

II Vježba

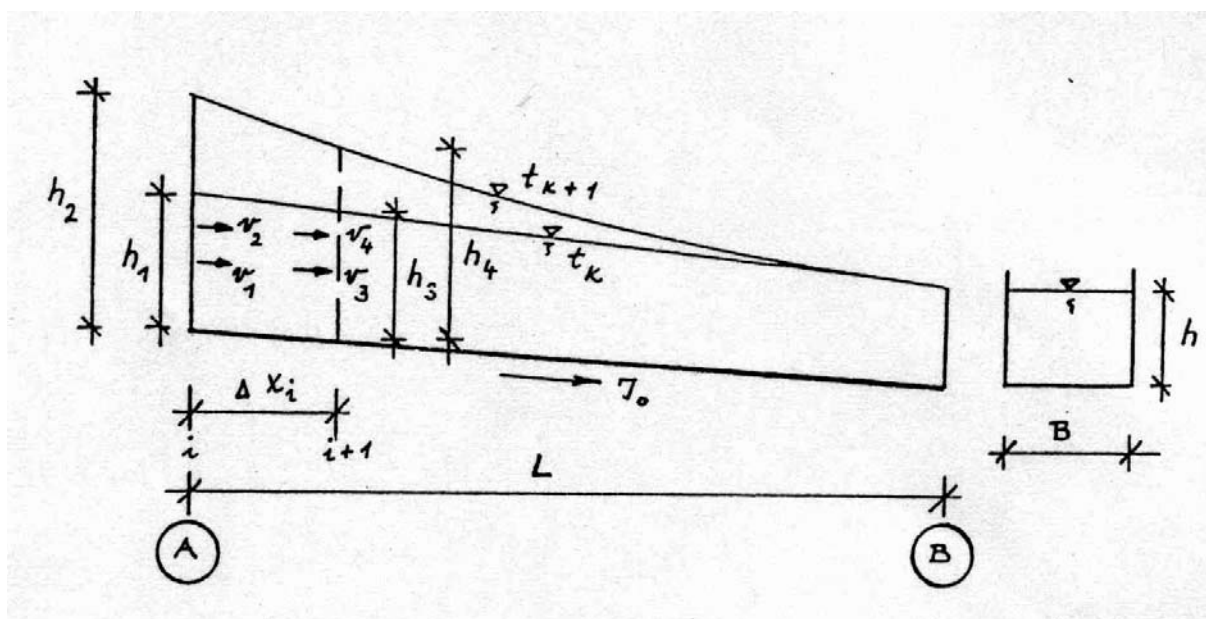
Propagacija vodnog vala u otvorenom koritu

Primjer izračunat korištenjem programa HEC-RAS

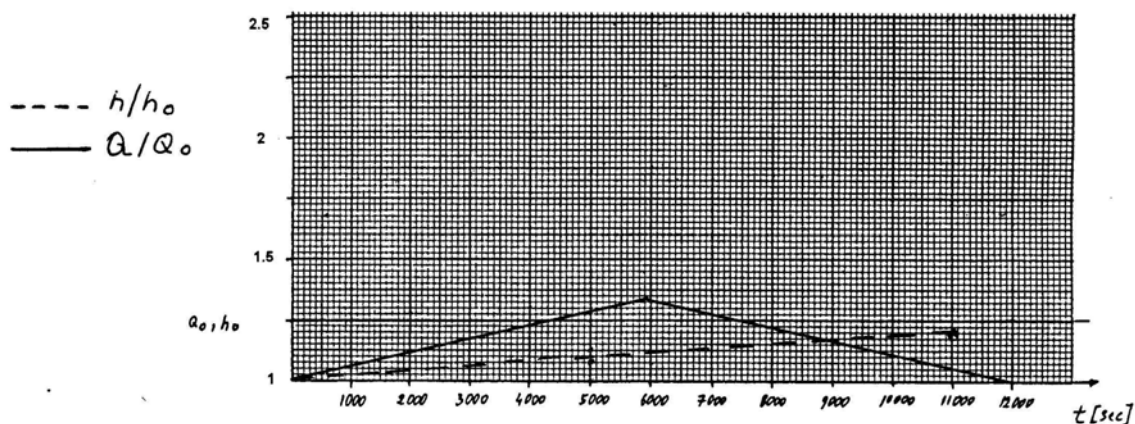
Kao što je u vježbama navedeno za računanje propagacije vodnog vala se može koristiti i dostupan postojeći program HEC-RAS. U okviru numeričkih vježbi iz hidraulike je praksa izrada vlastitih proračuna kako bi se budući inženjeri upoznali sa jednostavnim metodama proračuna koji u inženjerskoj praksi mogu poslužiti za izradu idejnih rješenja ili verifikacije (uhodavanja) znatno složenijih programa. Obzirom da za potrebe proračuna vodnog lica u nestacionarnom tečenju ne postoje prikladne (jednostavne) metode, napravljena je iznimka te je primjer prikazan u praktikumu u ovom prilogu izračunat i pomoću programa HEC RAS. Program je dostupan na internetu te se ne traži nikakva naknada za njegovo korištenje.

