

Izrada modela za hidrološka predviđanja, prognoziranje, donošenje odluka, priprema plana, smjernica, program obuke za optimalno upravljanje višenamjenskim akumulacijama u slivovima Rijeka Neretve i Trebišnjice

(Ugovor #: BA&CR-NTMP-GEF-QCBS-CS-11-08)

Plan upravljanja za akumulacije i hidroelektrane

**PREGLED MOGUĆNOSTI OPTIMIZIRANOG UPRAVLJANJA
SUSTAVIMA U NORMALNIM STANJIMA EKSPLOATACIJE
SUSTAVA**

Studen 2014

Sadržetak

| | |
|---|-----------|
| 1. PREGLED MOGUĆNOSTI OPTIMIZIRANOG UPRAVLJANJA SUSTAVIMA U NORMALNIM STANJIMA EKSPLOATACIJE SUSTAVA | 1 |
| 1.1. Uvod..... | 1 |
| 1.2. Simulacija sustava eksploatacije | 4 |
| 1.3. Osnovne mreže..... | 4 |
| 1.4. Dostupni nizovi dotoka..... | 10 |
| 1.5. Osnovni pojmovi operacija u akumulacijama u ResSim-u | 13 |
| 1.6. Akumulacija i hidroelektrana Rama | 15 |
| 1.7. Mostarsko blato i Peć Mlini | 28 |
| 1.7.1. Mostarsko blato | 29 |
| 1.7.2. Peć Mlini | 32 |
| 1.8. Akumulacija i hidroelektrana Jablanica..... | 38 |
| 1.9. Hidroelektrane Grabovica, Salakovac i Mostar..... | 55 |
| 1.9.1. HE Grabovica | 58 |
| 1.9.2. HE Salakovac | 60 |
| 1.9.3. HE Mostar..... | 62 |
| 1.10. Hidroelektrane Trebinje I, Trebinje II i Čapljina..... | 65 |
| 1.10.1. Akumulacija Bileća i elektrana Trebinje I..... | 67 |
| 1.10.2. Akumulacija Trebinje i elektrane Trebinje II i Dubrovnik | 77 |
| 1.10.3. Akumulacija Hutovo i elektrana Čapljina | 86 |
| 1.10.4. Akumulacija Svitava..... | 91 |
| 1.11. Zaključci | 93 |

ANEKS 1: Krivulje proizvodnje hidroelektrane Rama

ANEKS 2: Krivulje kota/protok turbina hidroelektrane Trebinje I

ANEKS 3: Ulaz podataka u model Hec-RES

1. PREGLED MOGUĆNOSTI OPTIMIZIRANOG UPRAVLJANJA SUSTAVIMA U NORMALNIM STANJIMA EKSPLOATACIJE SUSTAVA

1.1. Uvod

Analiza dostupnih mjesečnih nizova dotoka u slivovima Neretve i Trebišnjice u “Upravljanju sustavima u situaciji malih voda”, pokazuje da su godišnji vodni prilivi vrlo promjenljivi iz godine u godinu.

U sljedećoj tablici prikazane su minimalne, maksimalne i prosječne godišnje vrijednosti analiziranih vremenskih nizova.

| Akumulacija | A – Godišnji minimalni dotok (m ³ /s) | B - Godišnji maksimalni dotok (m ³ /s) | Godišnji prosječni dotok (m ³ /s) | B / A |
|--------------------------|--|---|--|-------|
| Rama | 21,0 (1990) | 44,1 (1937) | 32,3 | 2,1 |
| Jablanica ⁽¹⁾ | 43,7 (1990) | 118,2 (1937) | 76,9 | 2,7 |
| Grabovica ⁽²⁾ | 5,8 (1990) | 48,7 (1931) | 20,8 | 8,4 |
| Salakovac ⁽³⁾ | 26,6 (1973) | 72,1 (1937) | 45,8 | 2,7 |
| Mostar ⁽⁴⁾ | 10,1 (1983) | 23,2 (1974) | 14,8 | 2,3 |
| Bileća | 34,2 (2011) | 127,8 (2010) | 66,0 | 3,7 |
| Trebinje ⁽⁵⁾ | 6,9 (1975) | 23,9 (1979) | 12,9 | 3,5 |

(1) Izuzeti dotoci u akumulaciju Rama (1926-1990)

(2) Protoci ostvareni samo u podslivu nizvodno od Jablanice (1926-1990)

(3) Protoci ostvareni samo u podslivu nizvodno od Grabovica (1926-1990)

(4) Protoci ostvareni samo u podslivu nizvodno od Salakovac (1926-1985)

(5) Protoci ostvareni samo u podslivu nizvodno od Grančarevo (1966-2005)

Nizovi protoka u prirodnom režimu Rame, Jablanice, Grabovice, Salakovca i Mostara koji su korišteni za analizu, dobiveni su iz dokumenta HIDROLOŠKE PODLOGE ZA HIDROELEKTRANE U BIH ZA PERIOD 1926-1990. GODINA (ELEKTROPRIVEDA BOSNE I HERCEGOVINE “INSTITUT ZA ELEKTROPRIVEDU” SARAJEVO. Nizovi protoka Bileće (1956-2013) i Trebinja (1966-2005) dostavljeni su od Agencije za vode oblasnog riječnog sliva Trebišnjice, Trebinje.

U nastavku je prikazana ista tablica kao i prethodna izražena u hm³/godišnje.

| Akumulacija | Godišnji minimalni dotok (hm ³ /god) | Godišnji maksimalni dotok (hm ³ /god) | Godišnji prosječni dotok (hm ³ /god) |
|--------------------------|---|--|---|
| Rama | 662,2 (1990) | 1.391,6 (1937) | 1.017,8 |
| Jablanica ⁽¹⁾ | 1.377,0 (1990) | 3.737,5 (1937) | 2.423,9 |
| Grabovica ⁽²⁾ | 184,2 (1990) | 1.541,6 (1931) | 655,9 |
| Salakovac ⁽³⁾ | 831,9 (1973) | 2.276,6 (1937) | 1.442,9 |
| Mostar ⁽⁴⁾ | 317,1 (1983) | 736,8 (1974) | 467,0 |

| Akumulacija | Godišnji minimalni dotok (hm ³ /god) | Godišnji maksimalni dotok (hm ³ /god) | Godišnji prosječni dotok (hm ³ /god) |
|-------------------------|---|--|---|
| Bileća | 1.077,6 (2011) | 4.013,6 (2010) | 2.077,5 |
| Trebinje ⁽⁵⁾ | 218,3 (1975) | 748,0 (1979) | 406,5 |

U slivu rijeke Neretve odnos između dotoka i godina većih i manjih dotoka je između 2,1 i 2,7 izuzev sliva u akumulaciju Grabovica koja ima omjer 8,4. Dok je u slivu Trebišnjice spomenuti omjer 3,5 i 3,7, općenito postoji velika fluktuacija između godišnjih dotoka. Najistaknutiji slučaj je akumulacija Bileća u kojoj su veliki i mali dotoci povijesnog niza nastali u dvije uzastopne godine (2010 i 2011).

Zapremine akumulacija na normalnoj radnoj koti prikazane su u narednoj tablici:

| Akumulacija | Ukupna zapremina (hm ³) | Korisna zapremina (hm ³) | Normalna radna kota (m.n.m.) |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Rama | 487 | 466 | 595 |
| Jablanica | 318 | 288 | 270 |
| Grabovica | 19,77 | 5,43 | 159 |
| Salakovac | 66,01 | 15,6 | 123 |
| Mostar | 10,92 | 6,4 | 78 |
| Bileća | 1.289 / 1.277,6 | 1.100 | 400 |
| Trebinje | 15,6 | 9,36 | 295 |

Akumulacije Grabovica, Salakovac, Mostar i Trebinje imaju vrlo malu korisnu zapreminu za potrebe kapaciteta regulacije, ako možda i mogu omogućiti dnevnu regulaciju.

U sljedećoj tablici prikazan je odnos između korisnih zapremina velikih akumulacija i godišnji dotoci.

| Akumulacija | Godišnji minimalni dotok (hm ³ /god) | Godišnji maksimalni dotok (hm ³ /god) | Godišnji prosječni dotok (hm ³ /god) |
|--------------------------|---|--|---|
| Rama | 662,2 (1990) | 1.391,6 (1937) | 1.017,8 |
| Jablanica ⁽¹⁾ | 1.377,0 (1990) | 3.737,5 (1937) | 2.423,9 |
| Bileća | 1.077,6 (2011) | 4.013,6 (2010) | 2.077,5 |

(1) Izuzeti dotoci u akumulaciju Rama

| Akumulacija | V korisni (hm ³) | Q. min (hm ³ /god) | Q. max (hm ³ /god) | Q. prosječni (hm ³ /god) | Vu / Qmin | Vu / Qmax | Vu / Q prosječni |
|-------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|------------------|
| Rama | 466 | 662,2 | 1391,6 | 1017,8 | 0,70 | 0,33 | 0,46 |
| Jablanica | 288 | 1377,0 | 3737,5 | 2423,9 | 0,21 | 0,08 | 0,12 |
| Bileća | 1.100 | 1077,6 | 4013,6 | 2077,5 | 1,02 | 0,27 | 0,53 |

Kapacitet regulacije akumulacije određuje se na temelju vremena koje je potrebno da ispuni svoju korisnu zapreminu prema prosječnom ulaznom dotoku koji doprinose njezine pritoke i može biti satni, dnevni, tjedni, mjesečni, godišnji i višegodišnji.

Ako je CR (kapacitet regulacije) indeks koji se odnosi na korisnu zapreminu (Vu) sa prosječnim godišnjim dotokom (Qsr):

$$CR = Vu / Qsr$$

moгу se odrediti sljedeće vrste kapaciteta regulacije:

- Sezonska regulacija (ili godišnja nepotpuna): Ako je CR ≈ 0,10 a 0,15
- Potpuna godišnja regulacija: Ako je CR ≈ 0,25 a 0,40
- Višegodišnja regulacija: Ako je CR ≥ 0,7

Akumulacija Bileća ima CR = 0.53 koji omogućuje zadovoljavajuću godišnji regulaciju protoka. Akumulacija Rama (CR = 0,46) također ima kapacitet godišnje regulacije. Dok akumulacija Jablanica (CR = 0,12) ima kapacitet sezonske regulacije.

S druge strane, elektrane sa **tjednom regulacijom** su one koje unatoč ograničenom kapacitetu regulacije imaju mogućnosti da ostvare najmanje sedmičnu regulaciju, ili da prenesu vodu unutar tjedna u različite dnevne vrste. Kao posljedica toga, njen hidroenergetski rad može utjecati na razvoj dnevnih cijena na energetsom tržištu.

Njeni zahtjevi nizvodno određuju prilagodljivost, definirajući koji dio njene energetske ponude se može smatrati vršnim radom, morajući smjestiti ostatak u bazu. Odnosno, može prenijeti baznu energiju u vršnu tijekom tjedna, uzimajući u obzir radne i neradne dane i razdoblja visokih i niskih dnevnih tarifa. S druge strane, tjedna regulacija može biti potpuna i nepotpuna.

Ako hidroelektrana ima zapreminu akumulacije koja omogućuje stalni protok i pravilno upravljanje tijekom dana, i može prenijeti baznu energiju u vršnu, ima **potpunu dnevnu regulaciju**. Nepotpuna dnevna regulacija se javlja ako se zadatak obavlja samo djelomično, odnosno u vršnu energiju se može prenijeti samo bazna energija. Prema Planu upravljanja akumulacija Trebinje ima dnevnu regulaciju.

1.2. Simulacija sustava eksploatacije

Za simulaciju sustava eksploatacije rijeka Neretve i Trebišnjice sa stajališta hidroenergije koristio se model „HEC-ResSim v3.1 (svibanj 2013), simulacija sustava akumulacija“, koji je dostupan javnosti od prosinca 2013. godine. To je matematički model slobodne distribucije, koji je razvijen i održavan od strane korpusa hidrološkog inženjering centra američke vojske, čiji se program i priručnici mogu preuzeti s web stranice [http: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ressim/downloads.aspx](http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ressim/downloads.aspx) (HEC neće dati korisničku pomoć ili potporu za ovaj softver za nekorisnike korpusa). (HEC will not provide user assistance or support for this software to non-Corps users).

Iako ovaj model omogućuje i druge aplikacije, u našem slučaju smo ga koristili samo za simulaciju proizvodnje hidroelektrane tijekom dugog vremenskog razdoblja (nekoliko godina) i sa nizovima sa dnevnim vremenskim razmakom.

Poput svakog modela, iako uključuje mnoge varijable i nekoliko simulacijskih metoda hidroenergetske proizvodnje, ne razmatra sve mogućnosti. S druge strane, u nekim slučajevima nisu dostupne sve potrebne informacije za precizno simuliranje različitih hidroelektrana. Zbog svega toga, ponekad je bilo potrebno napraviti neko pojednostavljenje.

1.3. Osnovne mreže

Za stvaranje osnovnih radnih mreža koristili su se dostupni oblici “shapes” sliva Neretve i sliva Trebišnjice.

Kako bi se izbjegao prekomjerni broj točaka u mreži pojednostavio se broj točaka u formatu (shapes) (comando Simplify Line; Simplification Algorithm: POINT_REMOVE; Simplification Tolerance, Maximum Allowable Offset: 10 meters). Pojednostavljeni slojevi su nazvani sa ekstenzijom SimplifyLine10 ili SL10.

Linije su se također poravnale (comando: Smooth Line; Smoothing Algorithm: PEAK; Smoothing Tolerance: 1 metar).

U slučaju kada se nije raspolagalo informacijom u formatu „shape“ digitaliziralo se na karti “tk200mosaic” (razmjera 1:200.00) koja je ustupljena od Agencije za vode Mostar. Nije potrebno pojednostavljivanje digitaliziranih slojeva.

Generirani slojevi su od točaka, linija i poligona. Svi oni se mogu koristiti kao pozadinske karte ResSim, ali samo se linije mogu uvoziti kako bi bile dio mreže rijeka.

Slojevi od točaka

| Naziv | Komentari |
|------------|--|
| Dams_7.shp | To su točke gdje se nalaze brane Rama, Jablanica, Grabovica, Salakovac, Mostar, Grančarevo i Gorica. |

Slojevi od poligona

| Naziv | Komentari |
|----------------------------|--|
| Artificial_lakes_9.shp | To su akumulacije Rama, Jablanica, Grabovica, Salakovac, Mostar, Bileća, Trebinje, gornji kompenzacijski bazen Popovo polje (Hutovo) i donji kompenzacijski bazen Svitava. |
| Daransko_jezero.shp | |
| Lakes_SP1.shp (Offset: 1m) | Sloj sa 1179 jezera i laguna |
| Mostarsko_blato.shp | |
| Poljes_9.shp | Sloj sa poljima: Dabarsko, Dubrava, Fatničko, Gatačko, Imotsko, Mostarsko blato, Nevesinjsko, Popovo i Posuško. |
| Subbasin.shp | Sloj sa podslivovima napravljenim za hidrološki model. |

Slojevi od linija

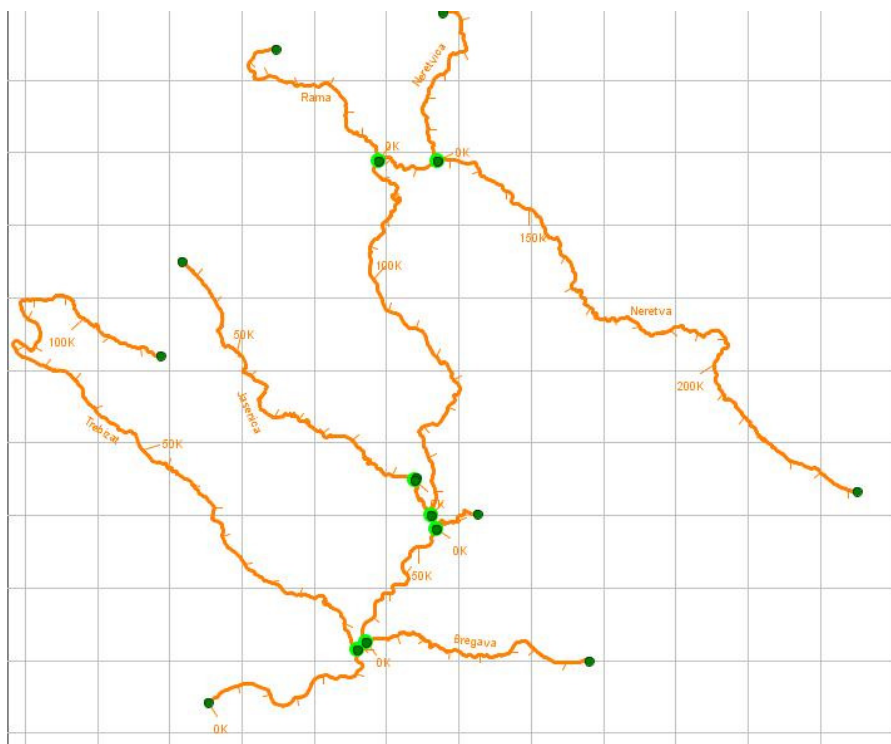
| Naziv | Komentari |
|-----------------------------|--|
| Base_rivers_SL10.shp | Sloj koji sadržava rijeke: Bascica, Bijela, Bregava, Buna, Bunica, Doljanka, Drežanka, Jaruga, Jasenica, Jezerica, Kraijuscica, Krupa, Lištica, Ljuta, Matica, Neretva, Neretvica, Rakitnica, Rama, Ravanica, Ricina, SN1, SN2, SN3, SN4, Sušica, Trebišnjica, Trebižat, Tresanica i Ugrovaca. |
| Bregava_SL10.shp | |
| Buna_SL10.shp | |
| Bunica_SL10.shp | |
| IdentitiesBorder.shp | |
| Jaruga_SL10.shp | |
| Jasenica_alignment_SL10.shp | Rijeka Jasenica od ušća u Neretvu + dionica cjevovoda hidroelektane (virtualni tok) + rijeka Lištica + rijeka Ugrovača. |
| Jasenica_SL10.shp | |
| Krupa_SL10.shp | |
| Listica_SL10.shp | |
| Matica_SL10.shp | |
| Neretva_SL10.shp | |
| Neretvica_SL10.shp | |
| Rama_SL10.shp | |
| State_border_SL10.shp | Cijela granica BiH |
| StateBorder.shp | Presječna granica BiH |

| Naziv | Komentari |
|--------------------------------|---|
| Susica_SL10.shp | |
| Trebišnjica_alignment_SL10.shp | Rijeka Krupa + dionica cjevovoda hidroelektrane (virtualni tok) + rijeka Trebišnjica |
| Trebišnjica_SL10.shp | Os rijeke Trebišnjice |
| TrebišnjicaHET_SL10.shp | Tok rijeke sa ispletenim područjima i malim pritokama / osovina rijeke sa isprepletenim koritom i malim pritokama |
| Trebizat_alignment_SL10.shp | Rijeka Trebizat + rijeka Tihaljina + Matica + Jaruga + Ricina |
| Trebizat_SL10.shp | |
| Tunel-Capljina.shp | |
| Tunel Dubrovnic.shp | |
| Tunel-Jablanica.shp | |
| Tunel-Mostarsko blato.shp | |
| Tunel Pec Mlini.shp | |
| Tunel-Rama.shp | |
| Tunel_6.shp | Sloj sa tunelima: Čapljina, Dubrovnic, Jablanica, Mostarsko blato, Peć Mlini i Rama. |
| Ugrovac_SL10.shp | |
| Virtual stream.shp | Virtualni tok između gornjeg kompenzacijskog bazena Hutovo i donjeg kompenzacijskog bazena Svitava. |
| SN1.shp | Pritoka rijeke Neretve, desna obala, nizvodno od rijeka Doljanka i Ravanica. |
| SN2.shp | Pritoka rijeke Neretve, desna obala, nizvodno od rijeka Drežanka i Bijela. |
| SN3.shp | Pritoka rijeke Neretve, desna obala, nizvodno od SN2 |
| SN4.shp | Pritoka u gornjem toku rijeke Ricina. |

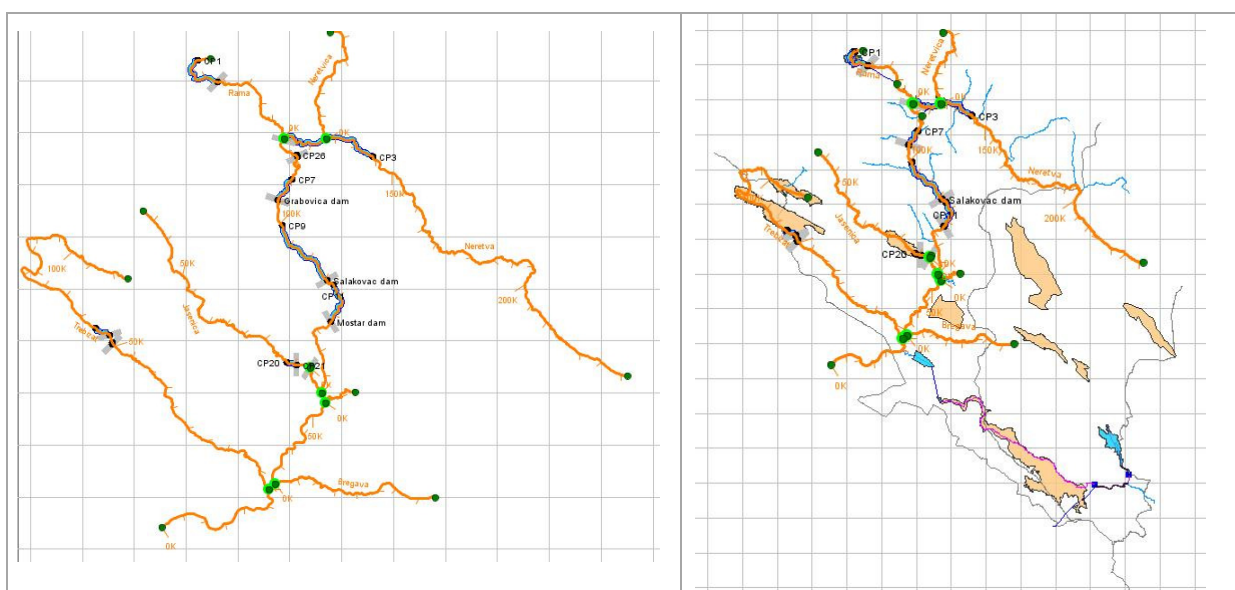
Navedeni oblici se mogu koristiti kao pozadinske karte ResSim (Izbornik, pregled, slojevi). Isto tako, po želji, linijski oblici se mogu koristiti za stvaranje Stream Alignment (poravnanja protoka), odnosno mreže rijeka projekta ResSim. Zato spomenuti linijski oblici treba da sadrže polja „Stream_id“ sa imenom rijeke.

Napravljeno je osnovno Stream Alignment (poravnanje toka) rijeka sliva Neretve koje se sastoji od poravnanja rijeka Neretve, Neretvice, Rame, Jasenice alignment, Bune, Bregave i Trebižata. Tokovi su usmjereni i počinju u najnižvodnijoj točki, odnosno, na ušću ili na spoju s drugom rijekom. U toj mreži rijeka Neretva ima duljinu od 231,18 km. Pritoke su povezane na ušću putem "Stream Junction" a drugi kraj toka završava u čvoru (stream node).

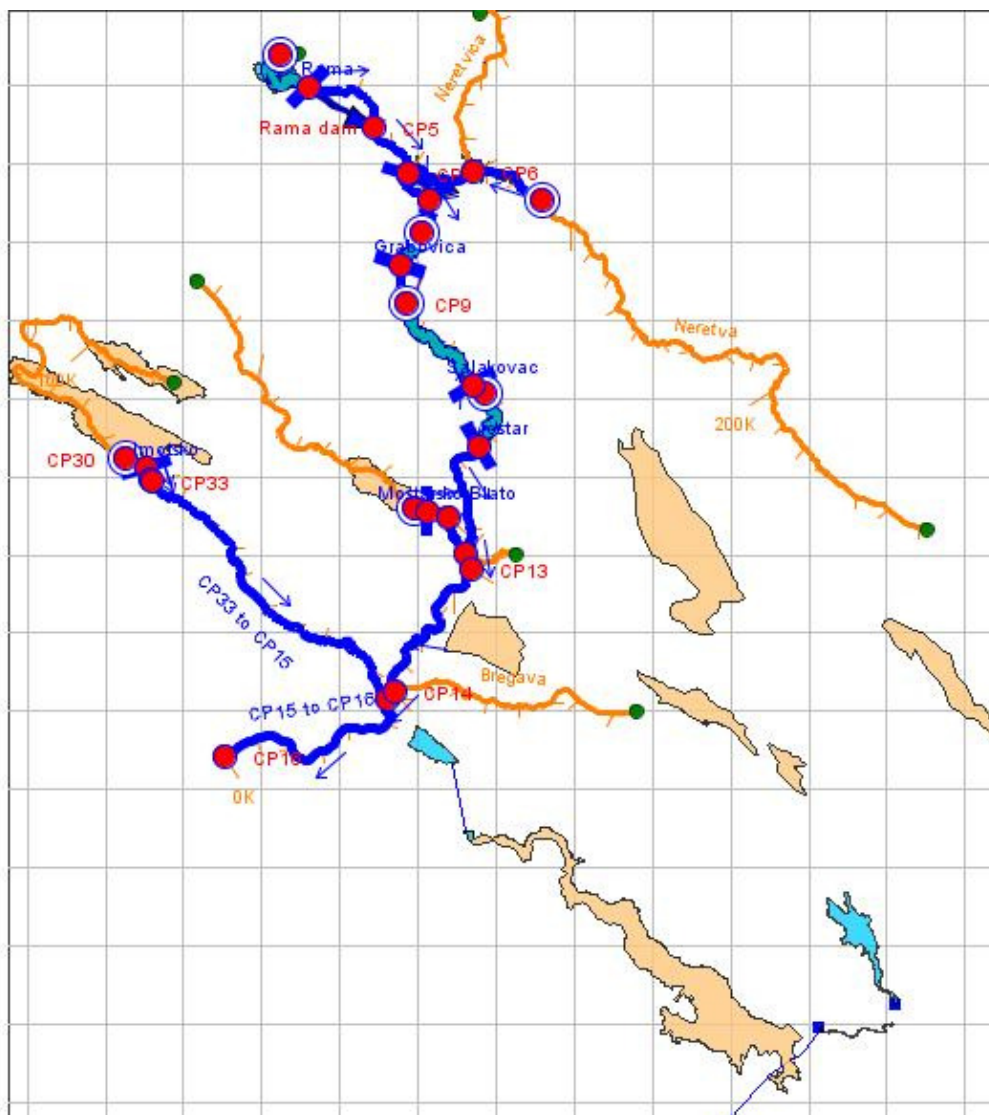
Na sljedećoj slici prikazana je osnovna mreža rijeke Neretve i njenih glavnih pritoka.



U nastavku su se napravili elementi sliva (Watershed Elements), koji se u ovom projektu sastoje od akumulacija: Rama, Jablanica, Grabovica, Salakovac, Mostar, Mostarsko blato i Imotsko polje. U svakoj akumulaciji su generirana dva čvora, jedan uzvodno na početku akumulacije i drugi na brani.

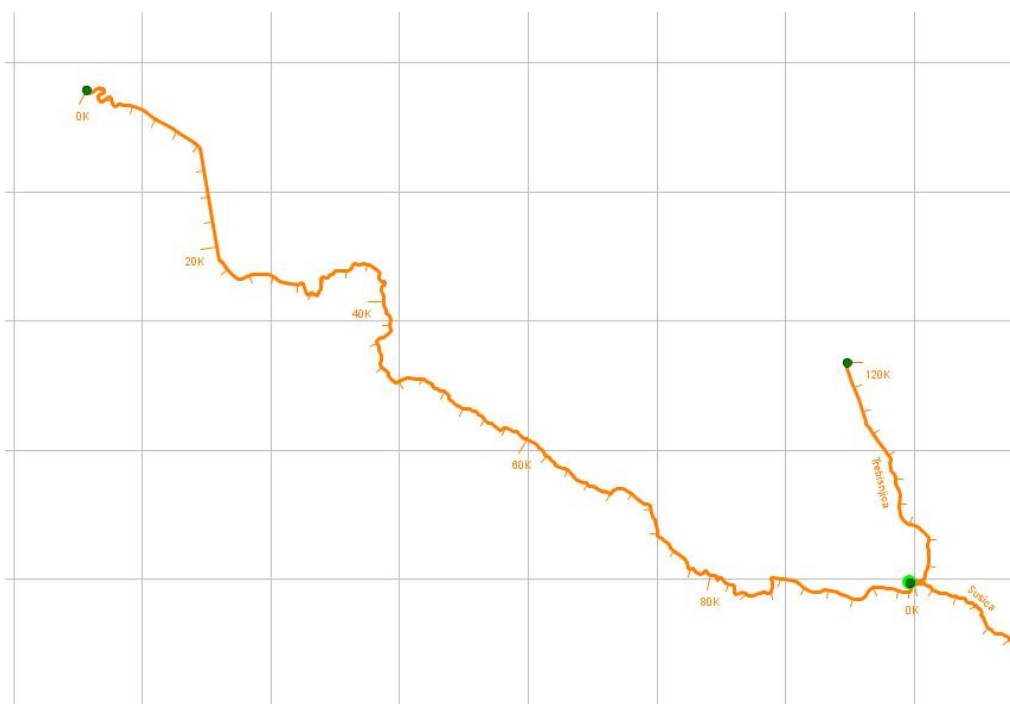


Nadalje, stvorila se mreža akumulacija (Reservoir Network), odnosno, povezali su se elementi sliva (watershed elements) putem riječnih dionica (routing reaches).

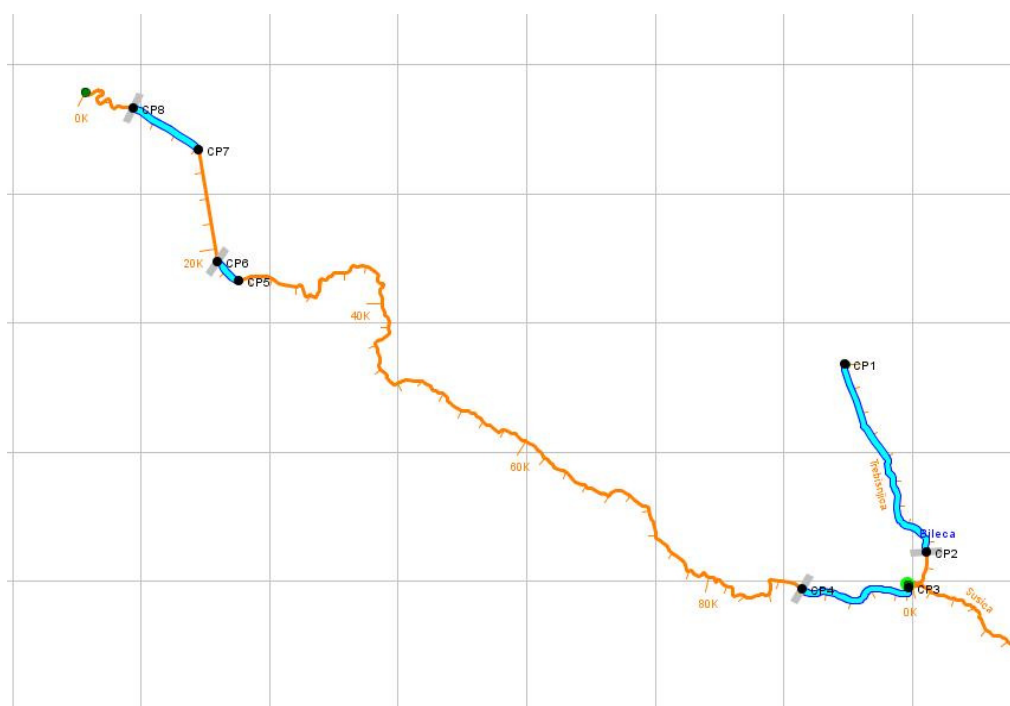


Isti koraci su se slijedili u slučaju modela sliva Trebišnjice.

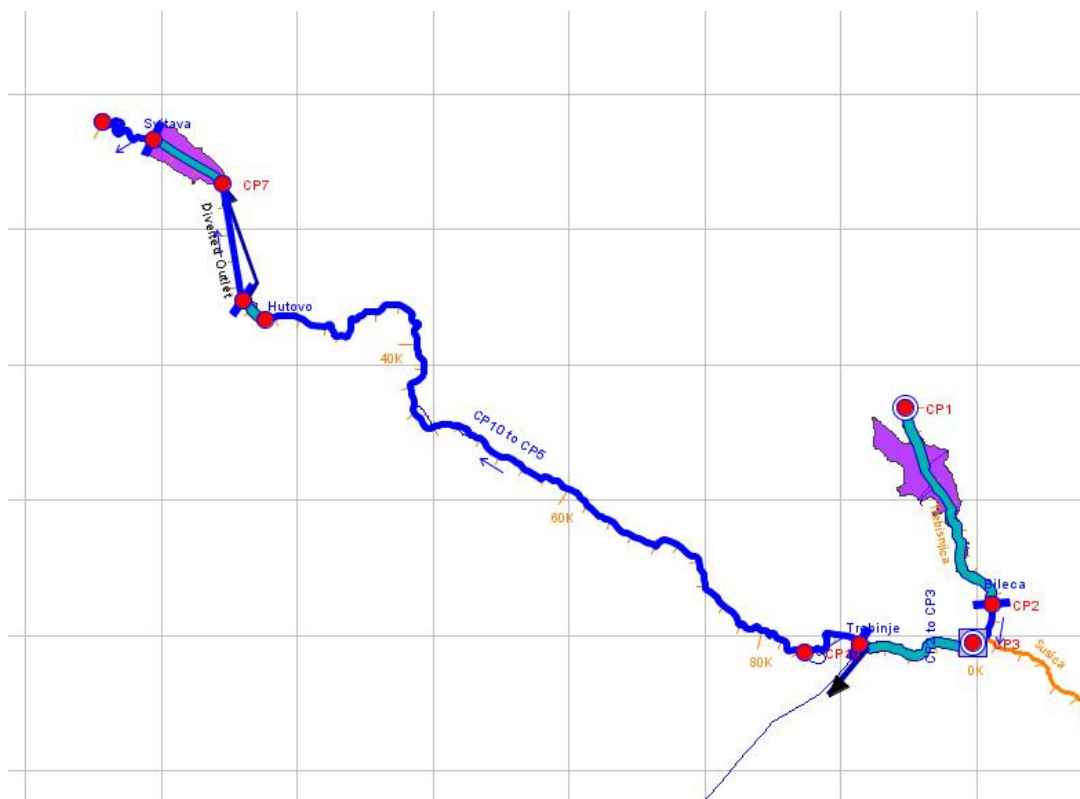
Stvaranje osnovnog “Stream Alignment” koje se sastoji od Trebišnjica Alignment (rijeka Krupa + dionica cjevovoda hidroelektrane (virtualni tok + rijeka Trebišnjica) i rijeka Sušica.



Stvaranje elemenata sliva (Watershed Elements), koji se u ovom projektu sastoje od akumulacija: Bileća, Trebinje, Hutovo (gornji kompenzacijski bazen HE Čapljina) i Svitava (donji kompenzacijski bazen).



Stvaranje mreže akumulacija (Reservoir Network) povezivanjem elemenata sliva (watershed elements) putem riječnih dionica (routing reaches).



1.4. Dostupni nizovi dotoka

Dostupni nizovi dnevnih dotoka su:

| Pojmovi | Datum početka i završetka | Izvorna datoteka | Datoteka dss |
|---|---------------------------|---|--|
| Ulazi u akumulaciju Rama | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Podaci od 2004 do 2009_kote_dotoci_proiz.xlsx | Rama_Inflow_2004-2009_PER-AVER.dss |
| Ulazi u akumulaciju Jablanica, samo od rijeke Neretva | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Jablanica-prirodni međudotok 2004.xls to ... 2009.xls | Jablanica_Inflow_2004-2009_PER-AVER-Neretva only.dss |
| Ulazi u akumulaciju Jablanica, (rijeka Neretva + regulirani u Rami) | 01/01/1998 - 31/12/2012 | Jablanica-ukupni dotok 1998.xls to ... 2012.xls | Jablanica_Inflow_1998-2012_PER-AVER-Neretva+Rama.dss |
| Ulazi u akumulaciju Mostar | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Podaci od 2004 do 2009_kote_dotoci_proiz.xlsx | Mostar_Inflow_2004-2009_PER-AVER-Total.dss |
| Ulazi u Imotsko polje (HE Peć Mlini) | 22/06/2005 - 31/12/2009 | Podaci od 2004 do 2009_kote_dotoci_proiz.xlsx | PecMlini_Inflow_2004-2009_PER-AVER.dss(*) |

| Pojmovi | Datum početka i završetka | Izvorna datoteka | Datoteka dss |
|------------------------------|---|--|---|
| Ulazi u Hutovo (HE Čapljina) | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Podaci od 2004 do 2009_kote_dotoci_proiz.xlsx | Capljina_Inflow_2004-2009_PER-AVER.dss |
| Ulazi u akumulaciju Bileća | 01/01/1956 - 31/12/1963 i 02/01/1964 a 31/07/2006 | Prilog 1 - Qdn grn i Q dn gor + Korelacija 19.09.2013.xls | Bileca_Inflow_1968-2013_PER-AVER.dss |
| Ulazi u akumulaciju Bileća | 01/02/1968 - 18/09/2013 | hidro podaci HE Trebinje 1 i HE Trebinje 2-2013 prevod.xls | (**) Od 1/Velj/1968 do 18 rujna 2013 |
| Ulazi u akumulaciju Trebinje | 01/01/1956 - 31/12/1963 i 01/01/1966 a 31/07/2006 | Prilog 1 - Qdn grn i Q dn gor + Korelacija 19.09.2013.xls | Trebinje_subbasin_Inflow_1968-2013_PER- |
| Ulazi u akumulaciju Trebinje | 01/02/1968 - 18/09/2013 | hidro podaci HE Trebinje 1 i HE Trebinje 2-2013 prevod.xls | AVER.dss (**) (***) |

(*) Vrijednosti od 1/01/2004 - 21/06/2005 su popunjene sa 0,0.

(**) Negativne vrijednosti su zamijenjene sa 0,10 m³/s-dnevno.

(***) Nizovi generiranih dotoka u podslivu nizvodno od brane Grančarevo dobiveni su razlikom između vremenskih nizova dotoka u akumulacije Bileća i Trebinje.

Iako su dostupni vremenski nizovi ulaznih podataka u akumulacije Bileća i Trebinje vrlo dugi, za simulaciju sustava generirali su se nizovi dotoka u datoteci dss od 01/01/1998 do 18/09/2013. Dotoci u akumulaciju Trebinje koji su generirani u podslivu nizvodno od brane Grančarevo dobiveni su razlikom između nizova dotoka u akumulacije Bileća i Trebinje. Negativne vrijednosti koje se pojavljuju u nekim danima zamijenjene su sa vrijednosti 0,10 m³/s-dnevno.

Ulazi u Mostarsko blato. Nema dostupnih vremenskih nizova. Za korištenje u modelu koristio se isti niz kao Peć Mlini pomnožen sa koeficijentom, u našem slučaju odabran je 0,9.

| Pojmovi | Datum početka i završetka | Datoteka dss | Komentari |
|--|---------------------------|---|---|
| Ulazi u polje Mostarsko blato (HE Mostarsko blato) | 22/06/2005 - 31/12/2009 | PecMlini_Inflow_2004-2009_PER-AVER.dss(*) | Ista datoteka ulaza u Imotsko polje (HE Peć Mlini) pomnožena sa koeficijentom (0,9) |

(*) Vrijednosti od 1/01/2004 - 21/06/2005 popunjene sa 0,0.

Ulazi u akumulacije Grabovica, Salakovac i Mostar: dostupni su samo ulazni dotoci u akumulaciju Mostar, ali radi se o ukupnim dotocima. Za model HEC-ResSIM potrebni su generirani prirodni dotoci u podslivu nizvodno od akumulacija Jablanica, Grabovica i Salakovac.

Za dostupnost nizova ulaznih dotoka u akumulacije Grabovica, Salakovac i Mostar koji su generirani u svojim odgovarajućim podslivovima, polazilo se od nizova prirodnih ulaznih dotoka u akumulaciju

Jablanica koji su iz sliva rijeke Neretve, na koji se primijenio koeficijent za svaku navedenu akumulaciju. Ovaj koeficijent dobiven je iz odnosa između nizova dostupnih podataka koji su korišteni u Planu upravljanja malim vodama, kao što je prikazano u tablici koja slijedi:

| Pojmovi | | | Razdoblje |
|--|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| A) Prirodni dotok u Jablanicu, rijeka Neretva (bez Rama) | 76,9 m ³ /s | 2.423,9 hm ³ /god. | Prosječni godišnji dotok 1926-1990 |
| B) Prirodni dotok Grabovica manje Jablanica (bez Rama). Podsliv nizvodno od Jablanice. | 20,8 m ³ /s | 655,9 hm ³ /mjes. | Prosječni godišnji dotok 1926-1990 |
| Odnos B/A | 27,05% | 27,06% | |
| C) Prirodni dotok Salakovac manje Grabovica. Podsliv nizvodno od Grabovica. | 45,8 m ³ /s | 1.442,9 hm ³ /mjes. | Prosječni godišnji dotok 1926-1990 |
| Odnos C/A | 59,56% | 59,53% | |
| D) Prirodni dotok u Jablanicu, rijeka Neretva (bez Rama) | 78,1 m ³ /s | 2.462,9 hm ³ /god. | Prosječni godišnji dotok 1926-1985 |
| E) Prirodni dotok Mostar manje Salakovac. Podsliv nizvodno od Salakovca. | 14,8 m ³ /s | 467,0 hm ³ /god. | Prosječni godišnji dotok 1926-1985 |
| Odnos E/D | 19,0% | 19,0% | |

Na taj način, srednji ulazni dotoci u akumulacije Grabovica, Salakovac i Mostar dobivaju se za model HEC-ResSim od nizova prirodnih dotoka u akumulaciju Jablanica koji proizilaze iz sliva rijeke Neretve (bez Rame) pod utjecajem odgovarajućeg koeficijenta.

| Pojmovi | Datum početka i završetka | Datoteka dss | Koeficijent |
|--|---------------------------|--|-------------|
| Prirodni dotoci u akumulaciju Grabovica (podsliv nizvodno od Jablanice). | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Jablanica_Inflow_2004-2009_PER-AVER-Neretva only.dss | 0,271 |
| Prirodni dotoci u akumulaciju Salakovac (podsliv nizvodno od Grabovice). | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Jablanica_Inflow_2004-2009_PER-AVER-Neretva only.dss | 0,596 |
| Prirodni dotoci u akumulaciju Mostar (podsliv nizvodno od Salakovca). | 01/01/2004 - 31/12/2009 | Jablanica_Inflow_2004-2009_PER-AVER-Neretva only.dss | 0,19 |

1.5. Osnovni pojmovi operacija u akumulacijama u ResSim-u

U ovom poglavlju se navode neki osnovni pojmovi operacija u akumulacijama u ResSim-u.

Većinom akumulacija se upravlja putem regulacionog plana koji je opisan pomoću ciljane razine vode koja varira sezonski ili mjesečno i obično se naziva krivulja upravljanja (**Guide Curve**). Područje zapremine akumulacije iznad ciljane razine se naziva područje zaštite od poplava (**Flood Control pool**). Zapremine ispod krivulje upravljanja naziva se pričuvnim bazenom (bazen za rezervu) (**Conservation pool**). Pravila za određivanje ispuštanja vode iz akumulacije temelje se na tome gdje se nalazi razina vode u svakom trenutku u odnosu na krivulju upravljanja. U osnovnom radu, ako se razina vode nalazi ispod krivulje upravljanja, osnovni cilj regulatora/operatora je smanjiti ispuštanje u svrhu punjenja akumulacije; ako se akumulacija nalazi iznad krivulje upravljanja, onda će operater htjeti smanjiti povećanje ispuštanja da bi se smanjila razina vode u akumulaciji.

Pojam krivulje upravljanja se koristi kao temelj za proces odluke o ispuštanjima u ResSim-u. Osnovne operacije krivulje upravljanja znače "uspjeti dovesti razinu vode akumulacije na razinu vode trenutne krivulje upravljanja što je moguće brže, sa fizičkim i operativnim ograničenjima organa za ispuštanje".

Slično kao i metode koje može koristiti operater, svaka akumulacija u mreži ResSim mora odrediti koliko vode ispušta u svakom vremenskom koraku simulacije. Da bi to bilo moguće, mora se opisati plan rada ili shema na kome se provode odluke o ispuštanjima vode. Ovaj plan se naziva skupom operacija "**Operation Set**".

Skup operacija "*Operation Set*" se sastoji od tri osnovne karakteristike: **područja, pravila i identificiranje krivulje upravljanja**.

Područja su operativne podjele akumulacije. Svako područje je određeno krivuljom koja opisuje gornji dio područja. Kada se kreira skup operacija (operation set), ResSim uspostavlja skup područja po zadanoj postavci (default-u). Ova područja su: **Flood Control, Conservation, i Inactive**. Područje „Inactive“ je posebno područje u skupu operacija, prikazuje mrtvu akumulaciju ili dio akumulacije koji nije aktivan za upravljanje koje se želi simulirati. Akumulacija ne može ispuštati vodu iz neaktivnog dijela, i na ovo područje ne mogu se primijeniti pravila.

Pravila predstavljaju ciljevi i ograničenja o ispuštanjima. Pravila se mogu primijeniti na odabrana područja akumulacije da bi se opisali različiti faktori koji utječu na odluku o ispuštanju vode kada se razina akumulacije nalazi unutar svakog područja.

Krivulja upravljanja se identificira odabirom najvišijeg dijela područja (iz različitih operativnih područja) koji predstavlja ciljanu razinu akumulacije. Po zadanoj postavci, ResSim dodjeljuje krivulju upravljanja najvišijem dijelu područja **Conservation**.

Proces odlučivanja o ispuštanju vode

Kada postoji skup pravila u području akumulacije, logika odlučivanja najprije određuje koje će se ispuštanje uraditi putem operacije krivulje upravljanja. Zatim, radeći po pravilu "od manjeg do većeg" prioriteta, program prilagođava ispuštanja kako bi se ispunilo svako pravilo. Ako su dva pravila u suprotnosti primjenjuje se pravilo većeg prioriteta.

Proces odlučivanja o ispuštanju ima tri osnovna koraka:

1. Identificiranje maksimalnih i minimalnih fizičkih ograničenja za ispuštanje vode. To je dozvoljeni raspon ispuštanja (prelijevanja).
2. Smanjiti dopustivi raspon ispuštanja primjenom pravila u trenutnom području, počevši od pravila najvećeg prioriteta. Na primjer, ako pravilo većeg prioriteta definira restriktivnije ograničenje na raspon koji je trenutno definiran po pravilu manjeg prioriteta, onda se primjenjuje najrestriktivnije ograničenje. Međutim, ako pravilo većeg prioriteta odredi prelijevanje koje omogućuje sva pražnjenja u rasponu pražnjena trenutno definiranog pravilima nižeg prioriteta, onda pravilo najvećeg prioriteta nema učinka na raspon ispuštanja.
3. Procijenite željeno ispuštanje po osnovnoj operaciji krivulje upravljanja. To je ispuštanje potrebno da bi se akumulacija dovela na krivulju upravljanja u trenutni vremenski korak (intervala izračuna) koji se temelji na početnoj razini akumulacije, prethodnom ispuštanju, i trenutnom dotoku.

Ako željeno ispuštanje pada unutar dopuštenog raspona ispuštanja, onda će odluka o ispuštanju biti željeno ispuštanje određeno u gore navedenom koraku 3. Međutim, ako je željeno ispuštanje izvan dozvoljenog raspona navedenih ispuštanja u prva dva koraka, ispuštanje će biti postavljeno na najbližoj granici do željene vrijednosti.

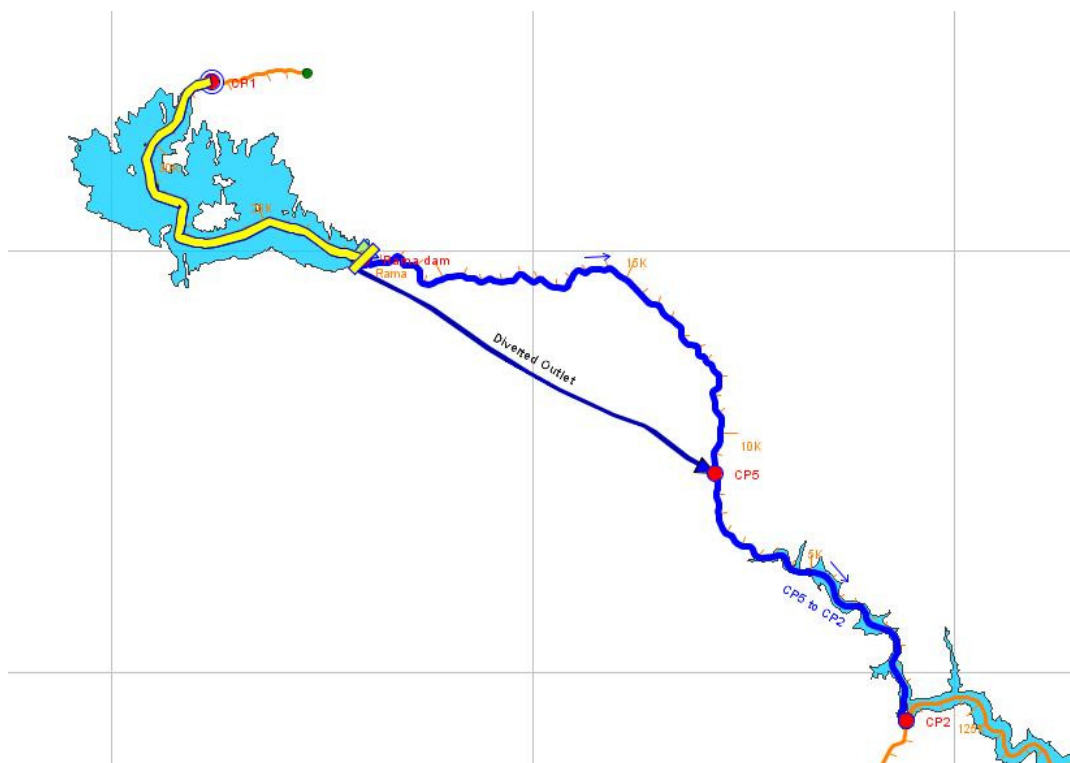
Faktor učinka

Faktor učinka je pokazatelj iskorištenosti kapaciteta hidroelektrane u vremenu. To je rezultat podjele energije koju proizvodi hidroelektrana u datom određenom vremenskom razdoblju, energije koju bi mogla proizvoditi elektrana ako bi to činila pod punim opterećenjem tijekom cijelog razdoblja.

Ako je faktor učinka u jednom danu 50% znači da se koristi pola kapaciteta hidroelektrane. Način na koji se distribuira taj kapacitet (odnosno, raspored proizvodnje) ovisi o poduzeću hidroelektrane, čiji je cilj maksimalni ekonomski prinos. Tako, na primjer, mogu raditi turbine pod punim opterećenjem tijekom 12 sati dnevno. Faktor opterećenja iznosi 53,5% tjedno i odgovara, na primjer, radu turbina pod punim opterećenjem 18 sati tijekom 5 radnih dana.

1.6. Akumulacija i hidroelektrana Rama

Za simulaciju akumulacije i brane Rama koristile su se krivulje akumulacije (kota-zapremina), krivulje preljeva i krivulje temeljnog ispusta prikazane u aneksu 2 (Kapacitet svih infrastruktura) dokumenta “Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda”.



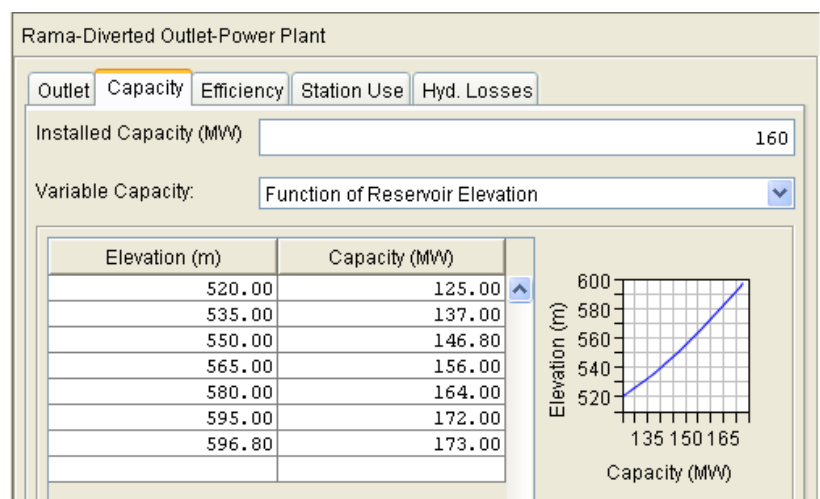
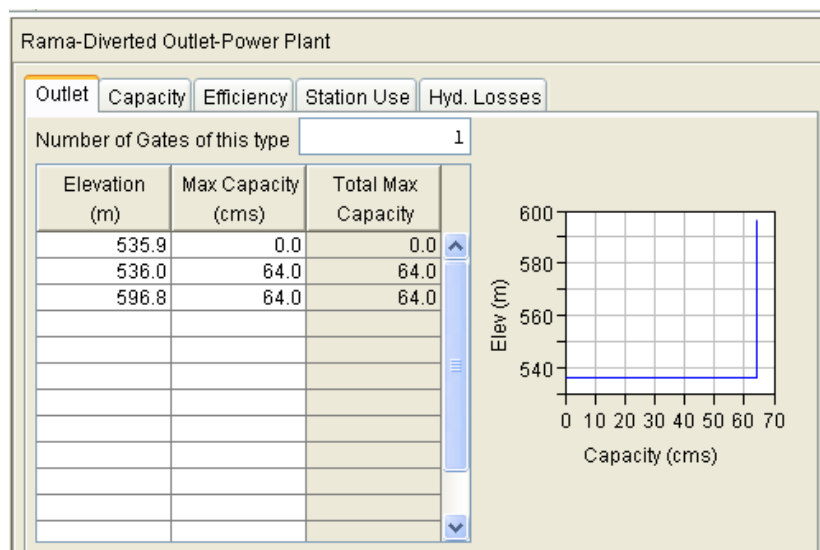
Hidroelektrana je simulirana kao komponenta odvojak-ispust, “Diverted Outlet”.

Krivulje protoka (Q) – proizvodnja (MW) hidroelektrane Rama su uvrštene u aneks 1. U model HEC-ResSim se ne mogu uvesti skupine krivulja, zbog čega se pretpostavilo da je protok kroz turbine uvijek konstantan i jednak projektiranom protoku ($Q=64 \text{ m}^3/\text{s}$) i od krivulja protoka (Q) – proizvodnja (MW) dobiven je kapacitet proizvodnje ovisno od kote. Navedeni kapacitet je varirao između 125 MW za razinu vode od 520 m.n.m. i 173 MW za razinu vode od 596,8 m.n.m.

| H (bruto pad) (m) | Kota (m.n.m.) | Protok (m^3/s) | Kapacitet (MW) |
|-------------------|---------------|----------------------------------|----------------|
| 250,0 | 520,0 | 64 | 125,0 |
| 265,0 | 535,0 | 64 | 137,0 |
| 280,0 | 550,0 | 64 | 146,8 |
| 295,0 | 565,0 | 64 | 156,0 |
| 310,0 | 580,0 | 64 | 164,0 |

| H (bruto pad) (m) | Kota (m.n.m.) | Protok (m ³ /s) | Kapacitet (MW) |
|-------------------|---------------|----------------------------|----------------|
| 325,0 | 595,0 | 64 | 172,0 |
| 326,8 | 596,8 | 64 | 173,0 |

Navedene krivulje uključuju gubitke na hidroelektrani, tako da se na kartici učinkovitosti pretpostavila učinkovitost od 100% i potrošnja i gubici su pretpostavljeni kao null vrijednosti.



Kota donje vode (tailwater) je postavljena na stalnu kotu 270 m.n.m.

Provedena su 4 alternativna upravljanja akumulacije korištenjem dvije vrste pravila za proizvodnju hidroelektrane u modelu HEC-ResSim: *Schedule* i *Power Guide Curve* (*raspored* i *krivulja upravljanja snagom*). U slučaju *Power Guide Curve* provedene su dvije mogućnosti, jedna bez razmatranja minimalne razine određene u Vodnoj dozvoli i druga razmatranjem navedene minimalne razine.

Alternativa A. *Power Guide Curve*, bez minimalne razine akumulacije

Koristi se “*Operation set*” koji je nazvan *Hydropower – Power Guide Curve*. Akumulacija se podijelila na tri područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 596,8 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica maksimalne dozvoljene mjesečne razine u Vodnoj dozvoli.

| Početak razdoblja | Maksimalno ograničenje (m.n.m.) |
|-------------------|---------------------------------|
| 01Siječanj | 580.0 |
| 01Veljača | 581.5 |
| 01Ožujak | 583.0 |
| 01Travanj | 584.4 |
| 01Svibanj | 588.6 |
| 01Lipanj | 594.5 |
| 01Srpanj | 594.5 |
| 01Kolovoz | 594.5 |
| 01Rujan | 589.2 |
| 01Listopad | 584.7 |
| 01Studen | 580.0 |
| 01Prosinac | 580.0 |

- 3) *Inactive*: minimalna radna razina akumulacije, 536 m.n.m.

U području *Flood Control* je primijenjeno pravilo *Schedule* (raspored proizvodnje) (*SchedPwr-A*) čija je mjesečna vrijednost 130.000 MWh, odnosno, koja u slučaju da prelazi maksimalnu dozvoljenu razinu u Vodnoj dozvoli zahtijeva od hidroelektrane da kroz turbine prolazi maksimalni kapacitet (64 m³/s).

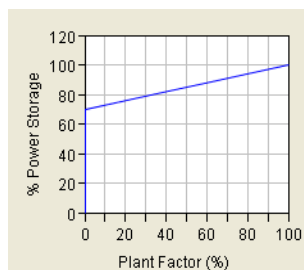
U području *Conservation* primijenjena su dva pravila. Prvo je *MinRel-HPP* (određeno ovisno od datuma) koje zahtijeva od hidroelektrane da kroz turbine prođe minimalni protok od lipnja do listopada, kao što je određeno u Vodnoj dozvoli. Ovo pravilo ima prednost u odnosu na sljedeće.

| Početak razdoblja | Minimalni protok (m ³ /s) |
|-------------------|--------------------------------------|
| 01Siječanj | 0.0 |
| 31Svibanj | 0.0 |
| 01Lipanj | 23.0 |
| 30Lipanj | 23.0 |
| 01Srpanj | 20.2 |
| 31 Srpanj | 20.2 |

| Početak razdoblja | Minimalni protok (m ³ /s) |
|-------------------|--------------------------------------|
| 01Kolovoz | 20.7 |
| 31Kolovoz | 20.7 |
| 01Rujan | 20.8 |
| 30 Rujan | 20.8 |
| 01Listopad | 16.5 |
| 01Studen | 16.5 |
| 02 Studeni | 0.0 |
| 31Prosinac | 0.0 |

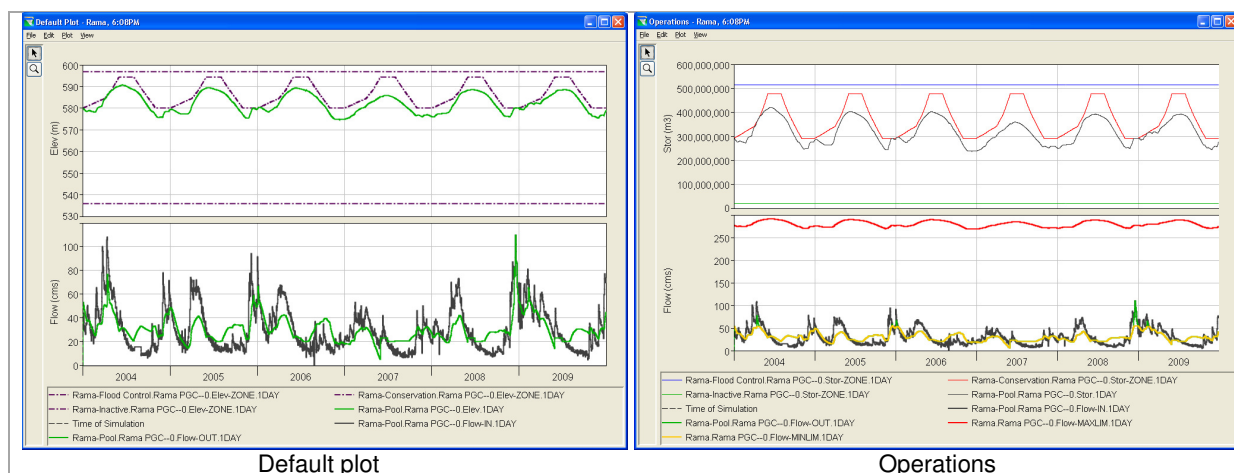
Drugo pravilo je HydroPwrGC) (Hydropower – Power Guide Curve). Pravilo *Hydropower – Power Guide Curve* omogućuje određivanje funkcije koja opisuje zahtjeve za proizvodnju hidroelektrane u odnosu na dostupnu zapreminu u elektroenergetskom bazenu (“% Power Storage”). Zahtjev za proizvodnju se mora opisati u jedinicama faktora učinka % (“% Plant Factor”).

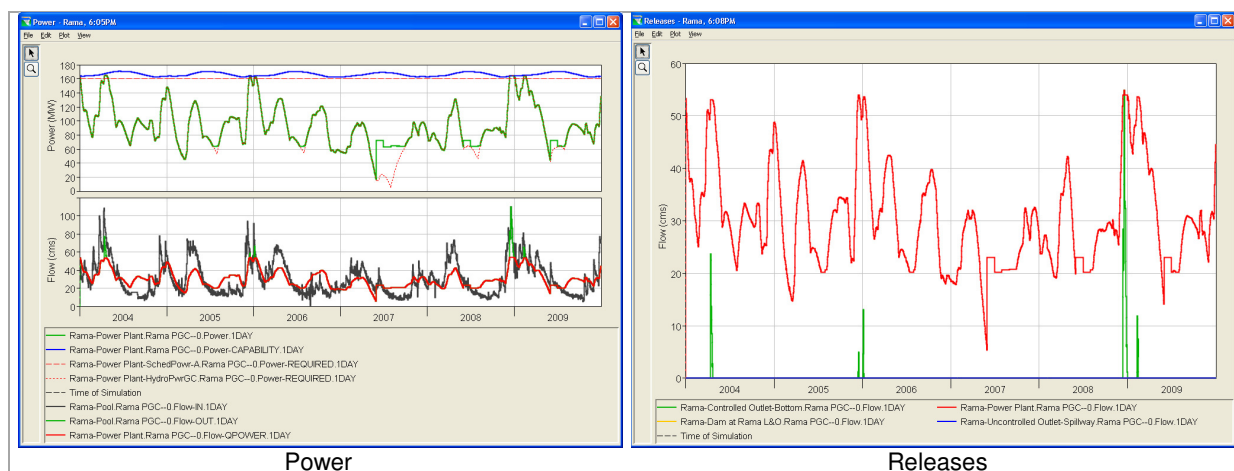
Nakon nekoliko pokušaja dobio se raspored sa kojim se dobiva maksimalna proizvodnja sa najmanjim ispuštanjem vode bez rada turbina:



| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 0 | 0 |
| 70 | 0 |
| 100 | 100 |

Na sljedećim grafikonima prikazani su rezultati dobiveni za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).





Za praktične svrhe, što se više faktor učinka približava 100%, odnosno, što je horizontalnija krivulja i približava se 100%, time se više približava razina akumulacije maksimalnoj mjesečnoj dozvoljenoj granici.

Što je viša razina akumulacije time je bolje, jer je veća proizvedena energija. Međutim, ako se razina nalazi previše blizu krivulje maksimalne mjesečne dozvoljene razine, kada se pojavi jak dotok u akumulaciju (poplava) ponekad model ResSim, osim rada turbina, ispušta vodu kroz organe ispuštanja da bi se vratio na krivulju upravljanja što je brže moguće.

Nakon nekoliko pokušaja uvidjelo se da je u modeliranju bolje zadržati najvišu razinu u akumulaciji malo ispod određene maksimalne mjesečne. Izbjegavanjem nekih ispuštanja (vidi zelene linije grafikona "Releases") proizvodnja energije je ukupno veća. U stvarnosti, iznad krivulje upravljanja koja je određena za akumulaciju Rama postoji dovoljno zapremine kako bi se omogućilo jednostavno izravnane moguće poplave putem turbina, ili zadržavanje najvećeg dijela ulaznog hidrograma bez ispuštanja kroz preljev.

U grafikonima se vidi kako se svake godine ispunjavaju minimalni dotoci u mjesecima od lipnja do listopada.

Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Rama | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje* | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Neto pad (m) | 314.20 | 322.60 | 307.37 |
| Hidraulički gubici (m)* | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2228.35 | 3966.63 | 400.62 |
| Proizvedena energija (MW)** | 92.85 | 165.28 | 16.69 |

| Hidroelektrana Rama | Prosjek | Maximum | Minimum |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Faktor učinka | 0.56 | 1.00 | 0.10 |
| Protok kroz turbine (cms) | 30.19 | 53.98 | 5.34 |

(*) Učinkovitost i gubici su uključeni u krivulju protok (Q) – proizvodnja (MW) hidroelektrane

(**) "Proizvedena energija (MW)" je "energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh)" podijeljena sa 24 h, odnosno, prosječna satna proizvodnja.

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 2004 | 87.9 | 62.5 | 86.0 | 115.5 | 96.1 | 69.9 | 58.6 | 65.4 | 70.3 | 69.7 | 57.0 | 91.8 | 930.7 |
| 2005 | 95.0 | 48.3 | 39.5 | 82.3 | 81.1 | 55.2 | 48.7 | 59.2 | 72.7 | 77.4 | 55.9 | 108.5 | 823.8 |
| 2006 | 110.9 | 62.7 | 72.0 | 92.0 | 77.4 | 54.2 | 48.7 | 59.1 | 78.6 | 86.8 | 53.3 | 42.6 | 838.5 |
| 2007 | 41.7 | 49.7 | 69.9 | 62.8 | 30.3 | 51.8 | 47.0 | 47.9 | 46.1 | 55.4 | 64.6 | 70.1 | 637.3 |
| 2008 | 57.6 | 49.1 | 53.6 | 84.5 | 72.6 | 52.2 | 47.3 | 54.8 | 62.6 | 66.0 | 61.2 | 113.1 | 774.6 |
| 2009 | 107.1 | 105.7 | 100.9 | 83.6 | 54.0 | 52.1 | 47.5 | 61.5 | 67.9 | 65.7 | 57.9 | 71.3 | 875.3 |
| Prosjek | 83.4 | 63.0 | 70.3 | 86.8 | 68.6 | 55.9 | 49.7 | 58.0 | 66.4 | 70.2 | 58.3 | 82.9 | 813.3 |

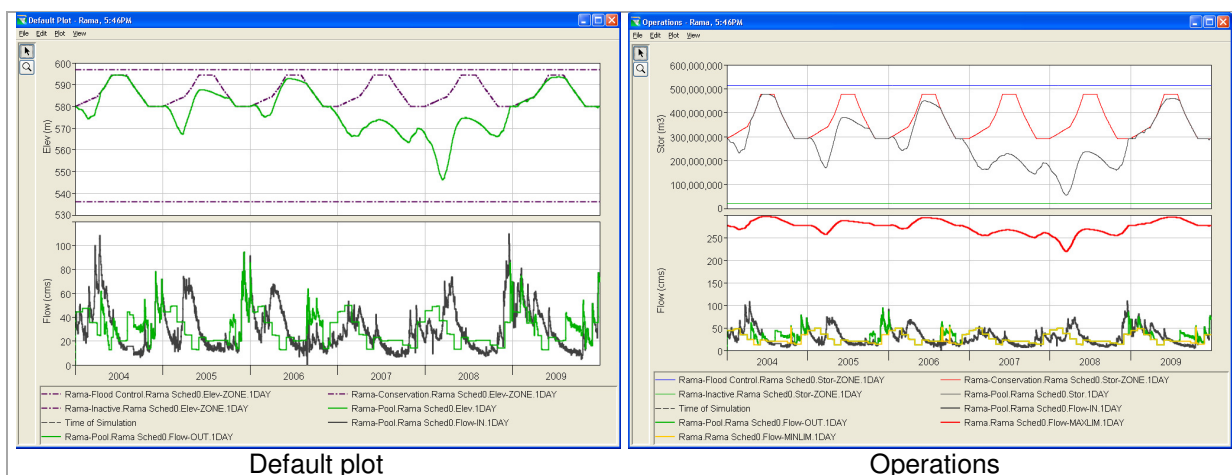
Alternativa B. Schedule ili raspored godišnjeg opterećenja (bez minimalne razine akumulacije)

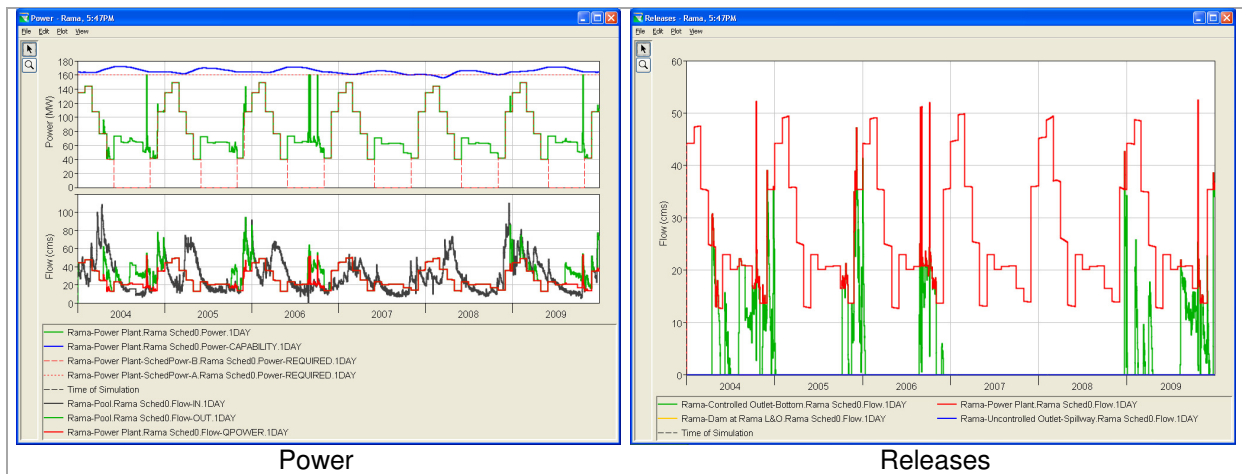
Koristi se *Operation set* koji nazivamo *Hydropower Schedule*. Isto kao i u prethodnom slučaju, akumulacija se podijelila na tri područja: *Flood control*, *Conservation* i *Inactive*. Podaci su isti izuzev drugog pravila područja *Conservation*, koje je u ovom slučaju pravilo *Schedule* (SchedPwr-B) sa sljedećom raspodjelom:

| Mjesec | Mjesečno ukupno (MWh) |
|----------|-----------------------|
| Siječanj | 100000.0 |
| Veljača | 100000.0 |
| Ožujak | 80000.0 |
| Travanj | 55000.0 |
| Svibanj | 30000.0 |
| Lipanj | 0.0 |
| Srpanj | 0.0 |
| Kolovoz | 0.0 |
| Rujan | 0.0 |
| Listopad | 0.0 |
| Studeni | 30000.0 |
| Prosinac | 80000.0 |

Od lipnja do listopada ne određuje se proizvodnja jer u tim mjesecima kroz turbine prolazi minimum koji je određen po pravilu MinRel-HPP, koji ima veći prioritet.

U sljedećim grafikonima prikazani su dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).





Poštivaju se minimalni dotoci u mjesecima od lipnja do listopada a hidroelektrana nastoji proizvesti svake godine određenu potražnju mjesečne određene proizvodnje. Međutim, imajući raspored proizvodnje koji je određen, pojavljuje se mnogo ispuštanja, i stoga je učinkovitost manja.

Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su:

| Hidroelektrana Rama | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Neto pad (m) | 312.39 | 324.50 | 294.96 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Energija proizvedena po vremenu (MWh) | 1956.23 | 3840.00 | 967.74 |
| Proizvedena energija (MW) | 81.51 | 160.00 | 40.32 |
| Faktor učinka | 0.49 | 0.97 | 0.24 |
| Protok kroz turbine (cms) | 26.72 | 52.47 | 12.70 |

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2004 | 93.5 | 99.8 | 80.9 | 57.6 | 33.1 | 52.7 | 47.8 | 50.0 | 46.5 | 43.3 | 30.8 | 79.7 | 715.8 |
| 2005 | 99.4 | 99.7 | 81.0 | 55.7 | 30.9 | 52.1 | 47.2 | 48.1 | 46.3 | 40.4 | 34.9 | 82.8 | 718.4 |
| 2006 | 99.4 | 99.7 | 81.0 | 55.7 | 30.9 | 52.5 | 47.6 | 53.4 | 54.3 | 46.8 | 30.3 | 78.4 | 730.0 |
| 2007 | 99.4 | 99.7 | 81.0 | 55.7 | 30.9 | 50.9 | 46.1 | 47.0 | 45.1 | 36.5 | 30.2 | 78.4 | 700.7 |
| 2008 | 99.4 | 99.8 | 80.9 | 55.7 | 30.9 | 51.0 | 46.2 | 47.1 | 45.2 | 36.6 | 30.2 | 79.2 | 702.1 |
| 2009 | 99.4 | 99.7 | 81.0 | 55.7 | 30.9 | 52.5 | 47.7 | 48.8 | 46.5 | 44.7 | 30.6 | 79.7 | 717.2 |
| Prosjek | 98.4 | 99.7 | 81.0 | 56.1 | 31.2 | 51.9 | 47.1 | 49.0 | 47.3 | 41.4 | 31.2 | 79.7 | 714.0 |

Alternativa C. *Power Guide Curve* sa minimalnom razinom u akumulaciji.

Koristi se *Operation set* koji je nazvan *Hydropower (2) – Power Guide Curve*. Razlikuje se od Alternative A, jer se u akumulaciju dodalo novo područje nazvano *Minimum*, koje predstavlja minimalnu mjesečnu razinu akumulacije koja je određena u Vodnoj dozvoli.

| Početak razdoblja | Minimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|----------------------------|
| 01Siječanj | 555.0 |
| 01Veljača | 564.6 |
| 01Ožujak | 569.4 |
| 01Travanj | 572.5 |
| 01Svibanj | 581.2 |
| 01Lipanj | 586.1 |
| 01Srpanj | 589.6 |
| 01Kolovoz | 583.6 |
| 01Rujan | 575.8 |
| 01Listopad | 570.5 |
| 01Studen | 565.1 |
| 01Prosinac | 560.2 |

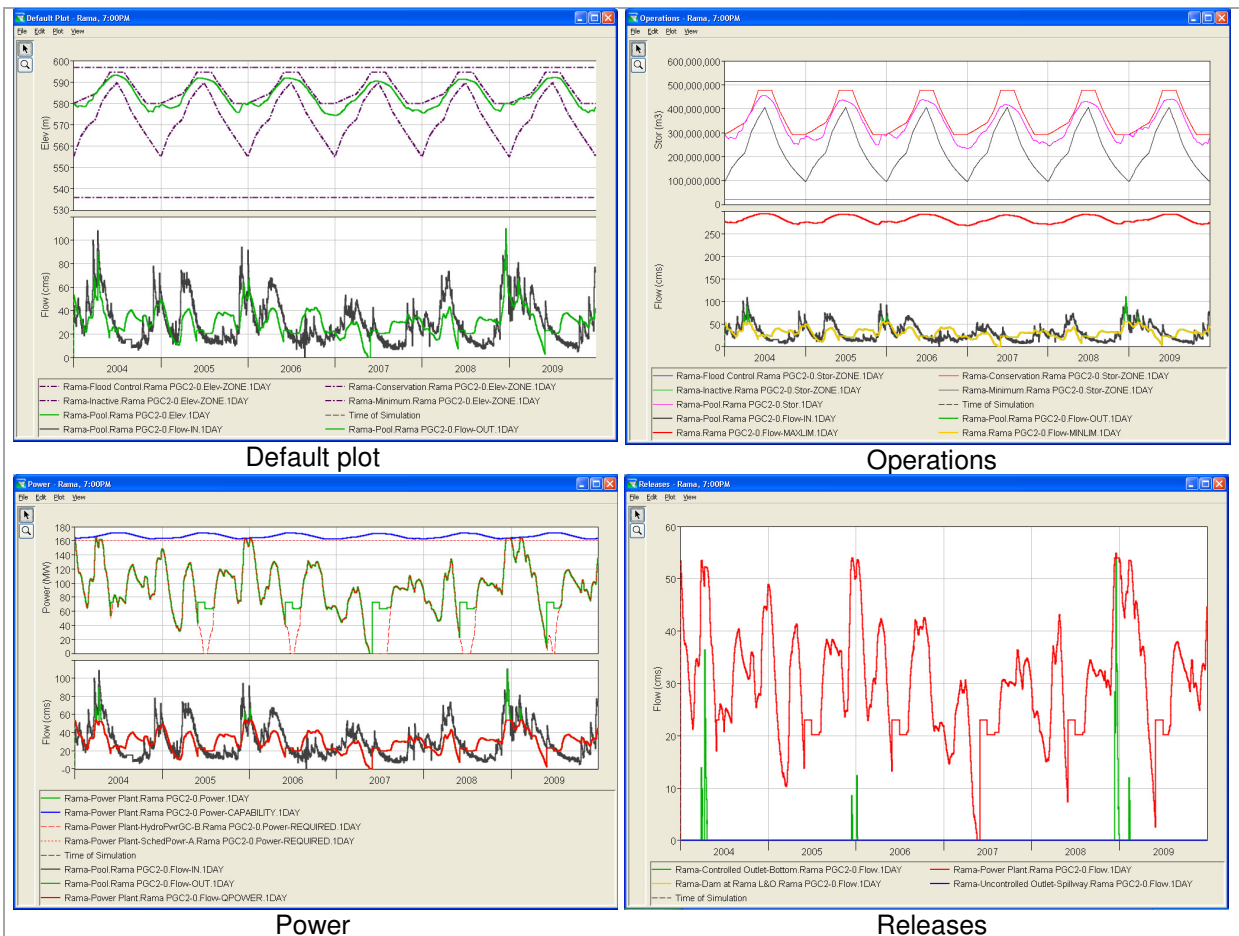
U području *Conservation* primjenjuju se dva pravila. Prvo je *MinRel-HPP* koje zahtijeva od hidroelektrane da kroz turbine prolazi minimalni protok od lipnja do listopada, kao što je određeno u Vodnoj dozvoli. Ovo pravilo ima prioritet nad sljedećim.

Drugo pravilo je *HydroPwrGC-B* (*Hydropower Guide Curve*) krivulje upravljanja hidroenergijom koje u ovoj alternativi ima kao "*Zone at top of Power Pool*" područje *Conservation* a kao područje "*Zone at Bottom of Power Pool*" područje *Minimum* (dok je u Alternativi A ovo posljednje bilo područje *Inactive*).

Nakon nekoliko pokušaja dobilo se da raspored sa kojim se dobiva maksimalna proizvodnja sa minimalnim ispuštanjima vode bez rada turbina bude:

| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 0 | 0 |
| 50 | 0 |
| 100 | 100 |

Na sljedećim grafikonima prikazani su dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).



Zadržavaju se minimalni protoci od lipnja do listopada, iako se u svibnju 2007 tijekom nekoliko dana zbog niskih dotoka poništava protok kroz turbine.

Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Rama | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Neto pad (m) | 314.90 | 323.84 | 307.16 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2229.31 | 3957.90 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 92.89 | 164.91 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.56 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 30.16 | 53.98 | 0.00 |

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 2004 | 87.9 | 56.6 | 86.0 | 114.3 | 77.0 | 55.1 | 56.4 | 81.9 | 79.5 | 75.2 | 61.4 | 94.9 | 926.2 |
| 2005 | 94.0 | 40.8 | 31.6 | 84.9 | 67.2 | 52.4 | 47.5 | 69.2 | 83.4 | 82.9 | 59.7 | 110.3 | 823.8 |
| 2006 | 110.7 | 57.3 | 68.5 | 90.8 | 59.2 | 52.4 | 47.5 | 69.7 | 90.6 | 92.3 | 56.3 | 49.0 | 844.4 |
| 2007 | 38.8 | 42.1 | 65.4 | 48.0 | 5.9 | 52.2 | 47.3 | 54.3 | 67.4 | 68.8 | 71.5 | 75.4 | 637.1 |
| 2008 | 55.9 | 40.7 | 48.9 | 84.4 | 52.3 | 52.4 | 47.5 | 64.0 | 73.0 | 72.3 | 66.2 | 114.5 | 772.1 |
| 2009 | 107.2 | 104.8 | 96.5 | 72.2 | 29.8 | 52.4 | 48.2 | 79.7 | 78.3 | 71.1 | 62.9 | 75.6 | 878.6 |
| Prosjek | 82.4 | 57.1 | 66.2 | 82.4 | 48.6 | 52.8 | 49.1 | 69.8 | 78.7 | 77.1 | 63.0 | 86.6 | 813.7 |

Dobiveni rezultati u ovoj alternativi su vrlo slični rezultatima iz alternative A. Ova alternativa se koristila kao stalna u simulaciji ostatka sustava Neretve.

Alternativa D. *Power Guide Curve* sa minimalnom razinom u akumulaciji i ograničenim ispuštanjima

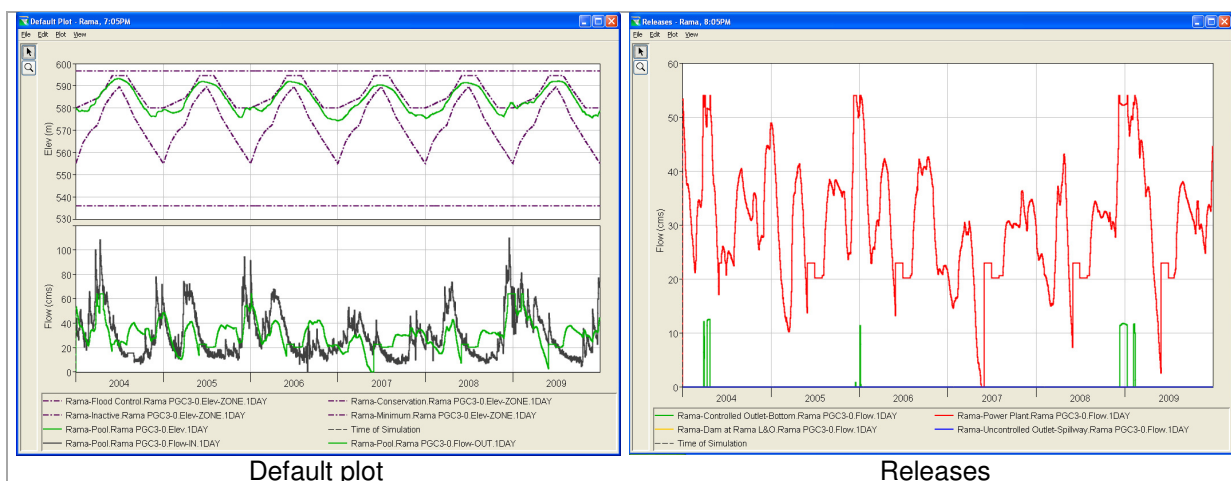
U ovom primjeru se koristi isto pravilo *Power Guide Curve* kao u alternativu C i dodaje mu se novo pravilo za oba područja *Flood control* i *Conservation* koje ograničava maksimalna ispuštanja u akumulaciji (*MaxRelease*).

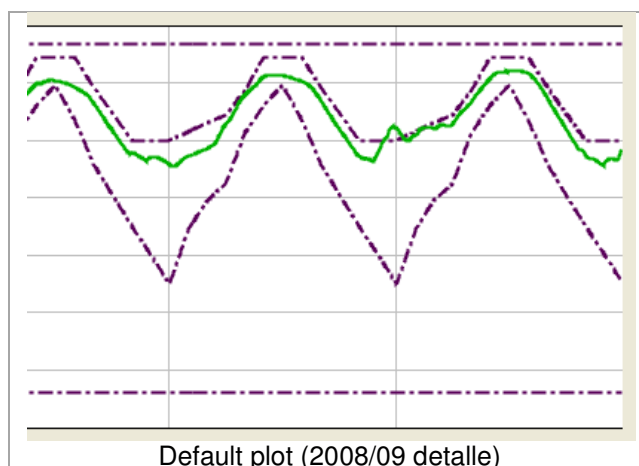
Model ResSim ima i *Downstream Control Function Rule* (*funkcionalno pravilo kontrole nizvodno*) koje omogućuje postavljanje minimalnog ili maksimalnog protoka na kontrolnoj točki u mreži više nego izričita granica o ispuštanjima. Kada se odredi ovo pravilo (iako se ne primjenjuje) kontrolna točka je prikazana u mreži putem kvadratnog kruga (aureola). Kada kontrolna točka (primjer CP5) samo ima akumulaciju uzvodno postignuti učinak sa ovim pravilom je sličan postignutom sa pravilom *MaxRelease*.

