

## UPOREDBA IZLEZNIH REZULTATA KOD RAD HIDROCENTRALE SA ASPEKTA PROSEČNE DNEVNE I PROSEČNE MESEČNE DOTOKE

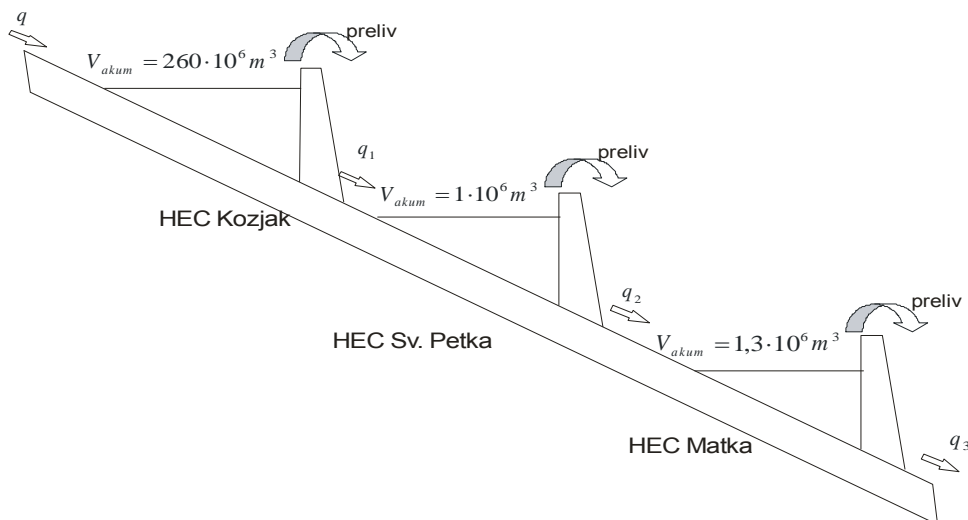
Mile Spirovski, Tehnički fakultet-Bitola, R. Makedonija<sup>1</sup>  
Arsen Arsenov, Fakultet za elektrotehniku i informacijske tehnologije-Skopje, R. Makedonija  
N. Acevski, Tehnički fakultet-Bitola, R. Makedonija

### UVOD

U ovom radu biće opisan rad hidrocentrale HEC Kozjak koja je prva od hidraulično povezane centrale na Reci Treska. Imenom kada se izvode studije i idejne proekte za isplativost o gradnju u neku hidrocentrlu, postavlja se pitanje dali je dovoljna obrada prosečne mesečni podataka ili neophodno je te podatke da se svede i na vrlo manje intervale dnevne ili casovne. U ovaj rad biće napravljena jedna paralela između rezultata sa dnevnih i rezultata sa mesečnih protoke, što bi dovelo do konkretnije rezultate o kapacitetu određenu hidrocentralu i njezino proizvodstvo električne energije. Za izvođenje na detalnu analizu tehničke i energetske parametre, koristim gotov programski paket koji daje sve neophodne rezultate. Kao izlezne rezultati biće dobijene proizvedena energija, kote akumulacije i optimalan istek. Pri analizu vođeno je račun za kapacitet vleznih i izleznih organa pod pritiskom, kote akumulacije i moguće isteke od akumulacije, zapazanje već postojeći hidrografe i obezbeđenje vode za sve potrebe kako industrije tako i tehničkom vodu. Kao poseban problem biće razmatran slučaj o nepoželjnim momenata na poplave.

### OSNOVNI TEHNOENERGETSKI KARAKTERISTIKI

Hidrocentrala HEC Kozjak je prva u nizu od tri hidrocentrale koji se nalaze na reci Treska, a na dole nalaze se HEC Sv.Petka i HEC Kozjak. Konfiguracija sistema koji razmatramo je pretstavljen na slika1.



