

Darko ANZELJC *

ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI JUGOZAHODNEGA DELA LJUBLJANE NEKAJ POVZETKOV IDEJNE ZASNOVE

UVOD

Povodje Gradaščice predstavlja z nastopom visokih voda potencialno nevarnost poplav za celotno dolino pod Polhovim Gradcem ter za primestna in mestno območje jugozahodnega in južnega dela Ljubljane.

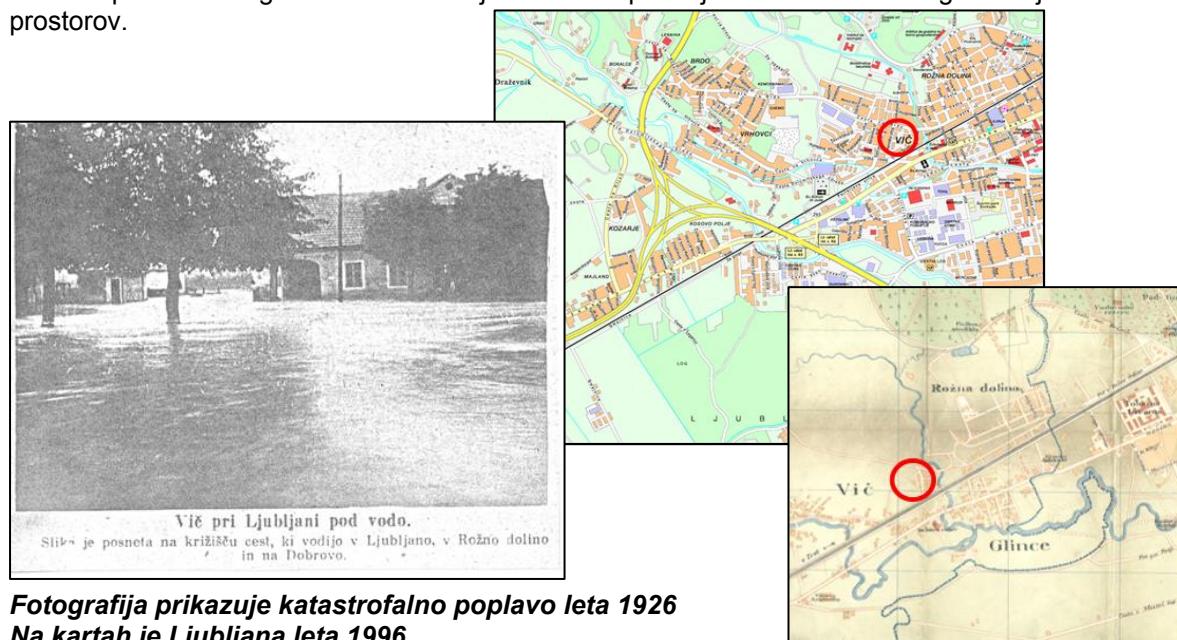
Na podlagi analize prostora je ugotovljeno, da poplavno območje Gradaščice (Malega Grabna) od izliva v Ljubljanico do Polhovega Gradca znaša preko 1300 ha, od tega je ca 500 ha urbanih (vključno z infrastrukturo) površin v Ljubljani. Vzrok za poplave na območju Ljubljane je premajhna prevodnost struge Malega Grabna od izliva v Ljubljanico do Bokalškega jezu in zaradi poselitve postopnega zmanjševanja poplavnih površin.

Vodotok Mali Graben teče po obrobju urbanega naselja. V preteklosti je predstavljala ločnico med urejenim urbanim območjem in zelenim mestnim obrobjem. V zadnjih dvajsetih letih se je urbanizacija preselila tudi na južni del Malega grabna. Poleg južne obvoznice je zgrajena industrijsko obrtna cona ob Cesti dveh cesarjev. Prav tako se je bistveno povečala poseljenost. Nastala so nekatera nova neurejena naselja (Sibirija, Rakova jelša, Cesta dveh cesarjev).

Glede na stanje je ugotovljeno, da sedanja prevodnost Malega Grabna zagotavlja 5 letno poplavno varnost z ukrepi ob strugi Malega Grabna pa bi bilo možno zagotoviti 10 letno poplavno varnost.

Glede na navedeno je razvidno, da lahko štejemo mestno poplavno področje v območju Malega Grabna med močno ogrožena poplavna področja ne sicer po obsegu poplav pač pa predvsem škodi, ki bi nastala.

Z namenom ščitenja urbanih površin na 100 letno poplavno varnost je poleg ukrepov na Malem Grabnu potrebno zagotoviti zadrževanje voda na povodju Gradaščice z zagotovitvijo zadrževalnih prostorov.



* Darko ANZELJC univ.dipl.inž.grad. , INŠTITUT ZA VODE REPUBLIKE SLOVENIJE, Sektor za celinske vode, Hajdrihova 28c Ljubljana

HIDROGRAFSKE ZNAČILNOSTI

Povirni del Gradaščice se nahaja v Polhograjskih dolomitih. Reko Gradaščico tvorita dva glavna hudourniška potoka, Božna in Mala voda, ki se združita nad Polhovim Gradcem.

Največji pritok Gradaščice je Horjulka (Horjulka - Šujica), ki se v Gradaščico izliva tik nad zahodno ljubljansko obvoznico pri Kozarjah. Horjulka je v primerjavi z Gradaščico manj hudourna zaradi drugačne oblikovanosti porečja in razširjene doline pri Horjulu. Pod Dobrovo tečeta obe rečici po skupni razširjeni dolini do združitve. Celotno območje doline med Horjulko in Gradaščico je poplavno in tvori naravno retencijo (naravni zadrževalnik visokih vod).