Primjenom pravila *MaxRelease* maksimalna ispuštanja u akumulaciji su ograničena na 64 m³/s. Na taj način, kada se dostigne maksimalna dozvoljena u mjesecu, akumulacija ispušta maksimum od 64 m³/s između turbina i temeljnog ispusta. To uzrokuje da se tijekom vremenskog prostora (nekoliko dana prema zapremini ulaznog dotoka) akumulacija nalazi iznad dozvoljenog maksimuma u tom mjesecu. Kako se ulazni dotok smanjuje ponovo će se snižavati razina akumulacije dok ne bude na istoj vrijednosti ili ispod maksimalne dozvoljene razine. Na taj način se nastoji "uštedjeti" voda za njeno korištenje u hidroenergetsku proizvodnju.

U stvarnoj situaciji ne preporučuje se izvođenje ove radnje. U slučaju njenog izvođenja mora se raditi vrlo pažljivo, imajući uvid u prognozu ulaznih dotoka u akumulaciju narednih dana da bi se spriječilo da poplava visokih dotoka može izazvati ispuštanje kroz preljev u trenucima kada se kroz Mostar dostiže 1.200 m³/s.

Na sljedećim grafikona su prikazani dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).





Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su:

| Hidroelektrana Rama | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Neto pad (m) | 314.94 | 323.84 | 307.16 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2233.52 | 4035.53 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 93.06 | 168.15 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.56 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 30.21 | 53.99 | 0.00 |

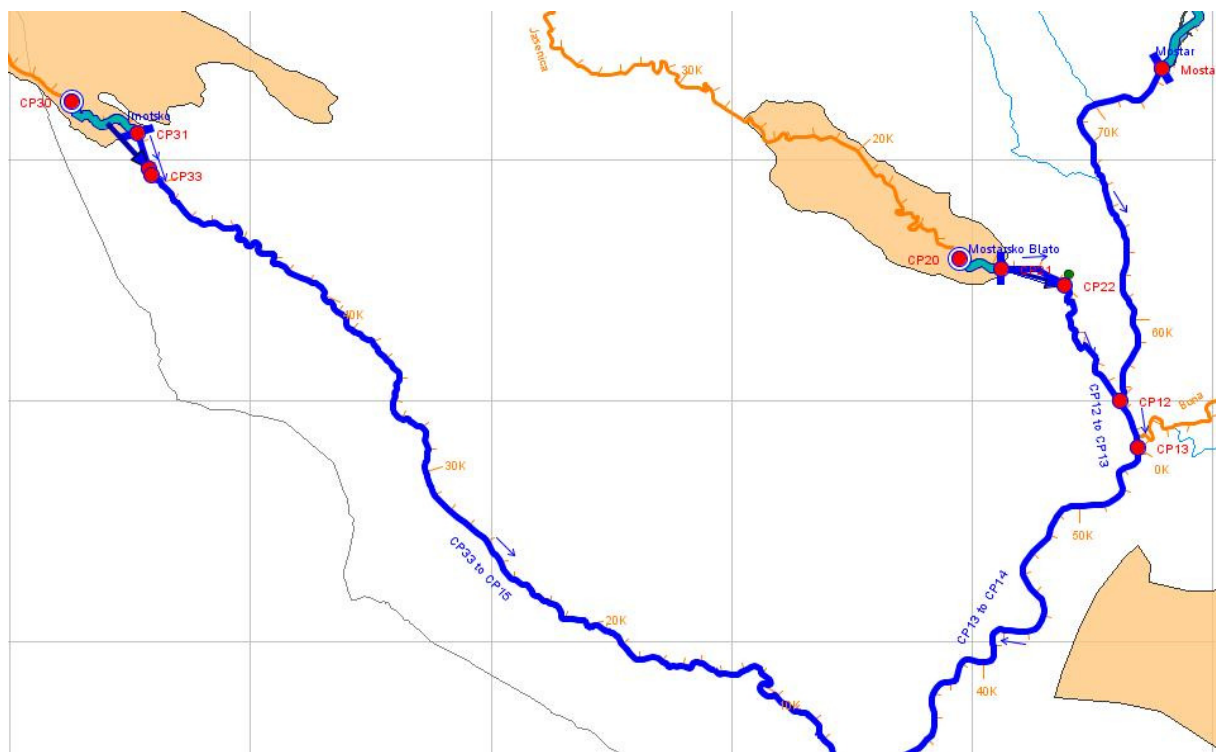
Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2004 | 87.9 | 56.6 | 86.5 | 114.6 | 77.4 | 55.2 | 56.4 | 81.9 | 79.5 | 75.2 | 61.4 | 94.9 | 927.4 |
| 2005 | 94.0 | 40.8 | 31.6 | 84.9 | 67.2 | 52.4 | 47.5 | 69.2 | 83.4 | 82.9 | 59.7 | 111.3 | 824.9 |
| 2006 | 110.7 | 57.2 | 68.5 | 90.8 | 59.2 | 52.4 | 47.5 | 69.7 | 90.6 | 92.3 | 56.3 | 49.0 | 844.4 |
| 2007 | 38.8 | 42.1 | 65.4 | 48.0 | 5.9 | 52.2 | 47.3 | 54.3 | 67.4 | 68.8 | 71.5 | 75.4 | 637.1 |
| 2008 | 55.9 | 40.7 | 48.9 | 84.4 | 52.3 | 52.4 | 47.5 | 64.0 | 73.0 | 72.3 | 66.2 | 113.2 | 770.7 |
| 2009 | 114.6 | 105.6 | 96.5 | 72.2 | 29.8 | 52.4 | 48.2 | 79.7 | 78.3 | 71.1 | 62.9 | 75.6 | 886.9 |
| Prosjek | 83.6 | 57.2 | 66.2 | 82.5 | 48.6 | 52.8 | 49.1 | 69.8 | 78.7 | 77.1 | 63.0 | 86.6 | 815.2 |

Što se tiče tablice alternative C vidi se da je u siječnju i veljači 2009 godine proizvodnja bila malo veća jer se dozvolilo privremeno pohranjivanje vode u akumulaciji iznad maksimalne dozvoljene razine (20 dana prosinca 2008 i 10 dana siječnja 2009 godine).

1.7. Mostarsko blato i Peć Mlini

Mostarsko blato i Peć Mlini su dvije hidroelektrane sa sličnim karakteristikama u smislu da uzimaju vodu iz akumulacija nastalih u njihovim poljima. Ove akumulacije nemaju branu kao takvu i stoga ne raspolažu sa organima za ispuštanje izuzev tlačnog cjevovoda koji prihranjuje vodom hidroelektrane.



Za simulaciju akumulacija koristile su se krivulje akumulacije (kota- zapremina) prikazane u Aneksu 2 (Kapacitet infrastruktura) u dokumentu “Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda”.

Iako akumulacije nemaju branu, pretpostavio se virtualni preljev kroz koji bi akumulacija ispuštala vodu u slučaju da prelazi maksimalni kapacitet koji je dat na krivuljama kota-zapremina. Dakle, uz to se pretpostavila u oba slučaja virtualna riječna dionica koja je potrebna za ispravan rad modela, koja ide od svake akumulacije do rijeka koje se nalaze nizvodno gdje ispuštaju vodu elektrane.

Hidroelektrane su se simulirale kao komponenta elementa “Diverted Outlet”.

Krivulje protok (Q) – proizvodnja (MW) hidroelektrana nisu dostupne tako da je pretpostavljena nominalna proizvodnja za sve hidroelektrane.

Na sljedećoj slici prikazane su neke osnovne karakteristike koje su se koristile u simulaciji.

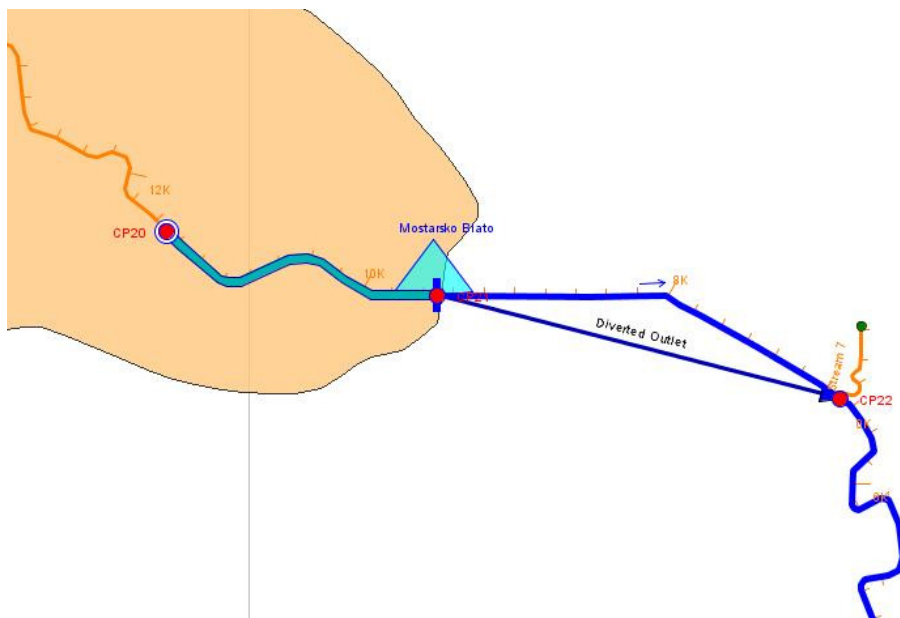
| | Mostarsko blato | Peć Mlini - Imotsko |
|--|------------------------|----------------------------|
| Maksimalni kapacitet (=nominalni protok) (m ³ /s) | 40 m ³ /s | 30 m ³ /s |
| Instalirani kapacitet (MW) | 60 MW | 30 MW |
| Učinkovitost (konstantna) (%) | 92% | 92% |
| Hidraulički gubici: 3% prosječnog bruto pada (m) | 5.35 m | 3.3 m |
| Kota donje vode (Tailwater) | 47 m.n.m | 142 m.n.m |

(*) Pretpostavlja se da elektrana ne troši vodu (*Constant Station Use = 0 m³/s*)

1.7.1. Mostarsko blato

Ne raspolaže se sa nizovima ulaznih dotoka u polje Mostarsko blato. Da bi se mogla simulirati elektrana koristio se niz koji je 90% ulaznih dotoka u Imotsko polje. Ovih 90% je slučajno odabrana vrijednost, jednostavno da bi se razlikovala od originalnog niza. S druge strane, u originalnom nizu vrijednosti protoka počinju polovicom 2005 godine (22/06/2005).

Stoga, dobiveni rezultati proizvodnje nisu realni. U modelu ResSim dnevni protoci se primjenjuju u točki (junction) CP20.



Na slici, segment između virtualne brane (junction CP21) i rijeke Jasenice (junction CP22) predstavlja navedenu virtualnu riječnu dionicu.

U simulaciji se pretpostavilo da je maksimalna dostignuta kota vode u akumulaciji 231,5 m.n.m. i minimalna kote vode je 221,5 m.n.m.

Korišten je *Operation set* koji je nazvan *Hydropower Schedule*, gdje je akumulacija podijeljena na tri područja.

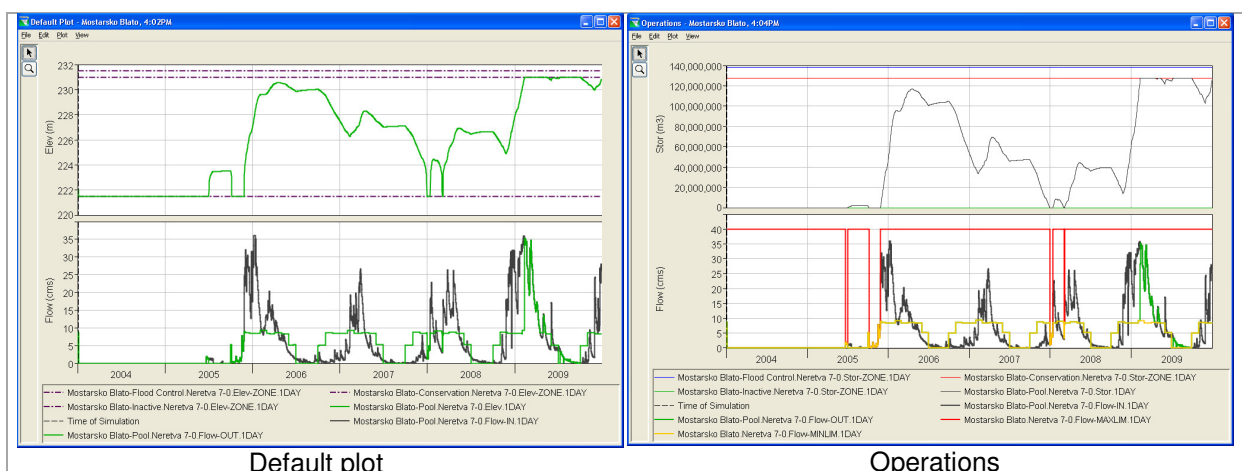
- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 231,5 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica 231 m.n.m. u svim mjesecima.
- 3) *Inactive*: Minimalna radna razina akumulacije 221,5 m.n.m.

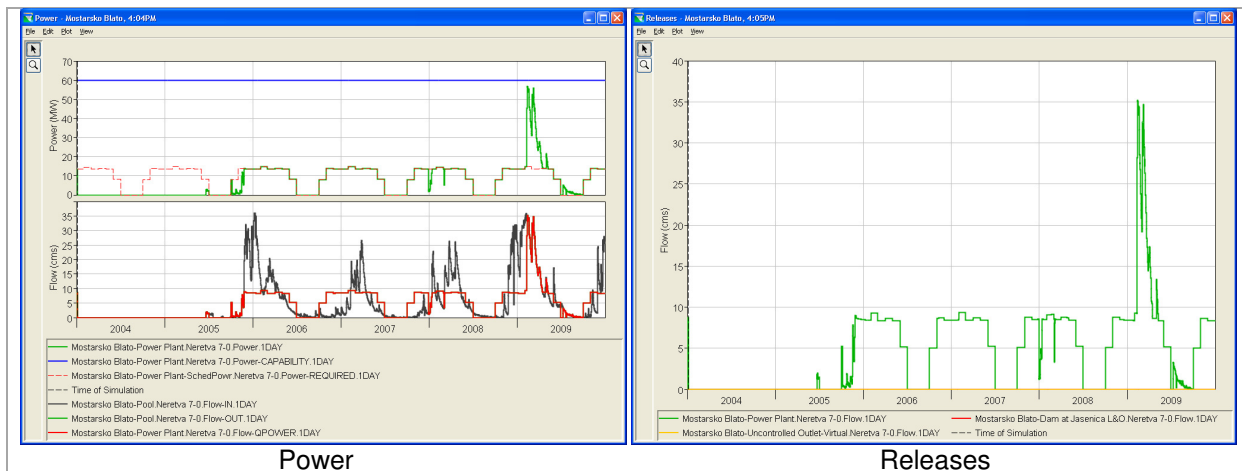
Na područje *Conservation* primijenilo se pravilo *Schedule* (SchedPowA) sa mjesečnim stalnim rasporedom proizvodnje sa sljedećom raspodjelom:

| Mjesec | Mjesečno ukupno (MWh) |
|----------|-----------------------|
| Siječanj | 10000.0 |
| Veljača | 10000.0 |
| Ožujak | 10000.0 |
| Travanj | 10000.0 |
| Svibanj | 10000.0 |
| Lipanj | 6000.0 |
| Srpanj | 0.0 |
| Kolovoz | 0.0 |
| Rujan | 0.0 |
| Listopad | 6000.0 |
| Studen | 10000.0 |
| Prosinac | 10000.0 |

U mjesecima od lipnja do listopada zahtijeva se proizvodnja nula da bi se približili stvarnosti u kojoj je dotok od mjeseca maja vrlo nizak ili nula.

Na sljedećim grafikonima prikazani su dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).





Smatra se da je u 2006, 2007 i 2008 godini praktički ispunjen odabrani mjesečni raspored proizvodnje, iako ima nekoliko mjeseci krajem 2007 i početkom 2008 u kojima nema dovoljno vode. U 2009 godini, međutim, budući da su dotoci veći prethodnih godina i da akumulacija ne bi ispuštala vodu, proizvodi se više energije od zatražene. Može se vidjeti (na grafikonu *Releases*) da se ne ispušta ništa kroz virtualni preljev.

Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Mostarsko blato | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 174.75 | 178.65 | 169.15 |
| Hidraulički gubici (m) | 5.35 | 5.35 | 5.35 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 173.34 | 1361.38 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 7.22 | 56.72 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.12 | 0.96 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 4.52 | 35.22 | 0.00 |

(*) Fiktivne vrijednosti proizvodnje jer korišteni niz dotoka nije realan

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

| GWh* | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2005 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 3.8 | 10.0 | 15.9 |
| 2006 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 6.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 9.9 | 10.0 | 82.0 |
| 2007 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 6.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 9.9 | 9.7 | 81.7 |
| 2008 | 7.3 | 10.0 | 9.8 | 10.0 | 10.0 | 6.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.8 | 9.9 | 10.0 | 79.1 |
| 2009 | 10.0 | 24.3 | 28.0 | 13.0 | 10.9 | 6.1 | 1.8 | 0.8 | 0.2 | 5.8 | 9.9 | 10.0 | 120.9 |
| Prosjek | 6.2 | 9.0 | 9.6 | 7.2 | 6.8 | 4.2 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 4.1 | 7.2 | 8.3 | 63.3 |

(*) Fiktivne vrijednosti proizvodnje jer korišteni niz dotoka nije realan.

Izvedena simulacija pokazuje višegodišnje ponašanje akumulacije (vidi *Default plot*) jer 2006 i 2007 godine akumulacija je zadržala vodu cijelu godinu.

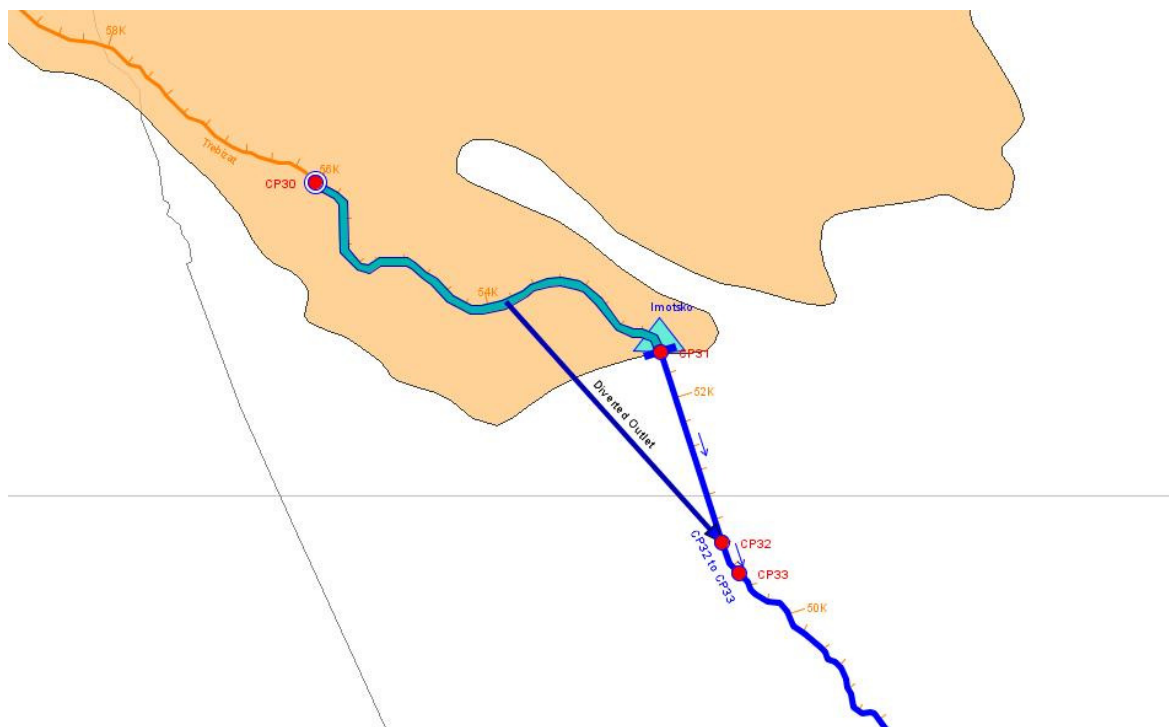
Budući da se radi o nerealnoj situaciji jer se radi o polju, ako ga održimo punog cijelu godinu, jedan važan dio vode izgubit će se filtracijama (procjeđivanjem), a drugi jakim isparavanjem u ljetnim mjesecima.

Upravljanje u kojem akumulacija snižava zapreminu pohranjene vode izgleda više realno iako smanjuje dotoke ili prestaju, kao što je simulirano u slučaju Peć Mlini.

1.7.2. Peć Mlini

Za simulaciju elektrane koristio se dostupni niz dnevnih ulaznih dotoka u Imotsko polje koji obuhvata razdoblje od 22/06/2005 do 31/12/2009. Odgovarajuća datoteka je "dss" je PecMlini_Inflow_2004_PER_AVER.dss.

U modelu dnevni protoci su primijenjeni u točki (*junction*) CP30.



Na slici, segment između virtualne brane (*junction* CP31) i rijeke Tihaljina (*junction* CP32) predstavlja virtualnu riječnu dionicu koja je potrebna za rad modela.

U simulaciji je pretpostavljeno da je maksimalna dostignuta kota vode u akumulaciji 257,5 m.n.m., a minimalna korisna kota vode 249,0 m.n.m.

Koristi se *Operation set* koji je nazvan *Hydropower Guide Curve*, gdje se akumulacija podijelila na 3 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 257,5 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica ili krivulja upravljanja promjenljiva ovisno o mjesecima u godini. Promatrane su dvije alternative. Alternativa A, čija mjesečna maksimalna kota akumulacije varira između 255.5 i 251 m.n.m., i Alternativa B u kojoj varira između 252 i 249,5 m.n.m.
- 3) *Inactive*: Minimalna radna razina akumulacije 249 m.n.m.

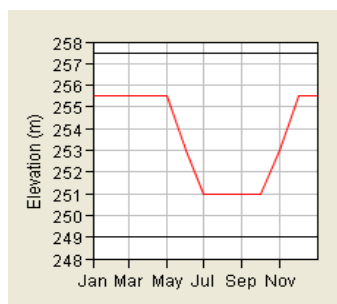
U području *Conservation* primijenilo se pravilo *Hydropower Guide Curve* (HydroPwrGC) sa sljedećim rasporedom:

| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 0 | 0 |
| 100 | 0 |
| 100 | 100 |

Dakle, elektrana se u proizvodnji prilagođava količini dostupne vode. U slučaju da se pojavi poplava neće biti ispuštanja, jer dostupna zapremina akumulacije između odabrane maksimalne mjesečne kote (u obje alternative) i maksimum akumulacije su dovoljno veliki za pohranjivanje cijele zapremine vode od poplave.

Aternativa A

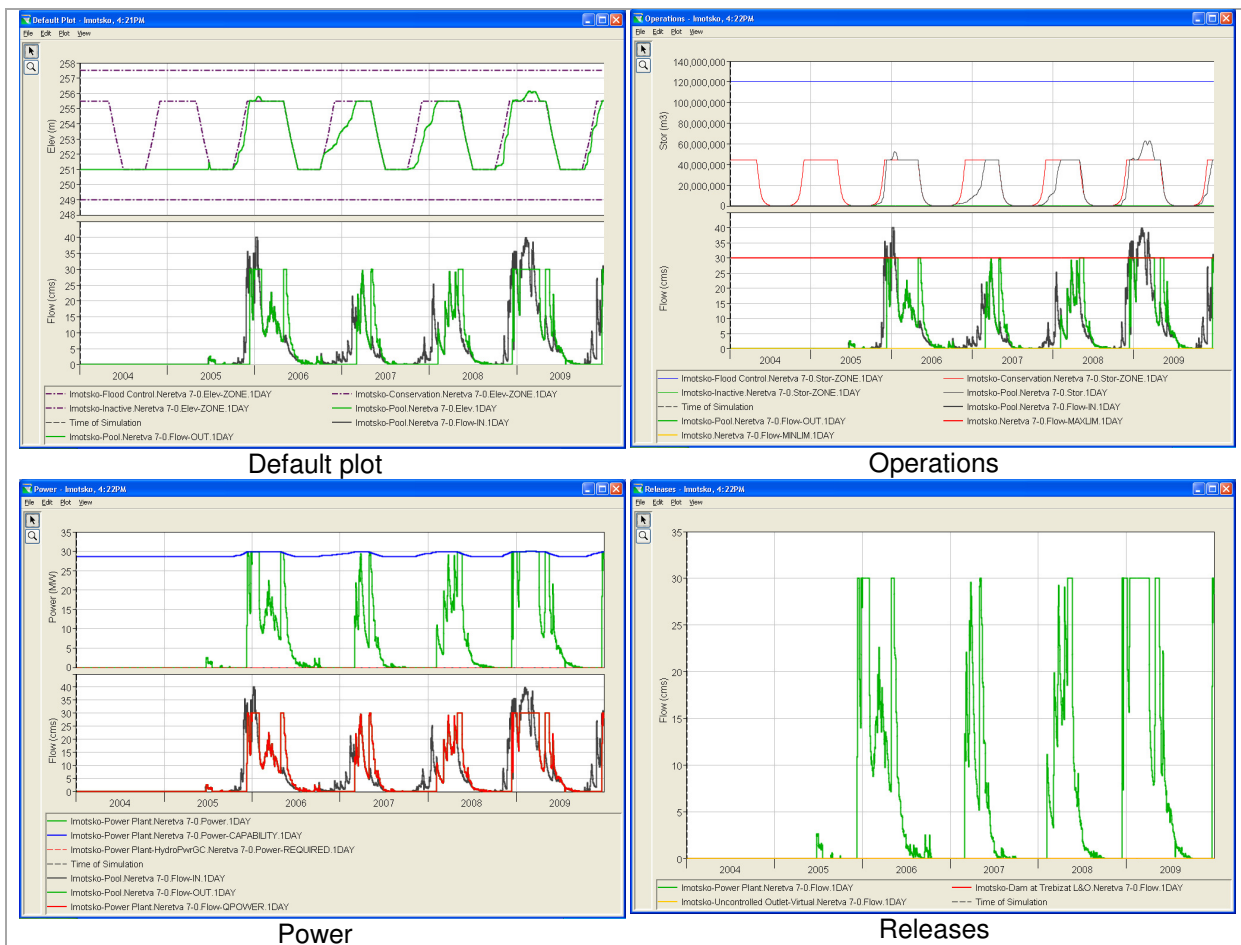
Gornja granica područja *Conservation* je:



| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 01Siječanj | 255.5 |
| 01Veljača | 255.5 |
| 01Ožujak | 255.5 |
| 01Travanj | 255.5 |
| 01Svibanj | 255.5 |
| 01Lipanj | 253.0 |
| 01Srpanj | 251.0 |
| 01Kolovoz | 251.0 |
| 01Rujan | 251.0 |
| 01Listopad | 251.0 |
| 01Studen | 253.0 |
| 01Prosinac | 255.5 |

U mjesecima od lipnja do listopada akumulacija se zadržava nisko da bi se približili stvarnosti, gdje je kroz turbine prošla dostupna voda a da se ne dozvoli da se napuni previše akumulacija u mjesecima velikih dotoka (u ovoj alternativi se pretpostavlja maksimalna kota od 255,5 m.n.m) a od mjeseca svibnja otprilike, ulazni dotoci u akumulaciju se smanjuju dok praktički nestanu u ljetnim mjesecima.

Na sljedećim grafikonima su prikazani dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009). U prvoj godini i pol ulazni dotok u akumulaciju je null, iako simulacija počinje sa količinom pohranjene vode u akumulaciji.



Smatra se (slike *Default plot* i *Power*) da u mjesecima krajem 2005 i početkom 2006 godine, budući da je dotok vrlo visok turbine rade maksimalnim kapacitetom ($30 \text{ m}^3/\text{s}$). Voda koja ne prolazi kroz turbine se pohranjuje u akumulaciji, koja se postupno vraća na postavljeni maksimalni mjesečni kapacitet kako se snižavaju dotoci.

U ostalim mjesecima gdje su manji dotoci nema dovoljno vode da bi se održalo 30 m³/s svaki dan u mjesecu. Tjedno ili dnevno upravljanje koje obavljaju operateri trebaju imati za cilj optimizirati proizvodnju, koristeći samo jedan agregat (15 m³/s) ili oba (30 m³/s) tijekom sati maksimalne potražnje, odnosno, da ponude energiju u vršnim satima.

Smatra se (u grafikonu *Releases*) da se ništa ne ispušta virtualnim preljevom.

Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Peć Mlini - Imotsko- | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 106.79 | 110.83 | 103.70 |
| Hidraulički gubici (m) | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 131.35 | 719.44 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 5.47 | 29.98 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.18 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 5.53 | 30.00 | 0.00 |

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

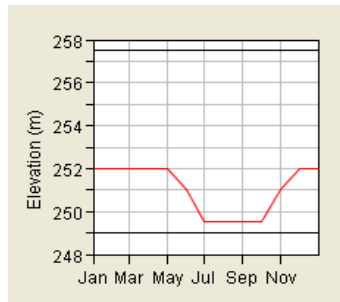
| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| 2004 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2005 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,1 | 13,0 |
| 2006 | 21,8 | 7,7 | 12,2 | 7,3 | 15,5 | 3,0 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 69,0 |
| 2007 | 0,0 | 0,0 | 12,8 | 8,6 | 13,9 | 2,9 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 38,6 |
| 2008 | 0,0 | 3,6 | 11,7 | 13,7 | 17,8 | 4,1 | 0,9 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 11,6 | 63,7 |
| 2009 | 19,9 | 20,1 | 22,3 | 10,5 | 16,6 | 6,1 | 2,1 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 5,2 | 103,4 |
| Prosjek | 7,0 | 5,2 | 9,8 | 6,7 | 10,6 | 2,7 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 47,9 |

U tablici se vidi da iako ima dotoka proizvodnja je praktički nula. To je zbog toga što model koristi vodu za punjenje akumulacije do postizanja razine određene krivuljom upravljanja. Kada se dostigne definirana razina krivuljom upravljanja početak će koristiti ulazni dotok u akumulaciju za hidroenergetsku proizvodnju, što je u ovom slučaju normalno od prosinca.

U Alternative B koristi se krivulja upravljanja s nižim mjesečnim maksimumom.

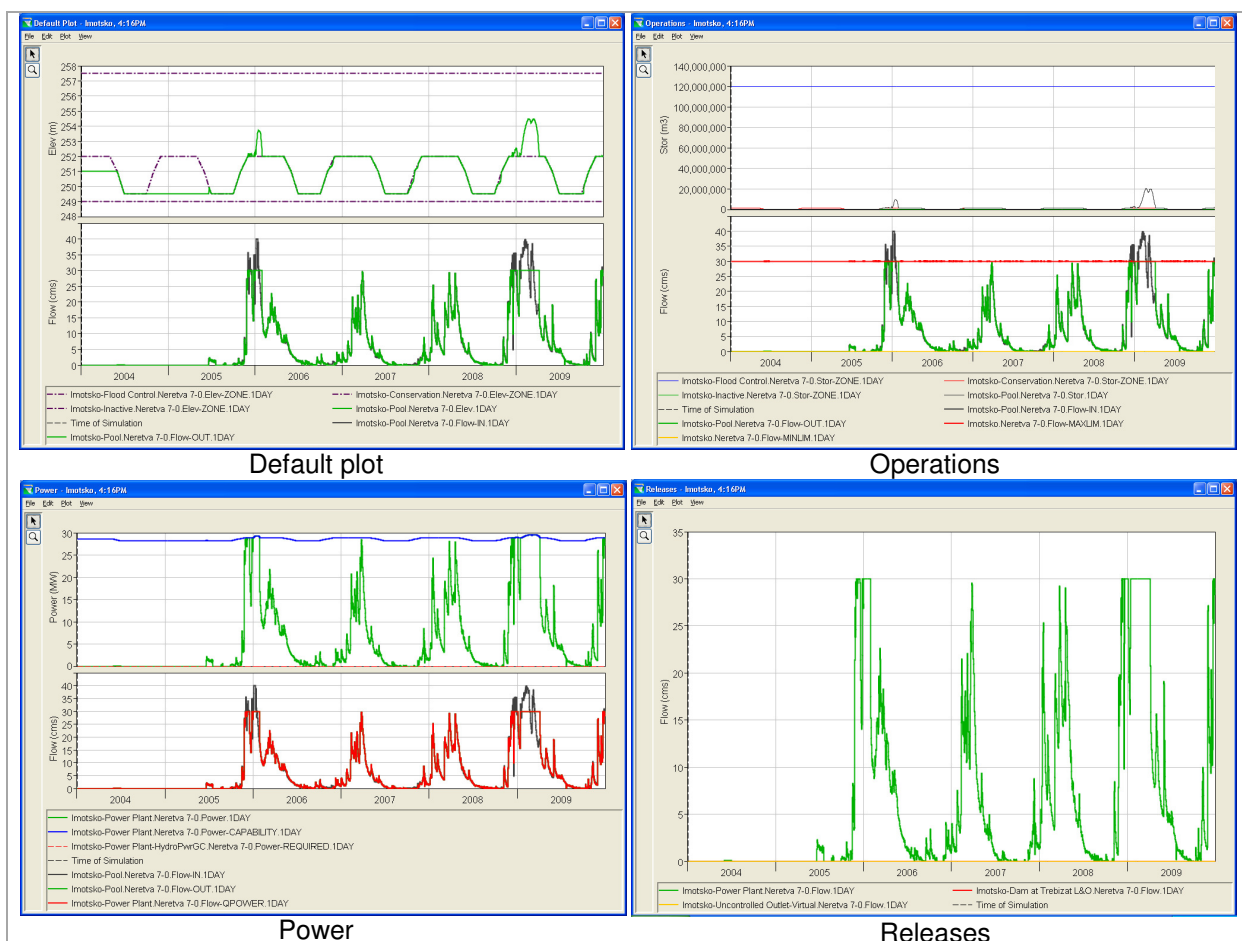
Aternativa B

Gornja granica područja *Conservation*, odnosno, krivulja upravljanja je:



| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 01 Siječanj | 252.0 |
| 01 Veljača | 252.0 |
| 01 Ožujak | 252.0 |
| 01 Travanj | 252.0 |
| 01 Svibanj | 252.0 |
| 01 Lipanj | 251.0 |
| 01 Srpanj | 249.5 |
| 01 Kolovoz | 249.5 |
| 01 Rujan | 249.5 |
| 01 Listopad | 249.5 |
| 01 Studeni | 251.0 |
| 01 Prosinac | 252.0 |

Na sljedećim grafikonima prikazani su dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).



Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Peć Mlini - | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 105.22 | 109.18 | 103.70 |
| Hidraulički gubici (m) | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 133.19 | 708.73 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 5.55 | 29.53 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.18 | 0.98 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 5.75 | 30.00 | 0.00 |

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

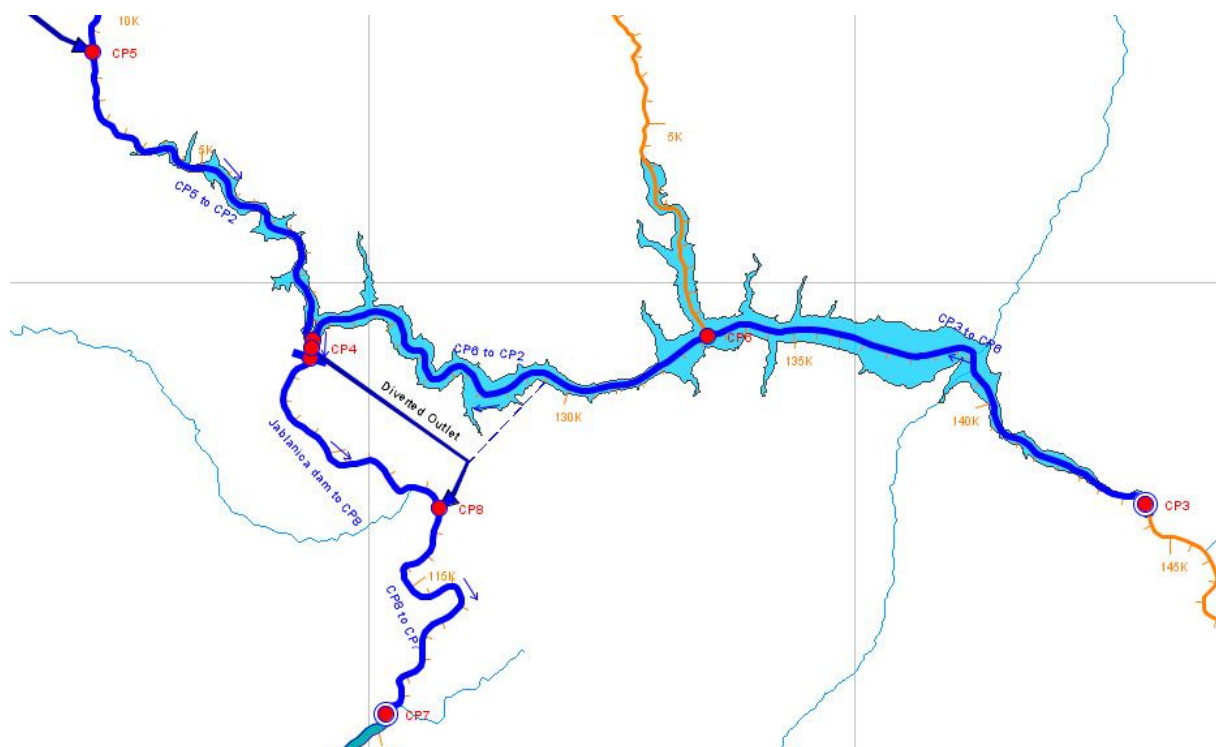
| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| 2004 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2005 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0,4 | 3,7 | 19,0 | 24,0 |
| 2006 | 21,3 | 7,4 | 11,8 | 7,1 | 5,0 | 1,7 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,0 | 1,1 | 57,4 |
| 2007 | 2,0 | 7,0 | 13,1 | 8,3 | 3,5 | 1,6 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 2,2 | 38,7 |
| 2008 | 7,4 | 4,7 | 11,3 | 13,3 | 7,3 | 2,8 | 0,8 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 3,5 | 19,1 | 70,6 |
| 2009 | 19,3 | 19,8 | 21,9 | 10,2 | 6,1 | 4,8 | 2,0 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 2,3 | 13,7 | 101,1 |
| Prosjek | 8,4 | 6,5 | 9,7 | 6,5 | 3,6 | 1,9 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 1,7 | 9,2 | 48,6 |

U ovom slučaju proizvodnja se raspodjeljuje na veći broj mjeseci.

Što je niža i ravnija krivulja upravljanja manja će biti zapremina u akumulaciji a proizvodnja će biti povezana sa dotokom.

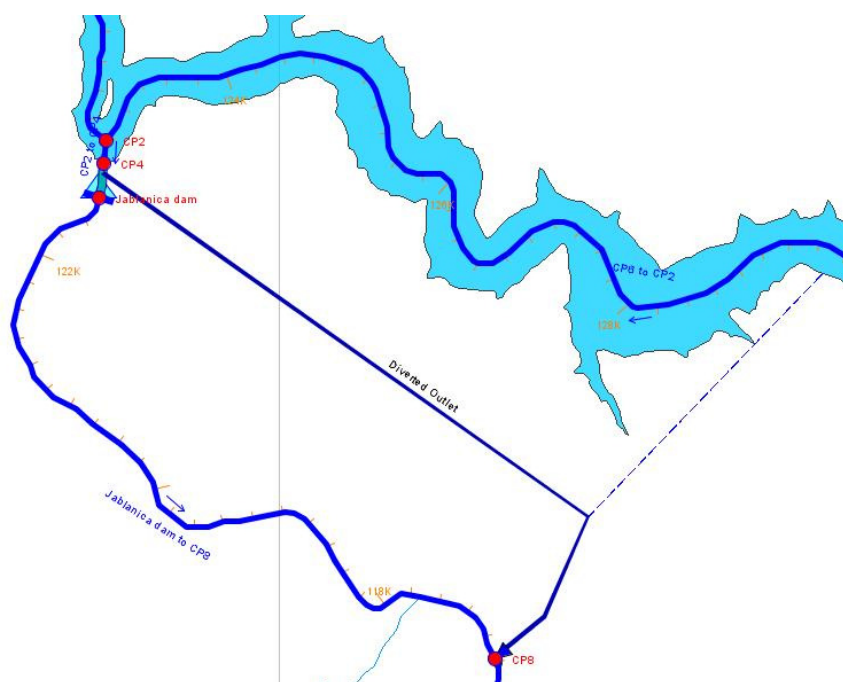
1.8. Akumulacija i hidroelektrana Jablanica

Za simulaciju akumulacije i brane Jablanica koristile su se krivulje akumulacije (kota-zapremina), krivulje preljeva i krivulje temeljnog ispusta prikazane u Aneksu 2 (Kapacitet infrastruktura) u dokumentu “Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda“.



U ResSim modelu je nemoguće prikazati akumulaciju kao stvarnu akumulaciju, jer na elementu akumulacije ne može postojati element "junction", gdje utječe pritoka rijeke, kao što je slučaj rijeke Rame. Shema se sastoji od dionica rijeke Neretve od CP3 do CP6, od CP6 do CP2; dionica rijeke Rame od CP5 do CP2, budući da je CP2 točka ušća obje rijeke. Nakon male dionice od CP2 do CP4 i na kraju, akumulacija Jablanica koja se proteže od točke CP4 do brane.

Hidroelektrana je simulirana kao komponenta “Diverted Outlet”. Navedeni element mora imati svoj početak u akumulaciji i svoj kraj na kontrolnoj točki rijeke, u ovom slučaju točka CP8. U stvarnosti točka zahvata tlačnog cjevovoda ili tunel za prihranjivanje vodom hidroelektrane izvire na dionici akumulacije koja se nalazi na Neretvi (na slici je prikazana sa isprekidanom linijom).



Krivulje protok (Q) – proizvodnja hidroelektrane nisu na raspolaganju kao ni krivulje razina (m.n.m.) – maksimalni kapacitet (m³/s). Stoga su se procijenile neke krivulje tako da na maksimalnoj koti vodi (270 m.n.m.) kroz turbine prolazi nominalni protok (180 m³/s) i na minimalnoj koti zahvata (235 m.n.m.) kroz turbine prolazi 15% manje protoka. Tablica kartice *Outlet* elementa *Power plant* je sljedeća:

| Razina (m) | Maksimalni kapacitet (m ³ /s) |
|------------|--|
| 234,9 | 0,0 |
| 235,0 | 153,0 |
| 240,0 | 159,0 |
| 245,0 | 164,0 |
| 250,0 | 169,0 |
| 255,0 | 173,0 |
| 260,0 | 177,0 |
| 265,0 | 179,0 |
| 270,0 | 180,0 |

Na sljedećoj slici su prikazane druge osnovne značajke koje su se koristile u simulaciji hidroelektrane:

| | HE Jablanica |
|--|------------------------------|
| Maksimalni kapacitet (=nominalni protok) (m ³ /s) | 180 m ³ /s (6x30) |
| Instalirani kapacitet (MW) | 180 MW |
| Učinkovitost (konstantna) (%) | 92% |
| Hidraulički gubici: 3% prosječnog bruto pada (m) | 2.78 m |
| Kota donje vode pri Qi / Tailwater | 160 m.n.m. |

(*) Pretpostavlja se da nema potrošnje vode elektrane (*Constant Station Use = 0 m³/s*)

Akumulacija Jablanica ima dva izvora dotoka, s jedne strane dotoke iz rijeke Rame, a s druge strane, dnevne dotoke iz rijeke Neretve i njihov vremenski niz koji je dostupan obuhvata razdoblje od 1/01/2004 do 31/12/2009. Odgovarajuća datoteka "dss" je Jablanica_Inflow_2004-2009_PER-AVER-Neretva only.dss.

U modelu dnevni dotoci se primjenjuju u točki CP3.

Karakteristične razine su sljedeće:

| | Jablanica (m.n.m.) |
|--|-------------------------------|
| Maksimalna kota akumulacije / Kota maksimalnog uspora | 270,5 |
| Normalna radna razina / Kota normalnog uspora | 270,0 |
| Min. radna razina / Kota minimalnog radnog nivoa | 235,0 |
| Kota mrtve akumulacije (minimalna kota zahvata donjeg ispusta) | 209,2 |

Ukupna zapremina akumulacije: 318 hm³.

Korisna zapremina akumulacije: 288 hm³ (između kota 235 m.n.m. i 270 m.n.m.)

Krivulja akumulacije kota/zapremina je dostupna od kote 235,0 do kote 270,5.

Maksimalna radna razina je kota 270,0 m.n.m.

U *Operation set* akumulacija se podijelila na 4 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 270 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica ili krivulja upravljanja promjenljiva ovisno o mjesecima u godini. Primijenilo se maksimalno granično stanje koje je određeno u Vodnim dozvolama.
- 3) *Minimum*: Čija je gornja granica također promjenljiva ovisno o mjesecima u godini. Primijenila se minimalna granica koja je određena u Vodnim dozvolama.
- 4) *Inactive*: Minimalna radna razina akumulacije, 235 m.n.m. (kota na ulazu u tunel hidroelektrane).

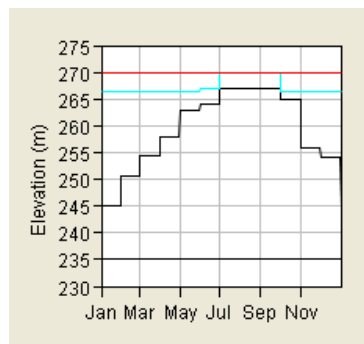
Napomena: Stanje minimalnog i maksimalnog ograničenja mjeseca lipnja se podudara sa Vodnom dozvolom (267 m.n.m.). Da bi se izbjegli problemi konvergencije u izračunima modela snizila se minimalna granica mjeseca lipnja na vrijednost 264.1 m.n.m., tako da u ljetnim mjesecima (lipnju, srpnju, kolovozu i rujnu) razlika između gornje i donje granice bude 2.9 m.

| | STANJA | GRANICA | |
|--------|----------------|--------------|---------|
| MJESEC | MIN. (m.n.m) | MAX. (m.n.m) | Razlika |
| I | 245.00 | 266.50 | 21.5 |
| II | 250.70 | 266.50 | 15.8 |
| III | 254.30 | 266.50 | 12.2 |
| IV | 258.00 | 266.50 | 8.5 |
| V | 263.00 | 266.50 | 3.5 |
| VI | 267.00 / 264.1 | 267.00 | 0 / 2.9 |
| VII | 267.00 | 269.90 | 2.9 |
| VIII | 267.00 | 269.90 | 2.9 |
| IX | 267.00 | 269.90 | 2.9 |
| X | 265.00 | 266.50 | 1.5 |
| XI | 255.90 | 266.50 | 10.6 |
| XII | 254.00 | 266.50 | 12.5 |

Gornja granica područja *Conservation* je:

| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 01Siječanj | 266.5 |
| 31Svibanj | 266.5 |
| 01Lipanj | 267.0 |
| 30Lipanj | 267.0 |
| 01Srpanj | 269.9 |
| 30Rujan | 269.9 |
| 01Listopad | 266.5 |
| 31Prosinac | 266.5 |

Gornja granica područja *Minimum* je:



| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 01 Siječanj | 245.0 |
| 31 Siječanj | 245.0 |
| 01 Veljača | 250.7 |
| 28 Veljača | 250.7 |
| 01 Ožujak | 254.3 |
| 30 Ožujak | 254.3 |
| 01 Travanj | 258.0 |
| 30 Travanj | 258.0 |
| 01 Svibanj | 263.0 |
| 31 Svibanj | 263.0 |
| 01 Lipanj | 264.1 |
| 30 Lipanj | 264.1 |
| 01 Srpanj | 267.0 |
| 30 Rujan | 267.0 |
| 01 Listopad | 265.0 |
| 31 Listopad | 265.0 |
| 01 Studeni | 255.9 |
| 30 Studeni | 255.9 |
| 01 Prosinac | 254.0 |
| 31 Prosinac | 254.0 |

U akumulaciji se simuliraju preliv i temeljni ispust. Nije uključen srednji ispust jer su oba ispusta začepljena, sa vrlo malim ukupnim protokom koji se koristi. U simuliranim alternativama pretpostavilo se i da se donji ispust ne koristi. Pravilo koje se koristilo je $MaxReleaseBottom=0 \text{ m}^3/s$, koje je primijenjeno u svim područjima akumulacije.

U svim simuliranim alternativama u području *Flood Control* se primijenilo pravilo *SchedPwr-A* po kojem u svim mjesecima se zahtijeva proizvodnja od 134.000 MWh, znači kada se prelazi gornja granica krivulje upravljanja zahtijeva se da kroz turbine prolazi maksimalni protok.

Simulirane alternative

Simuliralo se 5 alternativa.

Alternativa A:

Koristi se pravilo *Hydropower Schedule* za hidroelektranu. Zahtijeva se minimalni ekološki protok od $40 \text{ m}^3/s$ nizvodno od brane Jablanica. Ne dozvoljava se korištenje vode područja ispod krivulje *Minimum*, odnosno, ispod minimalnog graničnog stanja.

Alternativa B:

Isto kao alternativa A, ali se dozvoljava korištenje vode iz područja ispod krivulje *Minimum*, odnosno, ispod minimalnog graničnog stanja, ali sa maksimumom od 40 m³/s, odnosno, isključivo za garantiranje minimalnog ekološkog protoka.

Alternativa C:

Koristi se pravilo *Hydropower Power Guide Curve* za hidroelektranu. Zahtijeva se minimalni ekološki protok od 40 m³/s nizvodno od brane Jablanica. Ne dozvoljava se korištenje vode područja ispod krivulje *Minimum*.

Alternativa D:

Isto kao i alternativa C, ali se dozvoljava korištenje vode područja ispod krivulje *Minimum*, sa maksimumom od 40 m³/s, isključivo za garantiranje minimalnog ekološkog protoka.

Alternativa E:

Isto kao i alternativa D, ali su se koristile neki nove izračunate vrijednosti maksimalnih mjesečnih razina u planu "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda" da bi se spriječile štete u Mostaru (izbjegli protoke veće od 1.200 m³/s) za 50 godina razdoblja povrata.

Alternativa A

Koristi se pravilo *Hydropower Schedule* za hidroelektranu. Zahtijeva se minimalni ekološki protok od 40 m³/s nizvodno od brane Jablanica. Ne dozvoljava se korištenje vode područja ispod krivulje *Minimum*, odnosno, ispod minimalnog graničnog stanja određenog u Vodnoj dozvoli.

Operation Set je nazvan *Hydropower Schedule 1*.

U području *Flood Control* primijenilo se pravilo *Schedule* (SchedPwr-A) čija je mjesečna vrijednost 134.000 MWh, odnosno, u slučaju ako se prelazi maksimalna mjesečna razina iz Vodne dozvole obvezati hidroelektranu na rad turbina maksimalnim kapacitetom (180 m³/s). I pravila *MaxReleaseBottom* koja sprječavaju ispuštanja kroz temeljni ispušt i *ReleaseSpillway180* koja sprečavaju da se proizvode ispuštanja kroz preljev ako kroz turbine elektrane prolazi manje od 180 m³/s.

U području *Conservation* primijenjena su 4 pravila, koja su po redoslijedu prioriteta sljedeća:

- *MaxReleaseBottom* = 0 m³/s, koje sprječava ispuštanja kroz temeljni ispust.
- *ReleaseSpillway180* koje sprječava ispuštanja kroz preliv ako kroz turbine elektrane prolazi manje od 180 m³/s.
- *MinRel-Diverted* (definirano ovisno od datuma) koje zahtijeva da kroz *Diverted Outlet* protječe uvijek minimum od 40 m³/s (budući da u *Diverted Outlet* samo postoji hidroelektrana, ovo pravilo je ekvivalentno *MinRel-HPP=40 m³/s*).
- I četvrto je *SchedPwr-B*. Nakon nekoliko pokušaja odabrao se sljedeći raspored proizvodnje. S njim se dobivaju manja ispuštanja i veće godišnje proizvodnje nego sa drugim rasporedima iako to ne znači da je najoptimalnije.

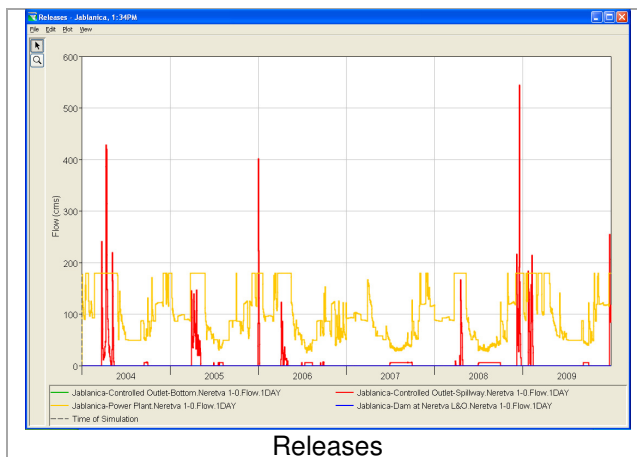
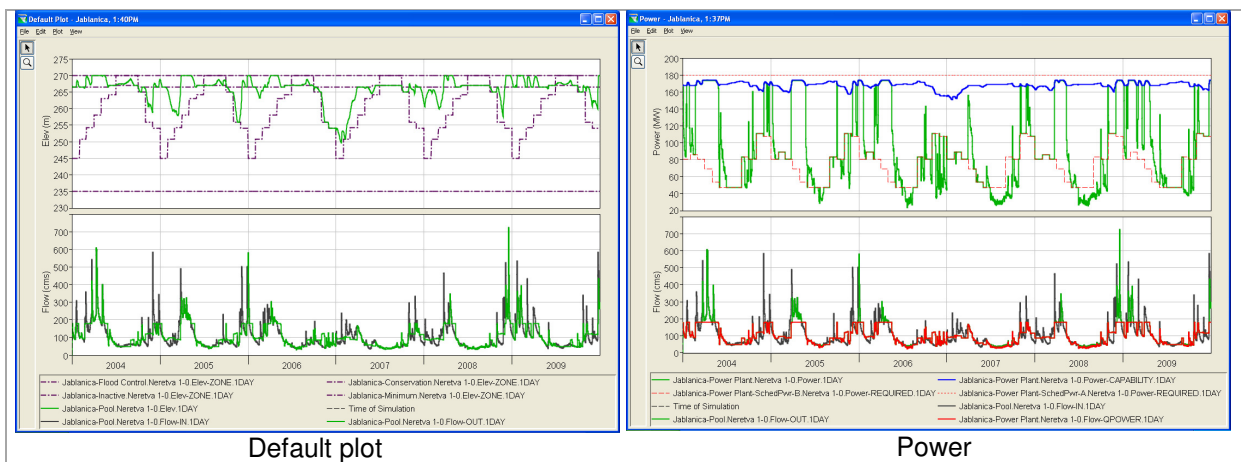
| Mjesec | Ukupno mjesečno (MWh) |
|----------|-----------------------|
| Siječanj | 60,000 |
| Veljača | 60,000 |
| Ožujak | 60,000 |
| Travanj | 50,000 |
| Svibanj | 40,000 |
| Lipanj | 34,000 |
| Srpanj | 35,000 |
| Kolovoz | 35,000 |
| Rujan | 60,000 |
| Listopad | 60,000 |
| Studen | 80,000 |
| Prosinac | 80,000 |

Čiji je zbroj 654,000 MWh/god. Dok akumulacija bude raspolagala sa dovoljno vode iznad krivulje *Minimum*, u modelu kroz turbine prolazit će ono što je navedeno u mjesečnom rasporedu, jer nije ograničen maksimum za turbine. Kada postoje ispuštanja, kroz turbine hidroelektrane prolazit će čak i više od onoga što joj zatraži mjesečni raspored, jer nije ograničen maksimum koji kroz njih prolazi.

U području *Minimum* primijenilo se pravilo:

- *MaxReleaseBottom* = 0 m³/s, koje sprječava ispuštanja kroz temeljni ispust.

Na sljedećim grafikonima prikazani su dobiveni rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).



Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Jablanica | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 103.99 | 107.22 | 95.26 |
| Hidraulički gubici (m) | 2.78 | 2.78 | 2.78 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2257.75 | 4169.2 | 569.59 |
| Proizvedena energija (MW) | 94.07 | 173.72 | 23.73 |
| Faktor učinka | 0.52 | 0.97 | 0.13 |
| Protok kroz turbine (cms) | 100.01 | 179.7 | 25.18 |

Zbog nametnutih ograničenja (granična maksimalna i minimalna stanja su vrlo blizu u ljetnim mjesecima) u nekim ljetima nisu zadovoljeni ekološki protoci nizvodno od brane Jablanica. Dani u kojima nije postignut minimalni ekološki protok ($40 \text{ m}^3/\text{s}$) su:

- 5 dana u srpnju 2005 (manji postignuti protok $35.94 \text{ m}^3/\text{s}$)

- 17 dana srpanj-kolovoz 2006 (manji postignuti protok 30.95 m³/s)
- 2 dana studeni 2006 (manji postignuti protok 39.01 m³/s)
- 37 dana srpanj-kolovoz 2007 (manji postignuti protok 33.88 m³/s)
- 32 dana srpanj-kolovoz 2008 (manji postignuti protok 32.12 m³/s)

Proizvedena energija je prikazana u sljedećoj tablici:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2004 | 93.6 | 76.3 | 127.7 | 125.0 | 122.2 | 58.7 | 35.0 | 35.0 | 47.3 | 62.3 | 79.3 | 112.6 | 974.9 |
| 2005 | 81.2 | 59.8 | 71.1 | 125.0 | 115.9 | 44.6 | 31.1 | 33.3 | 58.8 | 61.8 | 68.4 | 109.7 | 860.7 |
| 2006 | 105.7 | 59.8 | 101.2 | 124.9 | 101.0 | 43.7 | 27.4 | 30.9 | 54.2 | 60.7 | 56.4 | 44.4 | 810.5 |
| 2007 | 60.6 | 59.4 | 62.7 | 73.6 | 40.7 | 37.0 | 23.7 | 23.2 | 29.5 | 49.4 | 92.5 | 90.1 | 642.5 |
| 2008 | 60.6 | 59.9 | 80.0 | 124.5 | 80.6 | 36.7 | 23.4 | 24.9 | 29.4 | 50.5 | 80.8 | 127.2 | 778.4 |
| 2009 | 108.8 | 112.3 | 105.0 | 111.3 | 52.8 | 45.7 | 35.0 | 35.0 | 37.6 | 56.8 | 86.1 | 91.0 | 877.5 |
| Prosjek | 85.1 | 71.2 | 91.3 | 114.1 | 85.5 | 44.4 | 29.3 | 30.4 | 42.8 | 56.9 | 77.2 | 95.8 | 824.1 |

Alternativa B

Isto kao i alternativa A, ali je dozvoljeno korištenje vode ispod minimalnog graničnog stanja određenog u Vodnim dozvolama, sa maksimalnom vrijednosti od 40 m³/s, odnosno, isključivo za ispunjavanje ekološkog protoka.

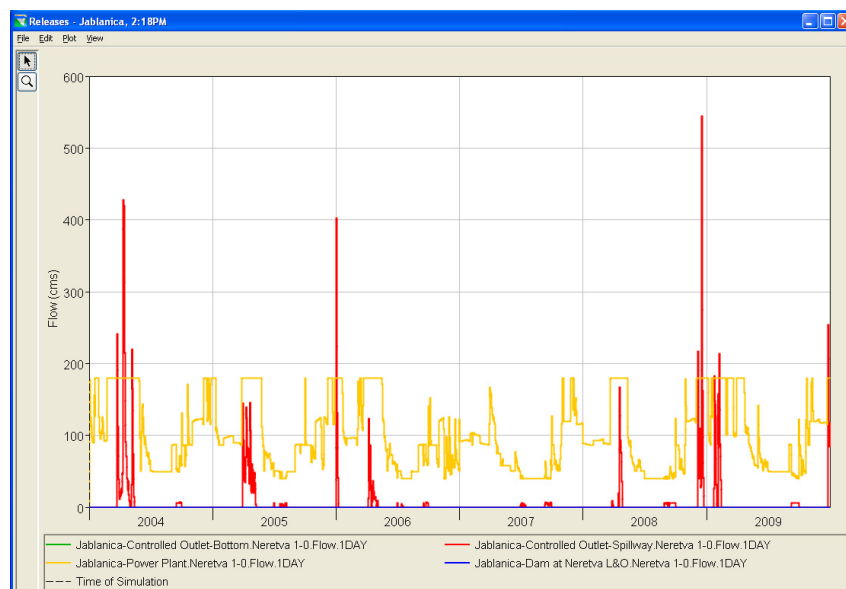
U području *Minimum* primijenjuju se dva pravila:

- *MaxReleaseBottom* = 0 m³/s, koje sprječava ispuštanja kroz temeljni ispušt.
- *MinRelDiverted* = 40 m³/s svaki dan u godini.

| Hidroelektrana Jablanica | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje Generation | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 103.98 | 107.22 | 95.26 |
| Hidraulički gubici (m) | 2.78 | 2.78 | 2.78 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2267.87 | 4169.2 | 851.81 |
| Proizvedena energija (MW) | 94.49 | 173.72 | 35.49 |
| Faktor učinka | 0.52 | 0.97 | 0.20 |
| Protok kroz turbine (cms) | 100.47 | 179.70 | 40.00 |

Ekološki minimumi se uvijek ispunjavaju. Maksimalni korišteni protok područja *Minimum* je 9.05 m³/s.

Na sljedećoj slici, na grafikonu protoka kroz turbine, vidi se da je u ljetnim mjesecima ispunjen minimalni ekološki protok.



Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| 2004 | 93.6 | 76.3 | 127.7 | 125.0 | 122.2 | 58.7 | 35.0 | 35.0 | 47.3 | 62.3 | 79.3 | 112.6 | 974.9 |
| 2005 | 81.2 | 59.8 | 71.1 | 125.0 | 115.9 | 44.6 | 32.1 | 33.6 | 58.8 | 61.8 | 68.4 | 109.7 | 862.0 |
| 2006 | 105.7 | 59.8 | 101.2 | 124.9 | 101.0 | 43.7 | 30.4 | 32.3 | 53.6 | 60.7 | 56.4 | 44.4 | 814.2 |
| 2007 | 60.6 | 59.4 | 62.7 | 73.6 | 40.7 | 37.0 | 28.1 | 27.9 | 29.5 | 49.4 | 92.5 | 90.1 | 651.6 |
| 2008 | 60.6 | 59.9 | 80.0 | 124.5 | 80.6 | 36.7 | 28.0 | 28.0 | 29.7 | 50.5 | 80.8 | 127.2 | 786.4 |
| 2009 | 108.8 | 112.3 | 105.0 | 111.3 | 52.8 | 45.7 | 35.0 | 35.0 | 37.7 | 56.8 | 86.1 | 91.0 | 877.5 |
| Prosjek | 85.1 | 71.2 | 91.3 | 114.1 | 85.5 | 44.4 | 31.4 | 32.0 | 42.8 | 56.9 | 77.2 | 95.8 | 827.8 |

Uspoređujući ekvivalentnu tablicu iz prethodne alternative vide se nešto veće proizvodnje u mjesecima od lipnja do kolovoza od 2005 do 2008 godine.

Alternativa C

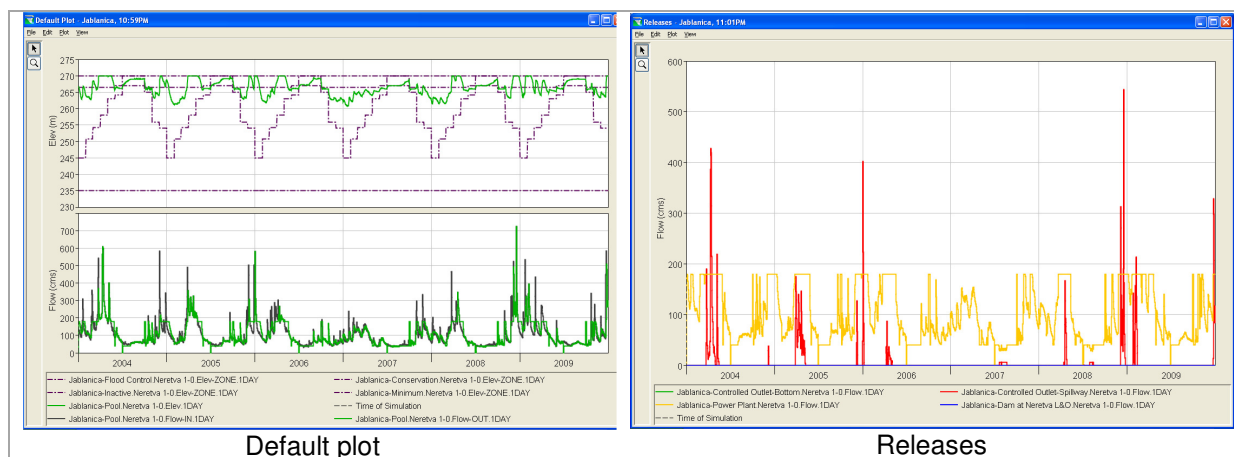
Koristi se pravilo *Hydropower Power Guide Curve* za hidroelektranu. Obvezuje se minimalni ekološki protok od 40 m³/s nizvodno od brane Jablanica. Nije dozvoljeno korištenje vode područja ispod krivulje *Minimum*.

Što se tiče alternative A, u području *Conservation* koristi se pravilo *HydroPwrGC* (Hydropower Guide Curve) koje ima kao “*Zone at top of Power Pool*” područje *Conservation* i kao “*Zone at Bottom of Power Pool*” područje *Minimum*. Druga dva pravila područja se zadržavaju kao i pravila područja *Flood Control* i *Minimum*.

Korištene vrijednosti za pravilo *HydroPwrGC* su:

| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 0 | 0 |
| 50 | 0 |
| 100 | 100 |

Rezultati za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009) su:



| Hidroelektrana Jablanica | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 104.28 | 107.22 | 100.85 |
| Hidraulički gubici (m) | 2.78 | 2.78 | 2.78 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2273.06 | 4169.20 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 94.71 | 173.72 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.53 | 0.97 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 100.43 | 179.70 | 0.00 |

Zbog nametnutih ograničenja (granična maksimalna i minimalna stanja su vrlo blizu u ljetnim mjesecima) u nekim ljetima nisu zadovoljeni ekološki protoci nizvodno od brane Jablanica. Dani u kojima nije postignut minimalni ekološki protok ($40 \text{ m}^3/\text{s}$) su:

- 32 dana ljeta 2007 (manji postignuti protok $33.88 \text{ m}^3/\text{s}$)
- 15 dana ljeta 2008 (manji postignuti protok $32.81 \text{ m}^3/\text{s}$)

Osim toga, svake godine u dva dana od 30 lipnja do 01 srpnja, izračunati ekološki protok modelom je $0.0 \text{ m}^3/\text{s}$. To je zbog toga što model koristi sav ulazni dotok za punjenje akumulacije, jer mora proći od razine vode 267.0 m.n.m do razine 269.9 m.n.m.

Proizvedena energija je:

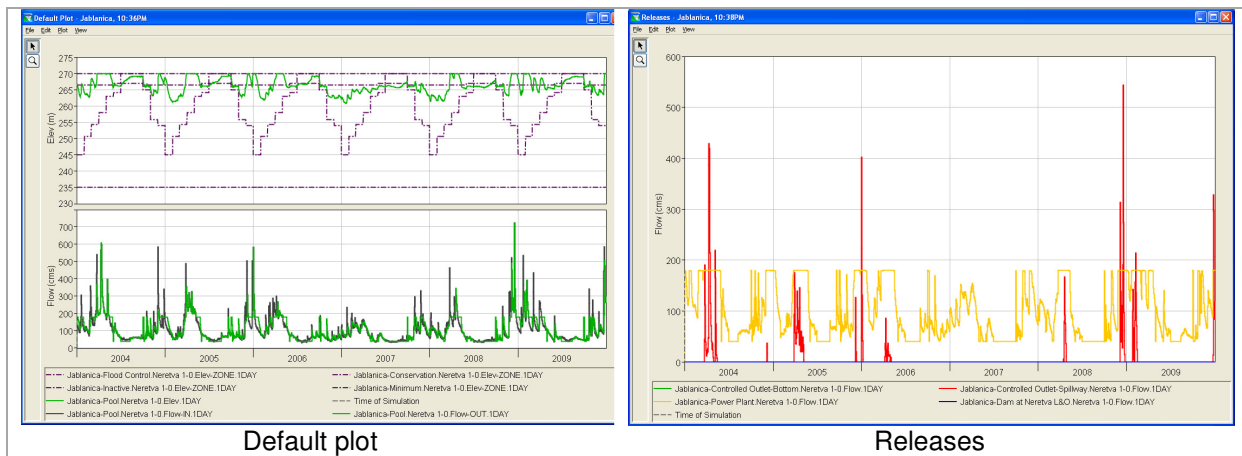
| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 2004 | 99.8 | 73.9 | 125.8 | 125.0 | 125.0 | 58.7 | 26.5 | 40.1 | 42.5 | 70.4 | 66.6 | 125.7 | 979.8 |
| 2005 | 93.2 | 38.9 | 77.4 | 125.0 | 118.9 | 44.6 | 26.3 | 36.3 | 57.0 | 62.2 | 53.6 | 126.5 | 859.8 |
| 2006 | 117.0 | 52.7 | 100.1 | 124.7 | 103.9 | 43.7 | 26.3 | 29.6 | 51.1 | 65.8 | 42.4 | 43.6 | 800.8 |
| 2007 | 61.5 | 69.6 | 82.9 | 76.6 | 31.1 | 43.0 | 23.3 | 23.9 | 27.3 | 56.3 | 93.1 | 87.2 | 675.7 |
| 2008 | 72.6 | 47.2 | 83.1 | 124.5 | 84.0 | 36.1 | 24.1 | 25.7 | 28.0 | 56.8 | 73.6 | 128.9 | 784.7 |
| 2009 | 114.2 | 115.6 | 105.8 | 111.0 | 49.9 | 46.1 | 26.5 | 37.8 | 36.2 | 65.7 | 77.7 | 90.5 | 877.2 |
| Prosjek | 93.0 | 66.3 | 95.8 | 114.5 | 85.5 | 45.4 | 25.5 | 32.3 | 40.3 | 62.9 | 67.8 | 100.4 | 829.7 |

Alternativa D

Isto kao i alternativa C, ali je dozvoljeno korištenje vode područja ispod krivulje *Minimum*, sa maksimumom od $40 \text{ m}^3/\text{s}$, isključivo da bi se osigurao minimalni ekološki protok.

| Hidroelektrana Jablanica | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 104.20 | 107.22 | 100.85 |
| Hidraulički gubici (m) | 2.78 | 2.78 | 2.78 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2274.80 | 4169.20 | 876.73 |
| Proizvedena energija (MW) | 94.78 | 173.72 | 36.53 |
| Faktor učinka | 0.53 | 0.97 | 0.20 |
| Protok kroz turbine (cms) | 100.55 | 179.70 | 40.00 |

Uvijek se ispunjavaju ekološki minimumi.



Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 2004 | 99.8 | 73.9 | 125.8 | 125.0 | 125.0 | 58.7 | 28.2 | 38.3 | 42.5 | 70.4 | 66.6 | 125.7 | 979.6 |
| 2005 | 93.2 | 38.9 | 77.4 | 125.0 | 118.9 | 44.6 | 28.1 | 34.5 | 57.0 | 62.2 | 53.6 | 126.5 | 859.6 |
| 2006 | 117.0 | 52.7 | 100.1 | 124.7 | 103.9 | 43.7 | 28.0 | 28.2 | 50.6 | 65.8 | 42.4 | 43.6 | 800.7 |
| 2007 | 61.5 | 69.6 | 82.9 | 76.6 | 31.1 | 43.0 | 27.9 | 27.8 | 27.1 | 51.4 | 93.1 | 87.2 | 679.1 |
| 2008 | 72.6 | 47.2 | 83.1 | 124.5 | 84.0 | 36.1 | 27.8 | 27.8 | 27.2 | 52.9 | 73.6 | 128.9 | 785.8 |
| 2009 | 114.2 | 115.6 | 105.8 | 111.0 | 49.9 | 46.1 | 28.3 | 35.9 | 36.2 | 65.7 | 77.7 | 90.5 | 877.1 |
| Prosjek | 93.0 | 66.3 | 95.8 | 114.5 | 85.5 | 45.4 | 28.0 | 32.1 | 40.1 | 61.4 | 67.8 | 100.4 | 830.3 |

Uspoređujući sa ekvivalentnom tablicom iz prethodne alternative vide se nešto veće proizvodnje u mjesecima lipanj i kolovoz u 2007 i 2008 godini. Naredni mjeseci imaju proizvodnju malo manju zbog toga što je akumulacija malo praznija jer je koristila malo zapremine prethodnog mjeseca ili mjeseci da bi osigurala ekološki protok.

Alternativa E

Isto kao i alternativa D ali koristeći neke nove vrijednosti maksimalnih mjesečnih razina koje su izračunate u planu “Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda” da bi se spriječila šteta u Mostaru za 50 godina razdoblja povrata, odnosno, da bi se izbjegli protoci veći od 1.200 m³/s za navedeno razdoblje povrata.

Preporučene razine akumulacije u dokumentu “Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda” su sljedeće:

| SIJ | VELJ | OŽUJ | TRAV | SVIB | LIP | SRP | KOL | RUJ | LIST | STUD | PROS |
|-------|-------|-------|------|------|-----|-------|-------|-----|-------|--------|-------|
| 266.5 | 266.5 | 266.5 | 268 | 268 | 268 | 269.9 | 269.9 | 268 | 266.5 | 262.95 | 266.5 |

Dakle, tablica graničnih stanja je u nastavku. Zadržavaju se iste minimalne vrijednosti kao u ostalim alternativama i mijenjaju se neke maksimalne vrijednosti (mjeseci IV, V, VI, IX i XI).

| MJESEC | STANJA | GRANICA | Razlika |
|--------|----------------|--------------|---------|
| | MIN. (m.n.m) | MAX. (m.n.m) | |
| I | 245.00 | 266.50 | 21.5 |
| II | 250.70 | 266.50 | 15.8 |
| III | 254.30 | 266.50 | 12.2 |
| IV | 258.00 | 268.00 | 10.0 |
| V | 263.00 | 268.00 | 5.0 |
| VI | 267.00 / 264.1 | 268.00 | 3.9 |
| VII | 267.00 | 269.90 | 2.9 |
| VIII | 267.00 | 269.90 | 2.9 |
| IX | 267.00 | 268.00 | 1.0 |
| X | 265.00 | 266.50 | 1.5 |
| XI | 255.90 | 262.95 | 7.05 |
| XII | 254.00 | 266.50 | 12.5 |

Gornja granica područja *Conservation* je:

| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 01Siječanj | 266.5 |
| 31Ožujak | 266.5 |
| 01Travanj | 268.0 |
| 30Lipanj | 268.0 |
| 01Srpanj | 269.9 |

| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 31Kol | 269.9 |
| 01Ruj | 268.0 |
| 30Ruj | 268.0 |
| 01List | 266.5 |
| 31List | 266.5 |
| 01Stud | 262.95 |
| 30Stud | 262.95 |
| 01Pros | 266.5 |
| 31Pros | 266.5 |

Gornja granica u području *Minimum* ostaje kao i u ostalim alternativama.

Rezultati koji su se dobili za 6 simuliranih godina su:

| Hidroelektrana Jablanica | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 104.14 | 107.22 | 98.78 |
| Hidraulički gubici (m) | 2.78 | 2.78 | 2.78 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 2277.10 | 4169.2 | 856.37 |
| Proizvedena energija (MW) | 94.88 | 173.72 | 35.68 |
| Faktor učinka | 0.53 | 0.97 | 0.20 |
| Protok kroz turbine (cms) | 100.79 | 179.70 | 40.00 |

Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2004 | 99.8 | 73.9 | 125.8 | 125.0 | 121.0 | 60.9 | 28.7 | 40.6 | 47.2 | 65.0 | 72.4 | 121.5 | 981.6 |
| 2005 | 90.6 | 38.8 | 77.4 | 125.0 | 115.1 | 46.5 | 28.3 | 37.1 | 61.8 | 56.3 | 60.9 | 120.4 | 858.2 |
| 2006 | 117.0 | 52.7 | 100.1 | 124.7 | 100.5 | 45.6 | 28.2 | 30.3 | 56.1 | 60.0 | 48.1 | 36.4 | 799.7 |
| 2007 | 61.5 | 69.6 | 82.9 | 73.7 | 31.9 | 44.4 | 28.1 | 28.0 | 29.4 | 51.7 | 100.2 | 77.7 | 679.2 |
| 2008 | 72.6 | 47.2 | 83.1 | 124.5 | 80.9 | 37.6 | 28.1 | 28.0 | 30.9 | 51.6 | 78.9 | 128.5 | 792.0 |
| 2009 | 114.2 | 115.6 | 105.8 | 107.2 | 51.6 | 47.5 | 28.8 | 38.2 | 40.8 | 60.5 | 82.6 | 83.2 | 876.2 |
| Prosjek | 92.6 | 66.3 | 95.8 | 113.3 | 83.5 | 47.1 | 28.4 | 33.7 | 44.4 | 57.5 | 73.9 | 94.6 | 831.1 |

Uspoređujući sa alternativom D, razlika proizvodnje je sljedeća:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 2004 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -4.1 | 2.2 | 0.5 | 2.3 | 4.7 | -5.4 | 5.8 | -4.2 | 2.0 |
| 2005 | -2.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.8 | 1.9 | 0.2 | 2.7 | 4.9 | -5.9 | 7.3 | -6.1 | -1.4 |
| 2006 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.4 | 1.9 | 0.2 | 2.1 | 5.5 | -5.8 | 5.7 | -7.2 | -0.9 |
| 2007 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -2.9 | 0.8 | 1.4 | 0.2 | 0.2 | 2.3 | 0.3 | 7.2 | -9.4 | 0.1 |
| 2008 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.0 | 1.5 | 0.2 | 0.2 | 3.7 | -1.2 | 5.3 | -0.4 | 6.2 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -3.8 | 1.7 | 1.3 | 0.5 | 2.3 | 4.6 | -5.2 | 4.9 | -7.3 | -0.9 |
| Prosjek | -0.4 | 0.0 | 0.0 | -1.1 | -2.0 | 1.7 | 0.3 | 1.6 | 4.3 | -3.9 | 6.0 | -5.8 | 0.8 |

Pojavio se ukupni prosječni porast proizvodnje od 0,8 GWh/god.

U mjesecima IV, V, I VI povećala se maksimalna razina od 266.5 do 268.0. Model ResSim koristi dio ulaznog dotoka u akumulaciju za njeno punjenje do razine 268 m.n.m, tako da je proizvodnja u travnju ili svibnju, ovisno od godina, manja. U lipnju proizvodnja je veća jer čim se postigne ciljane razina, razina vode je veća i hidrauličko opterećenje je veće (ovisno od procijenjenih krivulja “razina (m.n.m.) – maksimalni kapacitet (m³/s)”.

U mjesecu rujnu snizila se maksimalna razina sa 269.9 na 268.0. Dotok koji se prije koristio za punjenje akumulacije do kote 269.9 sada se koristi za proizvodnju energije. Zbog toga, u mjesecu listopadu proizvest će se manje energije jer model koristi dio vode za ponovno punjenje akumulacije do kote 269.9 m.n.m.

U mjesecu studenom snizila se maksimalna razina sa 266.5 na 262.95. Općenito, početkom studenog prazni se akumulacija da bi se spustila do kote 262.95, a to uzrokuje povećanje proizvodnje. U prosincu akumulacija se mora vratiti sa kote 262.95 na kotu 266.5, za to se koristi dio ulaznog dotoka, što uzrokuje smanjenje proizvodnje u odnosu na isti mjesec iz prethodne alternative.

Zaključci

Uspoređujući dvije metode koje su se koristile Hydropower Schedule i Power Guide Curve vidi se da je godišnja proizvodnja vrlo slična, godišnja prosječna proizvodnja za 6 simuliranih godina varira između 824,1/827,8 GWh/god u prvom slučaju i 829,7/830,3 GWh/god u drugom slučaju. Odnosno, metoda Power Guide Curve osigurava proizvodnju ≈ 0,5 % veću.

Treba uzeti u obzir, kako se na početku vidjelo, da je krivulja “razina (m.n.m.) – maksimalni kapacitet (m³/s)” elektrane procijenjena krivulja, jer se ne raspolaže sa stvarnim krivuljama niti krivuljama snage

ovisno od razine. Opći parametri učinkovitosti i gubitaka su također procijenjeni, gdje su se koristile uobičajene vrijednosti na ovoj vrsti objekta.

Zbog unutargodišnje varijabilnosti dotoka i sezonske regulacije akumulacije Jablanica, čini praktički neizvodivim određivanje stalnog godišnjeg rasporeda proizvodnje jer kao što se vidi, u nekim sušnijim godinama može se desiti da se ne ispuni dok u drugim vlažnijim moći će se proizvoditi više energije od predviđene u rasporedu.

S druge strane, kada su razine visoke, blizu maksimalnih mjesečnih, raspored proizvodnje (uobičajeno svakog tjedna) trebalo bi uraditi tako da prolazi kroz turbine najveći mogući protok da bi se izdvojio malo od maksimalne razine, tako da, ako dođe vršni dotok, akumulacija može primiti cijeli ili dio njega, čime se izbjegava dio neproduktivnih ispuštanja.

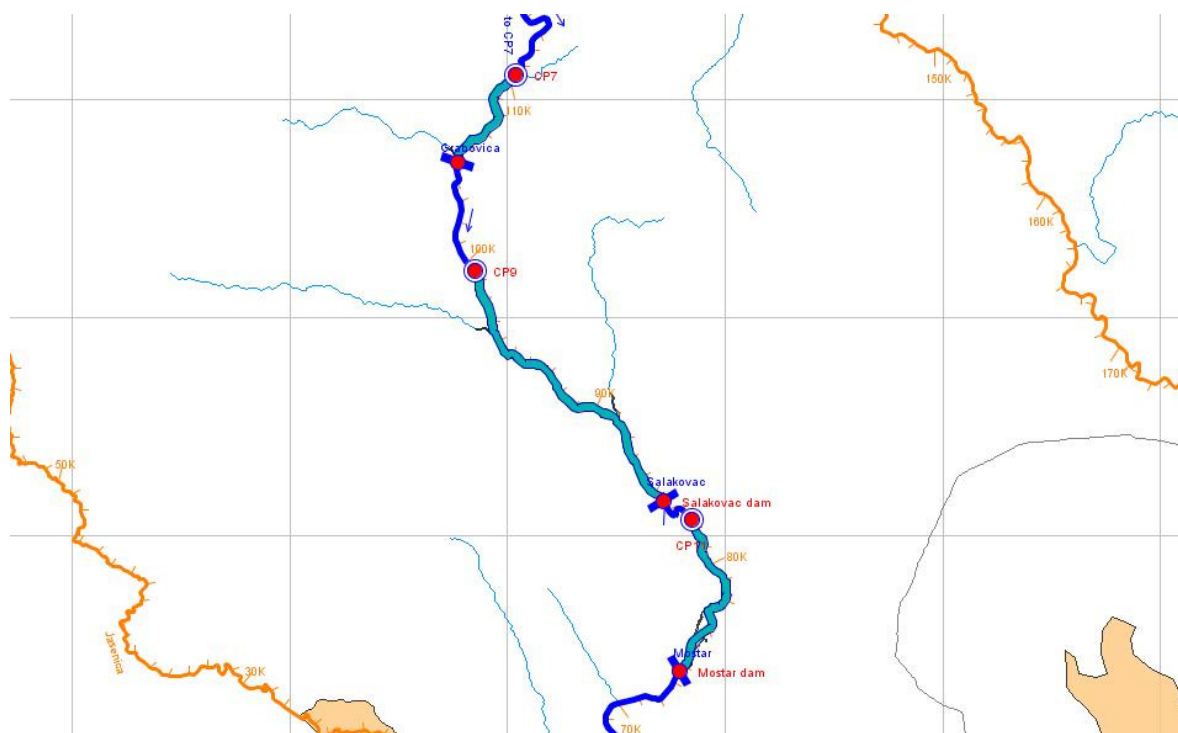
1.9. Hidroelektrane Grabovica, Salakovac i Mostar

Grabovica, Salakovac i Mostar su tri hidroelektrane smještene na rijeci Neretvi, nizvodno od akumulacije Jablanica. Sve tri elektrane su pribranskog tipa (by-the-dam).

Brana Grabovica se nalazi u kanjonu rijeke Neretve nekih 17,5 km nizvodno od brane Jablanica i 12 km nizvodno od HE Jablanica, prateći tok rijeke. To je brana gravitacionog tipa, betonska i ima visinu 60 metara.

Brana Salakovac je smještena na izlazu iz kanjona rijeke Neretve, nekih 20,5 km nizvodno od brane Grabovica. Brana je gravitacionog tipa, betonska i ima visinu 70 m.

Brana Mostar je smještena nekih 11 km nizvodno od brane Salakovac i 4 km uzvodno od grada Mostara. Istog je tipa kao i prethodne brane i ima 44 metra visine od temelja i 28 metara visine od dna korita.



Zapremine akumulacija su:

| | Ukupna zapremina* (hm ³) | Korisna zapremina (hm ³) |
|-----------|---|---|
| Grabovica | 19.77 | 5.43 |
| Salakovac | 66.01 | 15.6 |
| Mostar | 10.92 | 6.37 |

(*) Na normalnoj radnoj razini

Za simulaciju akumulacija koristile su se krivulje akumulacije (kota-zapremina) koje su prikazane u Aneksu 2 (Kapacitet infrastruktura) u dokumentu "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda".

