

Пасивна заштита од поплава – пројектовање насипа

1. Одређивање оптималне висине насипа
2. Трасирање насипа (модул HEC-RAS-a)

Одређивање оптималне висине насипа (1)

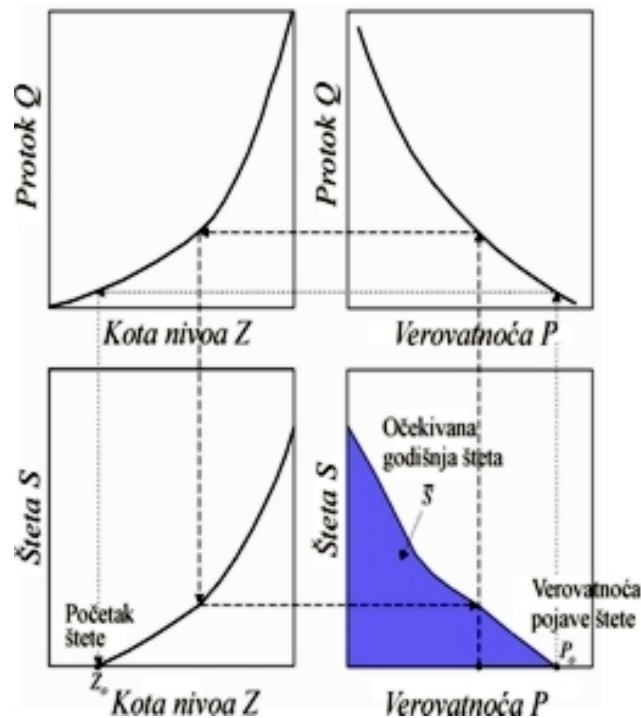
Препоруке ВОС - Водопривредна основа Србије (до 2021. год.)

Приоритет	Број становника Материјална добра	Повратни период T (год)
1	> 50000	200
	20000 – 50000	100
	Врло значајна индустрија	100
2	5000 - 20000	50
	Индустрија средњег значаја	50
	Објекти водоснабдевања	25
3	< 5000	25
	Мала индустрија	25
	Пољопривредне површине	20

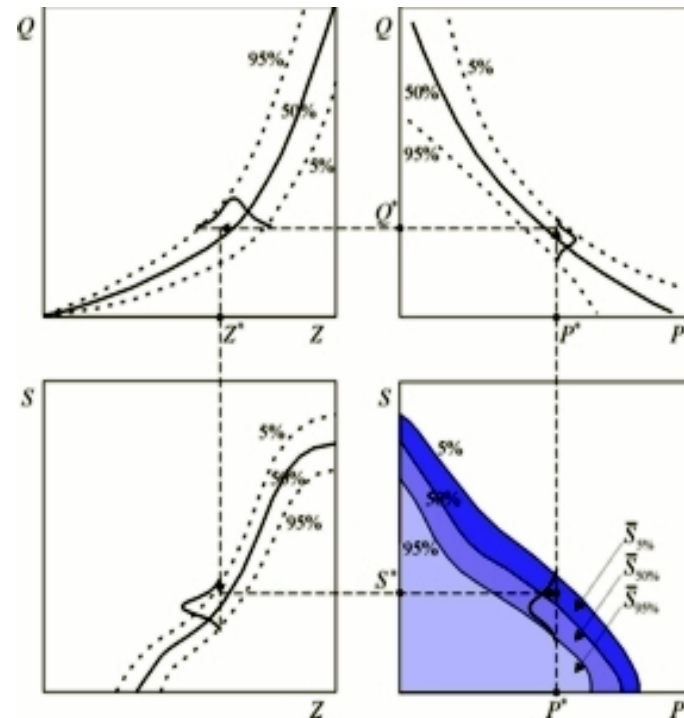
Одређивање оптималне висине насипа (2)