Na Bokalškem jezu, ki se nahaja tik pod zahodno ljubljansko obvoznico, se Gradaščica razdeli v dva vodotoka in sicer v Mestno Gradaščico (star mlinski kanal) in v Mali Graben.

Mali Graben teče mimo Kozarij in Dolgega mosta, mimo Viča ob barjanskem obrobju do Ljubljanice, v katero se izliva tik nad Špico.

Mestna Gradaščica je speljana kot umetni kanal skozi Vrhovce in nato skozi zahodni del Viča do Ljubljanice. Pri križišču Koprsko ulice z Jamovo cesto se vanjo izliva Glinščica. Celotno območje na južnem delu Mestne Občine Ljubljana od Bokalškega jezu do Ljubljanice je urbanizirano, od tega pa je precejšen del poplavno ogrožen z visokimi vodami Gradaščice in Malega Grabna.

PREREZ VODOTOKA	F (km ²)	F _k (km ²)	OLS (%)	L (km)	J (%)
Gradaščica, zadrževalnik ŠUJICA	95,9	3,0	35,7	22,0	0,87
Gradaščica, zadrževalnik RAZORI	102,1	3,8	34,8	24,5	0,8
Gradaščica do Horjulke	107,0	3,8	34,1	25,8	0,73
Gradaščica pod Horjulko	154,2	5,6	31,5	25,8	0,73
Gradaščica do Bokalcev	154,3	5,6	31,5	26,1	0,73
Horjulka, zadrževalnik BREZJE	29,7	1,8	24,6	13,33	0,70
Horjulka do Gradaščice	47,2	1,8	25,6	23,47	0,41

Tabela 1: Hidrografske karakteristike vodozbirnega zaledja Gradaščice

Hidrografske karakteristike povodja predstavljajo naslednji parametri:

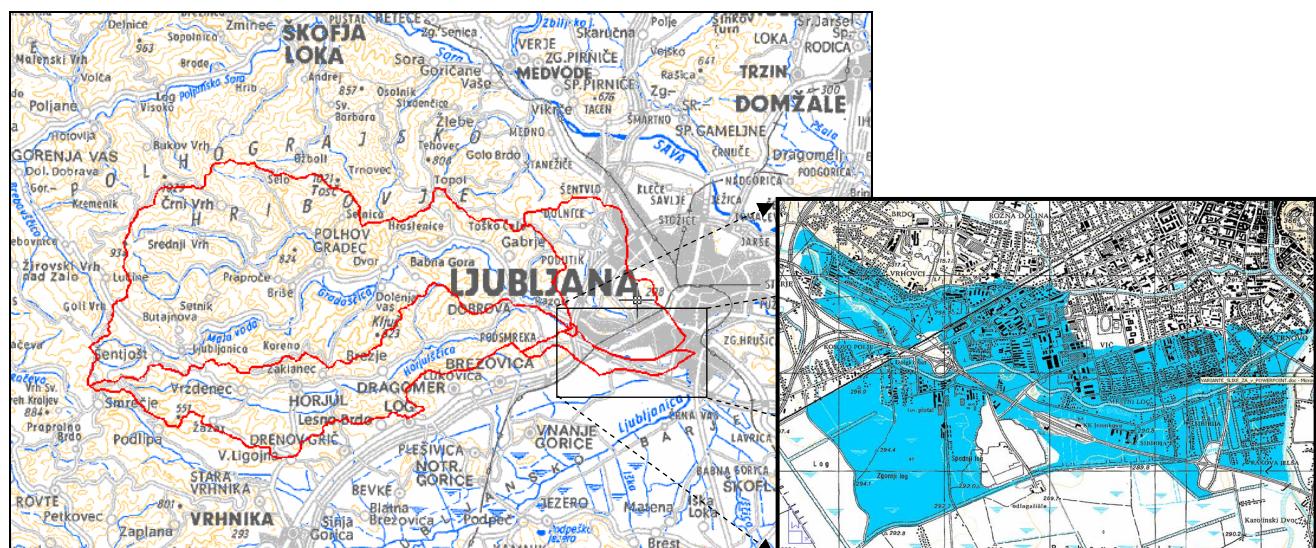
F.....celotna površina vodozbirnega zaledja do prereza vodotoka.....(km²)

F_k.....površina kraškega območja do prereza vodotoka(km²)

OLS.....povprečni padec terena do prereza vodotoka(%)

L.....dolžina vodotoka do prereza vodotoka(km)

J.....povprečni padec vodotoka do prereza vodotoka(%)



Slika 4: Vodozbirno zaledje Gradaščice in od poplav ogroženo območje JZ dela Ljubljane

VISOKE VODE GRADAŠČICE IN HORJULKE

Vrednosti »dejanskih« visokih vod imenujemo tiste vrednosti, za katere menimo, da so rezultat sedanjega stanja pokrovnosti vodozbirnih območij, klimatskih značilnosti in ne nazadnje urejenosti odvodnje.

Povodje Gradaščice in Horjulke lahko delimo na hribovit in dolinski del katerega ob visokih vodah vodotoka poplavljata. Zaradi poplavljanja dolin in s tem počasnejšega odtoka se konice visokovodnih valov nižajo. Tudi zaradi koincidence (ki je odvisna tudi od urejenosti korit in poplavnih območij in ne samo od geografskih karakteristik) visokovodnih valov pritokov in same Gradaščice ozziroma Horjulke, so dejanske visoke vode nižje od teoretičnih. Kar z drugimi besedami pomeni, da večanje korit in urejanje tudi manjših jarkov za hitrejšo odvodno lahko vrednosti sedanjih-dejanskih visokih vod približa vrednostim teoretičnih visokih vod.