Primjer

Na dionici otvorenog korita su u početnom (uzvodnom) presjeku A zadani $Q/Q_0 - t$ i $h/h_0 - t$ dijagram, čime je opisan prolazak vodnog vala kroz kontrolni presjek (rubni uvjet). Za zadane hidrauličke parametre korita odredi $Q - t$, $h - t$ i $Q - h$ dijagram u točki B te usporedi $Q - h$ dijagram s konspucionom krivuljom za normalno tečenje. Kanal je pravokutnog poprečnog presjeka širine B i duljine L sa Manningovim koeficijentom hrapavosti n pad kanala I_0 je konstantan.

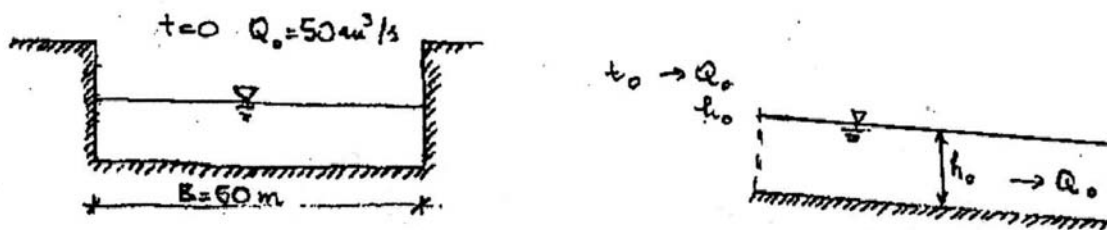


Slika 1. Skica modelirane dionice korita sa oznakama karakterističnih hidrauličkih veličina



Slika 2 Hidraulički parametri vodnog vala (ovo su parametri za primjer – svaki student dobiva u okviru svog zadatka drugačije parametre)

Zadano: $I_0 = 0,00025$ m ... pad dna korita
 $B = 50$ [m] ... širina korita
 $n = 0,02$ [s/m^{1/3}] ... Manningov koeficijent hrapavosti
 $Q_0 = 50$ [m³/s] ... početni protok
 $\Delta x = 100$ [m] ... razmak između proračunskih profila