Одређивање коте круне насипа
сходно величини потенцијалне штете

Детерминистички приступ

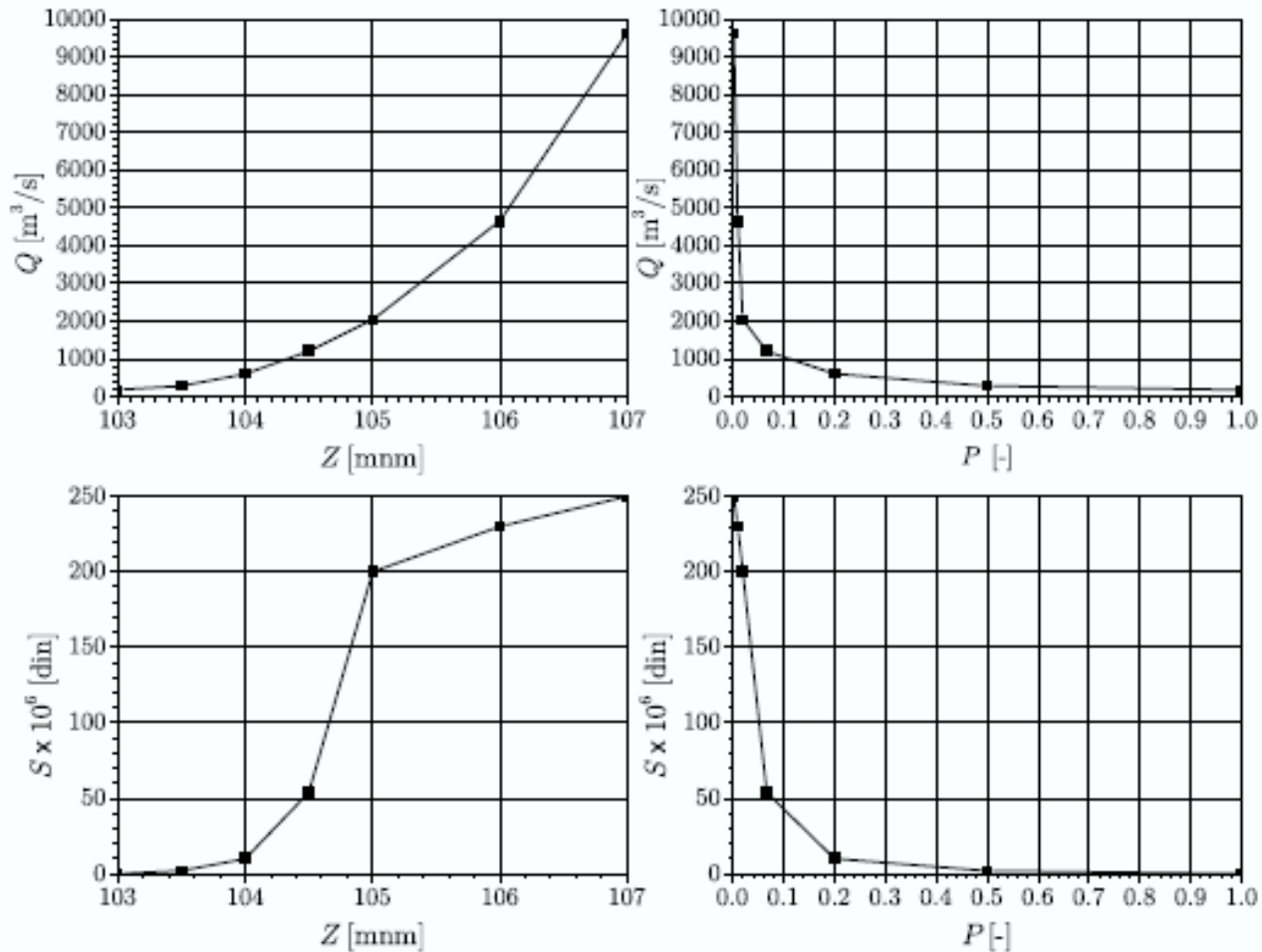


Пробабилистички приступ



Пример:

Одређивање оптималне висине насипа (3)



