

**Hidrološko hidravlična študija za območje OPPN 65
Fakultete ob Biotehniškem središču- 1.faza**

POROČILO

VSEBINA

<u>1</u>	<u>SPLOŠNO</u>	<u>2</u>
1.1	VSEBINA OBDELAV	2
1.2	OPIS OBMOČJA UREJANJA OPPN 65	2
1.3	PREDHODNA DOKUMENTACIJA.....	3
<u>2</u>	<u>VODNE KOLIČINE</u>	<u>4</u>
<u>3</u>	<u>ZADRŽEVANJE PADAVINSKIH VOD.....</u>	<u>4</u>
3.1	POVZETEK HIDROLOŠKIH IZHODIŠČ	4
3.2	PREDVIDENA ODVODNJA	5
<u>4</u>	<u>POPLAVNE RAZMERE.....</u>	<u>5</u>
4.1	HIDRAVLIČNI RAČUNI	8
4.2	VIŠINSKE KOTE POPLAVNIH VOD.....	10
<u>5</u>	<u>ZAKLJUČEK</u>	<u>11</u>
5.1	ZADRŽEVANJE PADAVINSKIH VOD	11
5.2	POPLAVNE RAZMERE	11

1 SPLOŠNO

Predmet naloge je izdelava 1.faze »Hidrološko hidravlične študije za območje OPPN 65-Fakultete ob Biotehniškem središču«.

Obravnavano območje gravitira na potok Glinščica in na odvodni jarek, ki poteka po južnem robu doline Glinščice. Na obravnavanem območju OPPN 65 je predvidena gradnja dveh novih fakultet:

- **Fakultete za farmacijo (FFA) in**
- **Strojne fakulteta (FS)**

Zato je obravnava hidroloških izhodišč razdeljena na dva dela, ločeno za vsako fakulteto. Hidrološka izhodišča so izdelana za obstoječe in načrtovano stanje.

1.1 VSEBINA OBDELAV

V 1. fazi študije so podane usmeritve za načrtovanje fakultet ter izvedena naslednja dela:

- Terenski ogled
- Pregled že izdelanih študij na območju OPPN 65
- Prikaz absolutnih višin poplavnih vod na zunanjih mejah OPPN 65
- Določitev morebitno potrebnih omilitvenih ukrepov za zagotovitev poplavne varnosti
- **Priprava hidroloških podlag:**
 - * določitev količine padavinske vode na območju OPPN 65 za 100-letno povratno dobo obstoječega in načrtovanega stanja ločeno za posamezni fakulteti
 - * določitev hidrogramov odtokov padavinskih visokih vod Q100 za obstoječe stanje na posameznih enotah
 - * določitev hidrogramov odtokov padavinskih visokih vod Q100 bodočega pozidanega stanja za posamezno enoto
 - * na osnovi izdelanih hidrogramov je potrebno določiti prostornine potrebnega zadrževanja padavinskih vod
 - * določitev maksimalne dopustne količine odvoda padavinske vode v Glinščico

Sestavni del te študije je **HIDROLOŠKO POROČILO »Hidrološke osnove za pripravo občinskega podrobnega prostorskega načrta 65 Fakultete ob biotehniškem središču, v Mestni občini Ljubljana«**, HEK, Doroteja Starec s.p., Ljubljana, marec 2021, ki je priloženo na koncu tega poročila.

1.2 OPIS OBMOČJA UREJANJA OPPN 65

Obravnavano območje OPPN 65-Fakultete ob Biotehniškem središču se nahaja med potokom Glinščica na SV in Potjo na JZ. Na vzhodu meji na že zgrajeni fakulteti FKKT in FRI ter delno na poskusna polja BF.

V sedanjem stanju so to v celoti travniške površine. Padavinske vode v veliki meri ponikajo na površinah, ob dolgotrajnejših deževnih obdobjih, ko je zemljina nasičena z vodo, pa površinsko odtekajo delno proti Glinščici, delno pa proti odvodnemu jarku na južnem robu doline Glinščice.

Obravnavano območje OPPN 65 se nahaja na površinah kjer je **prisotna poplavna nevarnost**.



Slika 1: Obravnavano območje OPPN 65

1.3 PREDHODNA DOKUMENTACIJA

Idejna zasnova C-1099 »Vodnogospodarske strokovne podlage za območje urejanja VR 3/5, VI 4/3 in VP 3/2«, VGI Ljubljana, april 2001.

