

UNIVERZITET U BEOGRADU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
Odsek za hidrotehniku i
vodno-ekološko inženjerstvo

Diplomske akademske studije
Predmet: Odbrana od poplava
ESPB: 5

HEC-RAS - Korisničko uputstvo 2
- Određivanje trase nasipa -

Dejana Đorđević
Nikola Rosić
Miodrag Jovanović

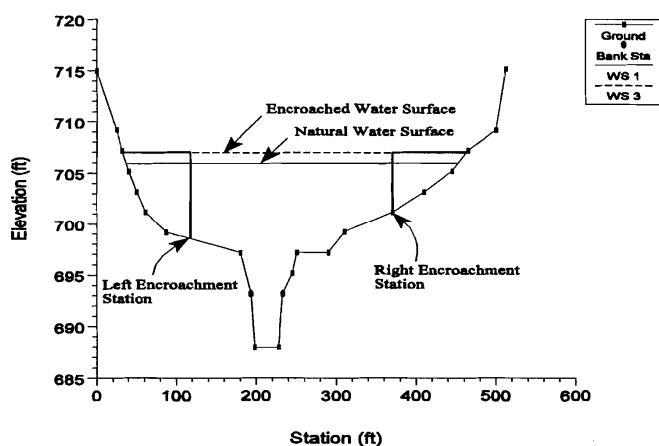
Beograd, oktobar 2009.

Ovo uputstvo je nastavak prethodnog uputstva („Uputstvo 1“) u kojem je opisan postupak proračuna ustaljenog i neustaljenog tečenja u otvorenim tokovima pomoću programskog paketa HEC-RAS. U ovom, drugom, uputstvu, pokazaće se kako se ovaj programski paket može iskoristiti za određivanje trase nasipa kojima se branjeno područje štiti od velikih voda. Šira objašnjenja mogu se naći u originalnim priručnicima HEC-RAS-a.

1. Postupci za određivanje trase nasipa

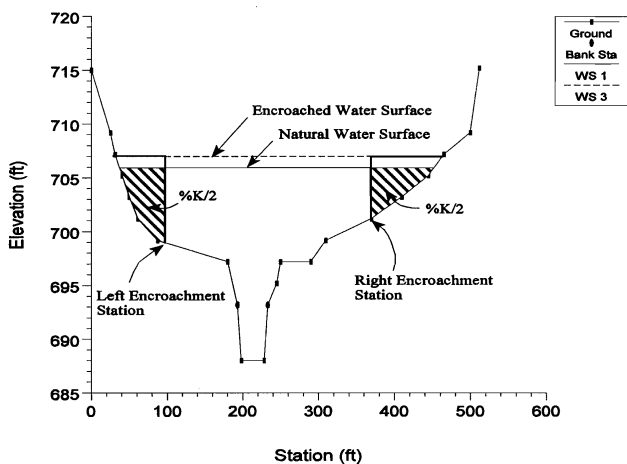
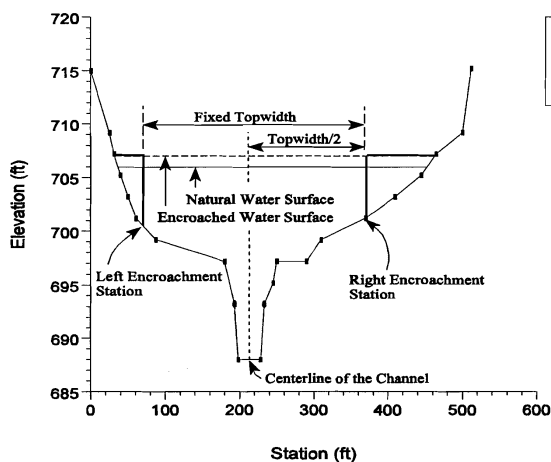
Postupak određivanja trase/trasa nasipa u programskom paketu HEC-RAS nije direktan i podrazumeva korišćenje pet metoda kojima se iterativno dolazi do rešenja, pri čemu se ove metode mogu kombinovati.

Metoda 1. Ova metoda podrazumeva da korisnik za svaki poprečni presek definiše položaj trase nasipa na levoj i desnoj obali učitavajući graničnih tačaka („Left Encroachment Station“, „Right Encroachment Station“, slika 1), pri čemu se ove tačke mogu menjati za svaku računsku liniju nivoa. Kada se Metoda 1 koristi u kombinaciji sa drugim metodama (koje se opisuju u nastavku) ova metoda se koristi na kraju iterativnog postupka određivanja trase nasipa, kada trasu treba konačno uskladiti sa topografskom kartom ili sa nekim prostornim planom.



Slika 1: Metoda 1

Metoda 2. Korisnik definiše fiksnu širinu korita na nivou krune nasipa (slika 2 - levo). Kao u Metodi 1, ova širina se definiše posebno za svaki poprečni presek. leva i desna granična tačka suženog korita postavljaju se na jednakim odstojanjima od osovine korita („Centerline of the Channel“).

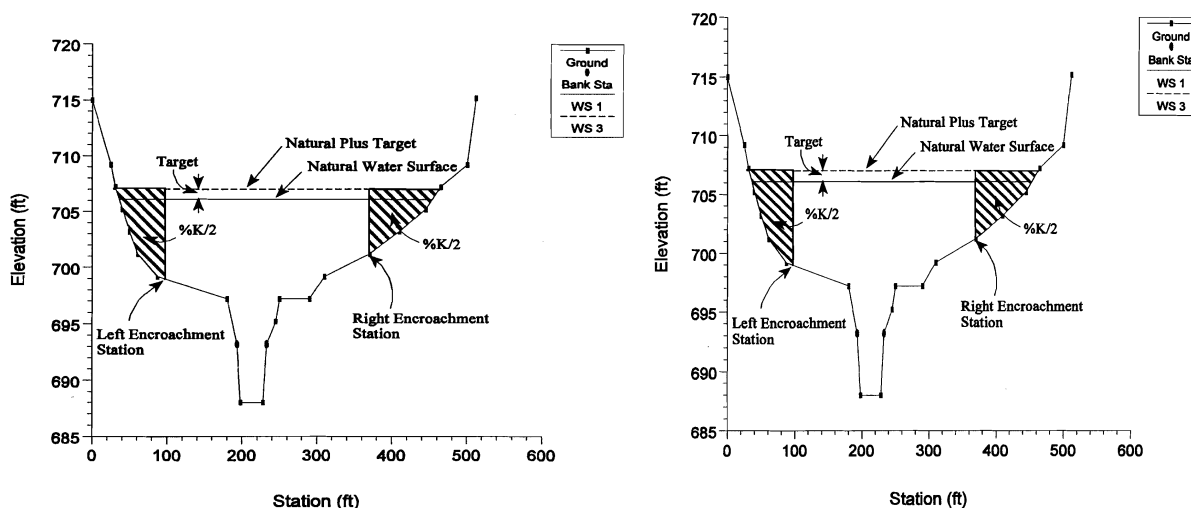


Slika 2: Metoda 2 (levo) i Metoda 3 (desno)

Metoda 3. Korisnik zadaje procentualno smanjenje propusne moći u svakom poprečnom preseku („%K Reduction“), u odnosu na postojeće stanje. Propusna moć je izražena pomoću modula protoka: $K = Q/\sqrt{I} = (1/n)AR^{2/3}$. Postoje dve mogućnosti; jedna podrazumeva da se zadato smanjenje propusne moći deli na pola po svakoj inundaciji („equal conveyance reduction“, slika 2 - desno), a druga, da se zadato smanjenje deli srazmerno prirodnom rasporedu propusne moći (modula protoka) po inundacijama („proportional conveyance reduction“).

Ako u slučaju podjednagog smanjenja („equal conveyance reduction“), polovina zadatog modula protoka premaši stvarni modul protoka u jednoj od inundacija, program će pokušati da razliku „prebaci“ na drugu inundaciju. Međutim, ako se zadato smanjenje propusne moći ne može postići sa obe inundacije, program će postaviti granice suženja u tačke koje označavaju prelaz iz glavnog korita u inundacije ili u unapred zadate tačke na levoj i desnoj obali iza kojih nije dozvoljeno približavanje nasipa glavnom koritu. Kao i prethodne metode, Metoda 3 daje mogućnost promene procenta smanjenja od preseka do preseka. Ponovo se naglašava da je smanjenje propusne moći (modula protoka) definisano u odnosu na postojeće uslove.

Metoda 4. Ova metoda podrazumeva da se za unapred zadato prihvatljivo (ciljno) povećanje kote nivoa („target water surface increase“) odrede granice korita za veliku vodu na levoj i desnoj obali. Granice suženja pri razmatranom protoku određuju se iz uslova da propusna moć suženog korita pri zadatom povišenom nivou bude jednaka propusnoj moći korita u postojećim uslovima. Ova (viša) kota nivoa određuje se na osnovu zadatog priraštaja („target increase“) u odnosu na prethodno sračunatu kotu nivoa 100-godišnje velike vode u postojećim uslovima (bez suženja). Kao i u Metodi 3, granice se računaju na osnovu podjednagog ili srazmernog smanjenja propusne moći (modula protoka).