Одбрана од поплава

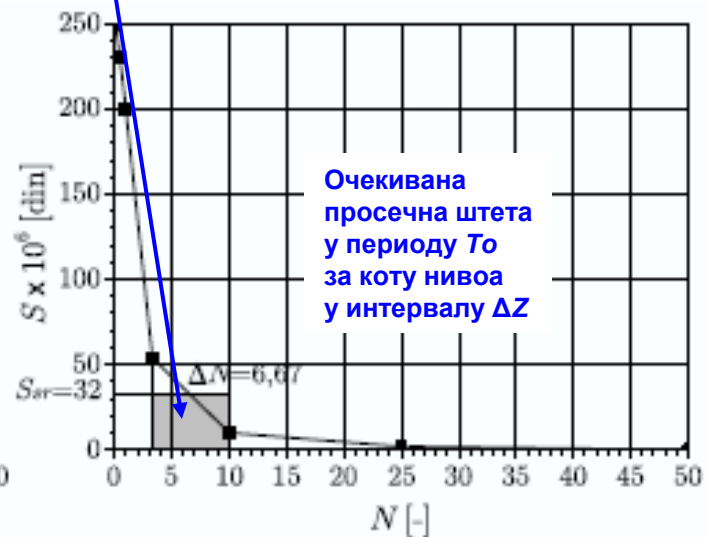
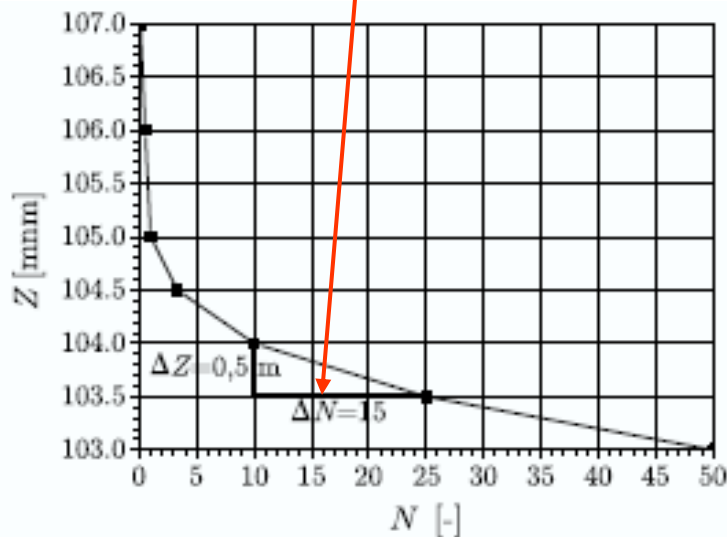
Одређивање оптималне висине насипа (4)

Z [mm]	Q $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$	P [-]	T [god]	N [-]	ΔN [-]	S $\times 10^6$ [din]	S_{sr} $\times 10^6$ [din]	$S_{sr} \cdot \Delta N$ $\times 10^6$ [din]	B_1 $\times 10^6$ $\left[\frac{\text{din}}{\text{god}}\right]$	B $\times 10^6$ $\left[\frac{\text{din}}{\text{god}}\right]$	C $\times 10^6$ $\left[\frac{\text{din}}{\text{god}}\right]$	C_1 $\times 10^6$ $\left[\frac{\text{din}}{\text{god}}\right]$	$B_1 - C_1$ $\times 10^6$ $\left[\frac{\text{din}}{\text{god}}\right]$	$\frac{B_1}{C_1}$ [-]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
103,0	180	1,000	1	50,00		0			0	0				
103,5	280	0,500	2	25,00	25,00	2	1	25	0,50	0,50	0,35	0,35	0,15	1,4
104,0	600	0,200	5	10,00	15,00	10	6	90	1,80	2,30	1,60	1,25	0,55	1,4
104,5	1200	0,067	15	3,33	6,67	54	32	213	4,27	6,57	4,00	2,40	1,87	1,8
105,0	2040	0,020	50	1,00	2,33	200	127	296	5,93	12,50	6,50	2,50	3,43	2,4
106,0	4650	0,010	100	0,50	0,50	230	215	108	2,15	14,60	10,00	3,50	-1,35	0,6
107,0	9630	0,002	500	0,10	0,40	250	240	96	1,92	16,60	15,00	5,00	-3,08	0,4

$T_0 = 50$ год.