Karakteristične razine su:

| | Grabovica (m.n.m.) | Salakovac (m.n.m.) | Mostar (m.n.m.) |
|---|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Kota max. uspora u akumulaciji pri $Q_{10.000}$ | 161,0 | 124,7 | 78,0 |
| Normalna radna razina | 159,0 | 123,0 | 78,0 |
| Min. radna razina | 154,5 | 118,5 | 72,0 |
| Extr. min. radna razina | 145,0 | 110,0 | 70,0 |

Krivulje protok (Q) – proizvodnja (MW) hidroelektrana nisu dostupne, tako da se pretpostavilo da je proizvodnja nominalna za nominalni protok svih elektrana.

Na sljedećoj slici prikazane su neke osnovne karakteristike koje su se koristile u simulaciji.

| | Grabovica | Salakovac | Mostar |
|--|------------------|------------------|---------------|
| Maksimalni kapacitet (=nominalni protok) (m^3/s) | 380 m^3/s | 540 m^3/s | 360 m^3/s |
| Instalirani kapacitet (MW) | 114 MW | 210 MW | 64,5 MW |
| Učinkovitost (konstantna) (%) | 92% | 92% | 92% |
| Hidraulički gubici: 3% prosječnog bruto pada (m) | 1.01 m | 1.24 m | 0,60 m |

(*) Pretpostavlja se da elektrana ne troši vodu (*Constant Station Use = 0 m^3/s*)

Na sljedećim tablicama prikazane su ovisno o protoku kote nizvodno od hidroelektrana.

| HE Grabovica | Kota nizvodno / Tailwater / Kote donje vode |
|----------------------------------|--|
| Kota donje vode za $Q=95 m^3/s$ | 122,23 m.n.m. |
| Kota donje vode za $Q=190 m^3/s$ | 122,70 m.n.m. |
| Kota donje vode za $Q=380 m^3/s$ | 123,68 m.n.m. |

| HE Salakovac | Kota nizvodno / Tailwater / Kote donje vode |
|---|---|
| Kota donje vode za $Q=180 \text{ m}^3/\text{s}$ | 78,40 m.n.m. |
| Kota donje vode za $Q=360 \text{ m}^3/\text{s}$ | 79,30 m.n.m. |
| Kota donje vode za $Q=540 \text{ m}^3/\text{s}$ | 80,10 m.n.m. |

| HE Mostar | | Kota nizvodno / Tailwater / Kote donje vode |
|----------------------------------|-------|---|
| Za $Q=50 \text{ m}^3/\text{s}$ | Qmin | 53,45 m.n.m. |
| Za $Q=120 \text{ m}^3/\text{s}$ | | 54,31 m.n.m. |
| Za $Q=240 \text{ m}^3/\text{s}$ | | 55,41 m.n.m. |
| Za $Q=360 \text{ m}^3/\text{s}$ | Qinst | 56,30 m.n.m. |
| Za $Q=3100 \text{ m}^3/\text{s}$ | Qmax | 67,40 m.n.m. |

Zbog male korisne zapremine ovih akumulacija u odnosu na godišnji prosječni dotok (V_u / Q_{sr}) radi se o akumulacijama sa dnevnom regulacijom.

U svakoj akumulaciji primijenjeno je isto pravilo *Power Guide Curve*, tako da se, radeći sa istim dnevnim vremenskim korakom, akumulacija ponaša kao da teče, kroz turbine prolazi sav protok do njenog nominalnog kapaciteta. Višak protoka se ispušta kroz temeljne ispuste ili preljeve.

Što se tiče dotoka, svaka akumulacija prima izlazne protoke akumulacije smještene uzvodno, uz njih ostvarene protoke u vlastitim podslivovima, odnosno, podslivovima između same akumulacije i akumulacije uzvodno.

Niz dostupnih dnevnih dotoka koji se koristio, objašnjen je u poglavlju “**Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Dostupni nizovi dotoka”. U nedostatku stvarnih nizova za svaki podsliv, koristili su se dobiveni nizovi od niza protoka rijeke Neretve koji su ulazni u akumulaciju Jablanica i koja je pod utjecajem smanjenih koeficijenata. Zbog toga, iako se ispunjavaju povijesni prosječni dotoci, stvarni dnevni ili mjesečni dotoci simuliranih godina (2004 - 2009) u srednjim podslivovima mogu da se ne podudaraju sa stvarnošću. Stoga, proizvedena energija u ovim hidroelektranama osigurana modelom može biti daleko od stvarne.

1.9.1. HE Grabovica

Akumulacija Grabovica prima dotoke koji proistječu od izlaznih protoka akumulacije Jablanica i još protoke ostvarene u podslivu između brane Jablanica i akumulacije Grabovica. Ovi posljednji dotoci se primjenjuju u kontrolnoj točki CP7 (ima primijenjen faktor množenja 0.271).

Ima jedan temeljni ispust na lijevoj bočnoj strani brane. Ima dva zatvarača, jedan pomoćni na ulazu i drugi regulacioni na izlazu. Na koti 122,0 m.n.m nalazi se kota temeljnog ispusta. Na normalnoj koti uspora kroz ovaj ispust izlazi 300 m³/s. Krivulje kota/protok navedenog ispusta nisu dostupne. Stoga se samo simulirao preliv kao elemenat ispusta.

Određen je jedan jedini *Operation Set* (Hydropower PGC).

Akumulacija se podijelila na 4 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 161 m.n.m. (Maksimalna kota uspora akumulacije za Q_{10.000}).
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica 159 m n.m. (Normalna radna razina).
- 3) *Minimum*: Čija je gornja granica 154.5 m n.m. (minimalna radna razina).
- 4) *Inactive*: Minimalna radna razina u ekstremnim uvjetima 145 m.n.m.

Na područjima *Conservation* i *Flood control* primijenilo se pravilo *Hydropower Power Guide Curve*.

Vrijednosti koje su se koristile za HydroPwrGC su:

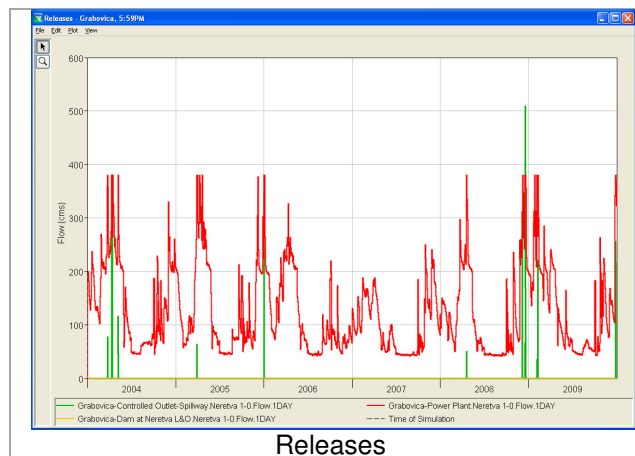
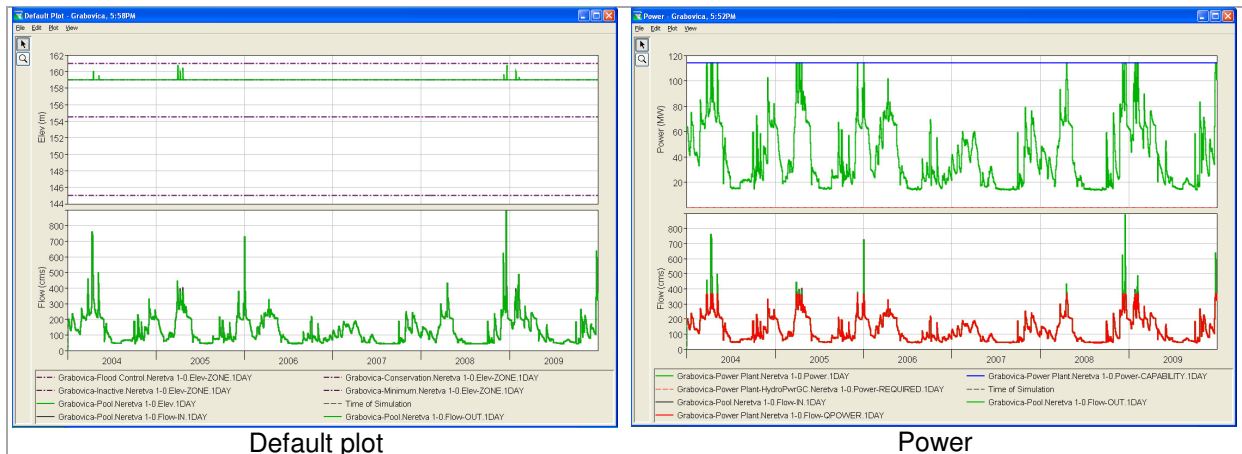
| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 100 | 0 |
| 100 | 100 |

Kada se radi o pribranskoj elektrani (by-the-dam) model ResSim raspodjeljuje srazmjerno izlazne protoke između elemenata ispusta (organi brane i hidroelektrane). Da bi se zahtijevalo da sav dostupni protok prolazi kroz turbine, do maksimalnog nominalnog, u područjima *Conservation* i *Minimum* se primjenjuje pravilo koje sprječava izlaz protoka preko preljeva, dok se ne postigne nominalni protok elektrane (380 m³/s).

ReleaseSpillway380=0 m³/s ako je trenutna vrijednost protoka kroz preliv < 380 m³/s.

| Funkcija: | Protok (m ³ /s) | Izlazni protok (m ³ /s) |
|---|----------------------------|------------------------------------|
| <i>Grabovica-Pool Spill flow, trenutna vrijednost</i> | 0.0 | 0.0 |
| | 380 | 0.0 |

Osim toga, u područjima *Conservation* i *Minimum* primjenjuje se drugo pravilo (MinRelease-40) da bi se uvijek ispuštao minimalni dotok od 40 m³/s (za praktičke svrhe, ovo pravilo nije potrebno jer Qmin40 osigurava akumulacija Jablanica). Na sljedećim grafikonima prikazani su rezultati koji su se dobili za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).



Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Grabovica | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 35.53 | 35.97 | 34.31 |
| Hidraulički gubici (m) | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 961.64 | 2736.00 | 326.07 |
| Proizvedena energija (MW) | 40.07 | 114.00 | 13.59 |
| Faktor učinka | 0.35 | 1.00 | 0.12 |
| Protok kroz turbine (cms) | 125.78 | 368.53 | 42.13 |

Proizvedena energija:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2004 | 40.1 | 32.0 | 55.6 | 64.0 | 53.8 | 24.2 | 11.4 | 14.3 | 15.9 | 27.4 | 27.0 | 52.6 | 418.3 |
| 2005 | 35.7 | 16.7 | 37.8 | 68.2 | 48.8 | 18.2 | 11.3 | 13.5 | 21.8 | 23.6 | 21.8 | 54.1 | 371.5 |
| 2006 | 49.3 | 22.1 | 42.7 | 54.3 | 41.3 | 17.8 | 11.1 | 11.3 | 18.9 | 24.9 | 16.4 | 17.9 | 327.9 |
| 2007 | 26.4 | 30.0 | 34.7 | 31.8 | 14.0 | 17.6 | 10.9 | 10.6 | 10.5 | 20.2 | 38.3 | 34.9 | 279.8 |
| 2008 | 30.3 | 19.9 | 36.9 | 55.9 | 33.2 | 14.6 | 10.9 | 10.5 | 10.3 | 20.6 | 30.5 | 64.1 | 337.8 |
| 2009 | 51.3 | 51.0 | 42.9 | 45.0 | 21.2 | 19.0 | 11.6 | 13.4 | 13.2 | 25.4 | 31.4 | 45.3 | 370.8 |
| Prosjek | 38.9 | 28.6 | 41.8 | 53.2 | 35.4 | 18.6 | 11.2 | 12.3 | 15.1 | 23.7 | 27.6 | 44.8 | 351.0 |

1.9.2. HE Salakovac

Akumulacija Salakovac prima dotoke koji su izlaz iz akumulacije Grabovica, uz njih i protoke generirane u podslivu između brane Grabovica i akumulacije Salakovac. Ovaj posljednji niz protoka se primjenjuje u točki CP9 (ima primijenjen faktor množenja 0.596).

Odredio se jedinstveni *Operation Set* (Hydropower PGC).

Akumulacija se podijelila u 4 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 124,7 m.n.m. (Maksimalna kota uspora akumulacije za $Q_{10.000}$).
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica 123 m.n.m. (Normalna radna razina).
- 3) *Minimum*: Čija je gornja granica 118,5 m.n.m. (Minimalna radna razina).
- 4) *Inactive*: Minimalna radna razina u ekstremnim uvjetima, 110 m.n.m.

U područjima *Conservation* i *Flood control* primjenjuje se pravilo Hydropower Power Guide Curve.

Vrijednosti koje su se koristile za HydroPwrGC su:

| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 100 | 0 |
| 100 | 100 |

Da bi se zahtijevalo da cijeli dostupni protok prolazi kroz turbine, do maksimalnog nominalnog, u područjima *Conservation* i *Minimum* primjenjuju se dva pravila koja sprječavaju izlaz protoka kroz preljev i temeljni ispušt dok se ne postigne nominalni protok hidroelektrane (540 m³/s).

| Funkcija: Salakovac-izlazni protok, trenutna vrijednost | Protok (m ³ /s) | Izlazi protok (m ³ /s) |
|---|----------------------------|-----------------------------------|
| | 0.0 | 0.0 |
| 540 | 0.0 | |

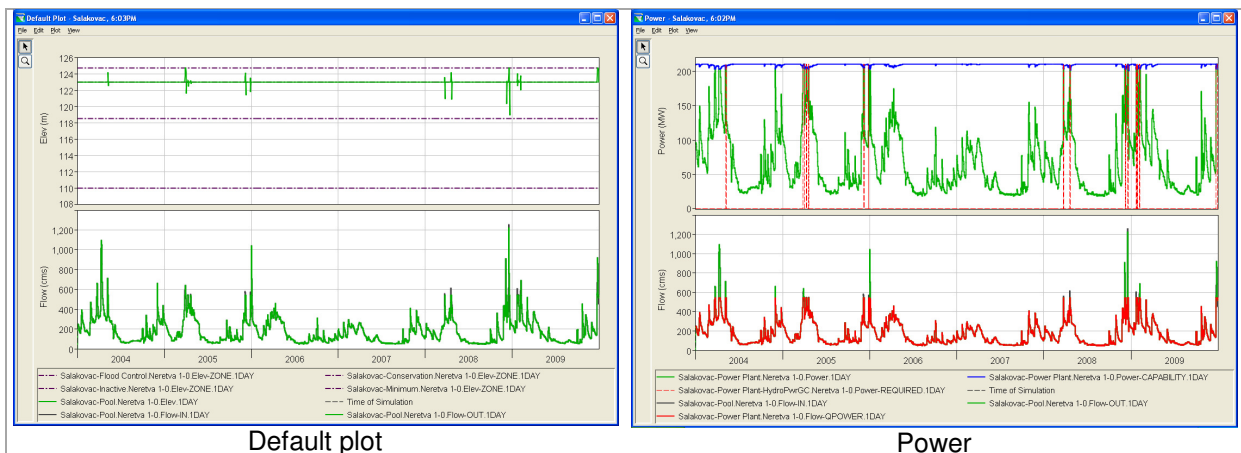
ReleaseSpillway540=0 m³/s ako je trenutna vrijednost izlaznog protoka akumulacije < 540 m³/s:

Operativni izlazi iz Salakovca-kontrolirana ispuštanja preljeva. *Operates Release from Salakovac-Controlled Outlet Spillway.*

ReleaseBottom540=0 m³/s ako je trenutna vrijednost izlaznog protoka iz akumulacije < 540 m³/s:

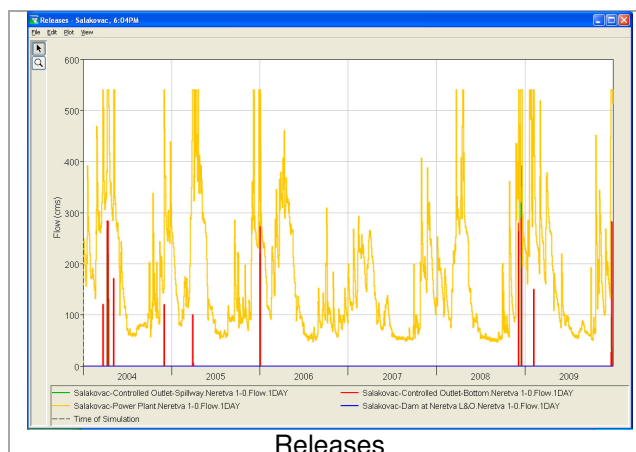
Operativni izlazi iz Salakovca-kontrolirana ispuštanja temeljnog ispusta. *Operates Release from Salakovac-Controlled Outlet Bottom.*

Na sljedećim grafikonima prikazani rezultati koji su dobiveni za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).



Default plot

Power



Releases

Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Salakovac | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 43.16 | 43.37 | 41.23 |
| Hidraulički gubici (m) | 1.24 | 1.24 | 1.24 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 1588.47 | 5040.00 | 439.39 |
| Proizvedena energija (MW) | 66.19 | 210.00 | 18.31 |
| Faktor učinka | 0.32 | 1.00 | 0.09 |
| Protok kroz turbine (cms) | 171.00 | 540.00 | 46.82 |

Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 2004 | 64.8 | 56.2 | 94.7 | 110.2 | 89.8 | 40.3 | 18.7 | 21.2 | 23.6 | 42.3 | 43.3 | 90.1 | 695.1 |
| 2005 | 53.6 | 28.2 | 70.0 | 118.6 | 80.0 | 29.7 | 18.3 | 21.2 | 34.1 | 34.9 | 35.0 | 93.2 | 616.9 |
| 2006 | 75.0 | 36.7 | 74.8 | 93.2 | 67.2 | 29.0 | 17.4 | 18.0 | 28.0 | 36.7 | 24.2 | 28.5 | 528.6 |
| 2007 | 44.7 | 52.1 | 58.7 | 53.0 | 25.4 | 28.6 | 16.6 | 15.6 | 15.9 | 31.2 | 64.3 | 55.6 | 461.7 |
| 2008 | 50.1 | 33.1 | 68.2 | 95.7 | 53.2 | 23.3 | 16.6 | 15.2 | 15.3 | 31.7 | 51.0 | 108.7 | 562.0 |
| 2009 | 86.5 | 83.9 | 71.3 | 75.5 | 36.3 | 31.4 | 19.5 | 19.8 | 18.7 | 39.0 | 50.8 | 81.6 | 614.3 |
| Prosjek | 62.5 | 48.4 | 72.9 | 91.0 | 58.7 | 30.4 | 17.8 | 18.5 | 22.6 | 35.9 | 44.8 | 76.3 | 579.8 |

1.9.3. HE Mostar

Akumulacija Mostar prima dotoke koji su izlazi akumulacije Salakovac, još protoke generirane u podslivu između brane Salakovac i akumulacije Mostar. Ovaj posljednji niz protoka se primjenjuje u točki CP11 (ima primijenjen faktor množenja 0.19).

Isto kao i u dvije prethodne akumulacije odredio se jedan jedini *Operation Set* (Hydropower PGC).

Akumulacija se podijelila u 4 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 78 m.n.m. (maksimalna kota uspora akumulacije za $Q_{10.000}$).
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica 77,9 m.n.m. (normalna radna razina).
- 3) *Minimum*: Čija je gornja granica 72 m.n.m. (minimalna radna razina).
- 4) *Inactive*: Minimalna radna razina u ekstremnim uvjetima, 70 m.n.m.

U područjima *Conservation* i *Flood control* primjenjuje se pravilo *Hydropower Power Guide Curve*.

Vrijednosti koje su se koristile za HydroPwrGC su:

| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 100 | 0 |
| 100 | 100 |

U područjima *Conservation* i *Minimum* primjenjuju se pravila da bi se upravljalo da sav dostupni protok prođe kroz turbine elektrane do nominalnog maksimuma (360 m³/s).

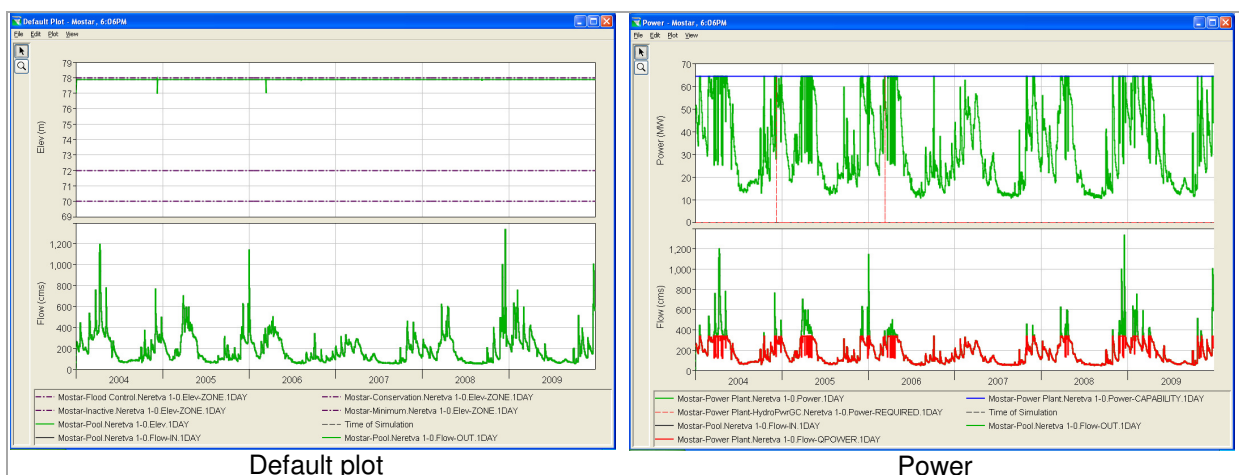
| Funkcija: | Protok (m ³ /s) | Izlazni protok Release (m ³ /s) |
|---|----------------------------|--|
| Mostar – izlazni protok (Pool Outflow), trenutna vrijednost | 0.0 | 0.0 |
| | 360 | 0.0 |

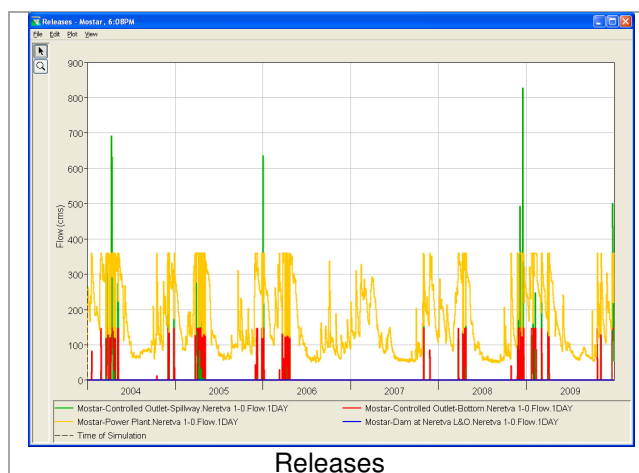
ReleaseSpillway360=0 m³/s ako je vrijednost izlaznog protoka akumulacije < 360 m³/s: Operativni izlazi iz Salakovca- kontrolirana ispuštanja preljeva (*Operates Release from Salakovac-Controlled Outlet Spillway*).

ReleaseBottom360=0 m³/s ako je vrijednost izlaznog protoka akumulacije < 360 m³/s: Operativni izlazi iz Salakovca-kontroliran temeljni ispust (*Operates Release from Salakovac-Controlled Outlet Bottom*).

U područjima *Conservation* i *Minimum* primjenjuje se drugo pravilo (MinRelease-50) da bi se uvijek ispuštao minimalni protok od 50 m³/s.

Na sljedećim grafikonima prikazani su rezultati koji su dobiveni za 6 simuliranih godina (01/01/2004 - 31/12/2009).





Prosječni rezultati za 6 simuliranih godina (2004-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Mostar | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 22.63 | 23.84 | 21.00 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 799.13 | 1548.00 | 257.46 |
| Proizvedena energija (MW) | 33.30 | 64.50 | 10.73 |
| Faktor učinka | 0.52 | 1.00 | 0.17 |
| Protok kroz turbine (cms) | 167.07 | 340.66 | 50.00 |

Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2004 | 34.2 | 29.3 | 42.6 | 41.6 | 42.8 | 22.8 | 11.0 | 12.2 | 13.4 | 23.2 | 24.2 | 41.8 | 339.3 |
| 2005 | 29.2 | 16.2 | 31.8 | 40.5 | 39.1 | 17.1 | 10.8 | 12.3 | 19.2 | 19.4 | 19.7 | 41.9 | 297.2 |
| 2006 | 35.8 | 20.7 | 38.3 | 38.9 | 36.6 | 16.7 | 10.2 | 10.5 | 15.8 | 20.3 | 13.7 | 16.4 | 273.8 |
| 2007 | 25.3 | 29.1 | 32.6 | 29.5 | 15.1 | 16.5 | 9.7 | 9.0 | 9.3 | 17.3 | 33.1 | 30.5 | 256.7 |
| 2008 | 28.0 | 18.9 | 34.4 | 41.7 | 29.3 | 13.5 | 9.6 | 8.8 | 8.8 | 17.5 | 25.6 | 43.5 | 279.7 |
| 2009 | 38.1 | 38.0 | 36.3 | 36.8 | 20.8 | 18.0 | 11.5 | 11.4 | 10.7 | 20.4 | 26.8 | 34.6 | 303.3 |
| Prosjek | 31.8 | 25.4 | 36.0 | 38.2 | 30.6 | 17.4 | 10.5 | 10.7 | 12.9 | 19.7 | 23.8 | 34.8 | 291.7 |

1.10. Hidroelektrane Trebinje I, Trebinje II i Čapljina

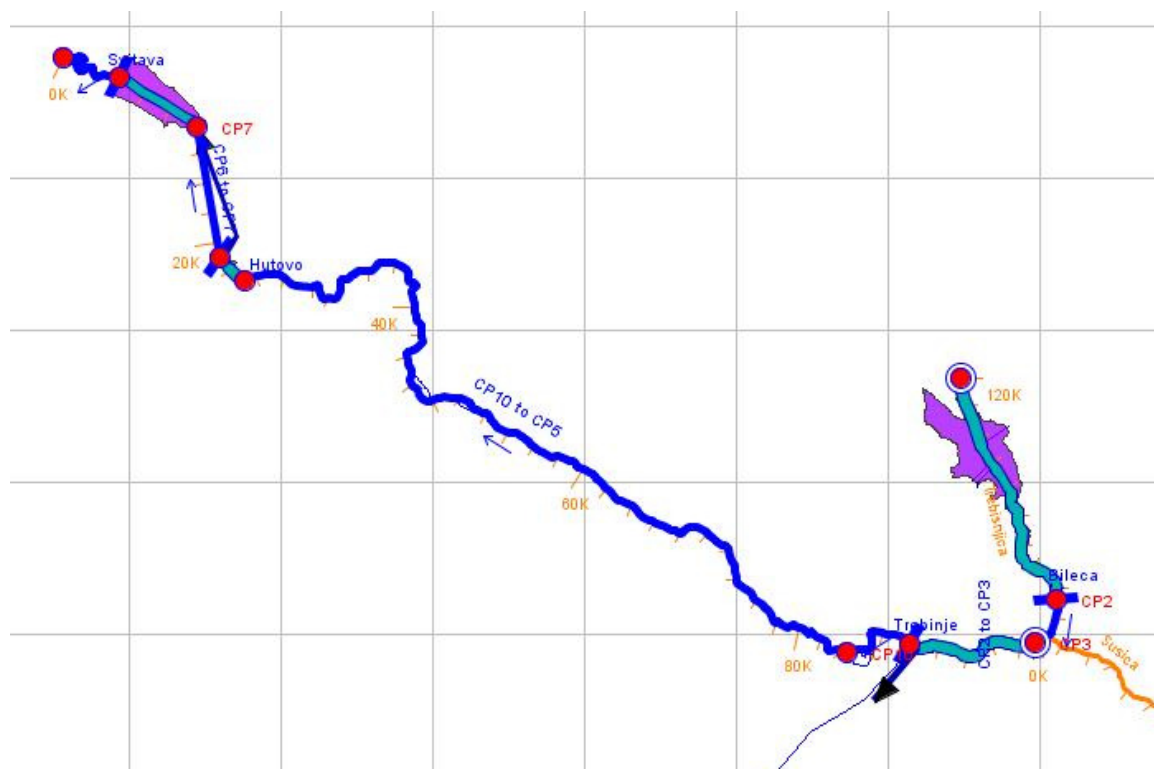
Elektrane Trebinje I, Trebinje II, Dubrovnik i Čapljina pripadaju sustavu rijeke Trebišnjice.

Trebinje I je pribranska elektrana koja je smještena na brani Grančarevo, na akumulaciji Bileća. Na krajnjem sjeveru navedene akumulacije izvire rijeka Trebišnjica, na nekoliko izvora koji se nalaze na nekih 18 km uzvodno od brane i koji su potopljeni u razini vode akumulacije.

Trebinje II je pribranska elektrana također, smještena na brani Gorica, na akumulaciji Trebinje. Brana Gorica se nalazi na rijeci Trebišnjici, nekih 13 km uzvodno od brane Grančarevo. Na akumulaciji Trebinje, nekoliko metara uzvodno od brane, na lijevoj obali, nalazi se ulaz u odvodni tunel za elektranu Dubrovnik.

Nizvodno od brane Gorica nastavlja se rijeka Trebišnjica, prolazi kroz grad Trebinje (smješteno 4 km nizvodno od navedene brane) i usmjerava se u ušće kanala Trebišnjice, koji se nalazi nekih 5,6 km nizvodno od brane Gorica.

Kanal Trebišnjice se pruža dužinom više od 60 km do akumulacije Hutovo, na kraju Popovog polja. Akumulacija Hutovo je je gornji kompenzacijski bazen hidroelektrane Čapljina. Donji kompenzacijski bazen je akumulacija Svitava, smještena u Parku prirode Hutovo blato.



Zapremine akumulacija su:

| | Bileća | Trebinje | Hutovo | Svitava |
|---|----------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Ukupna zapremina (hm³) | 1277.6 | 15.74 | 7.23 | 41.6 |
| Korisna zapremina (hm³) | 1 i 2 - 1074.6; 3 - 1060.6 | 9.6 | 6.47 | --- |
| Mrtva akumulacija (hm³) | 1 i 2 - 203; 3 - 217 | 6.38 | 0.76 | --- |

(*) Za agregate 1 i 2, i za agregat 3.

Za simulaciju akumulacija koristile su se krivulje (kota-zapremina) koje su prikazane u Aneksu 2 (Kapacitet infrastruktura) u dokumentu "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda".

Karakteristične razine su:

| | Bileća | Trebinje | Hutovo | Svitava |
|---|-----------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Maksimalna kota uspora akumulacije (m.n.m.) | 400.0 | 295.0 | 231.5 | 5.6 |
| Normalna radna razina (m.n.m.) | 351 a 400 | 292.5 | 230.0 | 3.5 – 5.0 |
| Minimalna radna razina (m.n.m.) | 1 i 2 - 351 ; 3 - 352 | 288.0* /292.5** | 224.0 | --- |

(*) Trebinje II; (**) Dubrovnik

Zapremine akumulacije koje odgovaraju najkarakterističnijim razinama su:

| Bileća | | Trebinje | | Hutovo | | Svitava | |
|---------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------|------------------------------|----------------|------------------------------|
| Kota (m.n.m.) | Zapremina (hm ³) | Kota (m.n.m.) | Zapremina (hm ³) | Kota (m.n.m.) | Zapremina (hm ³) | Kota (m.n.m.) | Zapremina (hm ³) |
| 400 | 1277.6 | 295.0 | 15.74 | 231.5 | 7.23 | 5.6 | 41.6 |
| 352 | 217.0 | 292.5 | 11.82 | 230.0 | 5.54 | 5.0 | 35.1 |
| 351 | 203.0 | 288.0 | 6.38 | 224.0 | 0.764 | 3.5 | 19.5 |
| 310 | 1.01 | | | 222.0 | 0.021 | | |

Što se tiče dotoka, nizovi korištenih dnevnih dotoka objašnjeni su u poglavlju "1.4 Nizovi dostupnih dotoka". Ulazni dotoci u akumulaciju Bileća (Bileća_Inflow_1968-2013_PER-AVER.dss) primijenjeni su u kontrolnoj točki CP1. U akumulaciju Trebinje dolaze izlazni protoci iz akumulacije Bileća, generirani protoci u podslivu između brane Grančarevo i akumulacije Trebinje; ovi posljednji (Trebinje_subbasin_Inflow_1968-2013_PER-AVER.dss) se primjenjuju u kontrolnoj točki CP3.

Ulazni dotoci u akumulaciju Hutovo (gornji kompenzacijski bazen HE Čapljina), koji se nalazi na kraju Popovog polja, su generirani protoci u podslivu od brane Gorica do navedene akumulacije. U modeliranom sustavu protoci koji dolaze u ovu akumulaciju su izlazni brane Gorica.

Simulirano razdoblje od 10 godina je od 01/sij/2000 do 31/pros/2009.

Osim ovih navedenih podataka u prethodnim tablicama, u nastavku su prikazane osnovne karakteristike koje su se koristile u simulaciji.

1.10.1. Akumulacija Bileća i elektrana Trebinje I

Brana Gorica ima visinu 123 m i dužinu krune 439 m. Ima dva preljeva sa dvije ustave od 15 m širine po 5 metara visine. Krivulja ispuštanja H/Q preljeva je za oba polja istovremeno. U modelu ResSim je navedena samo jedna ustava sa krivuljama oba polja. Krivulje preljeva pokazuju kapacitet ispusta 671 m³/s za otvorenost od 3,7 m i razinu vode na koti 400 m.n.m

Maksimalna kota vode sa zatvorenim ustavama je 400 m.n.m.

Ima dva temeljna ispusta. Temeljni ispust 1 ima otvor na koti 300 (0 hm³) i temeljni ispust 2 na koti 310 (1.01 hm³). U modelu ResSim uvršten je samo jedan temeljni ispust, broj 1. Navedene krivulje temeljnog ispusta pokazuju kapacitet ispusta 129,5 m³/s kada se razina vode nalazi na koti 400 m. n.m.

Oba organa za ispuštanje imaju kapacitet ispusta od 800,5 m³/s (671+129,5). Ako se na ovu vrijednost doda kapacitet turbina, dobiva se ukupan kapacitet ispusta veći od 956 m³/s, koji se podudaraju sa protokom poplave razdoblja povrata od T10.000.

U *Operation set akumulacija* se podijelila na 8 zona. Poštivaju se razine navedene u crvenoj, smeđoj, žutoj i plavoj zoni u "Planu upravljanja Trebinje I", kao što je i navedeno u "Upravljanju sustavima u uvjetima velikih voda.

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 400 m.n.m.
- 2) *Conservation-Brown*: Čija je gornja granica ili krivulja upravljanja promjenljiva ovisno o mjesecima u godini. Gornja granica se podudara sa gornjom granicom smeđe zone.
- 3) *Žuta*: Njena gornja granica se podudara sa gornjom granicom žute zone.
- 4) *Plava*: Njena gornja granica se podudara sa gornjom granicom plave zone.
- 5) *Bijela*: Njena gornja granica se podudara sa gornjom granicom bijele zone.

- 6) *MinEnergy*: Njena kota je 362 m.n.m. (minimalna kota koja ograničava s donje strane zonu energetskeg korištenja).
- 7) *Minimum*: Minimalna radna razina akumulacije, 351 m.n.m (minimalna kota zahvata vode za agregate 1 i 2).
- 8) *Inactive*: Kota 300 je kota temeljnog ispusta 1, najnižeg.

Prema Planu upravljanja Trebinje I, preporučene kote akumulacije Bileća u granici između smeđe i crvene zone za svaki mjesec u godini su sljedeće:

| MJESEC | Preporučene kote (između smeđe i crvene zone), Plan upravljanja Trebinje I) |
|----------|---|
| SIJEČANJ | 396 |
| VELJAČA | 397 |
| OŽUJAK | 398 |
| TRAVANJ | 399 |
| SVIBANJ | 400 |
| LIPANJ | 400 |
| SRPANJ | 400 |
| KOLOVOZ | 400 |
| RUJAN | 400 |
| LISTOPAD | 399 |
| STUDENI | 397 |
| PROSINAC | 396 |

Ove vrijednosti su se koristile kao Curve Guide (krivulja upravljanja) u području *Conservation* akumulacije.

Preporučene kote na granici između žute i smeđe zone su sljedeće:

| MJESEC | Preporučene kote (između žute i smeđe zone) |
|----------|---|
| SIJEČANJ | 393 |
| VELJAČA | 394 |
| OŽUJAK | 395 |
| TRAVANJ | 396 |
| SVIBANJ | 397 |
| LIPANJ | 400 |

| MJESEC | Preporučene kote (između žute i smeđe zone) |
|---------------|--|
| SRPANJ | 400 |
| KOLOVOZ | 400 |
| RUJAN | 397 |
| LISTOPAD | 396 |
| STUDENI | 394 |
| PROSINAC | 393 |

Preporučene kote na granici između plave i žute zone su:

| MJESEC | Preporučene kote (između plave i žute zone) |
|---------------|--|
| SIJEČANJ | 392 |
| VELJAČA | 393 |
| OŽUJAK | 394 |
| TRAVANJ | 395 |
| SVIBANJ | 396 |
| LIPANJ | 400 |
| SRPANJ | 400 |
| KOLOVOZ | 400 |
| RUJAN | 395 |
| LISTOPAD | 394 |
| STUDENI | 393 |
| PROSINAC | 392 |

I preporučene kote na granici između bijele i plave zone su:

| MJESEC | Preporučene kote (između bijele i plave zone) |
|---------------|--|
| SIJEČANJ | 391 |
| VELJAČA | 392 |
| OŽUJAK | 393 |
| TRAVANJ | 394 |
| SVIBANJ | 395 |
| LIPANJ | 399 |
| SRPANJ | 399 |

| MJESEC | Preporučene kote (između bijele i plave zone) |
|---------------|--|
| KOLOVOZ | 399 |
| RUJAN | 394 |
| LISTOPAD | 393 |
| STUDENI | 392 |
| PROSINAC | 391 |

U Planu upravljanja Trebinje I, projektirani protok je 150 m³/s za turbine 1+2 i 224 m³/s za turbine 1+2+3. Izmjereni protok je 163.4 m³/s za turbine 1+2 i 252 m³/s za turbine 1+2+3. Sve ove vrijednosti za su za kotu vode na 400 m.n.m.

| Projekt | 1+2 turbine | 1+2+3 turbine |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| H (m.n.m.) | Q (m³/s) | Q (m³/s) |
| 348 | 100.0 | 150.0 |
| 350 | 108.0 | 158.0 |
| 355 | 117.0 | 172.5 |
| 360 | 123.0 | 183.0 |
| 365 | 128.0 | 191.5 |
| 370 | 132.5 | 197.5 |
| 375 | 136.0 | 202.5 |
| 380 | 139.5 | 207.0 |
| 385 | 142.5 | 212.0 |
| 390 | 146.0 | 216.0 |
| 395 | 148.0 | 220.0 |
| 400 | 150.0 | 224.0 |

| Izmjereni | 1+2 Turbine | 1+2+3 Turbine |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| H (m.n.m.) | Q (m³/s) | Q (m³/s) |
| 348 | 114.0 | 162.0 |
| 350 | 117.5 | 168.5 |
| 355 | 125.0 | 182.0 |
| 360 | 132.0 | 193.5 |
| 365 | 138.0 | 203.5 |
| 370 | 144.0 | 213.0 |
| 375 | 150.0 | 222.5 |

| <i>Izmjereni</i> | 1+2 Turbine | 1+2+3 Turbine |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| H (m.n.m.) | Q (m³/s) | Q (m³/s) |
| 380 | 155.0 | 231.5 |
| 385 | 159.5 | 240.0 |
| 390 | 162.0 | 246.0 |
| 395 | 162.5 | 250.0 |
| 400 | 163.5 | 252.0 |

U ResSim modelu uvrštene su kao krivulje H/Q hidroelektrane one koje odgovaraju projektiranom protoku.

Instalirani kapacitet (MW) je $2 \times 54 \text{ MW} + 1 \times 63 \text{ MW} = 171 \text{ MW}$.

Hidraulički gubici: Pretpostavili su se kao konstantni = 2.59 m (3% prosječnog pada, 86.5×0.03)

Kota donje vode (Tailwater): Prema informaciji na web stranici <http://www.het.ba/index.php/het-sistem> maksimalni bruto pad je 103.5 m; prosječni bruto pad 86.5 m i minimalni bruto pad 54.5 m (za agregate 1 i 2) i 55.5 (za agregat 3). Stoga, kota donje vode hidroelektrane je 296.5 m.n.m.

Krivulje proizvodnje ovisno od razine vode nisu dostupne. Za dobivanje aproksimacije procijenila se ukupna učinkovitost postrojenja od projektiranih podataka a kasnije, mijenjanjem razine (pad) dobivene su različite snage.

$$P \text{ (MW)} = \eta \times 9.8 \times Q \text{ (m}^3\text{)/1000} \times H \text{ (}\eta\text{: učinkovitost; H: neto pad} = 103.5 - 2.59 = 100.91\text{m)}$$

$$\text{Učinkovitost; H: neto pad} = 103.5 - 2.59 = 100.91\text{m}$$

$$171 \text{ MW} = \eta \times 9.8 \times 224 \text{ m}^3\text{/1000} \times 100.91 \text{ m}$$

$$\eta = 77,194 \%$$

Od učinkovitosti, primjenom prethodne formule dobivaju se snage ovisno od razine.

| Razina (m) | Kapacitet (MW) |
|-------------------|-----------------------|
| 351.00 | 88.00 |
| 360.00 | 103.20 |
| 370.00 | 120.20 |
| 380.00 | 137.10 |
| 390.00 | 154.10 |
| 400.00 | 171.00 |

Učinkovitost: Uvrštena krivulja razina/kapacitet. Stoga na kartici učinkovitost = 100%.

Na sljedećoj slici sažete su ove karakteristike:

| | HE Trebinje I |
|--|------------------------|
| Maksimalni projektirani kapacitet = protok (m ³ /s) | 150 (1+2); 224 (1+2+3) |
| Instalirani kapacitet (MW) | 54+54+63=171 |
| Učinkovitost (konstantna) (%). Uvrštena na krivulji razina/kapacitet | 100% |
| Hidraulički gubici: Uvršteni na krivulji razina/kapacitet | 0.0 m |
| Kota ispusta hidroelektrane / Kota donje vode pri Qi / Tailwater | 296.5 m.n.m. |

(*) Pretpostavlja se da elektrana ne troši vodu (*Constant Station Use = 0 m³/s*)

Napomena: Budući da je maksimalni izmjereni kapacitet (do 252 m³) veći od projektiranog, i stvarni kapacitet bit će veći.

Protoci za navodnjavanje i minimalni prihvatljivi protok

U Vodnoj dozvoli HE Trebinje I navodi se da akumulacija Bileća mora garantirati 100,09 hm³/god za navodnjavanje, sa maksimumom od 8,6 m³/s-mjesečno. U modelu su pretpostavljeni protoci od 8,6 m³/s-mjesečno, od lipnja do rujna. Mogu se uzeti iz zona 6 i 7 akumulacije (MinEnergy i Minimum, odnosno, ispod minimalne kote koja ograničava donju stranu zone energetskog korištenja.

Minimalni prihvatljivi protok je 1.823 m³/s u svim mjesecima godine.

Simulirane alternative

Analizom hidroelektrana u sustavu Trebišnjice, elektrana koja proizvodi najveću količinu energije po kubnom metru vode je HE Dubrovnik I, jer raspolaže sa najvećim padom. Optimalni način iskorištavanja sa hidrauličkog stajališta bit će onaj u kome će se nastojati da kroz turbine prolazi najveća moguća zapremina vode kroz navedenu elektranu.

Provedene su dvije alternative koje se podudaraju sa dva moguća načina upravljanja hidroelektranama u sustavu akumulacija Bileća-Trebinje.

U Alternativi B1 se definiraju jedan niz pravila o akumulaciji i elektrana Trebinje I, dok je hidroelektrana Dubrovnik I u svom radu podređena radu elektrane Trebinje I.

U Alternativi B2 se simulira suprotna situacija. Akumulacije Bileća i Trebinje rade u tandemu kako bi služile potrebama proizvodnje Dubrovnika I, dok hidroelektrana Trebinje I radi podređena zahtjevu Dubrovnika I.

Alternativa B1

Definiraju se sljedeća pravila za akumulaciju i elektranu Trebinje I, za koje je skup operacija nazvan OperationSet-Bileca-B1.

U zoni *Flood Control* akumulacije primjenjuje se pravilo Schedule (raspored) koje obvezuje na rad turbina sa maksimalnim kapacitetom (proizvodnja od 127.224 MWh/mjesečno -171x24x31-), što je ekvivalentno 224 m³/s. Vrijednosti proizvodnje se mogu promijeniti u druge manje ako se želi da rade samo dva agregata.

Osim toga, ograničavaju se ispuštanja akumulacije tako da, dok se ne dođe do maksimalne razine 400 m.n.m, maksimalni ispušteni protok bude 224 m³/s. Navedeni protok proći će kroz turbine. (*MaxRelBileca*, sprječava izlaze iz akumulacije manje od 224 m³/s, *ReleaseBottom224* i *ReleaseSpillway224* sprječavaju ispuštanja kroz organe ispuštanja dok kroz turbine prolazi manje od 224 m³/s.

Kao što u stvarnosti nije uvijek moguće računati na tri agregata elektrane za rad turbina, ako radi manje agregata razlika do 224 m³/s ispuštala bi se kroz neki organ ispuštanja.

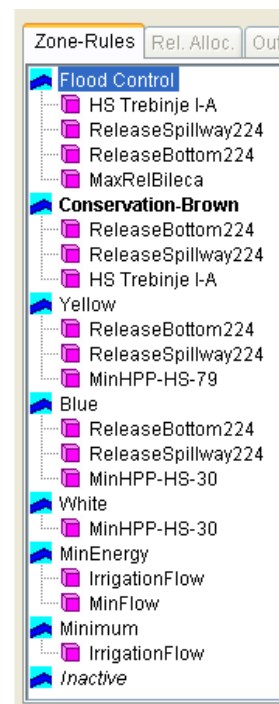
U zoni *Conservation-Brown* primjenjuje se isto pravilo kao i u zoni *Flood Control* kako bi se forsirao rad sve tri turbine (HS Trebinje I-A).

U zoni *Yellow* primjenjuje se pravilo Schedule koje obvezuje da kroz turbine prolazi kapacitet od 79.000 MWh-mjesečno, što približno odgovara korištenju agregata 1 i 2 (108 MW).

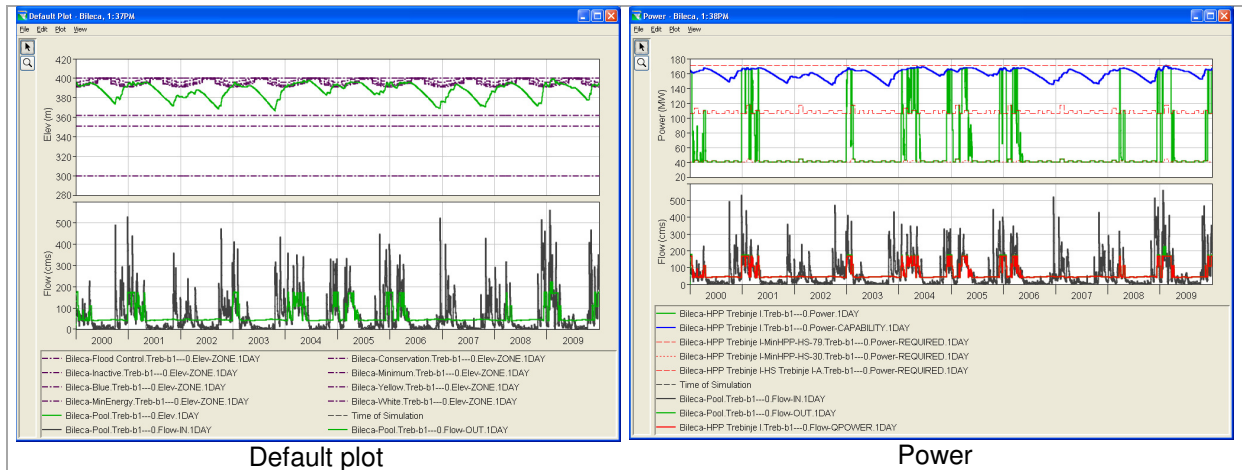
U zoni *Blue* primjenjuje se pravilo Schedule koje obvezuje da kroz turbine prolazi kapacitet od 30.000 MWh-mjesečno (MinHPP-HS-30), što odgovara radu jednog agregata tijekom približno 75% vremena.

Zona *White* je područje slobodnog rada u kojoj se treba pokušati optimiziranje hidroenergetske proizvodnje. U cilju uspoređivanja alternativa isprobale su se iste vrijednosti mjesečne proizvodnje za sve mjesece u godini na način da tijekom 10 simuliranih godina razina akumulacije Bileća nikad ne dođe na minimalnu kotu od 362 m.n.m., te je stoga elektrana Trebinje I uvijek operativna. Dobivena vrijednost je proizvodnja od 30.000 MWh-mjesečno (MinHPP-HS-30).

Ispod minimalne kote koja ograničava donju stranu područja energetskog korištenja nalaze se zone *MinEnergy* i *Minimum*, iz kojih se mogu služiti, ako je potrebno, potrebe navodnjavanja i minimalni prihvatljivi protok.

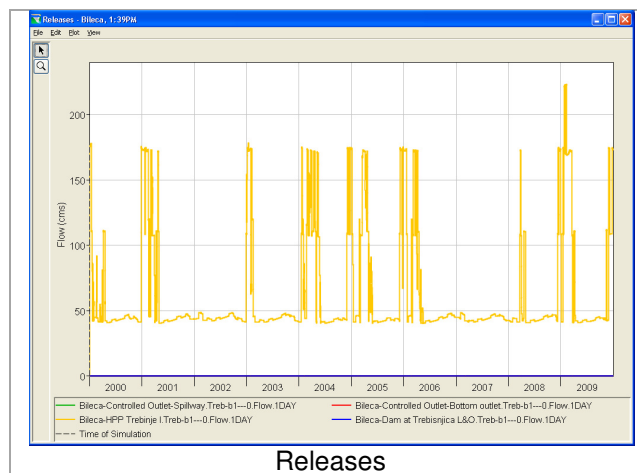


Dobiveni rezultati (01/01/2000 - 31/12/2009) su:



Default plot

Power



Releases

Prosječni rezultati za 10 simuliranih godina (2000-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Trebinje I | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Neto pad (m) | 97.09 | 103.30 | 87.01 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 1417.43 | 4095.76 | 967.74 |
| Proizvedena energija (MW)* | 59.06 | 170.66 | 40.32 |
| Faktor učinka | 0.36 | 1.00 | 0.24 |
| Protok kroz turbine (cms) | 61.42 | 168.58 | 40.44 |

(* "Proizvedena energija (MW)" je "energija proizvedena po vremenskom koraku" podijeljena sa 24 h, odnosno, prosječna satna proizvodnja.

Učinkovitost proizvodnje i hidraulički gubici su uvršteni na krivuljama razina (m) / kapacitet (MW) koje su primijenjene na hidroelektrani.

Proizvedena energija je prikazana u tablici koja slijedi:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2000 | 76.2 | 32.1 | 32.5 | 51.1 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 43.6 | 445.4 |
| 2001 | 118.0 | 86.8 | 87.6 | 63.4 | 30.0 | 60.0 | 60.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 655.8 |
| 2002 | 30.0 | 29.9 | 30.1 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 34.8 | 364.7 |
| 2003 | 117.4 | 52.3 | 30.1 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 469.9 |
| 2004 | 58.6 | 52.0 | 104.8 | 91.1 | 80.8 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 104.9 | 672.1 |
| 2005 | 54.1 | 32.1 | 92.0 | 102.3 | 48.2 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 102.2 | 610.9 |
| 2006 | 95.7 | 38.6 | 99.0 | 65.3 | 30.8 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 539.4 |
| 2007 | 30.0 | 29.9 | 30.1 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 360.0 |
| 2008 | 30.0 | 29.9 | 50.1 | 53.1 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 89.3 | 462.4 |
| 2009 | 82.8 | 114.3 | 94.5 | 43.9 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 39.8 | 99.1 | 654.3 |
| Prosjek | 69.3 | 49.8 | 65.1 | 56.0 | 37.0 | 33.0 | 33.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.9 | 59.4 | 523.5 |

Prosječni protok kroz turbine je 61.92 m³/s i ispuštanje 0.00 m³/s (ukupno 61.92 m³/s).

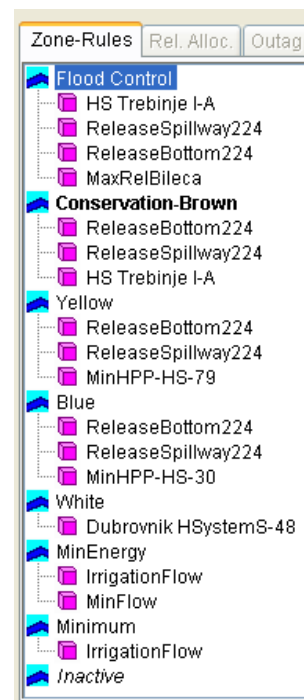
Vrijednosti za HE Dubrovnik I su prikazane u sljedećem poglavlju.

Alternativa B2

U alternativi B2 akumulacije Bileća i Trebinje rade u tandemu kako bi poslužile potrebama proizvodnje Dubrovnik I, dok elektrana Trebinje I radi podređena zahtjevu Dubrovnik I. Zato se u modelu definirao tandem sustav koji je formiran od dvije akumulacije.

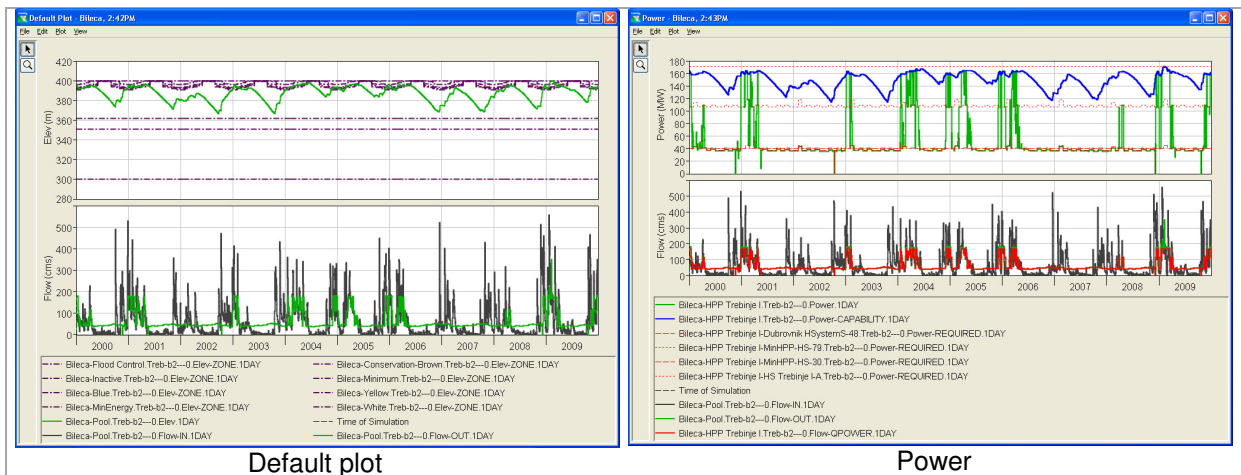
Skup operacija je nazvan OperationSet-Bileca-B2. Sadrži ista pravila kao i Alternativa B1, izuzev u zoni White, u kojoj je pravilo MinHPP-HS-30 (zbog koga se potražuje 30.000 MWh-mjesečno) zamijenjeno pravilom *Hydropower-System Schedule* u kome se zahtjev HE Dubrovnik I poslužuje iz obje akumulacije Bileća i Trebinje koje rade u tandemu.

Isto kao što je urađeno u Alternativi B1 probale su se mjesečne vrijednosti proizvodnje koje su iste za sve mjeseci u godini na način da tijekom 10 simuliranih godina razina akumulacije Bileća nikada ne dođe na minimalnu kotu od 362 m.n.m, te je stoga HE Trebinje I uvijek operativna. Dobivena vrijednost je proizvodnja od 48.000 MWh-mjesečno za HE Dubrovnik I.



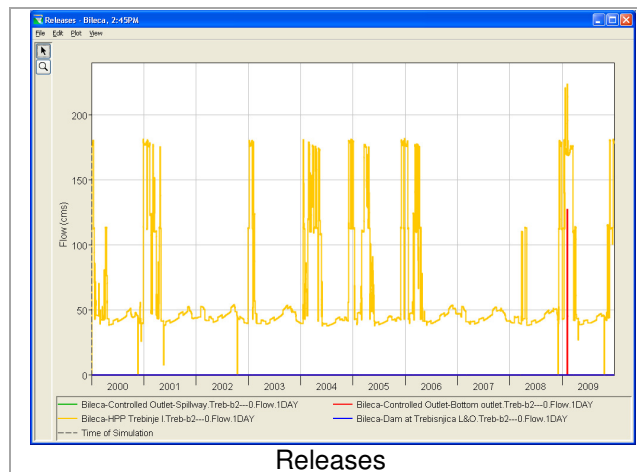
Napomena: Ovo pravilo, iako model zahtijeva da se treba generirati u akumulaciji Trebinje, budući da radi na sustavu tandem akumulacija koji je prethodno definiran, kasnije je dostupan u bilo kojoj akumulaciji sustava tandem.

Dobiveni rezultati (01/01/2000 - 31/12/2009) su:



Default plot

Power



Releases

Prosječni rezultati za 10 simuliranih godina (2000-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Trebinje I | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Neto pad (m) | 90.49 | 103.50 | 69.98 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 1390.90 | 4104.00 | 0.21 |
| Proizvedena energija (MW) | 55.45 | 171.00 | 0.01 |
| Faktor učinka | 0.36 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 61.22 | 168.59 | 0.01 |

Proizvedena energija je prikazana u tablici koja slijedi:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 2000 | 74.9 | 31.5 | 31.6 | 50.2 | 27.5 | 28.1 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | 27.3 | 26.9 | 41.8 | 422.6 |
| 2001 | 112.2 | 82.2 | 84.7 | 61.8 | 28.3 | 56.4 | 55.6 | 27.4 | 28.0 | 27.3 | 27.7 | 27.1 | 618.8 |
| 2002 | 27.0 | 28.7 | 27.1 | 27.5 | 27.0 | 27.4 | 26.7 | 26.5 | 26.9 | 25.5 | 27.0 | 28.9 | 326.4 |
| 2003 | 107.0 | 49.4 | 27.7 | 28.1 | 27.5 | 28.1 | 27.5 | 27.3 | 27.8 | 27.1 | 27.6 | 27.1 | 432.1 |
| 2004 | 51.5 | 50.7 | 101.1 | 88.7 | 78.6 | 28.1 | 27.5 | 27.5 | 28.1 | 27.5 | 28.3 | 105.9 | 643.5 |
| 2005 | 49.9 | 30.0 | 89.6 | 99.2 | 47.0 | 28.1 | 27.5 | 27.5 | 28.0 | 27.4 | 28.0 | 100.7 | 582.9 |
| 2006 | 90.9 | 36.6 | 95.7 | 63.0 | 30.4 | 28.1 | 27.5 | 27.5 | 28.0 | 27.4 | 27.8 | 27.1 | 510.0 |
| 2007 | 27.0 | 28.7 | 27.1 | 27.8 | 27.2 | 27.7 | 27.0 | 26.8 | 27.3 | 26.5 | 27.0 | 26.6 | 326.6 |
| 2008 | 26.8 | 28.4 | 37.5 | 49.2 | 27.5 | 28.1 | 27.5 | 27.4 | 27.9 | 27.3 | 27.7 | 81.7 | 417.1 |
| 2009 | 80.8 | 114.2 | 94.8 | 42.7 | 27.5 | 28.1 | 27.5 | 27.4 | 28.0 | 26.5 | 42.4 | 95.6 | 635.6 |
| Prosjek | 64.8 | 48.1 | 61.7 | 53.8 | 34.9 | 30.8 | 30.2 | 27.3 | 27.8 | 27.0 | 29.0 | 56.2 | 491.5 |

Prosječni protok kroz turbine je 61.90 m³/s i ispuštanje 0.05 m³/s (ukupno 61.95 m³/s).

1.10.2. Akumulacija Trebinje i elektrane Trebinje II i Dubrovnik

Akumulacija Trebinje funkcionira kao kompenzaciona akumulacija. To je glavno "čvorište raspodjele vode u sadašnjem sustavu Trebišnjice: Prema HE Trebinje II, HE Dubrovnik i prema reverzibilnoj elektrani Čapljina putem kanala Trebišnjice kroz Popovo polje.

Brana Gorica ima 33.5 m visine i dužinu krune 185 m. U sredini brane se nalaze dva preljeva sa segmentnim ustavama sa ukupnim kapacitetom od 412 m³/s i ima dva temeljna ispusta sa kapacitetom od 800 m³/s na normalnoj koti uspora 295 m.n.m.). Ukupni kapacitet evakuacijskih organa na brani i turbina HE Trebinje II je 1280 m³/s.

Izlaz ekološkog protoka nizvodno od Gorice provodi se preko disperzivnog zatvarača Johnson, sa kapacitetom reguliranja protoka od 0 do 18 m³/s. Ne koristi se tijekom razdoblja poplave.

U modelu ResSim naveden je preljev sa samo jednom ustavom sa krivuljama oba polja. Krivulje preljeva pokazuju kapacitet ispuštanja od 408 m³/s za otvorenost od 2,7 m i razinu vode na koti 295 m. n.m.

Maksimalna kota vode sa zatvorenim ustavama je 295 m.n.m.

Simulirao se jedan jedini temeljni ispust sa krivuljama odgovarajućim za oba. Navedene krivulje H/Q pokazuju kapacitet ispuštanja od 800 m³/s za otvorenost od 4 m i razinu vode na koti 295 m.n.m.

Zatvarač Johnson nije simuliran.

U *Operation set* akumulacija se podijelila na 4 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 295 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica postavljena na 294,5 m.n.m.
- 3) *Minimum Tunnel*: Čija je gornja granica postavljena na 292,5 m.n.m.
- 4) *Inactive*: Minimalna radna razina akumulacije, 288 m.n.m. (minimalna radna kota HE Trebinje II).

Budući da je maksimalni bruto pad za HE Dubrovnik 295 m i minimalni bruto pad 292,5 m, pretpostavlja se da se radni raspon tunela Dubrovnik nalazi između razina 292,5 m.n.m. i 295.0 m.n.m.

HE Trebinje II

Ima instaliran generator sa turbinom Kaplan, instaliranu snagu 8 MW. Nominalni protok je 45 m³/s.

Učinkovitost: Pretpostavila se konstantna = 92%.

(Kota donje vode) Tailwater: Prema informaciji sa web stranice <http://www.het.ba/index.php/het-sistem> Maksimalni bruto pad je 22 m; prosječni bruto pad 18.5 m i minimalni bruto pad 15 m. Stoga, kota ispuštanja hidroelektrane (tailwater = kota donje vode) je 273 m.n.m.

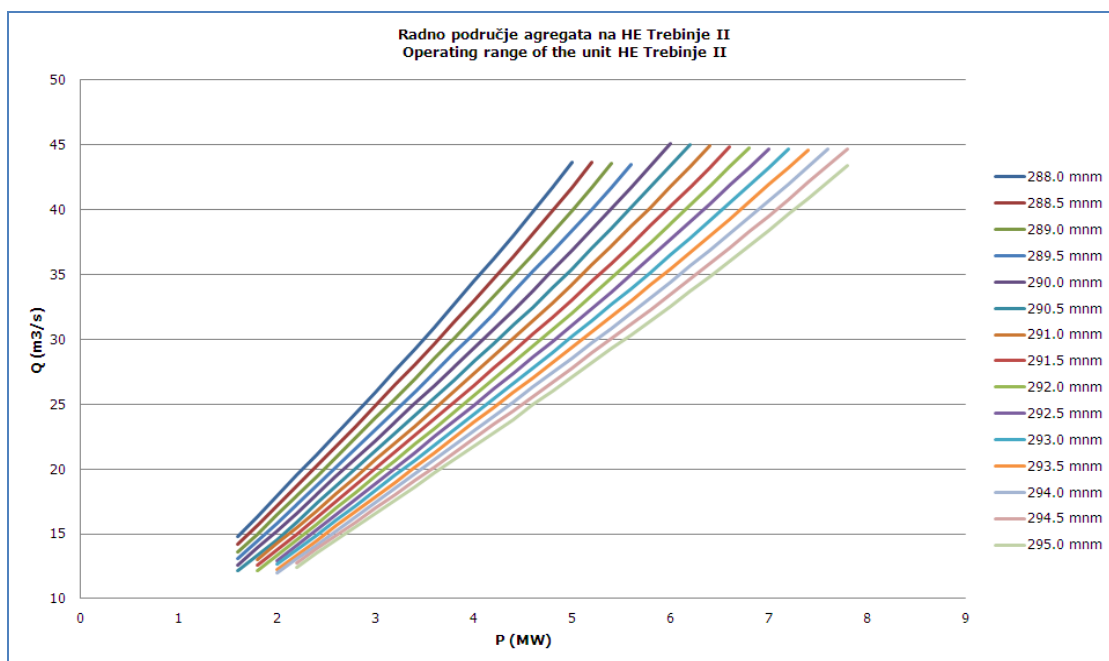
Hidraulički gubici: Konstantni = 0.555 m (3% prosječnog pada, 18.5x0.03)

Na sljedećoj slici je sažetak ovih karakteristika:

| | HE Trebinje II |
|--|-----------------------|
| Maksimalni izmjereni kapacitet = protok medida = (m ³ /s) | 45 m ³ /s |
| Instalirani kapacitet (MW) | 8 MW |
| Učinkovitost (Konstantna) (%) | 92% |
| Hidraulički gubici:3% prosječnog bruto pada (m) | 0.555 m |
| Kota ispuštanja hidroelektrane/Kota donje vode pri Qi / Tailwater | 273 m.n.m. |

(*) Pretpostavlja se da elektrana ne troši vodu (*Constant Station Use = 0 m³/s*)

S druge strane, elektrana razvija snagu ovisno o razini vode i protoka kroz turbine, prema sljedećoj skupini krivulja.



U modelu ResSim uvršteno je na pojednostavljen način i navedeno na kartici *Outlet elektrane*:

| Razina (m) | Max. Kapacitet (m ³ /s) |
|------------|------------------------------------|
| 288.0 | 45 |
| 295.0 | 45 |

I na kartici *Capacity* odabrana je metoda *Function of reservoir elevation* sa sljedećim vrijednostima:

| Razina (m) | Kapacitet (MW) |
|------------|----------------|
| 288.0 | 5.2 |
| 288.5 | 5.4 |
| 289.0 | 5.6 |
| 289.5 | 5.8 |
| 290.0 | 6.0 |
| 290.5 | 6.2 |
| 291.0 | 6.4 |
| 291.5 | 6.6 |
| 292.0 | 6.8 |
| 292.5 | 7.0 |
| 293.0 | 7.2 |
| 293.5 | 7.4 |
| 294.0 | 7.6 |
| 294.5 | 7.8 |
| 295.0 | 8.0 |

HE Dubrovnik I

To je derivaciona visokotlačna elektrana koja se nalazi uz samu morsku obalu.

Iz akumulacije Trebinje izlazi tunel koji napaja vodom elektranu, sa dužinom od nekih 16,57 km i promjerom od 6 m. Dimenzioniran je za instalirani protok od 90 m³/s ($2 \times 48.5 = 97 \text{ m}^3/\text{s}$ na $P_{\text{max}} = 2 \times 108 \text{ MW}$).

Maksimalni bruto pad je 295,0 m i minimalni bruto pad je 292,5 m. Kota ispuštanja elektrane (tailwater) je 0 m.n.m., odnosno na koti mora.

Na sljedećoj slici su sažete ove karakteristike:

| | HE Dubrovnik I |
|---|-----------------------------|
| Maksimalni izmjereni kapacitet = protok (m ³ /s) | 2x48.5=97 m ³ /s |
| Instalirani kapacitet (MW) | 2x108=216 MW |
| Učinkovitost (konstantna) (%) | 92% |
| Hidraulički gubici: 3% prosječnog bruto pada -293.75- (m) | 8.81 m |
| Kota ispuštanja hidroelektrane / Kota donje vode pri Qi / Tailwater | 0.0 m.n.m. |

(*) Pretpostavlja se da elektrana troši vodu (*Constant Station Use = 0 m³/s*)

Simulirane alternative

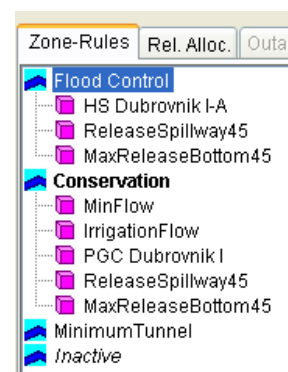
Simulirale su se alternative B1 i B2 koje su objašnjene u prethodnom poglavlju (1.10.1.).

Alternativa B1

U području *Flood Control* akumulacije primjenjuje se pravilo *Schedule* (HS Dubrovnik I-A) na elektrani Dubrovnik koje će zahtijevati da kroz turbine prolazi maksimalni kapacitet (proizvodnja od 160.704 MWh/mjesečno -97x24x31-).

U području *Conservation* primjenjuje se pravilo *Power Guide Curve* (PGC Dubrovnik I) na elektrani Dubrovnik koje će zahtijevati da kroz turbine prolazi 100% kapaciteta ovisno od dostupnosti vode u akumulaciji, prateći krivulju upravljanja.

| % Power Storage | % Plant Factor |
|-----------------|----------------|
| 100 | 0 |
| 100 | 100 |

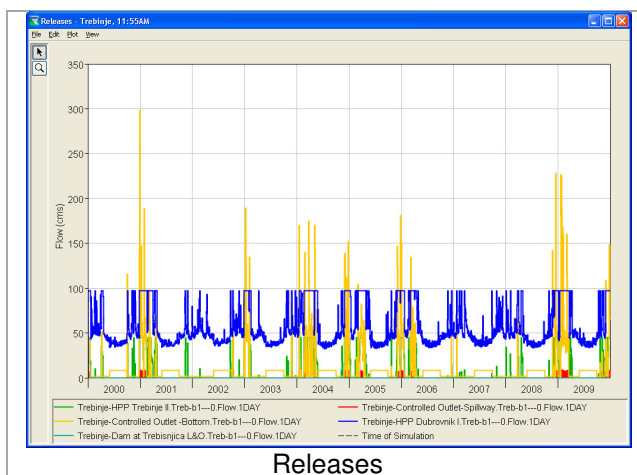
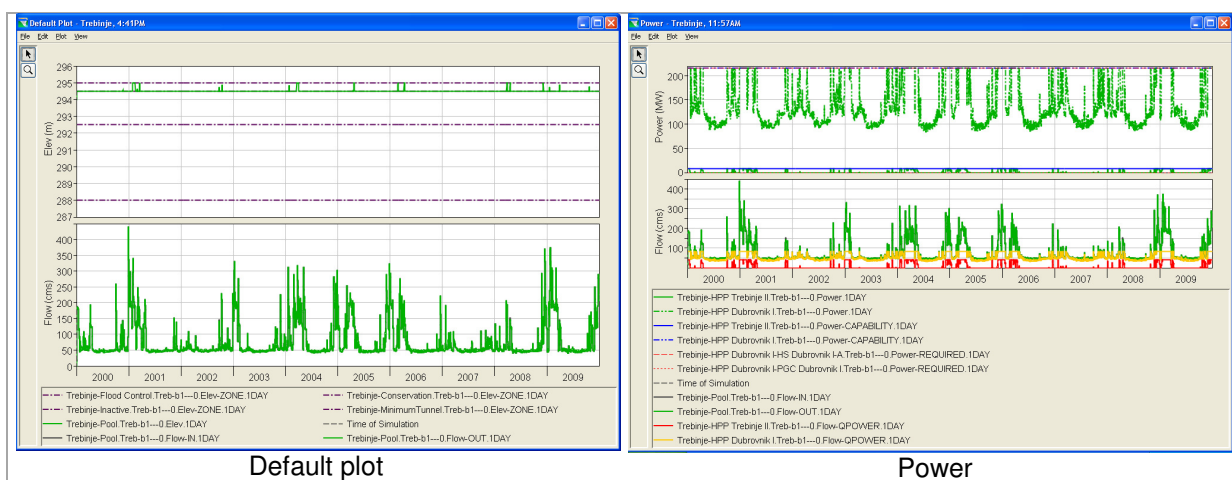


Rezultat koji se dobiva je praktički isti ako se primijeni pravilo *Schedule* HS Dubrovnik I-A.

Model, dok ima dostupnog protoka, radi da kroz turbine prolazi maksimalni kapacitet prema Dubrovniku. Ako ima viška, protok prolazi kroz turbine elektrane Trebinje II, do 45 m³/s. I ako ima preostalog protoka ispušta se kroz temeljni ispust i preliv brane Gorica.

Ekološki protok i protok za navodnjavanje ne prolazi kroz turbine.

Rezultati za Dubrovnik I i Trebinje II dobiveni kada se simulira **Alternativa B1** su sljedeći:



Prosječni rezultati za 10 simuliranih godina (2000-2009) su:

| Hidroelektrana Dubrovnik I | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 285.70 | 286.19 | 285.44 |
| Hidraulički gubici (m) | 8.81 | 8.81 | 8.81 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 3308.26 | 5184.00 | 1996.43 |
| Proizvedena energija (MW) | 140.84 | 216.00 | 83.18 |

| Hidroelektrana Dubrovnik I | Prosjek | Maximum | Minimum |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Faktor učinka | 0.65 | 1.00 | 0.39 |
| Protok kroz turbine (cms) | 58.68 | 83.93 | 32.29 |

| Hidroelektrana Trebinje II | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 20.95 | 21.44 | 20.70 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 31.74 | 192.20 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 1.32 | 8.00 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.17 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 6.98 | 41.38 | 0.00 |

Proizvedena energija na Dubrovniku I je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 2000 | 136.9 | 100.3 | 106.9 | 124.6 | 83.7 | 71.3 | 72.6 | 72.9 | 74.5 | 108.2 | 129.0 | 108.3 | 1,189.2 |
| 2001 | 160.7 | 138.2 | 159.7 | 133.2 | 86.5 | 156.8 | 143.1 | 70.6 | 75.0 | 90.2 | 112.3 | 92.2 | 1,418.5 |
| 2002 | 97.1 | 107.4 | 96.8 | 102.2 | 87.4 | 74.3 | 74.0 | 79.1 | 92.3 | 112.6 | 110.0 | 111.2 | 1,144.5 |
| 2003 | 160.7 | 116.0 | 87.5 | 100.3 | 88.5 | 66.9 | 73.0 | 72.6 | 76.7 | 110.3 | 112.9 | 110.5 | 1,175.8 |
| 2004 | 129.2 | 123.9 | 160.7 | 155.5 | 145.7 | 78.7 | 69.8 | 71.0 | 73.7 | 94.1 | 107.7 | 160.7 | 1,370.6 |
| 2005 | 117.4 | 111.4 | 155.7 | 155.5 | 132.3 | 73.7 | 69.8 | 71.7 | 77.1 | 98.6 | 103.6 | 160.7 | 1,327.7 |
| 2006 | 146.4 | 105.0 | 152.2 | 141.5 | 101.6 | 73.6 | 70.7 | 71.6 | 74.9 | 87.1 | 92.0 | 109.0 | 1,225.6 |
| 2007 | 104.0 | 112.7 | 113.0 | 96.0 | 85.1 | 72.7 | 76.5 | 74.1 | 81.1 | 98.7 | 115.9 | 108.7 | 1,138.3 |
| 2008 | 109.7 | 94.8 | 120.3 | 128.0 | 88.7 | 71.9 | 70.6 | 71.4 | 74.2 | 93.6 | 110.7 | 158.7 | 1,192.6 |
| 2009 | 139.6 | 145.2 | 145.0 | 111.0 | 89.1 | 77.5 | 73.2 | 71.6 | 73.8 | 106.6 | 122.2 | 160.7 | 1,315.4 |
| Prosjek | 130.2 | 115.5 | 129.8 | 124.8 | 98.9 | 81.7 | 79.3 | 72.7 | 77.3 | 100.0 | 111.6 | 128.1 | 1,249.8 |

Proizvedena energija na Trebinje II je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|---------------|
| 2000 | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 6.7 |
| 2001 | 5.5 | 3.9 | 4.2 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 16.9 |
| 2002 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.8 | 0.1 | 0.6 | 1.8 |
| 2003 | 5.9 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.0 | 0.0 | 8.8 |
| 2004 | 2.2 | 1.3 | 5.4 | 5.0 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 4.9 | 21.9 |
| 2005 | 1.4 | 0.7 | 4.4 | 5.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 4.8 | 16.7 |
| 2006 | 4.1 | 1.2 | 4.6 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 13.2 |
| 2007 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.6 |

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 2008 | 0.3 | 0.2 | 1.6 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 4.6 | 8.9 |
| 2009 | 3.5 | 5.2 | 4.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.3 | 5.0 | 20.5 |
| Prosjek | 2.6 | 1.5 | 2.4 | 2.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 2.1 | 11.6 |

Prosječni protok kroz turbine na elektrani Dubrovnik I je 57.38 m³/s, na Trebinje II 7.45 m³/s i kroz temeljni ispus i ispušteni 11.76 m³/s (ukupno 76.59 m³/s).

Treba uzeti u obzir da prikazane vrijednosti nisu realne zbog urađenih pojednostavljenja u podacima hidroelektrana, ali služe za usporedbu alternativa.

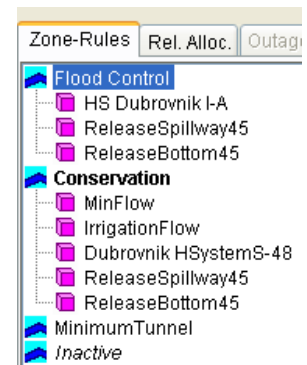
Alternativa B2

U modelu je definiran sustav akumulacija Bileća i Trebinje koje rade u tandemu.

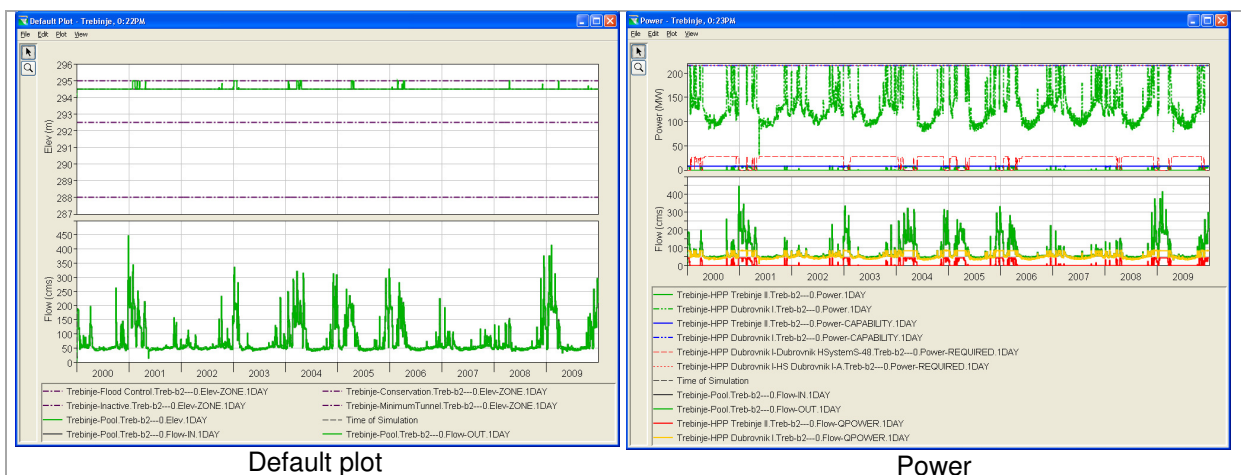
Zona Flood Control ostaje ista kao u prethodnoj alternativu.

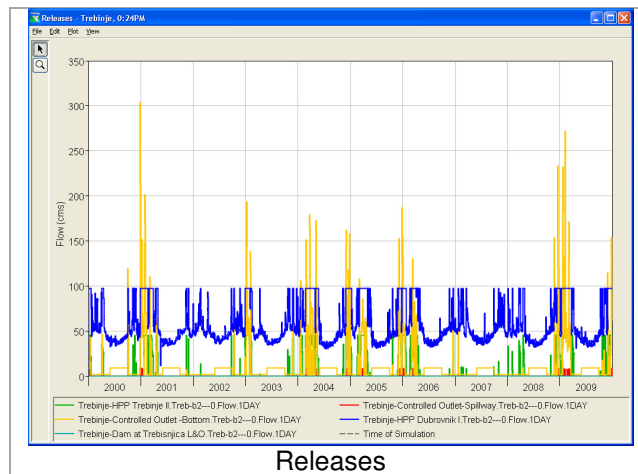
U zoni Conservation sada se primjenjuje pravilo *Hydropower-System Schedule* u kome se zahtjev HE Dubrovnik I poslužuje iz obje akumulacije Bileća i Trebinje koje rade u tandemu. Pretpostavljen je konstantni zahtjev od 48.000 MWh-mjesečno (pogledati poglavlje 1.10.1 Akumulacija Bileća i elektrana Trebinje I).

HE Trebinje I sada radi podređeno HE Dubrovnik I.



Rezultati za **Alternativu B2** su:





Prosječni rezultati dobiveni za 10 simuliranih godina (2000-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Dubrovnik I | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 285.7 | 286.88 | 280.1 |
| Hidraulički gubici (m) | 8.81 | 8.81 | 8.81 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 3391.08 | 5184.00 | 714.76 |
| Proizvedena energija (MW) | 141.30 | 216.00 | 29.78 |
| Faktor učinka | 0.65 | 1.00 | 0.14 |
| Protok kroz turbine (cms) | 54.86 | 85.53 | 11.56 |

| Hidroelektrana Trebinje II | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 20.95 | 22.33 | 15.36 |
| Hidraulički gubici (m) | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 31.67 | 192.00 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 1.32 | 8.00 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.17 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 6.99 | 41.38 | 0.00 |

Proizvedena energija na Dubrovniku I je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|---------------|
| 2000 | 136.4 | 102.0 | 106.5 | 126.0 | 79.6 | 70.2 | 71.4 | 73.9 | 80.5 | 109.7 | 130.0 | 106.6 | 1,193.0 |
| 2001 | 160.7 | 136.6 | 157.9 | 135.0 | 83.8 | 152.1 | 138.9 | 70.1 | 78.9 | 94.7 | 117.8 | 92.8 | 1,419.3 |
| 2002 | 98.1 | 113.2 | 95.7 | 102.2 | 85.2 | 75.3 | 75.4 | 83.3 | 99.8 | 113.2 | 109.4 | 107.9 | 1,158.7 |

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 2003 | 160.7 | 116.5 | 84.4 | 98.5 | 85.0 | 66.6 | 72.9 | 75.1 | 85.0 | 118.6 | 116.5 | 108.3 | 1,187.9 |
| 2004 | 128.4 | 124.4 | 160.7 | 155.5 | 144.8 | 74.8 | 65.0 | 67.4 | 73.4 | 93.1 | 107.7 | 160.7 | 1,355.9 |
| 2005 | 116.1 | 113.2 | 156.8 | 155.5 | 131.8 | 70.7 | 66.3 | 69.4 | 78.1 | 97.6 | 103.4 | 157.0 | 1,315.9 |
| 2006 | 145.1 | 106.2 | 153.1 | 139.9 | 102.3 | 71.1 | 67.8 | 70.4 | 77.8 | 90.7 | 101.1 | 115.3 | 1,240.8 |
| 2007 | 107.6 | 117.9 | 110.8 | 93.6 | 82.1 | 72.4 | 76.1 | 76.1 | 88.0 | 105.6 | 120.5 | 107.5 | 1,158.0 |
| 2008 | 107.0 | 95.3 | 118.1 | 123.1 | 84.3 | 70.0 | 68.3 | 71.1 | 78.6 | 98.9 | 116.4 | 157.7 | 1,189.0 |
| 2009 | 140.6 | 145.2 | 147.9 | 110.3 | 85.0 | 75.9 | 70.2 | 69.7 | 75.9 | 106.7 | 126.3 | 160.7 | 1,314.3 |
| Prosjek | 130.1 | 117.0 | 129.2 | 124.0 | 96.4 | 79.9 | 77.2 | 72.6 | 81.6 | 102.9 | 114.9 | 127.5 | 1,253.3 |

Proizvedena energija na Trebinje II je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 2000 | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 6.7 |
| 2001 | 5.4 | 3.9 | 4.4 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 16.8 |
| 2002 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.8 | 0.1 | 0.4 | 1.5 |
| 2003 | 5.6 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.1 | 0.0 | 8.6 |
| 2004 | 2.2 | 1.3 | 5.4 | 5.2 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 5.2 | 22.5 |
| 2005 | 1.3 | 0.5 | 4.5 | 5.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 5.0 | 16.9 |
| 2006 | 4.1 | 1.0 | 4.5 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 13.0 |
| 2007 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.7 |
| 2008 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 4.1 | 7.8 |
| 2009 | 3.6 | 5.2 | 4.2 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 1.6 | 5.1 | 21.1 |
| Prosjek | 2.5 | 1.4 | 2.4 | 2.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 2.1 | 11.6 |

Prosječni protok kroz turbine kroz Dubrovnik I je $57.53 \text{ m}^3/\text{s}$, kroz Trebinje II $7.44 \text{ m}^3/\text{s}$ i kroz temeljni ispušni i ispušteni $11.65 \text{ m}^3/\text{s}$ (ukupno $76.61 \text{ m}^3/\text{s}$).