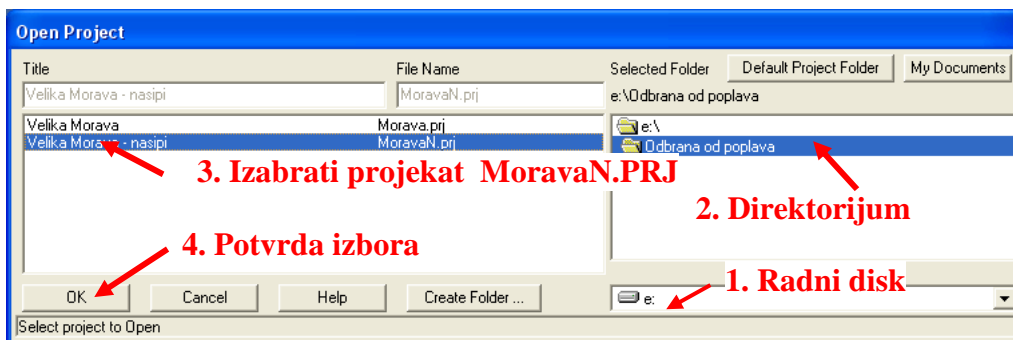
Slika 4: Metoda 4 (levo) i Metoda 5 (desno)

Metoda 5. U ovoj metodi zadaju se ciljno povećanje kote nivoa i/ili najveća (dopuštena) promena energetske kote. Postupak je sličan kao u Metodi 4, s tim što se koristi optimizacioni algoritam za određivanje položaja nasipa na levoj i desnoj obali pri kojem se dostiže ciljna razlika između povišene kote nivoa i kote nivoa u postojećim uslovima. Naime, cilj je da se, u najviše 20 iteracija, dođe do ciljne kote nivoa, ne premašivši ciljnu kotu energije. Ako to nije moguće, program će pokušati da nađe nove granice suženja, za koje se dobija željena energetska kota. Ako se u ulaznim podacima izostavi ciljna energetska kota, program će obaviti proračun tražeći onaj položaj granica suženja koji daje ciljnu kotu nivoa. S druge strane, ako se u ulaznim podacima izostavi ciljna kota nivoa, program će naći onaj položaj granica suženja koji daje ciljnu (željenu) kotu energije. U slučaju da se bilo koji od navedena dva uslova ne zadovolji u 20 iteracija, kao konačan rezultat uzima se najbolje rešenje iz svih iteracija.

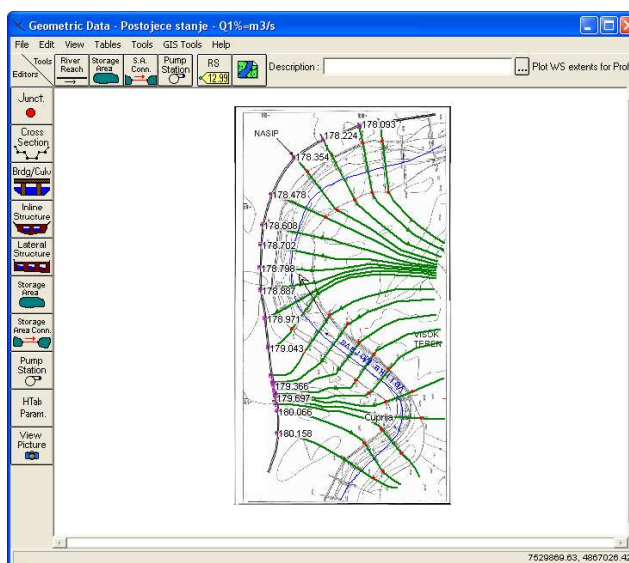
2. Određivanje trase nasipa

2.1 Pokretanje programa i učitavanje geometrije

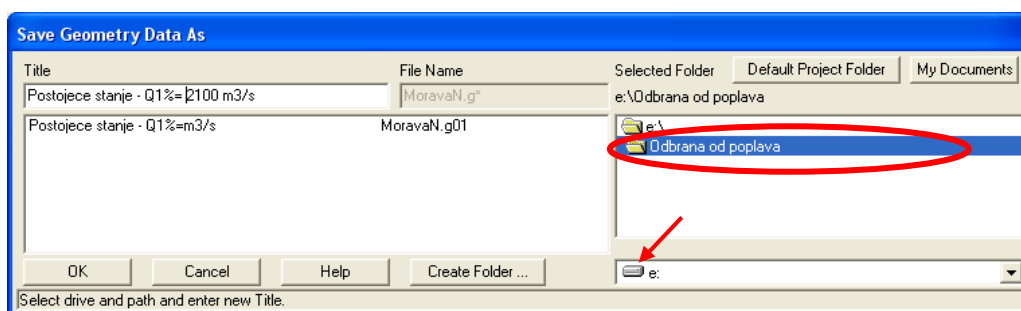
Pokrenuti program HEC-RAS i otvoriti projekat pod nazivom „MoravaN.PRJ“ u direktorijumu „Odbrana od poplava“. Otvaranje projekta se obavlja pozivanjem menija „File/OpenProject“:



Geometrijski fajl sa shematskim crtežom deonice „Cuprija ” reke Velike Morave i poprečnim presecima, nazvan „Morava.G01” je unapred pripremljen za potrebe vežbanja. Može se učitati iz prozora „Geometric Data“ (gornja slika), aktiviranjem menija „File/Import Geometric Data/HEC-RAS Format ...“ i navodjenjem imena fajla „MoravaN.G01“. U prozoru „Geometric Data“ se pojavljuje crtež:

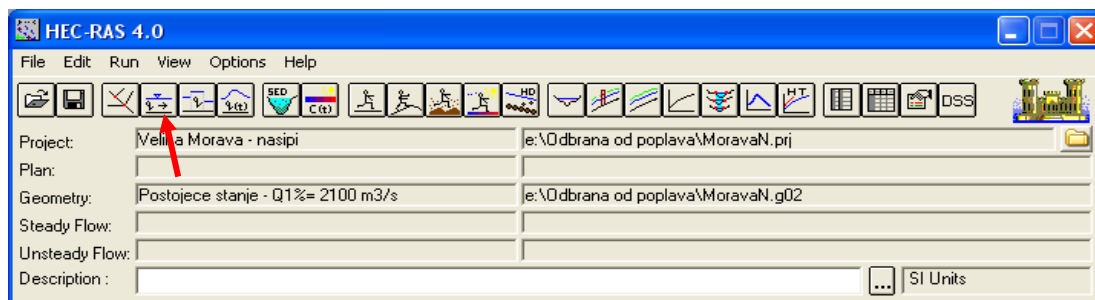


Dodeliti ovom fajlu identifikacioni tekst, na primer: “Postojeće stanje – Q1%= m3/s”, sa upisanom vrednošću 100-godišnje velike vode. Sačuvati fajl pomoću „File/Save File As...“. (Pažnja: proveriti disk i direktorijum u kome će dati fajl biti sačuvan).

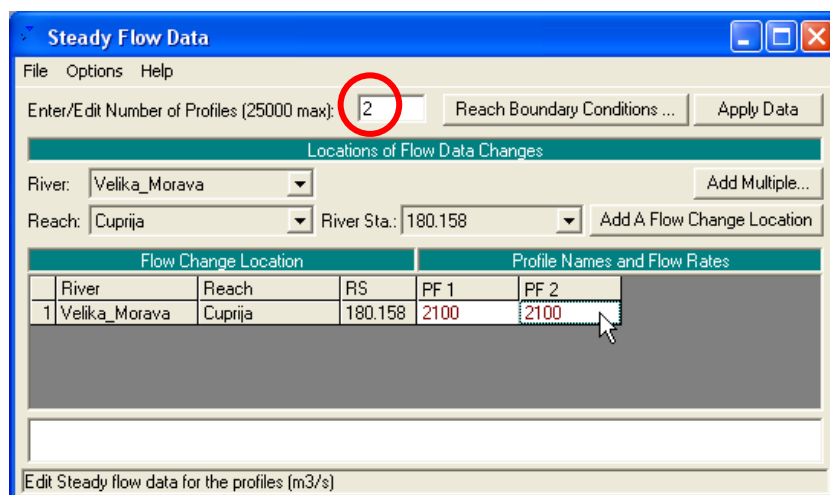


2.2 Učitavanje ulaznih podataka za proračun ustaljenog tečenja

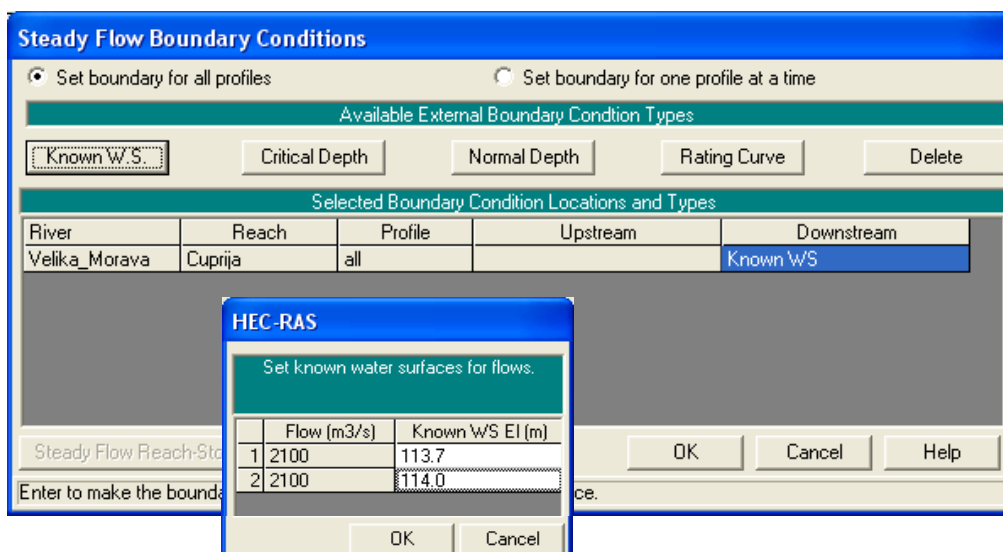
Trasa nasipa može se odrediti proračunom ustaljenog tečenja za poznati protok 100-godišnje velike vode. Ovaj protok se zadaje pokretanjem menija „Edit/Steady Flow Data“ ili pritiskom na četvrtu ikonu s leva:



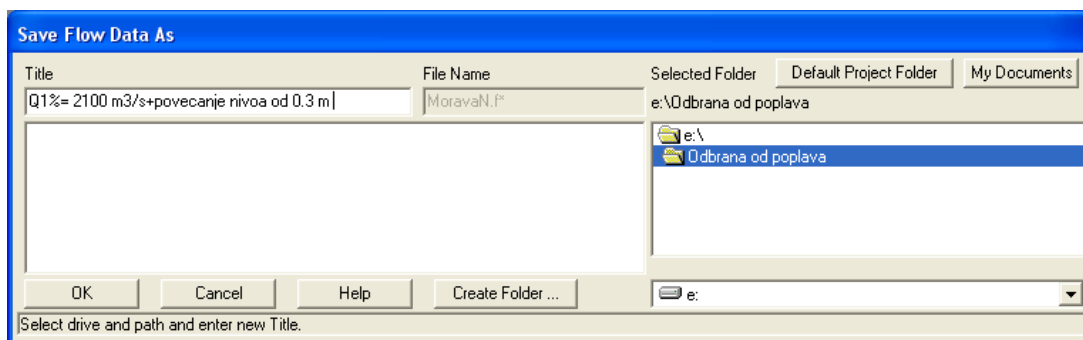
Zatim se definiše broj linija nivoa koje treba sračunati – „Profila“. Za trasiranje nasipa neophodno je zadati najmanje 2 linije nivoa (2 „Profila“). U poljima PF1 i PF2 uneti brojnu vrednost protoka 100-godišnje velike vode (na primer 2100):



Kako je tečenje u mirnom režimu, na nizvodnoj granici računске deonice zadaje se odgovarajuća kota nivoa. Za prvu liniju nivoa (PF1) zadaje se kota nivoa u postojećim uslovima, a za drugu liniju nivoa (PF2), koja je za određeni iznos (na primer 0.3 m) viša od prethodne:



Unete podatke sačuvati u fajlu pod nazivom: “Q1%= 2100 m³/s +povećanje nivoa od 0.3m”:

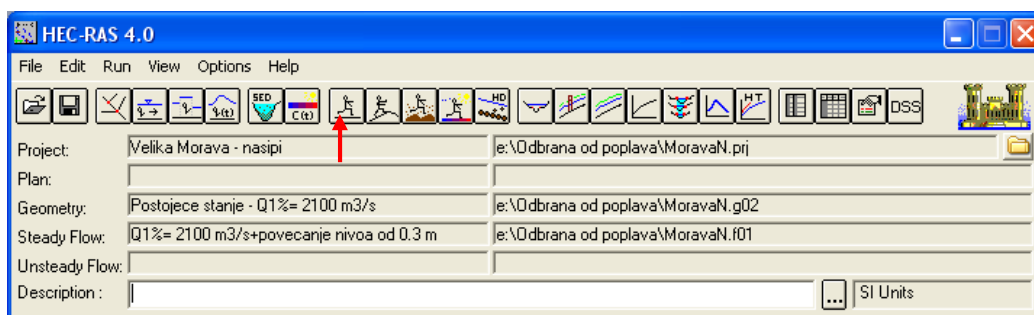


a zatim sačuvati i tekuću verziju projekta.

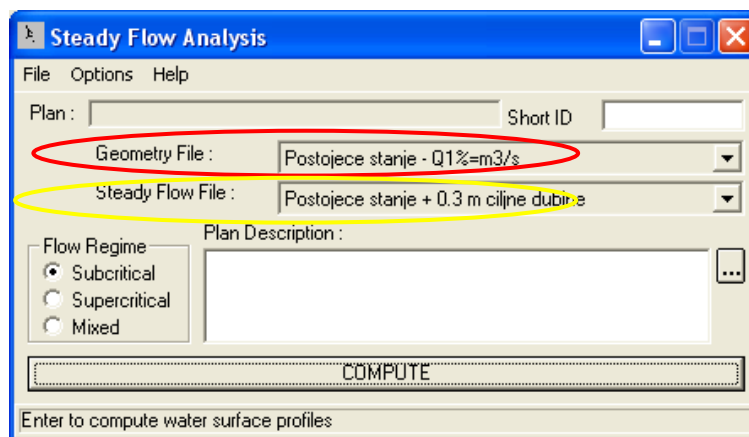
2.3 Proračun ustaljenog tečenja sa određivanjem trase nasipa

2.3.1 Učitavanje ulaznih podataka

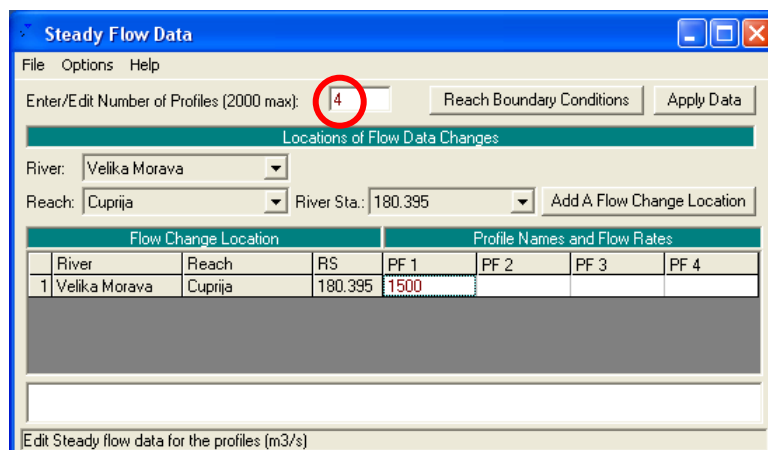
Za pokretanje proračuna, u početnoj maski HEC-RAS-a, otići na meni: “Run/Steady Flow Analysis” , ili pritisnuti devetu ikonu s leva:



Otvora se prozor kao na slici, s tim što je na početku prazan.

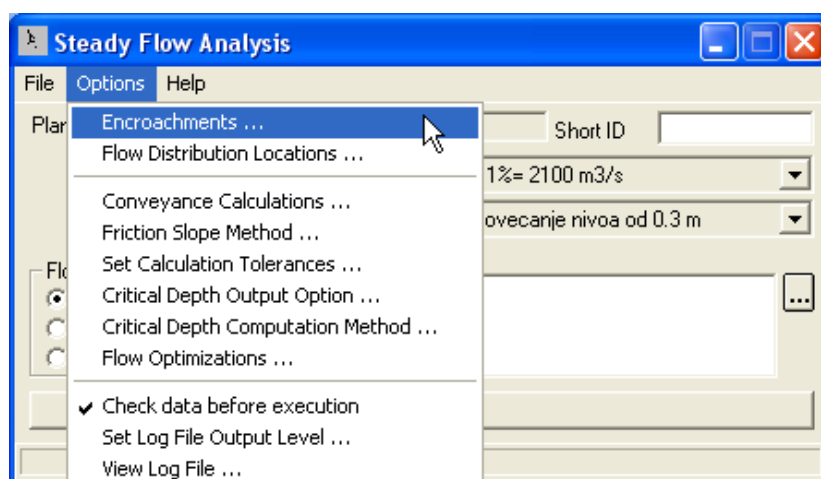


Već je rečeno da je za određivanje trase nasipa (granica korita za velike vode) potrebno uzeti u obzir najmanje dve linije nivoa – “Profila” – jedan za postojeće stanje i drugi (ili više njih), za razne varijante, zavisno od računске metode, kao što je opisano u tački 1 (na primer, Metoda 5 zahteva samo dva “Profila”, a Metoda 4, više njih). Pri tome je vrednost protoka za sve “Profile” ista.



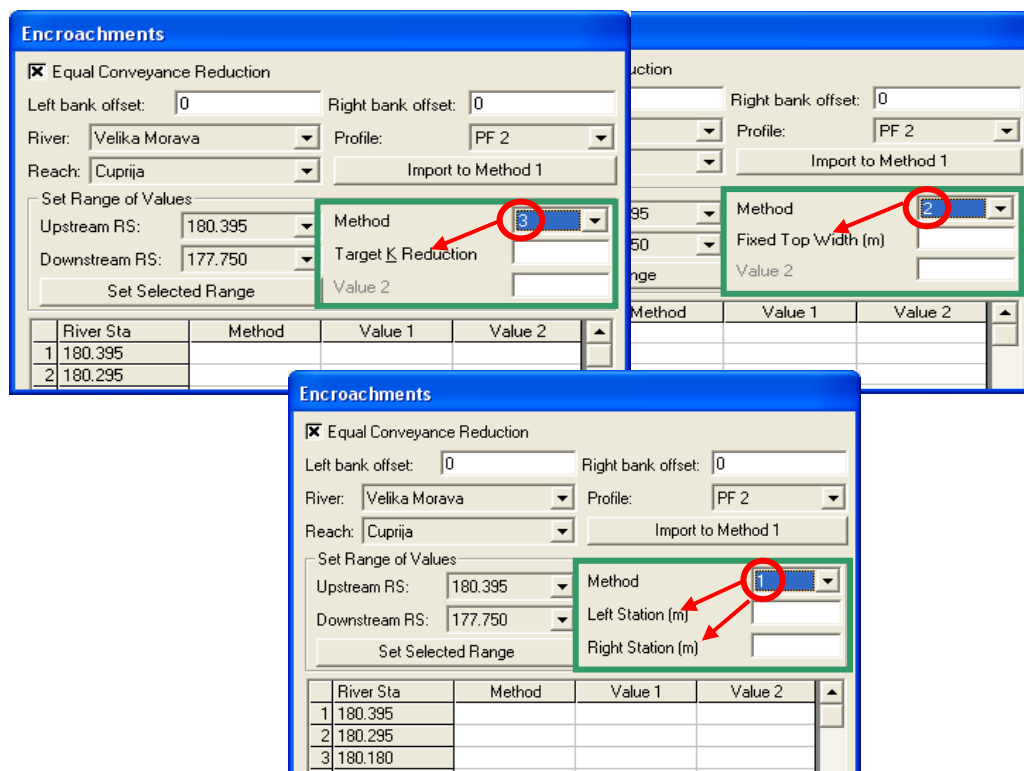
Treba voditi računa da u ovoj analizi nizvodna kota nivoa za prvi “Profil” i za sve naredne Profile nije ista! Ona je u prvom “Profilu” niža, a u svim narednim “Profilima” je viša. U metodama 4 i 5 ona je viša za vrednost zadatog ciljnog nadvišenja nivoa.