Slika1. Hidrosistem na reci Treska

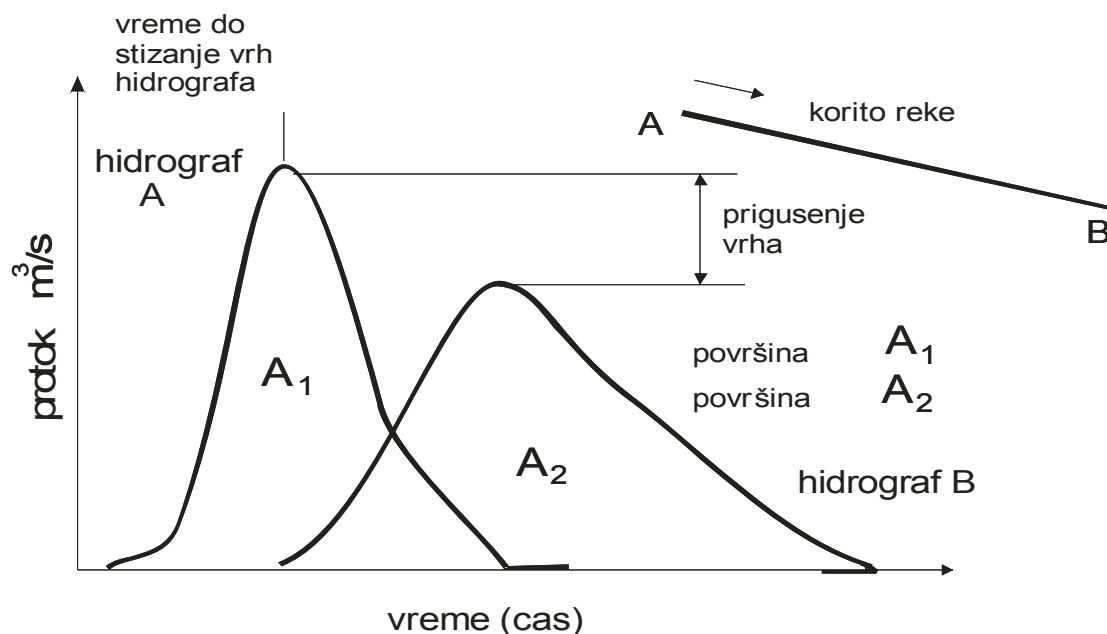
Njezina akumulacija ima više od 100 miliona metri kubne koristan prostor i je neuporedivo veća od akumulacije naredne dve hidrocentrale u istoj nizi. U njoj su instalirane dva francis agregate sa instalirani protok od  $50m^3/s$ , sa isti instalirani protok raspolaže i oba agregata na HEC Sv.Petka dok kod HEC Matke u buduće razmatran je instaliran protok od  $40m^3/s$ , odnosno dva agregata sa po  $20m^3/s$ . Za jedna akumulacija osnovne fizičke podatke su kumulativan volumen za svaka pogonska zona i maksimalna prelivna sposobnost, koja e u funkcije od volumen vode u akumulacije.

### Transfer hidrografe

Postoje dva tipa transfera hidrografe: Transfer hidrografa u akumulacije ili rezervoara i transfer hidrografa u kanal. Transter kod akumulacije analizuje se sa cilj da bude određeno prigušenje kod vrh hidrografa na koe je izložen otkad je u akumulacije.

Transfera kod kanal je bitan da se odredi uticaj kod kanala u odnosu pika kod hidrografa u vreme putovanja. Za to potrebne su vlezne podatke o početnom hidrografu u samog kanalu kao i karakteristike samog kanala.

Kada jedan hidrogaf putuje niz kanal njihovi karakteristike se menjaju kao rezultat otpora dviženje što omogućava kanal i njihovi volmenske karakteristike. U slučaj kada nemamo međudotok po dužini kanala, vrvni pritiska se pridušuje. Kada imamo poznat vlezan hidrograf i kanal, cilj putovanja hidrografa niz kanala je da se odredi oblik izleznog hidrografa, a tipičan primer je na slici 2.



Slika 2. Generaliziran efekt od transfer hidrografa

### SAINT VENAN- ovi izrazi

Sa pomoć Saint Venan-ovi ravenke, koj su još i osnovne ravenke, opisuje se prostiranje na daden bran u otvorenom kanalu. Vodeni bran može se klasificirati kao dinamički, gravitacioni, difuzni i kinematički branovi, ovisno od toga koliki broj elemenata koji su uzeti u kalkulacije u sastav modela koji opisiva dviženje brana.