Dejanske visoke vode so nekako odsev trenutnega stanja na povodju. Vsako reguliranje korit, pa čeprav na 2 ali 5 letno visoko vodo (krajšanje dolžine korit, zmanjšanje hrapavosti...), pomeni lahko za prereze dol vodno poslabšanje odtočnih razmer saj se s tem spremeni delno oblika valov predvsem pa hitrost potovanja vala (konice vala) in s tem sovpadanje visokovodnih valov.

Sovpadanje visokovodnih valov je odvisno predvsem od smeri potovanja in količine padavin, zbirnega časa padavin (urejenost povodja, urbanizacija...) do obravnavanega prereza; ter potovanje vala po koritu - dolini, ki je odvisno od hrapavosti in nagnjenosti korita in doline.

Varovanje pred visokimi vodami je zaradi dinamike delovanja človeka in narave v zaledju in ob reki kontinuirani proces, katerega se ponavadi iterativno rešuje. Splošno načelo, da naj človek ne poslabšuje razmer - pomeni da je potrebno vsak večji poseg človeka (lahko tudi več majhnih posegov) ovrednotiti in če je potrebno kompenzirati tako, da se odtočni režim ne poslabšuje.

Razlike med dejanskimi in teoretičnimi visokimi vodami (Primerjava **tabele 2** in **tabele 3**) dajo slutiti s kakšnimi potencialnimi visokimi vodami bi bilo potrebno računati, če bi se pristopilo k zmanjševanju vodnega (poplavnega) območja, povečevanju neprepustnih površin, pospeševanju odtokov..., brez kompenzacijskih posegov.

PREREZ VODOTOKA	F km ²	Q ₅₀₀₀ m ³ /s	Q ₁₀₀₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₅ m ³ /s
Gradaščica, zadrževalnik ŠUJICA	95,9	423	334	197	173	132	106	81
Gradaščica, zadrževalnik RAZORI	102,1	423	334	199	169	132	111	84
Gradaščica do Horjulke	107,0			201	173	134	117	88
Gradaščica pod Horjulko	154,2			243	214	163	139	108
Gradaščica do Bokalcev	154,3			243	214	163	139	108
Horjulka, zadrževalnik BREZJE	29,7	81	65	41	36	28	21	18
Horjulka do Gradaščice	47,2			60	49	38	32	25

Tabela 2: Vrednosti "dejanskih" visokih vod s povratno dobo 5000, 1000, 100, 50, 20, 10 in 5 let

PREREZ VODOTOKA	F km ²	Q ₁₀₀ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₂₀ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₅ m ³ /s
Gradaščica, zadrževalnik ŠUJICA	95,9	265	230	174	134	98
Gradaščica, zadrževalnik RAZORI	102,1	274	235	180	139	101
Gradaščica do Horjulke	107,0	280	245	184	144	106
Gradaščica pod Horjulko	154,2	360	321	236	184	138
Gradaščica do Bokalcev	154,3	360	321	236	184	138
Horjulka, zadrževalnik BREZJE	29,7	61	54	40	31	23
Horjulka do Gradaščice	47,2	97	80	61	48	34

Tabela 3: Vrednosti teoretičnih visokih vod s povratno dobo 100, 50, 20, 10 in 5 let.

OPIS STANJA

Mali Graben teče mimo Kozarij in Dolgega mosta, mimo Viča ob barjanskem obrobju do Ljubljanice, v katero se izliva tik nad Špico. Mali Graben je delno umetna rečna struga, po kateri so ob jugozahodnem robu Ljubljane speljane visoke vode Gradaščice in Šujice. Oba vodotoka se združita tik nad zahodno obvoznico. Na Bokalškem jezu, ki je postavljen tik pod zahodno obvoznico se vode skupne Gradaščice delijo na Mali Graben in Mestno Gradaščico. Mali Graben prevaja večino vod Gradaščice, Mestna Gradaščica pa ima funkcijo mlinščice. Mestna Gradaščica je speljana kot umetni

kanal skozi Vrhovce in nato skozi zahodni del Viča do Ljubljanice. Pri križišču Koprske ulice z Jamovo cesto se vanjo izliva Glinščica. Po Mestni Gradaščici, ki je umetna struga s tlakovanim dnem in spodnjim delom brezin, se pretaka omejena količina vode iz Gradaščice (do nekaj m³/s) in meteorne vode z območja zahodnega dela Viča. Na sotočju z Glinščico Mestna Gradaščica pridobi značilnosti vodotoka.

Mali graben je bil na odseku med Dolgim mostom in Ljubljanico v sedemdesetih letih v celoti reguliran. Pri načrtovanju regulacije se je bilo upoštevano zadrževanje visokih vod v povodju Gradaščice. Načrtovana prevodnost Malega Grabna je bila 167 m³/s. Vendor se je ob pogostih poplavah ugotovilo, da je prevodnost med 90 in 130 m³/s. V zadnjih petnajstih letih so bila skoraj vsako drugo leto v jesenskem času preplavljen posamezne poseljena in neposeljena območja ob Malem Grabnu. Najbolj pogoste poplave so bile zabeležene na območju tik nad Dolnim mostom, območje ob Cesti dveh cesarjev, kjer se poplavne vode pretakajo proti Barju, pod križanjem z južno obvoznico na levem bregu na območju Bonifacije (osnovna šola), območje vrnarije med Cesto v mestni log in južno obvoznico (ogrožena je tudi AC), območje med Malim Grabnom in Cesto dveh cesarjev vzhodno od Ceste v Mestni Log, območje Murgl ob Mokrški cesti ter območje ob mostu na Opekarski cesti. Zabeleženi pretoki visokih vod so imeli povratno dobo 2 do 5 let (od 80 m³/s do 110 m³/s).