Podaci učitani u editoru “Steady Flow Data” nisu dovoljni za određivanje trase nasipa, pa se u okviru prozora „Run/Steady Flow Analysis” prelazi na poseban meni u kome se bira metoda po kojoj će se određivati granice korita za veliku vodu na levoj i desnoj obali. Dopunski podaci učitavaju se u prozoru „Steady Flow Analysis” u meniju “Options/Encroachments...”:



Podaci koji se učitavaju u prozoru “Encroachments” obuhvataju:

- globalne parametre – podatke koji važe sa sve poprečne preseke i sve računске linije nivoa;
- parametre Profila – broj računskih linija nivoa;
- broj metode koja će se primeniti i osnovne podatke za određivanje suženja po toj metodi (npr. ciljne promene kote nivoa/energije u Metodama 5 i 4, ili ciljno smanjenje propusne moći u Metodi 3).

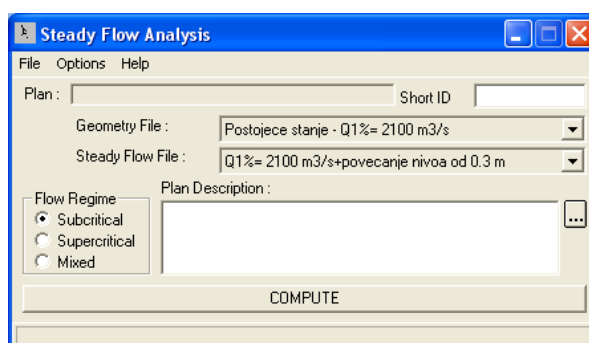


Po učitavanju globalnih parametara, podataka o „Profilu” i računskih parametara, aktivirati dugme „Set Selected Range”. Podaci za izabrani niz poprečnih preseka sadržani su u tabeli: prva kolona daje broj metode, a druga i treća, podatke koji su specifični za tu metodu. U slučaju da metoda zahteva samo jedan podatak, on će se pojaviti u prvoj koloni („Value 1”), a druga kolona („Value 2”) biće prazna. Kada se ova tabela popuni, iz nje se metoda i odgovarajući podaci mogu po potrebi menjati. Opisani postupak se ponavlja za svaki predviđen „Profil”. Izlaz iz prozora „Encroachments” se obavlja pritiskom dugmeta OK. Time su podaci upamćeni, ali ne i sačuvani na hard disku. Da bi se to postiglo, neophodno je uraditi „Save the Plan” u prozoru „Steady Flow Analysis”, a zatim i „Save the Project” u osnovnom prozoru HEC-RAS-a.

Kao što je već napomenuto, Metoda 1 se koristi u poslednjem koraku, za podešavanje položaja suženja u onim poprečnim preseccima u kojima se granične tačke topografski ne uklapaju, ili nisu u skladu sa prostornim planom. Za brže i lakše učitavanje podataka o položajima ovih tačaka, dobijenih prethodnom primenom neke od preostale četiri metode, može se koristiti opcija „Import to Method 1”, koja omogućava prenos sračunatih granica suženja iz prethodnog računskog prolaza (izaznog fajla) u ulazne podatke za naredni računski prolaz. Sve granične tačke suženja iz prethodnog proračuna biće prenesene u tabelu prozora „Encroachments”, a onda je potrebno samo podesiti one granične tačke koje se topografski ne uklapaju, ili nisu u skladu sa prostornim planom, o čemu će biti reči u nastavku.

2.3.2. Proračun

Proračun počinje pritiskom na dugme „COMPUTE” u prozoru „Steady Flow Analysis” :



Određivanje granica korita za velike vode zasnovano je na poređenju rezultata hidrauličkog proračuna u postojećim uslovima (bez suženja) i rezultata dobijenih za razne opcije suženja, koje su dostupne izborom u prozoru „Encroachments”.

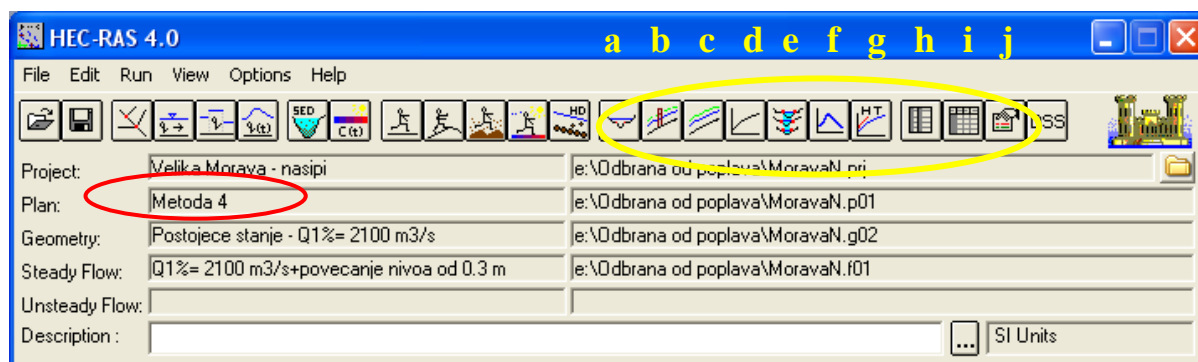
Po završetku proračuna za jedan Plan, novi Plan se može definisati, sa drugom kombinacijom geometrijskog fajla („Geometry File”) i fajla sa protokom („Steady Flow File”), uz izmenjene ulazne podatke za suženje.

Sada će se navesti neke korisne preporuke za određivanje trase nasipa. Ovu analizu najbolje je započeti korišćenjem Metode 4 ili Metode 5. One daju preliminarno rešenje i omogućavaju uvid u osetljivost rezultata na ulazne podatke. U prvoj fazi, treba pokušati sa nekoliko ciljnih priraštaja kota nivoa, da bi se ustanovio uticaj na liniju nivoa u rečnom sistemu (povećanje kota nivoa), kao i na promenu raznih hidrauličkih veličina (širine vodnog ogledala, srednje profilske brzine, tangencijalnog napona na dnu i dr.). U tom cilju je najbolje koristiti odgovarajuće dijagrame i aksonometrijske prikaze iz HEC-RAS-a, kao i topografske karte sa granicama plavljenja. Na osnovu ovih prvih rezultata, mogu se definisati i proveriti nova stanja, izmenom ulaznih podataka.

Konačne granice suženja moraju biti ne samo u skladu sa lokalnim prostornim planom (koji na primer, trasom saobraćajnice definiše lokaciju suženja), već i sa hidraulički prihvatljivom trasom evakuacije velikih voda. Primenom već opisane opcije „Import to Method 1” i prenosom rezultata prethodnih proračuna, konačni proračun se obavlja pomoću Metode 1 i tako dobija definitivni položaj granica suženja za svaki poprečni presek. *Voditi računa da se svaka izmena mora proveriti hidrauličkim proračunom da ne bi došlo do prekoračenja najviše ciljne kote nivoa / energije.*

2.4. Pregled rezultata

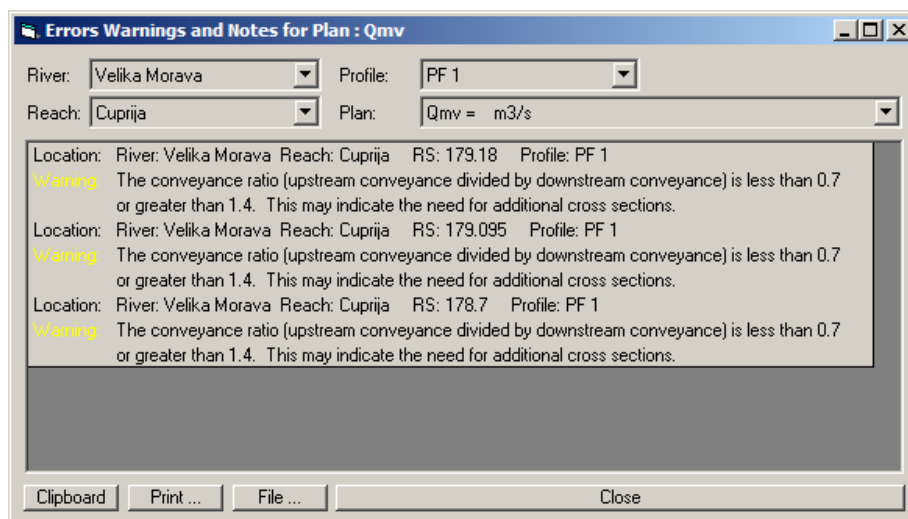
Rezultati proračuna mogu se prikazati u grafičkom ili tabelarnom obliku. Na donjoj slici su žutom bojom zaokružene ikone koje nude razne vidove prikaza rezultata.



Namena ikona za prikaz rezultata:

- „View Cross-Section” - grafički prikaz poprečnih preseka sa naznakom suženja;
- „View Profiles” - grafički prikaz linije nivoa;
- „View General Profile Plot” - prikaz promene hidrauličkih parametara (A, R, V, τ itd.) duž vodotoka;
- „View Computed Rating Curves” - grafički prikaz kriva protoka u profilima;
- „View 3D multiple cross-section plot” - aksonometrijski prikaz rečnog sistema, ili njegovih pojedinih deonica;
- i g) „Stage and Flow Hydrographs” i „Hydraulic property table plots” - rezultati proračuna;
- „View detailed output at WS...” - tabelarni prikaz rezultata za svaki poprečni presek;
- „View summary output tables by profile” - tabelarni prikaz linija nivoa (kote nivoa);
- „Summary of errors, warnings and notes” - dijagnostika (poruke u toku izvršenja proračuna).

Napomena: Vrlo je važno da se posle svakog računskog prolaza očitaju poruke u prozoru „Summary of errors, warnings and notes”, da bi se izmenom ulaznih podataka otklonili eventualni problemi u izvršenju proračuna.