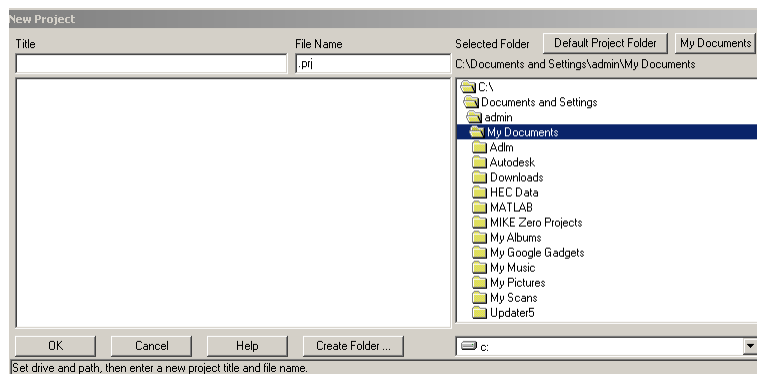


Slika 3 Poprečni i uzdužni presjek korita u početnom trenutku t_0

HEC_RAS

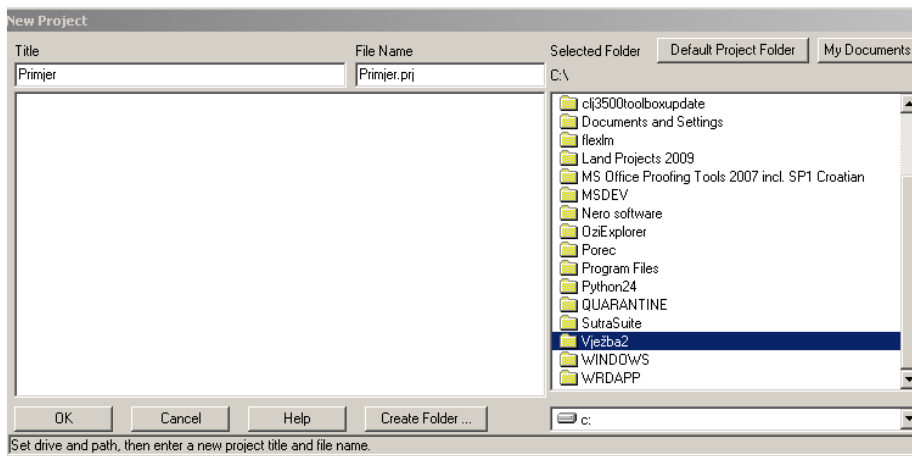
Program je potrebno instalirati na računalo. Program je dostupan na stranici <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>.

Nakon što se program pokrene treba odabrati *File – New Project* te se otvara prozor (Slika 1)



Slika 1 Prozor za definiranje direktorija u kojem će se nalaziti proračun (projekt)

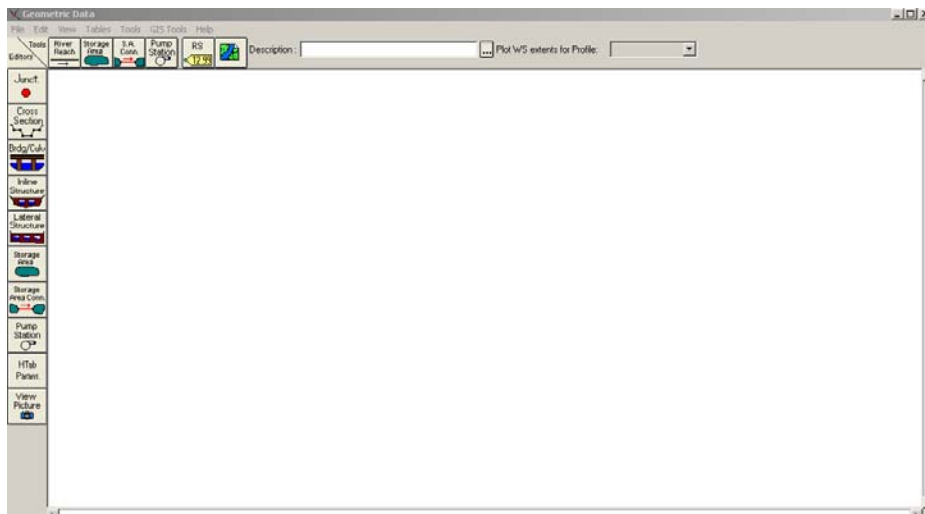
Potrebno je odabrati naziv projekta i lokaciju na kojoj će se projekt nalaziti. U ovom slučaju je naziv projekta – *Primjer* na *C* disku u folderu *Vježba2*.