V sklopu te dokumentacije so bile sledeče obravnave: Zadrževalnik Glinščica, Glinščica dolvodno od Brdnikove ulice, Odvodnja po južnem robu Glinščice in Odvodnja Botaničnega vrta. V tej dokumentaciji so bila izdelana podrobnejša hidrološka izhodišča, kjer je bila obravnavana tudi odvodnja iz območja Brda.

HH analiza ter poplavne karte za Glinščico (od zahodne obvoznice do Mestne Gradašče), študija Vodar d.o.o. Ljubljana, V-46/10, april 2010.

V tej dokumentaciji je bila izdelana hidrološko hidravlična analiza (HHA) in poplavne karte obstoječega in načrtovanega stanja Glinščice od zahodne obvoznice do izliva v Mestno Gradaščico.

Študija »Izdelava hidrološko hidravličnih izhodišč za ureditev suhega zadrževalnika v območju OPPN Brdnikova« IZVO-Vodar d.o.o., IV-63/16, Ljubljana, september 2016. V sklopu te naloge je bil obravnavan tudi manjši zadrževalnik ob Tehnološkem parku vključno z odvodnim jarkom po južnem robu doline Glinščice.

Študija »Izdelava kart poplavne nevarnosti za spodnji tok Glinščice«, IZVO-Vodar d.o.o., IV-97/19, Ljubljana, april 2019.

V tej študiji so obravnavane poplavne razmere za stanje do sedaj izvedenih ukrepov na osnovi OPPN zadrževalnika Brdnikova (nadvišanje Ulice Roberta Blinca, zapornični objekt, manjši zadrževalnik ob desnem pritoku Glinščice, vodomerna postaja Glinščice ob brvi v podaljšku Bizjakove ulice). V študiji so upoštevane visoke vode Glinščice in odvodnega jarka po južnem robu doline Glinščice, ki priteka iz smeri Tehnološkega parka in Salusa.

HHA in poplavne karte so bile izdelane na osnovi meril in pogojev, ki jih določa »Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja« (Ur. L. RS, št. 89/2008) - v nadaljevanju »Uredba«. Pri tem je bilo potrebno upoštevati »Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti« (ur.list RS 60/2007) – v nadaljevanju »Pravilnik«.

Pri izdelavi HHA je bilo potrebno za realno določitev gladin Glinščice in globin vode na poplavnih površinah na levem in desnem bregu Glinščice uporabiti programsko orodje MIKE FLOOD (Danish Hydraulic Institute), ki omogoča dvo dimenzijsko modeliranje vodnega toka. Ta program je sestavljen iz modulov MIKE 11 in MIKE 21. S prvim so bili izdelani 1D računi vodnega toka na osnovi izmerjenih prečnih prereзов Glinščice. Z modulom MIKE 21 pa je bil na 3D modelu terena analiziran 2D površinski tok poplavnih vod izven struge Glinščice. MIKE FLOOD z interakcijo med 1D in 2D modelom omogoča določitev prelivanja vod iz osnovne struge (MIKE 11) na poplavno območje (MIKE 21) in obratno.

2 VODNE KOLIČINE

Merodajni pretoki površinskih vodotokov obravnavanega območja so privzete iz predhodnih hidroloških dokumentacij.

Hidrološki prerez	F (km ²)	Q500 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)
Glinščica iztok iz zadrževalnika Brdnikova	15,28	18 – 20**	18*	17***
Odvodnik v prerezu Poti	0,18	3,57	2,48	1,18
Odvodnik v prerezu Bizjakove ulice	0,53	6,45	4,48	2,14

* pri stoletnih razmerah je predviden največji iztok iz zadrževalnika Brdnikova 18 m³/s

** pri 500 letnih razmerah je predviden iztok iz zadrževalnika le ocenjen in bo odvisen od dosežene zajeze v zadrževalniku