Korisniku ovog Uputstva ostavlja se da samostalno istraži razne mogućnosti prikaza rezultata proračuna.

3. Računski primer

Pretpostavlja se da na deonici reke Velike Morave iz primera datog u Uputstvu 1 treba povećati branjenu površinu na levoj i desnoj obali reke. Pri tom se vodoprivrednim uslovima zahteva da nadvišenje nivoa pri 100-god. velikoj vodi u odnosu na postojeće stanje na razmatranoj deonici ne bude veće od 0,5 m. Protok 100-god. velike vode iznosi $Q_{1\%} = 2100 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovom protoku odgovara nizvodna kota nivoa od $Z_{1\%} = 113,7 \text{ mm}$.

Postupak određivanja trase nasipa

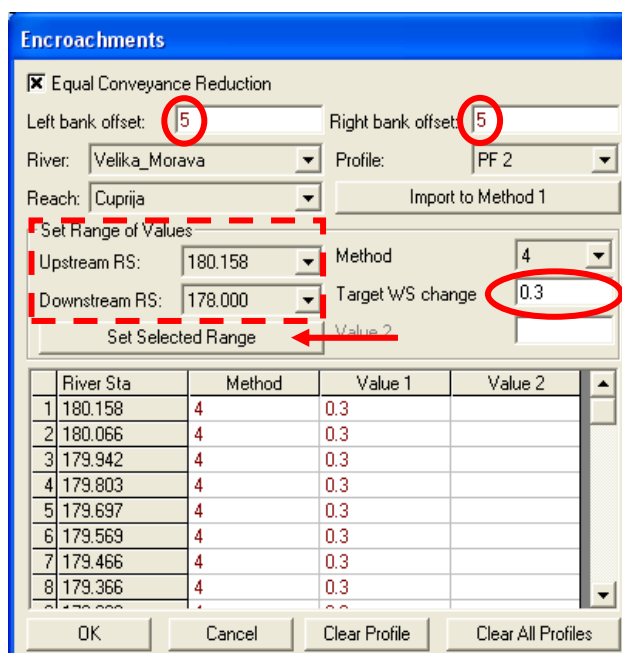
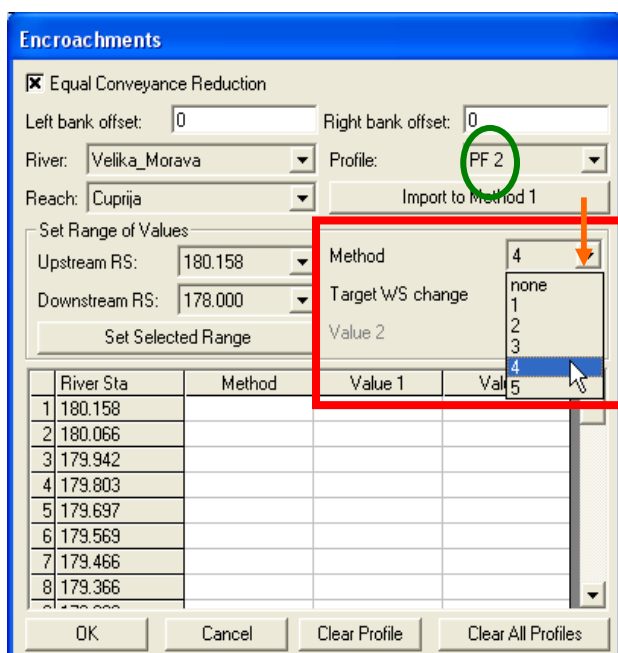
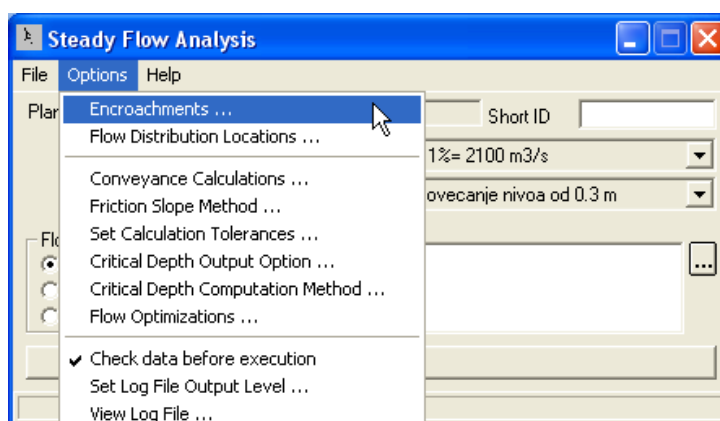
Postupak rešavanja obuhvatiće dve faze. U prvoj fazi primeniće se Metoda 4, u kojoj će se za zadato povišenje nivoa iznad nivoa 100-god. velike vode dobiti preliminarno rešenje, a potom će se preći na drugu fazu u kojoj će se primenom Metode 1 podesiti linije nasipa tako da se dobije hidraulički prihvatljiva trasa korita za evakuaciju velikih voda.

I Faza – Metoda 4

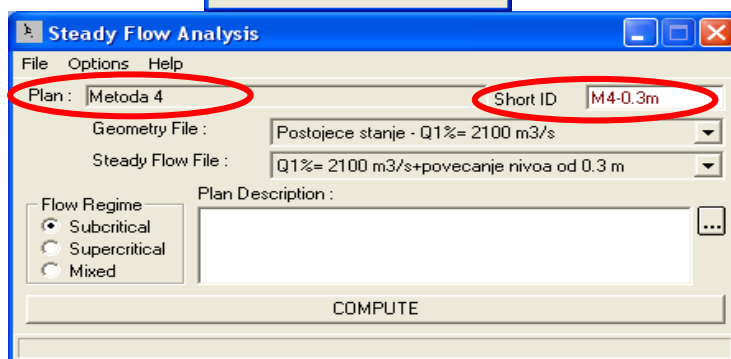
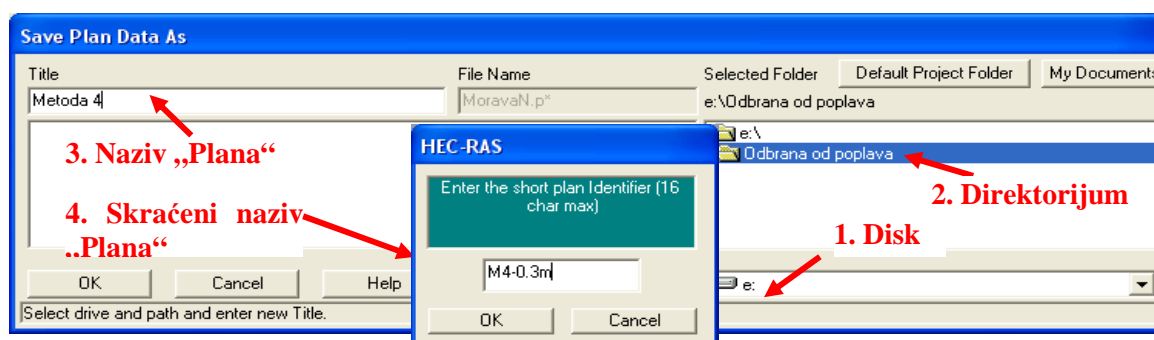
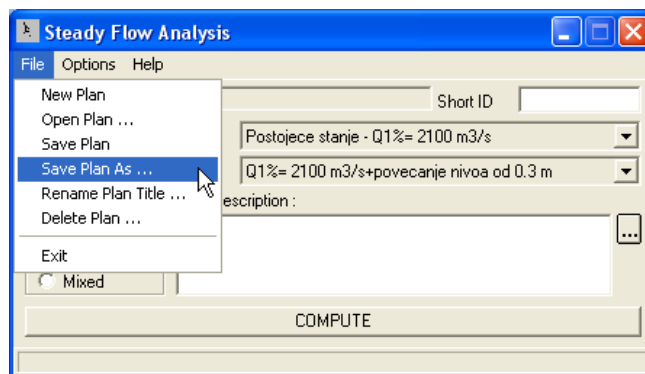
Ulazni podaci. Kao što je već više puta isticano, postupak određivanja trase nasipa zahteva proračun najmanje dve linije nivoa – „Profila” od kojih se prva linija nivoa računa za postojeće stanje, a druga ili ostale linije nivoa za različite varijante, zavisno od izabrane računске metode. Pri tome je vrednost protoka za sve „Profile” ista. U ovom primeru će se u prvoj fazi proračuna koristiti Metoda 4 u kojoj se u svakom poprečnom preseku zadaje po jedna ciljna vrednost povećanja nivoa u odnosu na postojeće stanje. Zbog toga se u prozoru za unos podataka o protocima (tačka 2.2) biraju samo dva „Profila”. Granični uslov za prvi „Profil” važi za postojeću geometriju korita. To je zadata kota nivoa od 113,7 mm. Granični uslov za drugi „Profil” – nizvodna kota nivoa, treba da bude veća od prethodne kote za veličinu ciljnog nadvišenja. Ciljno nadvišenje treba da bude manje od vodoprivrenim uslovima zadatog nadvišenja (0,5 m). U konkretnom slučaju, usvojiće se nadvišenje od 0,3 m, što daje nizvodnu kotu 114,0 mm. Učitane podatke sačuvati u fajlu sa identifikacionim tekstom: “ $Q_{1\%}=2100 \text{ m}^3/\text{s}$ + povecenje nivoa od 0.3 m”.