Slika 3

Sada je potrebno provjeriti pod *Options* da li je postavljen SI mjerni sustav (kod prvog korištenja je obično US Customary).

Nakon toga je potrebno definirati geometriju vodotoka što se postiže odabirom *Edit – Geometric Data* iz glavnog izbornika te se javlja prozor (Slika 4).

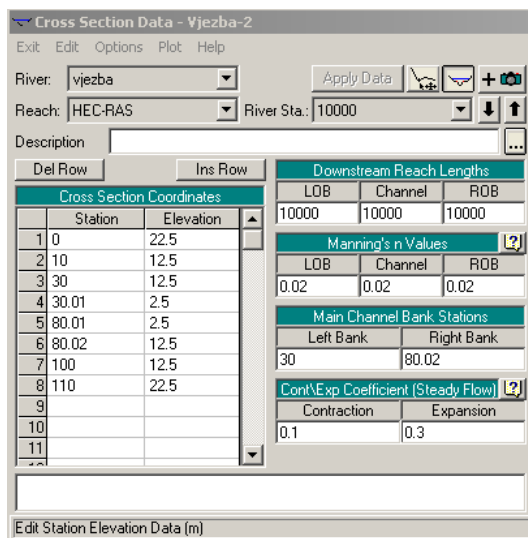


Slika 4 prozor za definiranje geometrije korita

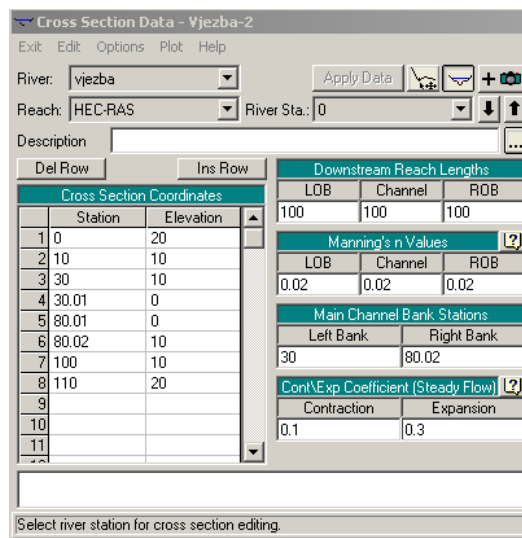
Odabere se *River Reach* te se pojavi olovka kojom je potrebno definirati pravac te ga imenovati. Preporuka je povući liniju iz gornjeg lijevog u donji desni ugao. Za kraj linije je potrebno dvaput kliknuti. U idućem koraku treba definirati stacionažu (opcija RS u gornjim ikonicama). Strelicom se dođe na gornji lijevi dio korita (uzvodni kraj) i to se definira kao stacionaža 10 000 m. Donji desni kraj korita (nizvodni kraj) se može definirati kao stacionaža 0 m.

Sada je potrebno definirati oblik korita te se bira opcija *Cross Section* nakon čega se otvara prozor za definiranje geometrije korita te treba odabrati *Options – Add new Cross Section* čime se otvara mogućnost za definiranje geometrije poprečnog presjeka. Dovoljno je definirati uzvodni i nizvodni profil jer smo pretpostavili jednoliko pravokutno korito. Prozor

kojim je definiran uzvodni profil na stacionaži 10 000 m se može ispuniti na način kako je prikazano na slici 5 a nizvodni na način kako je prikazano na slici 6. Ostali profile na svakih sto metara će biti interpolirani. U ovom primjeru je osim pravokutnog korita nadodana i inundacija čime se izbjegavaju eventualni problemi sa nestabilnošću numeričkog postupka. Podatak *Downstream Reach Lengths* označava udaljenost od profila za kojeg se upisuje geometrija do prvog idućeg nizvodnog profila kojem se upisuje geometrija što je u ovom slučaju 10 000 m. Podaci *Cross Section Coordinates* definiraju poprečni presjek korita u x-z ravnini.