1.10.3. Akumulacija Hutovo i elektrana Čapljina

Akumulacija Hutovo je gornja kompenzaciona akumulacija elektrane Čapljina. Nalazi se na kraju kanala Trebišnjice i Popovog polja. Dužina kanala Trebišnjice od početka (nalazi se 5,6 km nizvodno od brane Gorica) do gornje kompenzacione akumulacije je $\approx 61,9$ km.

Gornja kompenzaciona akumulacija prima vode iz svog vlastitog sliva nizvodno od brane Gorica kao i ispuštenu vodu navedene brane.

Na raspolaganju su krivulje akumulacije H/V od kote 222 (0.021 hm^3) do kote 232 (7.28 hm^3). Karakteristične razine akumulacije su:

- Maksimalna razina: 231.5 m.n.m. (7.23 hm^3)
- Razina normalnog uspora: 230 m.n.m. ($5,54 \text{ hm}^3$)
- Minimalni radna razina hidroelektrane: 224 m.n.m. (0.764 hm^3)

U *Operation set* akumulacija je podijeljena na tri područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 231.5 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica postavljena na 230 m.n.m.
- 3) *Inactive*: Minimalna radna razina akumulacije, 224 m.n.m. (minimalna radna kota za HE Čapljina).

Akumulaciji je dodijeljena virtualna brana čija je maksimalna kota 232 m.n.m. i virtualni preljev sa fiksnim otvorom. Na shemi modela koristila se i virtualna dionica rijeke između brane i donje kompenzacione akumulacije Svitava, kroz koju teku protoci koji će se moći ispuštati preko preljeva. Stvarnost nije takva, nego prekoračeni dotoci koji ne mogu proći kroz turbine elektrane Čapljina uzrokovat će poplave na krajnjem dijelu Popovog polja, koji može eventualno pohraniti nekoliko desetina hm^3 , ali krivulje H/V u prirodnom stanju nisu dostupne.

Na virtualnom preljevu sa fiksnim otvorom primjenjen je sljedeći kapacitet:

| Razina (m.n.m.) | Izlazni protok (m^3/s) |
|-----------------|--|
| 230.0 | 0 |
| 231.5 | 500 |

HE Čapljina

To je reverzibilna elektrana (crpno-akumulacijska reverzibilna hidroelektrana). U podzemnoj strojarnici nalaze se dva reverzibilna generatora Francis, sa instaliranom snagom od 220 MW (2x110), i nominalnim protokom od 225 m³/s (2x112.5).

Kota donje vode elektrane je 3 m.n.m. (Elevation point of tailwater is 3 m a.s.l.)

Maksimalni bruto pad je 228.5 m, prosječni 224 m i minimalni 221 m.

Učinkovitost: Pretpostavljena je konstantna = 92%.

Hidraulički gubici: Pretpostavljeni su konstantni = 6.72 m (3% prosječnog pada, 224x0.03)

Na sljedećoj slici sažete su ove karakteristike:

| | HE Trebinje II |
|---|-----------------------|
| Maksimalni izmjereni kapacitet = protok (m ³ /s) | 225 m ³ /s |
| Instalirani kapacitet (MW) | 220 MW |
| Učinkovitost (konstantna) (%) | 92% |
| Hidraulički gubici: 3% prosječnog bruto pada (m) | 6.72 m |
| Kota donje vode pri Qi / Tailwater | 3 m.n.m. |

(*) Pretpostavlja se da elektrana ne troši vodu (*Constant Station Use = 0 m³/s*)

U crpnom režimu elektrana ima instaliran protok od 2x85 m³/s (170 m³/s), sa snagom od 210 MW. Ali se nije simulirala kao reverzibilna elektrana.

Pravila upravljanja

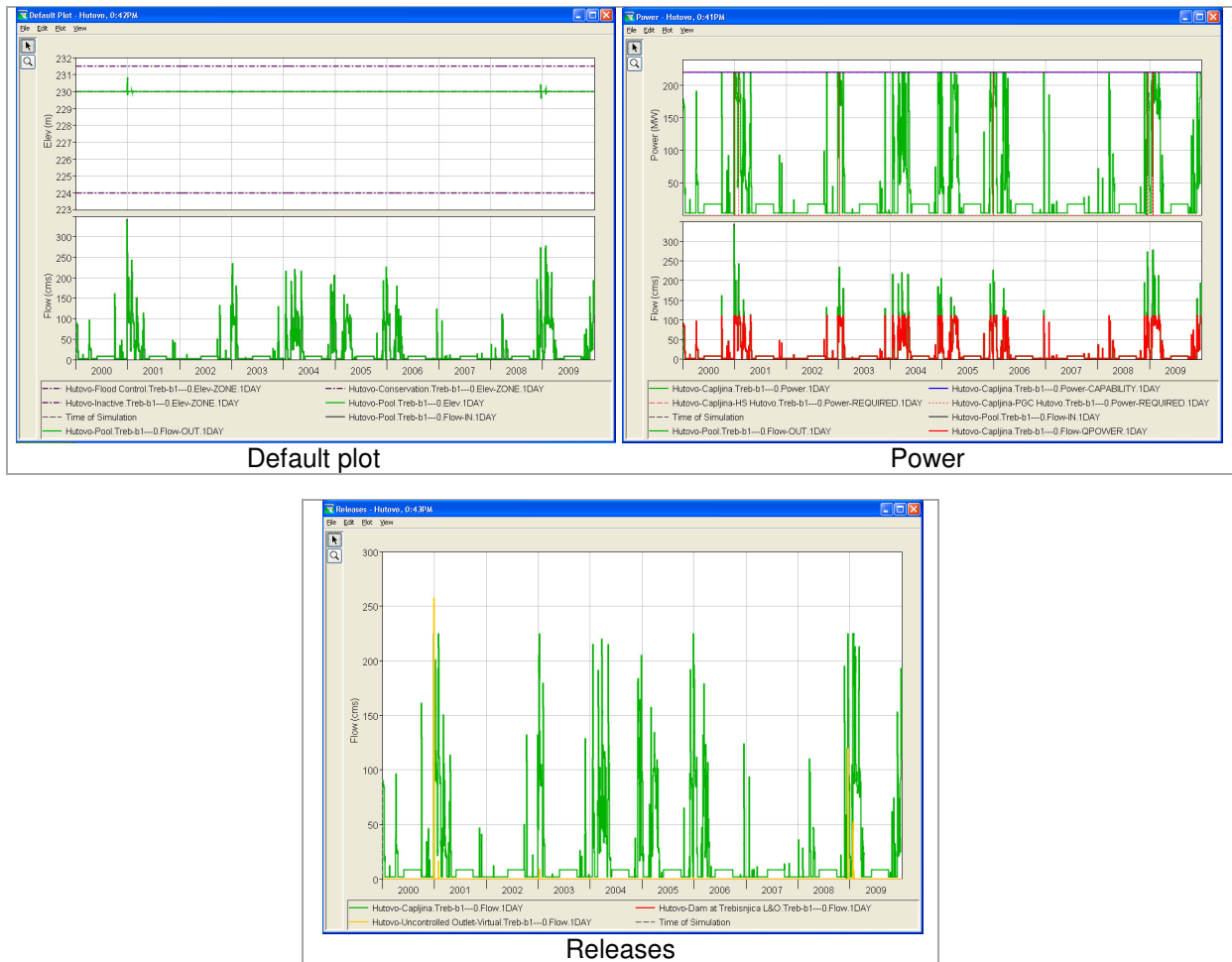
U području *Flood Control* akumulacije primjenjuje se pravilo *Schedule* koje zahtijeva da kroz turbine prolazi maksimalni kapacitet (proizvodnja od 163.680 MWh/mjesečno -220x24x31-).

U području *Conservation* primjenjuje se pravilo *Power Guide Curve* koje zahtijeva da kroz turbine prolazi 100% kapaciteta ovisno od dostupnosti vode u akumulaciji, prateći krivulju upravljanja.

Budući da je zapremina akumulacije 7,23 hm³ (za kotu 231.5 m.n.m), kada se pojave poplave u gornjem toku Trebišnjice, akumulacija nema kapacitet da absorbira zapremine vode koje dolaze od brane Gorica, i protok iznad 225 m³/s se ispušta kroz virtualni preljev

Ako bi se upotpunila krivulja akumulacije H/V sa vrijednostima zapremine na kraju Popovog polja u prirodnom stanju (koje vjerojatno omogućuje pohranjivanje nekoliko desetina hm³, iako je poplavljeno krajnje područje Popovog polja) dobilo bi se najpribližnije ponašanje modela stvarnosti.

Rezultati kada se simulira **Alternativa B1** su:



Prosječni rezultati za 10 simuliranih godina (2000-2009) su sljedeći:

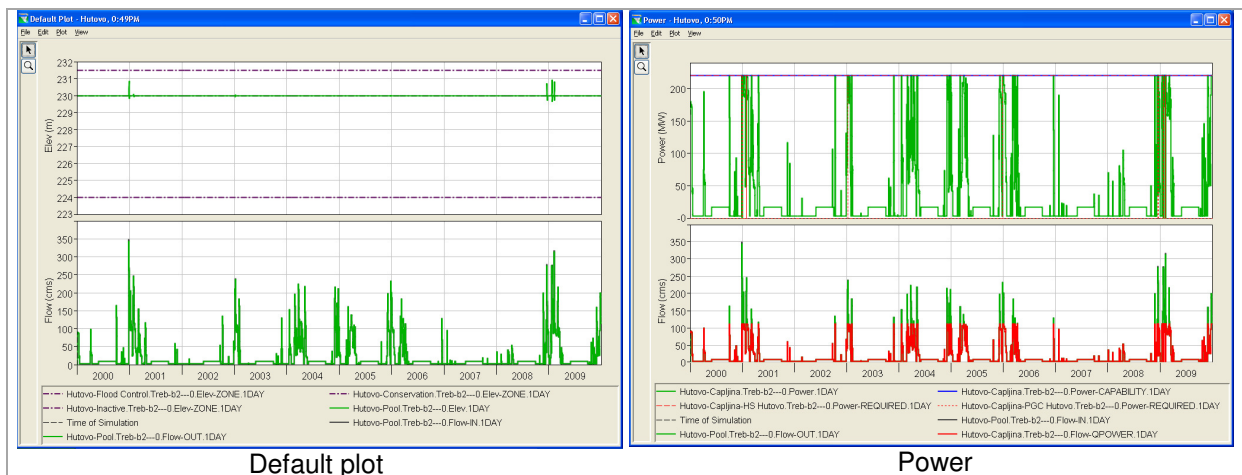
| Hidroelektrana Čapljina | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 220.28 | 221.05 | 220.06 |
| Hidraulički gubici (m) | 6.72 | 6.72 | 6.72 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 817.02 | 5280.00 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 34.04 | 220.00 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.15 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 17.14 | 110.88 | 0.00 |

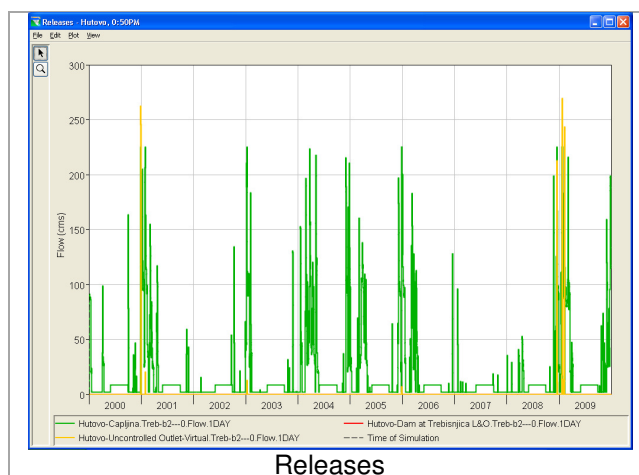
Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|
| 2000 | 52.2 | 3.0 | 2.7 | 23.4 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 18.5 | 10.3 | 18.1 | 180.9 |
| 2001 | 136.5 | 79.2 | 74.8 | 44.4 | 2.7 | 15.0 | 25.0 | 12.7 | 12.3 | 2.7 | 9.6 | 2.7 | 417.6 |
| 2002 | 2.7 | 2.9 | 2.7 | 2.6 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 15.1 | 20.9 | 3.6 | 14.7 | 105.5 |
| 2003 | 131.9 | 29.6 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 3.9 | 21.6 | 2.9 | 248.0 |
| 2004 | 44.5 | 31.2 | 107.9 | 82.0 | 64.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 2.7 | 5.5 | 116.8 | 505.2 |
| 2005 | 26.4 | 11.4 | 92.7 | 96.9 | 3.6 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 5.7 | 3.2 | 109.6 | 399.6 |
| 2006 | 94.4 | 15.8 | 109.2 | 40.3 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 2.7 | 2.7 | 13.0 | 330.9 |
| 2007 | 9.1 | 3.3 | 3.1 | 2.6 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.5 | 2.7 | 3.2 | 2.7 | 79.7 |
| 2008 | 5.6 | 4.1 | 34.3 | 21.4 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 3.6 | 14.1 | 97.1 | 233.0 |
| 2009 | 84.8 | 126.8 | 89.8 | 12.2 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 8.4 | 18.7 | 104.1 | 497.6 |
| Prosjek | 58.8 | 30.7 | 52.0 | 32.9 | 9.0 | 12.6 | 13.9 | 12.7 | 12.6 | 7.2 | 9.2 | 48.2 | 299.8 |

Prosječni protok kroz turbine Čapljine je 18.94 m³/s i ispuštanje kroz virtualni preljev 0.27 m³/s (ukupno 19.21 m³/s).

Rezultati kada se simulira **Alternativa B2** su:





Prosječni rezultati za 10 simuliranih godina (2000-2009) su sljedeći:

| Hidroelektrana Čapljina | Prosjek | Maximum | Minimum |
|---|---------|---------|---------|
| Učinkovitost proizvodnje | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Neto pad (m) | 220.28 | 221.07 | 220.10 |
| Hidraulički gubici (m) | 6.72 | 6.72 | 6.72 |
| Energija proizvedena po vremenskom koraku (MWh) | 802.27 | 5280.00 | 0.00 |
| Proizvedena energija (MW) | 33.43 | 220.00 | 0.00 |
| Faktor učinka | 0.15 | 1.00 | 0.00 |
| Protok kroz turbine (cms) | 16.83 | 110.86 | 0.00 |

Proizvedena energija je:

| GWh | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Godina |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|
| 2000 | 52.7 | 2.5 | 2.7 | 23.7 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 18.6 | 10.6 | 18.1 | 181.6 |
| 2001 | 134.5 | 77.2 | 75.4 | 43.3 | 2.7 | 15.0 | 25.0 | 12.7 | 12.3 | 2.7 | 10.4 | 2.7 | 413.9 |
| 2002 | 2.7 | 3.1 | 2.7 | 2.6 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 14.4 | 20.3 | 3.5 | 10.0 | 99.8 |
| 2003 | 119.7 | 29.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 4.1 | 22.2 | 2.8 | 236.6 |
| 2004 | 37.1 | 32.0 | 105.6 | 81.0 | 63.8 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 2.7 | 5.4 | 125.7 | 503.4 |
| 2005 | 24.6 | 9.2 | 93.0 | 95.3 | 3.6 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 5.7 | 3.1 | 117.4 | 402.0 |
| 2006 | 94.2 | 14.0 | 107.9 | 40.9 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 2.7 | 3.0 | 13.5 | 328.8 |
| 2007 | 9.2 | 3.7 | 3.1 | 2.6 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.9 | 2.7 | 3.4 | 2.7 | 80.7 |
| 2008 | 5.5 | 4.2 | 14.1 | 21.3 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 3.8 | 14.2 | 85.9 | 201.7 |
| 2009 | 79.3 | 121.4 | 93.3 | 12.8 | 2.7 | 12.3 | 12.7 | 12.7 | 12.3 | 8.0 | 23.1 | 105.0 | 495.5 |
| Prosjek | 55.9 | 29.7 | 50.0 | 32.6 | 8.9 | 12.6 | 13.9 | 12.7 | 12.6 | 7.1 | 9.9 | 48.4 | 294.4 |

Prosječni protok kroz turbine Čapljine je 18.61 m³/s i ispuštanja kroz virtualni preliv 0.48 m³/s (ukupno 19.09 m³/s).

1.10.4. Akumulacija Svitava

To je donja kompenzaciona akumulacija elektrane Čapljina.

Dostupne su krivulje akumulacije H/V od kote 1.0 (1.82 hm³) do kote 5.8 (44.0 hm³). Uobičajene razine akumulacija su sljedeće:

- Maksimalna razina vode 5.6 m.n.m (41.6 hm³)
- Zimi ponekad dostigne 5.0 m.n.m. (35,1 hm³)
- Kota ljeti: 3.5 m.n.m (19.5 hm³)

U *Operation set* akumulacija se podijelila u 3 područja:

- 1) *Flood control*: Čija je gornja granica 5.6 m.n.m.
- 2) *Conservation*: Čija je gornja granica je pretpostavljena kao promjenljiva.
- 3) *Inactive*: Pretpostavila se kota 3.0 m.n.m.

Da bi se akumulacija približila uobičajenim granicama, gornja granica područja *Conservation* ili "krivulja upravljanja" je postavljena na sljedećim vrijednostima:

| Početak razdoblja | Maksimalna granica (m.n.m.) |
|-------------------|-----------------------------|
| 01Siječanj | 5.0 |
| 01Veljača | 5.0 |
| 01Ožujak | 4.0 |
| 01Travanj | 4.0 |
| 01Svibanj | 3.5 |
| 01Lipanj | 3.5 |
| 01Srpanj | 3.5 |
| 01Kolovoz | 3.5 |
| 01Rujan | 3.5 |
| 01Listopad | 4.0 |
| 01Studen | 4.0 |
| 01Prosinac | 5.0 |
| 31Prosinac | 5.0 |

Da bi akumulacija mogla pratiti krivulju upravljanja potrebno je da raspolaže sa organima ispuštanja.

Akumulaciji je dodana virtualna brana čija je maksimalna kota 5.6 m.n.m., sa virtualnim preljevom fiksnog otvora i virtualnim temeljnim ispustom. Ispuštena voda se usmjerava u rijeku Krupa.

Na virtualnom preljevu sa fiksnim otvorom primijenio se sljedeći kapacitet:

| Razina (m.n.m.) | Izlazni protok (m ³ /s) |
|-----------------|------------------------------------|
| 5.6 | 0 |
| 5.7 | 500 |

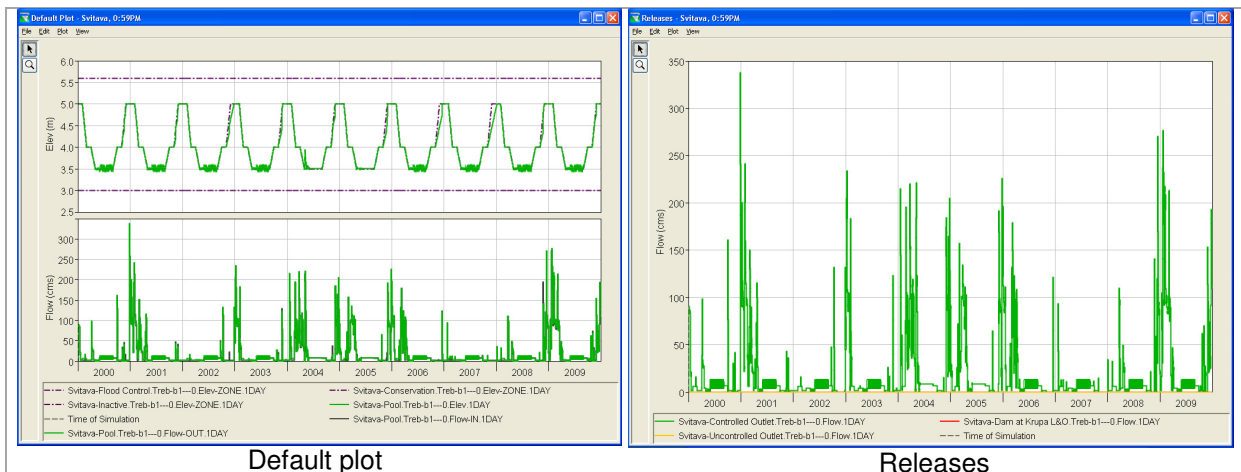
Na preljevu, virtualnom temeljnom ispustu primijenio se sljedeći kapacitet:

| Razina (m.n.m.) | Max. kapacitet (m ³ /s) |
|-----------------|------------------------------------|
| 3.5 | 0 |
| 4.0 | 400 |
| 4.5 | 450 |
| 5.0 | 500 |
| 5.5 | 550 |

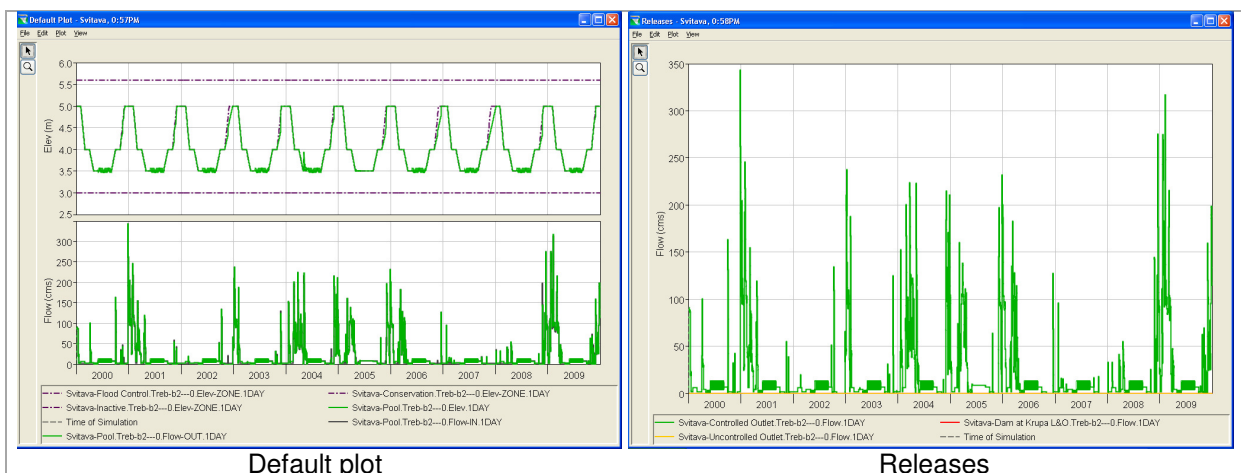
Pravila upravljanja

Nijedno. Akumulacija prati krivulju upravljanja navedenu u području *Conservation*.

Rezultati kada se simulira **Alternativa B1** su:



Rezultati kada se simulira **Alternativa B2** su:



1.11. Zaključci

U nastavku su ukratko navedeni glavni zaključci koji su se dobili za sustave eksploatacije Neretve i Trebišnjice.

Sustav Neretve

Obavljene simulacije pokazuju da, iako je korisna zapremine (466 hm^3) akumulacije Rama mala u usporedbi sa prosječnim godišnjim prilivom ($32, 3 \text{ m}^3/\text{s} = 1.017,8 \text{ hm}^3/\text{god}$), HE Rama ne može raditi sa fiksnim mjesečnim rasporedom, već mora prilagoditi svoju proizvodnju dostupnosti rezerve vode. Optimalna proizvodnja sa hidrauličkog stajališta bi se postigla održavanjem razine vode što bliže mjesečnim maksimalnim ograničenjima koja su definirana u Vodnim dozvolama. Ali u mjesecima sa visokim prilivima treba pratiti prognoze poplavnih valova kako bi se izbjegla nepotrebna ispuštanja kroz temeljni ispust, jer je kapacitet turbina ograničen na $64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Isto se dešava sa akumulacijom Jablanica, iako na jedan izraženiji način. Njena korisna zapremina je 288 hm^3 i godišnji prosječni priliv je $109, 2 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3.441,7 \text{ hm}^3/\text{god}$). Nominalni protok HE Jablanica je $180 \text{ m}^3/\text{s}$. Općenito, promatrajući vrijednosti nizova dotoka (pogledati dokument "Upravljanje u sustavima u uvjetima malih voda"), HE Jablanica radit će u zimskim mjesecima, najveći dio vremena sa faktorom učinkovitosti blizu 100%, odnosno, kao bazna elektrana. Međutim u ljetnim mjesecima, obično od lipnja do listopada, akumulacija djeluje kao regulator i elektrana će optimizirati svoj rad vršnim satima.

S druge strane, hidraulička optimizacija sustava Rama-Jablanica dobit će se nastojanjem da HE Rama radi podređena HE Jablanica, odnosno, pokušavajući da se spriječe gdje je moguće prilivi iz Rame u Jablanica kada je spomenuta akumulacija puna i kada su ulazi vode iz sliva Neretve isti ili veći od $180 \text{ m}^3/\text{s}$, da bi se izbjegla neproduktivna ispuštanja kroz branu Jablanica.

Akumulacije Grabovica, Salakovac i Mostar imaju mali kapacitet u usporedbi sa prosječnim godišnjim prilivima. Radi se o akumulacijama sa dnevnom regulacijom. Hidroelektrane su radom podređene HE Jablanica. Imaju nominalni kapacitet dosta veći od HE Jablanica koji im omogućuje iskorištavanje protoka koji se generiraju nizvodno od brane Jablanica. Prosječne vrijednosti navedenih protoka su: Grabovica $130,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ($4.097,6 \text{ hm}^3/\text{god}$), Salakovac $175,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5.540,4 \text{ hm}^3/\text{god}$) i Mostar $193,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($6.099,8 \text{ hm}^3/\text{god}$), odnosno, 19,0%, 61,0% i 77,2% pojedinačno veći od protoka slivova od Neretve do Jablanica+Rama.

Mostarsko blato i Peć Mlini su dvije hidroelektrane sa sličnim karakteristikama u smislu da uzimaju vodu iz akumulacija nastalih u njihovim poljima. Njihovi nominalni protoci su $40 \text{ m}^3/\text{s}$ i $30 \text{ m}^3/\text{s}$ pojedinačno. Iako akumulacije mogu pohraniti veliku zapreminu u zimskim mjesecima, optimalni rad se postiže da kroz turbine prolazi zimi najveći dio dostupne zapremine vode, nastojeći da razine vode

ne budu previše visoke s ciljem da se izbjegnu gubici koji se mogu pojaviti zbog filtracija, ponora i isparavanja. U mjesecima bližim ljetu, u kojima su prilivi vode manji optimum proizvodnje se postiže radom tubina u vršnim satima.

Sustav Trebišnjice

Od postojećih hidroelektrana u sustavu ona koja dobija najveću hidroenergetsku proizvodnju po metru kubnom vode kroz turbine je HE Dubrovnik I. Prema tome, hidraulička optimiziranje sustava se postiže osiguravajući korištenje do maksimuma navedene hidroelektrane. Eksploatacija akumulacije Bileća je vrlo kompleksna, jer za optimiziranje korištenja vode treba uzeti u obzir da se generiraju međudotoci u podslivu između Grančareva i Gorice i da akumulacija Trebinje ima dnevnu regulaciju.

Prosječni prilivi u akumulaciju Bileća (1956-2013) su 66,0 m³/s (2.077,5 hm³/god) i generirani nizvodno od brane Grančarevo ulazni u akumulaciju Trebinje (1966-2005) su 12,9 m³/s (406,5 hm³/god). Kod upravljanja treba uzeti u obzir također visoke vrijednosti protoka koji se mogu generirati tijekom poplava u ovom posljednjem podslivu, koji se ne mogu izravnati u akumulaciji Trebinje zbog njenog malog kapaciteta.

Predstavljene su dvije hipotetičke alternative. U jednoj od njih (B1) u prostoru za optimalno energetske korištenje akumulacije Bileća (Bijela¹ zona, ispod plave zone) zahtijeva se proizvodnja HE Trebinje I. Ovaj zahtjev se programira ovisno od krivulje opterećenja sustava. U ovom slučaju razmatrao se fiksni mjesečni zahtjev (to nije realna eksploatacija ali služi za usporedbu alternativa). HE Dubrovnik I radi podređena HE Trebinje I, odnosno, koristi vodu iz HE Trebinje I, plus međudotok generiran nizvodno od brane Grančarevo.

U drugoj alternativni (B2) simulirane su dvije akumulacije Bileća-Trebinje s tandem radom kako bi poslužile HE Dubrovnik I, tako da je sada HE Trebinje I radom podređena HE Dubrovnik I. Ovo je logičniji način rada jer je nominalni protok ove posljednje hidroelektrane manji od nominalnog protoka HE Trebinje I.

Kao što je navedeno, nastojali su se dobiti načini rada koji prate, unutar mogućnosti modela, optimiziranje sa hidrauličke točke gledišta a ne ekonomske. Iako je točno da se u konačnom donošenju odluka treba uzeti u razmatranje također ekonomski aspekt.

¹ Vidi shemu "Preporučene kote akumulacije Bileća sa stajališta odbrane od poplava po mjesecima tijekom godine" u "Planu upravljanja Trebinje "I, u dokumentu "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda".

Stoga, približavanje optimalnom načinu rada je sljedeće:

- Kada se razina vode u akumulaciji Bileća nalazi u zoni za optimalno energetske korištenje akumulacije (bijela zona) treba nastojati koristiti do maksimuma HE Dubrovnik I.
- Treba pokušati da voda ne ide kroz turbine HE Trebinje II niti ispuštati vodu kroz organe ispuštanja brane Gorica (osim za postojeća korištenja nizvodno, kao minimalni prihvatljivi protok i navodnjavanje).
- Voda bi se mogla izvesti kroz HE Trebinje II prema kanalu Trebišnjice, s ciljem da bude iskorištena na HE Čapljina, u slučaju da se tako definira poslovni i financijski dogovor između poduzeća.
- HE Trebinje I treba raditi podređena prethodnim uvjetima.
- Upravljanje na prelasku u zonu poplava treba provoditi kao što je definirano u Planu upravljanja Trebinje I (pogledati također ispravljeni dokument "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda).

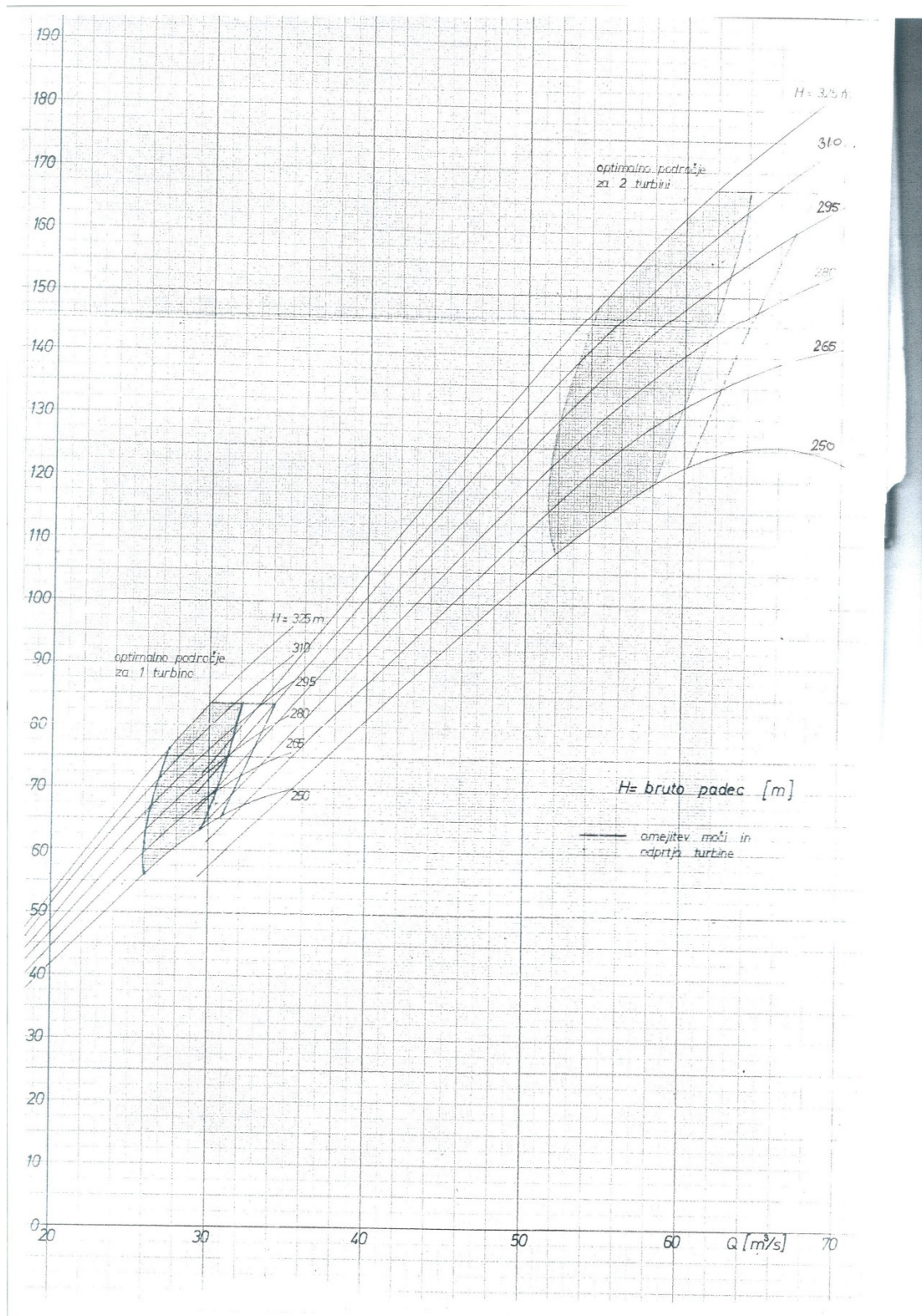
Treba se podsjetiti također, kako u sustavu Neretve tako i u sustavu Trebišnjice, neki fizički parametri hidroelektrana su procijenjeni ili su uvršteni u model ResSim na pojednostavljen način, tako da navedene proizvodnje mogu varirati u odnosu na stvarne proizvodnje. Ali navedeni rezultati omogućuju usporedbu alternativa.

Radeći sa dnevnim serijama, nisu se razmatrali rasporedi proizvodnje unutar dana. Niti su se razmatrali tjedni rasporedi proizvodnje (gdje se razlikuje proizvodnja elektrane radnim danom i vikendom).

ANEKS 1

KRIVULJE PROIZVODNJE HIDROELEKTRANE RAMA

Aneks 1. Krivulje protoka (Q) – Proizvodnja (MW) hidroelektrane Rama



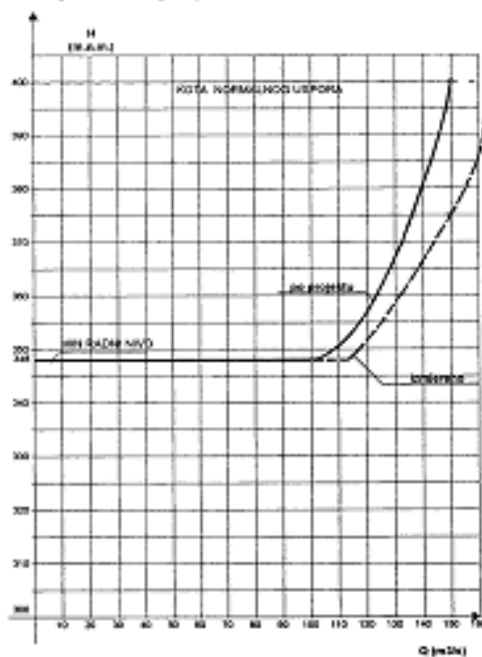
ANEKS 2

KRIVULJE KOTA – PROTOK TURBINA HIDROLEKTRANE TREBINJE I

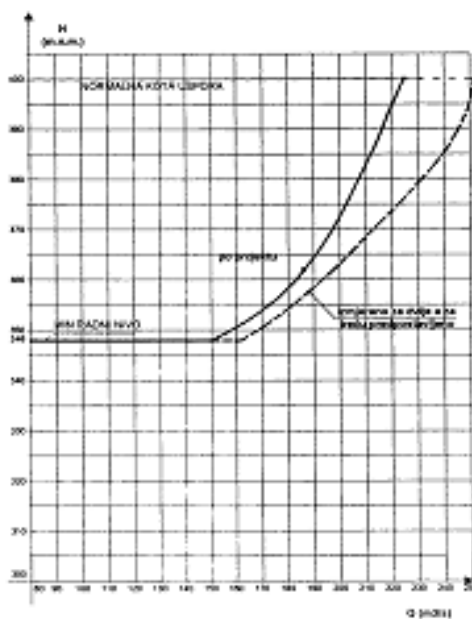
Aneks 2. Krivulje kota/protok turbina hidroelektrane Trebinje I

(Izvor: Aneks 7 Plana upravljanja i Pogonsko uputstvo Pogona HE "Trebinje I" – Trebinje, novembar 2011)

PRILOG 7 – List 1. Krive proticaja kroz agregate HET I



Kriva proticaja kroz turbine, spregnuti rad 1+2 turbina



Kriva proticaja kroz turbine, spregnuti rad 1+2+3 turbina

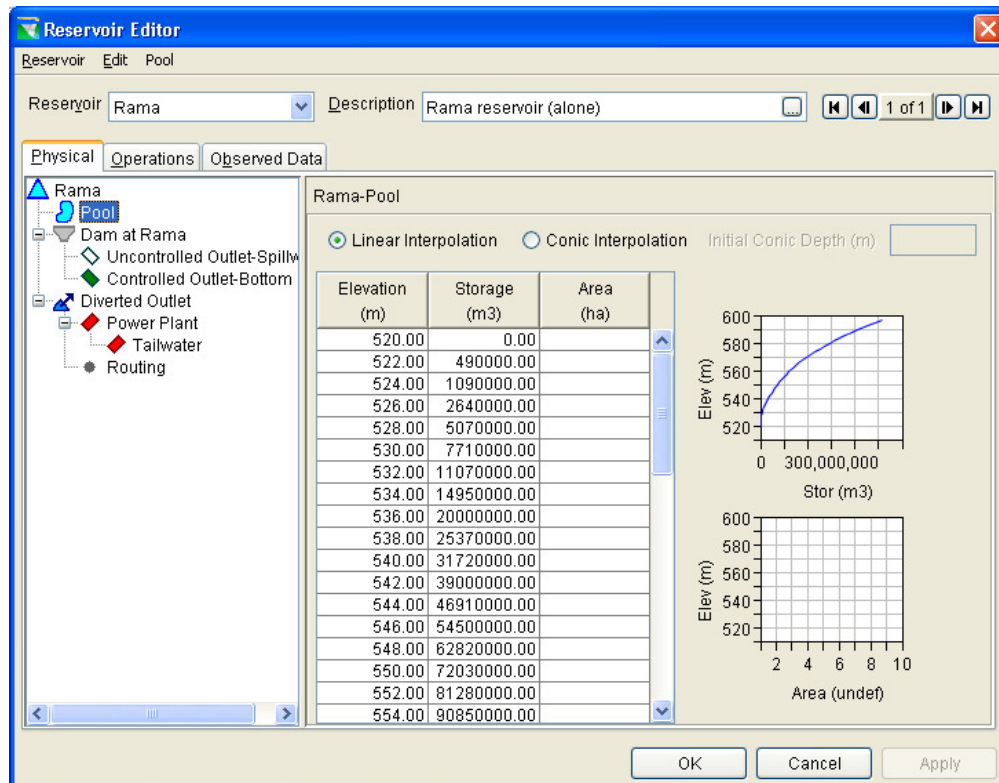
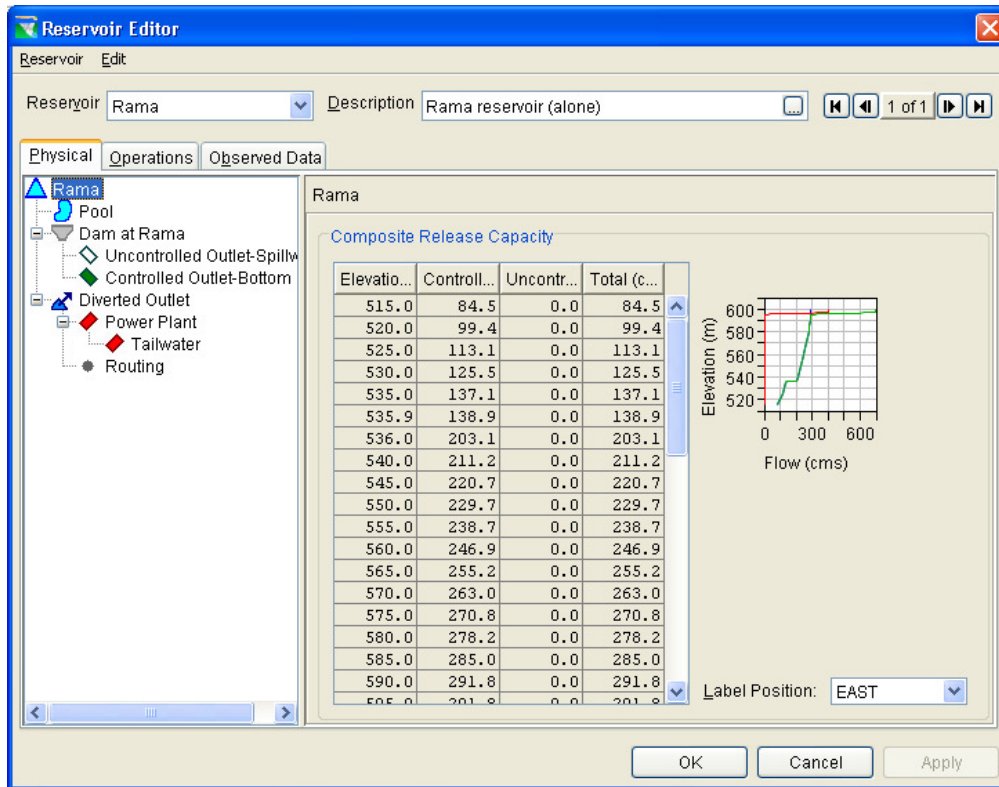
ANEKS 3

ULAZ PODATAKA U MODEL HEC-RESSIM

Sadržetak

| | | |
|-----|-------------------------------------|-----|
| 1. | HE Rama..... | 1 |
| 2. | HE Mostarsko blato | 13 |
| 3. | HE Peć Mlini | 21 |
| 4. | HE Jablanica | 31 |
| 5. | HE Grabovica | 48 |
| 6. | HE Salakovac | 58 |
| 7. | HE Mostar..... | 68 |
| 8. | HE Trebinje I..... | 78 |
| 9. | HE Dubrovnik i HE Trebinje II | 110 |
| 10. | HE Čapljina..... | 125 |
| 11. | Svitava bazen | 134 |

1. HE Rama



Reservoir Editor

Reservoir: Rama | Description: Rama reservoir (alone)

Physical | Operations | Observed Data

Rama-Dam at Rama

Elevation at top of dam (m): 596.8
 Length at top of dam (m): 230.0

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrol... (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 515.0 | 84.5 | 0.0 | 84.5 |
| 520.0 | 99.4 | 0.0 | 99.4 |
| 525.0 | 113.1 | 0.0 | 113.1 |
| 530.0 | 125.5 | 0.0 | 125.5 |
| 535.0 | 137.1 | 0.0 | 137.1 |
| 540.0 | 147.2 | 0.0 | 147.2 |
| 545.0 | 156.7 | 0.0 | 156.7 |
| 550.0 | 165.7 | 0.0 | 165.7 |
| 555.0 | 174.7 | 0.0 | 174.7 |
| 560.0 | 182.9 | 0.0 | 182.9 |
| 565.0 | 191.2 | 0.0 | 191.2 |
| 570.0 | 199.0 | 0.0 | 199.0 |
| 575.0 | 206.8 | 0.0 | 206.8 |
| 580.0 | 214.2 | 0.0 | 214.2 |

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Rama | Description: Rama reservoir (alone)

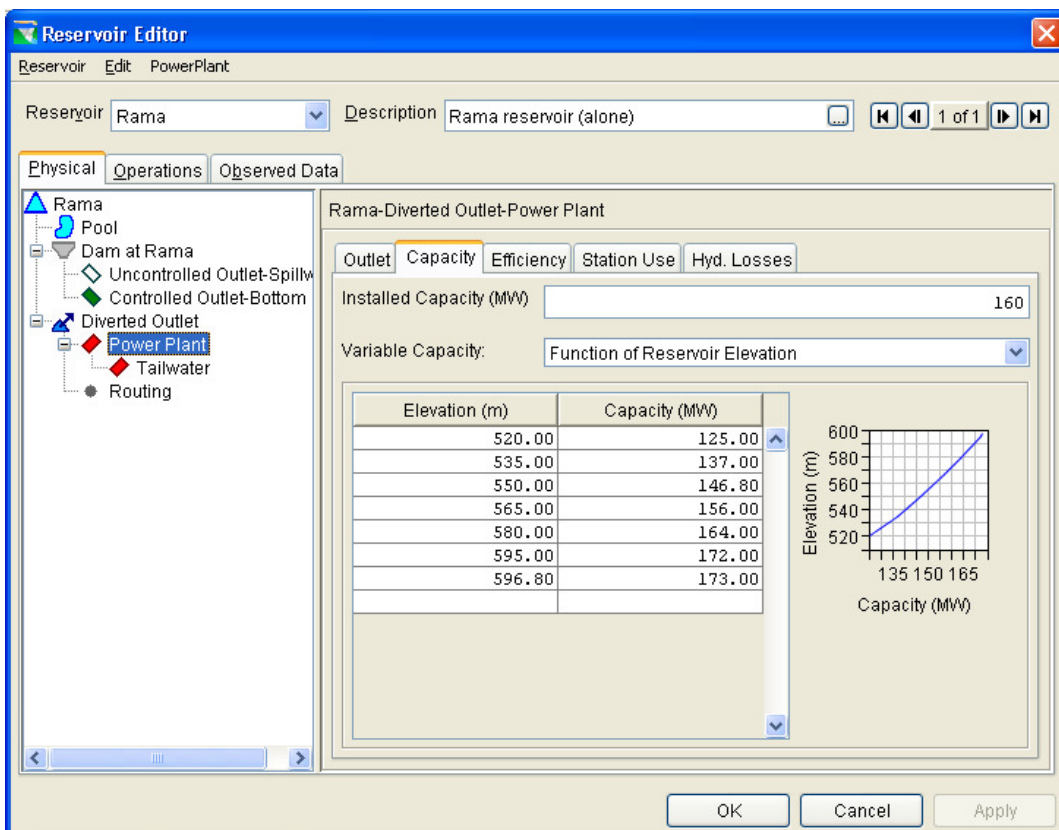
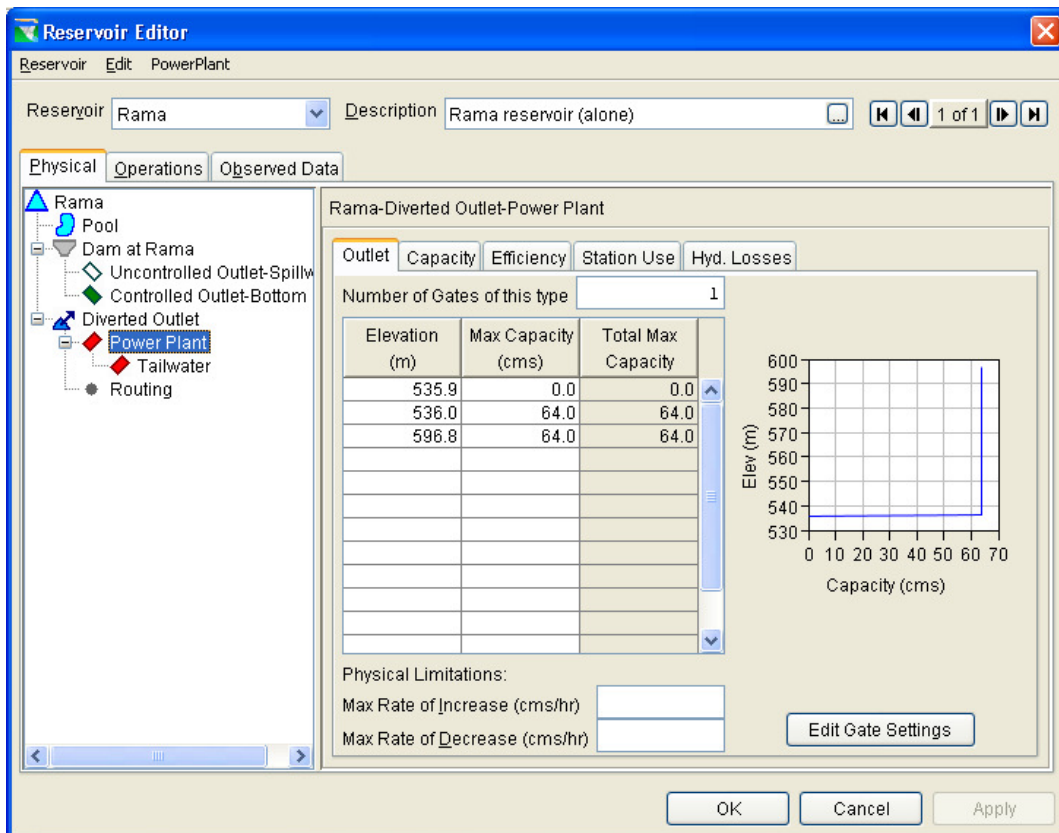
Physical | Operations | Observed Data

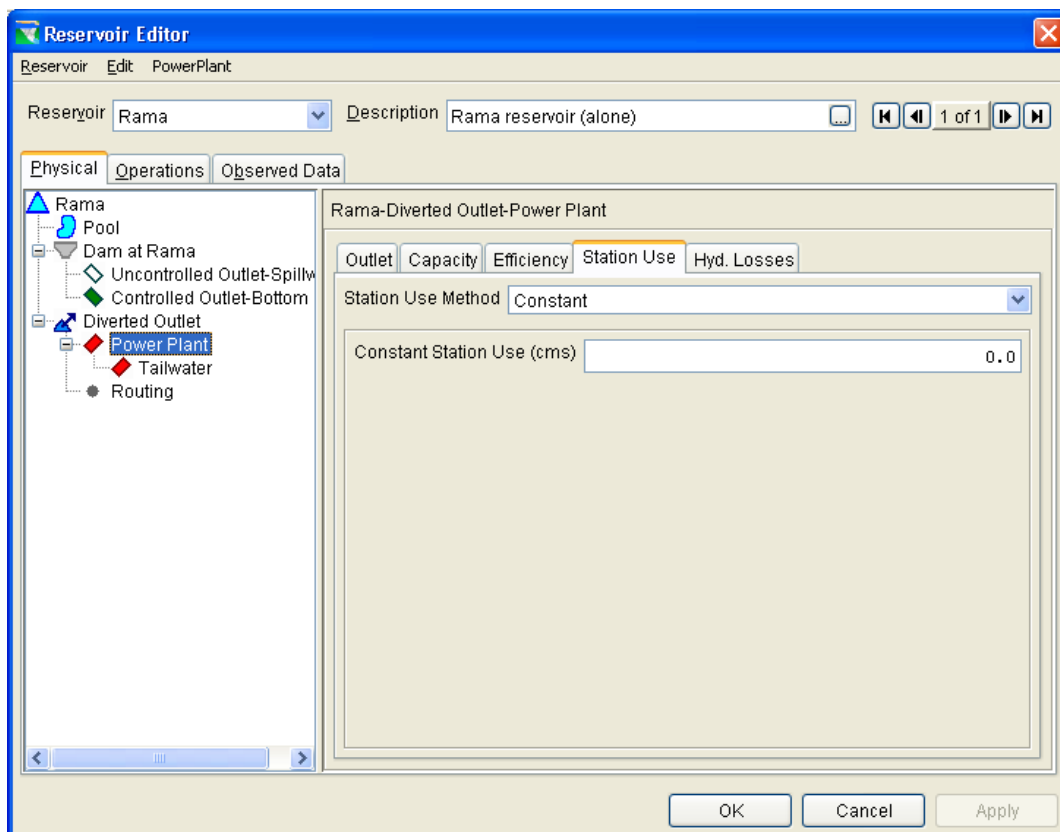
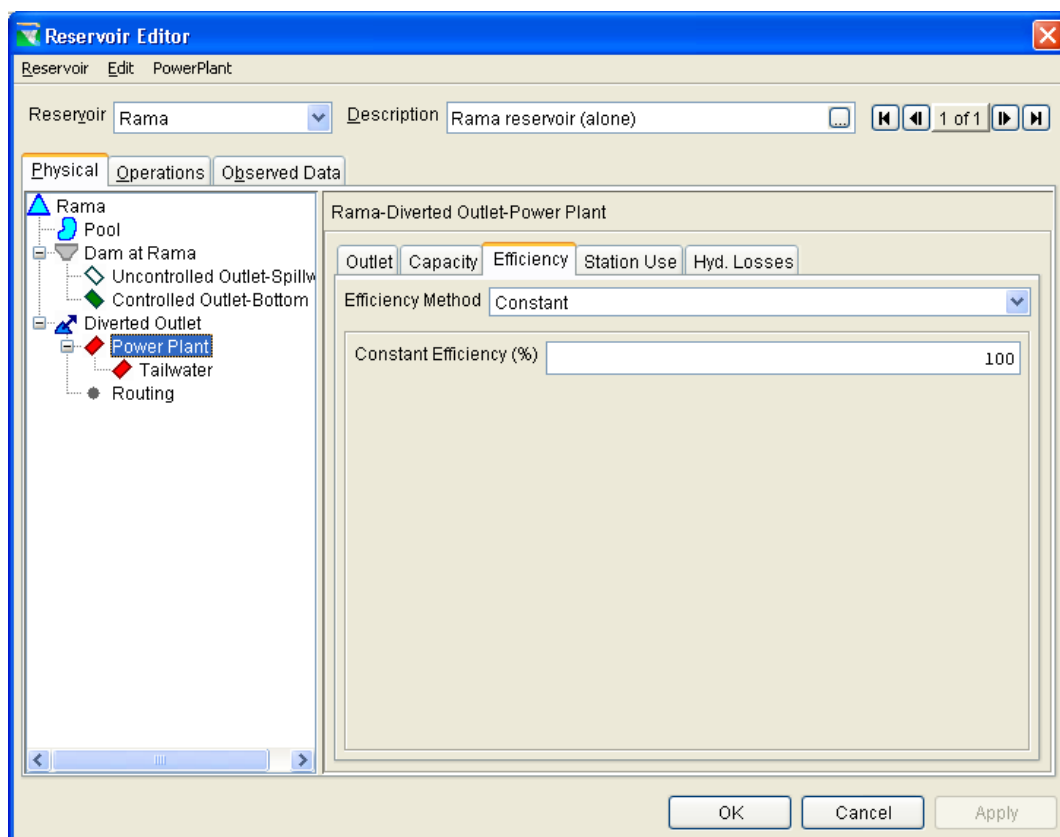
Rama-Dam at Rama-Uncontrolled Outlet-Spillway

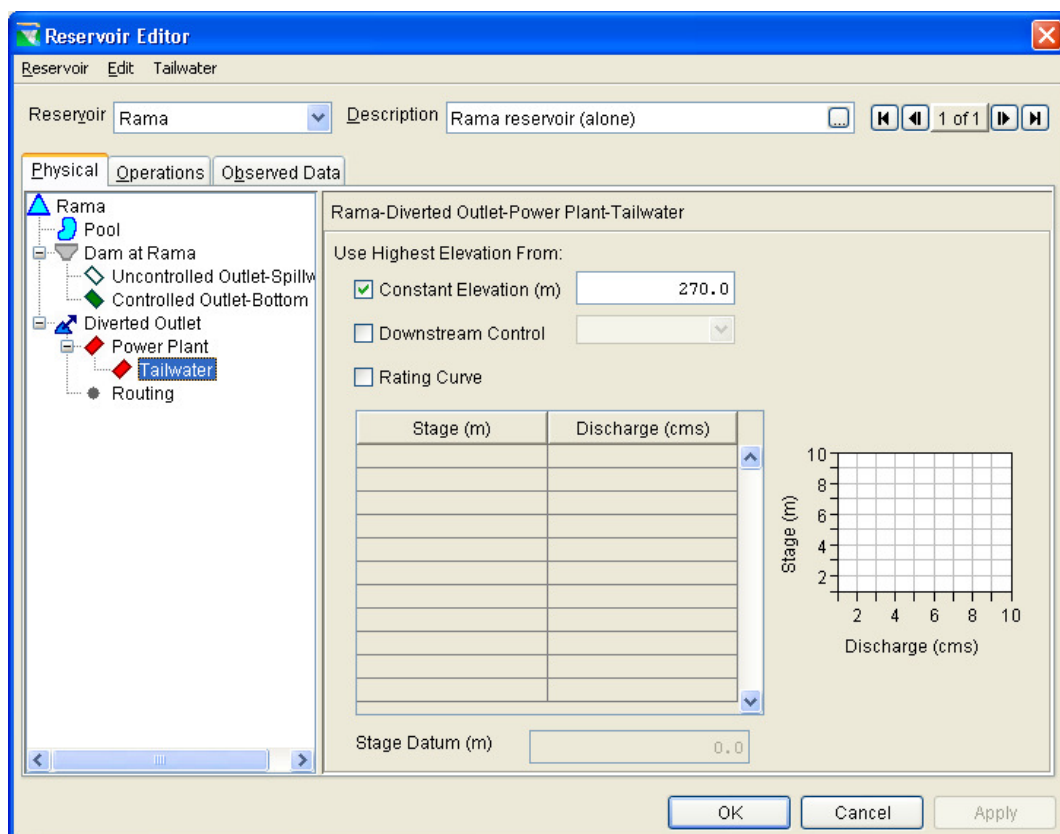
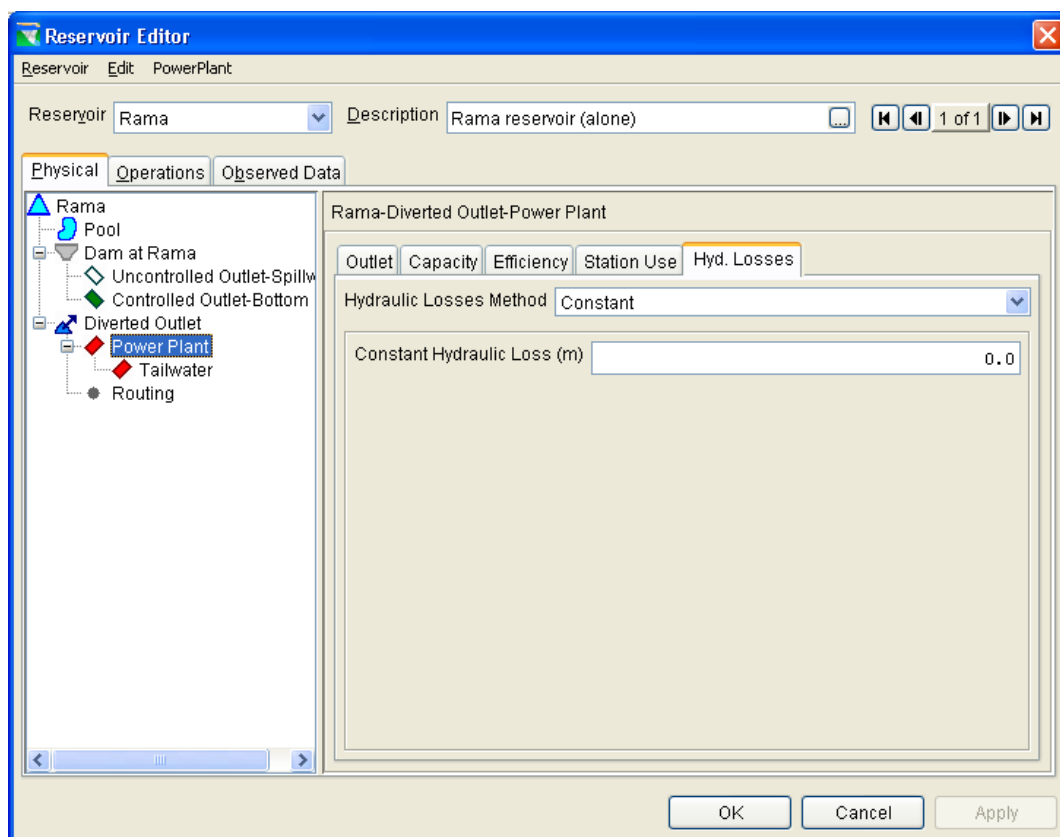
Outlet Elevation (m): 595.0
 Weir Coef.: 2.1
 Length (m): 77.0
 Elevation vs. Outflow

| Elevation (m) | Outflow (cms) |
|---------------|---------------|
| 595.0 | 0.0 |
| 595.2 | 12.0 |
| 595.3 | 23.0 |
| 595.4 | 38.0 |
| 595.5 | 53.0 |
| 595.6 | 70.0 |
| 595.7 | 90.0 |
| 595.8 | 111.86 |
| 595.9 | 134.32 |
| 596.0 | 158.39 |
| 596.1 | 184.02 |
| 596.2 | 211.17 |
| 596.3 | 239.78 |
| 596.4 | 269.8 |

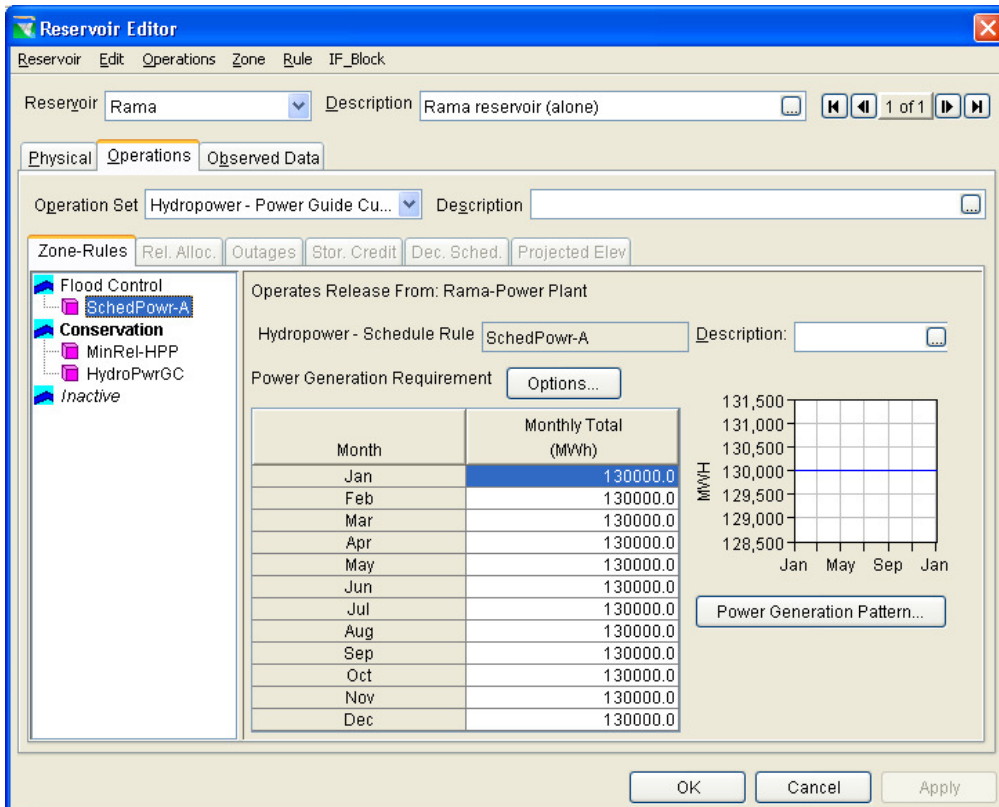
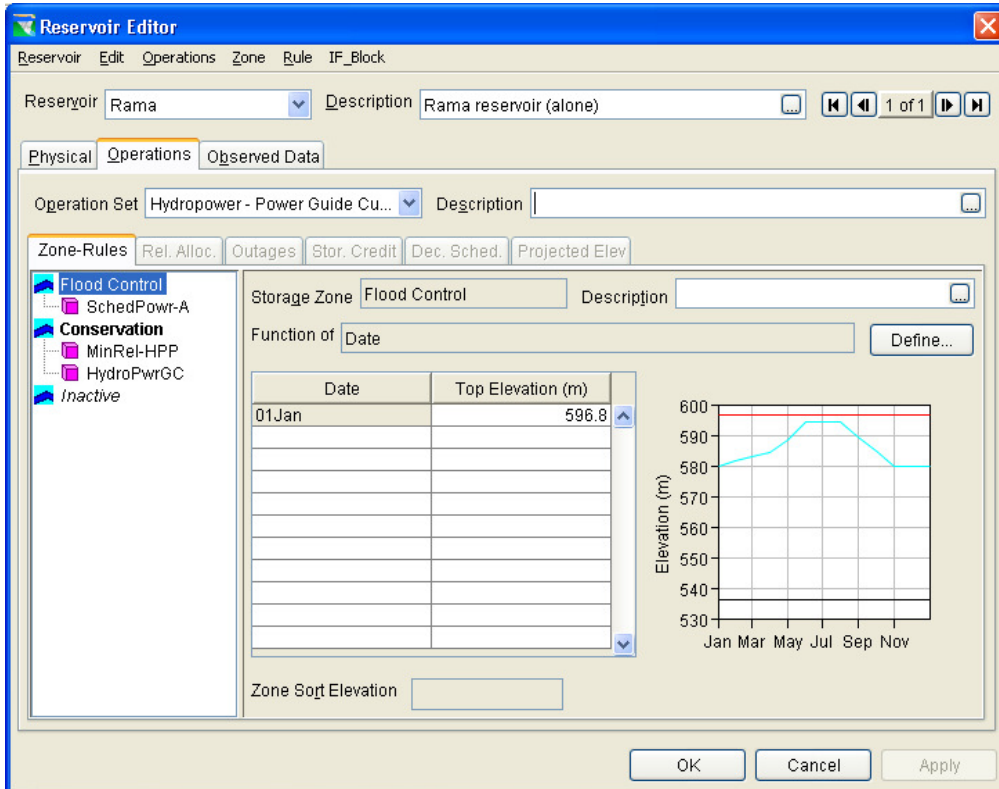
OK Cancel Apply

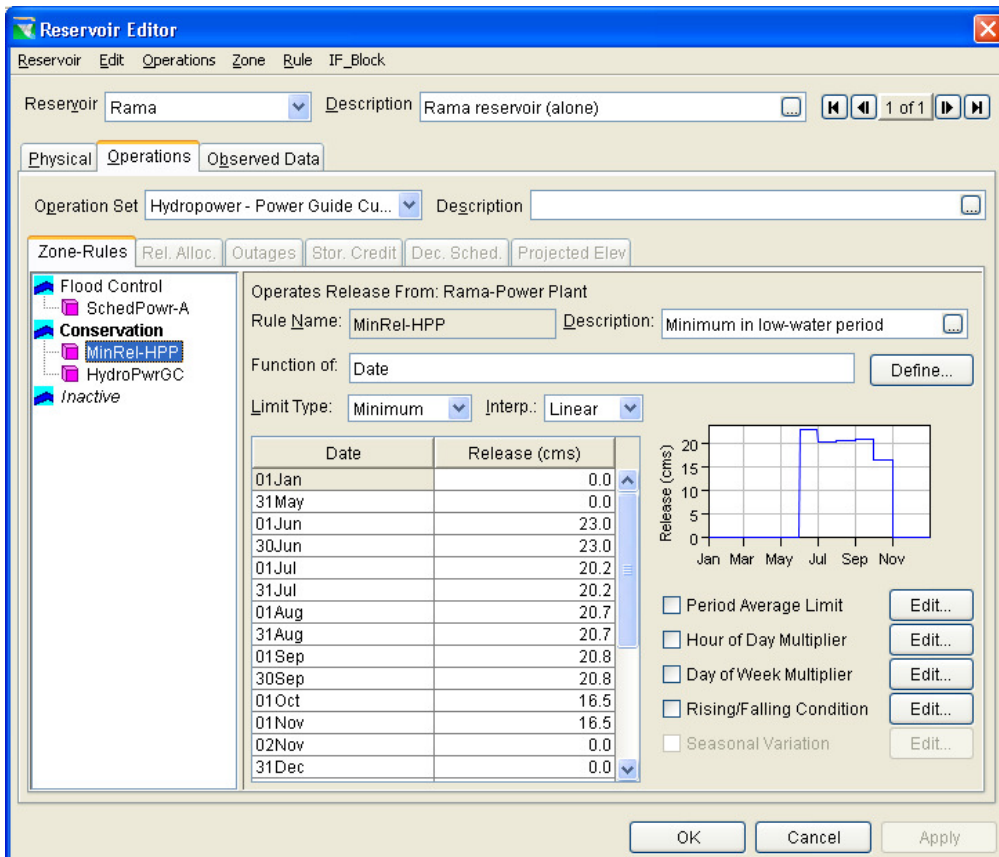
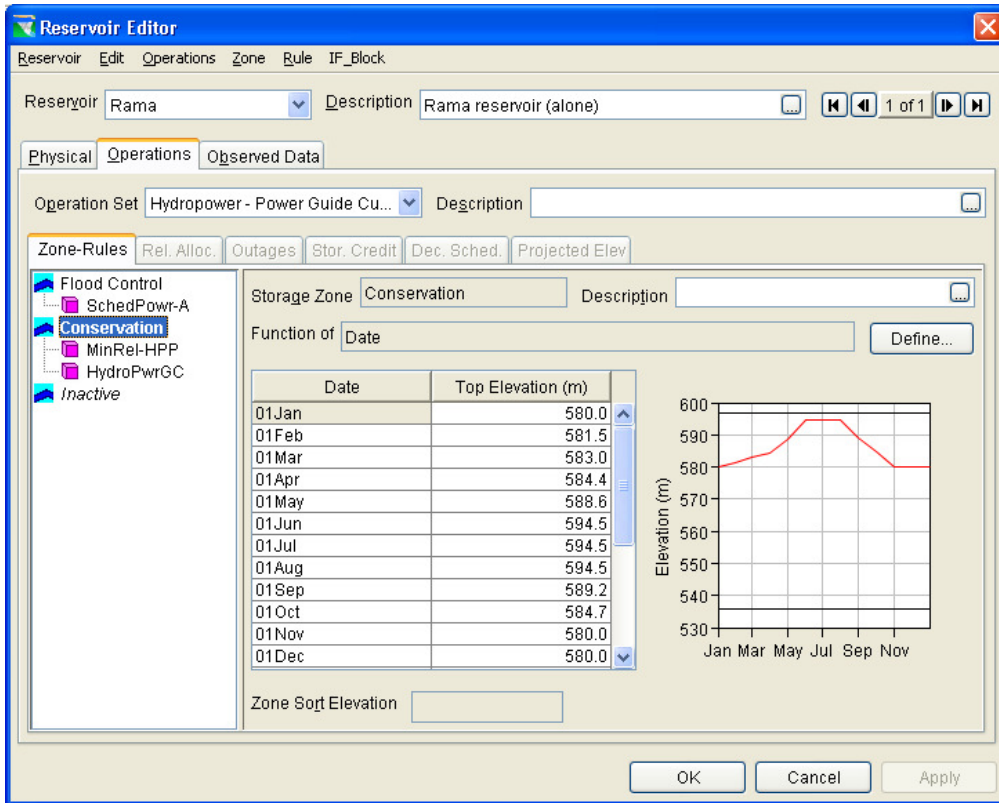


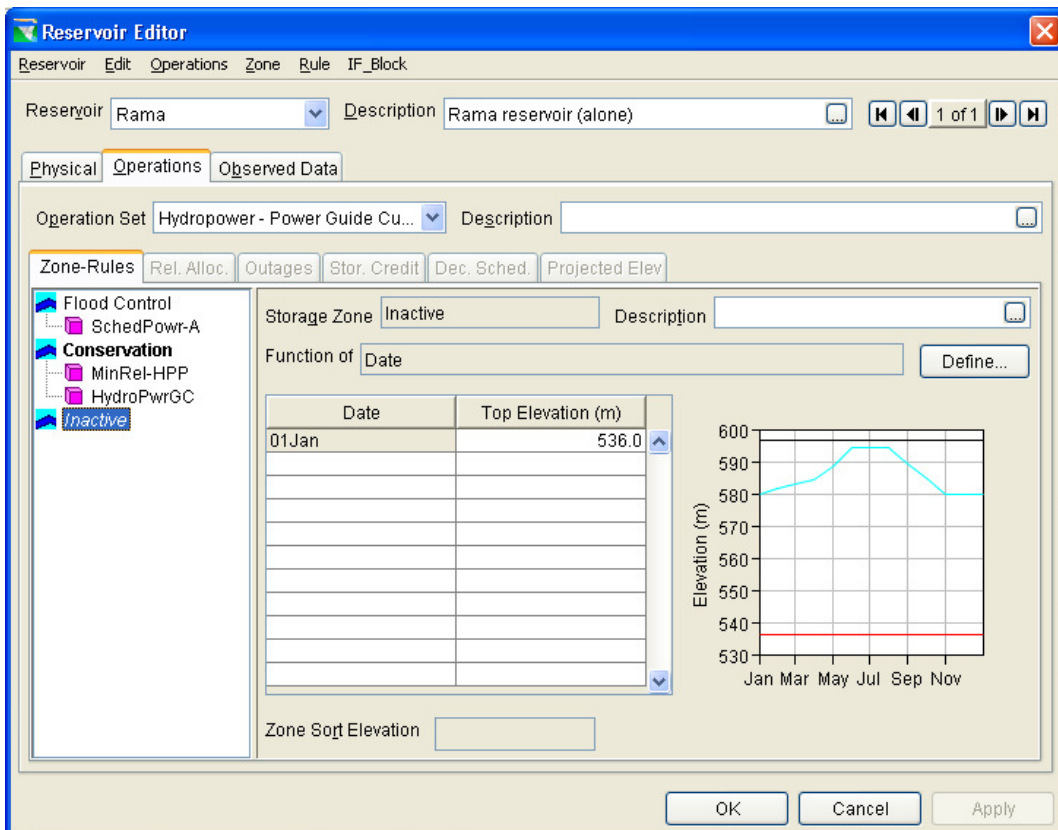
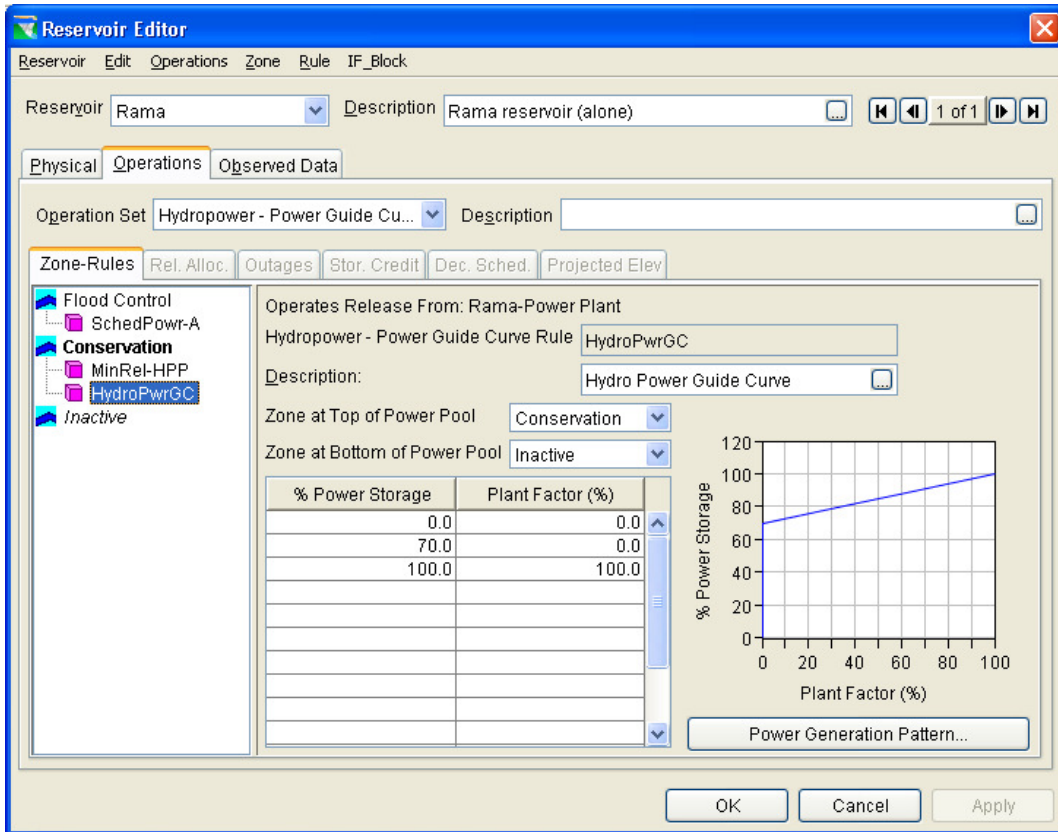




Hydroenergija - krivulja upravljanja energijom / Hydropower - Power Guide Curve (Alternativa A)







Hydroenergetski raspored / Hydropower Schedule (Alternativa B)

Samo su prikazani ispisi sadržaja na ekranu (print screen) različiti od krivulje upravljanja energijom.

Reservoir Editor

Reservoir: Rama Description: Rama reservoir (alone)

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule Description:

Zone-Rules Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Zone-Rules:

- Flood Control
- SchedPowr-A
- Conservation
 - MinRel-HPP
 - SchedPowr-B
- Inactive

Operates Release From: Rama-Power Plant

Hydropower - Schedule Rule: SchedPowr-B Description:

Power Generation Requirement Options...

| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 100000.0 |
| Feb | 100000.0 |
| Mar | 80000.0 |
| Apr | 55000.0 |
| May | 30000.0 |
| Jun | 0.0 |
| Jul | 0.0 |
| Aug | 0.0 |
| Sep | 0.0 |
| Oct | 0.0 |
| Nov | 30000.0 |
| Dec | 80000.0 |

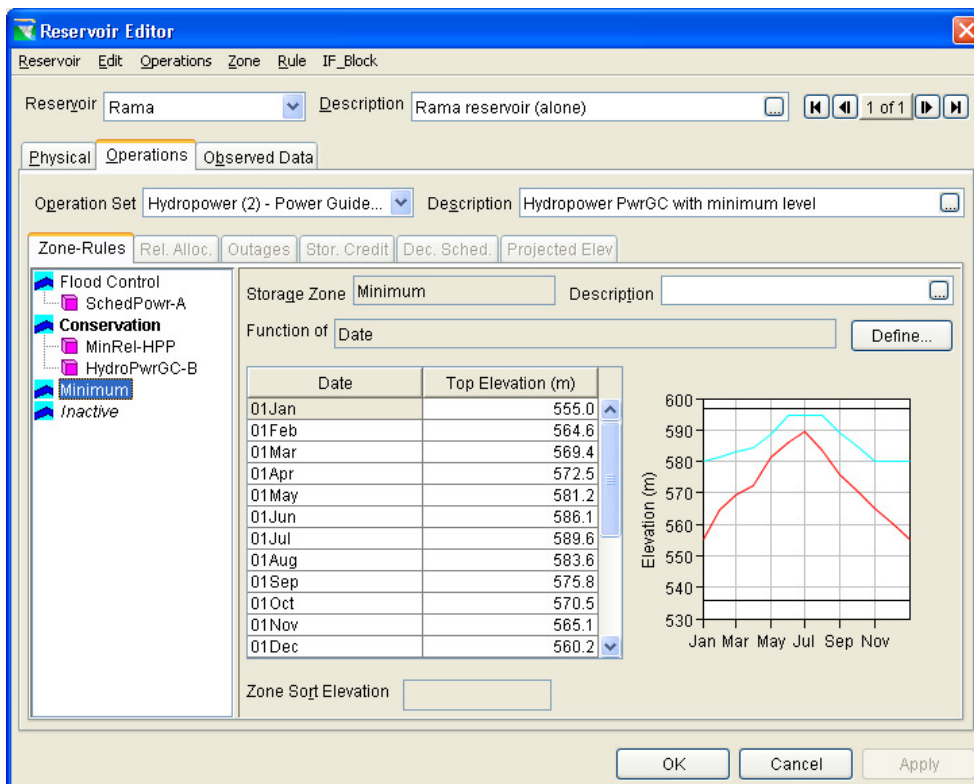
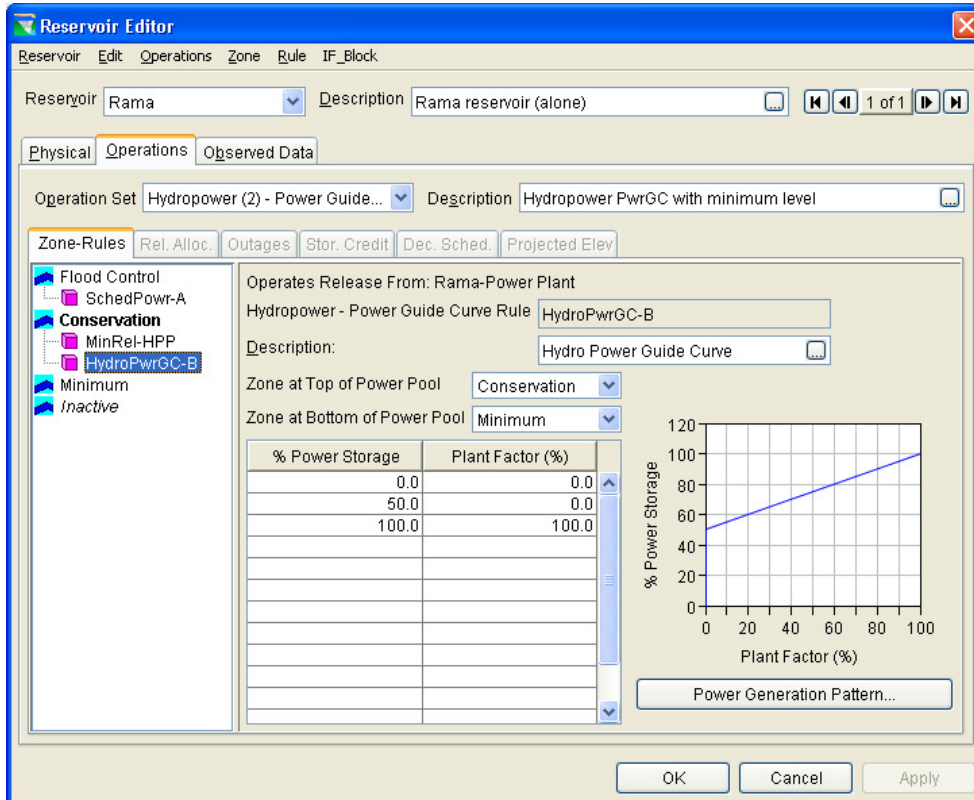
MWH

Jan May Sep Jan

Power Generation Pattern...

OK Cancel Apply

Hidroenergija (2) - krivulja upravljanja energijom / Hidropower (2) - Power Guide Curve (Alternativa C)



Hidroenergija (3) - krivulja upravljanja energijom / Hydropower (3) - Power Guide Curve (Alternativa D)

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window with the 'Operations' tab selected. The 'Operation Set' is 'Hydropower (3) - PGC+MaxRel...'. The 'Zone-Rules' list on the left includes 'Flood Control', 'Conservation', and 'Minimum'. The 'MaxRelease' rule is selected, and its configuration is shown in the main area.