Izbor metode, zadavanje ciljnog povećanja nivoa i proračun. Da bi se izabrala Metoda 4, potrebno je u prozoru „Steady Flow Analysis” izabrati opciju: „Options/Encroachments”. U delu prozora „Encroachments” sa globalnim parametrima najpre se učitavaju imena reka „River” i deonica „Reach”. U konkretnom primeru, to su reka „Velika Morava” i deonica „Cuprija”. Pošto nije preporučljivo da se nasipi postavljaju na samoj granici korita za veliku vodu, u polja „Left bank offset” i „Right bank offset” neće se položaji tačaka na levoj i desnoj obali do kojih se trase nasipa mogu približiti glavnom koritu. Položaji ovih tačaka zadaju se u odnosu na tačke kojima je ograničeno glavno korito. Neka to rastojanje u ovom slučaju bude 5 m. Potom se u delu prozora za identifikaciju „Profila” izabere „profil” PF2, a u delu prozora za izbor metode proračuna i zadavanje odgovarajućih parametara, bira se u padajućem meniju „Method” broj metode (4).

Pošto se u Metodi 4 predviđa zadavanje samo jednog parametra, a to je ciljno nadvišenje, ispod naziva polja „Method“ odmah se pojavljuje zatamnjen naziv polja u koje se unosi ciljno nadvišenje „Target WS change“. U ovo polje unosi se vrednost 0.3. Zatim se u delu sa globalnim parametrima biraju stacionaže graničnih poprečnih preseka da bi se ubrzao postupak unošenja podataka. Nakon pritiska kursora miša na polje „Set Selected Range“, u trećoj koloni donje tabele, koja nosi naziv „Method“, pojavljuje se redni broj metode koja će se primeniti za određivanje trase nasipa, a u četvrtoj koloni „Value 1“, zadato ciljno povećanje nivoa od 0.3 m. Program podrazumeva da je smanjenje propusne moći inundacija podjednako, tako da se ova opcija na vrhu prozora neće menjati. Pošto su uneti svi neophodni podaci za proračun, potvrđuje se njihov unos pritiskom na dugme „OK“. Program se vraća na masku „Steady flow analysis“ u kojoj je pripremljena kombinacija geometrije.



(fajl "Postojeće stanje – Q1% = 2100 m3/s"), podataka o protocima i graničnim uslovima (fajl "Q1%=2100 m3/s + povećanje nivoa od 0.3m" sa podacima za dve linije nivoa) i izabranoj metodi proračuna, potrebno sačuvati na tvrdom disku. Izborom padajućeg menija „File/Save Plan As...“ ova kombinacija podataka čuva se u okviru „Plana“ nazvanog „Metoda 4“, koji treba sačuvati na istom disku i direktorijumu na kojem se nalaze svi ostali podaci (fajlovi) unutar projekta „MoravaN.PRJ“. Skraćeni naziv „Plana“, koji se unosi u prozor „Short Plan Identifier“ je, na primer, „M4-0.3m“.

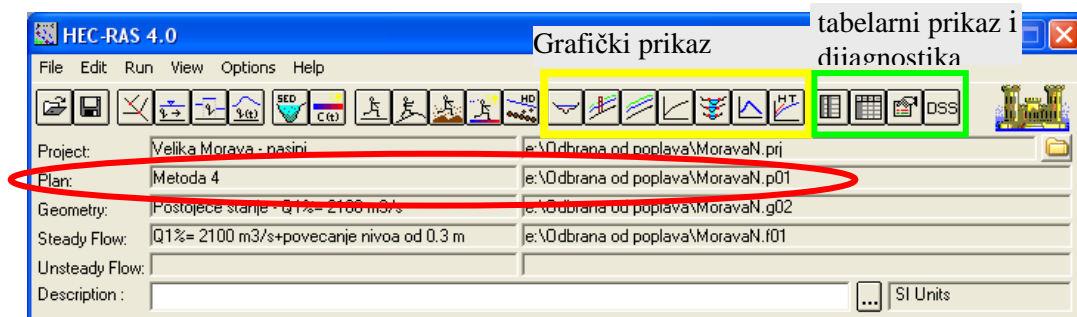


Proračun počinje pritiskom na dugme “COMPUTE”.

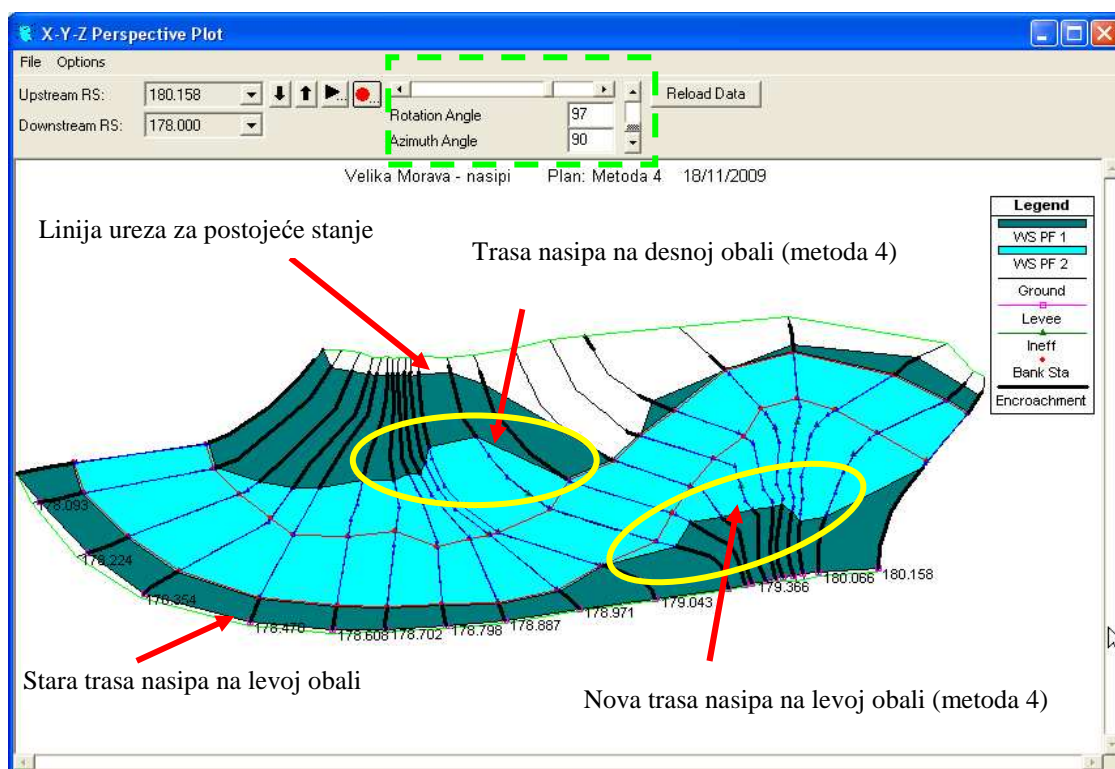
Trasiranje nasipa i analiza isključenja inundacija odvija se u nekoliko koraka. U prvom koraku, računa se linija nivoa za postojeće stanje. Ova linija nivoa služi kao osnova za procenu rezultata proračuna dobijenih delimičnim ili potpunim isključivanjem plavnih površina (inundacija) na levoj i desnoj obali reke. U drugom koraku nivo vode sračunat u prethodnom koraku povećava se u svakom poprečnom preseku razmatrane deonice za zadatu, ciljnu vrednost nadvišenja u tom preseku. (Napominje se da zadata ciljna nadvišenja *ne moraju* biti ista za sve poprečne preseke razmatrane deonice.) U ovom primeru, sračunate kote nivoa za postojeće stanje povećavaju se u svim poprečnim presecima za 0.3 m. Pošto višim nivoima odgovara veća propusna moć korita, tj. veći modul protoka, program postepenim isključivanjem delova inundacija počevši od krajnjih tačaka poprečnog preseka na levoj i desnoj obali, traži položaj linije nasipa pri kojoj će se modul protoka suženog korita sa povišenim nivoom vode izjednačiti sa modulom protoka za postojeće stanje (iz prvog koraka).

Kada se na opisani način odredi položaj trase nasipa u svakom poprečnom preseku razmatrane deonice, prelazi se na poslednji korak. U njemu se računa linija nivoa u suženom koritu. Izlaskom iz prozora „Steady Flow Analysis“ program se vraća na polaznu masku iz koje se po želji, izborom odgovarajuće ikone, mogu pregledati rezultati u tabelarnom ili grafičkom obliku.

Pregled rezultata proračuna. Trasa nasipa, po pravilu, u prvom pokušaju, ima oblik izlomljene linije, a sračunati nivoi ili prevazilaze ili ne dostižu zadato ciljno povećanje nivoa u odnosu na sračunati nivo 100-god. velike vode u postojećim uslovima. Trasa se može pregledati na aksonometrijskom prikazu rečnog sistema (peta ikona sleva), a sračunati nivoi i nadvišenja u odnosu na postojeće mogu se videti u odgovarajućoj tabeli (treća ikona sdesna).



Aksonometrijski prikaz. U aksonometrijskom prikazu se, promenom ugla obrtanja ("Rotation angle") i azimuta ("Azimuth angle") korito vodotoka može "oboriti" u horizontalnu ravan tako da se mogu uporediti linija ureza za postojeće stanje pri protoku stogodišnje velike vode i trasa nasipa za zadato ciljno povećanje nivoa:



Kao što se vidi, trase nasipa na levoj i desnoj obali dobijene primenom Metode 4 nisu u potpunosti hidraulički ispravne, pa na naznačenim delovima, trase nasipa treba korigovati u sledećoj fazi proračuna.

Tabelarni prikaz. U tabeli „Std. Tables/Encroachment 1“ date su za predmetnu deonicu („Reach“) stacionaže računskih poprečnih preseka („River Sta“), oznake linije nivoa („Profile“ – „PF1“ – postojeće stanje i „PF2“ – projektovano stanje), sračunate kote nivoa („W.S.Elev“), kao i vrednosti nadvišenja nivoa u odnosu na postojeće stanje („Prof Delta WS“). Iza navedenih podataka, date su vrednosti osnovnih hidrauličkih parametara za glavno korito i inundacije. U kolonama koje su označene na donjoj slici „Enc Sta L“ i „Enc Sta R“, dat je sračunat položaj nasipa na levoj i desnoj obali.