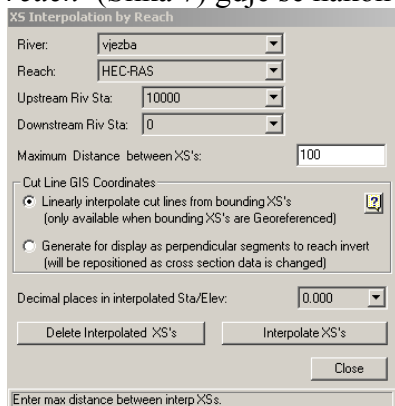
Slika 5 Definirana geometrija uzvodnog profila



Slika 6 Definirana geometrija nizvodnog profila

Na ovaj način je definirana širina korita od 50 m (udaljenost između točke 4 i 5) definiran je pad od 2.5 m što će na udaljenosti od 10 000 m dati $I_0 = 0.00025$, definiran je Manningov koeficijent hrapavosti $n = 0.02$ za glavno korito (Channel) kao i za lijevu (LOB) i desnu (ROB) inundaciju. Nakon što se unesu podaci potrebno je odabrati opciju *Apply data* kako bi se upisani podaci unijeli u filove iz kojih HEC-RAS uzima podatke za proračun. I u buduću će trebati nakon svakog unosa/izmjene geometrije ili početnih i rubnih uvjeta odabrati opciju *Apply data* kako bi izmjene postale važeće.

Interpolacija profila na svakih 100 m se provodi opcijom *Tools – XS Interpolation – Within a reach* (Slika 7) gdje se nakon popunjavanja tablice na prikazani način odabite *Interpolate XS*.

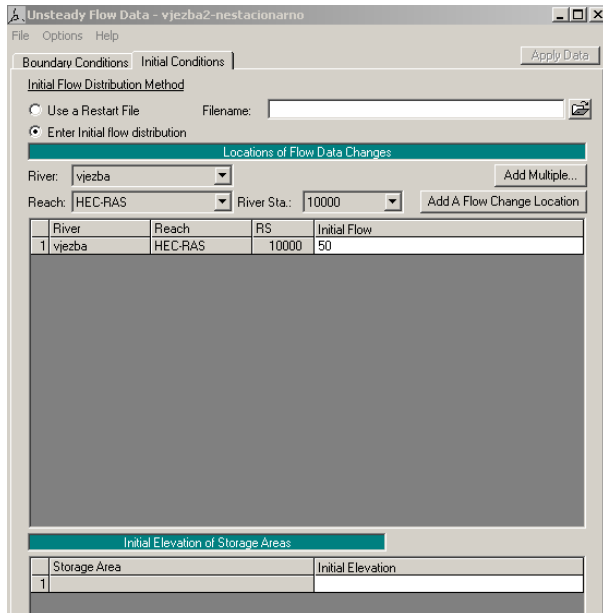


Slika 7 Interpolacija profila

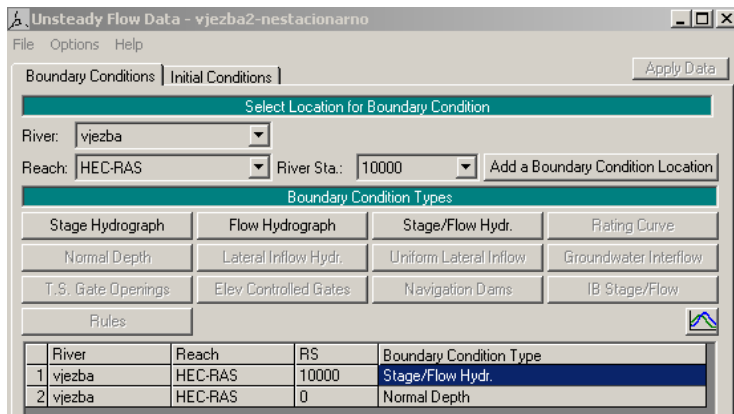
Time je zadana geometrija korita te se može zapisati pod nekim odabranim imenom. Nakon zapisa geometrije prozor se može zatvoriti te se vraćamo na glavni izbornik.