Na podlagi analize prostora je ugotovljeno, da poplavno območje pri nastopu 100 letne situacije Gradaščice (Malega Grabna) od izliva v Ljubljanico do Polhovega Gradca znaša preko 1300 ha, od tega je ca 500 ha urbanih (vključno z infrastrukturo) površin v Ljubljani. Vzrok za poplave na območju Ljubljane je premajhna prevodnost struge Malega Grabna od izliva v Ljubljanico do Bokalškega jezu in zaradi poselitve postopnega zmanjševanja poplavnih površin.

Vodotok Mali Graben teče po obrobju urbanega naselja. V preteklosti je predstavljala ločnico med urejenim urbanim območjem in zelenim mestnim obrobjem. V zadnjih dvajsetih letih se je urbanizacija preselila tudi na južni del Malega grabna. Poleg južne obvoznice je zgrajena industrijsko obrtna cona ob Cesti dveh cesarjev. Prav tako se je bistveno povečala poseljenost. Nastala so nekatera nova neurejena naselja (Sibirija, Rakova jelša, Cesta dveh cesarjev).

Z ukrepi ob strugi Malega Grabna bi bilo možno zagotoviti 10 letno poplavno varnost. ***Glede na navedeno je razvidno, da lahko štejemo mestno poplavno področje v območju Malega Grabna med močno ogrožena poplavna področja ne sicer po obsegu poplav pač pa predvsem škodi, ki bi nastala.***

MOŽNI UKREPI ZA POVEČANJE POPLAVNE VARNOSTI JUGOZAHODNEGA DELA LJUBLJANE

V preteklosti je bilo obdelanih kar nekaj variant za varovanje južnega dela Ljubljane pred poplavami Gradaščice (Malega grabna).

Varianta 1:	Izgradnja štirih zadrževalnikov (Mala Božna, Velika Božna; Polhov Gradec-Srednja vas, Šujica)	1971-74
Varianta 2:	Izgradnja enega zadrževalnika (Žerovnik)	1976-77
Varianta 3:	Izgradnja dveh zadrževalnikov (Polhov Gradec-Srednja vas in Hrastenice)	1981
Varianta 4:	Izgradnja enega zadrževalnika (Božna)	1983-84
Varianta 5:	Izgradnja dveh zadrževalnikov (Božna in Polhov Gradec-Srednja vas)	1983-84
Varianta 6:	Izgradnja dveh zadrževalnikov (Božna in Šujica)	1983-84
Varianta 7:	Ureditev odtičnih razmer z izgradnjo dveh zadrževalnikov v povodju (Božna in Brezje)	1989-91
Varianta 8:	Izgradnja treh zadrževalnikov (Božna, Brezje, Šujica)	1989-91
Varianta 9:	Izgradnja 14 manjših zadrževalnikov	1989-91
Varianta 10:	Regulacija Malega Grabna od izliva do Bokalškega jezu	1989-91
Varianta 11:	Izgradnja razbremenilnega kanala za odvod visokih voda Gradaščice na Ljubljansko barje	1989-91
Varianta 12:	Izgradnja dveh zadrževalnikov (Razori, Brezje) + razbremenilnik	990-91
Varianta 13:	Izgradnja treh zadrževalnikov (Razori, Šujica, Brezje)	990-91
Varianta 14:	Izgradnja treh zadrževalnikov (Razori, Brezje, Božna)	990-91
Tabela 4:	<i>Variante za varovanje južnega dela Ljubljane pred poplavami Gradaščice (Malega grabna)</i>	

Na podlagi strokovnih analiz in preverbe v prostoru so bile tekom časa nekatere variante zavrnjene.

Glede na različne variantne zadrževanja voda na povodju in s tem povezane ureditve Malega Grabna so bile izdelane 4 variante rešitve, ki zagotavljajo poplavno varnost jugozahodnega dela Ljubljane za povratno dobo 100 let.

varianta I. Zadrževanje s suhimi zadrževalniki RAZORI in ŠUJICA na Gradaščici in BREZJE na Horjulki (razpoložljivi koristni volumen ca 2,6, 1,3 in 1,9 mio.m³) za kontrolni pretok 88 m³/s.

varianta II. Zadrževanje s suhima zadrževalnikoma RAZORI na Gradaščici in BREZJE na Horjulki (razpoložljivi koristni volumen ca 2,6 in 1,9 mio.m³) za kontrolni pretok 106 m³/s.

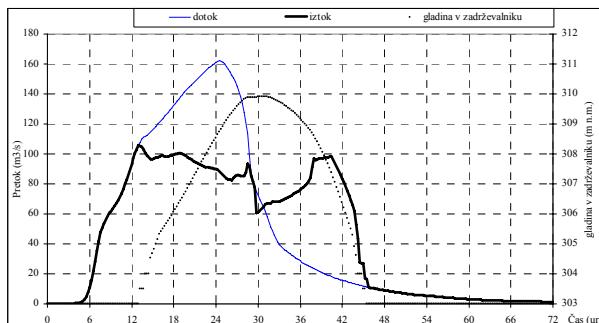
varianta III. Zadrževanje s suhima zadrževalnikoma RAZORI in ŠUJICA na Gradaščici (razpoložljivi koristni volumen ca 2,6 in 1,3 mio.m³) za kontrolni pretok 115 m³/s.

varianta IV. Zadrževanje s suhim zadrževalnikom RAZORI na Gradaščici (razpoložljivi koristni volumen ca 2,6 mio.m³) za kontrolni pretok 137 m³/s.