U opšti lik, izgled Saint Venan-ovi ravenke je sledan:

- Ravenka za održavanje kontinuiteta

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

- Ravenka za održavanje količestvo dviženje ili ravenka ya održavanje impulsa

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 \right) + gAS_f = 0 \quad (2)$$

$x$  – nadolžno rastojanje po dužini kanala (m),  $t$  – vreme (s),  $A$  – površina naprečnog preseka koritu ( $m^2$ ),  $Y$  – kota vode u kanalu (m),  $S_0$  - naklon kanalu,  $q$  – nadolžan dotok vode ( $m^3/s$ )/ $m$ ,  $S_f$  - naklon trienja – maningov koeficient koj se određuje sa Maningove ravenke:

$$S_f = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}} \quad (3)$$

$R$  – hidrauličan radius,  $Q$  – istek:

Ravenke (1) i (2) možemo sresti i u sledećem obliku:

- Ravenka za odžavanje kontinuiteta

$$B \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (4)$$

- Ravenka za održavanje količestvo dviženje

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \alpha \cdot v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} - g (S_0 - S_f) = 0 \quad (5)$$

Gde  $B$  je širina ogledalne površine vode u kanalu,  $\alpha$  je koeficient raspredelbe brzine, a  $h$  je dlabočina vode u kanalu.

### Osnovne ravenke kontinuiteta

Presmetkovne metode svrzane sa transferom hidrografe niz kanale i akumulacije bazira se na principe održavanje mase (ravenka kontinuiteta) i održavanje ravenstvo impulsa i zapazenje dinamičke jednakvosti. Ravenka kontinuiteta izražava zapazenje mase što znači da promena akumulacije je jednakvo dotoku u nju minus istek:

$$I - O = \frac{dS}{dt} \quad (6)$$

$t$  - vreme (s),  $S$  - akumulacioni volumen ( $m^3$ ),  $I$  – dotok ( $m^3/s$ ),  $O$  istek ( $m^3/s$ ).

Ravenka za održenje količina dviženja, (dinamička ravenka) je zbir sve sile koi deluju u razmatrani volumen:

$$\frac{d(mv)}{dt} = \sum F \quad (7)$$

gde  $m$  je masa u kg,  $v$  – brzina (m/s), a zbir sile u sebe uključava pritisak, trijenje i gravitacione uslove.

### Working R&D Method

Za određivanje dviženje vodene kanale i vodoteke kad imamo kuse vremenske integrale (dnevne ili kraće), jedan od modeli koi se koristi je i Working R&D Method. Ovaj metod koristi nelinearna zavist na volumen od istek vode i omogućuje korišćenje akumulacije sa naprečnim presekom u formi klina.

Working R&D Method koristi volumen akumulacije koi je "radni" volumen:

$$\frac{V_2}{\Delta t} = \frac{V_1}{\Delta t} + Q_h - \frac{D_1 - D_2}{2} \quad (8)$$

$V_1$  - takozan "radni" volumen na kraj vremenskog intervala;

$V_2$  - takozan "radni" volumen na početak vremenskog intervala;

$Q_h$  - prosečan dotok za vreme na jedan transferan interval;

$D_1$  - rabotano pražnenje na početak vremenskog intervala;

$D_2$  - rabotano pražnenje na kraj vremenskog intervala,  $D_2 = f(R_2)$ ;

Istek je pak funkcija od rabotno pražnenje i se opredeljuje sa pomoč sledeće formule:

$$O_2 = D_2 - \frac{x}{1-x} \cdot (I_2 - I_1) \quad (9)$$

$x$  je Muskingam koeficient, bez dimenzije;  $O_2$  - istek na kraj intervala;  $I_2$  - dotok na kraj intervala.

## Softverski analizirano rešenje sa upoređanje dnevne i mesečne podake za HEC Kozjak

Sa pomoć softverskih paket HEC DSSVue i HEC 5 analizirane su postavljene probleme sa prosečne dnevne i prosečne mesečne podatke.

Osnovne podatke za lokacije i brane kod HEC Kozjak su navedene u tabeli br.1. Sa primena softverske pakete HEC DSSVue i HEC5 opredelene su moguće rešenja za hidroturbine cije osnovne podatke su date u tabelu 2.

TABELA 1. Osnovne podatke za lokacije HEC Kozjak

<b>i</b>	Rated Discharge (in m <sup>3</sup> /s)	50	Limits
<b>i</b>	Net Head at rated discharge (in meters)	88.1	Limits
<b>i</b>	Site Gross Head (in meters)	89	Limits
<b>i</b>	Site Elevation (in meters)	357.4	Limits
<b>i</b>	Water Temperature (in degrees C)	10	Limits
<b>i</b>	Desired unit setting to tailwater (in meters)	2	Limits
<b>i</b>	Efficiency Priority at max output (0 to 10)	5	Limits
<b>i</b>	System Frequency (50 Hz or 60 Hz)	50	Limits
<b>i</b>	Minimum Net Head (in meters)	70	Limits
<b>i</b>	Maximum Net Head (in meters)	89	Limits