Idući korak je upisivanje nestacionarnih rubnih uvjeta što se postiže odabirom iz glavnog izbornika *Edit – Unsteady Flow data* te može početi unos početnih i rubnih uvjeta.

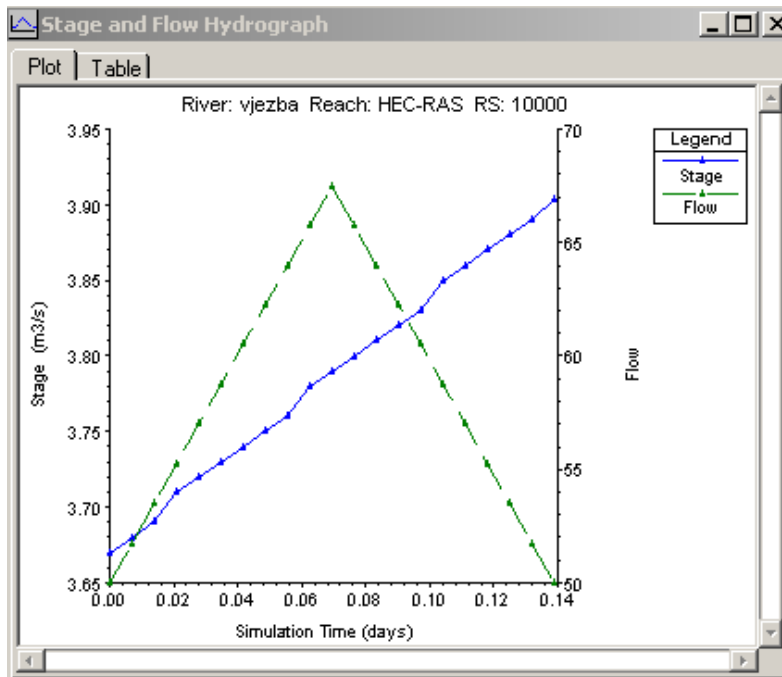
Na slici 8 je prikazan unos početnog protoka na stacionaži 10 000 u iznosu od $Q = 50\text{m}^3/\text{s}$.



Slika 8 Prozor za unos početnih i rubnih uvjeta – upisan početni uvjet



Slika 9 Rubni uvjeti



Slika 9a Rubni uvjet – protok i razina u uzvodnom profilu

Na slici 9 i 9a su prikazani rubni uvjeti pri čemu je na uzvodnom profilu (stacionaža 10000) definiran i protok i razina u funkciji vremena (vrijednosti su prikazane na slici 9a i 10) dok je na nizvodno profile definirana normalna dubina. Prilikom definiranja da je normalna dubina rubni uvjet potrebno je upisati i pad energetske linije te se u ovom slučaju može upisati pad dna kanala ($I = 0.00025$).

Nakon što su zadani početni i rubni uvjeti potrebno ih je zapisati (pospremiti – *File – Save unsteady flow data*) te se može provesti proračun odabirući *Run – Unsteady flow analysis* (slika 11).

Stage and Flow Hydrograph

River: vjezba Reach: HEC-RAS RS: 10000

Read from DSS before simulation

File: _____

Stage _____

Flow _____

Enter Table Data time interval: 10 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: _____ Time: 0