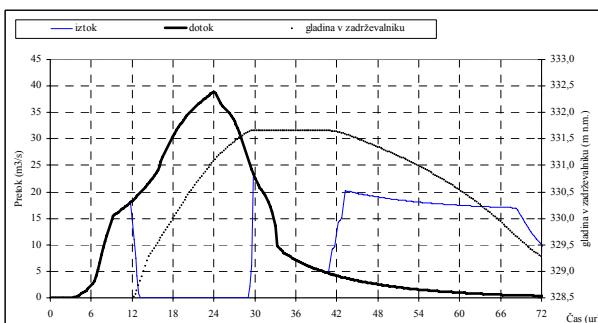
Kontrolni pretok imenujemo želeni pretok v kontrolnem prerezu Gradaščica Bokalški jez.

Za zadrževanje je predvideno tako imenovano optimalno zadrževanje, kar pomeni, da se na Gradaščici pod Horjulko načrtuje kontrolni prerez (mersko mesto), ki bo daljinsko povezan z zaporničnim objektom (preliv, zapornica) v zadrževalniku, kateri bo omogočal kontrolirano polnjenje zadrževalnika. Ko bo v kontrolnem prerezu pretok dosegel določeno vrednost, se bo pričelo polnjenje zadrževalnika s pomočjo hidromehanske opreme. Pолнjenje bo potekalo v takem obsegu, da se vzdržuje želeni pretok v kontrolnem prerezu oziroma dokler gladina v zadrževalniku ne doseže maksimalne gladine. Praznjenje zadrževalnika se prične takoj, ko pretok v kontrolnem prerezu začne upadati in sicer v velikosti razlike pretoka do želene vrednosti v kontrolnem prerezu.

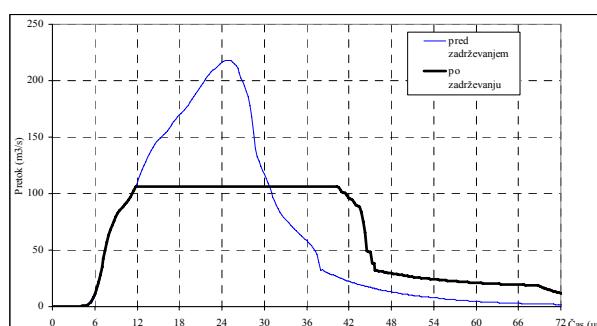
Na **sliki 2**, **sliki 3** in **sliki 4** je prikazan zgoraj omenjen princip in sicer potek visokovodnih valov s povratno dobo 100 let v prerezu zadrževalnikov Razori in Brezje, ter v kontrolnem prerezu na Bokalškem jezu. Razvidna je posledica dinamičnega manipuliranja z zaporničnimi organi na pregradnih prerezih kot posledica uravnavanja iztoka s ciljem doseganja konstantnega pretoka v kontrolnem prerezu.



Slika 5: Gradaščica Razori



Slika 6: Horjulščica Brezje



Slika 7: Gradaščica Bokalški jez

Osnovne karakteristike zadrževalnikov so predstavljene v **tabeli 5**. Pregrado tvori zemeljski nasip z naklonom 1:3 in vmesnimi bermami na vsake 3 višinske metre. Za varno in funkcionalno obratovanje

D. ANZELJC

zadrževalnika je zelo pomemben zapornični objekt ki je v tem primeru armirano-betonska konstrukcija in hidromehanska oprema. Ima funkcijo kontrole izpusta iz zadrževalnika.

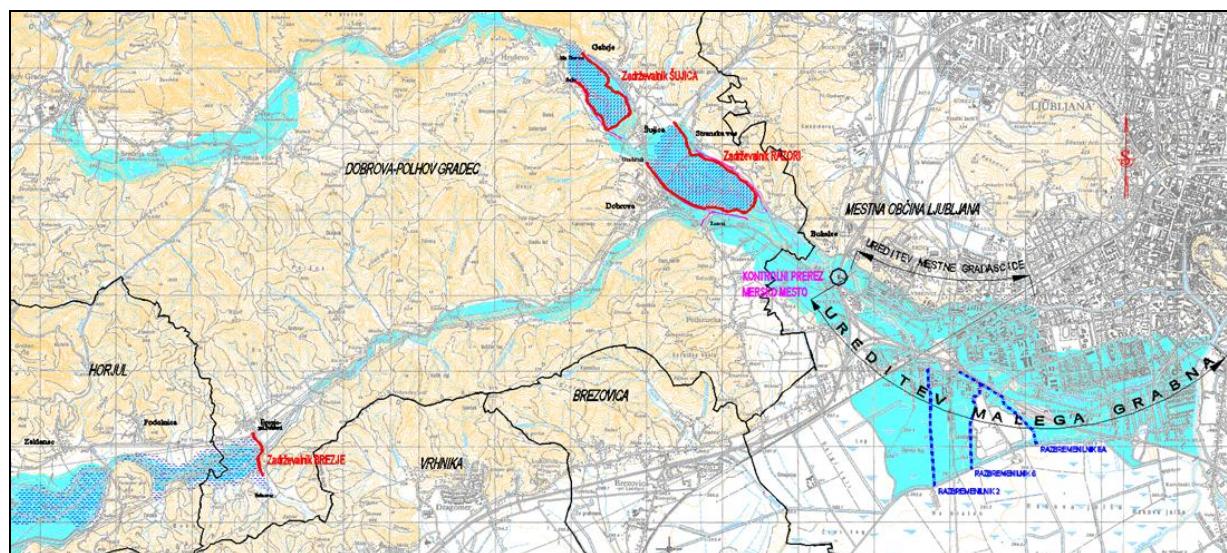
Zaradi varnosti pred prelivanjem nasipa je potrebno odpirati zapornice. Odprte zapornice omogočajo pretok tudi 5000-letne visoke vode. Tako imenovani zeleni varnostni preliv v širini 25 m je lociran ob zaporničnem objektu. Kar pomeni utrditev preliva na koti 2,5 m pod krono pregrade, kakor tudi zračne strani nasipa pod prelivom in izvedbo ponižanega zemeljskega nasipa na območju preliva na koti 0,5 m pod krono. S humusom se zakrije tudi ostale utrjene površine. Taka izvedba varnostnega preliva omogoča ob katastrofalnih dogodkih kontrolirano porušitev dela zemeljskega nasipa do utrjenega preliva in s tem usmeritev vode v območje z manjšo potencialno škodo.