TABELA 2. Moguća rešenja za Francis turbine kod HEC Kozjak

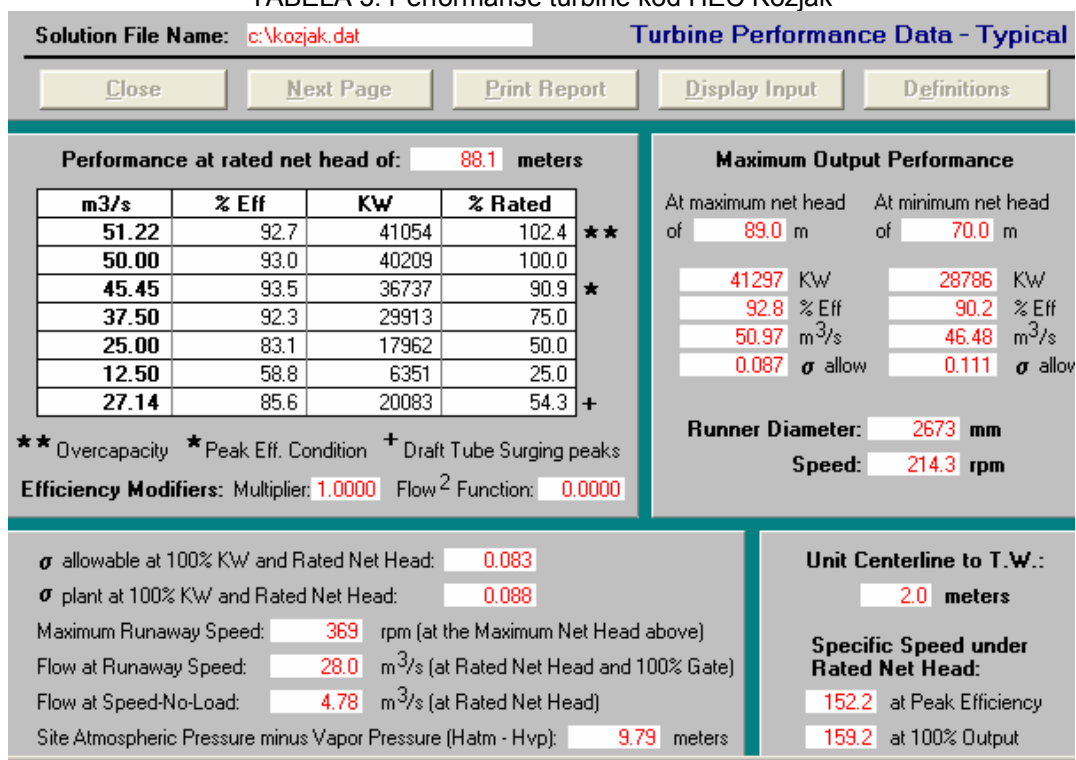
Solution	Runner Diameter	Runner Diameter	Unit Speed	Specific Speed	Centerline Setting
Number	Millimeters	Inches	rpm	NS	meters
1	2673	105.2	214.3	157	2.4
2	2747	108.1	200.0	146	3.3
3	2820	111.0	187.5	137	3.9
4	2885	113.6	176.5	129	4.4
5	2945	115.9	166.7	122	4.8
6	3004	118.3	157.9	115	5.2
7	3063	120.6	150.0	110	5.6
8	3122	122.9	142.9	104	6.0
9	3169	124.8	136.4	100	6.1
10	3216	126.6	130.4	95	6.2