$N = T_0 / T$

очекивани
број пута
да проток
премаши дату
вредност у T_0
година



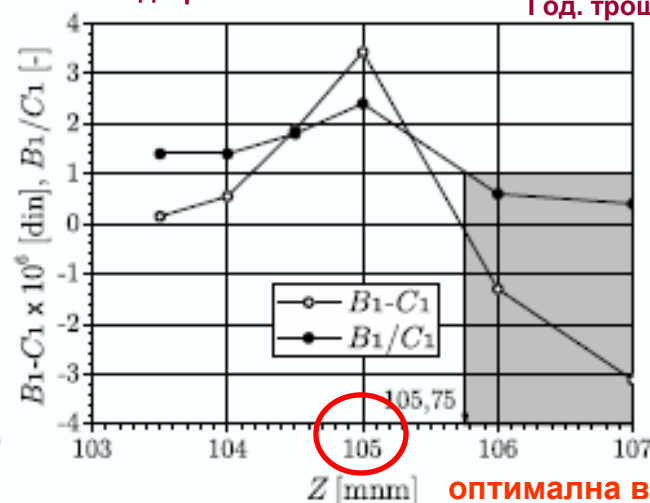
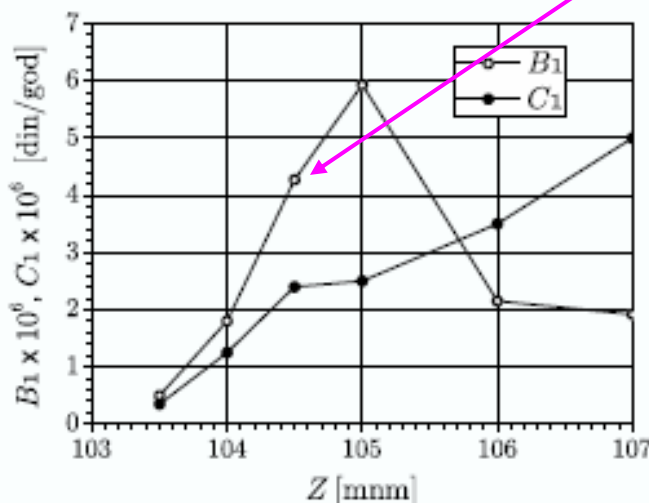
Одбрана од поплава

Одређивање оптималне висине насипа (5)

Z [mm]	Q [$\frac{m^3}{s}$]	P [-]	T [god]	N [-]	ΔN [-]	S $\times 10^6$ [din]	S_{sr} $\times 10^6$ [din]	$S_{sr} \cdot \Delta N$ $\times 10^6$ [din]	B_1 $\times 10^6$ [$\frac{din}{god}$]	B $\times 10^6$ [$\frac{din}{god}$]	C $\times 10^6$ [$\frac{din}{god}$]	C_1 $\times 10^6$ [$\frac{din}{god}$]	$B_1 - C_1$ $\times 10^6$ [$\frac{din}{god}$]	$\frac{B_1}{C_1}$ [-]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
103,0	180	1,000	1	50,00		0			0	0				
103,5	280	0,500	2	25,00	25,00	2	1	25	0,50	0,50	0,35	0,35	0,15	1,4
104,0	600	0,200	5	10,00	15,00	10	6	90	1,80	2,30	1,60	1,25	0,55	1,4
104,5	1200	0,067	15	3,33	6,67	54	32	213	4,27	6,57	4,00	2,40	1,87	1,8
105,0	2040	0,020	50	1,00	2,33	200	127	296	5,93	12,50	6,50	2,50	3,43	2,4
106,0	4650	0,010	100	0,50	0,50	230	215	108	2,15	14,60	10,00	3,50	-1,35	0,6
107,0	9630	0,002	500	0,10	0,40	250	240	96	1,92	16,60	15,00	5,00	-3,08	0,4

Год. трошкови насипа

Год. трошкови насипа по ΔZ



ОПТИМАЛНА ВИСИНА НАСИПА

Одређивање оптималне висине насипа (6)

Резервна висина $\Delta Z_n = ?$

1. Према коти изабране “контролне велике воде”:

пример: $Z_n = Z_{1\%} + \Delta Z_n = Z_{0.2\%}$

Насипу, димензионисаном на 100-год. вел. воду, усвојена резервна висина ΔZ_n даје степен заштите 500-год. (“контролне”) вел. воде.

2. Према висини таласа од ветра (каналисане реке)

Адрејанов:

$L_T = 0.304 \cdot V_v \cdot L_v^{1/2}$ — таласна дужина

$\Delta T = 0.021 \cdot V_v^{5/4} \cdot L_v^{1/3}$ — таласна висина

V_v — брзина ветра на 1 m изнад површине воде ($V_v < 15$ m/s)

L_v — “дужина залета” (“fetch”) ($L_v = 3 - 30$ km)

Неке неповољне последице изградње насипа

1. Успорни насипи код каналисаних река

услед сталног издизања речног корита
(засипања акумулације), јавља се потреба
надвишавања насипа