Operates Release From: Rama

Rule Name: MaxRelease

Function of: Date

Limit Type: Maximum

Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 64.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

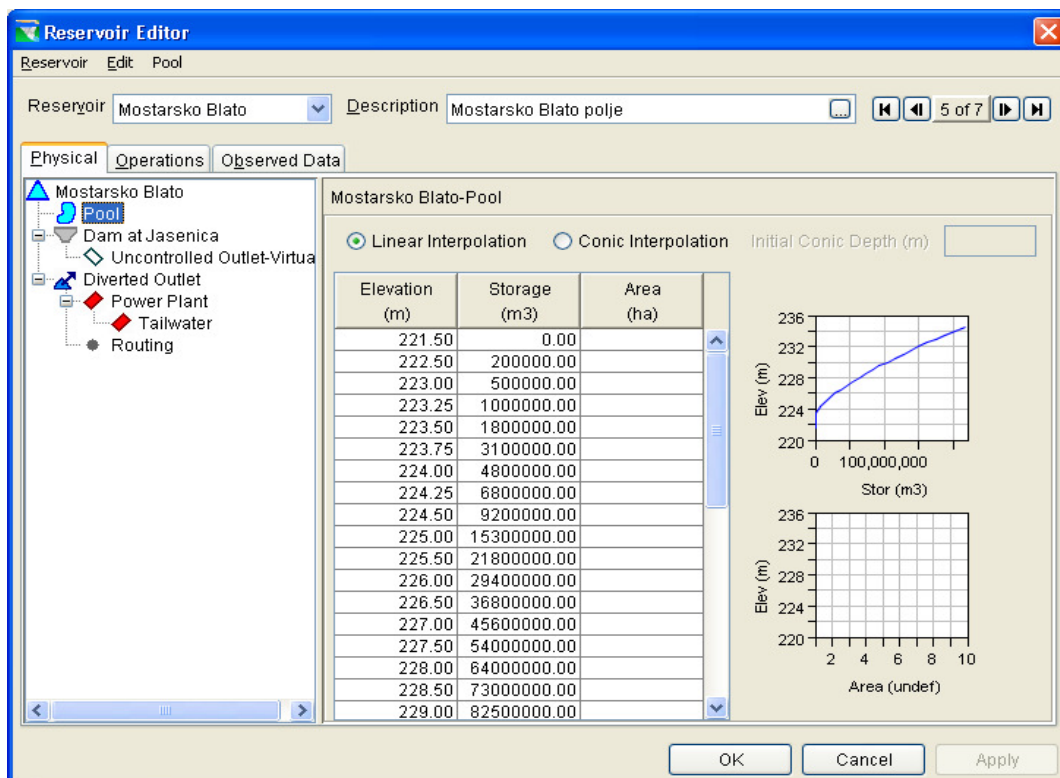
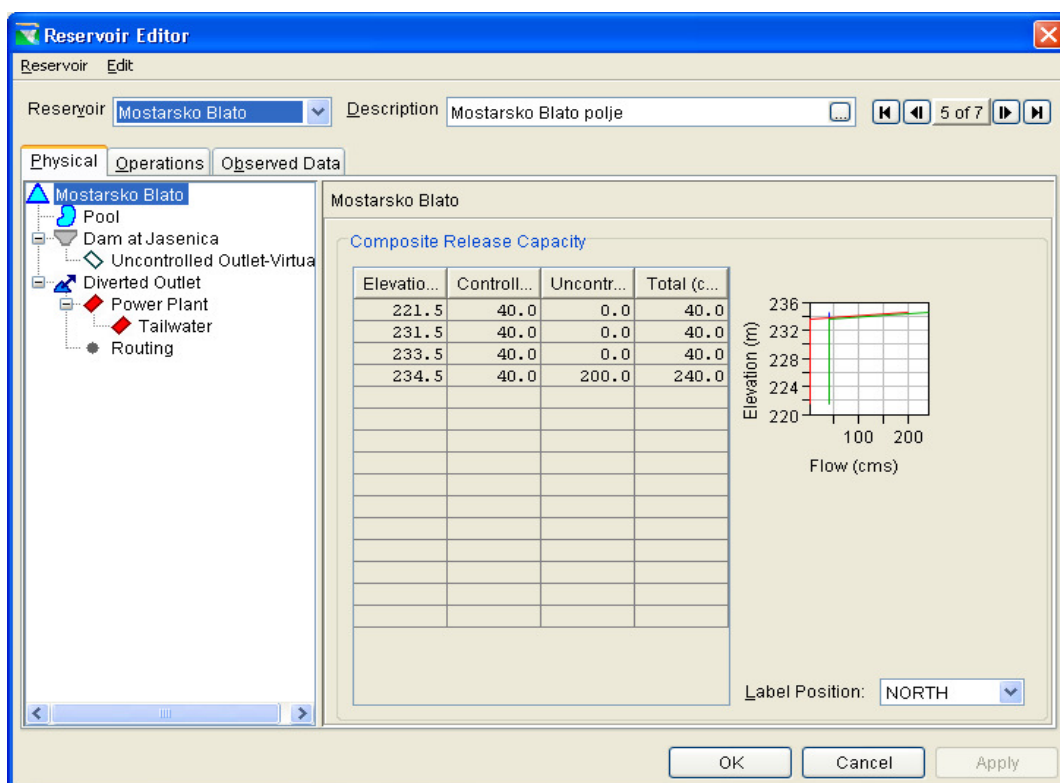
Graph: A line graph showing 'Release (cms)' on the y-axis (ranging from 63.2 to 64.8) and months on the x-axis (Jan, Mar, May, Jul, Sep, Nov). A horizontal blue line is drawn at 64.0 cms.

Options:

- Period Average Limit
- Hour of Day Multiplier
- Day of Week Multiplier
- Rising/Falling Condition
- Seasonal Variation

Buttons: OK, Cancel, Apply

2. HE Mostarsko blato



Reservoir Editor

Reservoir: Mostarsko Blato | Description: Mostarsko Blato polje

Physical | Operations | Observed Data

Mostarsko Blato-Dam at Jasenica

Elevation at top of dam (m): 234.5

Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrol... (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 233.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 234.5 | 0.0 | 200.0 | 200.0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Mostarsko Blato | Description: Mostarsko Blato polje

Physical | Operations | Observed Data

Mostarsko Blato-Dam at Jasenica-Uncontrolled Outlet-Virtual

Outlet Elevation (m): 233.5

Weir Coef. 2.1

Length (m): 100.0

Elevation vs. Outflow

| Elevation (m) | Outflow (cms) |
|---------------|---------------|
| 233.5 | 0.0 |
| 234.5 | 200.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

OK | Cancel | Apply

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window for 'Mostarsko Blato'. The 'Physical' tab is active, and the 'Diverted Outlet' is selected in the tree view. The main panel displays the 'Composite Release Capacity' table and a graph.

| Elevation (m) | Controlled... | Uncontroll... | Total (cms) |
|---------------|---------------|---------------|-------------|
| 221.5 | 40.0 | 0.0 | 40.0 |
| 231.5 | 40.0 | 0.0 | 40.0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

The graph plots Elevation (m) on the y-axis (220 to 232) against Flow (cms) on the x-axis (0 to 40). A green line shows a constant flow of 40.0 cms across the elevation range from 221.5 m to 231.5 m.

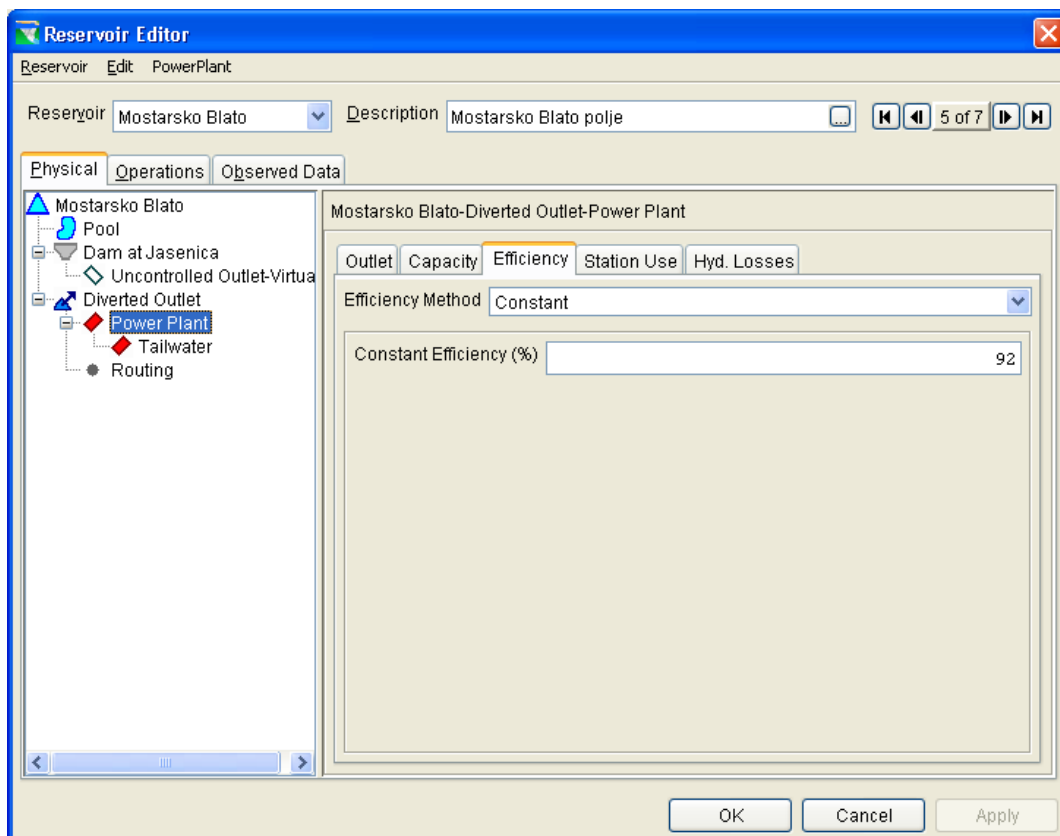
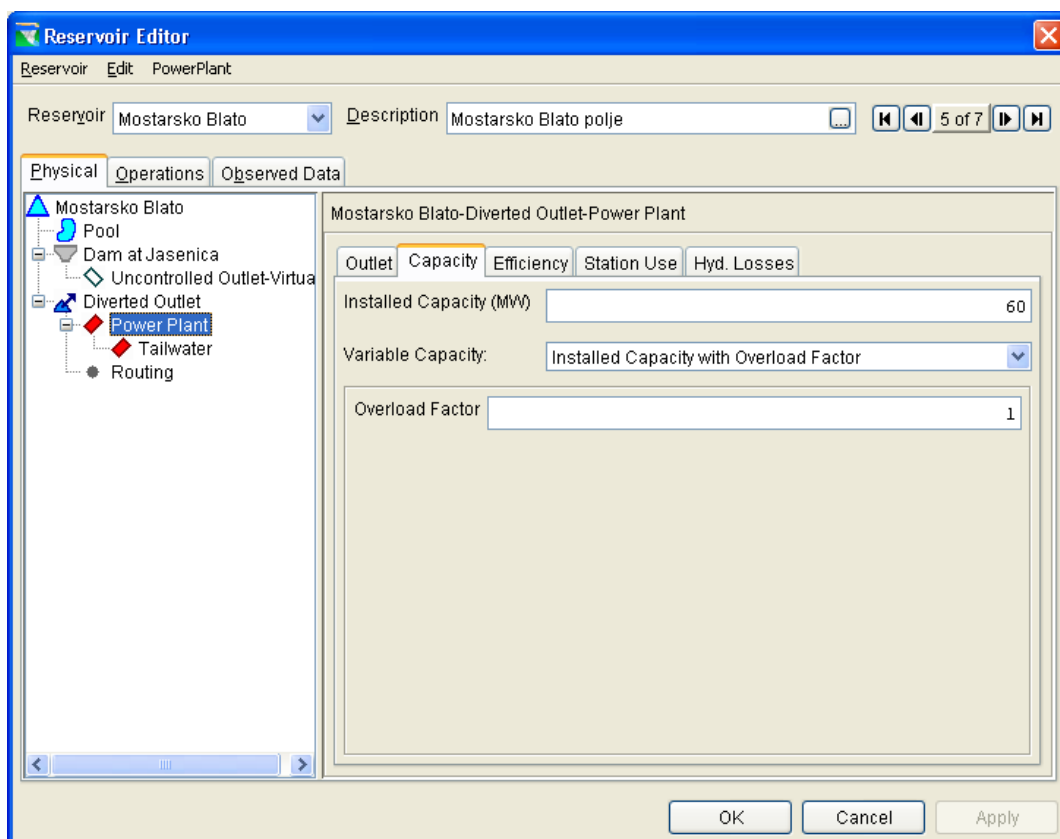
The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window for 'Mostarsko Blato'. The 'Physical' tab is active, and the 'Power Plant' is selected in the tree view. The main panel displays the 'Outlet Capacity' table and a graph.

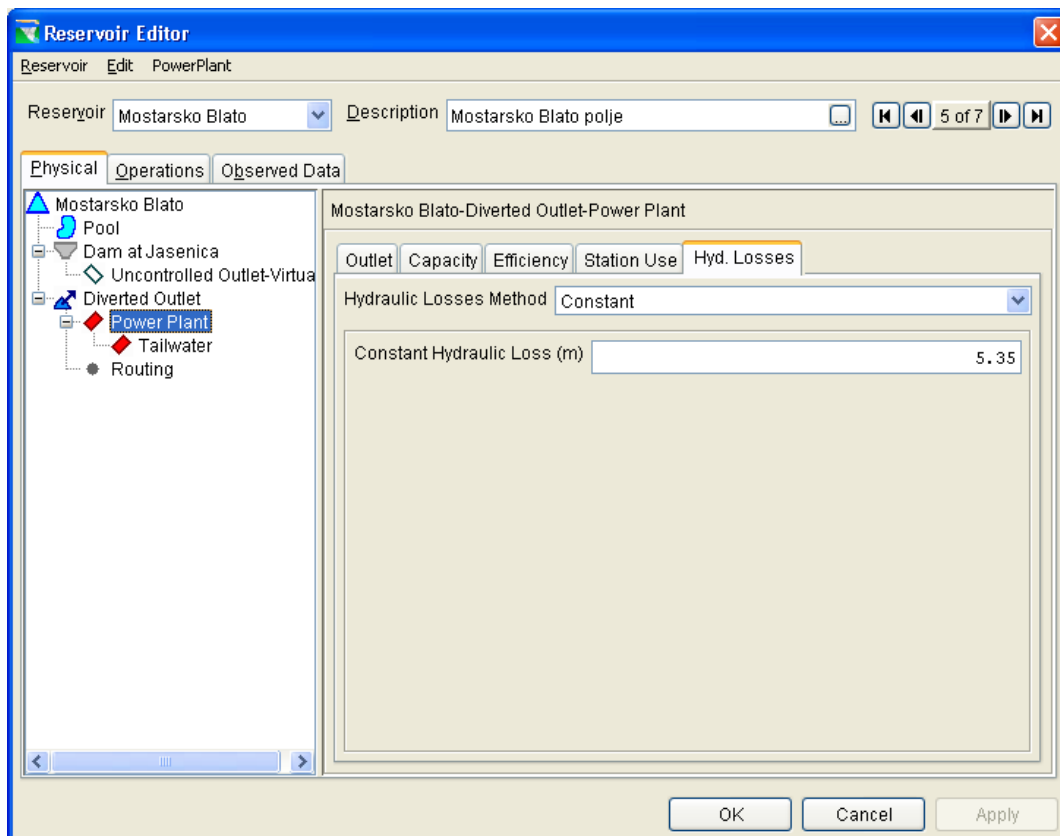
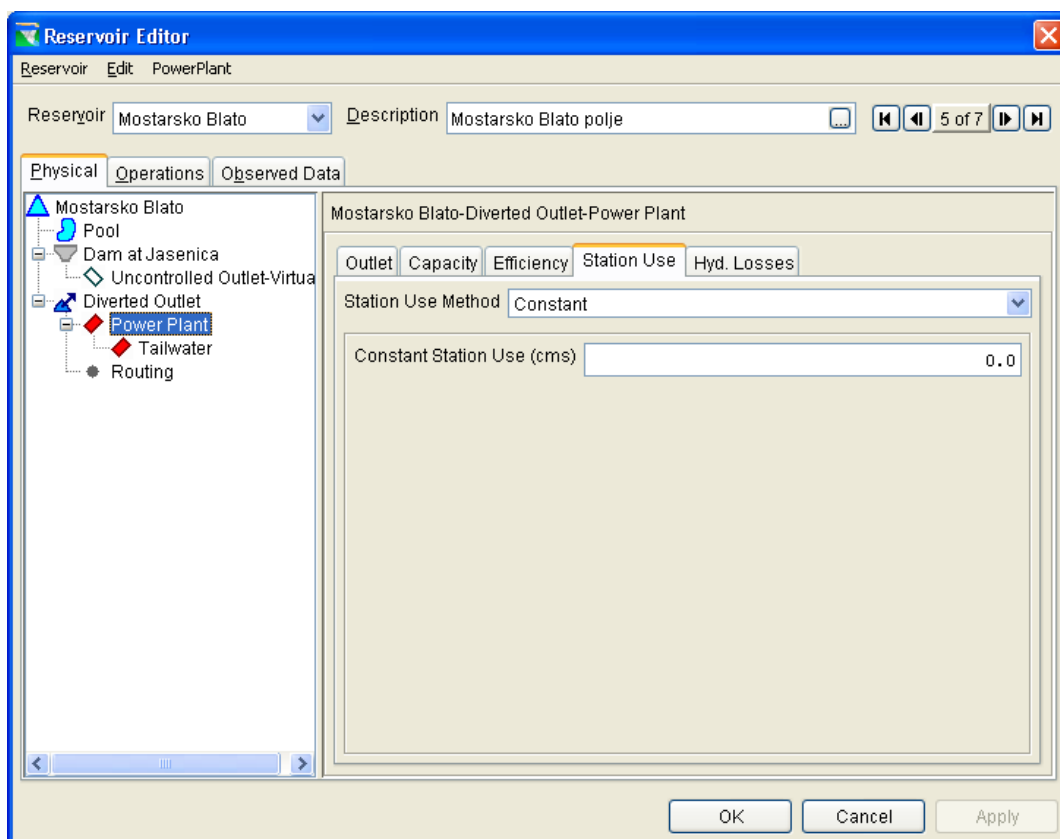
Number of Gates of this type:

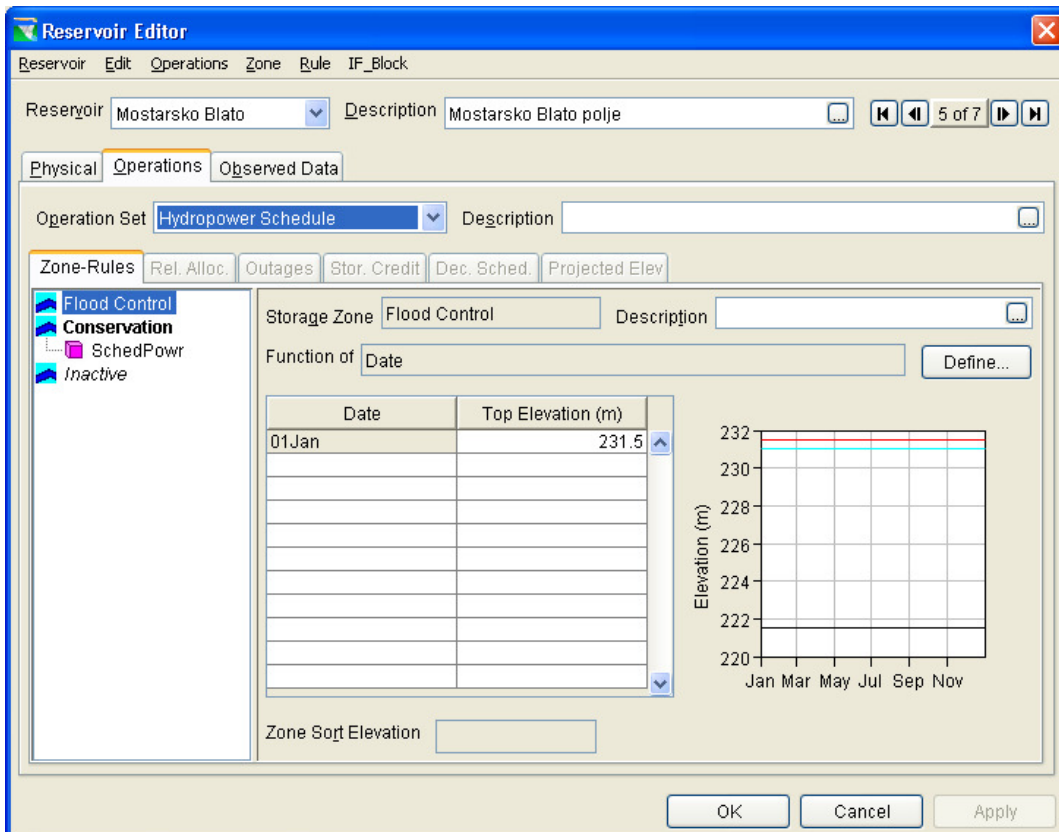
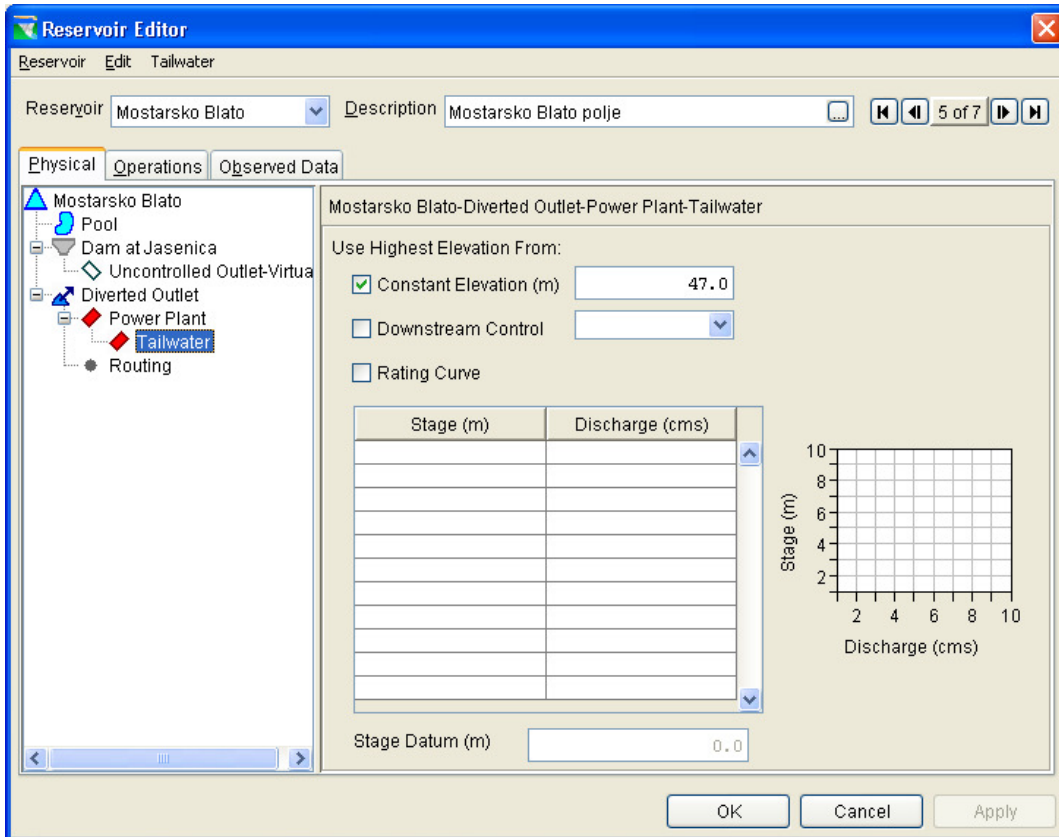
| Elevation (m) | Max Capacity (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 221.5 | 40.0 | 40.0 |
| 231.5 | 40.0 | 40.0 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

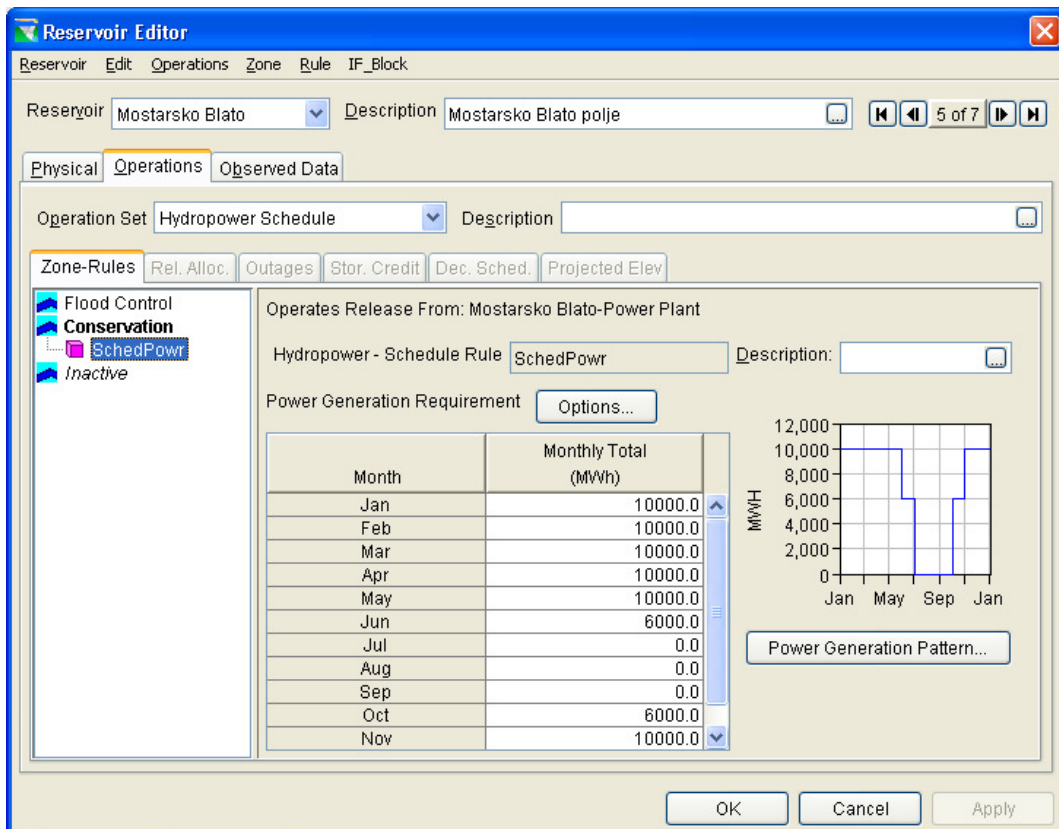
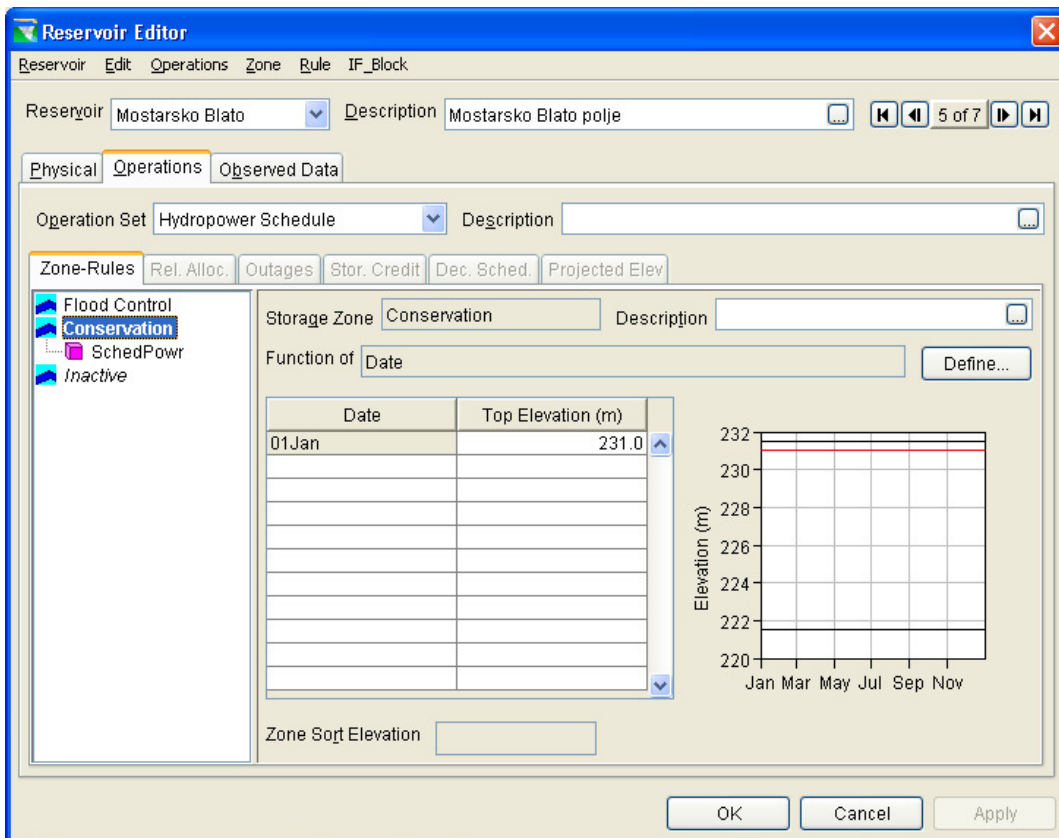
Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

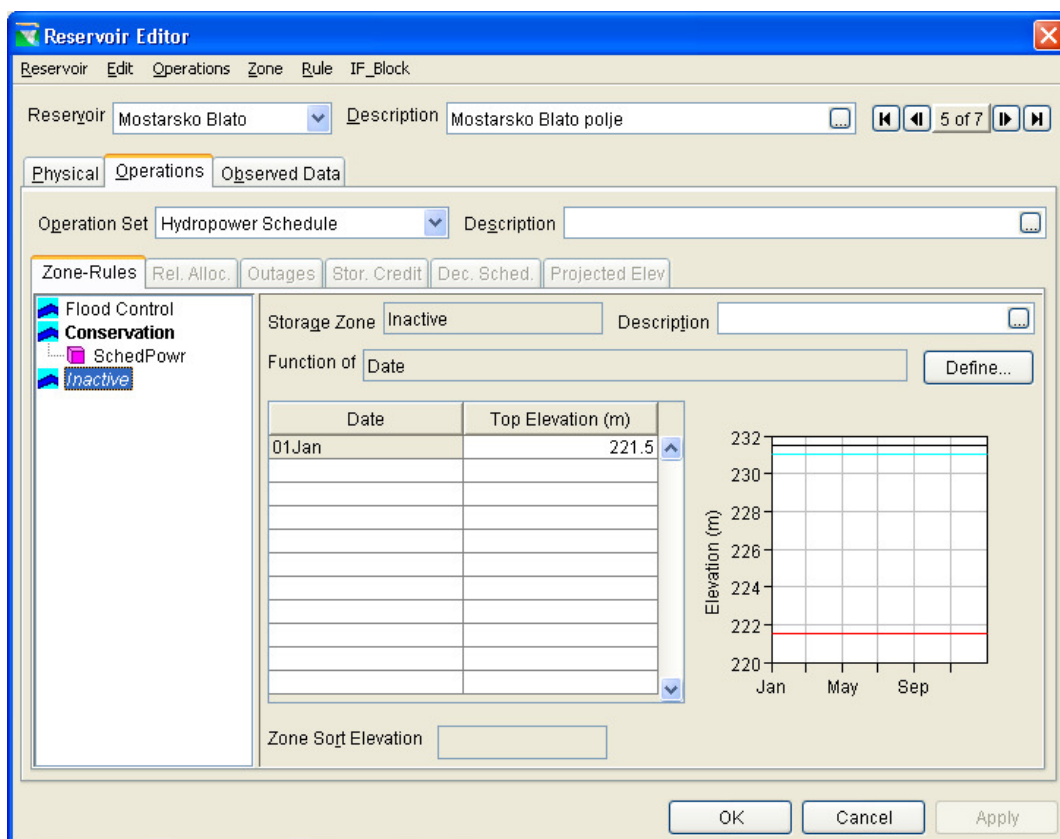
The graph plots Elevation (m) on the y-axis (220 to 232) against Capacity (cms) on the x-axis (0 to 40). A blue line shows a constant capacity of 40.0 cms across the elevation range from 221.5 m to 231.5 m.



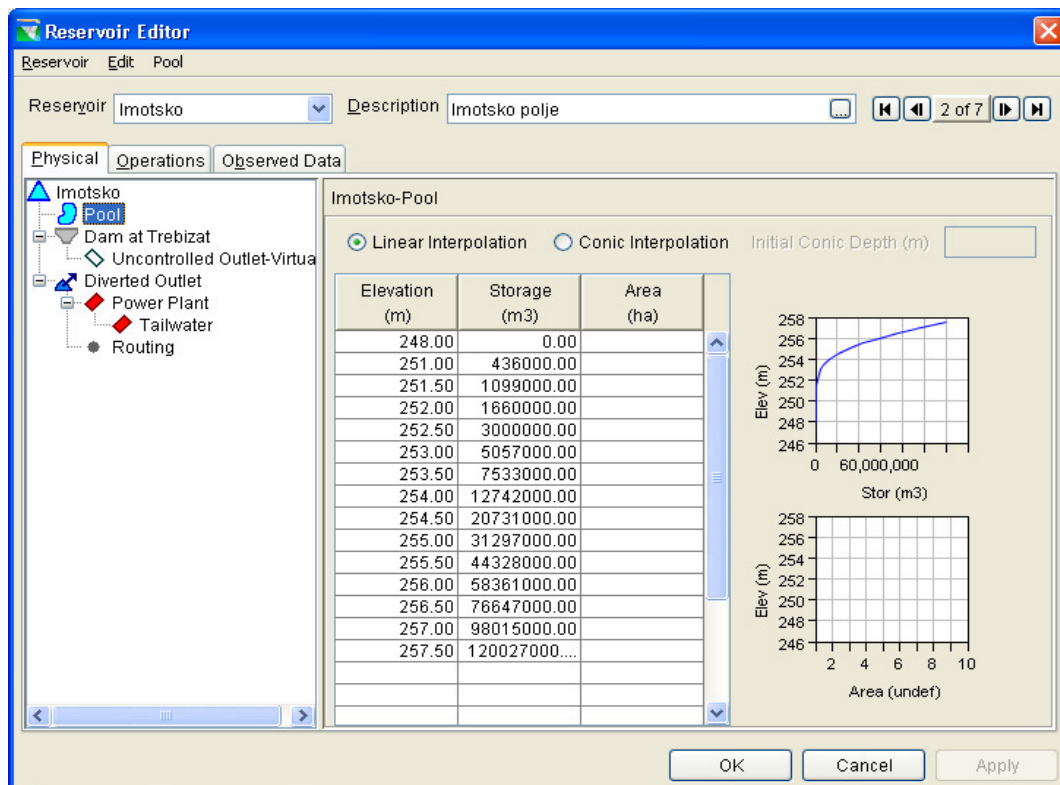
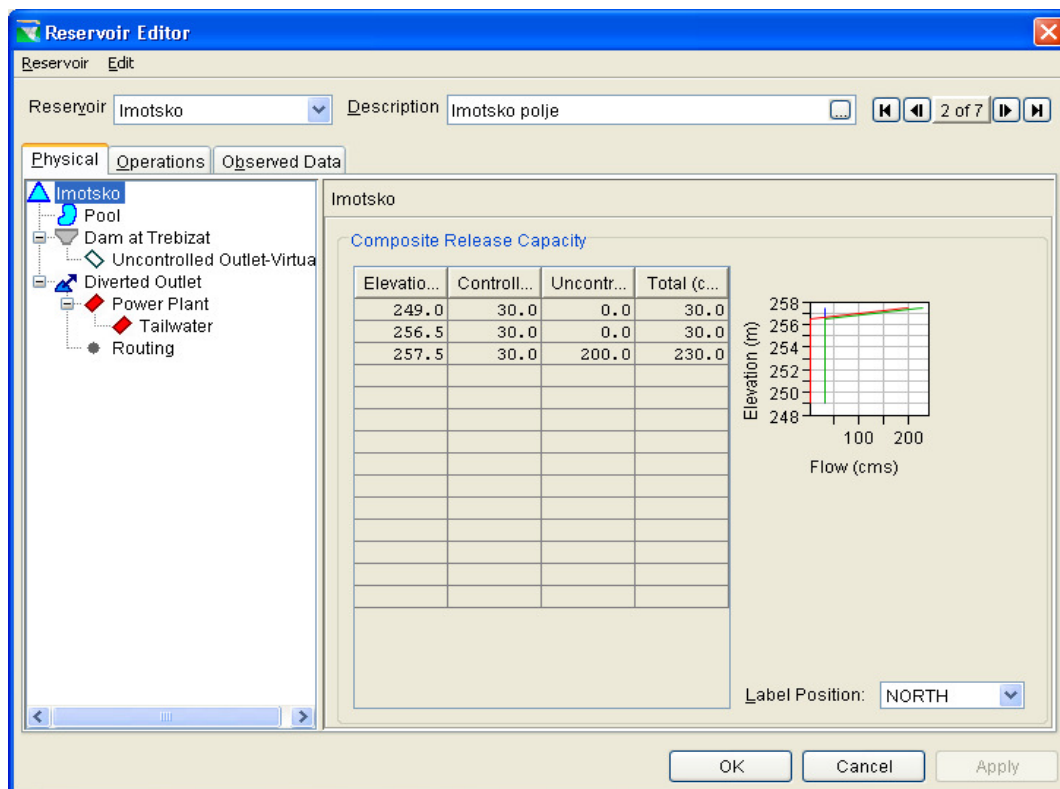








3. HE Peć Mlini



Reservoir Editor

Reservoir: Imotsko | Description: Imotsko polje

Physical | Operations | Observed Data

Imotsko-Dam at Trebizat

Elevation at top of dam (m): 257.5

Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrol... (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 256.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 257.5 | 0.0 | 200.0 | 200.0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Imotsko | Description: Imotsko polje

Physical | Operations | Observed Data

Imotsko-Dam at Trebizat-Uncontrolled Outlet-Virtual

Outlet Elevation (m): 256.5

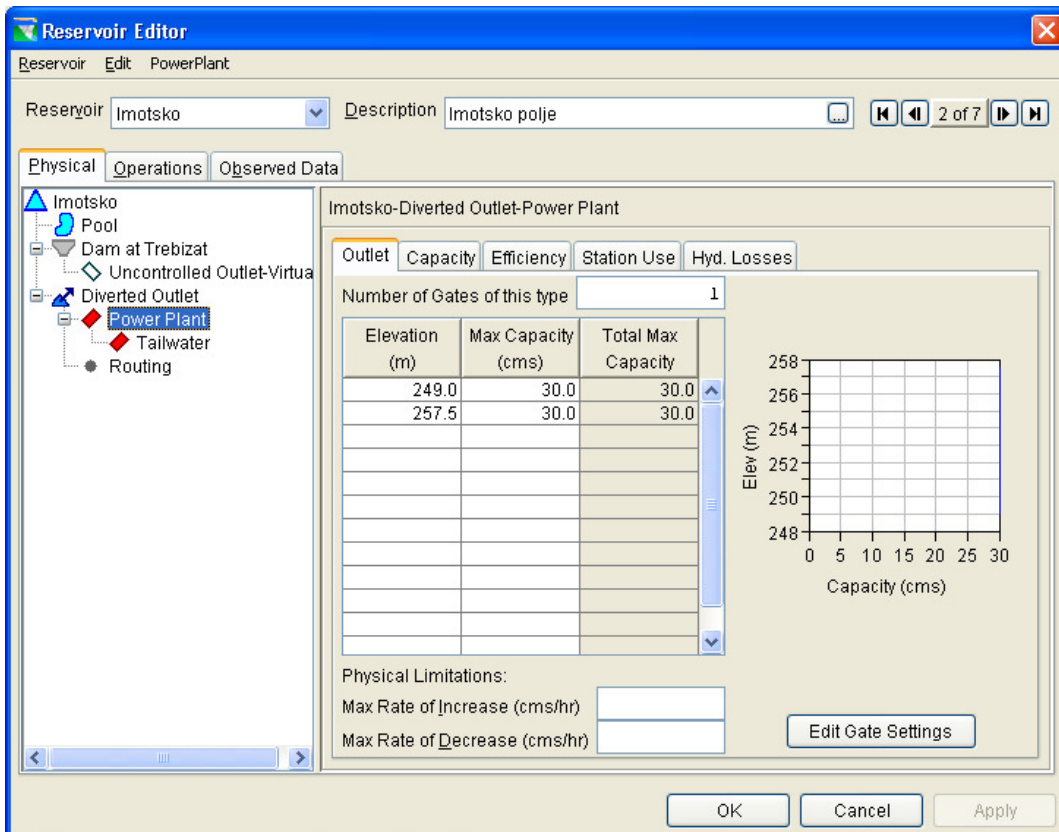
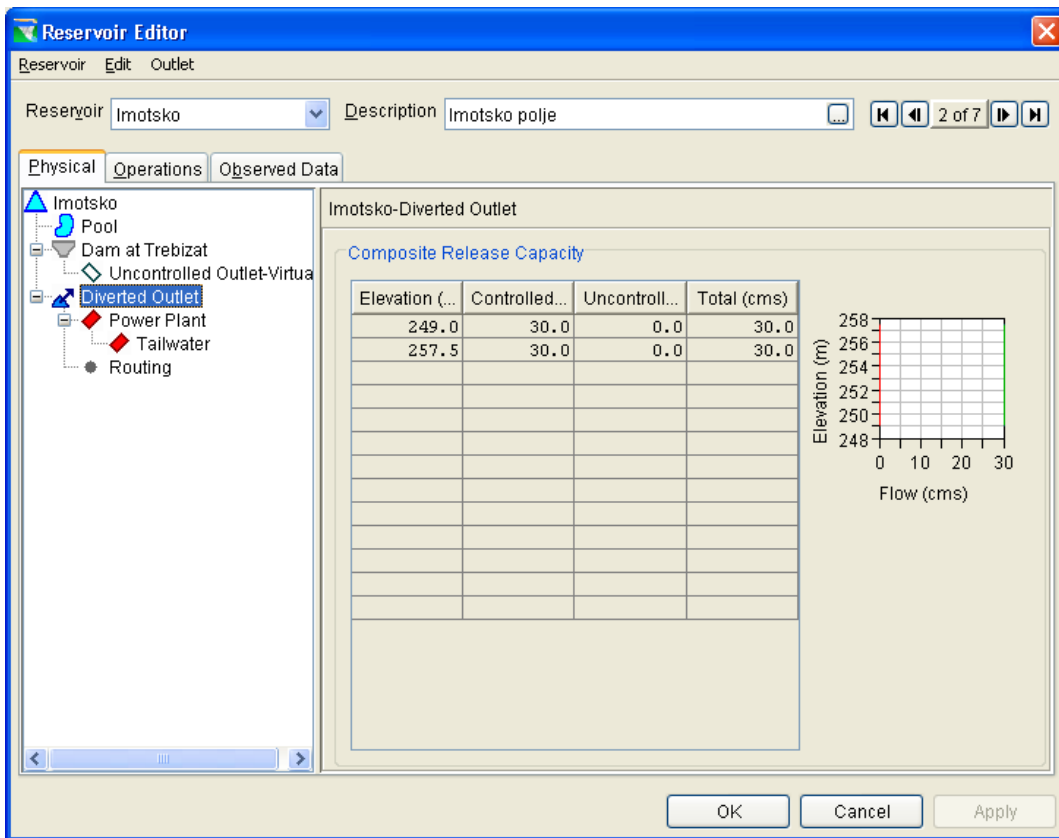
Weir Coef. 2.1

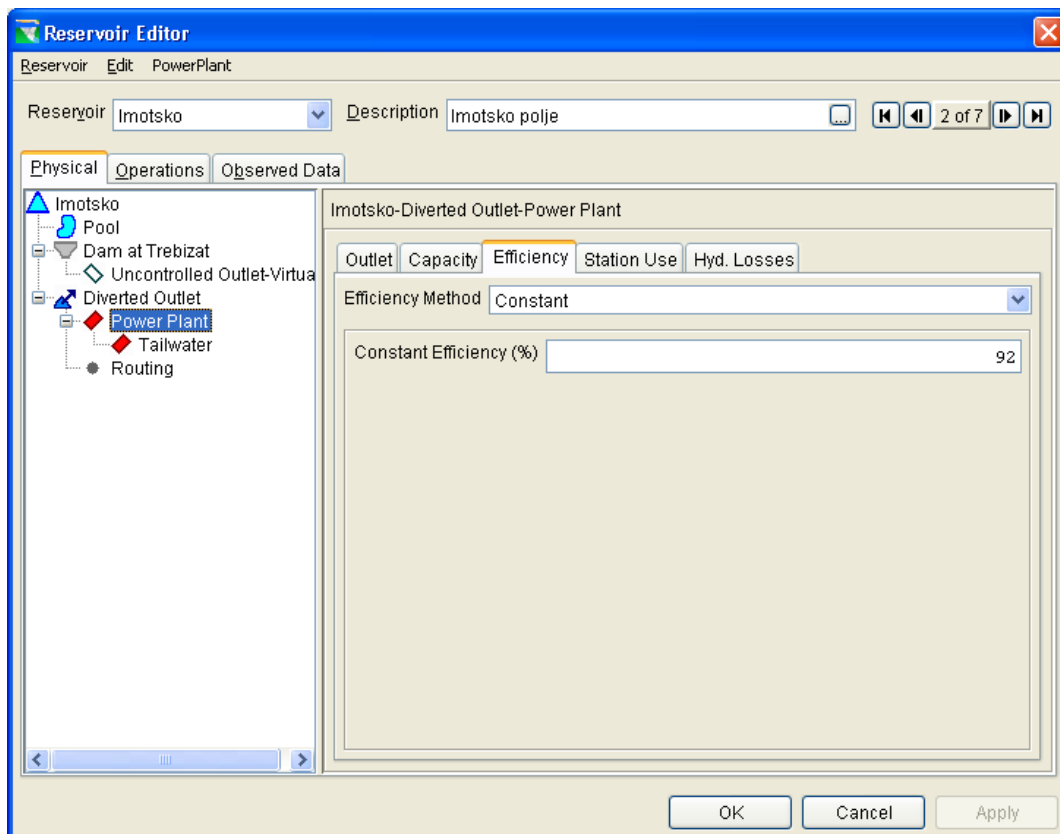
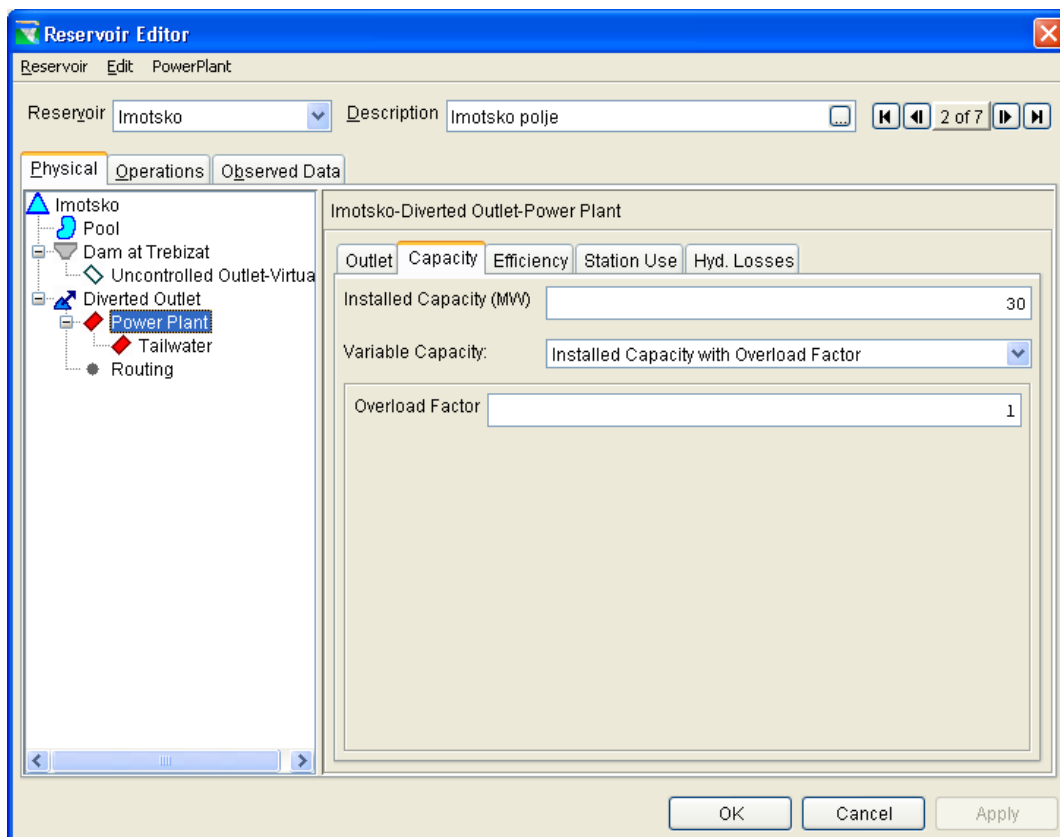
Length (m): 100.0

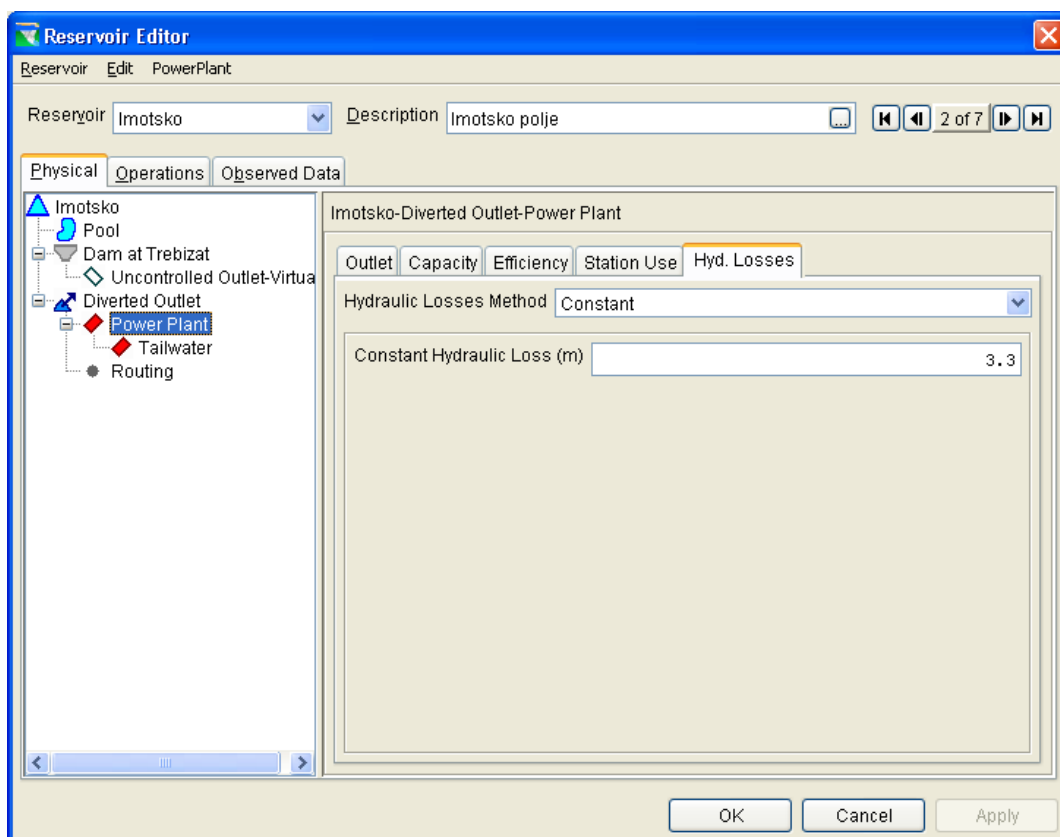
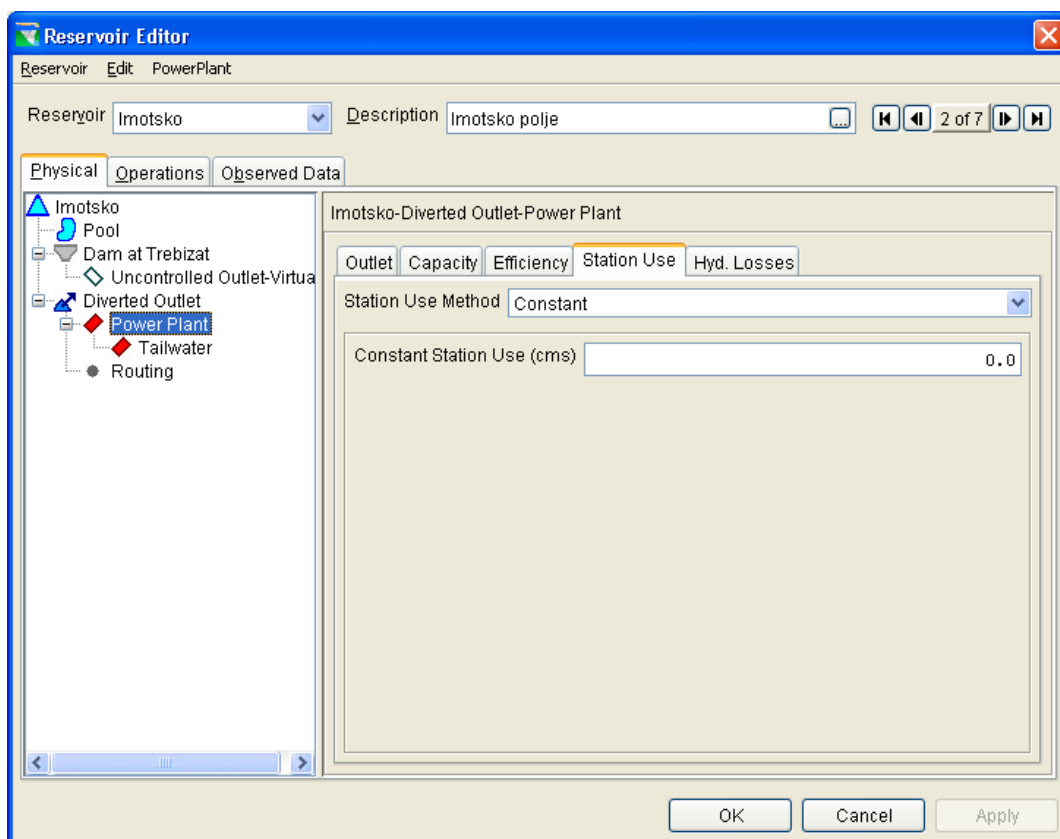
Elevation vs. Outflow

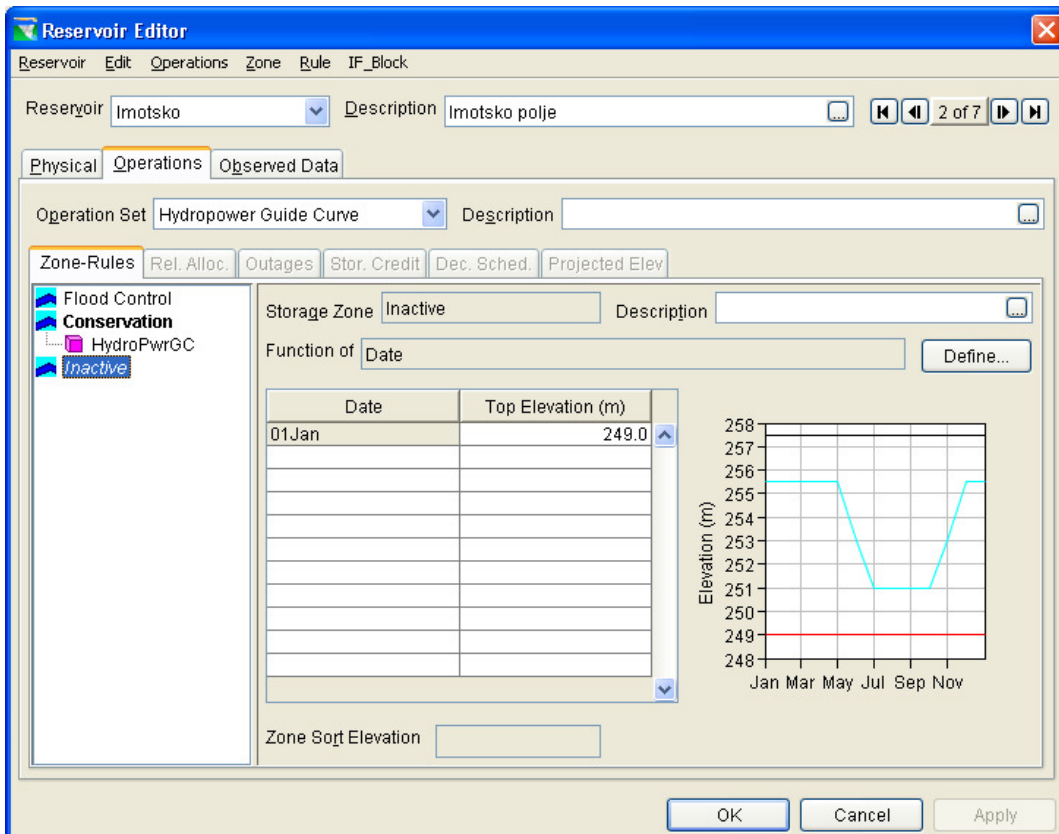
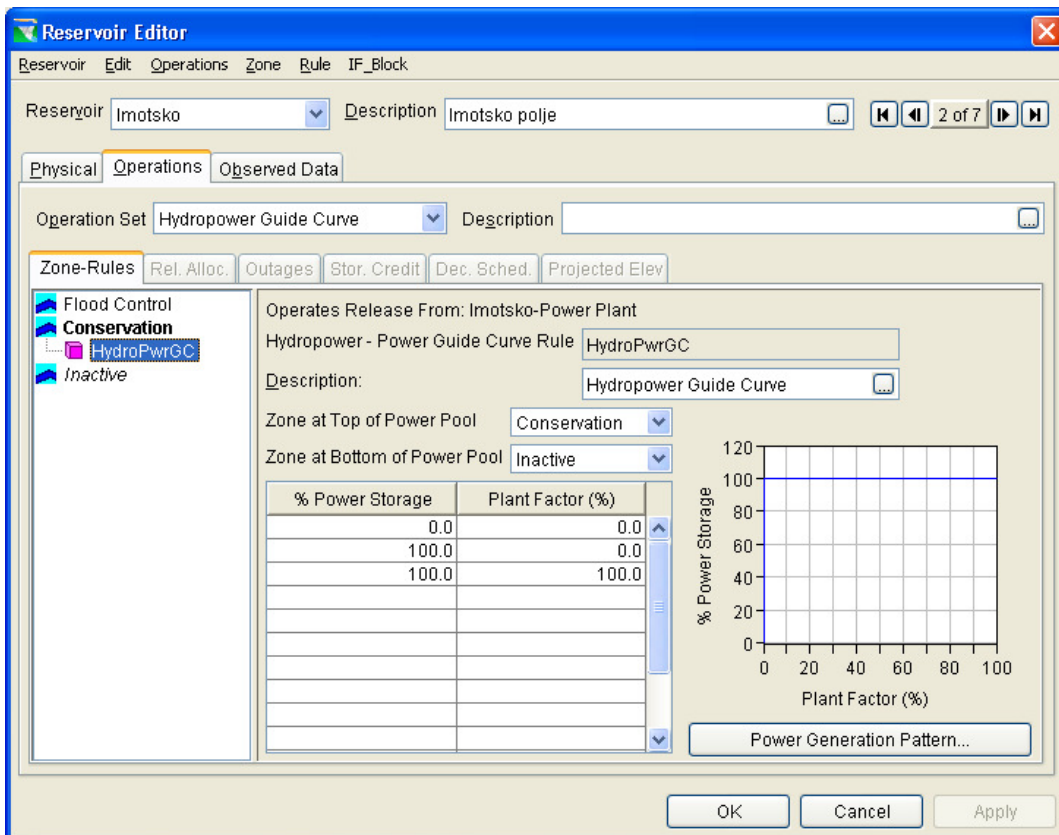
| Elevation (m) | Outflow (cms) |
|---------------|---------------|
| 256.5 | 0.0 |
| 257.5 | 200.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

OK | Cancel | Apply

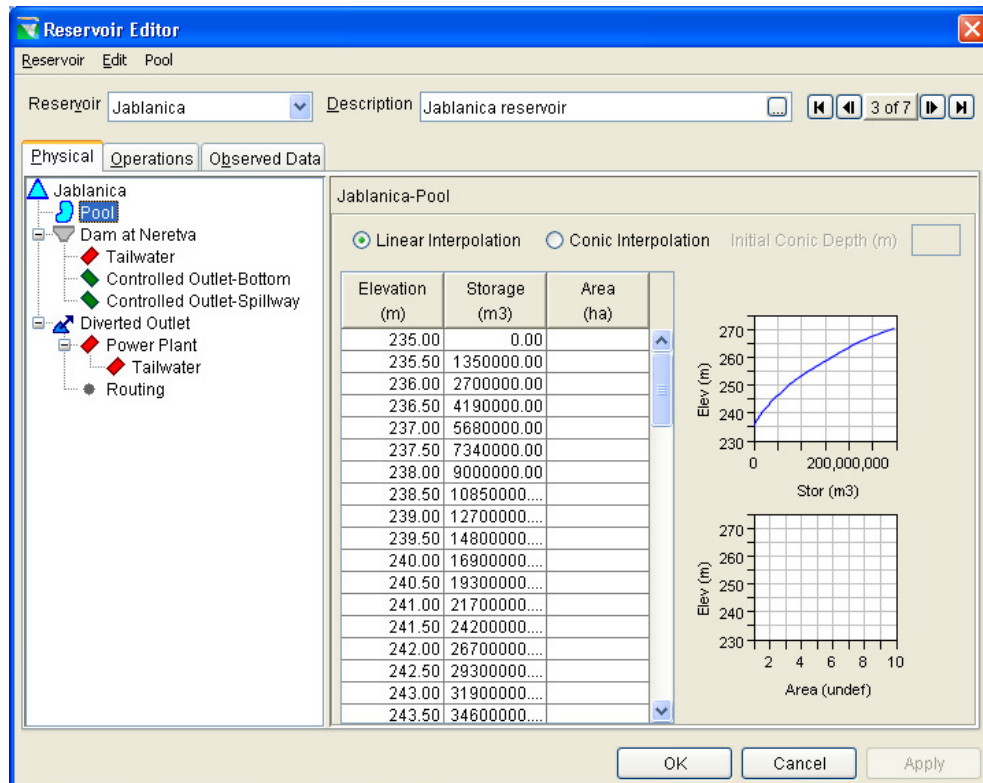
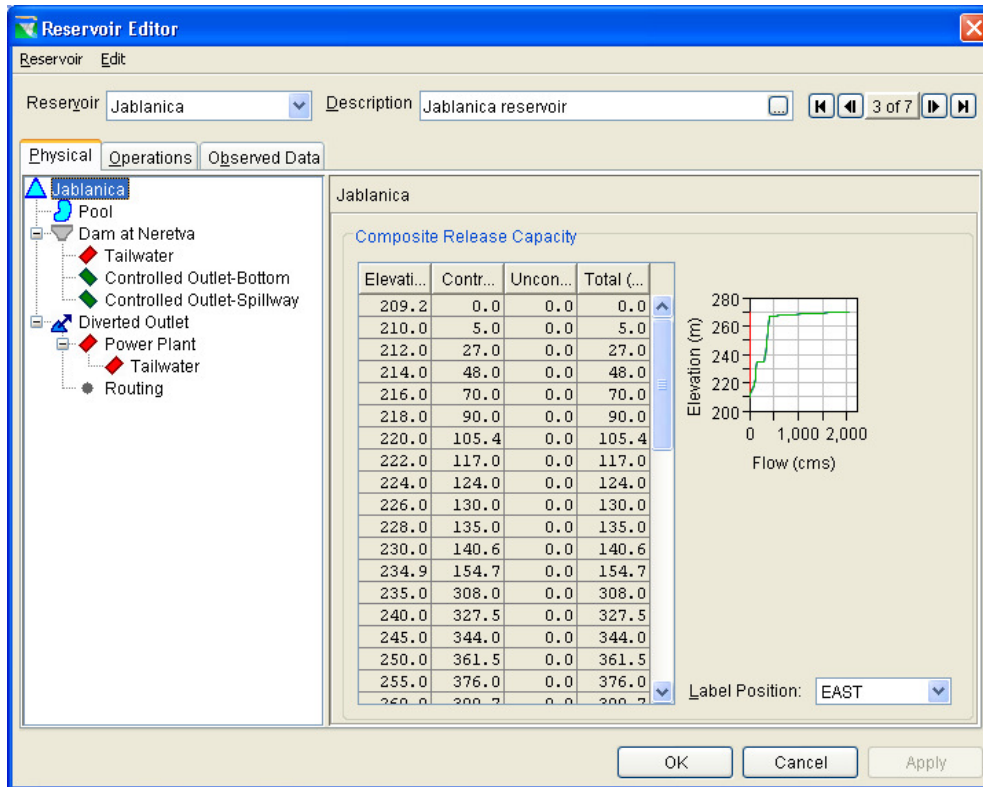








4. HE Jablanica



Reservoir Editor

Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Jablanica-Dam at Neretva-Controlled Outlet-Bottom

Number of Gates of this type: 1

| Elevation (m) | Max Capac... (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 209.2 | 0.0 | 0.0 |
| 210.0 | 5.0 | 5.0 |
| 212.0 | 27.0 | 27.0 |
| 214.0 | 48.0 | 48.0 |
| 216.0 | 70.0 | 70.0 |
| 218.0 | 90.0 | 90.0 |
| 220.0 | 105.4 | 105.4 |
| 222.0 | 117.0 | 117.0 |
| 224.0 | 124.0 | 124.0 |
| 226.0 | 130.0 | 130.0 |
| 228.0 | 135.0 | 135.0 |
| 230.0 | 140.6 | 140.6 |
| 235.0 | 155.0 | 155.0 |
| 240.0 | 168.5 | 168.5 |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr): 50.0
 Max Rate of Decrease (cms/hr): 50.0

Graph: Elev (m) vs Capacity (cms)

Buttons: OK, Cancel, Apply, Edit Gate Settings

Reservoir Editor

Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Jablanica-Dam at Neretva-Controlled Outlet-Spillway

Number of Gates of this type: 8

| Elevation (m) | Max Capac... (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 266.5 | 0.0 | 0.0 |
| 266.6 | 0.83 | 6.64 |
| 266.8 | 4.58 | 36.64 |
| 267.0 | 10.11 | 80.88 |
| 267.2 | 17.0 | 136.0 |
| 267.4 | 25.12 | 200.96 |
| 267.6 | 34.2 | 273.6 |
| 267.8 | 44.33 | 354.64 |
| 268.0 | 55.22 | 441.76 |
| 268.2 | 67.0 | 536.0 |
| 268.4 | 79.47 | 635.76 |
| 268.6 | 92.62 | 740.96 |
| 268.8 | 106.57 | 852.56 |
| 269.0 | 121.14 | 969.12 |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr): 200.0
 Max Rate of Decrease (cms/hr): 200.0

Graph: Elev (m) vs Capacity (cms)

Buttons: OK, Cancel, Apply, Edit Gate Settings

Reservoir Editor
Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Jablanica
 Pool
 Dam at Neretva
 Tailwater
 Controlled Outlet-Bottom
 Controlled Outlet-Spillway
 Diverted Outlet
 Power Plant
 Tailwater
 Routing

Jablanica-Diverted Outlet

Composite Release Capacity

| Elevatio... | Controll... | Uncontr... | Total (c... |
|-------------|-------------|------------|-------------|
| 234.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 235.0 | 153.0 | 0.0 | 153.0 |
| 240.0 | 159.0 | 0.0 | 159.0 |
| 245.0 | 164.0 | 0.0 | 164.0 |
| 250.0 | 169.0 | 0.0 | 169.0 |
| 255.0 | 173.0 | 0.0 | 173.0 |
| 260.0 | 177.0 | 0.0 | 177.0 |
| 265.0 | 179.0 | 0.0 | 179.0 |
| 270.0 | 180.0 | 0.0 | 180.0 |

OK Cancel Apply

Reservoir Editor
Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Jablanica
 Pool
 Dam at Neretva
 Tailwater
 Controlled Outlet-Bottom
 Controlled Outlet-Spillway
 Diverted Outlet
 Power Plant
 Tailwater
 Routing

Jablanica-Diverted Outlet-Power Plant

Outlet Capacity Efficiency Station Use Hyd. Losses

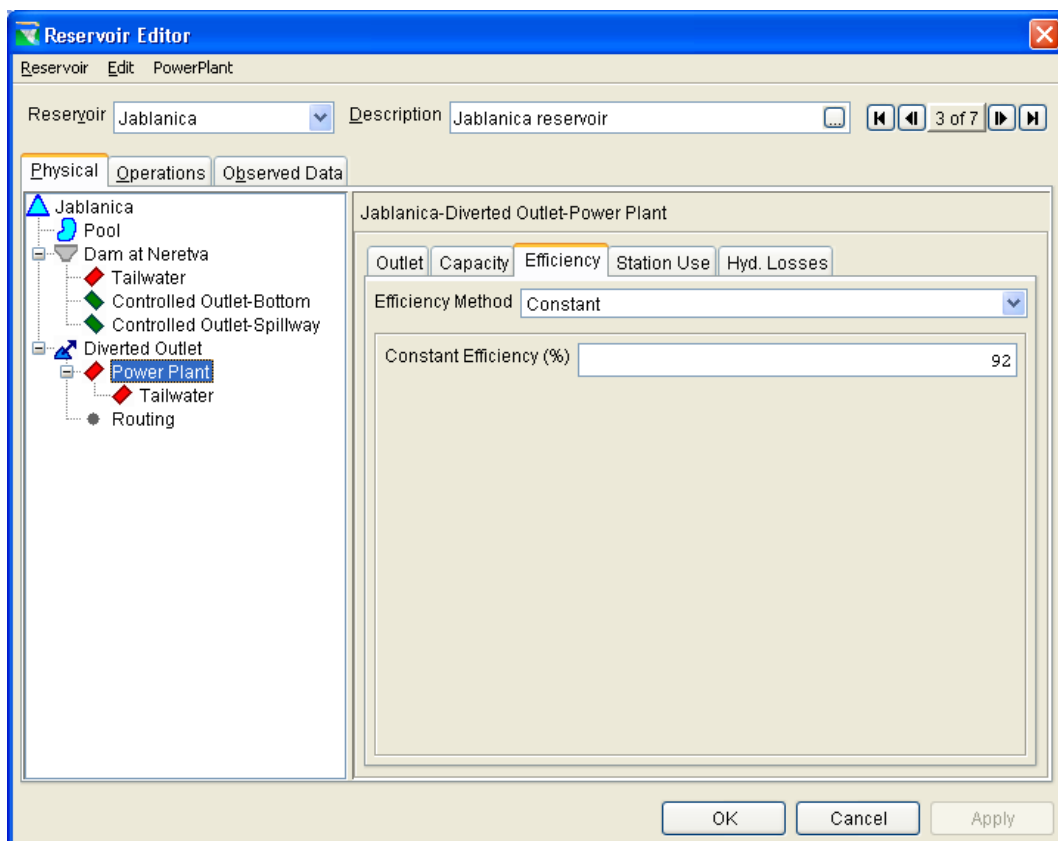
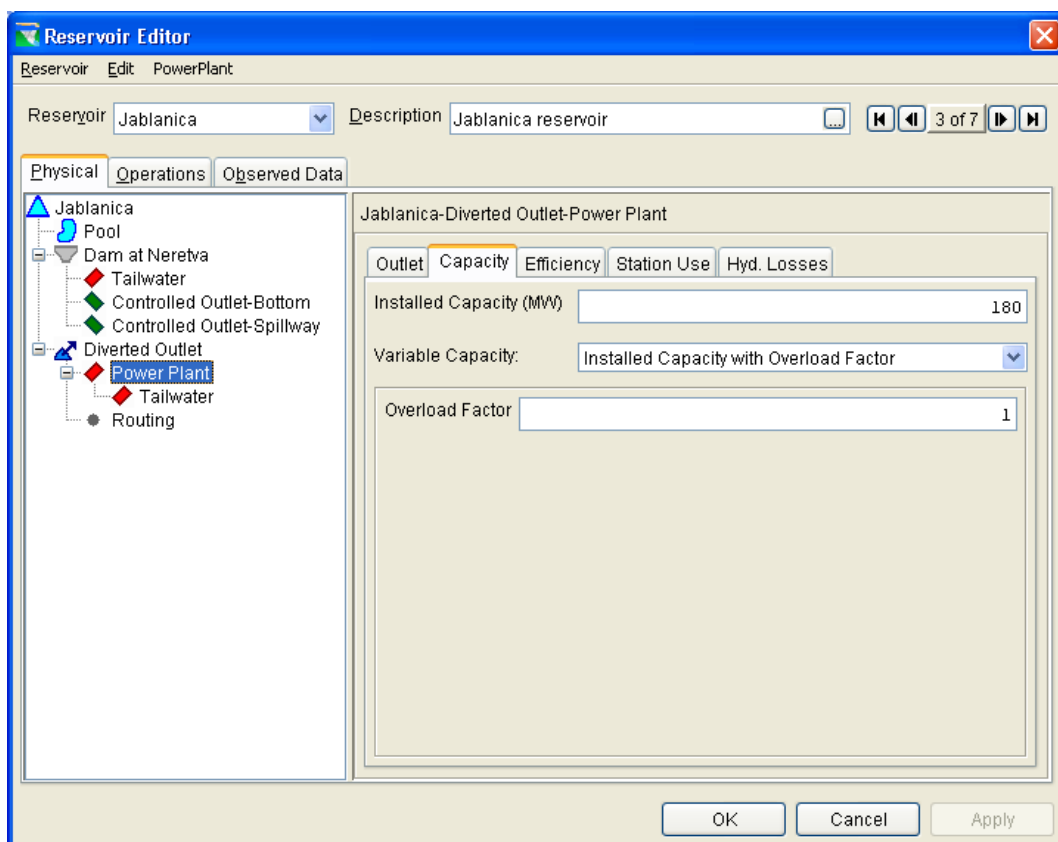
Number of Gates of this type: 1

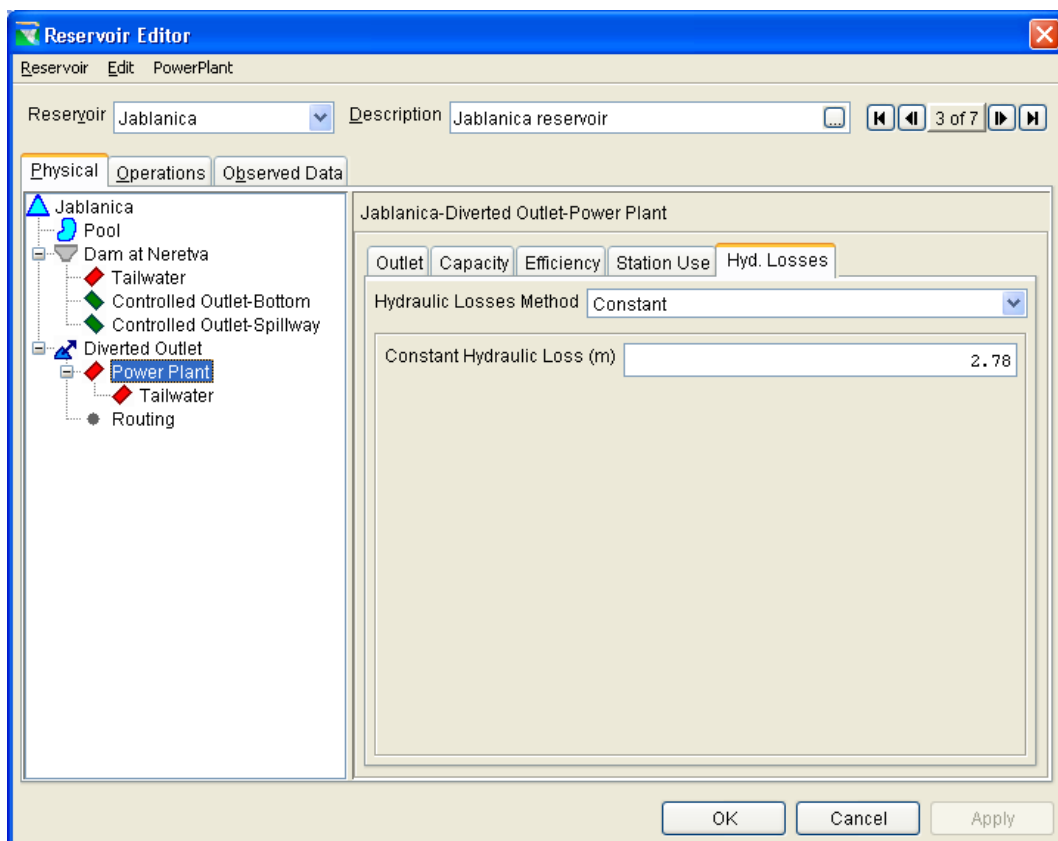
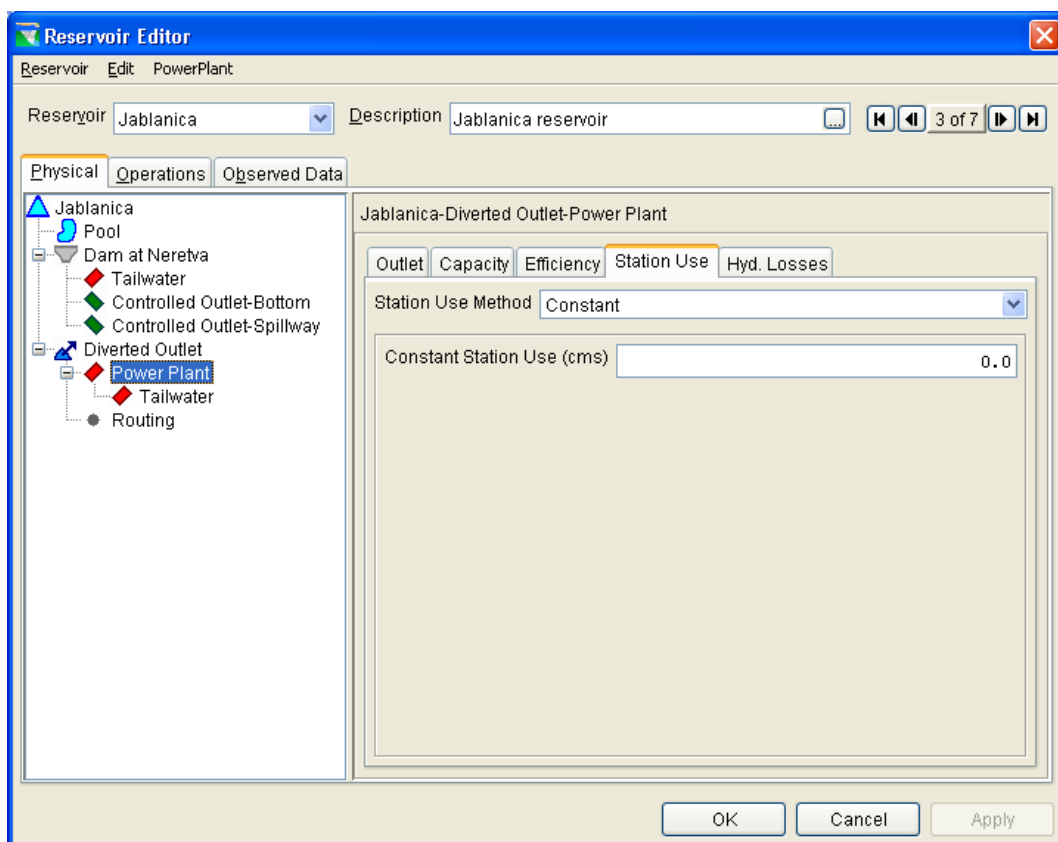
| Elevation (m) | Max Capa... (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|-------------------|--------------------|
| 234.9 | 0.0 | 0.0 |
| 235.0 | 153.0 | 153.0 |
| 240.0 | 159.0 | 159.0 |
| 245.0 | 164.0 | 164.0 |
| 250.0 | 169.0 | 169.0 |
| 255.0 | 173.0 | 173.0 |
| 260.0 | 177.0 | 177.0 |
| 265.0 | 179.0 | 179.0 |
| 270.0 | 180.0 | 180.0 |

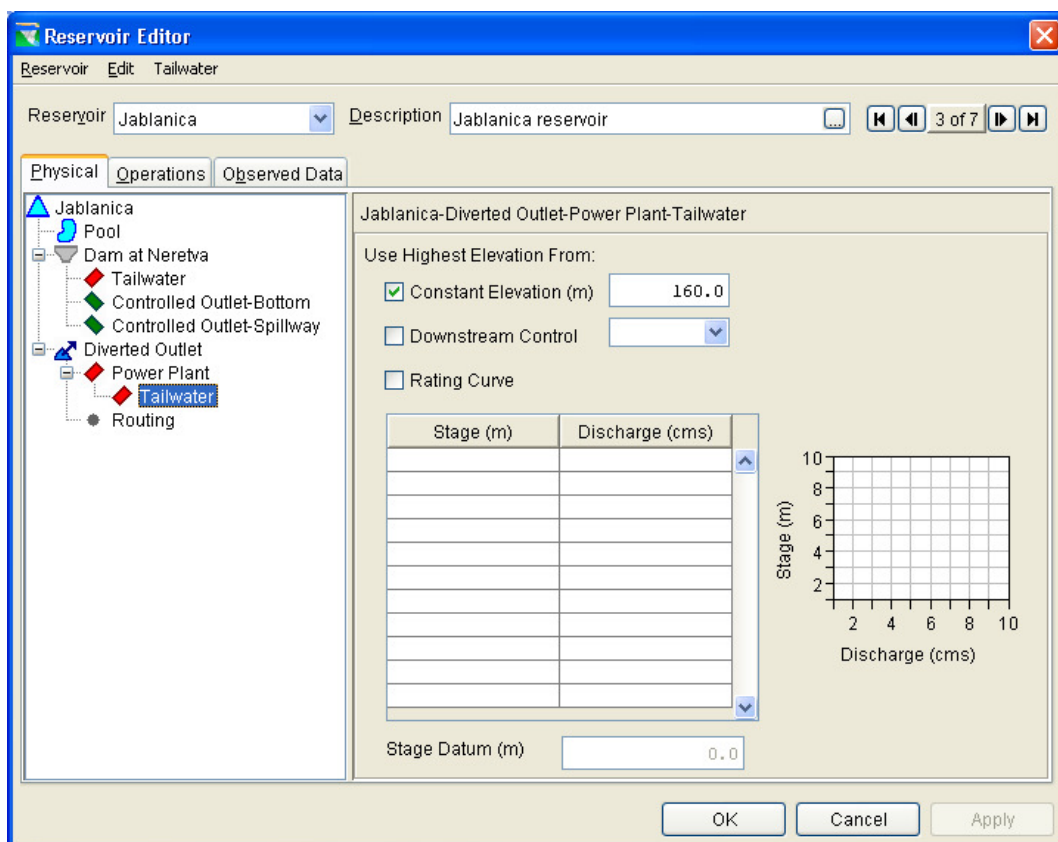
Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

Edit Gate Settings

OK Cancel Apply







Reservoir Editor
 Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule 1 | Description: Releases not permitted under Minimum curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Flood Control

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- SchedPwr-A

Conservation

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- MinRel-Diverted
- SchedPwr-B
- Minimum
- MaxReleaseBottom
- Inactive

Operates Release From: Jablanica-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway180 | Description: Max. rel. 0 if current value<180

Function of: Jablanica-Controlled Outlet-Spillway Flow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 180.0 | 0.0 |

Graph: Release (cms) vs Flow (cms)

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor
 Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule 1 | Description: Releases not permitted under Minimum curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Flood Control

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- SchedPwr-A

Conservation

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- MinRel-Diverted
- SchedPwr-B
- Minimum
- MaxReleaseBottom
- Inactive

Operates Release From: Jablanica-Power Plant

Hydropower - Schedule Rule: SchedPwr-A | Description:

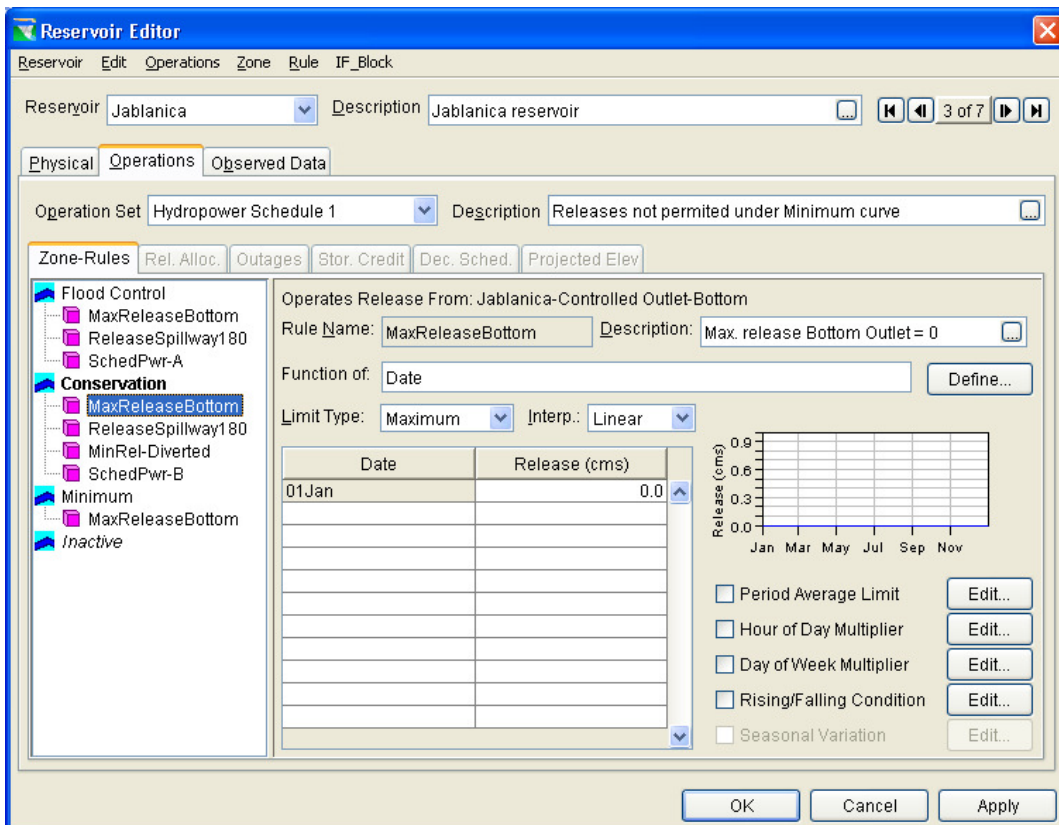
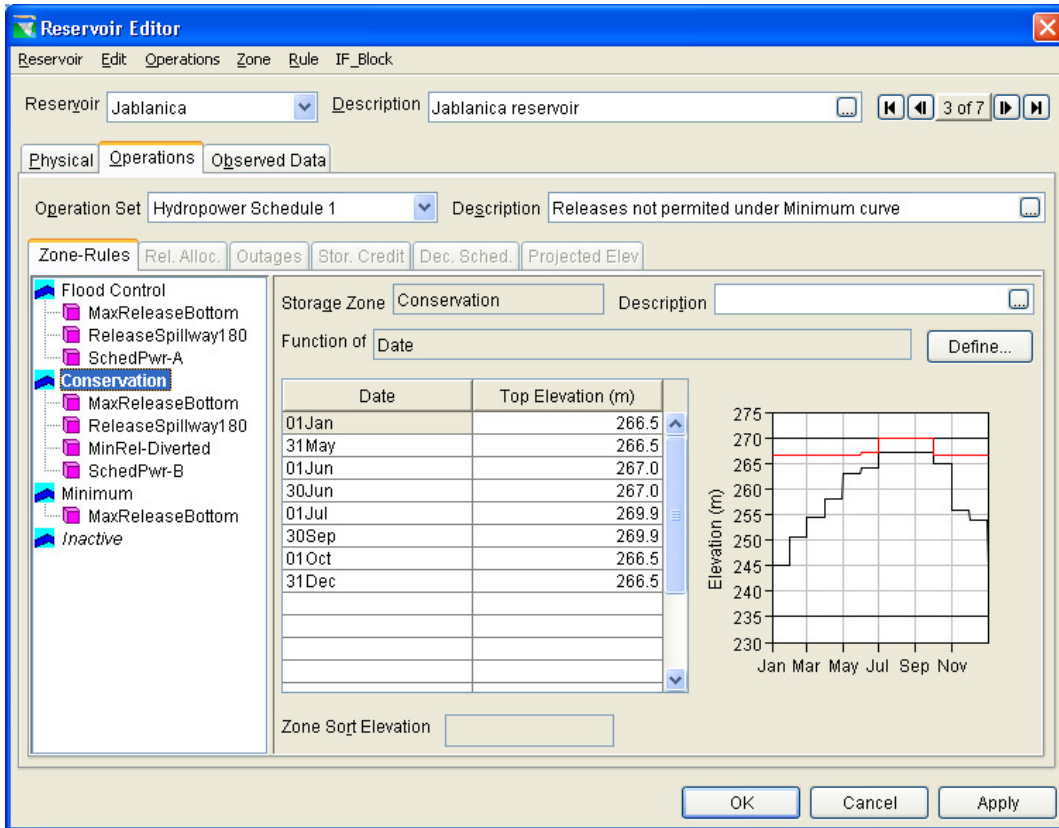
Power Generation Requirement: Options...

| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 134000.0 |
| Feb | 134000.0 |
| Mar | 134000.0 |
| Apr | 134000.0 |
| May | 134000.0 |
| Jun | 134000.0 |
| Jul | 134000.0 |
| Aug | 134000.0 |
| Sep | 134000.0 |
| Oct | 134000.0 |
| Nov | 134000.0 |
| Dec | 134000.0 |

Graph: MWh vs Month

Power Generation Pattern...