Fixed Start Time: Date: _____ Time: _____

Hydrograph Data				
	Date	Simulation Time	Stage	Flow
		(hours)	(m)	(m ³ /s)
1	29Dec1899 2400	00:00	3.67	50.
2	30Dec1899 0010	00:10	3.68	51.75
3	30Dec1899 0020	00:20	3.69	53.5
4	30Dec1899 0030	00:30	3.71	55.25
5	30Dec1899 0040	00:40	3.72	57.
6	30Dec1899 0050	00:50	3.73	58.75
7	30Dec1899 0100	01:00	3.74	60.5
8	30Dec1899 0110	01:10	3.75	62.25
9	30Dec1899 0120	01:20	3.76	64.
10	30Dec1899 0130	01:30	3.78	65.75
11	30Dec1899 0140	01:40	3.79	67.5
12	30Dec1899 0150	01:50	3.8	65.75
13	30Dec1899 0200	02:00	3.81	64.
14	30Dec1899 0210	02:10	3.82	62.25
15	30Dec1899 0220	02:20	3.83	60.5
16	30Dec1899 0230	02:30	3.85	58.75
17	30Dec1899 0240	02:40	3.86	57.
18	30Dec1899 0250	02:50	3.87	55.25
19	30Dec1899 0300	03:00	3.88	53.5
20	30Dec1899 0310	03:10	3.89	51.75
21	30Dec1899 0320	03:20	3.904	50.
22	30Dec1899 0330	03:30		
23	30Dec1899 0340	03:40		

Min Flow: _____ Multiplier: _____

Slika 10 Razina i protok u uzvodnom profilu u funkciji vremena (uzvodni rubni uvjet zadan dijagramom na početku primjera)

Unsteady Flow Analysis

File Options Help

Plan: Plan 02 Short ID: v2

Geometry File: Vjezba-2

Unsteady Flow File: vjezba2-nestacionarno

Plan Description:

Programs to Run

- Geometry Preprocessor
- Unsteady Flow Simulation
- Post Processor

Simulation Time Window

Starting Date: _____ Starting Time: 0

Ending Date: _____ Ending Time: 3:00

Computation Settings

Computation Interval: 10 Secon Hydrograph Output Interval: 1 Minute

Computation Level Output Detailed Output Interval: 1 Minute

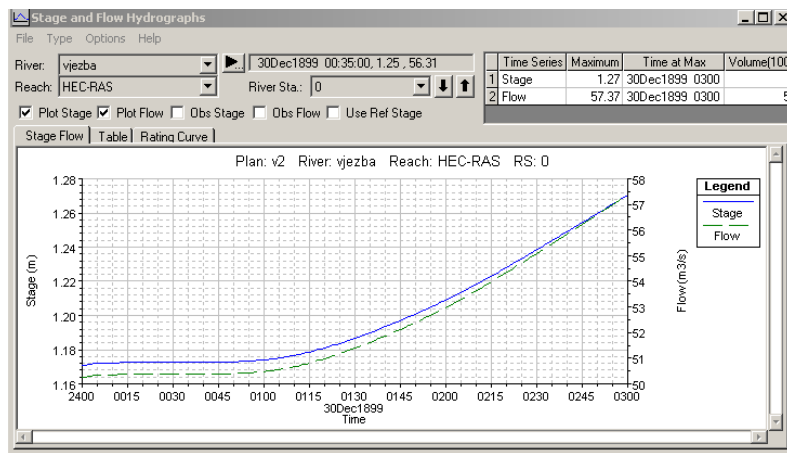
DSS Output Filename: g:\vjezba2-primjerHEC.dss

Mixed Flow Regime (see menu: "Options/Mixed Flow Options ...")

Slika 11 Pokretanje simulacije

Nakon što program izračuna parametre nestacionarnog tečenja u zadanom primjeru, sa opcijom *View* iz glavnog izbornika se mogu pregledati dobiveni rezultati.

Dijagram protoka i razina na najnižvodnijem profilu dobiven simulacijom je prikazan na slici 12. Potrebno je uočiti bitnu razliku između uzvodnog rubnog uvjeta (Slika 9a) i dobivenih vrijednosti na najnižvodnijem profilu.



Slika 12 Izračunate razine i protoci u funkciji vremena

Na isti način se unose i parametri koji su zadani u konkretnom primjeru svakom studentu. Nastavak rada ovisi o vašoj vlastitoj kreativnosti i inženjerskoj znatiželji.