2. Насипи на малим водотоцима

насипи концентришу проток на основно корито,
у коме долази до повећања брзине тока
(у односу на “природно стање” – без насипа),
што може довести до ерозије корита и косине насипа

Трасирање насипа (1)

Критеријуми:

Ван насељених подручја

- функционалност (пуна заштита угроженог подручја)
- економичност (избегавати депресије, стараче и др., проблем експропријације земљишта!)
- ефикасност (хидрауличики “испружена” траса)

У насељеним подручјима

- критеријум економичности не мора увек да буде пресудан
- траса условљена положајем значајних објеката, или урбанистичко-архитектонским захтевима

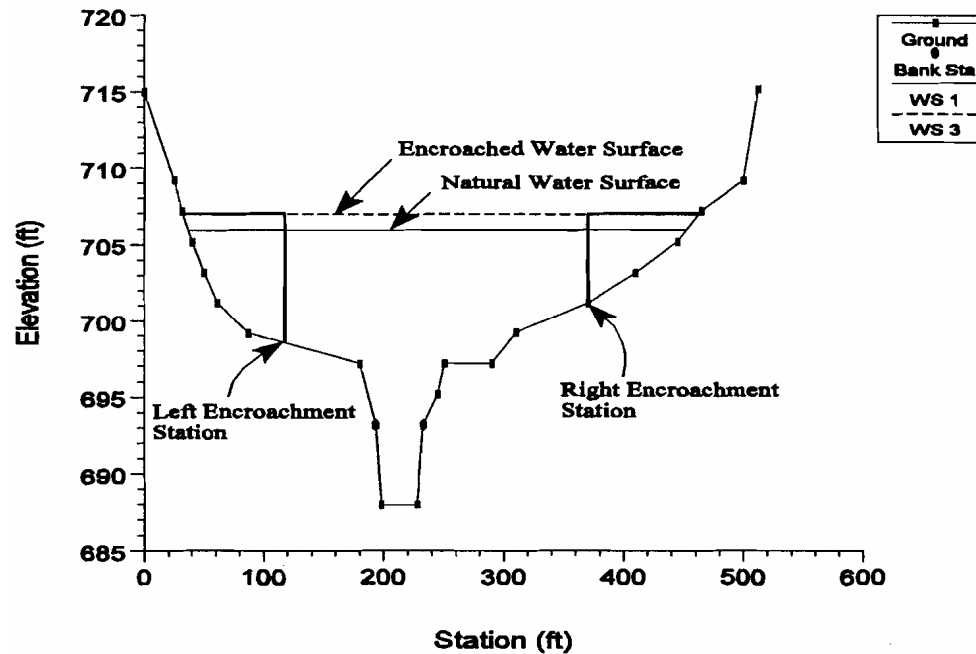
Трасирање насипа (2)

**Коришћење софтвера HEC – RAS
за анализу хидрауличких последица искључења инундација**

Поступак одређивања трасе насипа није директан и подразумева коришћење пет метода којима се итеративно долази до решења, при чему се ове методе могу комбиновати.

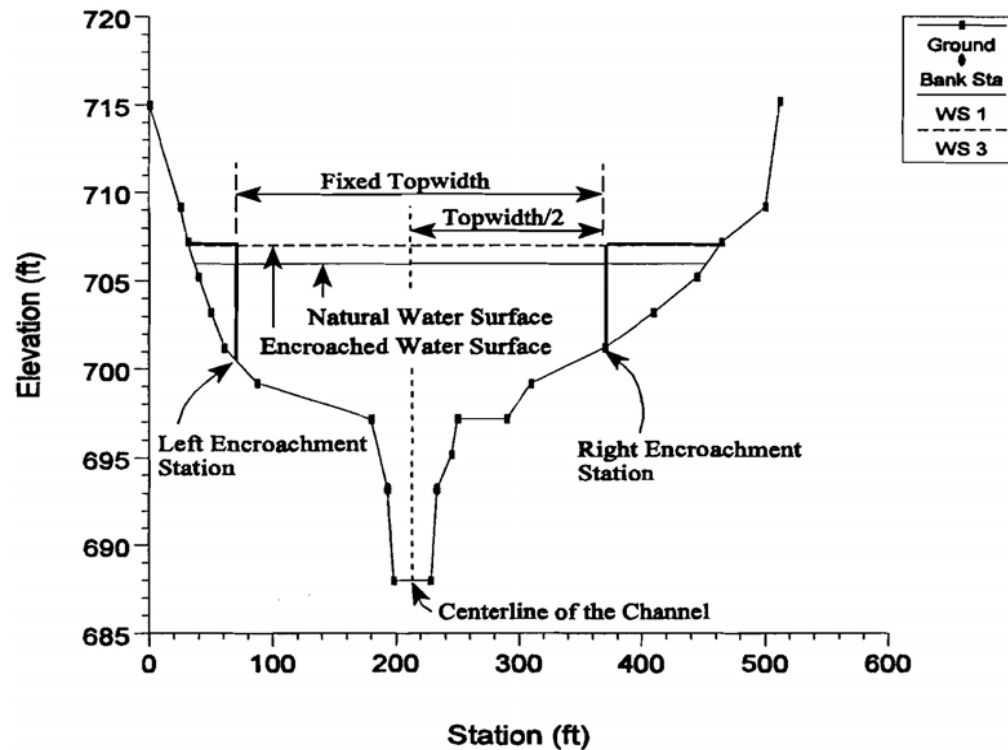
Трасирање насипа (3)