Pregledom rezultata proračuna zapaža se da su od nizvodnog preseka do preseka sa stacionažom 178+608 nadvišenja nivoa manja ili jednaka zadatom nadvišenju od 0.3 m, a uzvodno od ovog preseka su veća, ali ne prelaze 0.35 m.

Iterativni pristup određivanju trase nasipa podrazumeva korekciju dobijenog rešenja bilo ponovnom primenom Metode 4, ili prelaskom odmah na Metodu 1. U prvom slučaju se u prozoru „Steady Flow Analysis/Encroachments“ menja vrednost ciljnog nadvišenja u onim poprečnim presecima u kojima uslov nadvišenja nije zadovoljen. Ovo se ponavlja sve dok se na celoj deonici ne dobije zahtevano ciljno nadvišenje. U drugom slučaju kada se odmah prelazi na Metodu 1, trasa nasipa se ručno koriguje promenom odstojanja „Left Station (m)“, „Right Station (m)“.

Prednost primene Metode 4 u odnosu na Metodu 1 je u tome što se promenom ciljnog nadvišenja, trasa nasipa, iz iteracije u iteraciju automatski podešava. Međutim, konačni rezultat dobijen primenom ove metode *treba proveriti na topografskoj karti* i po potrebi, uskladiti sa prostornim planom. U slučaju značajne neusklađenosti, potrebno je rezultate preneti u Metodu 1 i ručno podesiti trasu nasipa.

Ukoliko se samo primeni Metoda 1, iterativno određivanje trase nasipa podrazumeva njeno ručno podešavanje u svakoj iteraciji.

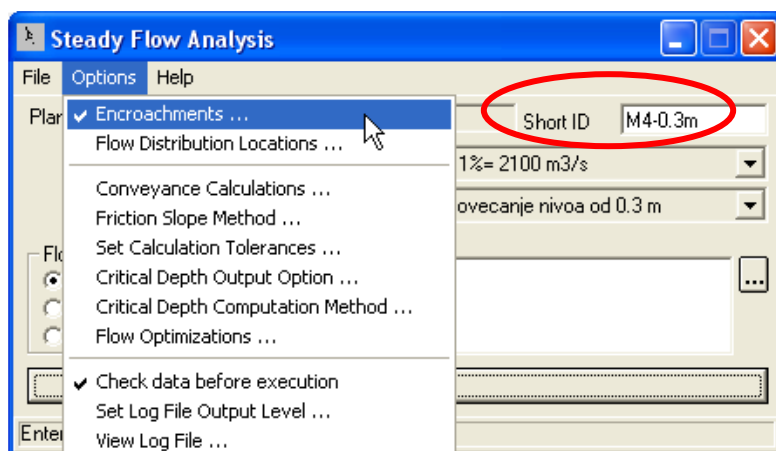
U ovom primeru se rešenje na naznačenim deonicama neće dalje poboljšavati pomoću Metode 4, već će se odmah preći na Metodu 1.

II Faza – Metoda 1

Ulazni podaci. Pošto se proračun po Metodi 1 obavlja za *zadatu* trasu nasipa, pored osnovne linije nivoa za postojeće stanje, treba sračunati samo još jednu liniju nivoa. Stoga se za drugu fazu proračuna ne mora pripremati novi fajl, već se može iskoristiti postojeći („Q1%=2100m³/s + povećanje nivoa od 0.3m“).

Izbor metode, zadavanje trase nasipa i proračun. S obzirom na to da je u drugoj fazi proračuna predviđeno podešavanje trasa nasipa iz prethodne faze, u prozoru „Steady Flow Analysis“ treba prvo učitati „plan“ u kojem je dobijeno rešenje u prethodnoj fazi proračuna. To je „plan“ „Metoda 4“, sa skraćenim nazivom „M4-0.3m“. Tek sada se izborom opcije „Options/Encroachments“ u prozoru „Encroachments“ pojavljuju svi podaci uneti u fazi I („River“, „Reach“, „Left bank offset“, „Right bank offset“ itd.) i podaci u tabeli koji pokazuju redni broj primenjene metode (Metoda 4) i ciljno nadvišenje u svakom poprečnom preseku.

Pritiskom na dugme „Import to Method 1“, otvara se novi prozor u kojem treba izabrati liniju nivoa – „Profil“ iz kojeg će se prekopirati položaji linija nasipa na levoj i desnoj obali određeni primenom Metode 4, i „Profil“ u koji će se ovi podaci automatski učitati. U konkretnom slučaju, podaci dobijeni proračunom druge linije nivoa – PF2 u prethodnoj fazi proračuna, prekopiraće se u „Profil 2“ koji će važiti u Metodi 1. Nakon potvrde „OK“, u prvoj koloni tabele prozora „Encroachment“ u svim poprečnim presecima pojavljuje se broj 1, koji ukazuje da će se proračun obavljati po Metodi 1, a u preostale dve kolone, položaji linije nasipa na levoj i desnoj obali.



Encroachments

☒ Equal Conveyance Reduction

Left bank offset: 5 Right bank offset: 5

River: Velika_Morava Profile: PF 2

Reach: Cuprija Import to Method 1

Set Range of Values

Upstream RS: 180.158 Method: none

Downstream RS: 178.000 Value 1

Set Selected Range Value 2

River Sta	Method	Value 1	Value 2
1 180.158	4	0.3	
2 180.066	4	0.3	
3 179.942	4	0.3	
4 179.803	4	0.3	
5 179.697	4	0.3	
6 179.569	4	0.3	
7 179.466	4	0.3	
8 179.366	4	0.3	

OK Cancel Clear Profile Clear All Profiles

Tabela sa ručno izmenjenim položajima linije proračuna

Encroachment Conversion

Profile number to take output from: PF 2

Profile to put Method 1 encroachments in: PF 2

OK Cancel

Tabela sa učitanim podacima iz prethodne faze nasipa u poprečnim presecima u cilju dobijanja hidraulički prihvatljive trase korita za veliku vodu

Encroachments

☒ Equal Conveyance Reduction

Left bank offset: 5 Right bank offset: 5

River: Velika_Morava Profile: PF 2

Reach: Cuprija Import to Method 1

Set Range of Values

Upstream RS: 180.158 Method: none

Downstream RS: 178.000 Value 1

Set Selected Range Value 2

River Sta	Method	Value 1	Value 2
1 180.158	1	365.38	572.68
2 180.066	1	195.69	678.3
3 179.942	1	199.03	751.48
4 179.803	1	233.58	777.39
5 179.697	1	260.16	742.31
6 179.569	1	250.59	663.29
7 179.466	1	250.13	614.32
8 179.366	1	244.41	543.63
9 179.266	1	250.69	531.7
10 179.165	1	197.6	757.27
11 179.043	1	164.72	720.45
12 178.971	1	77.24	587.27
13 178.887	1	63.68	532.29
14 178.798	1	76.06	526.67
15 178.702	1	81	512.71
16 178.608	1	89.9	516.57
17 178.478	1	90.84	483.29
18 178.354	1	110.69	479.51
19 178.224	1	119.46	440.21
20 178.093	1	101.14	372.91
21 178.000	1	112.62	385.54