OK | Cancel | Apply



Reservoir Editor

Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule 1 | Description: Releases not permitted under Minimum curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Flood Control

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- SchedPwr-A

Conservation

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- MinRel-Diverted
- SchedPwr-B

Minimum

- MaxReleaseBottom

Inactive

Operates Release From: Jablanica-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway180 | Description: Max. rel. 0 if current value<180

Function of: Jablanica-Controlled Outlet-Spillway Flow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 180.0 | 0.0 |

Period Average Limit
 Hour of Day Multiplier
 Day of Week Multiplier
 Rising/Falling Condition
 Seasonal Variation

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule 1 | Description: Releases not permitted under Minimum curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Flood Control

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- SchedPwr-A

Conservation

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- MinRel-Diverted**
- SchedPwr-B

Minimum

- MaxReleaseBottom

Inactive

Operates Release From: Jablanica-Diverted Outlet

Rule Name: MinRel-Diverted | Description:

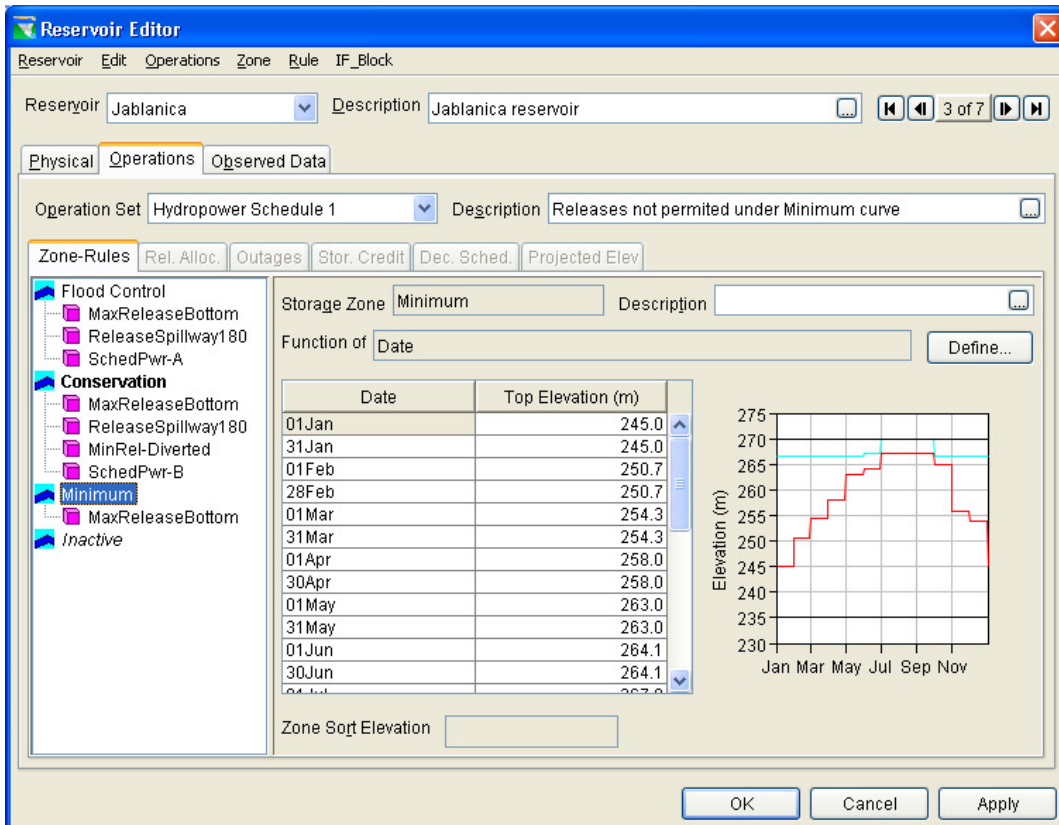
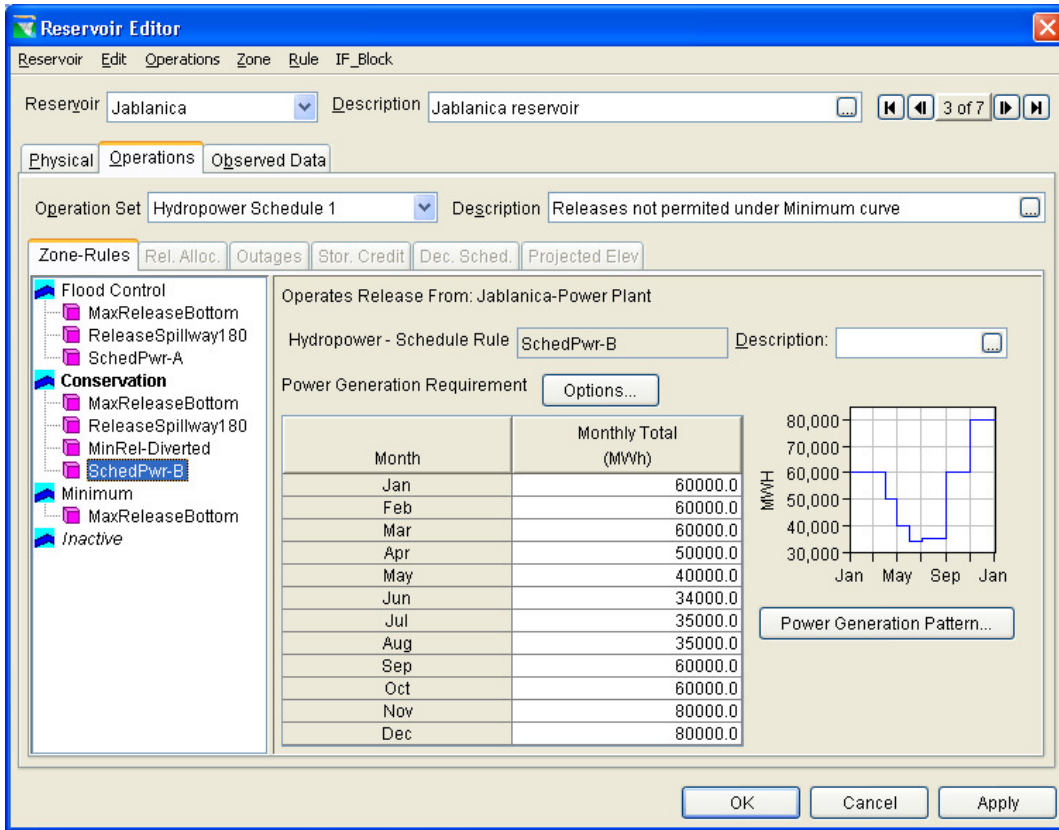
Function of: Date

Limit Type: Minimum | Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 40.0 |

Period Average Limit
 Hour of Day Multiplier
 Day of Week Multiplier
 Rising/Falling Condition
 Seasonal Variation

OK Cancel Apply



Reservoir Editor

Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule 1 | Description: Releases not permitted under Minimum curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | **Projected Elev.**

Flood Control

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- SchedPwr-A

Conservation

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- MinRel-Diverted
- SchedPwr-B

Minimum

- MaxReleaseBottom

Inactive

Operates Release From: Jablanica-Controlled Outlet-Bottom

Rule Name: MaxReleaseBottom | Description: Max. release Bottom Outlet = 0

Function of: Date

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|--------|---------------|
| 01 Jan | 0.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Release (cms) graph: Y-axis 0.0 to 0.9, X-axis Jan to Nov. A horizontal line is plotted at 0.0 cms.

Period Average Limit | Edit...

Hour of Day Multiplier | Edit...

Day of Week Multiplier | Edit...

Rising/Falling Condition | Edit...

Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Jablanica | Description: Jablanica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower Schedule 1 | Description: Releases not permitted under Minimum curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | **Projected Elev.**

Flood Control

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- SchedPwr-A

Conservation

- MaxReleaseBottom
- ReleaseSpillway180
- MinRel-Diverted
- SchedPwr-B

Minimum

- MaxReleaseBottom

Inactive

Storage Zone: Inactive | Description:

Function of: Date

| Date | Top Elevation (m) |
|--------|-------------------|
| 01 Jan | 235.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Elevation (m) graph: Y-axis 230 to 275, X-axis Jan to Nov. A step function is plotted, starting at 235m and rising to approximately 268m by July.

Zone Sort Elevation:

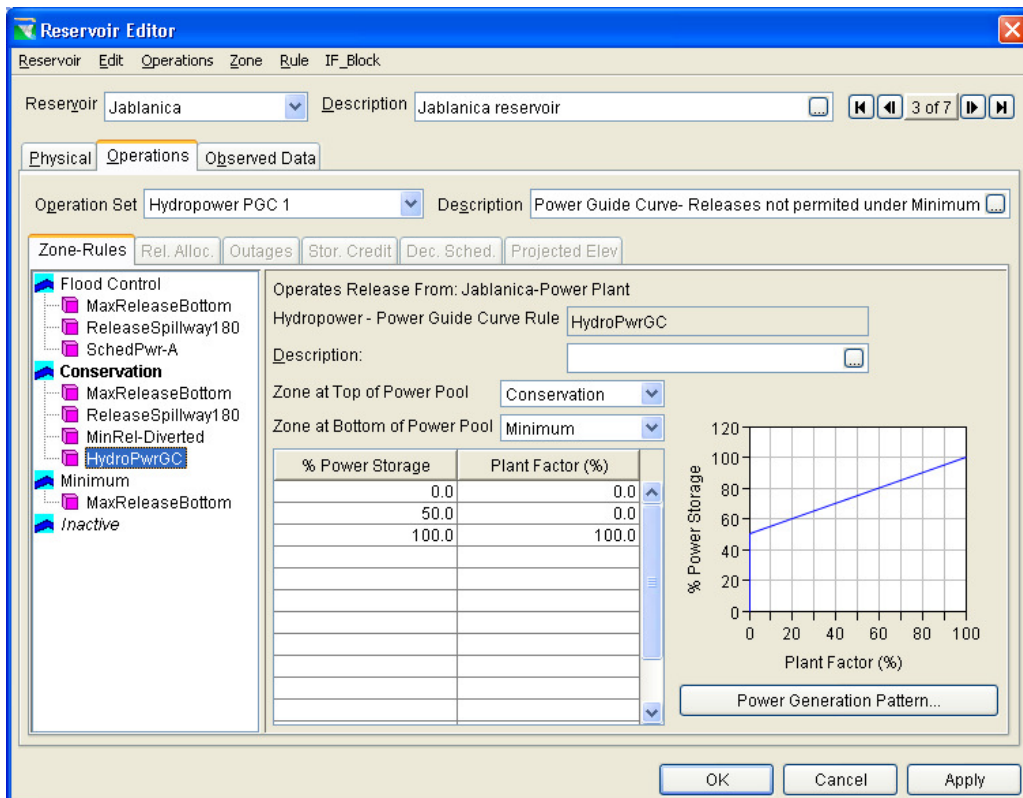
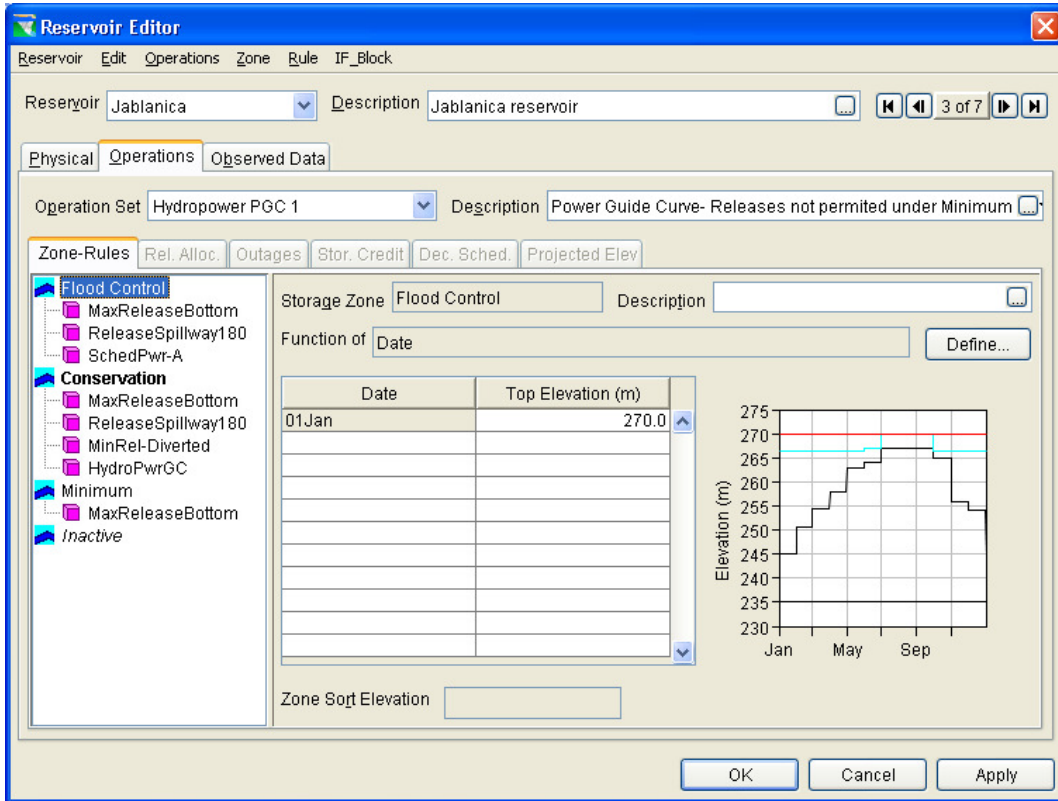
OK | Cancel | Apply

Alternativa B (Raspored 2 / Schedule 2)

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window with the 'Zone-Rules' tab selected. The 'Storage Zone' is set to 'Flood Control'. The 'Function of' is 'Date'. A table shows the top elevation for '01.Jan' as 270.0 m. A graph on the right shows 'Elevation (m)' on the y-axis (ranging from 230 to 275) and months on the x-axis (Jan, Mar, May, Jul, Sep, Nov). The graph displays a step-like elevation profile with a red horizontal line at approximately 270 m and a cyan line at approximately 267 m.

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window with the 'Zone-Rules' tab selected. The 'Operates Release From:' is 'Jablanica-Diverted Outlet'. The 'Rule Name' is 'MinRel-Diverted'. The 'Function of' is 'Date'. The 'Limit Type' is 'Minimum' and 'Interp.' is 'Linear'. A table shows the release for '01.Jan' as 40.0 cms. A graph on the right shows 'Release (cms)' on the y-axis (ranging from 39.6 to 40.2) and months on the x-axis (Jan, Mar, May, Jul, Sep, Nov). The graph displays a constant horizontal release rate at 40.0 cms. Below the graph are several checkboxes for advanced settings: 'Period Average Limit', 'Hour of Day Multiplier', 'Day of Week Multiplier', 'Rising/Falling Condition', and 'Seasonal Variation', each with an 'Edit...' button.

Alternativa C (Krivulja upravljanja energijom 1 / Power Guide Curve 1)



Alternativa D (Krivulja upravljanja energijom 2 / Power Guide Curve 2)

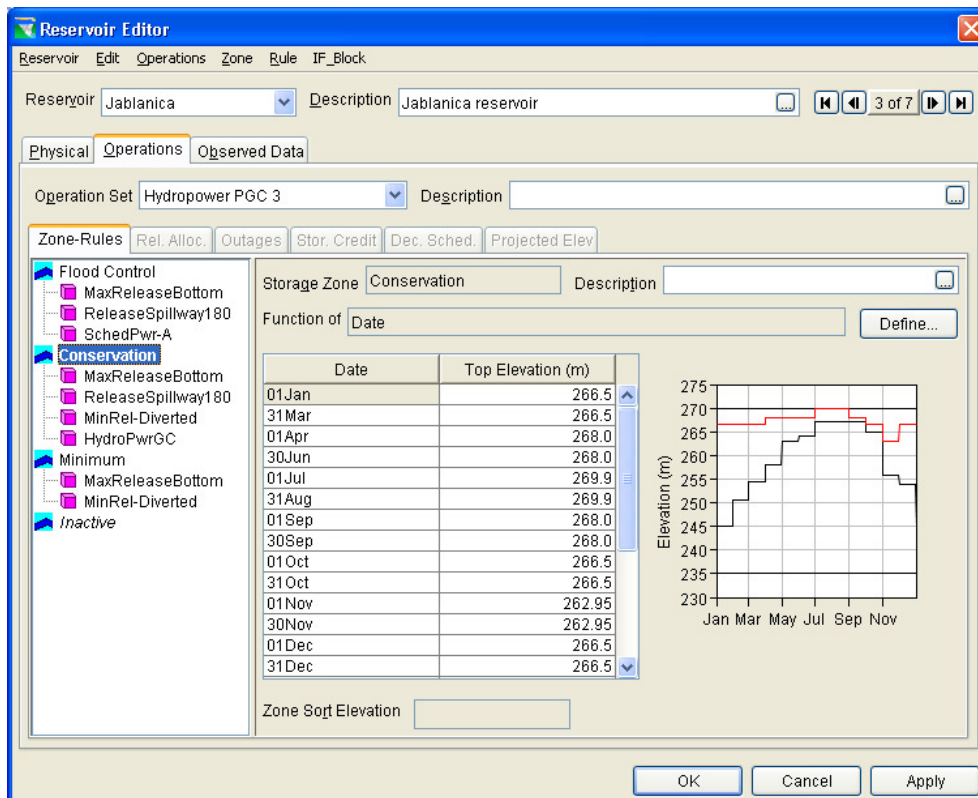
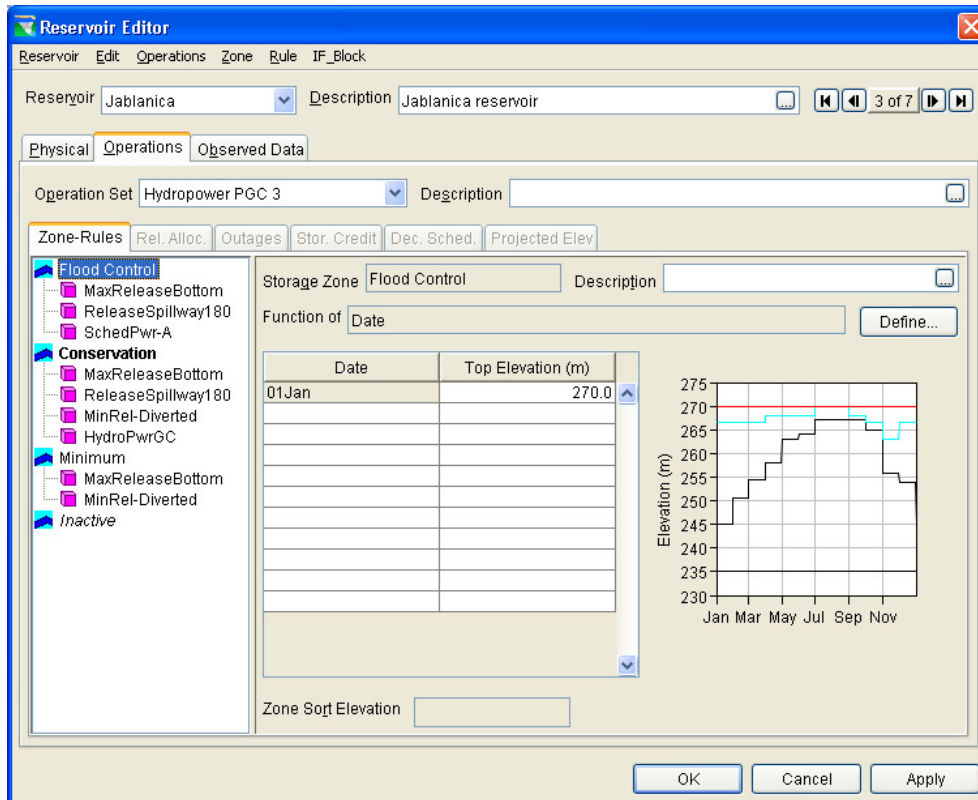
The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window with the 'Zone-Rules' tab selected. The 'Storage Zone' is set to 'Flood Control'. The 'Function of' is 'Date'. A table shows the top elevation for '01.Jan' as 270.0 m. A graph on the right shows 'Elevation (m)' on the y-axis (ranging from 230 to 275) and months on the x-axis (Jan, Mar, May, Jul, Sep, Nov). The graph displays a step-like curve representing the elevation profile.

| Date | Top Elevation (m) |
|--------|-------------------|
| 01.Jan | 270.0 |

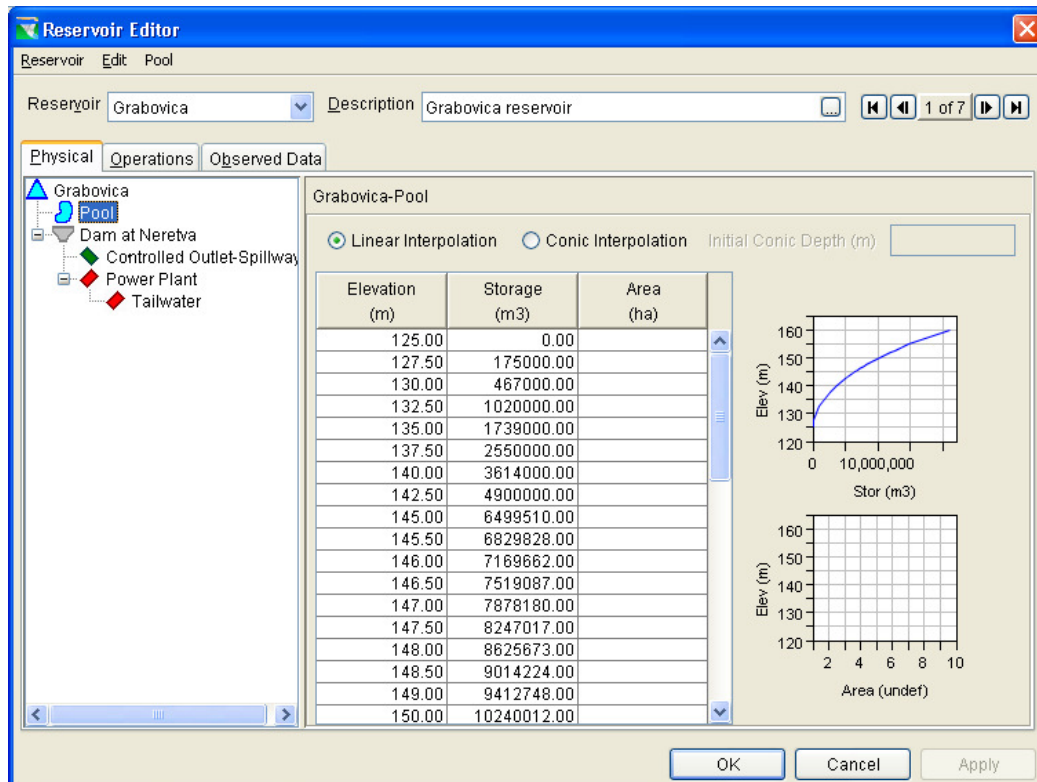
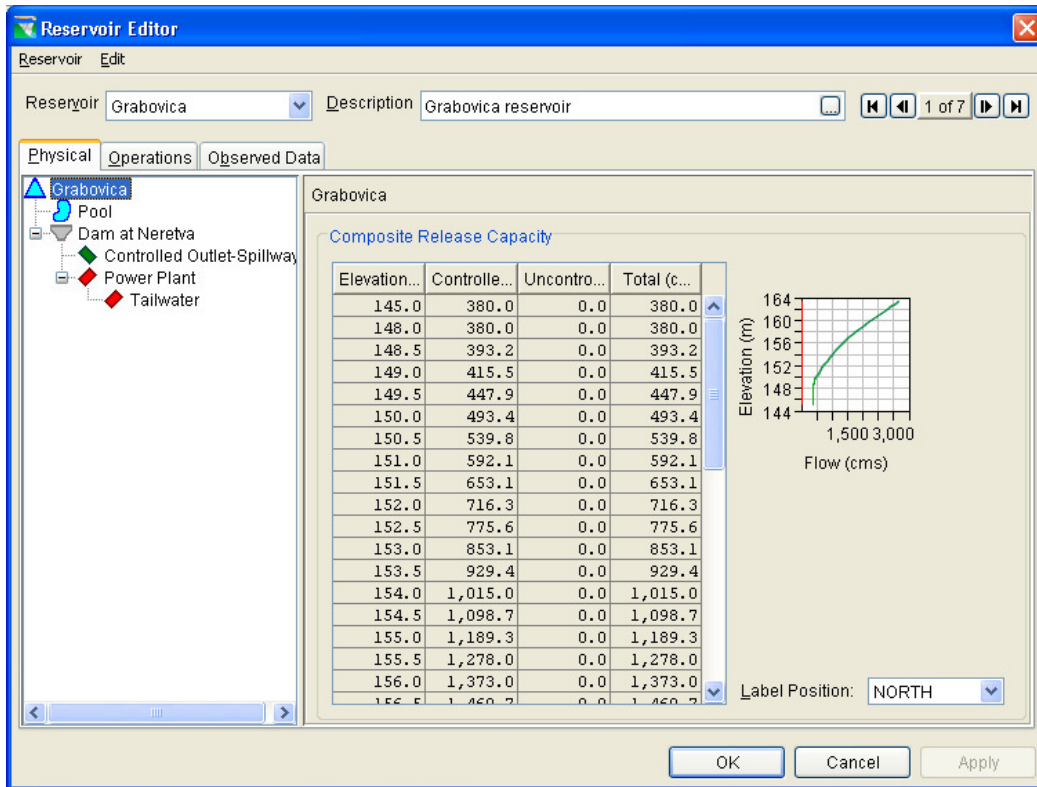
The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window with the 'Zone-Rules' tab selected. The 'Operates Release From:' is 'Jablanica-Diverted Outlet'. The 'Rule Name' is 'MinRel-Diverted'. The 'Function of' is 'Date'. The 'Limit Type' is 'Minimum' and 'Interp.' is 'Linear'. A table shows the release rate for '01.Jan' as 40.0 cms. A graph on the right shows 'Release (cms)' on the y-axis (ranging from 39.6 to 40.2) and months on the x-axis (Jan, Mar, May, Jul, Sep, Nov). The graph shows a constant horizontal line at 40.0 cms. Below the graph are several checkboxes for advanced settings: 'Period Average Limit', 'Hour of Day Multiplier', 'Day of Week Multiplier', 'Rising/Falling Condition', and 'Seasonal Variation', each with an 'Edit...' button.

| Date | Release (cms) |
|--------|---------------|
| 01.Jan | 40.0 |

Alternativa E (Krivulja upravljanja energijom 3 / Power Guide Curve 3)



5. HE Grabovica



Reservoir Editor
Reservoir: Grabovica | Description: Grabovica reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Grabovica-Dam at Neretva

Elevation at top of dam (m): 160.0
Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrolled (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 145.0 | 380.0 | 0.0 | 380.0 |
| 148.0 | 380.0 | 0.0 | 380.0 |
| 148.5 | 393.2 | 0.0 | 393.2 |
| 149.0 | 415.5 | 0.0 | 415.5 |
| 149.5 | 447.9 | 0.0 | 447.9 |
| 150.0 | 493.4 | 0.0 | 493.4 |
| 150.5 | 539.8 | 0.0 | 539.8 |
| 151.0 | 592.1 | 0.0 | 592.1 |
| 151.5 | 653.1 | 0.0 | 653.1 |
| 152.0 | 716.3 | 0.0 | 716.3 |
| 152.5 | 775.6 | 0.0 | 775.6 |
| 153.0 | 853.1 | 0.0 | 853.1 |
| 153.5 | 929.4 | 0.0 | 929.4 |
| 154.0 | 1 015.0 | 0.0 | 1 015.0 |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor
Reservoir: Grabovica | Description: Grabovica reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Grabovica-Dam at Neretva-Controlled Outlet-Spillway

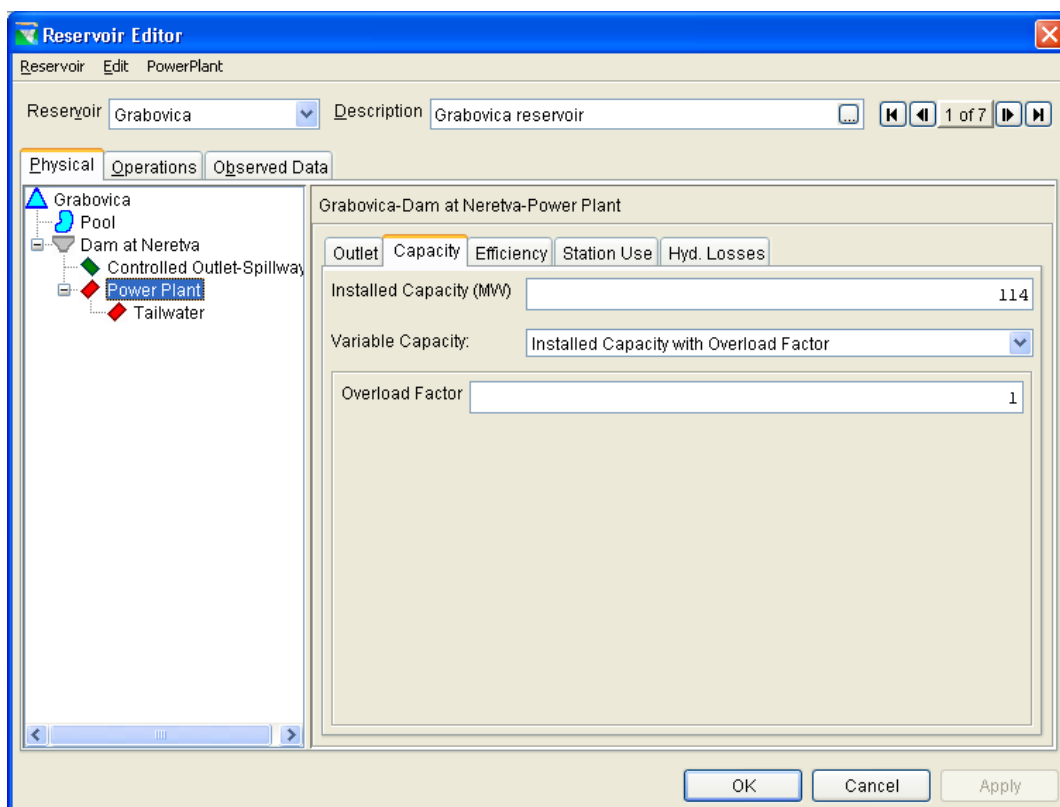
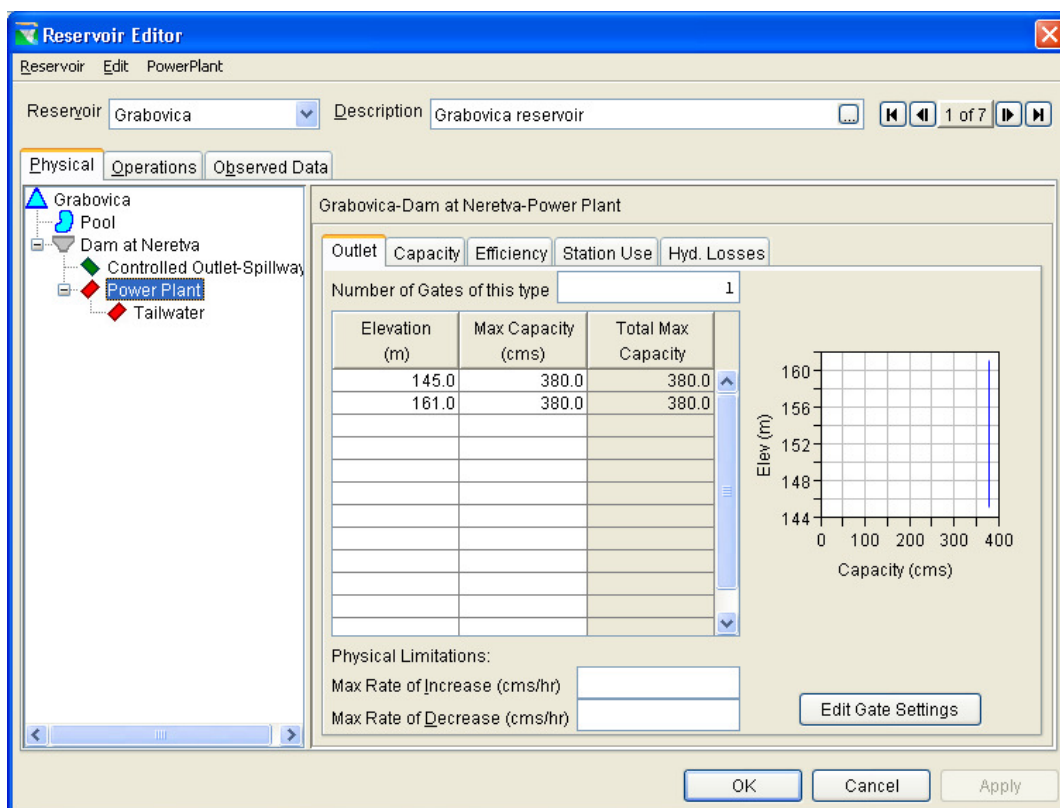
Number of Gates of this type: 2

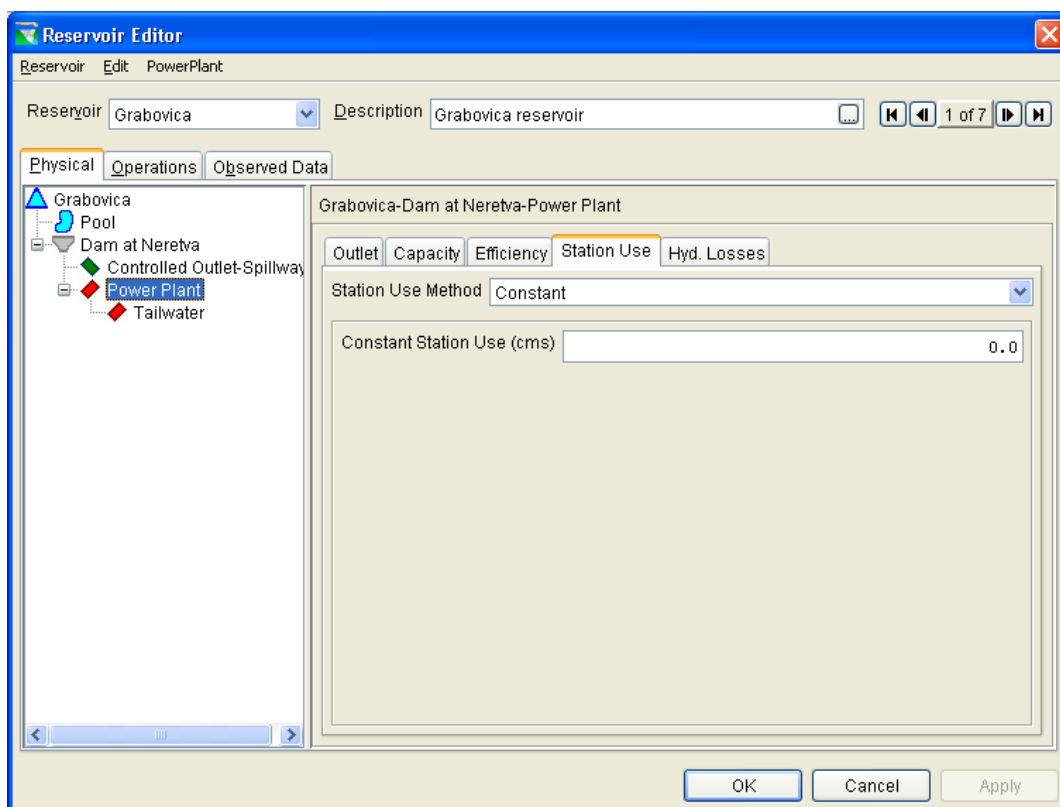
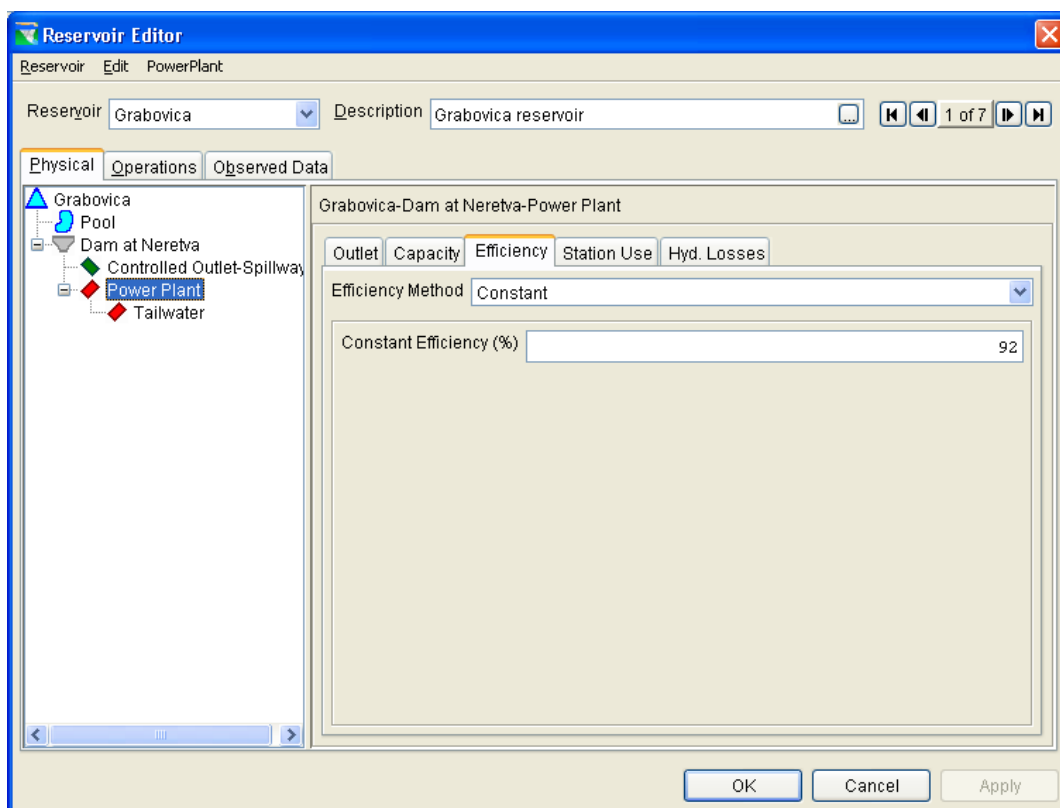
| Elevation (m) | Capacity (cms) | | |
|---------------|----------------|--------|--------|
| | 1.40 | 2.84 | 5.72 |
| 148.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 148.5 | 6.61 | 6.61 | 6.61 |
| 149.0 | 17.76 | 17.76 | 17.76 |
| 149.5 | 33.95 | 33.95 | 33.95 |
| 150.0 | 49.44 | 56.69 | 56.69 |
| 150.5 | 63.93 | 79.91 | 79.91 |
| 151.0 | 74.97 | 106.03 | 106.03 |
| 151.5 | 85.81 | 135.39 | 135.39 |
| 152.0 | 95.0 | 156.44 | 156.44 |
| 152.5 | 104.7 | 175.44 | 175.44 |
| 153.0 | 113.28 | 192.2 | 192.2 |

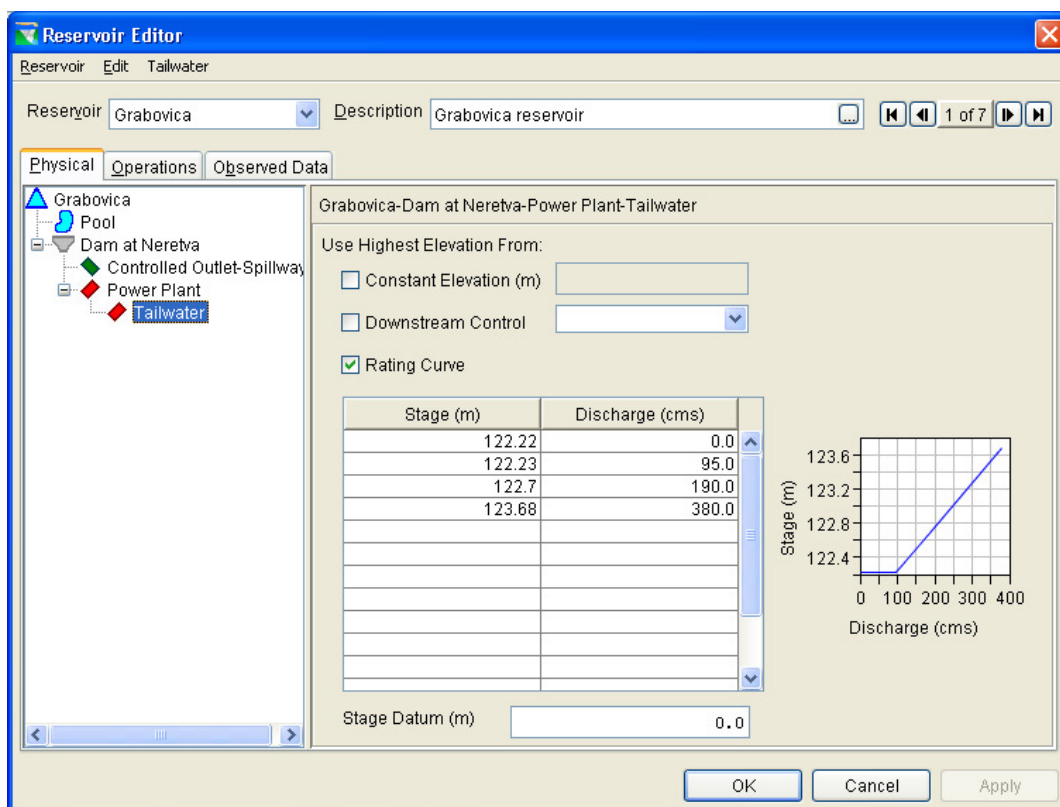
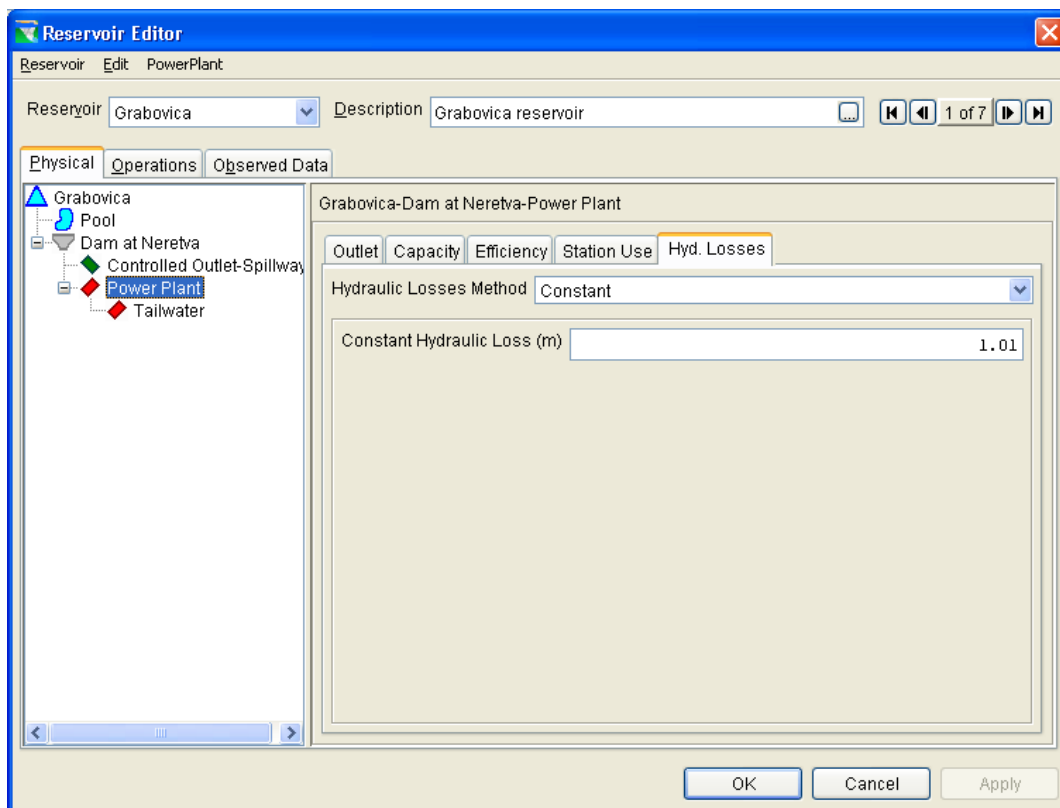
Physical Limitations:
Max Rate of Increase (cms/hr):
Max Rate of Decrease (cms/hr):

Edit Gate Settings

OK | Cancel | Apply







Reservoir Editor

Reservoir: Grabovica Description: Grabovica reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Flood Control

- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC

Conservation

- MinRelease-40
- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Operates Release From: Grabovica-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway380 Description: Max. rel 0 if current value < 380

Function of: Grabovica-Pool Spill Flow, Current Value Define...

Limit Type: Maximum Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 380.0 | 0.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Release (cms) vs Flow (cms) graph

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Grabovica Description: Grabovica reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Flood Control

- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC

Conservation

- MinRelease-40
- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Operates Release From: Grabovica-Power Plant

Hydropower - Power Guide Curve Rule: HydroPwrGC

Description:

Zone at Top of Power Pool: Flood Control

Zone at Bottom of Power Pool: Minimum

| % Power Storage | Plant Factor (%) |
|-----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 100.0 | 0.0 |
| 100.0 | 100.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

% Power Storage vs Plant Factor (%) graph

Power Generation Pattern...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Grabovica | Description: Grabovica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Conservation

- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC
- MinRelease-40
- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Storage Zone: Conservation | Description:

Function of: Date | Define...

| Date | Top Elevation (m) |
|--------|-------------------|
| 01 Jan | 159.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Grabovica | Description: Grabovica reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Conservation

- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC
- MinRelease-40
- ReleaseSpillway380
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Operates Release From: Grabovica-Power Plant

Rule Name: MinRelease-40 | Description: Environmental flow

Function of: Date | Define...

Limit Type: Minimum | Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|--------|---------------|
| 01 Jan | 40.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Grabovica Description: Grabovica reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

HydroPwrGC

Operates Release From: Grabovica-Power Plant
 Hydropower - Power Guide Curve Rule: HydroPwrGC

Description:

Zone at Top of Power Pool: Flood Control
 Zone at Bottom of Power Pool: Minimum

| % Power Storage | Plant Factor (%) |
|-----------------|------------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 100.0 | 0.0 |
| 100.0 | 100.0 |

Power Generation Pattern...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Grabovica Description: Grabovica reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Minimum

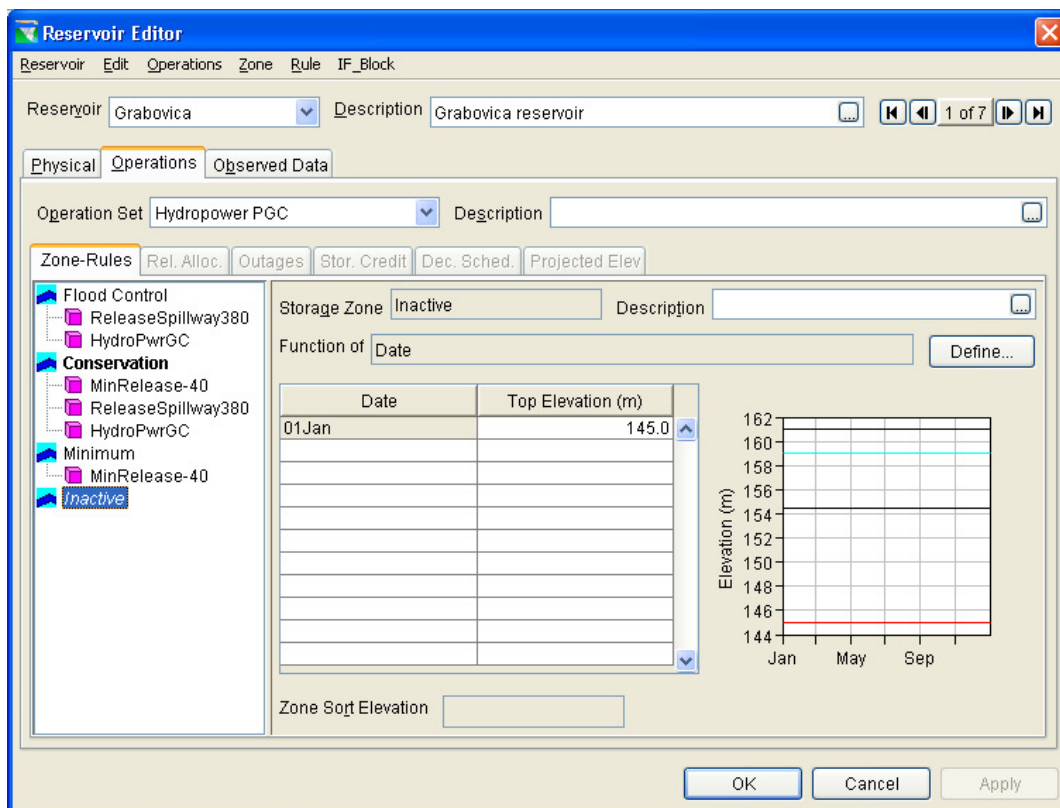
Storage Zone: Minimum Description:

Function of: Date Define...

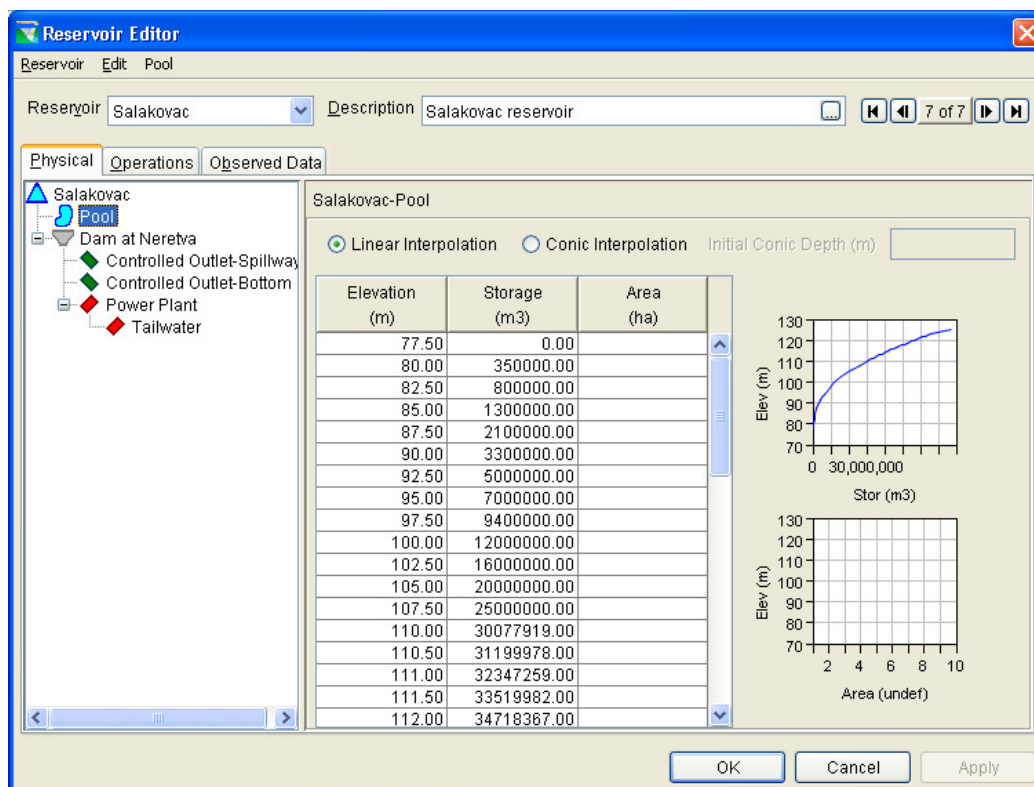
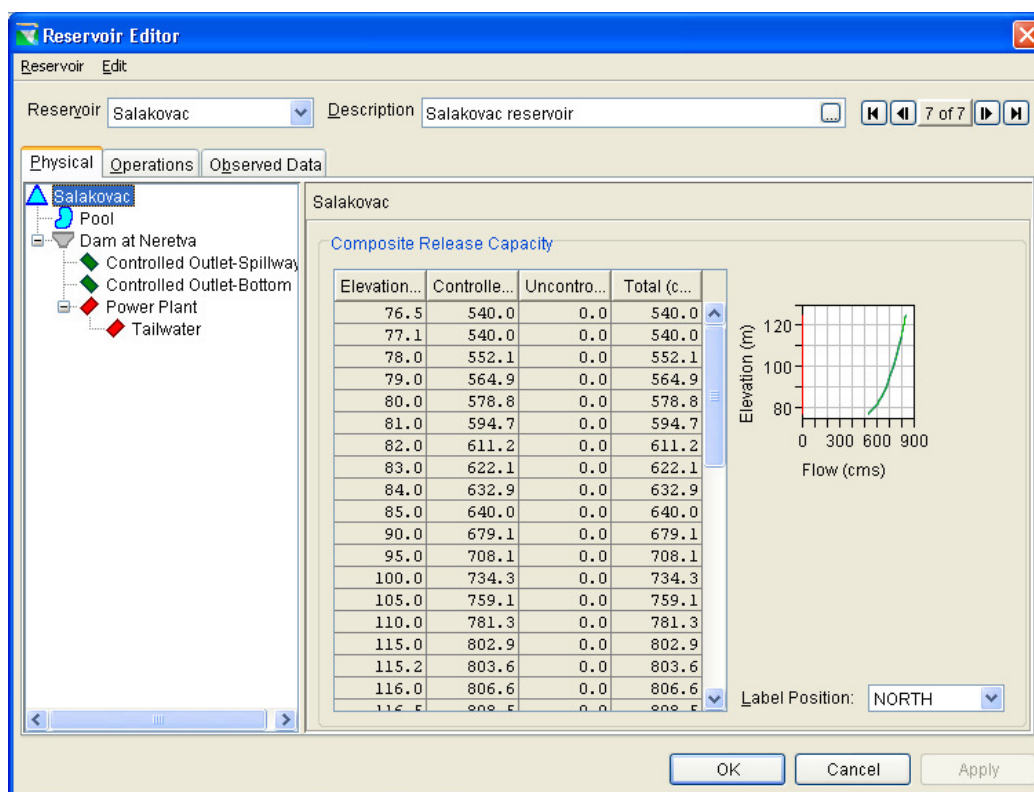
| Date | Top Elevation (m) |
|--------|-------------------|
| 01 Jan | 154.5 |

Zone Sort Elevation:

OK Cancel Apply



6. HE Salakovac



Reservoir Editor
Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Salakovac-Dam at Neretva

Elevation at top of dam (m): 124.7
Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrolled (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 76.5 | 540.0 | 0.0 | 540.0 |
| 77.1 | 540.0 | 0.0 | 540.0 |
| 78.0 | 552.1 | 0.0 | 552.1 |
| 79.0 | 564.9 | 0.0 | 564.9 |
| 80.0 | 578.8 | 0.0 | 578.8 |
| 81.0 | 594.7 | 0.0 | 594.7 |
| 82.0 | 611.2 | 0.0 | 611.2 |
| 83.0 | 622.1 | 0.0 | 622.1 |
| 84.0 | 632.9 | 0.0 | 632.9 |
| 85.0 | 640.0 | 0.0 | 640.0 |
| 90.0 | 679.1 | 0.0 | 679.1 |
| 95.0 | 708.1 | 0.0 | 708.1 |
| 100.0 | 734.3 | 0.0 | 734.3 |
| 105.0 | 759.1 | 0.0 | 759.1 |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor
Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Salakovac-Dam at Neretva-Controlled Outlet-Spillway

Number of Gates of this type: 1

| Elevation (m) | Max Capacity For Gate Set | | |
|---------------|---------------------------|--------|-------|
| | 25.00 | 50.00 | 75.00 |
| 115.2 | 0.0 | 0.0 | |
| 116.0 | 22.31 | 22.31 | 2 |
| 116.5 | 44.17 | 44.17 | 4 |
| 117.0 | 69.3 | 69.3 | |
| 117.5 | 99.04 | 103.52 | 10 |
| 118.0 | 116.27 | 138.92 | 13 |
| 118.5 | 133.86 | 181.75 | 18 |
| 119.0 | 148.3 | 224.27 | 22 |
| 119.5 | 161.14 | 274.36 | 27 |
| 120.0 | 172.92 | 308.26 | 31 |
| 120.5 | 183.05 | 332.32 | 37 |

Physical Limitations:
Max Rate of Increase (cms/hr):
Max Rate of Decrease (cms/hr):

Edit Gate Settings

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Salakovac-Dam at Neretva-Controlled Outlet-Bottom

Number of Gates of this type: 1

| Elevation (m) | Max Capacity (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 76.5 | 0.0 | 0.0 |
| 77.1 | 0.01 | 0.01 |
| 78.0 | 12.1 | 12.1 |
| 79.0 | 24.9 | 24.9 |
| 80.0 | 38.8 | 38.8 |
| 81.0 | 54.7 | 54.7 |
| 82.0 | 71.2 | 71.2 |
| 83.0 | 82.1 | 82.1 |
| 84.0 | 92.9 | 92.9 |
| 85.0 | 100.0 | 100.0 |
| 90.0 | 139.1 | 139.1 |
| 95.0 | 168.1 | 168.1 |
| 100.0 | 194.3 | 194.3 |
| 105.0 | 219.1 | 219.1 |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

Buttons: OK, Cancel, Apply, Edit Gate Settings

Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Salakovac-Dam at Neretva-Power Plant

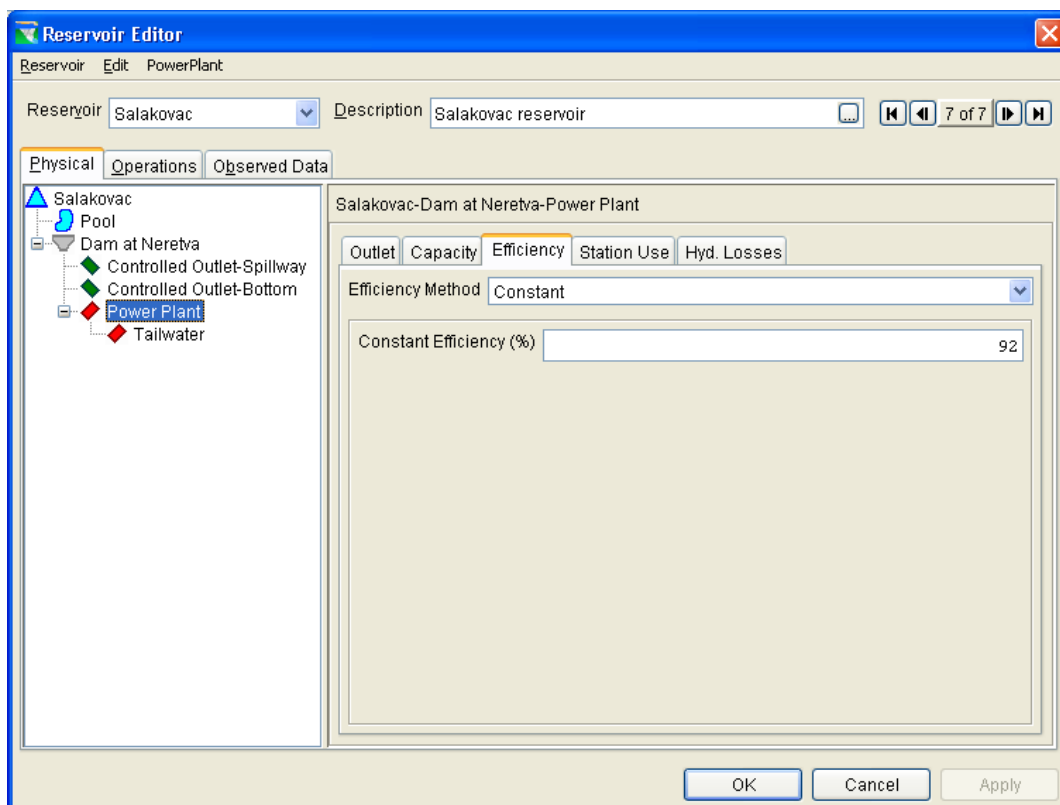
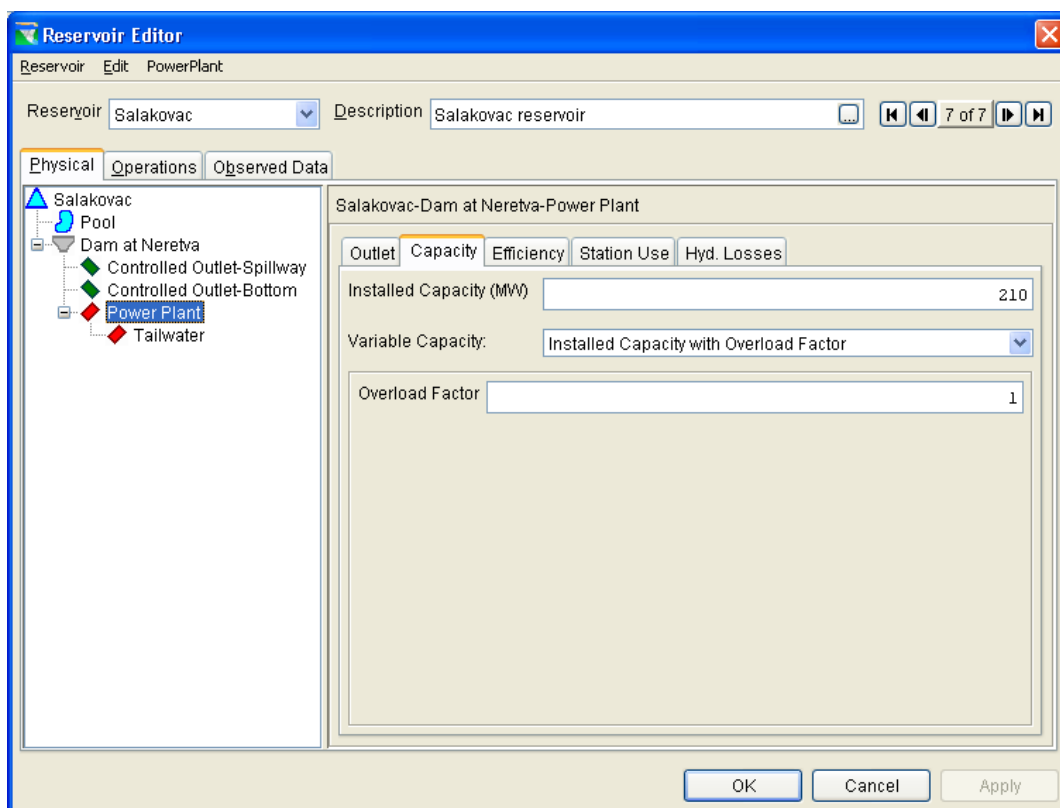
Outlet | Capacity | Efficiency | Station Use | Hyd. Losses

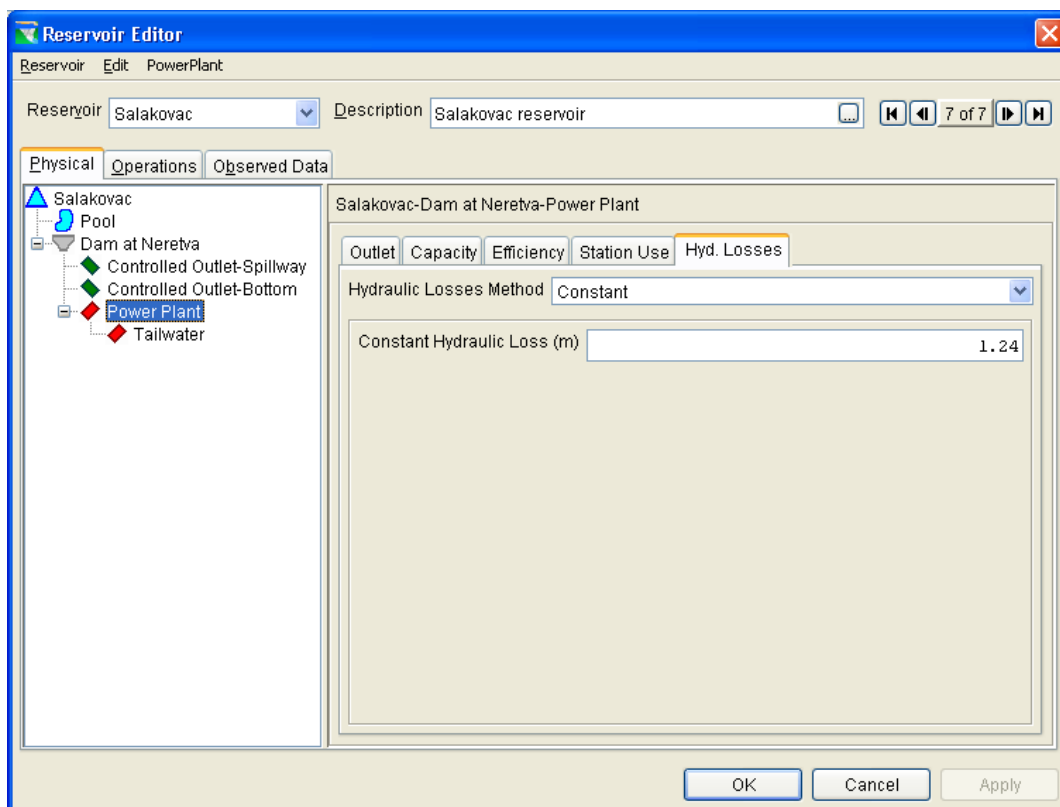
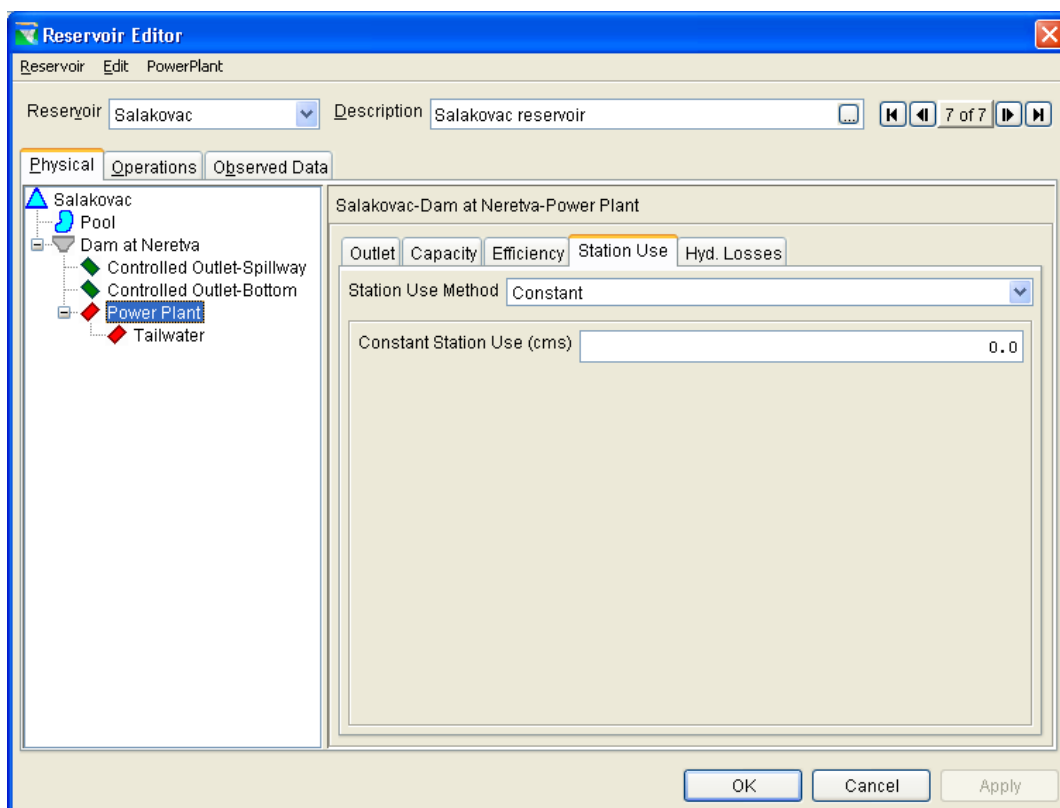
Number of Gates of this type: 1

| Elevation (m) | Max Capacity (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 110.0 | 540.0 | 540.0 |
| 124.7 | 540.0 | 540.0 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

Buttons: OK, Cancel, Apply, Edit Gate Settings





Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Salakovac-Dam at Neretva-Power Plant-Tailwater

Use Highest Elevation From:

- Constant Elevation (m)
- Downstream Control
- Rating Curve

| Stage (m) | Discharge (cms) |
|-----------|-----------------|
| 78.39 | 0.0 |
| 78.4 | 180.0 |
| 79.3 | 360.0 |
| 80.1 | 540.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Stage Datum (m): 0.0

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Flood Control

Storage Zone: Flood Control | Description:

Function of: Date

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 124.7 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Flood Control

- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC

Conservation

- MinRelease-40
- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Operates Release From: Salakovac-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway540 | Description: Max. rel=0 if current value<540

Function of: Salakovac-Pool Outflow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 540.0 | 0.0 |

Release (cms) vs Flow (cms) graph

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Flood Control

- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540**
- HydroPwrGC

Conservation

- MinRelease-40
- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Operates Release From: Salakovac-Controlled Outlet-Bottom

Rule Name: ReleaseBottom540 | Description: Max. rel=0 if current value<540

Function of: Salakovac-Pool Outflow, Current Value

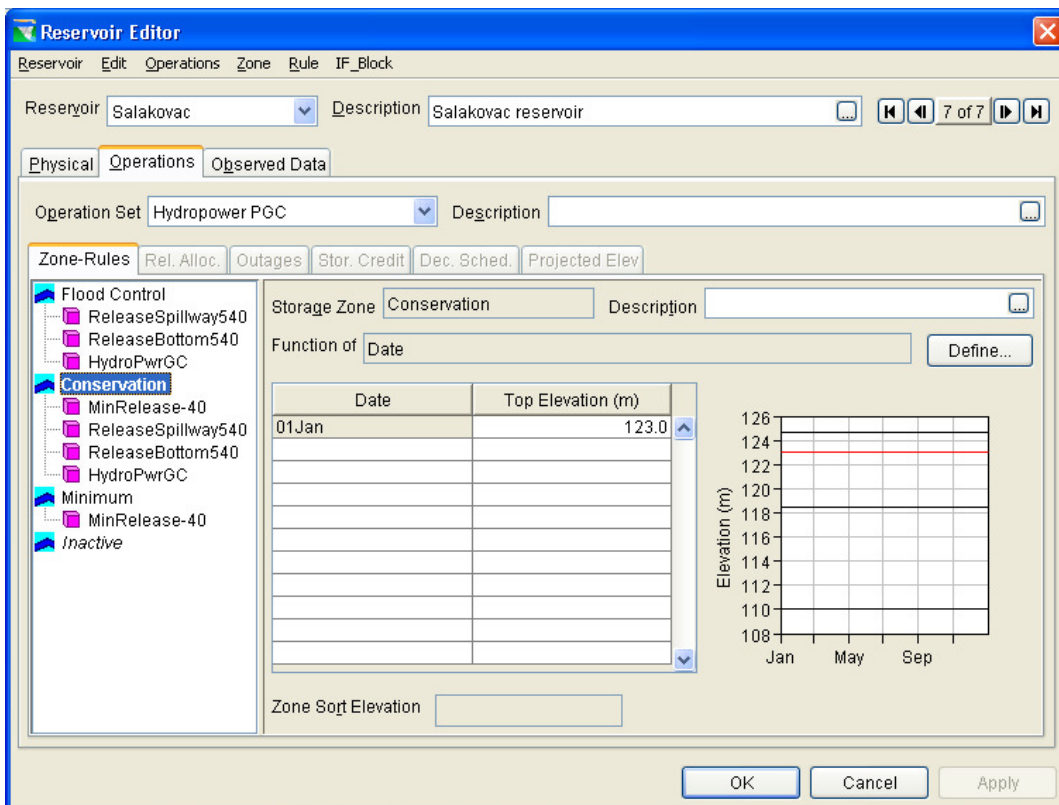
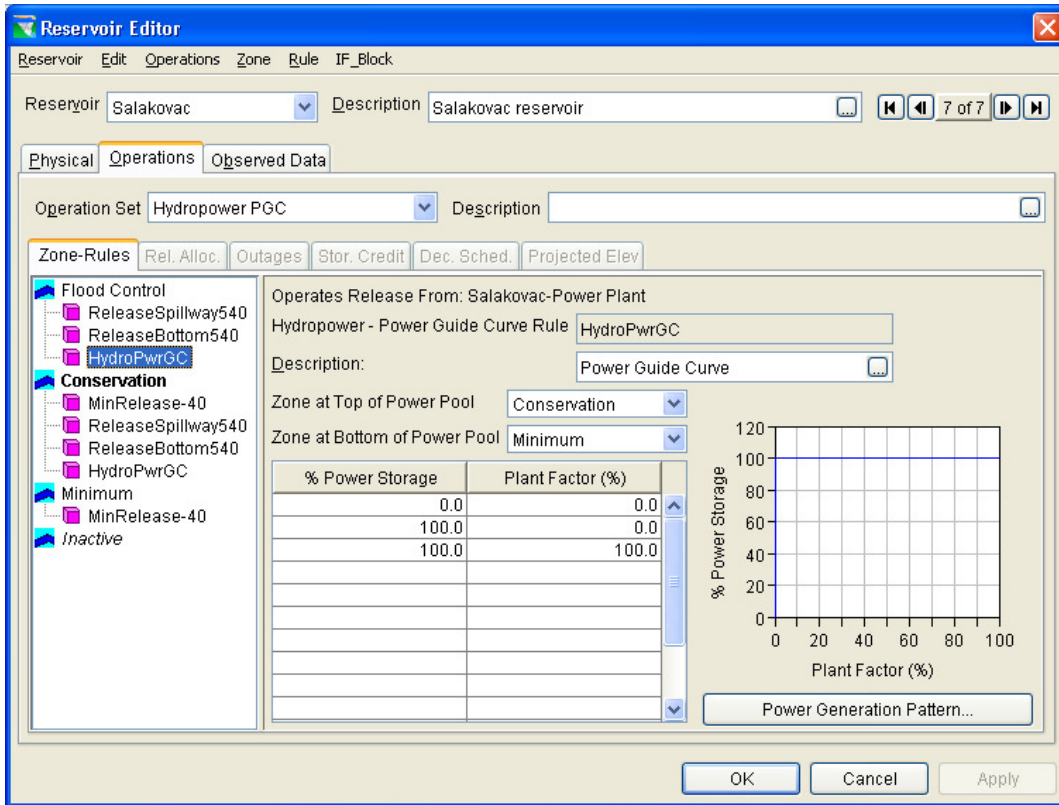
Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 540.0 | 0.0 |

Release (cms) vs Flow (cms) graph

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply



Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Conservation

- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC
- MinRelease-40**
- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-40
- Inactive

Operates Release From: Salakovac-Power Plant

Rule Name: MinRelease-40 | Description: Environmental flow

Function of: Date

Limit Type: Minimum | Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 40.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Release (cms) graph: 39.6 to 40.2, Jan to Nov

Period Average Limit | Edit...

Hour of Day Multiplier | Edit...

Day of Week Multiplier | Edit...

Rising/Falling Condition | Edit...

Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Salakovac | Description: Salakovac reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev.