Метода 1. Корисник за сваки попречни пресек дефинише положај трасе насипа на левој и десној обали учитавањем граничних тачака („Left Encroachment Station“, „Right Encroachment Station“)



Трасирање насипа (4)

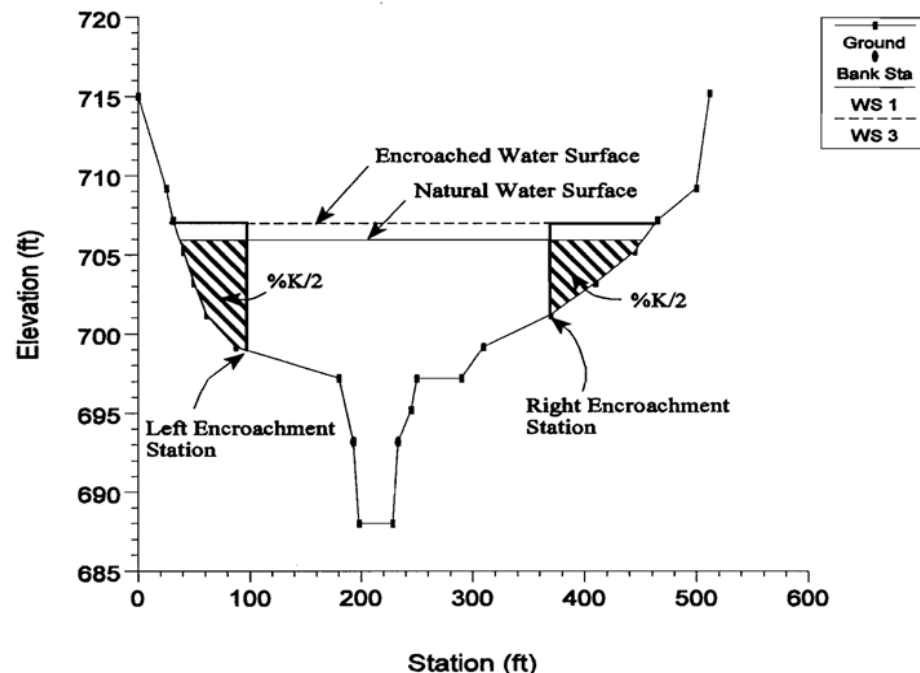
Метода 2. Корисник дефинише фиксну ширину корита на нивоу круне насипа. Као у Методи 1, ова ширина се дефинише посебно за сваки попречни пресек. Лева и десна гранична тачка суженог корита постављају се на једнаким одстојањима од осовине корита („Centerline of the Channel“).



Трасирање насипа (5)

Метода 3. Корисник задаје процентуално смањење пропусне моћи у сваком попречном пресеку („%K Reduction“), у односу на постојеће стање. Пропусна моћ је изражена помоћу модула протока: $K = Q/\sqrt{I} = (1/n)AR^{2/3}$.