Preliminary Output: **38892** KW

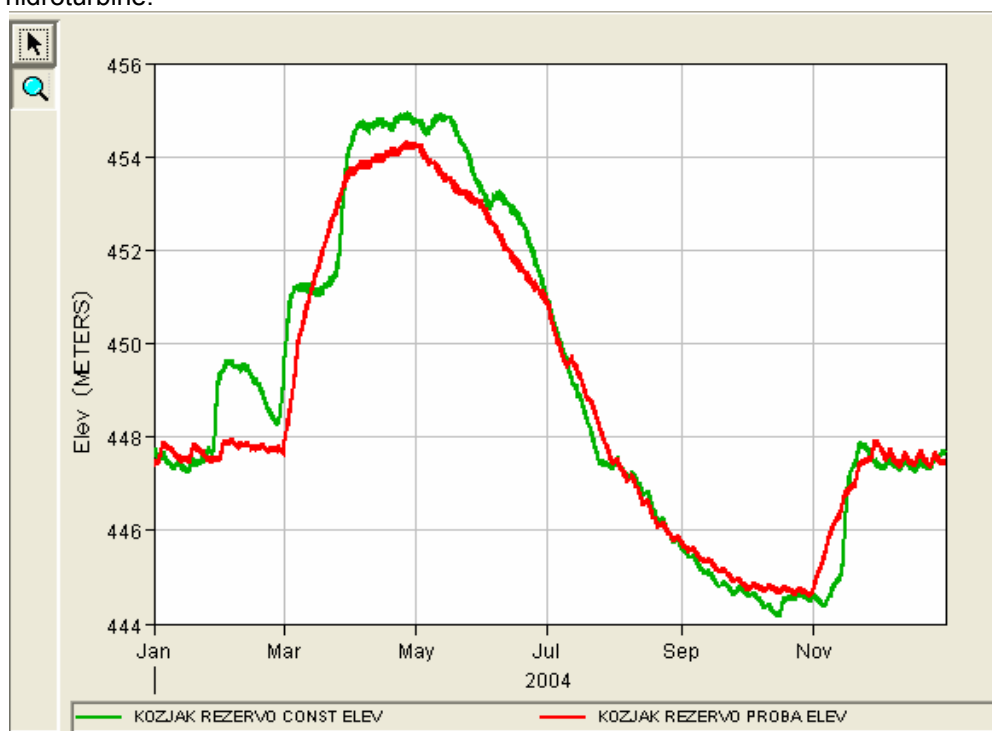
Enter Size Selection:

Sa istom programskog paketu opredelene su performanse na hidroturbine I iste su prezentirane u tabela 3. U ovoj tabeli imamo performansi na turbine u HEC Kozjak pri nominalnu visinu 88,1m (protok, koeficient korisnog dejstva, moćnost itd), maksimalne izlezne podatke pri minimalne i maksimalne visine (protok, koeficient korisnog dejstva, moćnost, koeficijent kavitacije), dijametar rotora kod turbine i njegov broj vrteže, specifičan broj vrteže pri nominalan neto pad i maksimalan koeficient korisnog dejstva i maksimalno optovarenje na izlaz od turbine, potreba od postojenje multiplikator između turbine i generatora ili ne, presmetan i dozvolen koefizijent kavitacije pri 100% opterećenje turbine i nominalan pad, brzina pri pobeg turbine, protok pri prazan hod i pri pobeg kao i atmosferski pritisak na mesto lokacije na hidrocentrale.

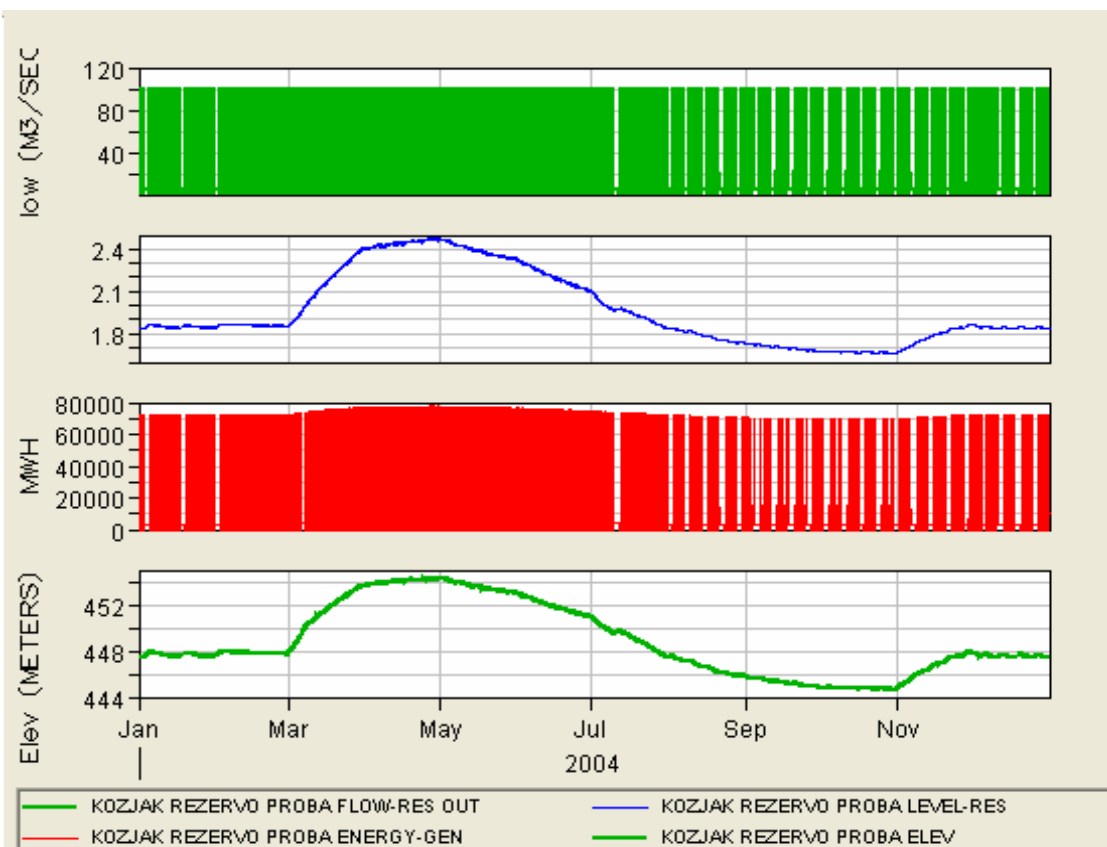
TABELA 3. Performanse turbine kod HEC Kozjak