Conservation

- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC
- MinRelease-40
- ReleaseSpillway540
- ReleaseBottom540
- HydroPwrGC
- Minimum**
- MinRelease-40
- Inactive

Storage Zone: Minimum | Description:

Function of: Date

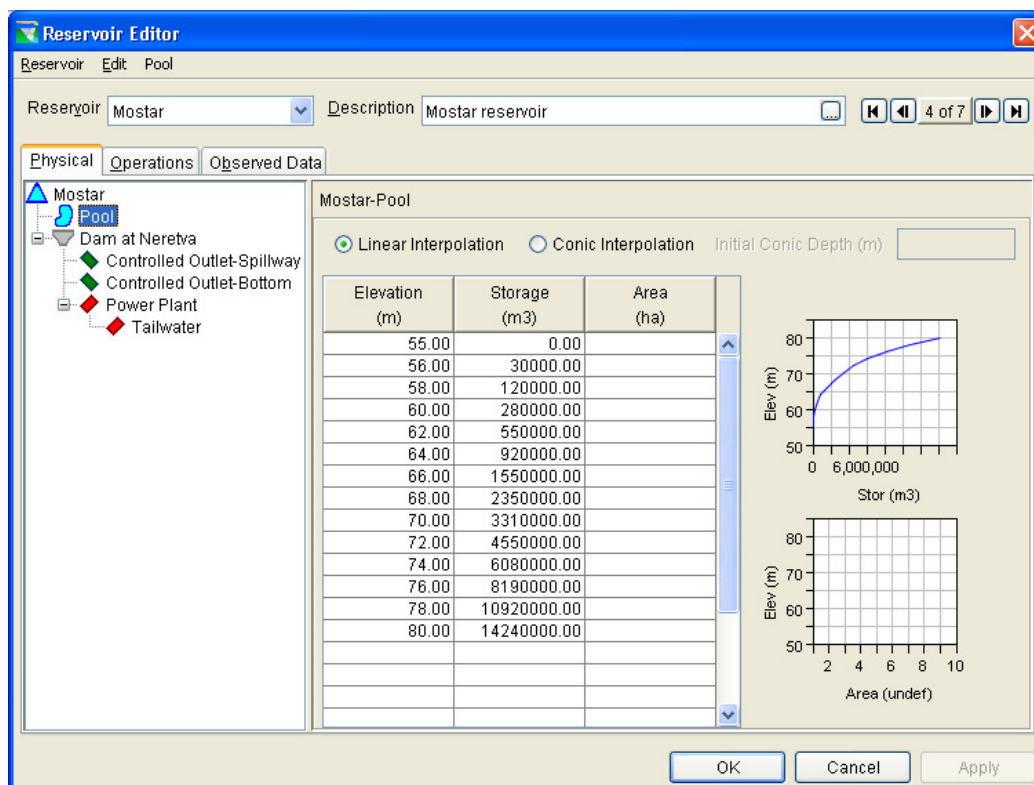
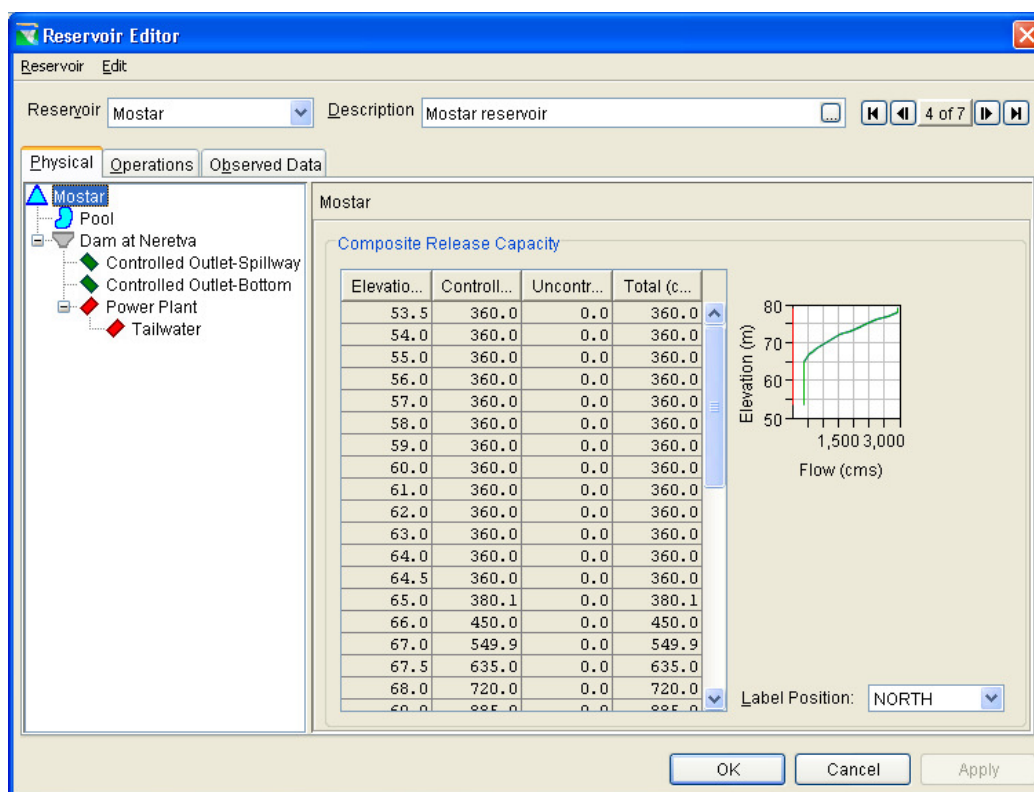
| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 118.5 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Elevation (m) graph: 108 to 126, Jan to Sep

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

7. HE Mostar



Reservoir Editor
Reservoir: Mostar | Description: Mostar reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Mostar-Dam at Neretva

Elevation at top of dam (m): 81.0
Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrolled (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 53.5 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 54.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 55.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 56.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 57.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 58.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 59.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 60.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 61.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 62.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 63.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 64.0 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 64.5 | 360.0 | 0.0 | 360.0 |
| 65.0 | 380.1 | 0.0 | 380.1 |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor
Reservoir: Mostar | Description: Mostar reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Mostar-Dam at Neretva-Controlled Outlet-Spillway

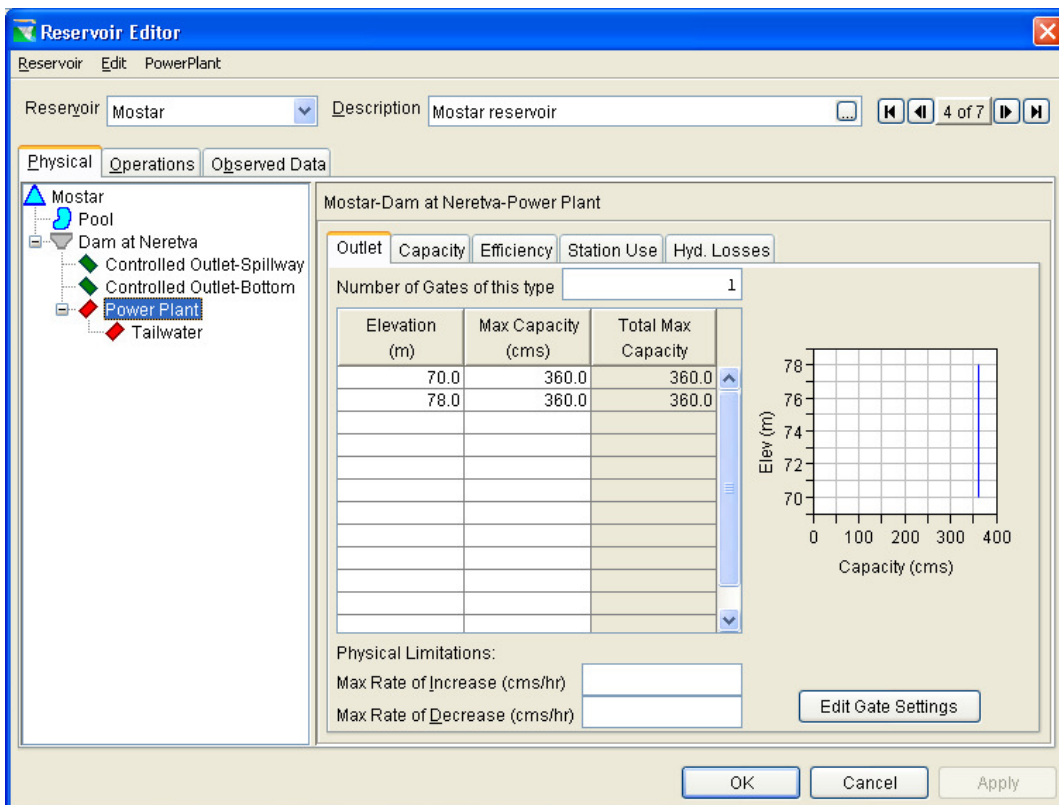
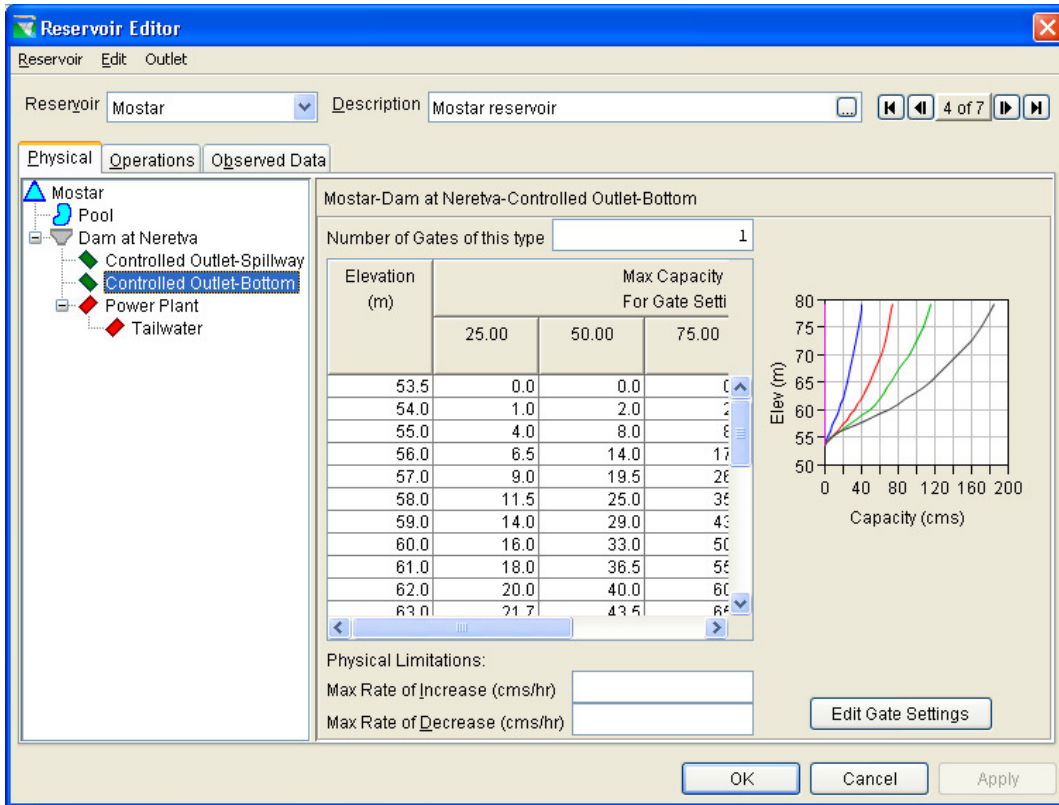
Number of Gates of this type: 3

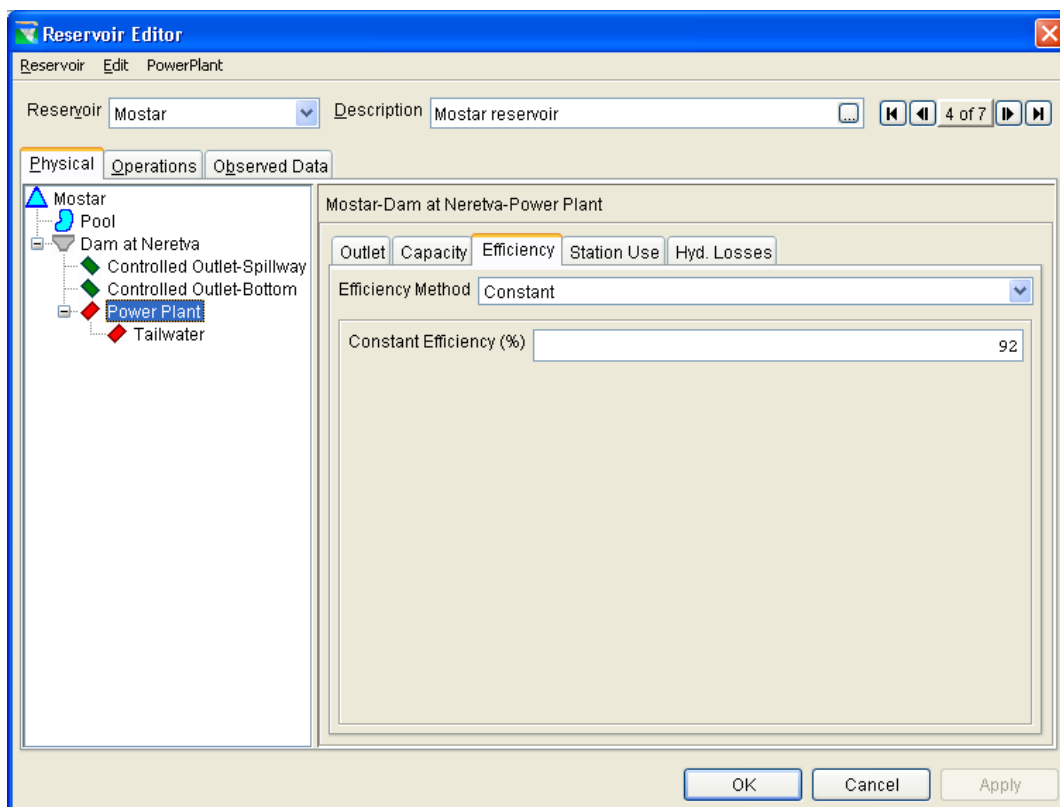
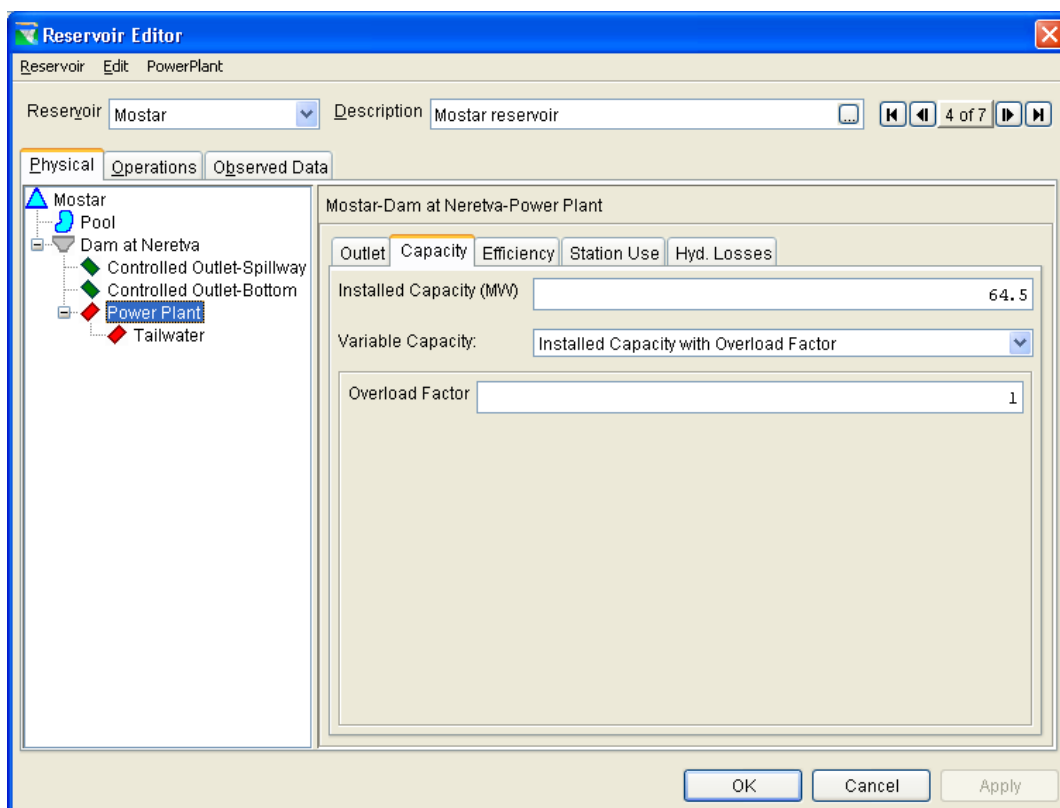
| Elevation (m) | Number of Gates | | |
|---------------|-----------------|-------|-------|
| | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| 64.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 65.0 | 6.7 | 6.7 | 6.7 |
| 66.0 | 28.3 | 30.0 | 30.0 |
| 67.0 | 43.3 | 63.3 | 63.3 |
| 68.0 | 58.3 | 90.0 | 120.0 |
| 69.0 | 66.7 | 110.0 | 140.0 |
| 70.0 | 72.3 | 128.3 | 171.0 |
| 71.0 | 78.3 | 141.7 | 193.0 |
| 72.0 | 85.0 | 154.3 | 210.0 |
| 73.0 | 91.7 | 166.7 | 220.0 |
| 74.0 | 98.3 | 180.0 | 240.0 |

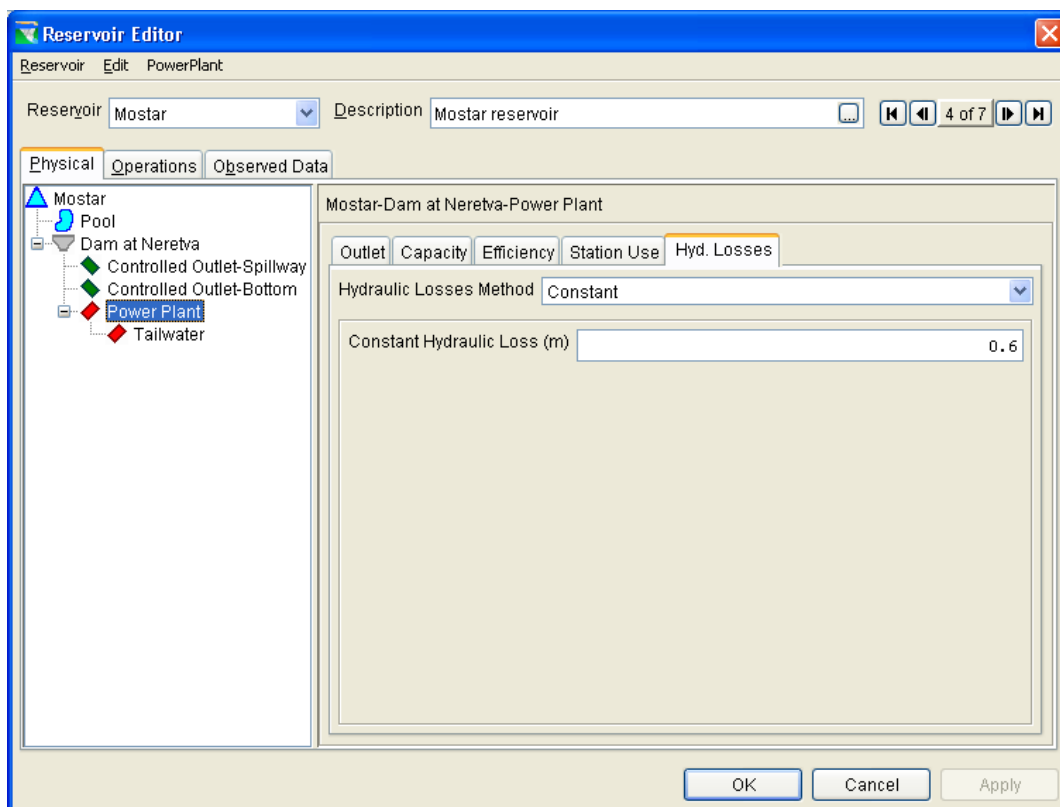
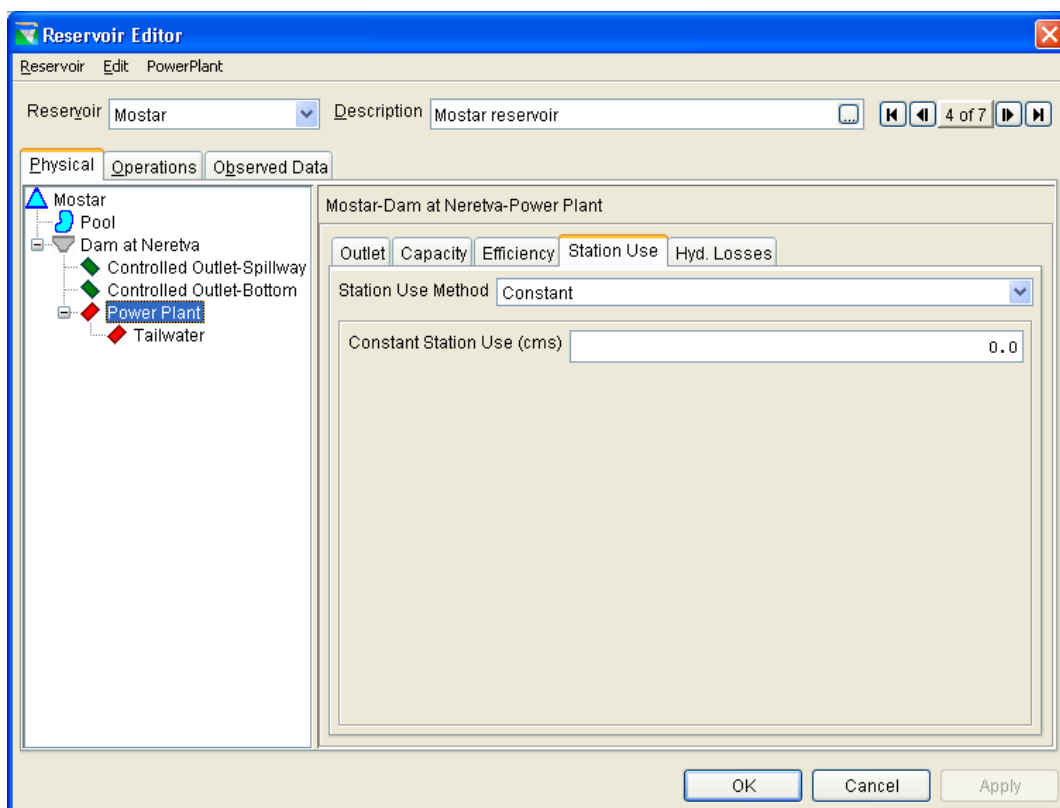
Physical Limitations:
Max Rate of Increase (cms/hr):
Max Rate of Decrease (cms/hr):

Edit Gate Settings

OK | Cancel | Apply







Reservoir Editor
 Reservoir: Mostar | Description: Mostar reservoir

Operation Set: Hydropower PGC | Description: Power Guide Curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Flood Control

- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC

Conservation

- MinRelease-50
- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-50
- Inactive

Operates Release From: Mostar-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway360 | Description: Max. rel=0 if current value<360

Function of: Mostar-Pool Outflow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 360.0 | 0.0 |

Graph: Release (cms) vs Flow (cms)

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor
 Reservoir: Mostar | Description: Mostar reservoir

Operation Set: Hydropower PGC | Description: Power Guide Curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Flood Control

- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC

Conservation

- MinRelease-50
- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-50
- Inactive

Operates Release From: Mostar-Controlled Outlet-Bottom

Rule Name: ReleaseBottom360 | Description: Max. rel=0 if current value<360

Function of: Mostar-Pool Outflow, Current Value

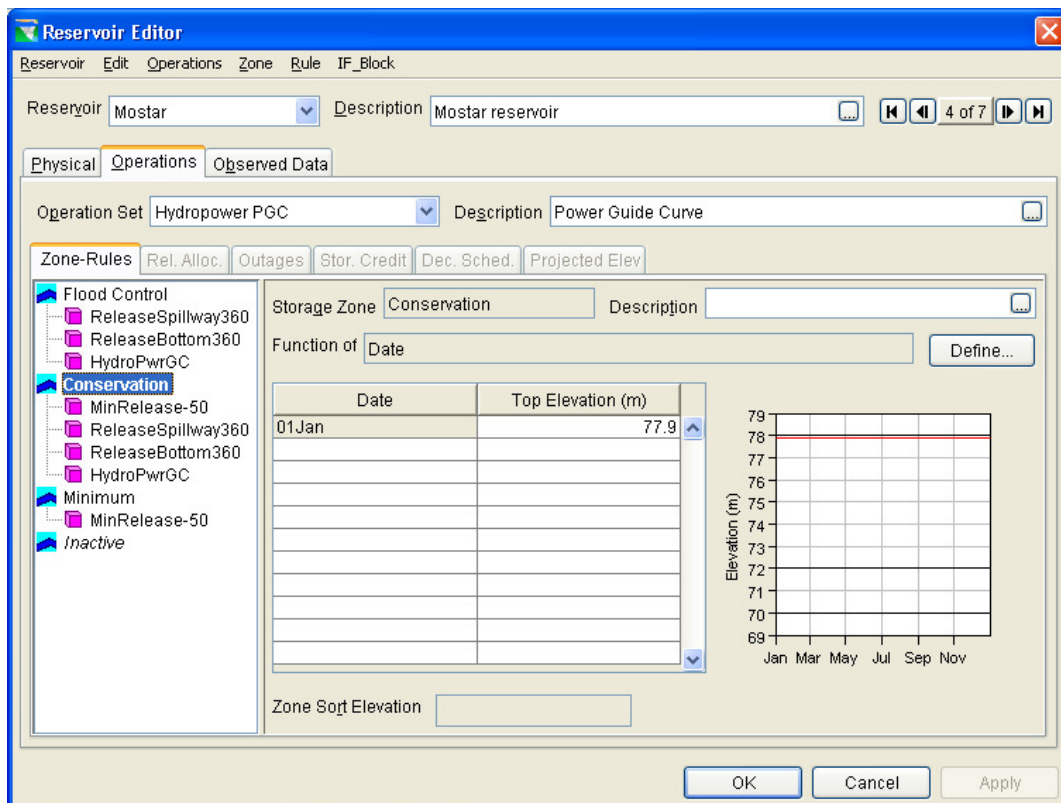
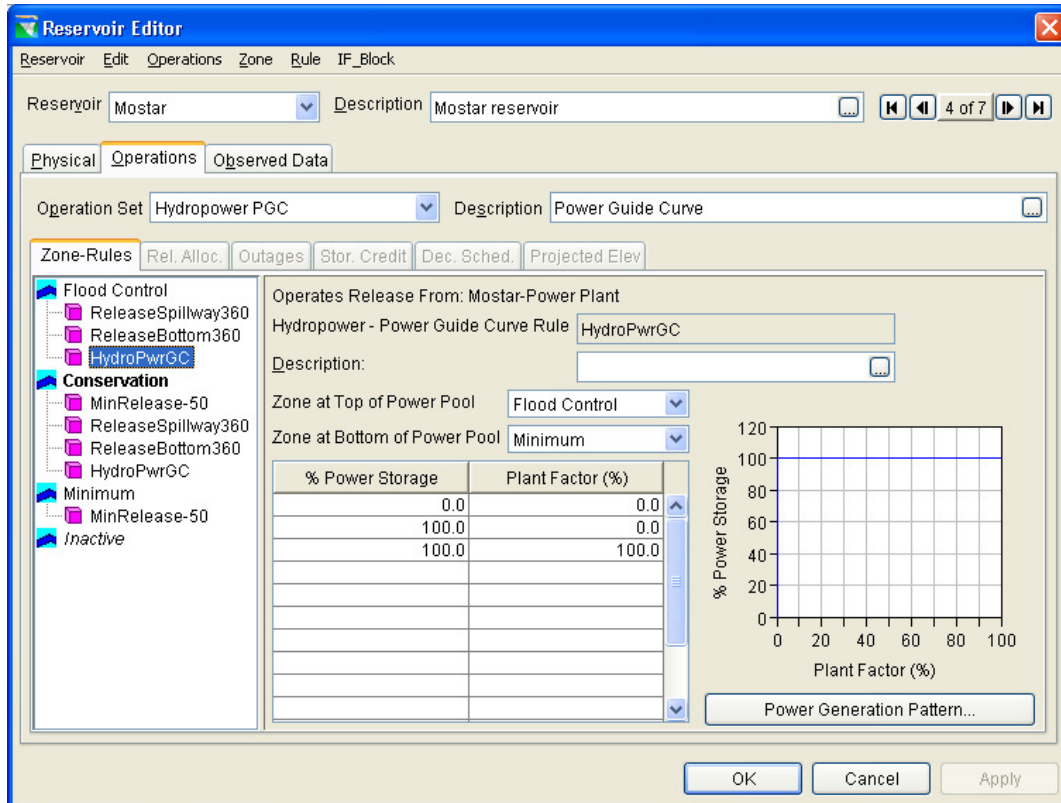
Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 360.0 | 0.0 |

Graph: Release (cms) vs Flow (cms)

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply



Reservoir Editor

Reservoir: Mostar Description: Mostar reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC Description: Power Guide Curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Conservation

- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC
- MinRelease-50**
- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC
- Minimum
- MinRelease-50
- Inactive

Operates Release From: Mostar-Power Plant

Rule Name: MinRelease-50 Description: Environmental flow

Function of: Date Define...

Limit Type: Minimum Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 50.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Release (cms) vs Month (Jan to Nov)

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Mostar Description: Mostar reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: Hydropower PGC Description: Power Guide Curve

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Conservation

- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC
- MinRelease-50
- ReleaseSpillway360
- ReleaseBottom360
- HydroPwrGC
- Minimum**
- MinRelease-50
- Inactive

Storage Zone: Minimum Description:

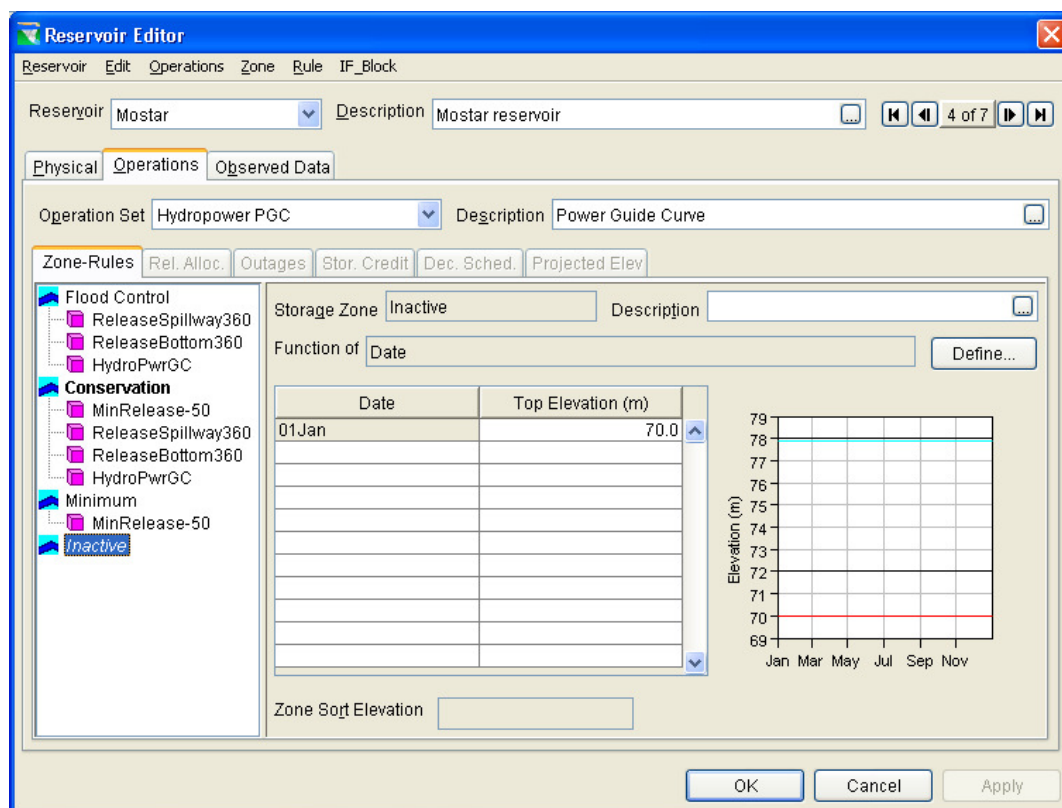
Function of: Date Define...

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 72.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Elevation (m) vs Month (Jan to Nov)

Zone Sort Elevation:

OK Cancel Apply



8. HE Trebinje I

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window for the 'Bileca' reservoir. The 'Physical' tab is active, and the 'Composite Release Capacity' section is expanded. A table lists release capacity data for various elevations, and a graph plots Elevation (m) against Flow (cms).

| Elevatio... | Controll... | Uncontr... | Total (c... |
|-------------|-------------|------------|-------------|
| 300.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 305.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 310.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 315.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 320.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 325.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 330.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 335.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 340.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 345.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 348.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 350.0 | 158.0 | 0.0 | 158.0 |
| 355.0 | 172.5 | 0.0 | 172.5 |
| 360.0 | 183.0 | 0.0 | 183.0 |
| 365.0 | 191.5 | 0.0 | 191.5 |
| 370.0 | 197.5 | 0.0 | 197.5 |
| 375.0 | 202.5 | 0.0 | 202.5 |
| 380.0 | 207.0 | 0.0 | 207.0 |
| 385.0 | 212.0 | 0.0 | 212.0 |

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window for the 'Bileca' reservoir, specifically the 'Pool' tab. It displays interpolation options (Linear and Conic), a table of Elevation, Storage, and Area, and two graphs: Elevation vs. Storage and Elevation vs. Area.

| Elevation (m) | Storage (m3) | Area (ha) |
|---------------|--------------|-----------|
| 300.00 | 0.00 | |
| 301.00 | 80000.00 | |
| 302.00 | 160000.00 | |
| 303.00 | 250000.00 | |
| 304.00 | 340000.00 | |
| 305.00 | 430000.00 | |
| 306.00 | 540000.00 | |
| 307.00 | 660000.00 | |
| 308.00 | 780000.00 | |
| 309.00 | 900000.00 | |
| 310.00 | 1020000.00 | |
| 311.00 | 1160000.00 | |
| 312.00 | 1300000.00 | |
| 313.00 | 1510000.00 | |
| 314.00 | 1740000.00 | |
| 315.00 | 2000000.00 | |
| 316.00 | 2300000.00 | |
| 317.00 | 2620000.00 | |

Reservoir Editor
Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Bileca-Dam at Trebisnjica

Elevation at top of dam (m): 400.0
Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrol... (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 300.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 305.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 310.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 315.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 320.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 325.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 330.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 335.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 340.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 345.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 348.0 | 150.0 | 0.0 | 150.0 |
| 350.0 | 158.0 | 0.0 | 158.0 |
| 355.0 | 172.5 | 0.0 | 172.5 |
| 360.0 | 183.0 | 0.0 | 183.0 |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor
Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Bileca-Dam at Trebisnjica-Controlled Outlet-Spillway

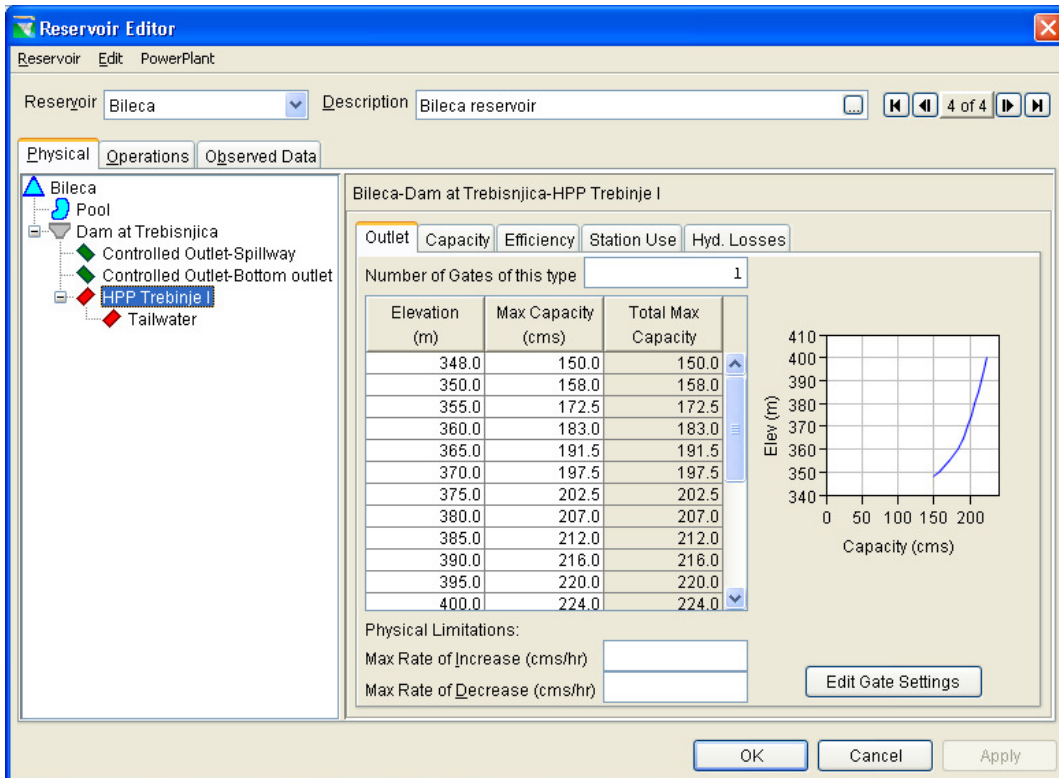
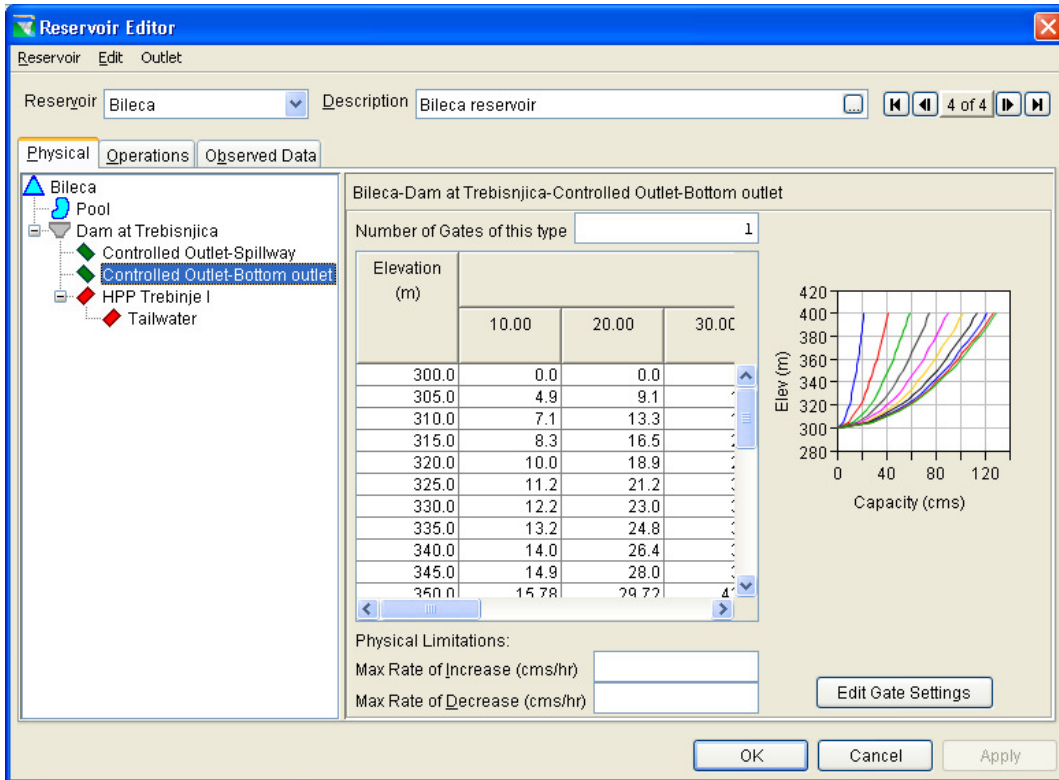
Number of Gates of this type: 1

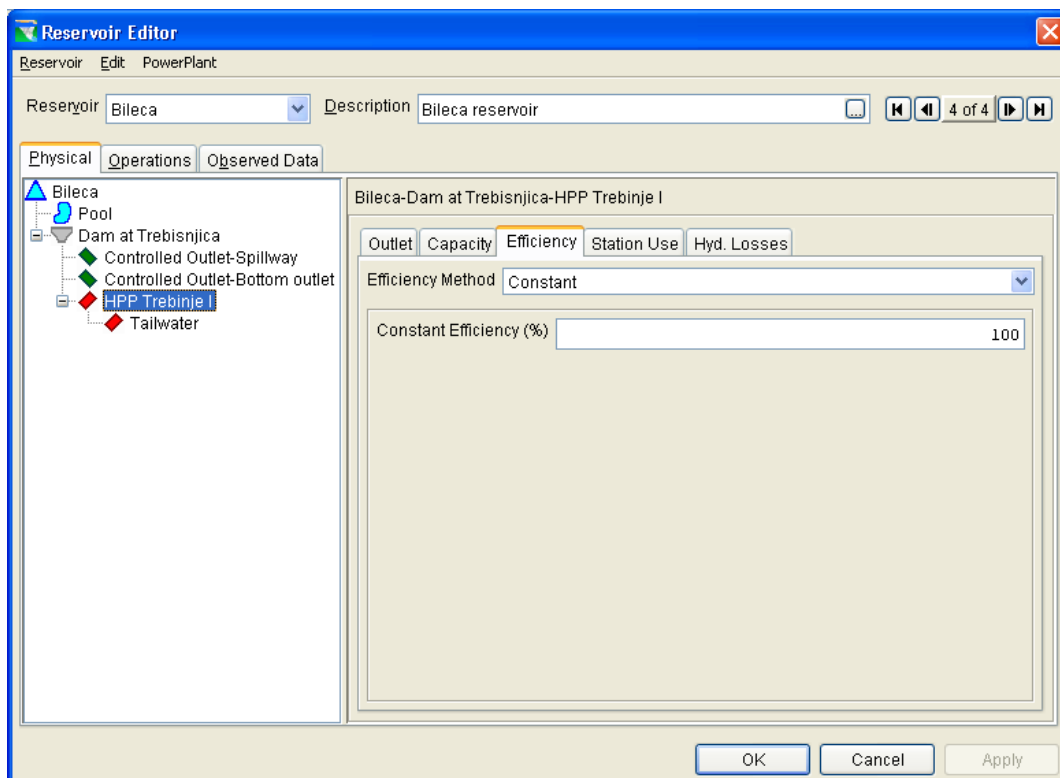
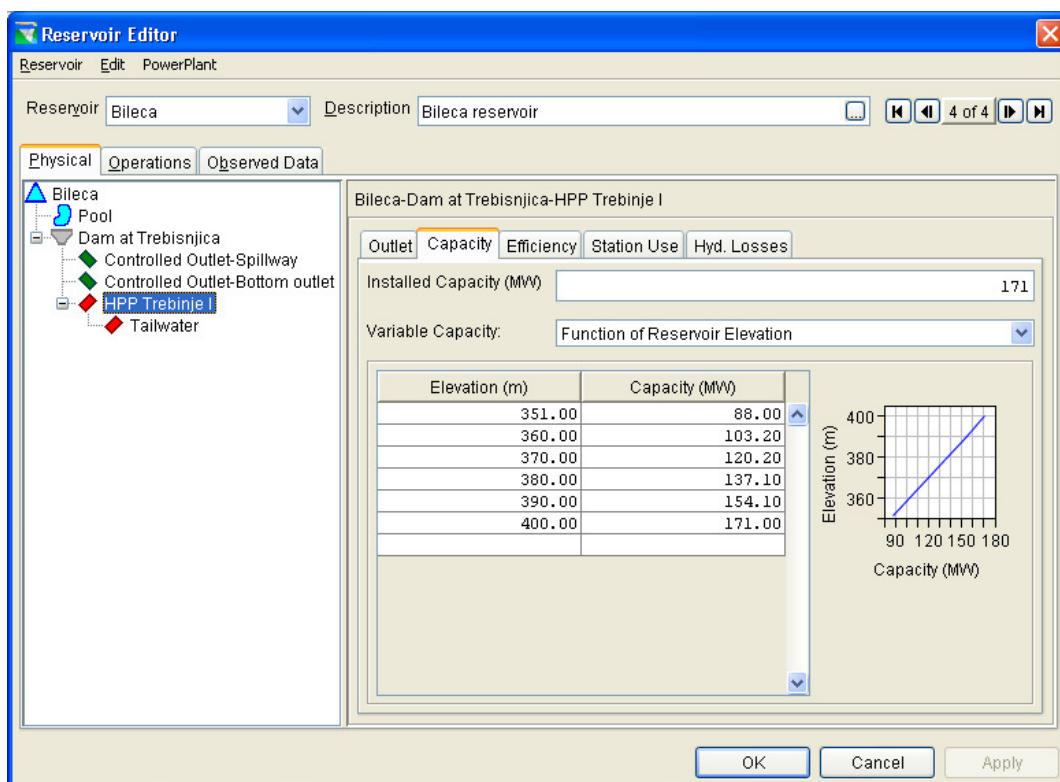
| Elevation (m) | Gates | | |
|---------------|-------|------|------|
| | 0.10 | 0.20 | 0.30 |
| 395.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 395.2 | 5.0 | 10.0 | |
| 395.4 | 7.3 | 14.6 | |
| 395.6 | 8.4 | 16.9 | |
| 395.8 | 9.4 | 18.9 | |
| 396.0 | 10.51 | 21.0 | |
| 396.2 | 11.3 | 22.7 | |
| 396.4 | 12.1 | 24.3 | |
| 396.6 | 12.9 | 25.9 | |
| 396.8 | 13.7 | 27.4 | |
| 397.0 | 14.4 | 28.9 | |

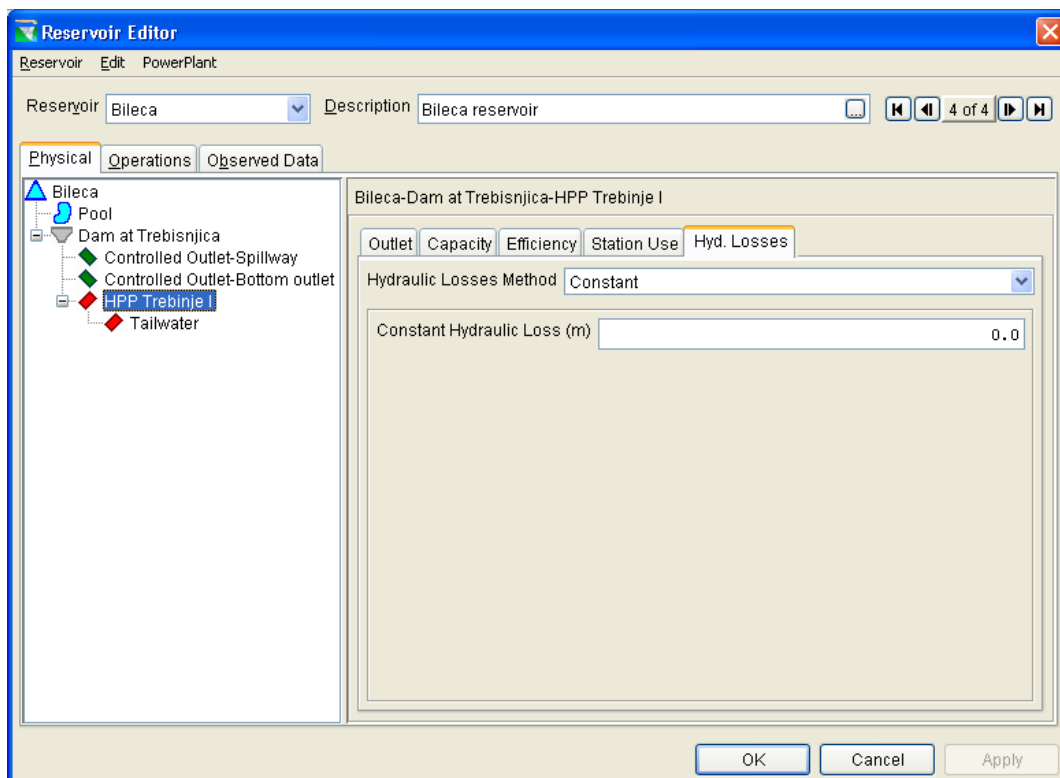
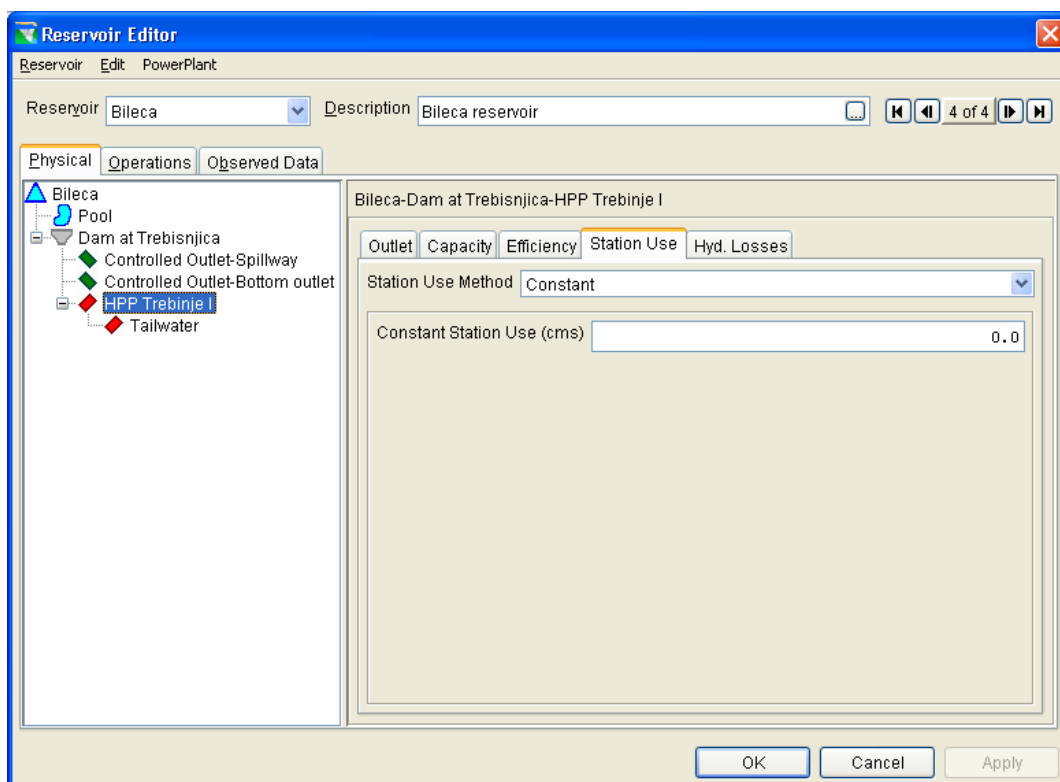
Physical Limitations:
Max Rate of Increase (cms/hr):
Max Rate of Decrease (cms/hr):

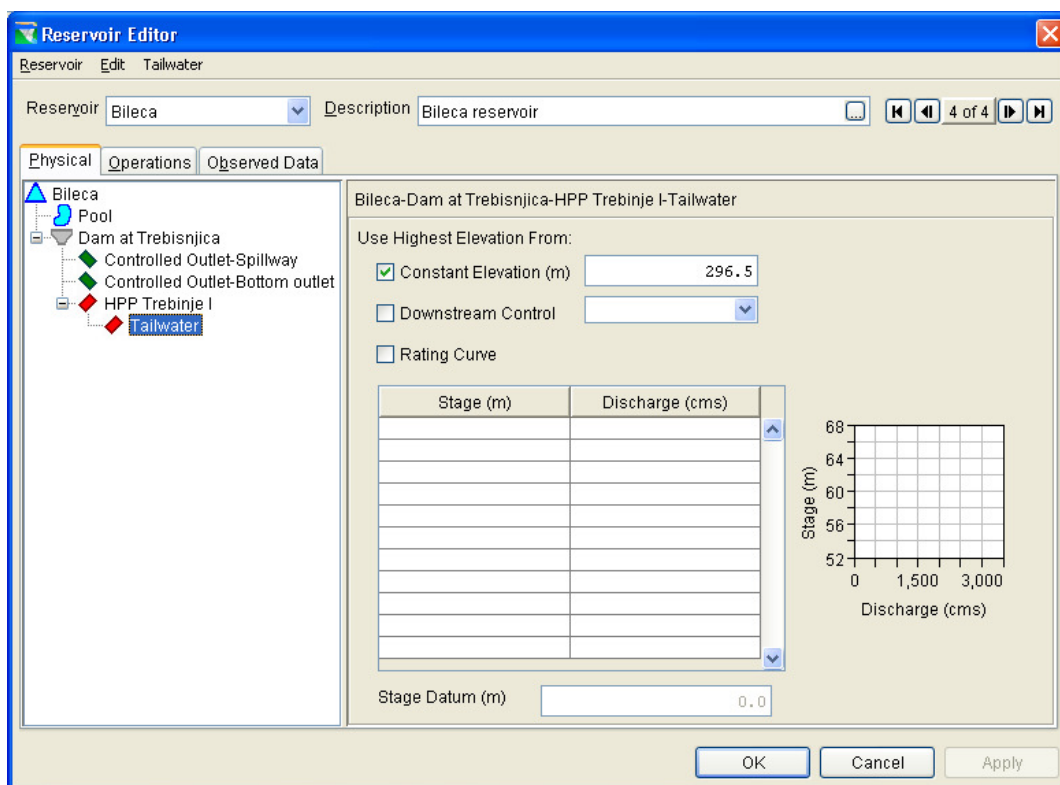
Edit Gate Settings

OK | Cancel | Apply









Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Zone-Rules

- Flood Control
 - HS Trebinje I-A
 - ReleaseSpillway224
 - ReleaseBottom224
 - MaxRelBileca
- Conservation-Brown
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - HS Trebinje I-A
- Yellow
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - MinHPP-HS-79
- Blue
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - MinHPP-HS-30
- White
 - MinHPP-HS-30
- MinEnergy
 - IrrigationFlow
 - MinFlow
- Minimum
 - IrrigationFlow
- Inactive

Operates Release From: Bileca-HPP Trebinje I

Hydropower - Schedule Rule: HS Trebinje I-A | Description:

Power Generation Requirement: Options...

| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 127224,0 |
| Feb | 127224,0 |
| Mar | 127224,0 |
| Apr | 127224,0 |
| May | 127224,0 |
| Jun | 127224,0 |
| Jul | 127224,0 |
| Aug | 127224,0 |
| Sep | 127224,0 |
| Oct | 127224,0 |
| Nov | 127224,0 |
| Dec | 127224,0 |

MWh

Power Generation Pattern...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Zone-Rules

- Flood Control
 - HS Trebinje I-A
 - ReleaseSpillway224**
 - ReleaseBottom224
 - MaxRelBileca
- Conservation-Brown
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - HS Trebinje I-A
- Yellow
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - MinHPP-HS-79
- Blue
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - MinHPP-HS-30
- White
 - MinHPP-HS-30
- MinEnergy
 - IrrigationFlow
 - MinFlow
- Minimum
 - IrrigationFlow
- Inactive

Operates Release From: Bileca-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway224 | Description: Max. rel. 0 if current value < 224

Function of: Bileca-Controlled Outlet-Spillway Flow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0,0 | 0,0 |
| 224,0 | 0,0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Release (cms) vs Flow (cms) graph showing a horizontal line at 0,0 release for flow up to 224,0.

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Operates Release From: Bileca-Controlled Outlet-Bottom outlet

Rule Name: ReleaseBottom224 | Description: Max. rel. 0 if current value < 224

Function of: Bileca-Controlled Outlet-Bottom outlet Flow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0,0 | 0,0 |
| 224,0 | 0,0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca Description: Bileca reservoir

Physical Operations Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Operates Release From: Bileca

Rule Name: MaxRelBileca Description: Max release from Bileca reservoir

Function of: Bileca-Pool Outflow, Current Value

Limit Type: Maximum Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0,0 | 0,0 |
| 224,0 | 0,0 |
| 225,0 | 225,0 |
| 2000,0 | 225,0 |

Period Average Limit Edit...
 Hour of Day Multiplier Edit...
 Day of Week Multiplier Edit...
 Rising/Falling Condition Edit...
 Seasonal Variation Edit...

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Storage Zone: Conservation-Brown | Description: []

Function of: Date [Define...]

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 396,0 |
| 31Jan | 396,0 |
| 01Feb | 397,0 |
| 28Feb | 397,0 |
| 01Mar | 398,0 |
| 31Mar | 398,0 |
| 01Apr | 399,0 |
| 30Apr | 399,0 |
| 01May | 400,0 |
| 30Sep | 400,0 |
| 01Oct | 399,0 |
| 31Oct | 399,0 |
| 01Nov | 397,0 |
| 30Nov | 397,0 |
| 01Dec | 396,0 |
| 31Dec | 396,0 |

Zone Sort Elevation: []

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Storage Zone: Yellow | Description: Yellow zone

Function of: Date

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 393,0 |
| 31Jan | 393,0 |
| 01Feb | 394,0 |
| 28Feb | 394,0 |
| 01Mar | 395,0 |
| 31Mar | 395,0 |
| 01Apr | 396,0 |
| 30Apr | 396,0 |
| 01May | 397,0 |
| 31May | 397,0 |
| 01Jun | 400,0 |
| 30Jun | 400,0 |
| 01Jul | 400,0 |
| 31Jul | 400,0 |
| 01Aug | 400,0 |
| 31Aug | 400,0 |
| 01Sep | 397,0 |
| 30Sep | 397,0 |
| 01Oct | 396,0 |
| 31Oct | 396,0 |
| 01Nov | 394,0 |
| 30Nov | 394,0 |

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Operates Release From: Bileca-HPP Trebinje I

Hydropower - Schedule Rule: MinHPP-HS-79 | Description:

Power Generation Requirement: Options...

| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 79000,0 |
| Feb | 79000,0 |
| Mar | 79000,0 |
| Apr | 79000,0 |
| May | 79000,0 |
| Jun | 79000,0 |
| Jul | 79000,0 |
| Aug | 79000,0 |
| Sep | 79000,0 |
| Oct | 79000,0 |
| Nov | 79000,0 |
| Dec | 79000,0 |

MWH

Power Generation Pattern...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules: Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Storage Zone: Blue | Description: Blue zone

Function of: Date

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 392,0 |
| 31Jan | 392,0 |
| 01Feb | 393,0 |
| 28Feb | 393,0 |
| 01Mar | 394,0 |
| 31Mar | 394,0 |
| 01Apr | 395,0 |
| 30Apr | 395,0 |
| 01May | 396,0 |
| 31May | 396,0 |
| 01Jun | 400,0 |
| 31Aug | 400,0 |
| 01Sep | 395,0 |
| 30Sep | 395,0 |
| 01Oct | 394,0 |
| 31Oct | 394,0 |
| 01Nov | 393,0 |
| 30Nov | 393,0 |
| 01Dec | 392,0 |
| 31Dec | 392,0 |

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Operates Release From: Bileca-HPP Trebinje I

Hydropower - Schedule Rule: MinHPP-HS-30 | Description: Min flow-power s...

Power Generation Requirement: Options...

| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 30000,0 |
| Feb | 30000,0 |
| Mar | 30000,0 |
| Apr | 30000,0 |
| May | 30000,0 |
| Jun | 30000,0 |
| Jul | 30000,0 |
| Aug | 30000,0 |
| Sep | 30000,0 |
| Oct | 30000,0 |
| Nov | 30000,0 |
| Dec | 30000,0 |

MWh

Power Generation Pattern...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Storage Zone: White | Description: Optimization energy zone

Function of: Date

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 391,0 |
| 31Jan | 391,0 |
| 01Feb | 392,0 |
| 28Feb | 392,0 |
| 01Mar | 393,0 |
| 31Mar | 393,0 |
| 01Apr | 394,0 |
| 30Apr | 394,0 |
| 01May | 395,0 |
| 31May | 395,0 |
| 01Jun | 399,0 |
| 31Aug | 399,0 |
| 01Sep | 394,0 |
| 30Sep | 394,0 |
| 01Oct | 393,0 |
| 31Oct | 393,0 |
| 01Nov | 392,0 |
| 30Nov | 392,0 |
| 01Dec | 391,0 |
| 31Dec | 391,0 |

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Bileca | Description: Bileca reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Bileca-B1 | Description: Plan Trebinje I Zones

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Operates Release From: Bileca

Rule Name: IrrigationFlow | Description: Irrigation flow

Function of: Date

Limit Type: Minimum | Interp.: Linear

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 0,0 |
| 31May | 0,0 |
| 01Jun | 8,6 |
| 30Jun | 8,6 |
| 01Jul | 8,6 |
| 31Jul | 8,6 |
| 01Aug | 8,6 |
| 31Aug | 8,6 |
| 01Sep | 8,6 |
| 30Sep | 8,6 |
| 01Oct | 0,0 |
| 31Dec | 0,0 |

Release (cms)

Jan Mar May Jul Sep Nov

Period Average Limit | Edit...

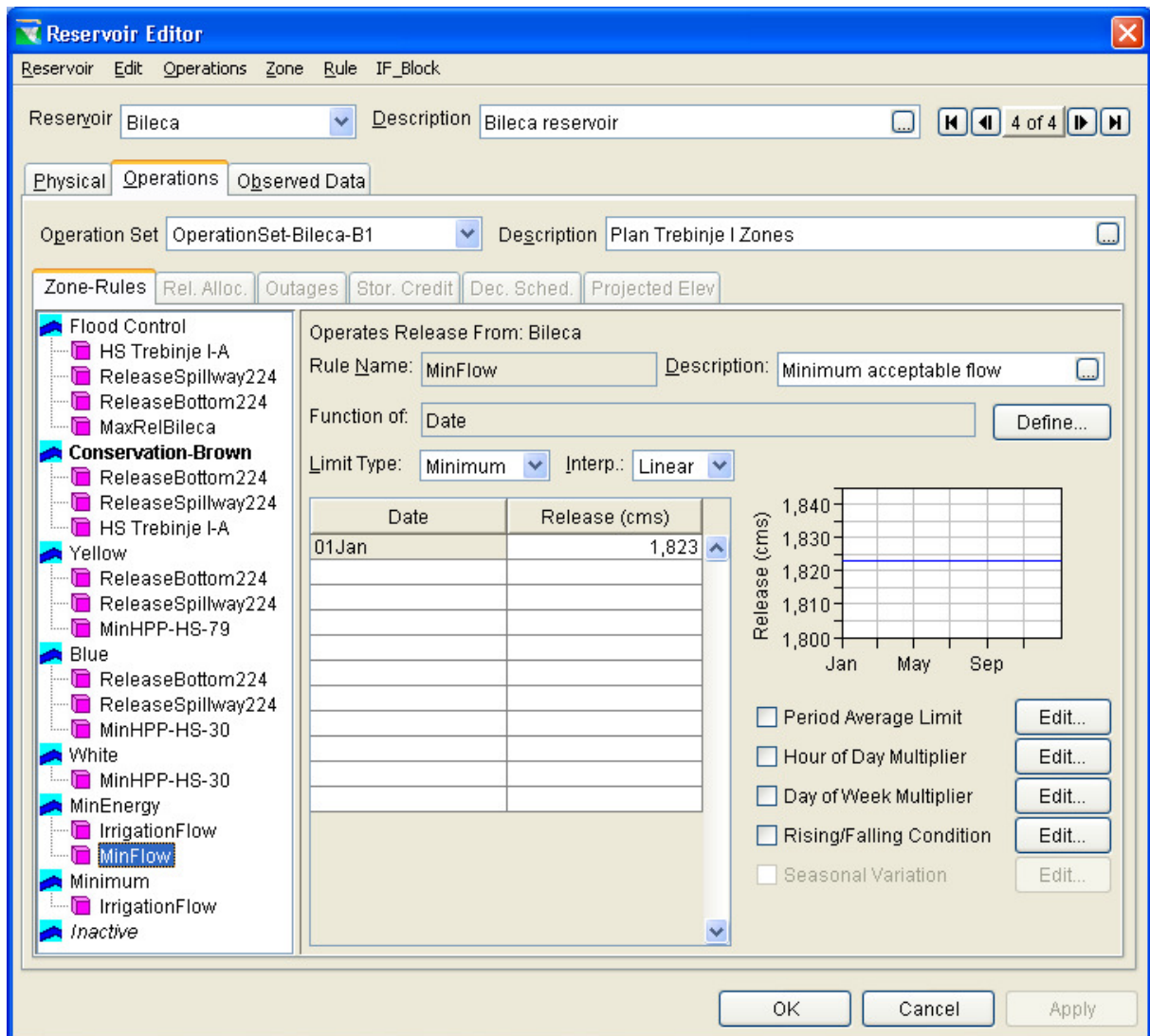
Hour of Day Multiplier | Edit...

Day of Week Multiplier | Edit...

Rising/Falling Condition | Edit...

Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply



The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window with the 'Reservoir' dropdown set to 'Bileca' and 'Description' as 'Bileca reservoir'. The 'Operations' tab is selected, showing an 'Operation Set' of 'OperationSet-Bileca-B1' with a description of 'Plan Trebinje I Zones'. The 'Zone-Rules' tab is active, displaying a tree view of rules on the left and configuration options on the right.

The 'Zone-Rules' tree view includes:

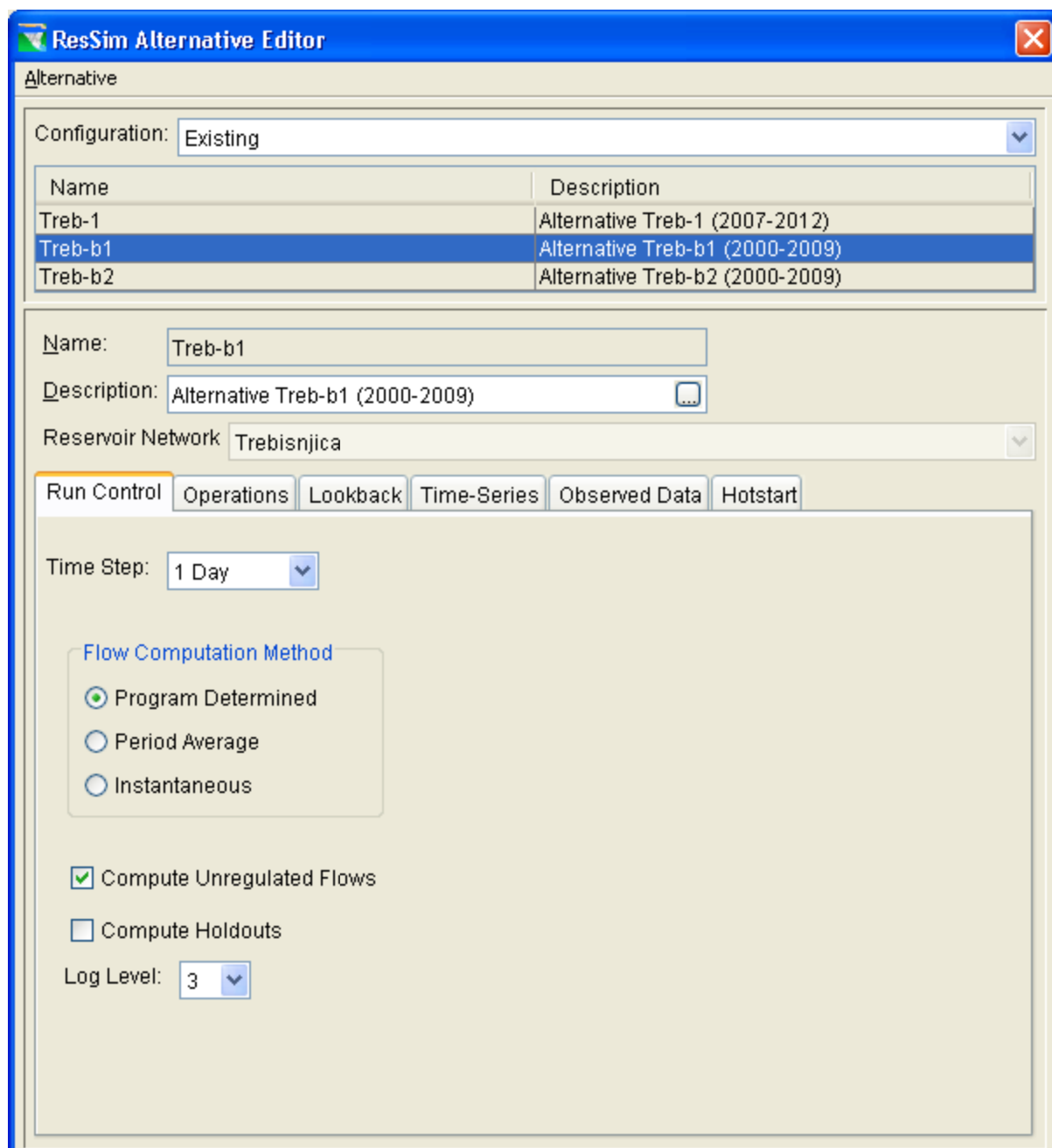
- Flood Control
 - HS Trebinje I-A
 - ReleaseSpillway224
 - ReleaseBottom224
 - MaxRelBileca
- Conservation-Brown
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - HS Trebinje I-A
- Yellow
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - MinHPP-HS-79
- Blue
 - ReleaseBottom224
 - ReleaseSpillway224
 - MinHPP-HS-30
- White
 - MinHPP-HS-30
- MinEnergy
 - IrrigationFlow
 - MinFlow
- Minimum
 - IrrigationFlow
- Inactive

The configuration area on the right shows 'Storage Zone' set to 'Minimum' and 'Description' as 'Minimum productive level'. The 'Function of' dropdown is set to 'Date'. A table below lists data points:

| Date | Top Elevation (m) |
|--------|-------------------|
| 01 Jan | 351,0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

To the right of the table is a line graph showing 'Elevation (m)' on the y-axis (ranging from 280 to 420) and months on the x-axis (Jan, Mar, May, Jul, Sep, Nov). The graph displays several data series, with a prominent red horizontal line at approximately 351 meters.

At the bottom of the window are 'OK', 'Cancel', and 'Apply' buttons.



The screenshot shows the 'ResSim Alternative Editor' window. The 'Alternative' tab is active, showing a configuration for an existing alternative. A table lists three alternatives: 'Treb-1' (2007-2012), 'Treb-b1' (2000-2009), and 'Treb-b2' (2000-2009). The 'Treb-b1' alternative is selected, and its details are shown below: Name: 'Treb-b1', Description: 'Alternative Treb-b1 (2000-2009)', and Reservoir Network: 'Trebišnjica'. The 'Run Control' section includes tabs for 'Operations', 'Lookback', 'Time-Series', 'Observed Data', and 'Hotstart'. The 'Time Step' is set to '1 Day'. Under 'Flow Computation Method', 'Program Determined' is selected. Other options include 'Compute Unregulated Flows' (checked), 'Compute Holdouts' (unchecked), and 'Log Level' set to '3'.

| Name | Description |
|---------|---------------------------------|
| Treb-1 | Alternative Treb-1 (2007-2012) |
| Treb-b1 | Alternative Treb-b1 (2000-2009) |
| Treb-b2 | Alternative Treb-b2 (2000-2009) |

Name:

Description:

Reservoir Network:

Run Control:

Time Step:

Flow Computation Method

Program Determined

Period Average

Instantaneous

Compute Unregulated Flows

Compute Holdouts

Log Level:

ResSim Alternative Editor

Alternative

Configuration: Existing

| Name | Description |
|---------|---------------------------------|
| Treb-1 | Alternative Treb-1 (2007-2012) |
| Treb-b1 | Alternative Treb-b1 (2000-2009) |
| Treb-b2 | Alternative Treb-b2 (2000-2009) |

Name: Treb-b1

Description: Alternative Treb-b1 (2000-2009)

Reservoir Network: Trebisnjica

Run Control | **Operations** | Lookback | Time-Series | Observed Data | Hotstart

| Reservoir System | Storage Balance |
|------------------------|-----------------|
| Tandem Bileca-Trebinje | NONE |

| Reservoir | Operation Set |
|-----------|-------------------------|
| Bileca | OperationSet-Bileca-B1 |
| Hutovo | OperationSet-Hutovo |
| Svitava | OperationSet-Svitava |
| Trebinje | OperationSet-Trebinje-a |

ResSim Alternative Editor

Alternative

Configuration: Existing

| Name | Description |
|---------|---------------------------------|
| Treb-1 | Alternative Treb-1 (2007-2012) |
| Treb-b1 | Alternative Treb-b1 (2000-2009) |
| Treb-b2 | Alternative Treb-b2 (2000-2009) |

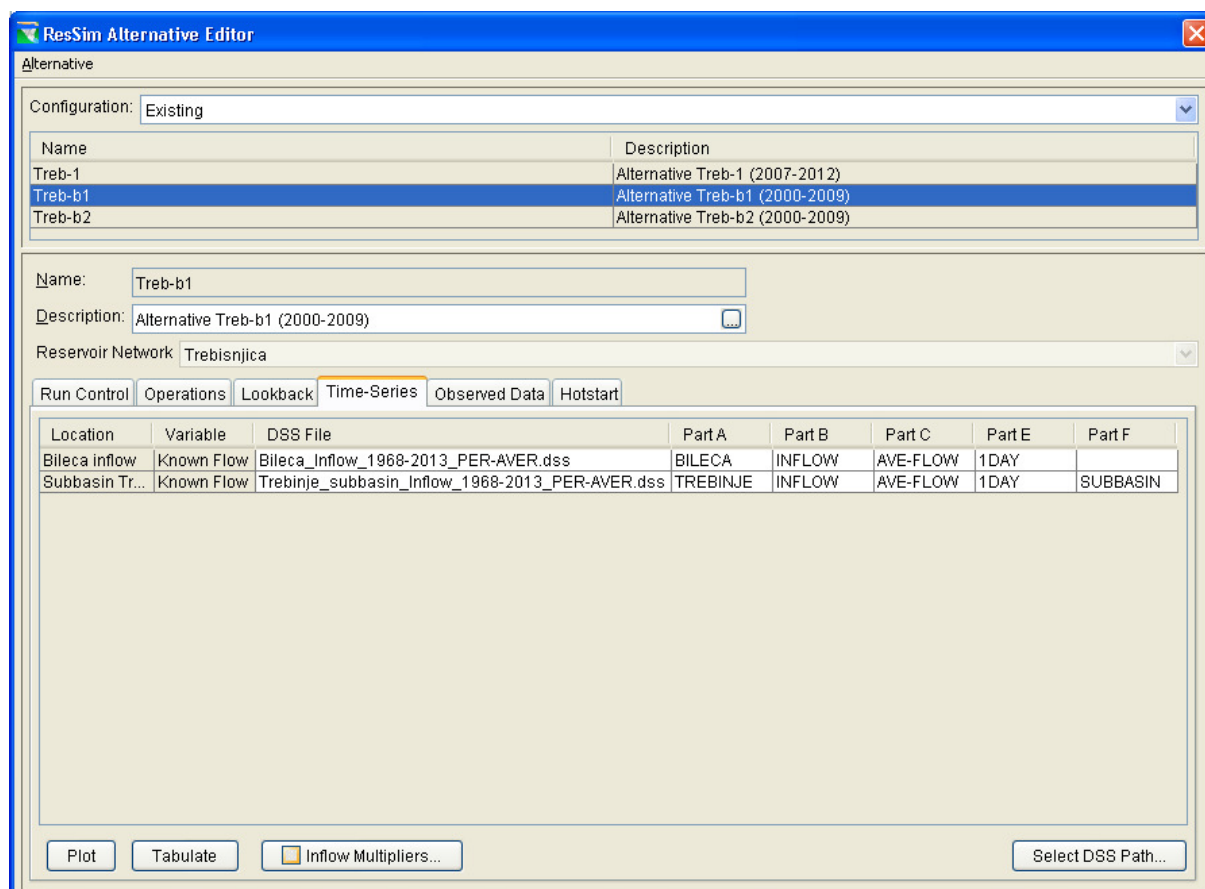
Name: Treb-b1

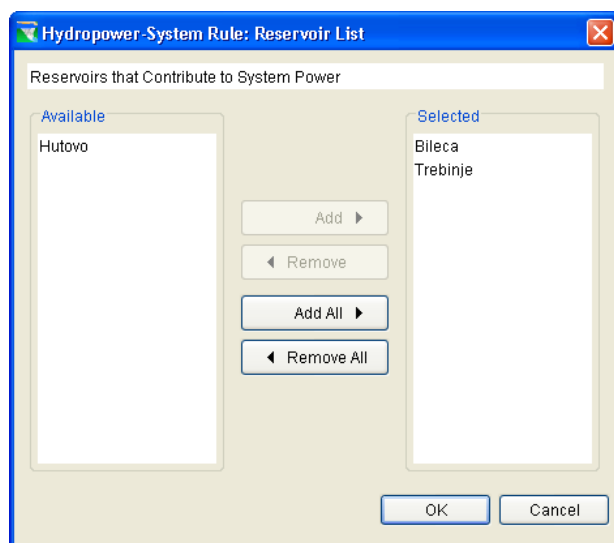
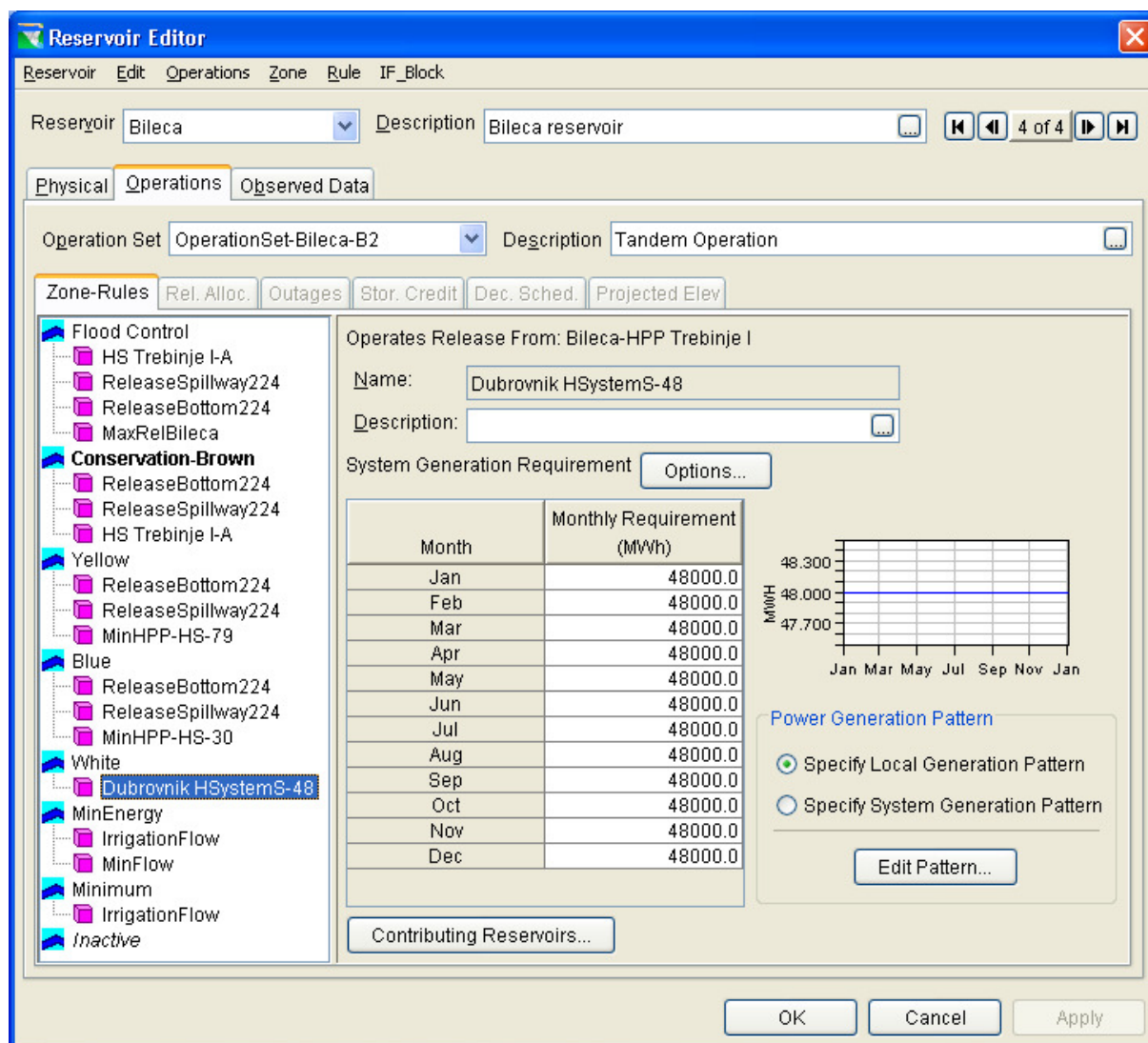
Description: Alternative Treb-b1 (2000-2009)

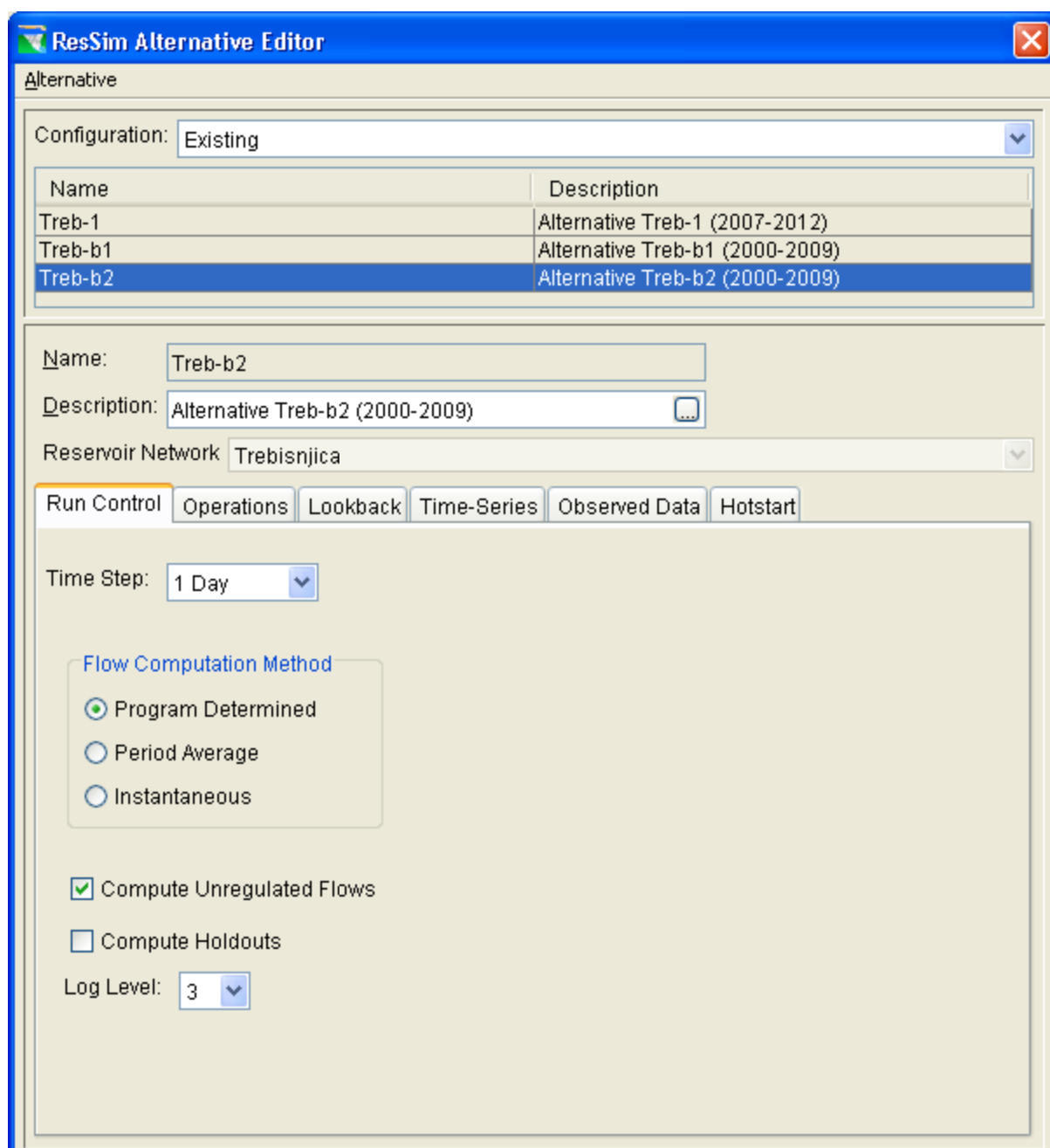
Reservoir Network: Trebisnjica

Run Control | Operations | **Lookback** | Time-Series | Observed Data | Hotstart

| Location | Variable | Type | Default Value |
|---------------------------|--------------------|----------|---------------|
| Svitava-Pool | Lookback Elevation | Constant | 5.0 |
| Svitava-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Svitava-Uncontrolled O... | Lookback Spill | Constant | 0.0 |
| Svitava-Controlled Outlet | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Hutovo-Pool | Lookback Elevation | Constant | 230.0 |
| Hutovo-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Hutovo-Uncontrolled O... | Lookback Spill | Constant | 0.0 |
| Hutovo-Capljina | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-Pool | Lookback Elevation | Constant | 294.0 |
| Trebinje-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Trebinje-HPP Trebinje II | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-Controlled Ou... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-Controlled Ou... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-HPP Dubrovn... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Bileca-Pool | Lookback Elevation | Constant | 396.0 |
| Bileca-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Bileca-Controlled Outl... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Bileca-Controlled Outl... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Bileca-HPP Trebinje I | Lookback Release | Constant | 0.0 |







ResSim Alternative Editor

Alternative

Configuration: Existing

| Name | Description |
|---------|---------------------------------|
| Treb-1 | Alternative Treb-1 (2007-2012) |
| Treb-b1 | Alternative Treb-b1 (2000-2009) |
| Treb-b2 | Alternative Treb-b2 (2000-2009) |

Name: Treb-b2

Description: Alternative Treb-b2 (2000-2009)

Reservoir Network: Trebišnjica

Run Control: Operations | Lookback | Time-Series | Observed Data | Hotstart

Time Step: 1 Day

Flow Computation Method

- Program Determined
- Period Average
- Instantaneous

Compute Unregulated Flows

Compute Holdouts

Log Level: 3

ResSim Alternative Editor

Alternative

Configuration: Existing

| Name | Description |
|---------|---------------------------------|
| Treb-1 | Alternative Treb-1 (2007-2012) |
| Treb-b1 | Alternative Treb-b1 (2000-2009) |
| Treb-b2 | Alternative Treb-b2 (2000-2009) |

Name: Treb-b2

Description: Alternative Treb-b2 (2000-2009)

Reservoir Network: Trebisnjica

Run Control | **Operations** | Lookback | Time-Series | Observed Data | Hotstart

| Reservoir System | Storage Balance |
|------------------------|------------------------|
| Tandem Bileca-Trebinje | Tandem Bileca&Trebinje |

| Reservoir | Operation Set |
|-----------|--------------------------|
| Bileca | OperationSet-Bileca-B2 |
| Hutovo | OperationSet-Hutovo |
| Svitava | OperationSet-Svitava |
| Trebinje | OperationSet-Trebinje-B2 |

ResSim Alternative Editor

Alternative

Configuration: Existing

| Name | Description |
|---------|---------------------------------|
| Treb-1 | Alternative Treb-1 (2007-2012) |
| Treb-b1 | Alternative Treb-b1 (2000-2009) |
| Treb-b2 | Alternative Treb-b2 (2000-2009) |

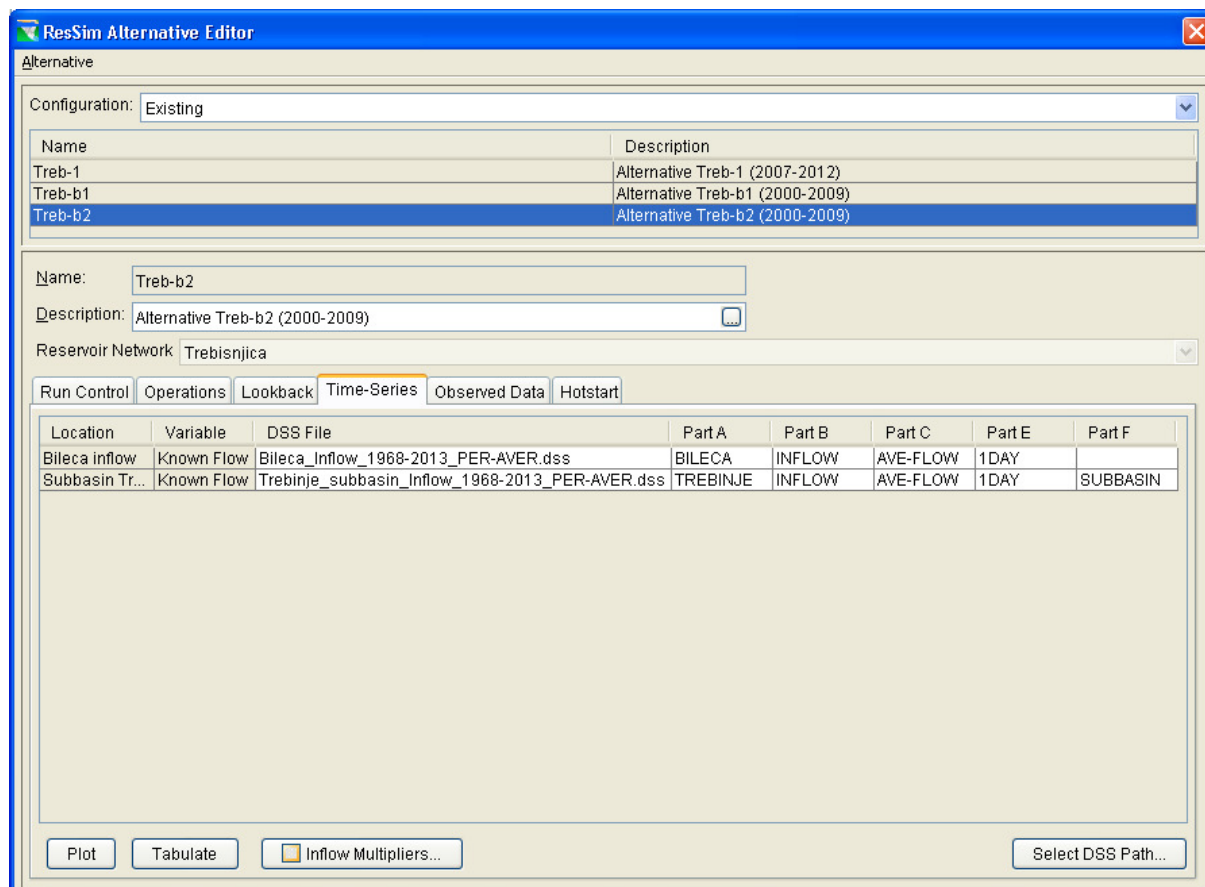
Name: Treb-b2

Description: Alternative Treb-b2 (2000-2009)