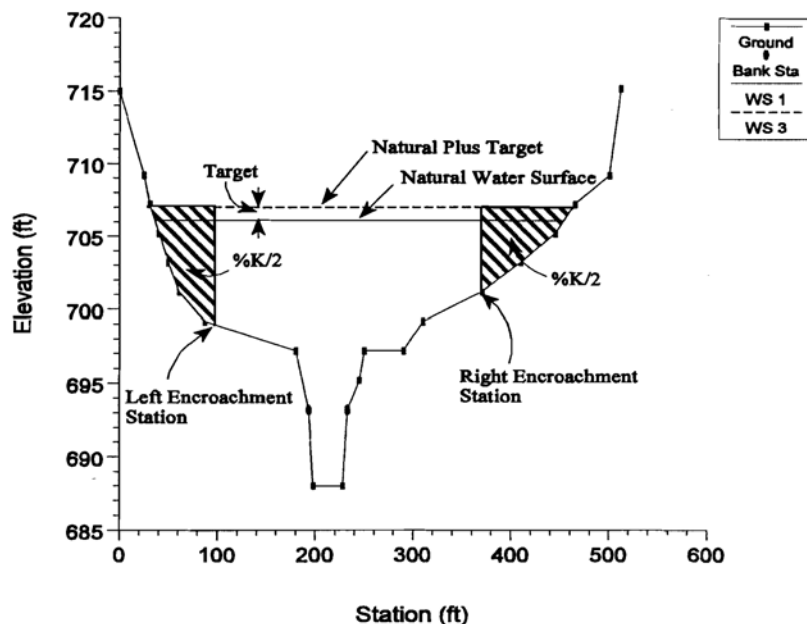
Постоје две могућности; једна подразумева да се задато смањење пропусне моћи дели на пола по свакој инундацији (“equal conveyance reduction”), а друга, да се задато смањење дели сразмерно природном распореду пропусне моћи (модула протока) по инундацијама (“proportional conveyance reduction”).



Трасирање насипа (6)

Метода 4. За унапред задато прихватљиво (циљно) повећање коте нивоа („target water surface increase”) одређују се границе корита за велику воду на левој и десној обали. Границе сужења при датом протоку одређују се из услова да пропусна моћ суженог корита при *задатом* повишеном нивоу буде једнака пропусној моћи корита у постојећим условима.

Циљна кота нивоа одређује се на основу задатог прираштаја (“target increase”) у односу на претходно срачунату коту нивоа 100-год. велике воде у постојећим условима (без сужења). Као и у Методи 3, границе се рачунају на основу подједнаког или сразмерног смањења пропусне моћи (модула протока).



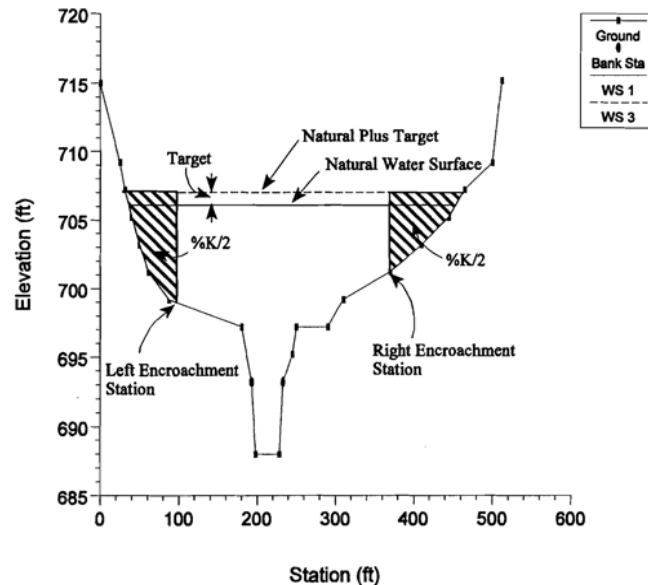
Трасирање насипа (7)

Метода 5. Задају се циљно повећање коте нивоа и/или највећа (допуштена) промена енергетске коте. Поступак је сличан као у Методи 4, с тим што се користи оптимизациони алгоритам за одређивање положаја насипа на левој и десној обали при којем се достиже циљна разлика између повишене коте нивоа и коте нивоа у постојећим условима.

Циљ је да се у највише 20 итерација дође до задате коте нивоа, не премашивши задату коту енергије. Ако то није могуће, програм ће покушати да нађе нове границе сужења, за које се добија жељена енергетска кота.