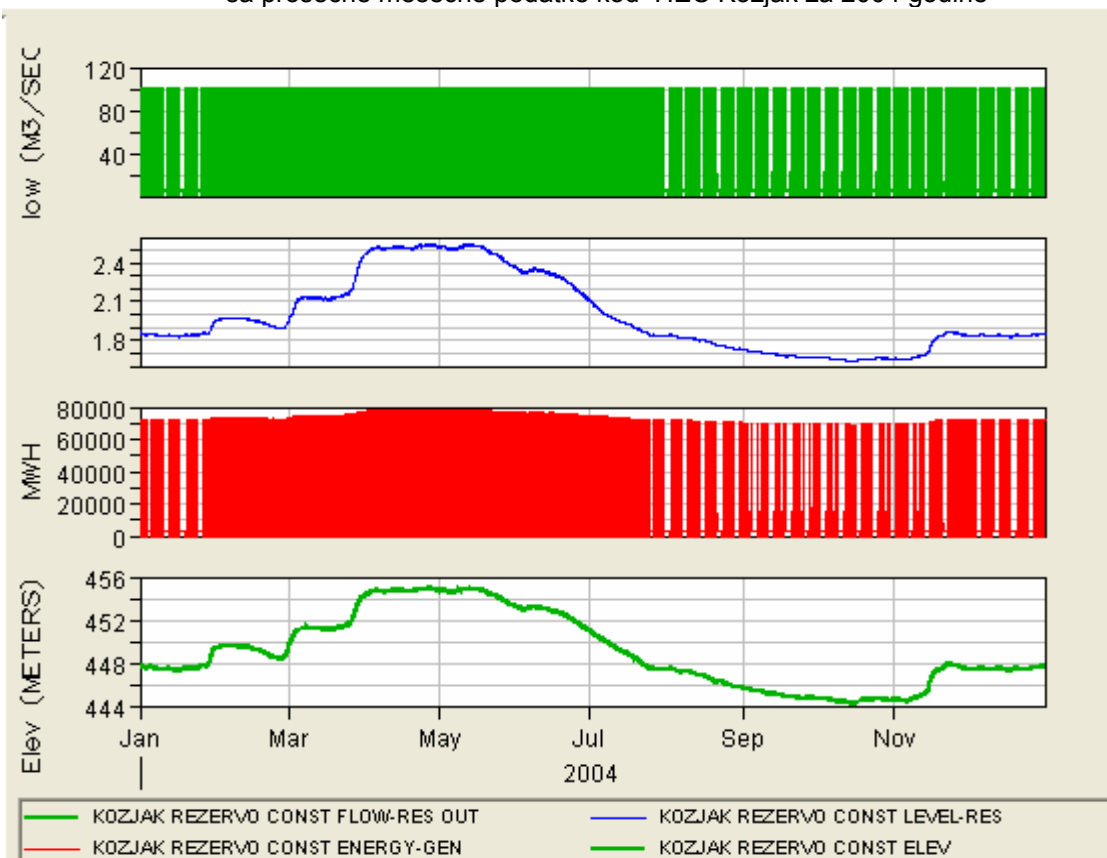
Na slici 3 imamo promena kote kod akumulacije HEC Kozjak za slučaj hidrografa sa prosečne dnevne dotoke i izvedene prosečne mesečne dotoke na bazu osnove dnevne. Može se uočiti da oscilaciji kote sa prosečne dnevne dotoke su znatno izrazitiji. Na slici 4 i 5 prikazane su promene kote, akumulacijski nivoa, isteke i očekivano proizvodstvo električne energije kod HEC Kozjak, za slučaj sa prosečne mesečne i prosečne dnevne dotoke. Vidi se da osciliranje sve veličine su u dozvoljene granice, kao i kod kote, koje padaju pod nivo "Buffer" ali u periode kad treba da zadovolji taj biološki minimum kod HEC Matke 1, pa zbog toga nikada ne može se postići taj konzervacioni nivo 3. U period zadovoljivanje samo tehničkog minimuma se ne proizvodi električne energije zato što se ne može zadvižiti hidroturbine.