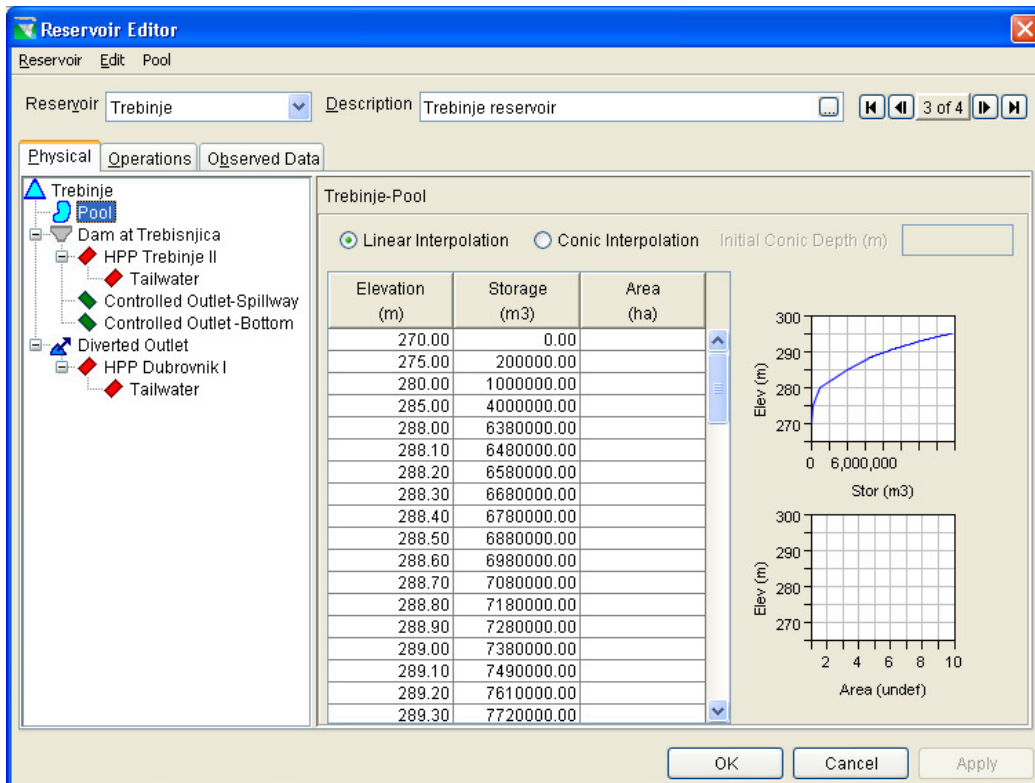
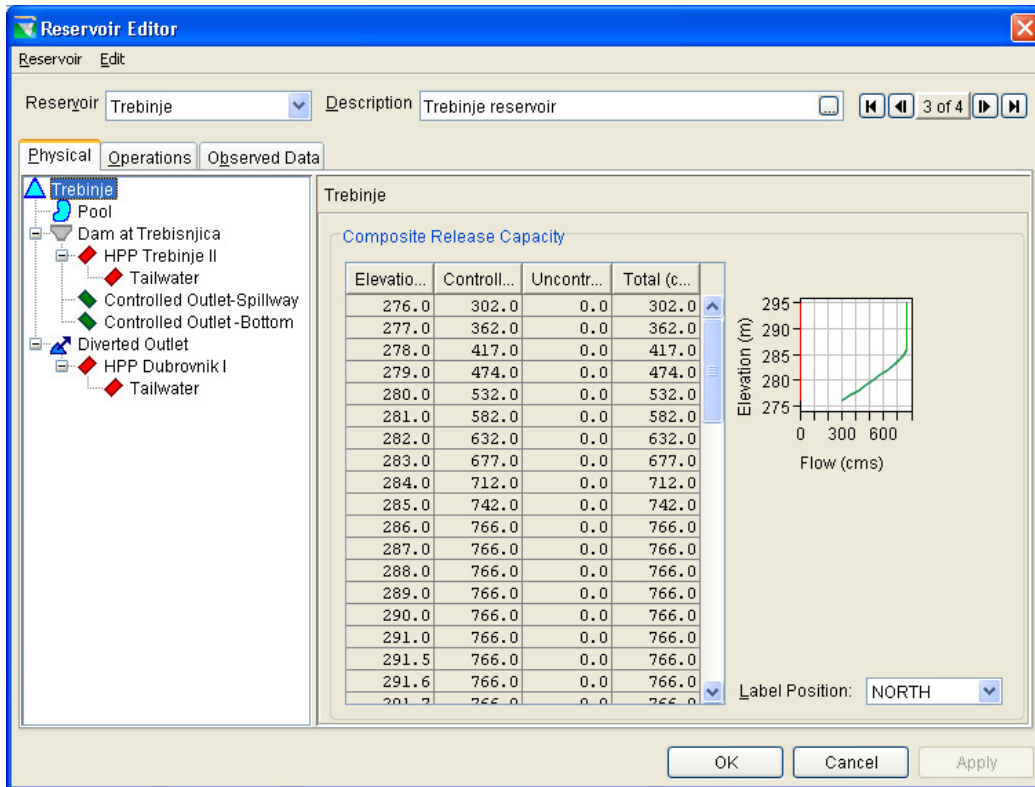
Reservoir Network: Trebisnjica

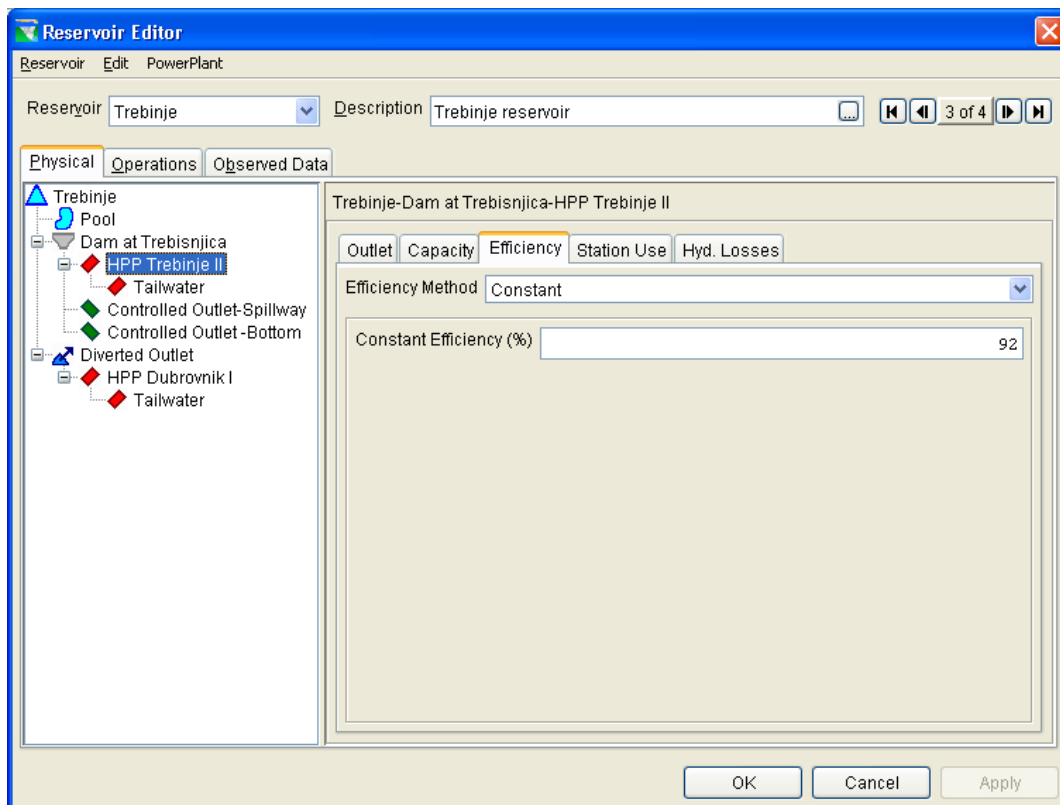
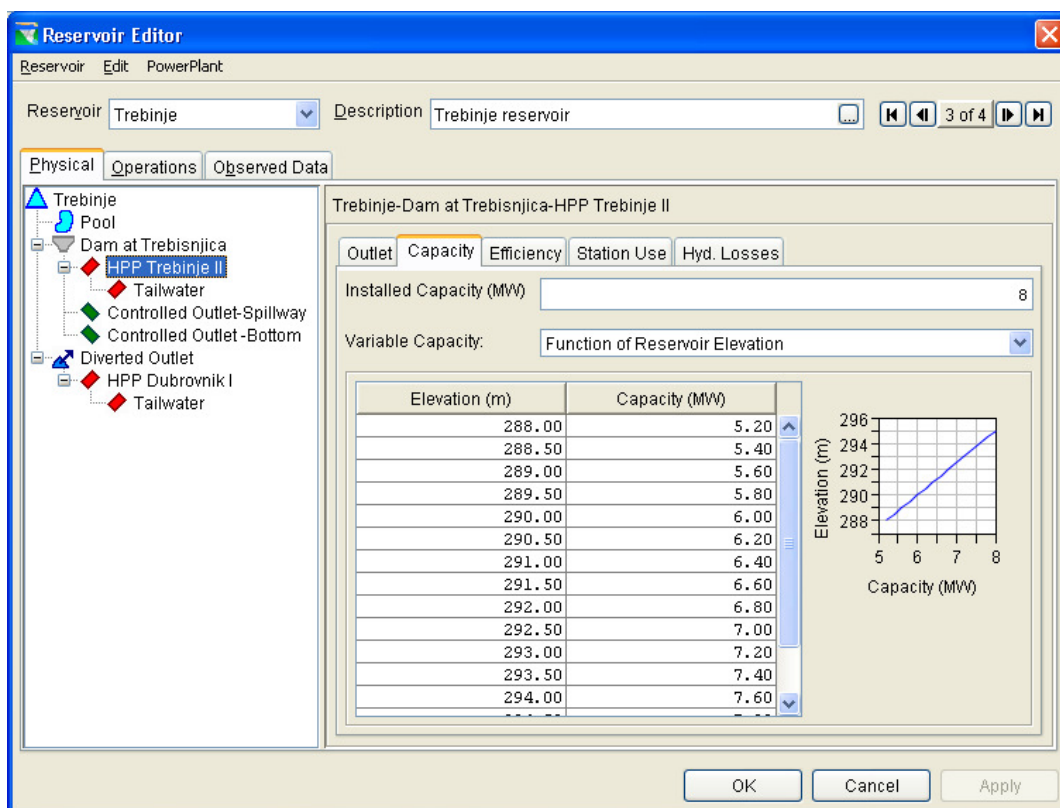
Run Control | Operations | **Lookback** | Time-Series | Observed Data | Hotstart

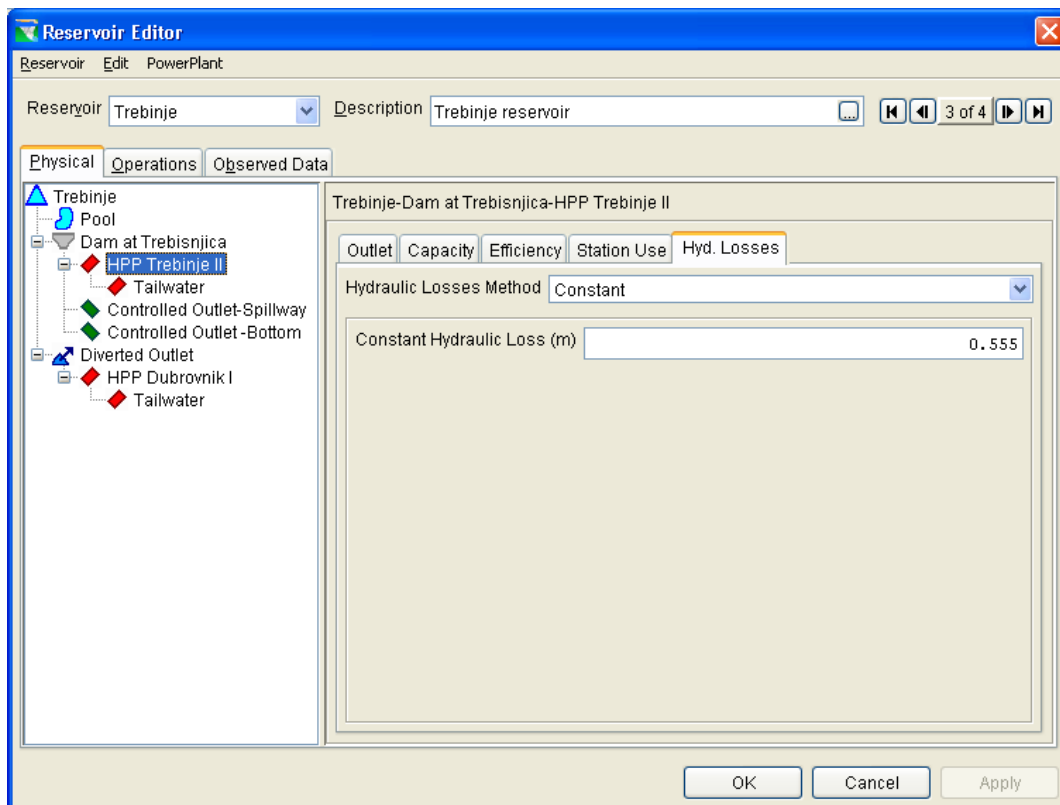
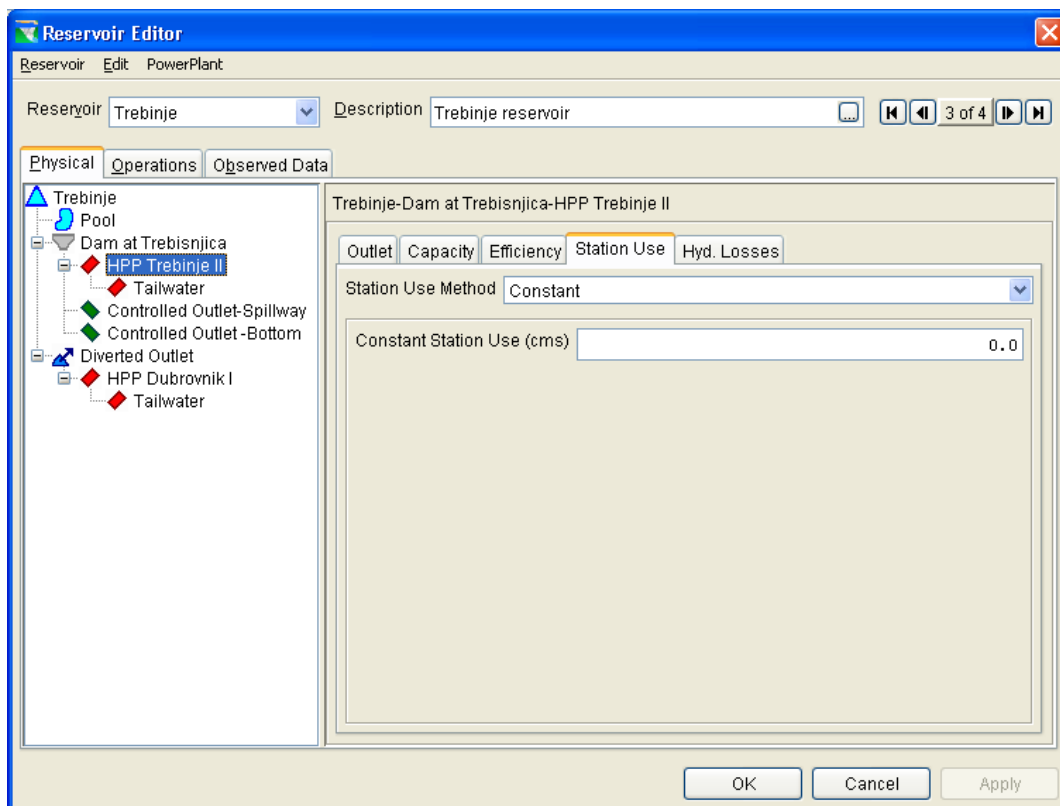
| Location | Variable | Type | Default Value |
|---------------------------|--------------------|----------|---------------|
| Svitava-Pool | Lookback Elevation | Constant | 5.0 |
| Svitava-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Svitava-Uncontrolled O... | Lookback Spill | Constant | 0.0 |
| Svitava-Controlled Outlet | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Hutovo-Pool | Lookback Elevation | Constant | 230.0 |
| Hutovo-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Hutovo-Uncontrolled O... | Lookback Spill | Constant | 0.0 |
| Hutovo-Capljina | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-Pool | Lookback Elevation | Constant | 294.0 |
| Trebinje-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Trebinje-HPP Trebinje II | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-Controlled Ou... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-Controlled Ou... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Trebinje-HPP Dubrovn... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Bileca-Pool | Lookback Elevation | Constant | 396.0 |
| Bileca-Pool | Lookback Storage | Computed | |
| Bileca-Controlled Outl... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Bileca-Controlled Outl... | Lookback Release | Constant | 0.0 |
| Bileca-HPP Trebinje I | Lookback Release | Constant | 0.0 |



9. HE Dubrovnik i HE Trebinje II







Reservoir Editor - Physical tab

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Trebinje-Dam at Trebisnjica-HPP Trebinje II-Tailwater

Use Highest Elevation From:

- Constant Elevation (m)
- Downstream Control
- Rating Curve

| Stage (m) | Discharge (cms) |
|-----------|-----------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Stage Datum (m)

Graph: Stage (m) vs Discharge (cms)

Reservoir Editor - Physical tab

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Trebinje-Dam at Trebisnjica-Controlled Outlet-Spillway

Number of Gates of this type

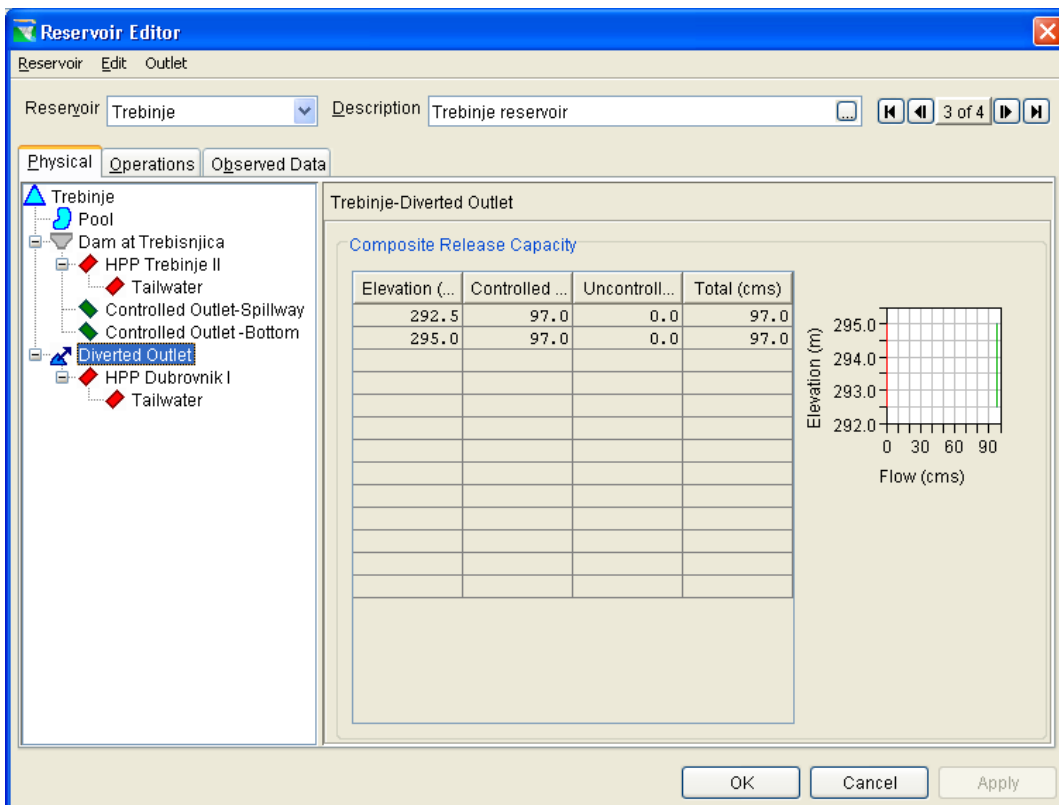
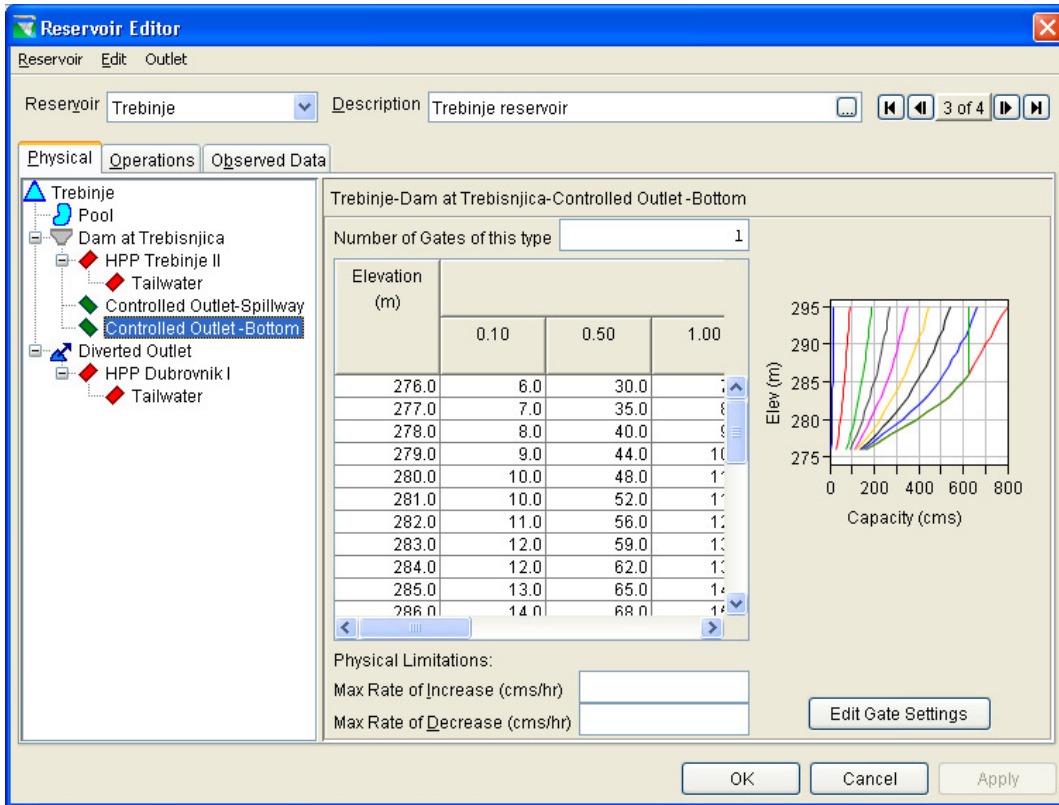
| Elevation (m) | 0.10 | 0.20 | 0.30 |
|---------------|------|------|------|
| 291.5 | 0.0 | 0.0 | |
| 291.6 | 2.0 | 2.0 | |
| 291.7 | 3.5 | 5.6 | |
| 291.8 | 4.4 | 8.6 | |
| 291.9 | 5.2 | 10.2 | |
| 292.0 | 6.2 | 11.6 | |
| 292.1 | 6.8 | 12.6 | |
| 292.2 | 7.2 | 13.6 | |
| 292.3 | 7.8 | 14.6 | |
| 292.4 | 8.3 | 15.6 | |
| 292.5 | 8.8 | 16.6 | |

Physical Limitations:

Max Rate of Increase (cms/hr)

Max Rate of Decrease (cms/hr)

Graph: Elevation (m) vs Capacity (cms)



Reservoir Editor
Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Trebinje-Diverted Outlet-HPP Dubrovnik I

Outlet | Capacity | Efficiency | Station Use | Hyd. Losses

Number of Gates of this type: 1

| Elevation (m) | Max Capacity (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 292.5 | 97.0 | 97.0 |
| 295.0 | 97.0 | 97.0 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

Graph: Elevation (m) vs Capacity (cms)

Buttons: OK, Cancel, Apply, Edit Gate Settings

Reservoir Editor
Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | Operations | Observed Data

Trebinje-Diverted Outlet-HPP Dubrovnik I

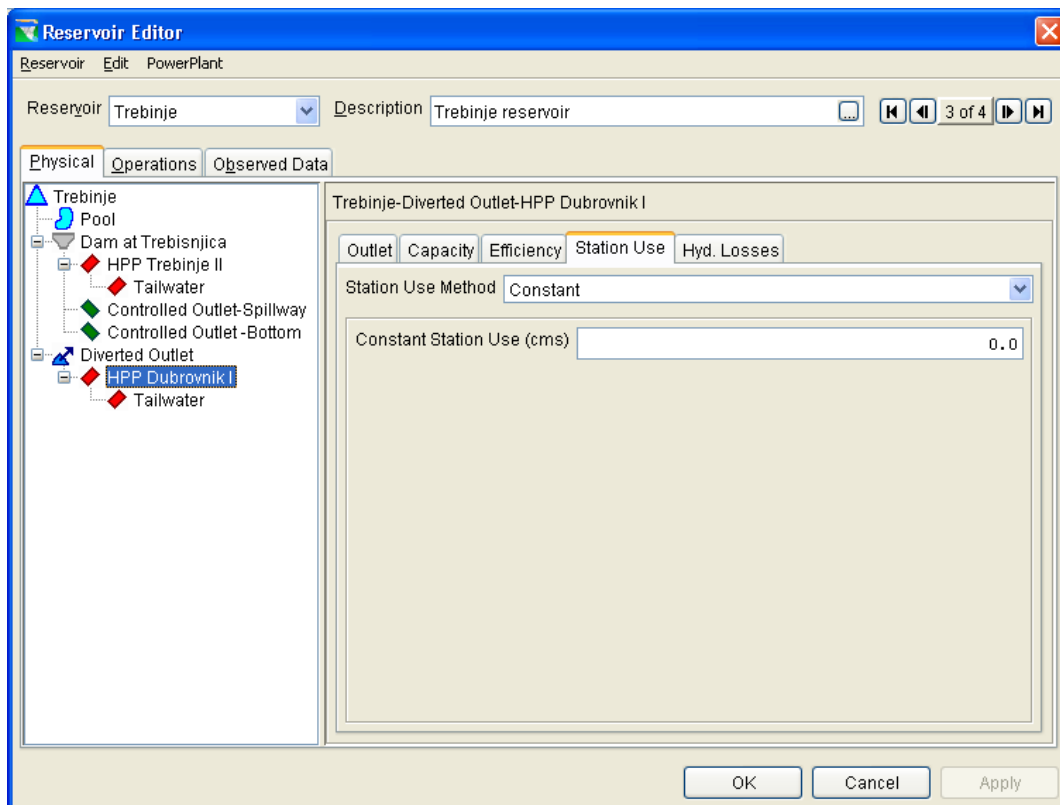
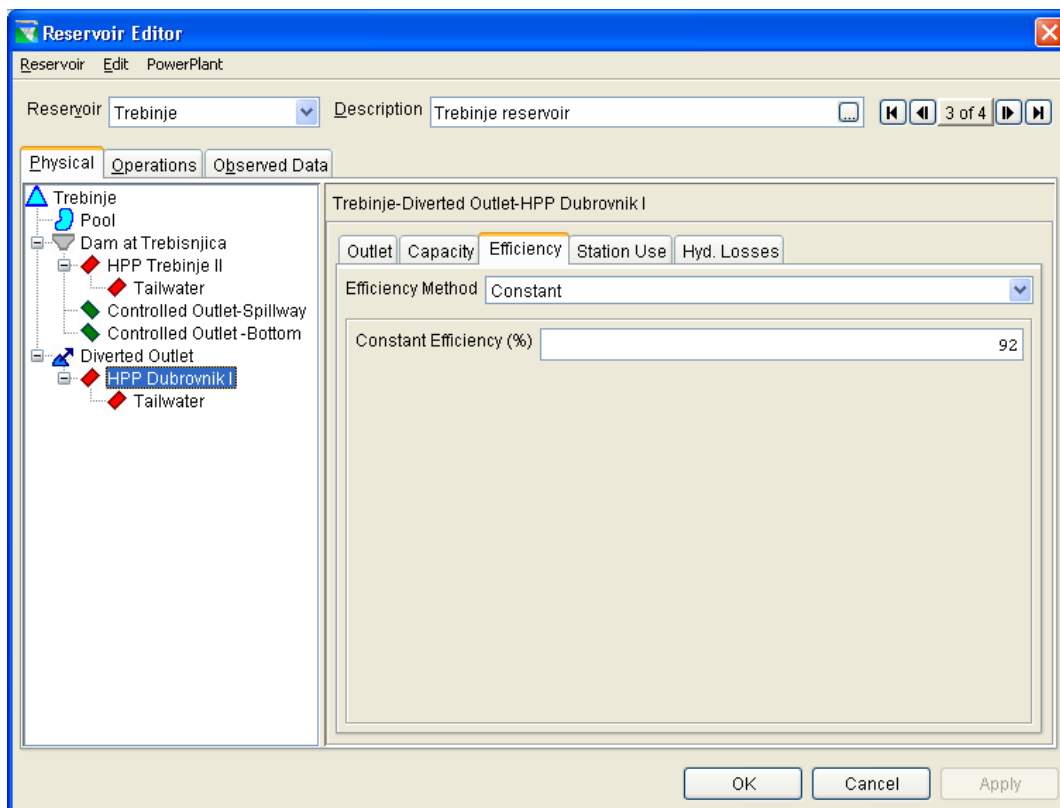
Outlet | Capacity | Efficiency | Station Use | Hyd. Losses

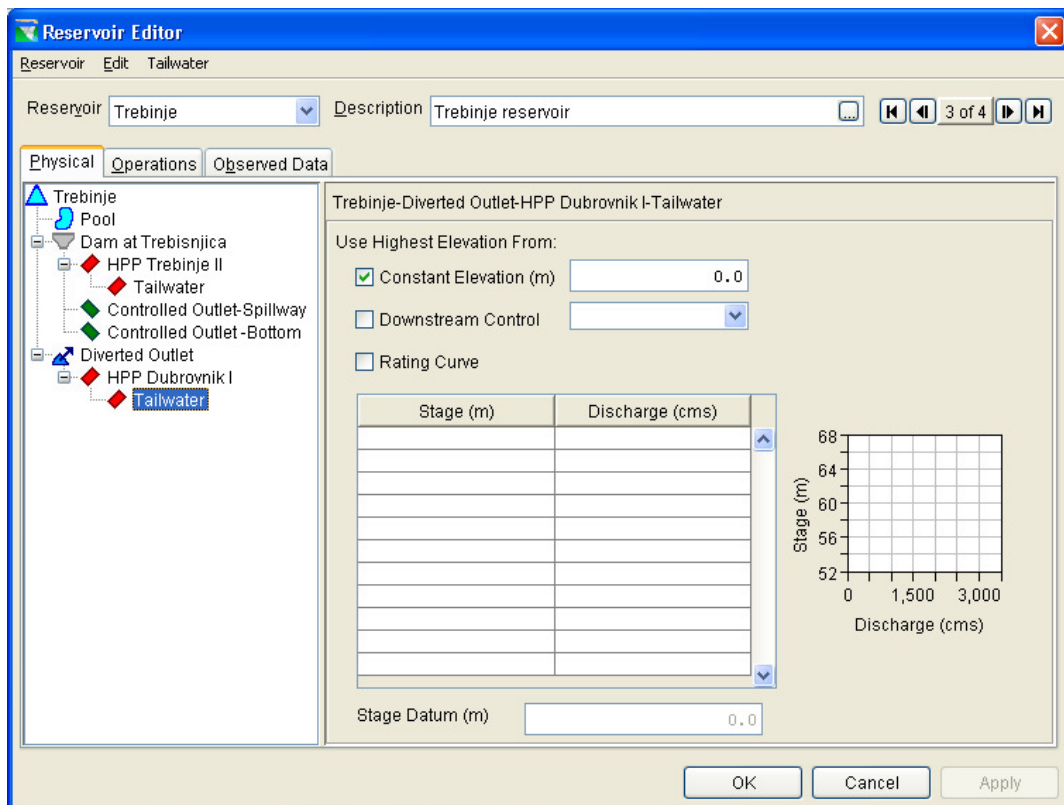
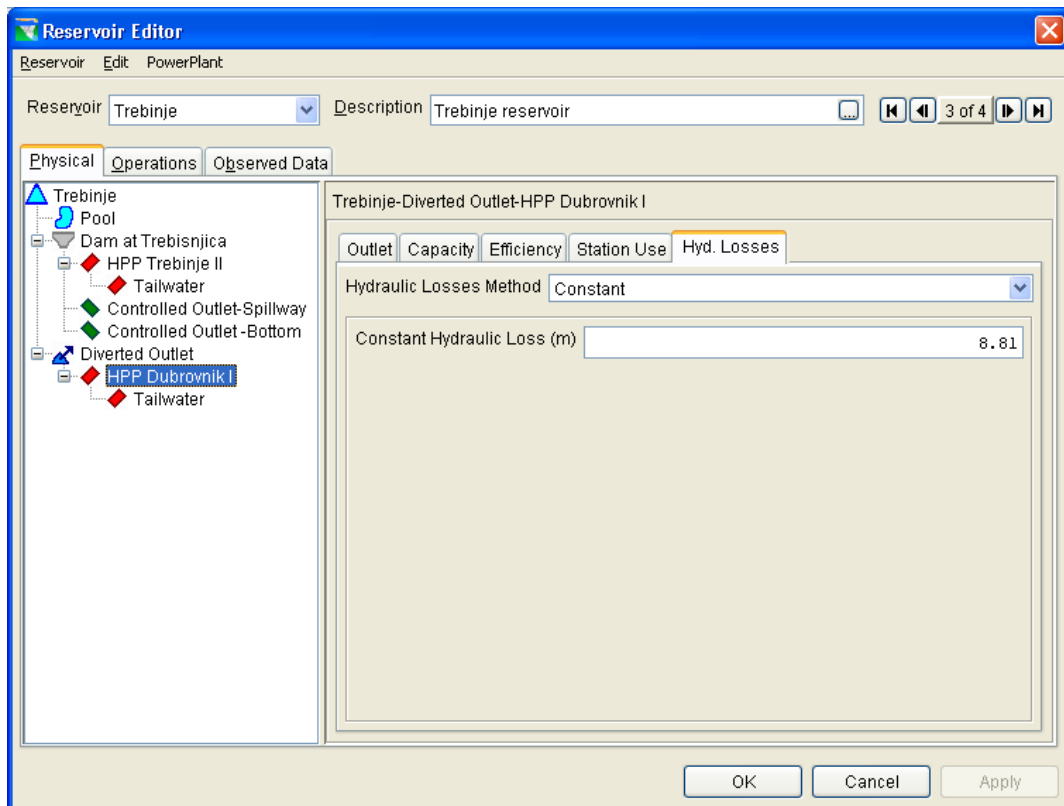
Installed Capacity (MW): 216

Variable Capacity: Installed Capacity with Overload Factor

Overload Factor: 1

Buttons: OK, Cancel, Apply





The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window for 'Trebinje' reservoir. The 'Zone-Rules' tab is active, showing a tree view with 'Flood Control' selected. The 'Storage Zone' is 'Flood Control' and the 'Function of' is 'Date'. A table shows the top elevation for 01 Jan as 295.0 m. A graph plots Elevation (m) from 287 to 296 against months (Jan, May, Sep), with a red horizontal line at 295.0 m.

| Date | Top Elevation (m) |
|--------|-------------------|
| 01 Jan | 295.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

The screenshot shows the 'Reservoir Editor' window for 'Trebinje' reservoir. The 'Zone-Rules' tab is active, showing 'HS Dubrovnik I-A' selected under 'Flood Control'. The 'Operates Release From' is 'Trebinje-HPP Dubrovnik I'. The 'Hydropower - Schedule Rule' is 'HS Dubrovnik I-A'. A table shows the monthly total power generation requirement in MWh, which is constant at 160704.0 for all months. A graph plots MWh from 159,000 to 162,000 against months (Jan, May, Sep, Jan), with a blue horizontal line at 160,704.0 MWh.

| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 160704.0 |
| Feb | 160704.0 |
| Mar | 160704.0 |
| Apr | 160704.0 |
| May | 160704.0 |
| Jun | 160704.0 |
| Jul | 160704.0 |
| Aug | 160704.0 |
| Sep | 160704.0 |
| Oct | 160704.0 |
| Nov | 160704.0 |
| Dec | 160704.0 |

Reservoir Editor

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Trebinje-a | Description:

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

- Flood Control
 - HS Dubrovnik I-A
 - ReleaseSpillway45**
 - ReleaseBottom45
- Conservation
 - MinFlow
 - IrrigationFlow
 - PGC Dubrovnik I
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
 - MinimumTunnel
 - Inactive

Operates Release From: Trebinje-Controlled Outlet-Spillway

Rule Name: ReleaseSpillway45 | Description: Max. rel. 0 if current value < 45

Function of: Trebinje-Controlled Outlet-Spillway Flow, Current Value

Limit Type: Maxi... | Interp.: Li...

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 45.0 | 0.0 |

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Trebinje-a | Description:

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

- Flood Control
 - HS Dubrovnik I-A
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45**
- Conservation
 - MinFlow
 - IrrigationFlow
 - PGC Dubrovnik I
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
 - MinimumTunnel
 - Inactive

Operates Release From: Trebinje-Controlled Outlet-Bottom

Rule Name: ReleaseBottom45 | Description: Max. rel. 0 if current value < 45

Function of: Trebinje-Controlled Outlet-Bottom Flow, Current Value

Limit Type: Maxi... | Interp.: Li...

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 45.0 | 0.0 |

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Trebinje-a | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

- Flood Control
 - HS Dubrovnik I-A
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- Conservation**
 - MinFlow
 - IrrigationFlow
 - PGC Dubrovnik I
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- MinimumTunnel
- Inactive

Storage Zone: Conservation | Description:

Function of: Date | Define...

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 294.5 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Zone Sort Elevation:

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Trebinje-a | Description:

Zone-Rules: Rel. Alloc. | **Outages** | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

- Flood Control
 - HS Dubrovnik I-A
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- Conservation**
 - MinFlow**
 - IrrigationFlow
 - PGC Dubrovnik I
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- MinimumTunnel
- Inactive

Operates Release From: Trebinje-Controlled Outlet-Bottom

Rule Name: MinFlow | Description:

Function of: Date | Define...

Limit Type: Minim... | Interp.: Li...

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 1.823 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Trebinje-a | Description:

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

- Flood Control
 - HS Dubrovnik I-A
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- Conservation**
 - MinFlow
 - IrrigationFlow**
 - PGC Dubrovnik I
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- MinimumTunnel
- Inactive

Operates Release From: Trebinje-Controlled Outlet -Bottom

Rule Name: IrrigationFlow | Description:

Function of: Date | Define...

Limit Type: Minim... | Interp.: Li...

| Date | Release (cms) |
|-------|---------------|
| 01Jan | 0.0 |
| 31May | 0.0 |
| 01Jun | 8.6 |
| 30Jun | 8.6 |
| 01Jul | 8.6 |
| 31Jul | 8.6 |
| 01Aug | 8.6 |
| 31Aug | 8.6 |
| 01Sep | 8.6 |
| 30Sep | 8.6 |
| 01Oct | 0.0 |
| 31Dec | 0.0 |

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Trebinje | Description: Trebinje reservoir

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Trebinje-a | Description:

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

- Flood Control
 - HS Dubrovnik I-A
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- Conservation**
 - MinFlow
 - IrrigationFlow
 - PGC Dubrovnik I**
 - ReleaseSpillway45
 - ReleaseBottom45
- MinimumTunnel
- Inactive

Operates Release From: Trebinje-HPP Dubrovnik I

Hydropower - Power Guide Curve Rule: PGC Dubrovnik I

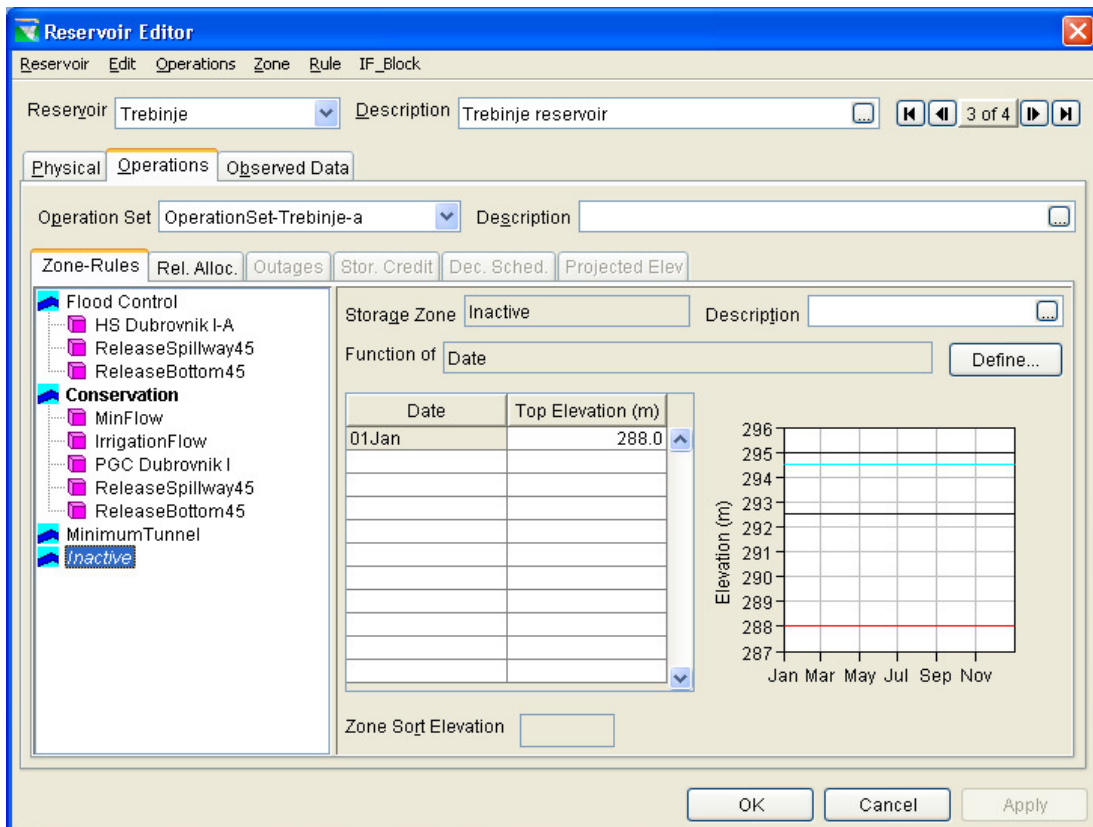
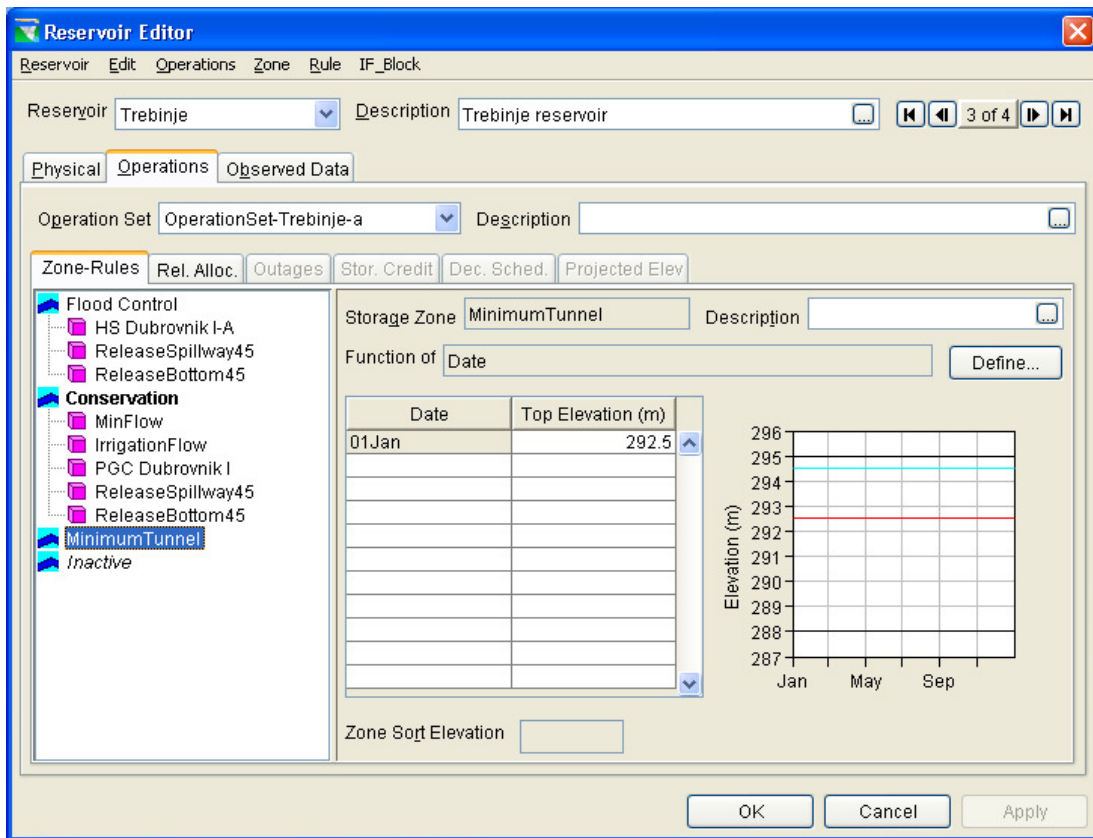
Description:

Zone at Top of Power Pool: Floo... | Zone at Bottom of Power Pool: Cons...

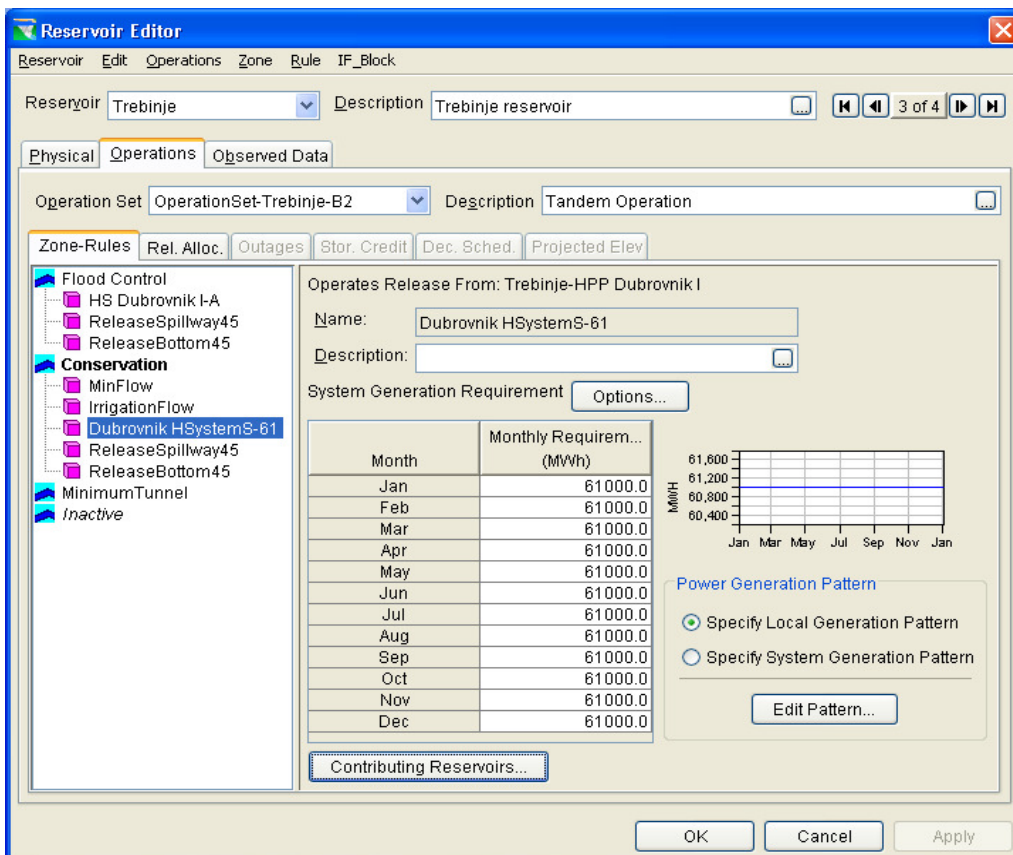
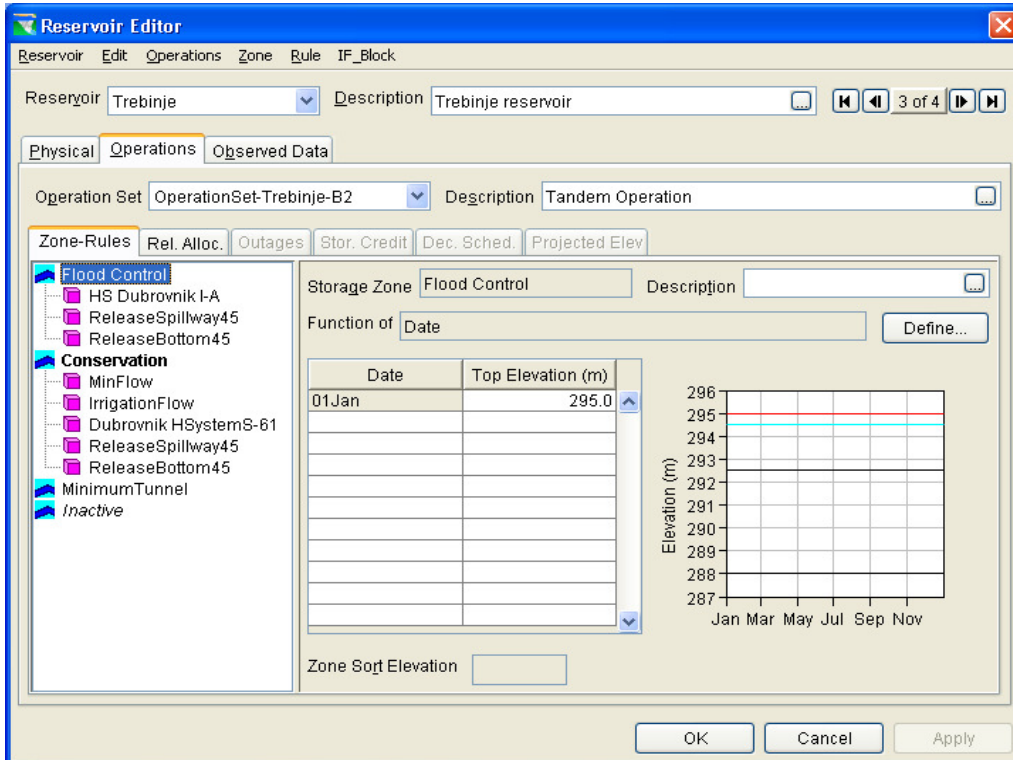
| % Power Storage | Plant Factor (%) |
|-----------------|------------------|
| 100.0 | 0.0 |
| 100.0 | 100.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Power Generation Pattern...

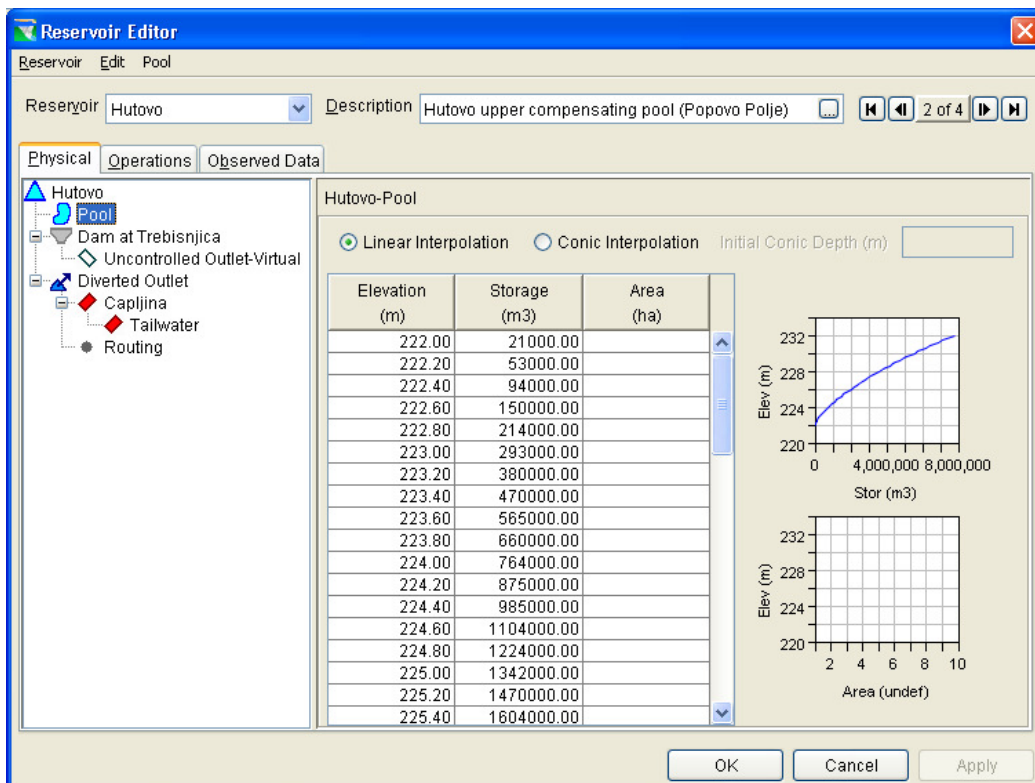
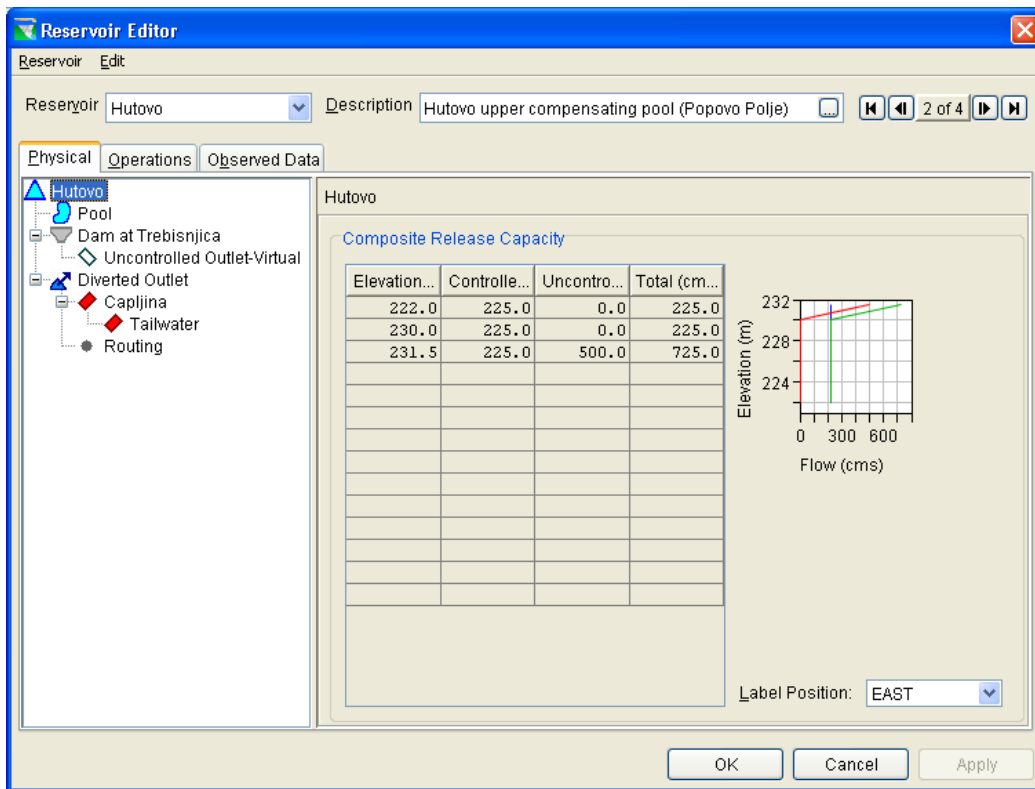
OK | Cancel | Apply



Alternative B2



10. HE Čapljina



Reservoir Editor
 Reservoir: Hutovo | Description: Hutovo upper compensating pool (Popovo Polje) | Page: 2 of 4

Physical | Operations | Observed Data

Hutovo
 Pool
 Dam at Trebisnjica
 Uncontrolled Outlet-Virtual
 Diverted Outlet
 Capljina
 Tailwater
 Routing

Hutovo-Dam at Trebisnjica

Elevation at top of dam (m): 232.0
 Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrol... (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 230.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 231.5 | 0.0 | 500.0 | 500.0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

OK Cancel Apply

Reservoir Editor
 Reservoir: Hutovo | Description: Hutovo upper compensating pool (Popovo Polje) | Page: 2 of 4

Physical | Operations | Observed Data

Hutovo
 Pool
 Dam at Trebisnjica
 Uncontrolled Outlet-Virtual
 Diverted Outlet
 Capljina
 Tailwater
 Routing

Hutovo-Dam at Trebisnjica-Uncontrolled Outlet-Virtual

Outlet Elevation (m): 230.0
 Weir Coef.: 2.1
 Length (m): 200.0
 Weir Coef.
 Elevation vs. Outflow

| Elevation (m) | Outflow (cms) |
|---------------|---------------|
| 230.0 | 0.0 |
| 231.5 | 500.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

OK Cancel Apply

Reservoir Editor
 Reservoir: Hutovo | Description: Hutovo upper compensating pool (Popovo Polje) | Page: 2 of 4

Physical | Operations | Observed Data

Hutovo
 Pool
 Dam at Trebišnjica
 Uncontrolled Outlet-Virtual
 Diverted Outlet
 Capljina
 Tailwater
 Routing

Hutovo-Diverted Outlet

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (...) | Uncontrolle... | Total (cms) |
|---------------|------------------|----------------|-------------|
| 222.0 | 225.0 | 0.0 | 225.0 |
| 231.5 | 225.0 | 0.0 | 225.0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor
 Reservoir: Hutovo | Description: Hutovo upper compensating pool (Popovo Polje) | Page: 2 of 4

Physical | Operations | Observed Data

Hutovo
 Pool
 Dam at Trebišnjica
 Uncontrolled Outlet-Virtual
 Diverted Outlet
 Capljina
 Tailwater
 Routing

Hutovo-Diverted Outlet-Capljina

Outlet | Capacity | Efficiency | Station Use | Hyd. Losses

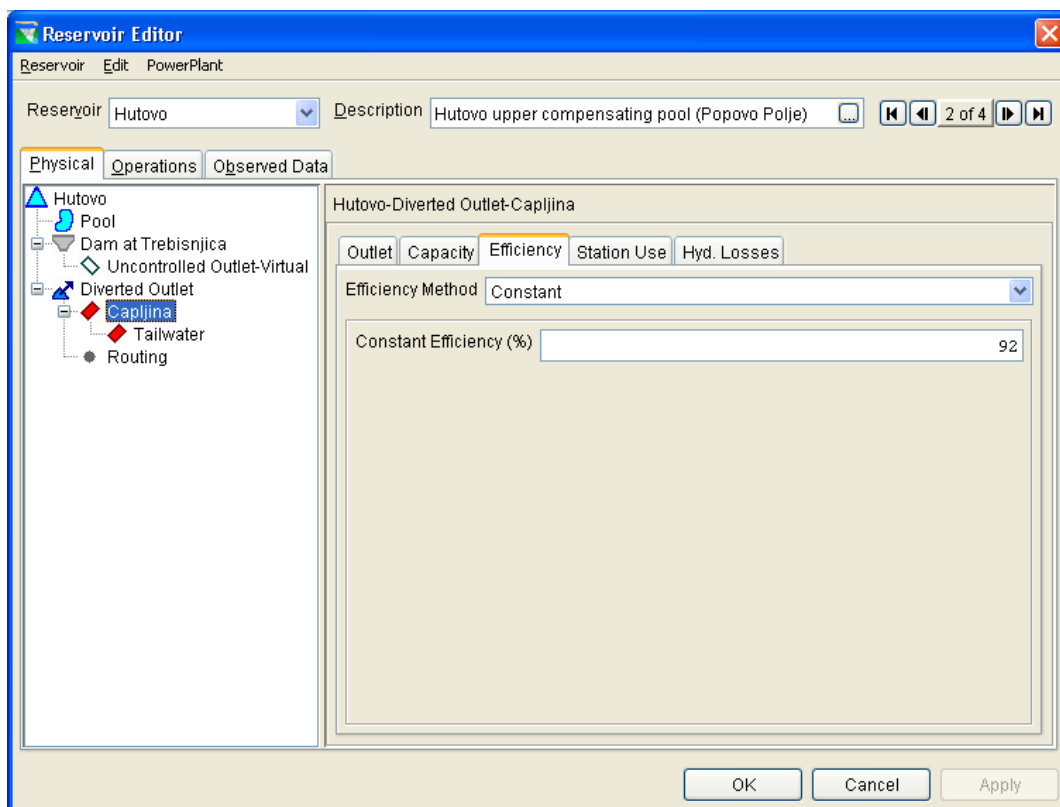
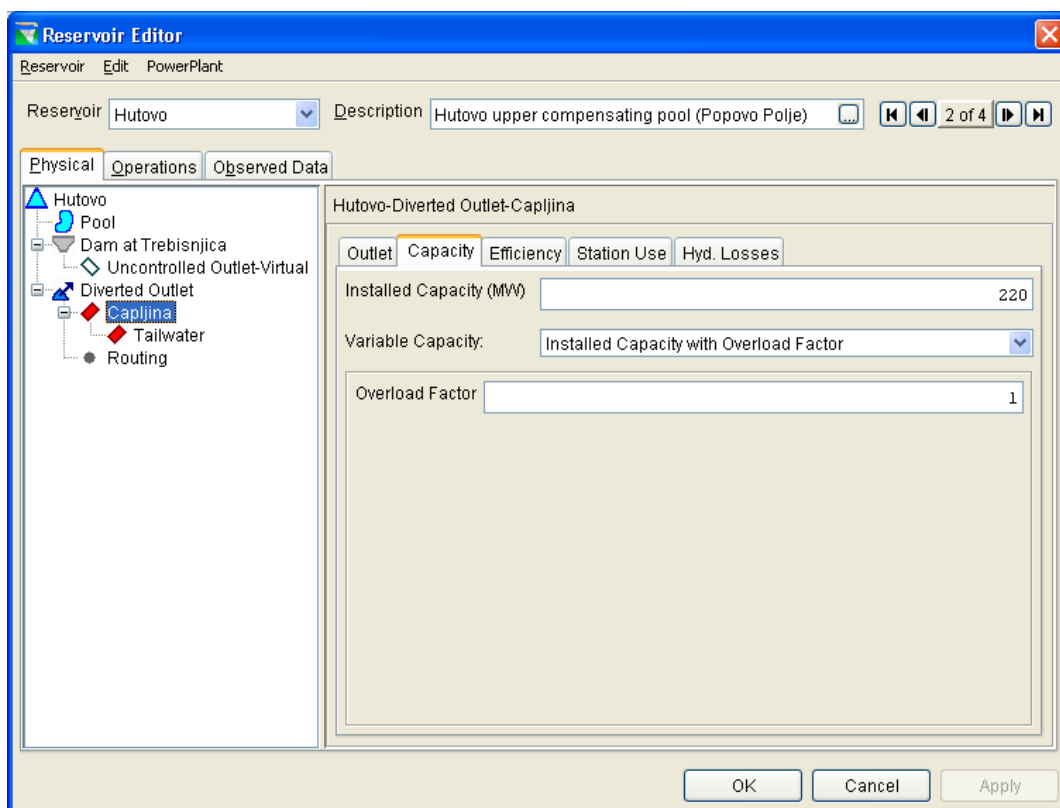
Number of Gates of this type: 1

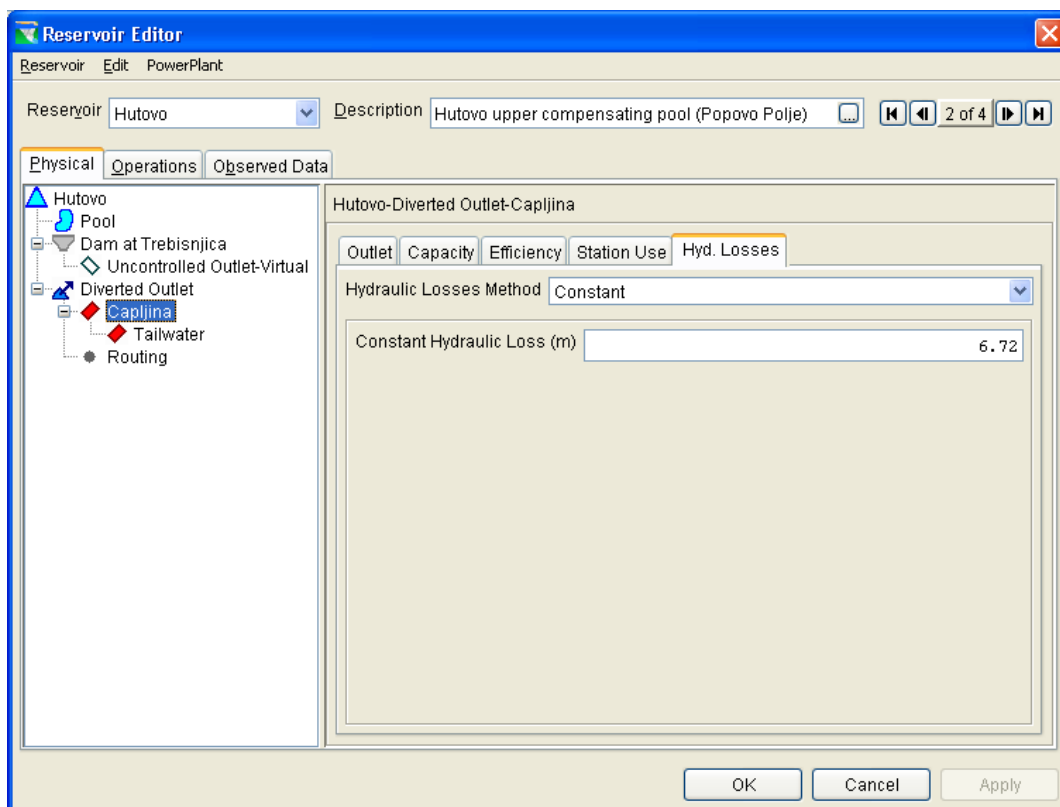
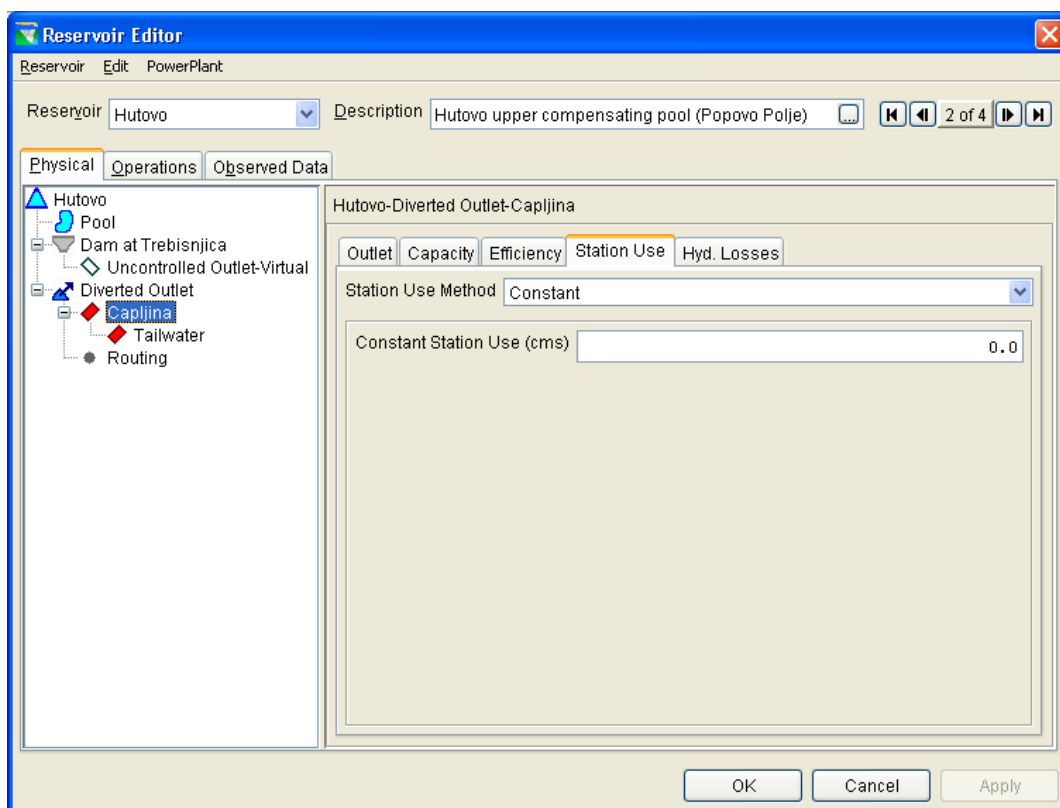
| Elevation (m) | Max Capacity (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 222.0 | 225.0 | 225.0 |
| 231.5 | 225.0 | 225.0 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

Edit Gate Settings

OK | Cancel | Apply





Reservoir Editor

Reservoir: Hutovo | Description: Hutovo upper compensating pool (Popovo Polje)

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Hutovo | Description: OperationSet Hutovo

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Flood Control

- ReleaseSpillway225
- HS Hutovo

Conservation

- ReleaseSpillway225
- PGC Hutovo
- Inactive

Operates Release From: Hutovo-Dam at Trebisnjica

Rule Name: ReleaseSpillway225 | Description: Max. rel. 0 if current value<225

Function of: Hutovo-Uncontrolled Outlet-Virtual Flow, Current Value

Limit Type: Maximum | Interp.: Linear

| Flow (cms) | Release (cms) |
|------------|---------------|
| 0.0 | 0.0 |
| 225.0 | 0.0 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Release (cms) vs Flow (cms) graph

Period Average Limit | Edit...
 Hour of Day Multiplier | Edit...
 Day of Week Multiplier | Edit...
 Rising/Falling Condition | Edit...
 Seasonal Variation | Edit...

OK | Cancel | Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Hutovo | Description: Hutovo upper compensating pool (Popovo Polje)

Physical | **Operations** | Observed Data

Operation Set: OperationSet-Hutovo | Description: OperationSet Hutovo

Zone-Rules | Rel. Alloc. | Outages | Stor. Credit | Dec. Sched. | Projected Elev

Flood Control

- ReleaseSpillway225
- HS Hutovo

Conservation

- ReleaseSpillway225
- PGC Hutovo
- Inactive

Operates Release From: Hutovo-Capljina

Hydropower - Schedule Rule: HS Hutovo | Description:

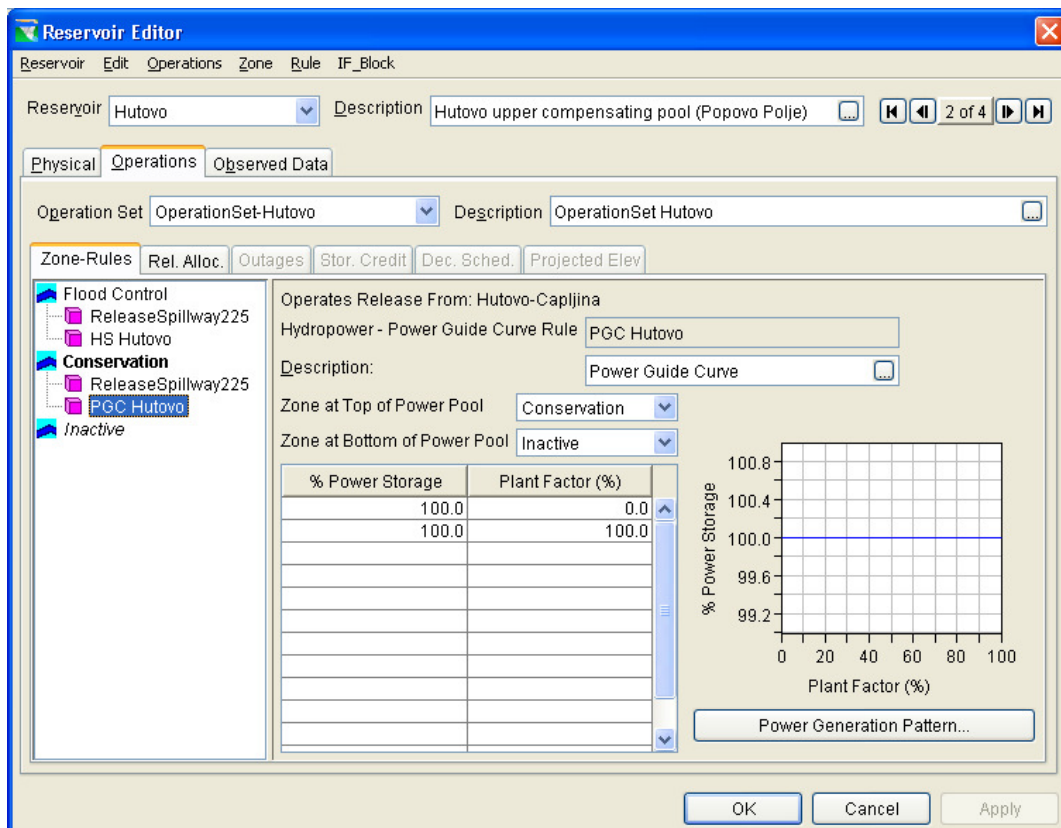
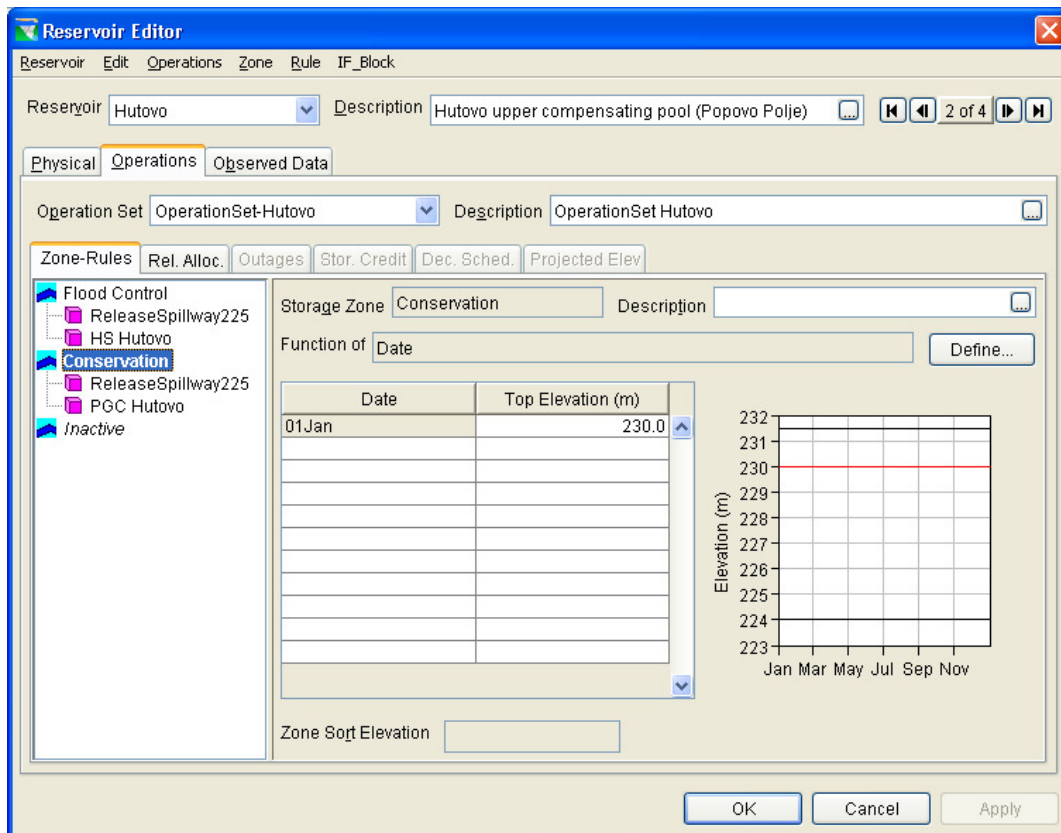
Power Generation Requirement: Options...

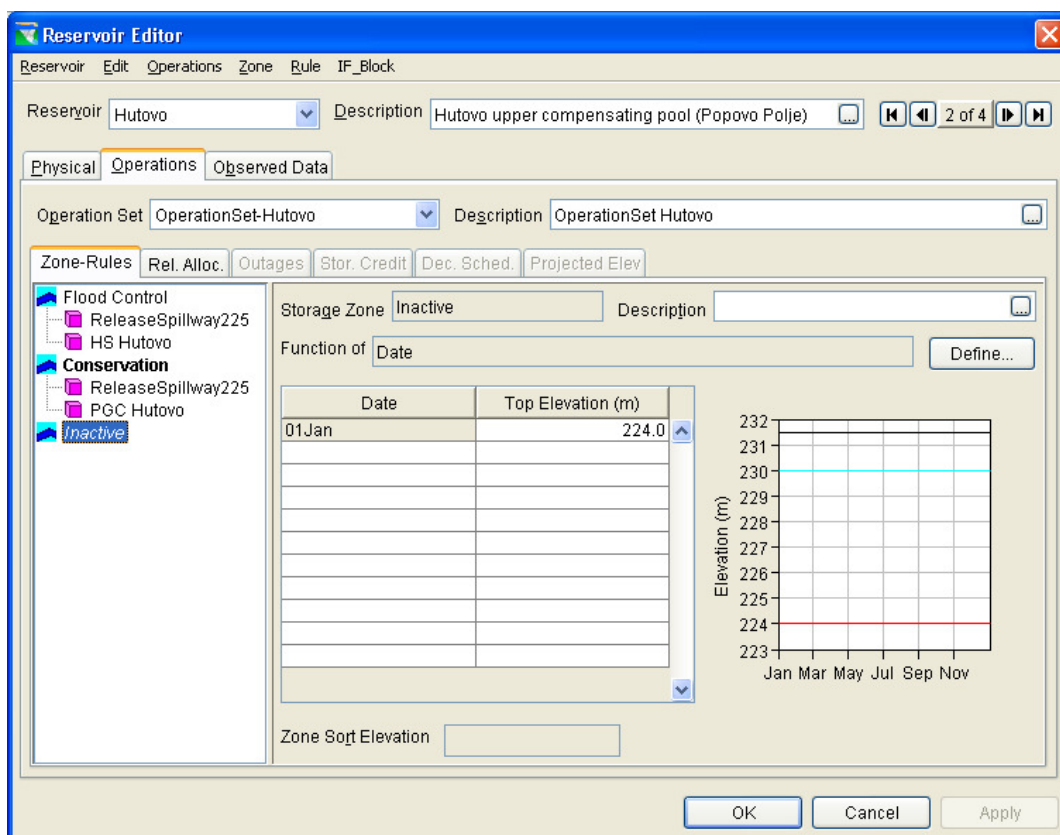
| Month | Monthly Total (MWh) |
|-------|---------------------|
| Jan | 163680.0 |
| Feb | 163680.0 |
| Mar | 163680.0 |
| Apr | 163680.0 |
| May | 163680.0 |
| Jun | 163680.0 |
| Jul | 163680.0 |
| Aug | 163680.0 |
| Sep | 163680.0 |
| Oct | 163680.0 |
| Nov | 163680.0 |
| Dec | 163680.0 |

MWh vs Month graph

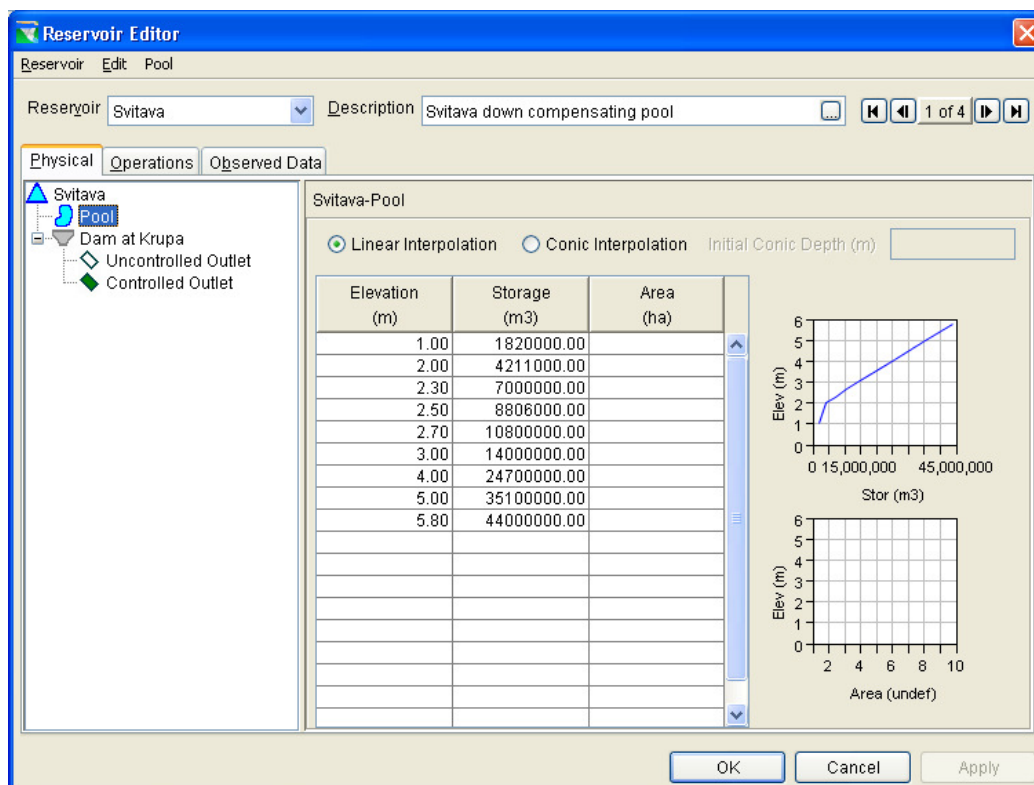
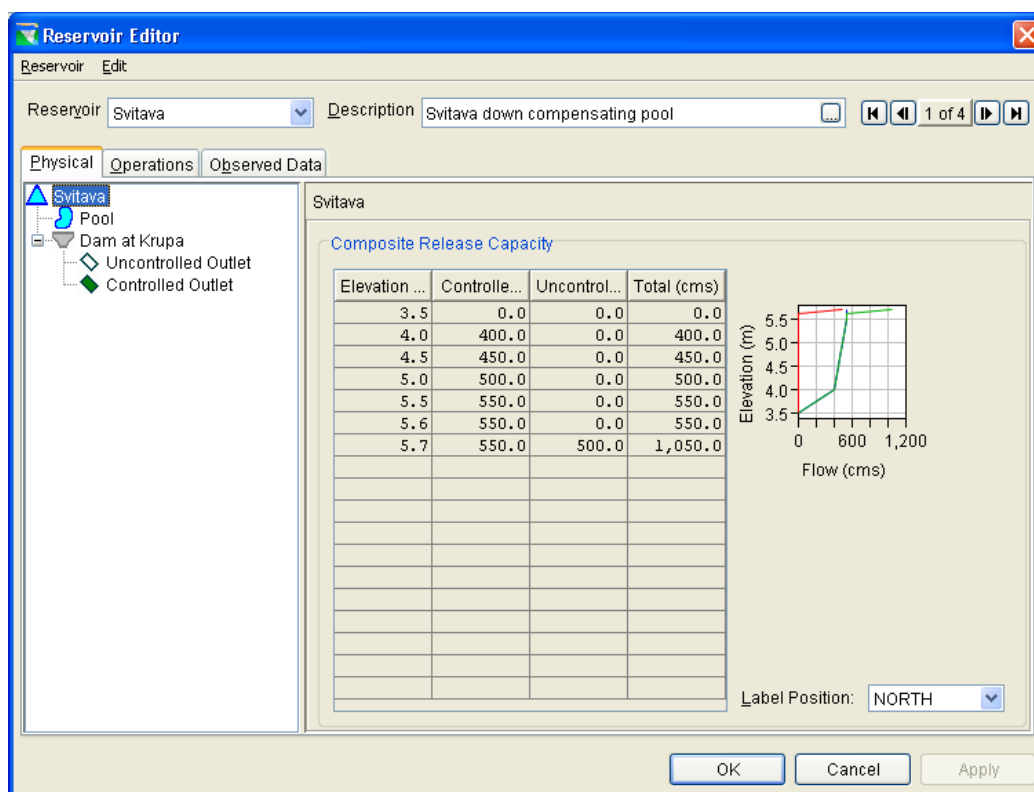
Power Generation Pattern...

OK | Cancel | Apply





11. Svitava bazen



Reservoir Editor
Reservoir: Svitava | Description: Svitava down compensating pool

Physical | Operations | Observed Data

Svitava
Pool
Dam at Krupa
Uncontrolled Outlet
Controlled Outlet

Svitava-Dam at Krupa

Elevation at top of dam (m): 5.6
Length at top of dam (m):

Composite Release Capacity

| Elevation (m) | Controlled (cms) | Uncontrol... (cms) | Total (cms) |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|
| 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4.0 | 400.0 | 0.0 | 400.0 |
| 4.5 | 450.0 | 0.0 | 450.0 |
| 5.0 | 500.0 | 0.0 | 500.0 |
| 5.5 | 550.0 | 0.0 | 550.0 |
| 5.6 | 550.0 | 0.0 | 550.0 |
| 5.7 | 550.0 | 500.0 | 1,050.0 |

OK Cancel Apply

Reservoir Editor
Reservoir: Svitava | Description: Svitava down compensating pool

Physical | Operations | Spillway

Svitava
Pool
Dam at Krupa
Uncontrolled Outlet
Controlled Outlet

Svitava-Dam at Krupa-Uncontrolled Outlet

Outlet Elevation (m): 5.6
 Weir Coef.: 2.1
 Length (m): 300.0
 Elevation vs. Outflow

| Elevation (m) | Outflow (cms) |
|---------------|---------------|
| 5.6 | 0.0 |
| 5.7 | 500.0 |

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Svitava Description: Svitava down compensating pool

Physical Operations Observed Data

Svitava-Dam at Krupa-Controlled Outlet

Number of Gates of this type: 1

| Elevation (m) | Max Capacity (cms) | Total Max Capacity |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 3.5 | 0.0 | 0.0 |
| 4.0 | 400.0 | 400.0 |
| 4.5 | 450.0 | 450.0 |
| 5.0 | 500.0 | 500.0 |
| 5.5 | 550.0 | 550.0 |

Physical Limitations:
 Max Rate of Increase (cms/hr):
 Max Rate of Decrease (cms/hr):

Edit Gate Settings

OK Cancel Apply

Reservoir Editor

Reservoir: Svitava Description: Svitava down compensating pool

Physical Operations Observed Data

Operation Set: OperationSet-Svitava Description: OperationSet1 Svitava

Zone-Rules: Rel. Alloc. Outages Stor. Credit Dec. Sched. Projected Elev

Flood Control Conservation Inactive

Storage Zone: Flood Control Description:

Function of: Date Define...

| Date | Top Elevation (m) |
|-------|-------------------|
| 01Jan | 5.6 |

Zone Sort Elevation:

OK Cancel Apply