	zadrževalnik:	Razorji	Šujica	Brezje
Koristna prostornina zadrževalnika	(mio.m3)	2,6	1,3	1,9
Kota maksimalne gladine pri Q100	(m n.m.)	309,5	318,5	331,7
Poplavljene površine pri koti maksimalne gladine	(ha)	81	34	120
Maksimalna globina pri Q100	(m)	7,0	6,5	3,3
Kota krone nasipa	(m n.m.)	310,5	319,5	332,5
Varnostna višina	(m)	1,0	1,0	0,8
Najnižja kota zadrževalnika	(m n.m.)	302,5	312,0	328,4
Maksimalna višina nasipa	(m)	8,0	7,5	4,1
Povprečna višina nasipa	(m)	5,4	5,6	2,8
Dolžina nasipa	(m)	3365	2275	690
potrebna količina zemljine za nasip	(m ³)	370.000	300.000	25.000
Maksimalni dotok pri Q100	(m ³ /s)	199	197	41

Tabela 5: Osnovne karakteristike zadrževalnikov

Razbremenjevanje je predvideno v varianti IV na dva načina, z razbremenilnikom 2 in 6 ali razbremenilnikom 6a. Vsaka od kombinacij je dimenzionirana na prevodnost $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Mali Graben se uredi na predvideno prevodnost (v odvisnosti od variante) s pomočjo nasipov, zidov, lokalnih ureditev in zamenjave pod dimenzioniranih mostov.

Vzopredno z zagotavljanjem neposredne poplavne varnosti je potrebno reševati tudi odtoke zalednih meteornih vod.



Slika 8: Objekti in ureditve, ki »sodelujejo« pri kombinacijah variant zadrževanja in poplavno območje »sedanje stanje pri Q100«

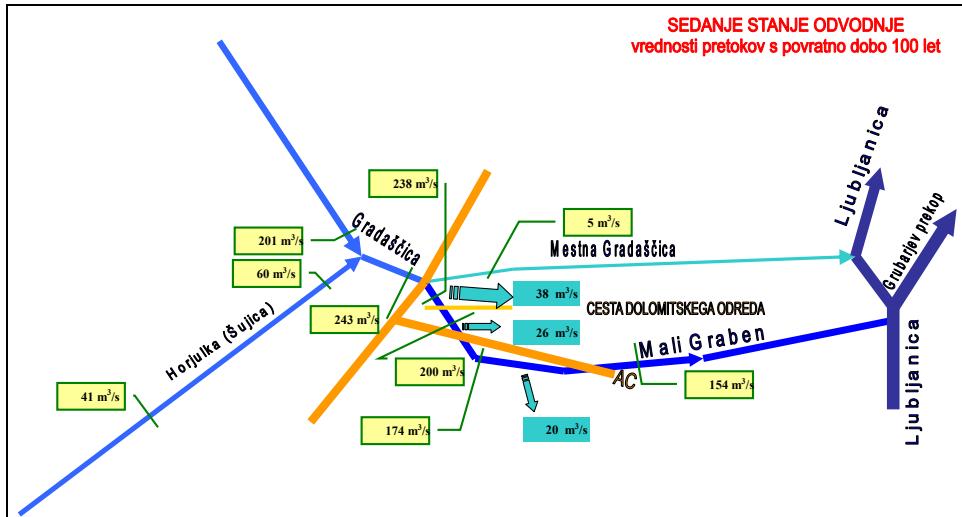
V tabeli 6 so podani povzetki rezultatov simulacij zadrževanja za posamezne variante in zadrževalnike iz katerih je razviden učinek, maksimalni volumen in maksimalna kota gladine, ter trajanje popavljenosti zadrževalnega prostora za različne povratne dobe visokih vod.

