različite pijeometrijske uslove, tj. gradijente toka, što razumljivo nije sasvim pouzdano, rezultirajuće veličine oticanja su reda 1.200 do 1.300 m<sup>3</sup>/sec. Zapravo, srednja vrijednost je **1.220 m<sup>3</sup>/sec.****



**Proračun infiltracije urađen je primjenom metode Turc-a za određivanje evapotranspiracije i usvajanjem da površinsko i podpovršinsko oticanje dostiže u prosjeku 20% od padavina.**

Prema tome, najgrublje uzevši bilansna jednačina bila bi, u m<sup>3</sup>/s.

$$0.772 = 0.220 + 0.105 + 0.447$$

odnosno godišnje:

$$24.35 \times 10^6 = 6.94 \times 10^6 + 3.31 \times 10^6 + 14.10 \times 10^6$$



***Nizak stepen izučenosti kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika ne daje dovoljno podataka za ozbiljnije analize bilansa podzemnih voda nikšićkog polja.***







***Treba obezbijediti da se razvoj i upravljanje vodnim resursima odvija u sklopu nacionalnog planiranja i da postoji stalna koordinacija između svih tijela odgovornih za istraživanje, razvoj i upravljanje vodnim resursima***

***HVALA NA PAŽNJI***

***Mr sc Slavko Hrvačević, dipl.ing.***