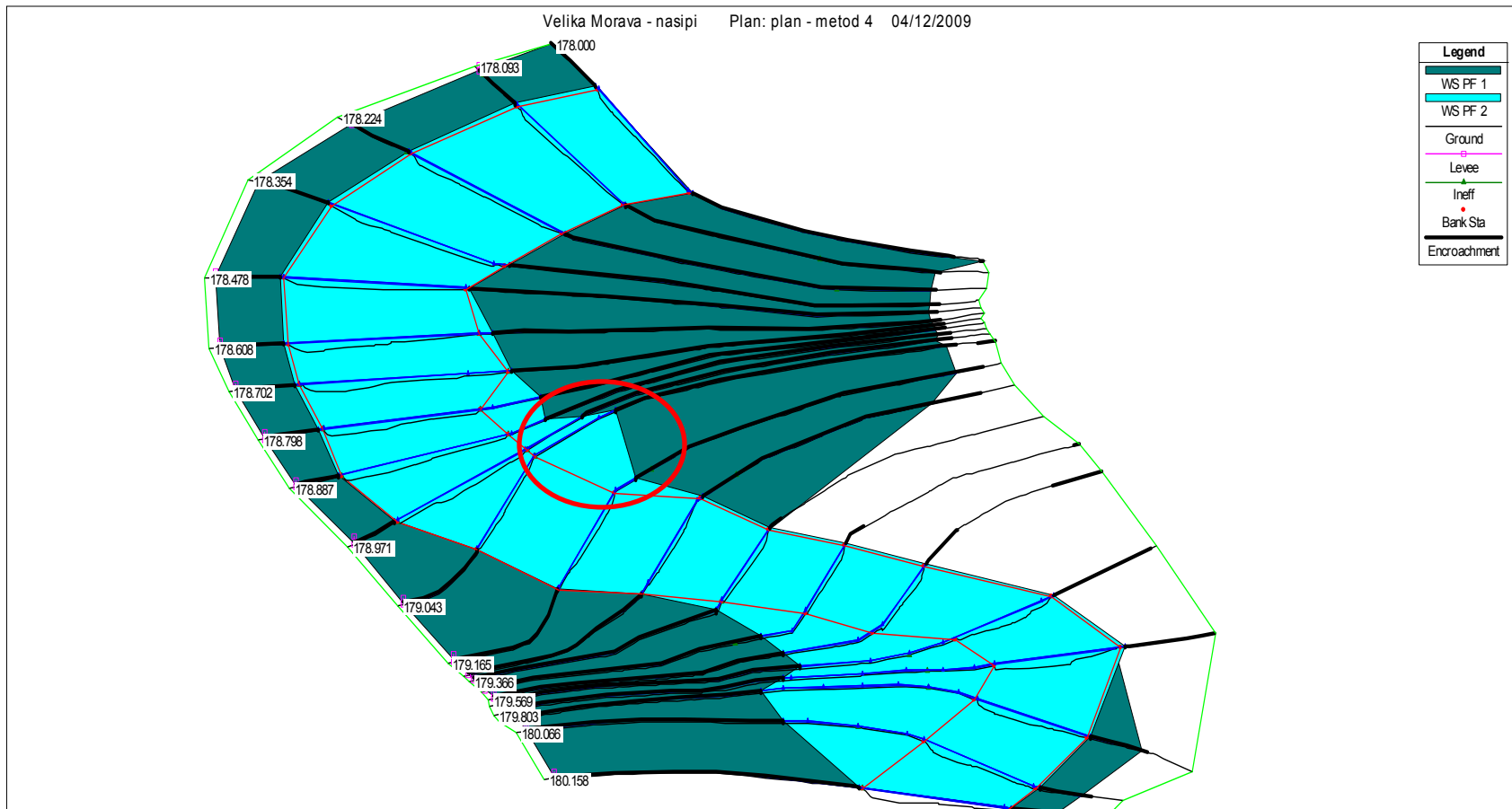
Ако се у улазним подацима изостави циљна енергетска кота, програм ће обавити прорачун тражећи онај положај граница сужења који даје циљну коту нивоа.

Ако се у улазним подацима изостави циљна кота нивоа, програм ће наћи онај положај граница сужења који даје циљну коту енергије. У случају да се било који од наведена два услова не задовољи у 20 итерација, као коначан резултат узима се најбоље решење из свих итерација.



Трасирање насипа (8)

Резултат прорачуна по Методи 4



Трасирање насипа (9)

Корекција добијеног решења применом Методе 1