Slika 3. Promena kote akumulacije kod HEC Kozjak za 2004 godine



Slika 4. Optimalan istek, nivoa, proizvedene energije, kote sa prosečne mesečne podatke kod HEC Kozjak za 2004 godine



Slika 5. Optimalan istek, nivoa, proizvedene energije, kote sa prosečne mesečne podatke kod HEC Kozjak za 2004 godine

TABELA 4. Statističke podatke za prosečne mesečne dotoke kod HEC Kozjak za 2004 godine

Selected Data Set: /TRESKA/KOZJAK REZERVO/ENERGY-GEN/01JAN2004/1H...

Arithmetic | General | Time Conversion | Hydrologic | Smoothing | Statistics

Type: Basic

Number of Valid Values:	8784.0	
Number of Missing Values:	0.0	
Last Valid Value:	10715.978	at 31DEC2004, 24:00
Minimum Value:	0.0	at 01JAN2004, 01:00
Mean Value:	20559.145	
Maximum Value:	77584.74	at 26APR2004, 22:00
Accumulated Amount:	1.8059152E8	
Standard Deviation:	31675.08	
Skew Coefficient:	1.0929644	
Data Type:	PER-CUM	
Units:	MWH	

TABELA 5. Statističke podatke za prosečne dnevne dotoke kod HEC Kozjak za 2004 godine

Selected Data Set: /TRESKA/KOZJAK REZERVO/ENERGY-GEN/01JAN2004/1H...

Arithmetic | General | Time Conversion | Hydrologic | Smoothing | Statistics

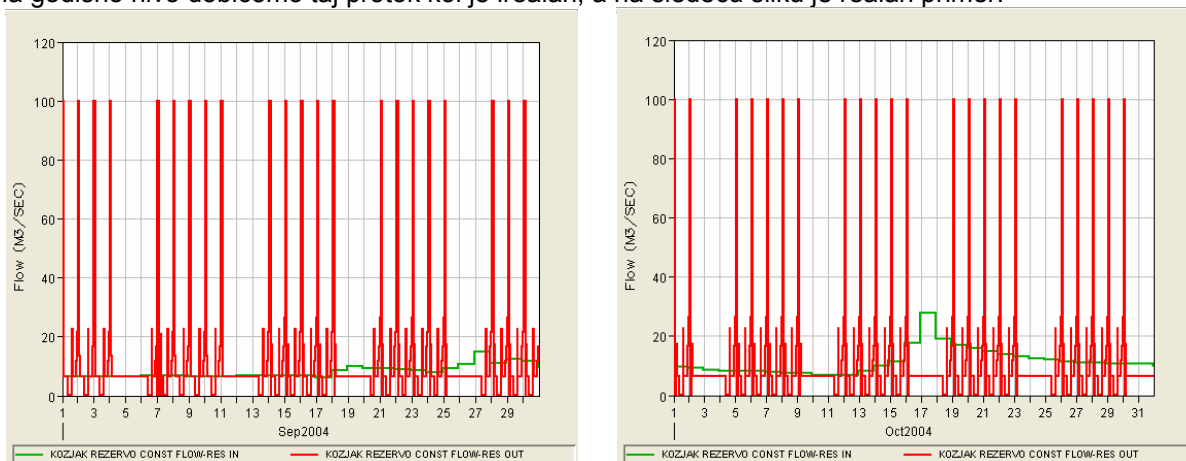
Type: Basic

Number of Valid Values:	8784.0	
Number of Missing Values:	0.0	
Last Valid Value:	72005.66	at 31DEC2004, 24:00
Minimum Value:	0.0	at 01JAN2004, 01:00
Mean Value:	20667.016	
Maximum Value:	78122.58	at 26APR2004, 21:00
Accumulated Amount:	1.81539072E8	
Standard Deviation:	31811.082	
Skew Coefficient:	1.0992697	
Data Type:	PER-CUM	
Units:	MWH	