D. ANZELJC

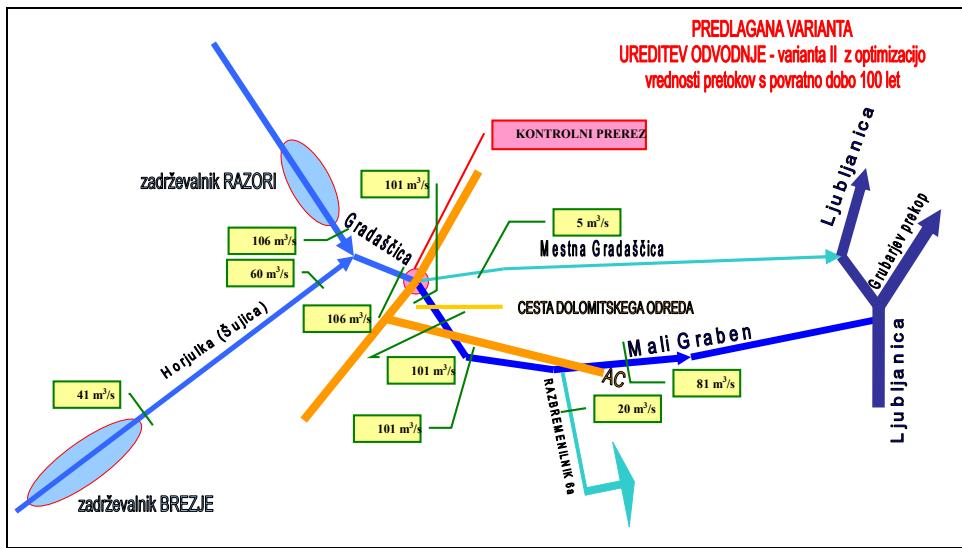
Varianta I						
GRADAŠČICA POD HORJULKO-kontrolni prerez		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Maksimalni pretok pred zadrževanjem	m3/s	243	208	163	135	104
Maksimalni pretok po zadrževanju	m3/s	88	88	88	88	88
Zadrževalnik: BREZJE		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	1,900	1,624	1,092	0,636	0,214
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	331,7	331,4	330,9	330,2	329,4
Trajanje poplavljenosti	ur	68	65	60	44	3
Maksimalni dotok	m3/s	41	35	27	21	17
Maksimalni iztok	m3/s	27	19	19	18	16
Zadrževalnik: RAZORI		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	2,600	2,219	1,033	0,354	0,058
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	309,5	309,0	307,2	305,5	303,9
Trajanje poplavljenosti	ur	41	32	22	12	4
Maksimalni dotok	m3/s	199	173	132	111	87
Maksimalni iztok	m3/s	88	88	88	88	87
Zadrževalnik: ŠUJICA		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	1,274	0,000	0,000	0,000	0,000
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	318,3	312,0	312,0	312,0	312,0
Trajanje poplavljenosti	ur	17	0	0	0	0
Maksimalni dotok	m3/s	197	173	132	106	84
Maksimalni iztok	m3/s	197	173	132	106	84
Varianta II						
GRADAŠČICA POD HORJULKO-kontrolni prerez		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Maksimalni pretok pred zadrževanjem	m3/s	243	208	163	135	104
Maksimalni pretok po zadrževanju	m3/s	106	106	106	106	104
Zadrževalnik: BREZJE		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	1,900	1,419	0,848	0,339	0,000
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	331,7	331,2	330,6	329,7	328,4
Trajanje poplavljenosti	ur	65	61	47	27	0
Maksimalni dotok	m3/s	41	35	27	21	17
Maksimalni iztok	m3/s	23	21	21	26	16
Zadrževalnik: RAZORI		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	2,556	1,382	0,496	0,071	0,000
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	309,4	307,8	305,9	304,1	302,5
Trajanje poplavljenosti	ur	28	24	14	7	0
Maksimalni dotok	m3/s	199	173	132	111	87
Maksimalni iztok	m3/s	106	106	106	106	87
Varianta III						
GRADAŠČICA POD HORJULKO-kontrolni prerez		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Maksimalni pretok pred zadrževanjem	m3/s	243	208	163	135	104
Maksimalni pretok po zadrževanju	m3/s	115	115	115	115	104
Zadrževalnik: RAZORI		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	2,600	2,227	0,911	0,211	0,000
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	309,5	309,0	307,0	305,0	302,5
Trajanje poplavljenosti	ur	36	27	17	8	0
Maksimalni dotok	m3/s	199	173	132	111	87
Maksimalni iztok	m3/s	108	107	98	98	87
Zadrževalnik: ŠUJICA		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	1,260	0,000	0,000	0,000	0,000
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	318,3	312,0	312,0	312,0	312,0
Trajanje poplavljenosti	ur	14	0	0	0	0
Maksimalni dotok	m3/s	197	173	132	106	84
Maksimalni iztok	m3/s	197	173	132	106	84
Varianta IV						
GRADAŠČICA POD HORJULKO-kontrolni prerez		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Maksimalni pretok pred zadrževanjem	m3/s	243	208	163	135	104
Maksimalni pretok po zadrževanju	m3/s	137	137	137	135	104
Zadrževalnik: RAZORI		Q100	Q50	Q20	Q10	Q5
Volumen v zadrževalniku	mio.m3	2,591	1,335	0,360	0,000	0,000
Maksimalna gladina v zadrževalniku	m n.m.	309,5	307,7	305,5	302,5	302,5
Trajanje poplavljenosti	ur	28	19	10	0	0
Maksimalni dotok	m3/s	199	173	132	111	87
Maksimalni iztok	m3/s	122	113	114	88	87

Tabela 6: Povzetki rezultatov simulacij zadrževanja za posamezne variente in zadrževalnike

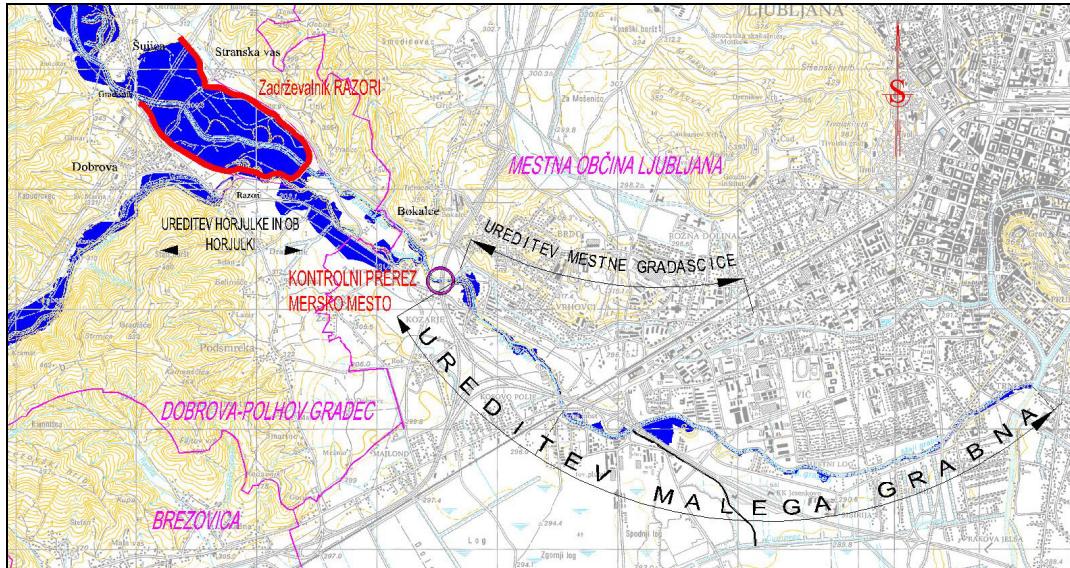
V nadaljevanju je prikazana shema sedanjega stanja odvodnje in shema predlagane rešitve, ter situacija poplavnih površin ob upoštevanju predlaganih ureditev (varianca II + optimizacija).