OK Cancel Clear Profile Clear All Profiles

Encroachments

☒ Equal Conveyance Reduction

Left bank offset: 5 Right bank offset: 5

River: Velika_Morava Profile: PF 2

Reach: Cuprija Import to Method 1

Set Range of Values

Upstream RS: 180.158 Method: none

Downstream RS: 178.000 Value 1

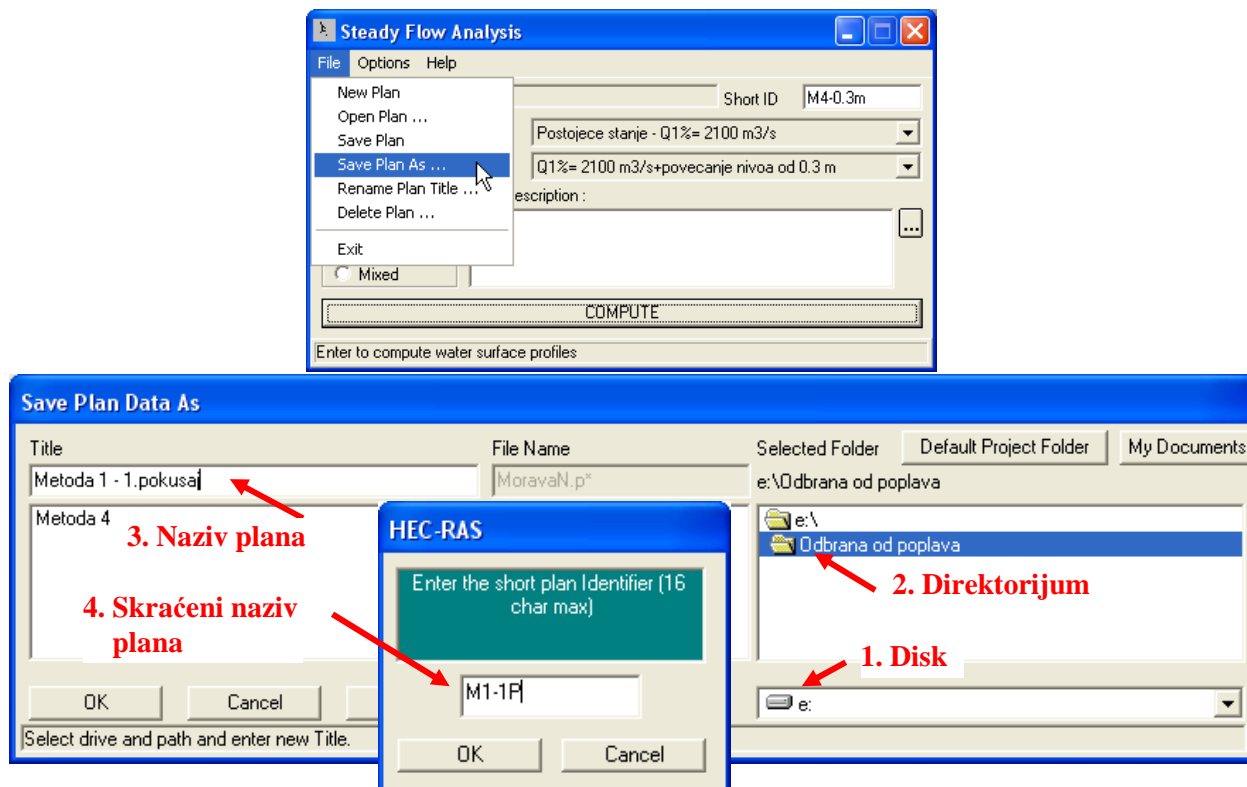
Set Selected Range Value 2

River Sta	Method	Value 1	Value 2
1 180.158	1	195	572.68
2 180.066	1	195.69	678.3
3 179.942	1	199.03	751.48
4 179.803	1	190	777.39
5 179.697	1	190	742.31
6 179.569	1	190	663.29
7 179.466	1	190	614.32
8 179.366	1	190	543.63
9 179.266	1	190	531.7
10 179.165	1	197.6	550
11 179.043	1	164.72	550
12 178.971	1	77.24	480
13 178.887	1	63.68	460
14 178.798	1	76.06	460
15 178.702	1	81	460
16 178.608	1	89.9	460
17 178.478	1	90.84	483.29
18 178.354	1	110.69	479.51
19 178.224	1	119.46	440.21
20 178.093	1	101.14	372.91
21 178.000	1	112.62	385.54

OK Cancel Clear Profile Clear All Profiles

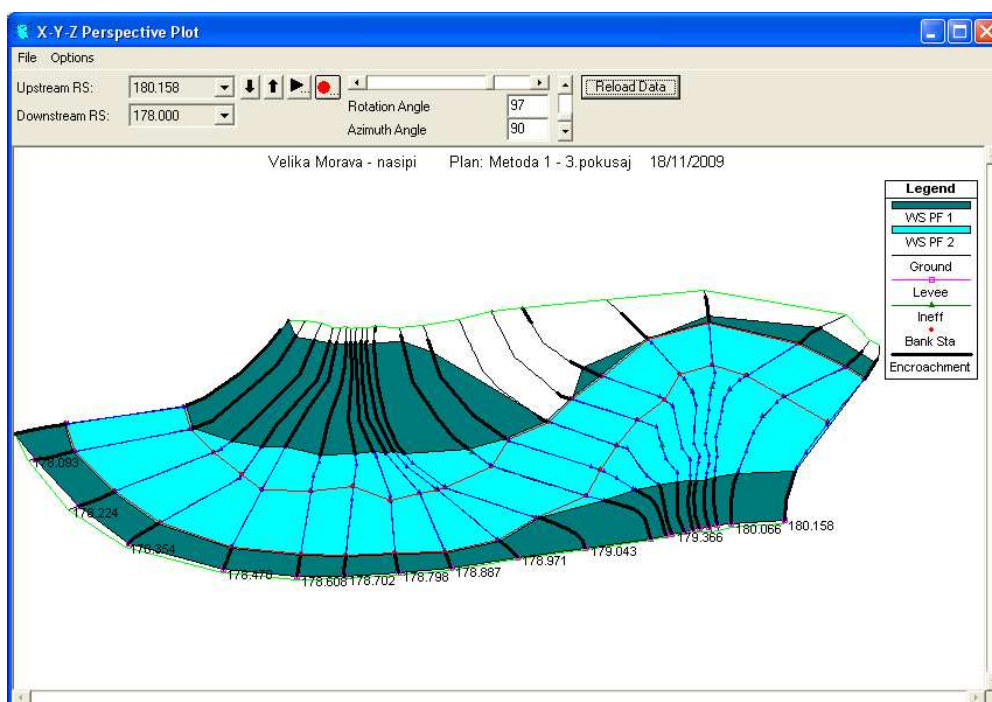
Označene deonice na aksonometrijskom prikazu obuhvataju poprečne preseke u kojima treba korigovati položaj trase nasipa. Ti preseki su obeleženi crvenom bojom u tabeli gore – levo. U tabeli desno uneti su novi položaji trase nasipa. Time je postignuta željena korekcija trase u pravcu formiranja hidraulički prihvatljivog korita za evakuaciju velikih voda. Potvrdom unetih podataka „OK“, vraća se na osnovni prozor „Steady Flow Analysis“.

Sada je neophodno nove podatke sačuvati na tvrdom disku u okviru novog „plana“, nazvanog na primer: „Metoda 1 – 1. pokušaj“, sa skraćenicom: „M1-1P“, gde „1P“ označava da se radi o prvom pokušaju traženja prihvatljivog rešenja.



Pošto je sačuvan „plan“ za drugu fazu, pritiskom na taster „COMPUTE“ može otpočeti proračun, koji će dati linije nivoa za postojeće stanje (PF1) i za podešenu trasu korita za veliku vodu (PF2).

Pregled rezultata proračuna. Aksonometrijski prikaz otkriva da je pomeranjem položaja linija levoobalnog i desnoobalnog nasipa dobijena hidraulički prihvatljiva trasa korita za veliku vodu. Međutim, potrebno je još pregledati brojne vrednosti iz tabele, da bi se proverilo da nije prekoračeno vodoprivrednim uslovima propisano najveće dozvoljeno nadvišenje nivoa u odnosu na postojeće stanje.



Tabelarni prikaz pokazuju da za predložene trase nasipa nadvišenje nivoa zbog delimičnog isključenja inundacija ne prelazi 0.4 m, što je za 0.1 m ispod najvećeg dozvoljenog nadvišenja:

HEC-RAS 6.0.10 River: Velika Morava Reach: Cuprija Profile: PF 2 [Reload Data]													
Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	I.G. Elev (m)	Top Width Act (m)	Q Left (m ³ /s)	Q Channel (m ³ /s)	Q Right (m ³ /s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
Cuprija	178.000	PF 2	114.00	0.30	114.24	272.92	2.73	2091.69	5.57	112.62	117.62	380.54	385.54
Cuprija	178.093	PF 2	114.08	0.28	114.30	271.77	6.69	2088.64	4.67	101.14	106.14	367.91	372.91
Cuprija	178.224	PF 2	114.18	0.29	114.37	320.75	2.62	2038.07	59.31	119.46	124.46	381.58	440.21
Cuprija	178.354	PF 2	114.24	0.29	114.43	368.82	3.93	1976.97	119.10	110.69	115.69	367.70	479.51
Cuprija	178.478	PF 2	114.28	0.30	114.50	392.45	2.00	1900.07	197.94	90.84	95.84	315.02	483.29
Cuprija	178.608	PF 2	114.36	0.29	114.56	370.10	4.40	1934.57	161.04	89.90	94.90	325.86	460.00
Cuprija	178.702	PF 2	114.42	0.30	114.61	379.00	2.60	1952.20	145.20	81.00	86.00	339.29	460.00
Cuprija	178.798	PF 2	114.43	0.30	114.67	383.94	2.45	1900.13	197.42	76.06	81.06	275.94	460.00
Cuprija	178.887	PF 2	114.55	0.33	114.71	396.32	2.79	1950.95	146.26	63.68	68.68	290.24	460.00
Cuprija	178.971	PF 2	114.57	0.32	114.75	402.76	4.07	1919.70	176.22	77.24	82.24	308.85	480.00
Cuprija	179.043	PF 2	114.62	0.33	114.78	385.28	4.45	1957.39	138.16	164.72	169.72	395.69	550.00
Cuprija	179.165	PF 2	114.65	0.34	114.82	352.40	50.27	1994.64	55.09	197.60	238.43	468.68	550.00
Cuprija	179.266	PF 2	114.68	0.37	114.87	341.70	161.59	1936.27	2.13	190.00	297.09	526.70	531.70
Cuprija	179.366	PF 2	114.72	0.37	114.91	353.63	279.63	1819.79	0.58	190.00	367.84	538.63	543.63
Cuprija	179.466	PF 2	114.76	0.37	114.94	424.32	381.66	1717.96	0.38	190.00	449.12	609.32	614.32
Cuprija	179.569	PF 2	114.81	0.36	114.98	473.29	465.20	1633.99	0.81	190.00	495.06	658.29	663.29
Cuprija	179.697	PF 2	114.86	0.36	115.02	552.31	592.35	1507.32	0.33	190.00	589.86	737.31	742.31
Cuprija	179.803	PF 2	114.89	0.36	115.05	587.39	596.53	1503.38	0.10	190.00	615.08	772.39	777.39
Cuprija	179.942	PF 2	114.92	0.33	115.11	552.45	536.95	1553.96	9.10	199.03	586.67	746.48	751.48
Cuprija	180.066	PF 2	114.97	0.32	115.19	482.61	409.96	1682.42	7.61	195.69	499.95	673.30	678.30
Cuprija	180.158	PF 2	114.98	0.34	115.26	377.68	129.48	1959.89	10.63	195.00	388.27	567.68	572.68

Predloženo rešenje je sada sa hidrauličkog stanovišta prihvatljivo, ali ga još jednom treba proveriti nanošenjem trase nasipa na topografsku podlogu. Ukoliko se pokaže da je potrebno, trase nasipa treba dodatno podesiti na isti način na koji je to urađeno u prvom pokušaju. Pri tom se preporučuje da se plan sa izmenjenim linijama nasipa sačuva pod novim imenom, npr. „Metoda 1 – 2. pokušaj“.

Trasa nasipa, određena proračunom ustaljenog tečenja, dodatno se može proveriti proračunom *neustaljenog* tečenja, aktiviranjem ikone „Perform an unsteady flow simulation“, a zatim u prozoru „Unsteady Flow Analysis“ izborom menija: Options/Unsteady Encroachments...“. Proračun neustaljenog tečenja objašnjen je u Uputstvu 1.