U tabeli 4 i 5 su prikazane statističke podatke vezani sa proizvedene električne energije kod HEC Kozjak za prosečne mesečne i prosečne dnevne dotoke u akumulacije HEC Kozjak za hidrološki period u 2004 godine. Vidi se da u oba slučaja prerađeno je isto količestvo vode i proizvedeno je skoro isto količestvo električne energije. Interesantno je da proizvedeno količestvo električne energije za slučaj hidrografe sa prosečne dnevne dotoke je nešto veća u odnos proizvedeno količestvo električne energije za slučaj hidrografe sa prosečne mesečne dotoke. To je nesto koje nismo očekivali znajući da smo očekivali rezultati u korist rada sa prosečne mesečne podatke. To je isti slučaj i kod razmatranje isteke. Kao pričina za to možemo napomenuti da oscilacije visine su poddominantne u odnosu oscilacije isteke, a proizvodstvo ovisi od njihov proizvod.

### Analiza dobijene rezultate

Kao rezultat analize na dnevnan rad HEC-le na reci Treska dobijene su obemne rezultate u tabelarane i grafičke forme. Prezantirani su samo jedan mali deo od te rezultate koi su na preko hiljadu strana. Kao rezultat su dobijene: kote na sve tri akumulacije koje su na reci Treska u funkcije od vreme, vremenska zavisnost neto padove kod HEC, močnosti, ocekivani proizvodstva, isteke, faktore elektrana, hidrografe itd. Kao rezultat dobijene su i akumulacioni nivoi u svakom vremenskom intervalu. Poseban specifički podatak dobijamo kod rezultate sa case analizu koja omogućuje za svaki konkretan istek u svakom od razmatrane vremenske intervale. Svakako, akumulacije na elektrane, a osobno kod HEC Kozjak treba u tek godine tako da su ekplotirani na početak i kraj godine imaju iste kote. Korisčeni programski paket omogućuje definiranje repere kote koi treba da bude zadovoljene u odredene periode od celu sezonu ili na kraj od svaki mesec. Pri to treba da napomenemo da su graficki prikaze zbok veličine slike mogu da nas dovede do pogrešne zaključke da navodno kod nas skoro u tok celu godine imamo dobra hidrologija. Ali kad razmatramo na mesečne ili dnevne a ne na godišne kao što su date prije u trudu, videčemo celi podatke o dotok, istek kote i proizvedene električne energije. Kao primer imamo narednu sliku 6 u koju sa zbiranje sva ta rezultata kad se zbiju na godišno nivo dobičemo taj protok koi je irealan, a na sledeću sliku je realan primer.



Slika6. Hidrograf dotoke za mesec Septemvri i Oktomvri, optimalne isteke od akumulacije HEC Kozjak

### ZAKLJUČAK:

Analizirane rezultate su nam dali odgovor na pitanje dali možemo da radimo pri proektovanje na hidrocentrale, sa mesečne podatke ili treba da idemo na što manje dnevne pa i časovne podatke. Videli smo da su rezultati nešto drugačiji ali sasvim u male granice, tako da možemo pri formiranje projektne dokumentaciju, fizibiliti studije, idejni projekti pa i osnovne projekte da radimo sa prosečne mesečne podatke. Sa analizu sam stigao do zaključak da HEC Kozjak može da proizvede nešto manje energije nego ona što ide u tehničkom dokumentacijom.

### LITERATURA:

1. Rot project of seven small HPP's inquiry – Civil works HPP Matka, Hydropol - mac hydro, april 2005god;
2. M.Spirovski, A.Arsenov, N.Acevski: New method for analyzing of common operation of cascade connected hzdro power plants, Cired 2006 Vol.10, No. 10,2004
3. M.Spirovski, Optimiyation of dailz regime of work on hzdraulic related hzdo electric plants, Master Thesis, Facultz of Electrical Engineering-Skopje 2007