Slika 9: Shema sedanjega stanja odvodnje s povratno dobo 100 let



Slika 10: Stanje odvodnje s povratno dobo 100 let - PREDLAGANA VARIANTA II z optimizacijo



Slika 11: Stanje poplavnosti pri situaciji s povratno dobo 100 let z upoštevanjem ureditev predlagane variante: varianta II z optimizacijo

OCENA INVESTICIJE IN VZDRŽEVANJA, OCENA STROŠKOV PREMОСТИТЕВ IN

varianta	INVESTICIJA (mio. sit)					VZDRŽEVANJE (mio. sit / leto) z DDV	premostitve* (mio. sit)
	GRADBENI DEL	ODKUP ZEMLJIŠČA	DDV		SKUPAJ		
					SKUPAJ		
I	3.424,1	974,6	4.398,8	879,8	5.278,5	35,6	48,0
II	2.167,6	570,1	2.737,7	547,5	3.285,3	22,8	537,0
III	3.232,6	716,9	3.949,4	789,9	4.739,3	30,4	537,0
IV	a	2.159,7	354,6	2.514,4	502,9	3.017,2	18,4
	b	2.039,5	349,2	2.388,7	477,7	2.866,5	17,9
							537,0

Tabela 7: Rekapitulacija ocene stroškov ureditev za posamezne variante

* ocena stroškov je povzeta po študiji: Strokovne podlage za DLN za zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane - Idejne rešitve premostitev na Malem Grabnu, LUZ d.d., Ljubljana december, 2004;

Ocena stroškov NE upošteva ureditve meteorne kanalizacije na območju Malega Grabna in izdelave potrebne dokumentacije za izgradnjo objektov potrebnih za uresničitev predlaganih ukrepov.

Poudariti je potrebno da v celotnih stroških investicije odstopajo stroški za izgradnjo nasipa zadrževalnikov. Pri oceni stroškov je bila privzeta predpostavka o ceni 2800 sit za 1 m³ vgrajenega nasipa. Ta cena zajema prevoz do 10 km z vgradnjo v nasip. Zagotovitev za nasip ustreznega materiala na primerni razdalji je torej poglobitnega pomena za oceno stroška izgradnje zadrževalnika. Ocena stroška odkupa zemljišča je bila izvedena na podlagi ocenjenih urbanih površin, gozda in travnika, ki jih je potrebno zagotoviti za izvedbo objektov. Predviden je tudi odkup površin, ki so poplavljene znotraj zadrževalnega prostora Razorov in Šujice pri zadrževanju s povratno dobo 10 let. Ker je območje zadrževalnika Brezje že danes poplavno območje je bilo za določitev ocene stroška privzet odkup 8 ha najbolj prizadetih kmetijskih zemljišč.

Prikazani so tudi redni stroški vzdrževanja zgrajenih objektov.

ZAKLJUČEK

Idejna zasnova je pokazala možnosti posameznih ukrepov in vpliva le teh na zmanjševanje poplav. Iz hidrotehničnega stališča se je izkazala kot najprimernejša varianta II, ki pa jo je možno optimizirati z vključitvijo koridorja razbremenilnika 6a.

Primerjalna študija, ki je bila izdelana na LUZ d.d. iz Ljubljane, je izkazala da je varianta II najbolj sprejemljiva iz vidikov, ki so bili obravnavani.

Stroka je, kot že nekajkrat do sedaj, predstavila možne optimalne strokovne rešitve, primerne času znanju, tehničnih zmožnosti in sredstvom.

Politika (družba) pa se mora odločiti ali je družba pripravljena investirati v predlagan projekt.

Politika se lahko seveda odloči da je potrebno redefinirati izbrane cilje in pripraviti v skladu z novimi cilji nove strokovne podlage, kar pa seveda pomeni da se rešitev problematike spet prestavlja v bodočnost.

VIRI

- 1) STROKOVNE PODLAGE ZA IZDELAVO DRŽAVNEGA LOKACIJSKEGA NAČRTA ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI JUGOZAHODNEGA DELA LJUBLJANE, INSTITUT ZA VODE REPUBLIKE SLOVENIJE, Ljubljana, junij 2005
- 2) STROKOVNE PODLAGE ZA IZDELAVO DRŽAVNEGA LOKACIJSKEGA NAČRTA ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI JUGOZAHODNEGA DELA LJUBLJANE Priprava odgovorov v zvezi s pripombami občine Dobrova-Polhov Gradec - Kronologija ureditve odtočnih razmer Gradaščice - obramba pred poplavami, INSTITUT ZA VODE REPUBLIKE SLOVENIJE, Ljubljana, september 2005