*** pri visokih vodah Q10 zapornica ne bo omejevala pretok 17 m³/s

Tabela 1: Prispevne površine z vrednostmi karakterističnih pretokov

3 ZADRŽEVANJE PADAVINSKIH VOD

3.1 POVZETEK HIDROLOŠKIH IZHODIŠČ

V **HIDROLOŠKEM POROČILU**, ki je priloženo na koncu tega poročila, so določene posamezne površine, ki pripadajo posamezni fakulteti obravnavanega območja urejanja OPPN 65-Fakultete ob Biotehniškem središču. Za vsako fakulteto so določeni procenti pozidave, ki so služili za določitev povečanja visokih vod zaradi hitrejšega stekanja površinskih vod z utrjenih površin. Določeni so bili najvišji pretoki visokih voda (tabela 2), to je ordinate visokovodnih valov Q100 za sedanje in načrtovano stanje za različna trajanja padavin. Krivulje visokovodnih valov za sedanje in načrtovano stanje so bile izdelane za visoke vode Q100 za različna trajanja padavin.

Računsko območje	Prispevna površina (km ²)	Q100 sedanje (m ³ /s)	Q100 načrtovano (m ³ /s)	Povečanje (m ³ /s)
Fakulteta za farmacijo FFA	0,020736	0,166 (120)	0,283 (60)	0,117
Fakulteta za strojništvo FS	0,022270	0,179 (120)	0,379 (45)	0,200

Tabela 2: Prispevne površine z vrednostmi visokih vod Q100 za sedanje in načrtovano stanje ter povečanje pretokov (v oklepajih je merodajno trajanje padavin v minutah)

Z ozirom na dejstvo, da so površine, ki pripadajo posamezni fakulteti, sorazmerno majhne, povzročajo najvišje odtokove načrtovanega stanja intenzivne padavine krajšega trajanja. Pri obstoječem stanju, ko so površine še zatravljene z večjim deležem ponikanja, pa so merodajne padavine z daljšim trajanjem. V oklepajih v tabeli 2 so navedena trajanja padavin, ki povzročijo najvišji pretok pri sedanjem stanju in za načrtovane razmere.

Procentualno povečanje 100 letnih maksimalnih odtokov na FFA bo 70,5 %, na FS pa bo 211,7 %.

Tako veliko povečanje odtokov je zaradi tega, ker so v sedanjem stanju te površine travniške, pri načrtovanem stanju pa bodo v veliki meri pozidane s pripadajočimi utrjenimi funkcionalnimi površinami.

V nadaljevanju hidrološkega poročila so bile določene prostornine odtekajoče vode (prostornine visokovodnih valov) za sedanje in načrtovano stanje za vsako fakulteto posebej za različna trajanja padavin. Na osnovi primerjav hidrogramov odtoka med sedanjim in načrtovanim stanjem pa so določene prostornine potrebnih zadrževalnikov (tabela 3).

Računsko območje	Prostornina vala sedanje (m ³)	Prostornina vala načrtovano (m ³)	Potrebno zadrževanje (m ³)
Fakulteta za farmacijo FFA	1.195	1.703	219 (120)
Fakulteta za strojništvo FS	1.195	2.165	423 (120)

Tabela 3: Vrednosti prostornin valov posameznih fakultet obstoječega in načrtovanega stanja in potrebno zadrževanje (v oklepajih je merodajno trajanje padavin v minutah)

V oklepajih so navedena trajanja padavin, pri katerih je potrebno največje zadrževanje padavinske vode s posamezne površine.

3.2 PREDVIDENA ODVODNJA

Odvodnjavanje objektov obeh fakultet vključno z utrjenimi funkcionalnimi površinami mora potekati v Glinščico. Pri tem pa je nujno zadrževanje povečanja odtoka padavinskih vod v določenih zadrževalnikih, prostorninsko določenih v tej študiji.

4 POPLAVNE RAZMERE

Spodaj opisane poplavne razmere se nanašajo na razmere, ko bo zgrajen nasip vzdolž desnega brega Glinščice od POT-i do nadvišanja ob FKKT (prikazan na sliki 1). Izgradnja nasipa po dokumentaciji PZI »Načrt visokovodnega nasipa ob Glinščici dolvodno od POT-i«, IZVO-Vodar d.o.o., št. proj. IV-100/19-PZI je eden izmed omilitvenih ukrepov veljavnega OPPN Brdnikova in je predpogoj za gradnjo predmetnih fakultet FFA in FS. V sklopu gradnje novih fakultet FKKT in FRI na ustreznem nadvišanju so bili na levem bregu Glinščice izvedeni omilitveni ukrepi: nadvišanje

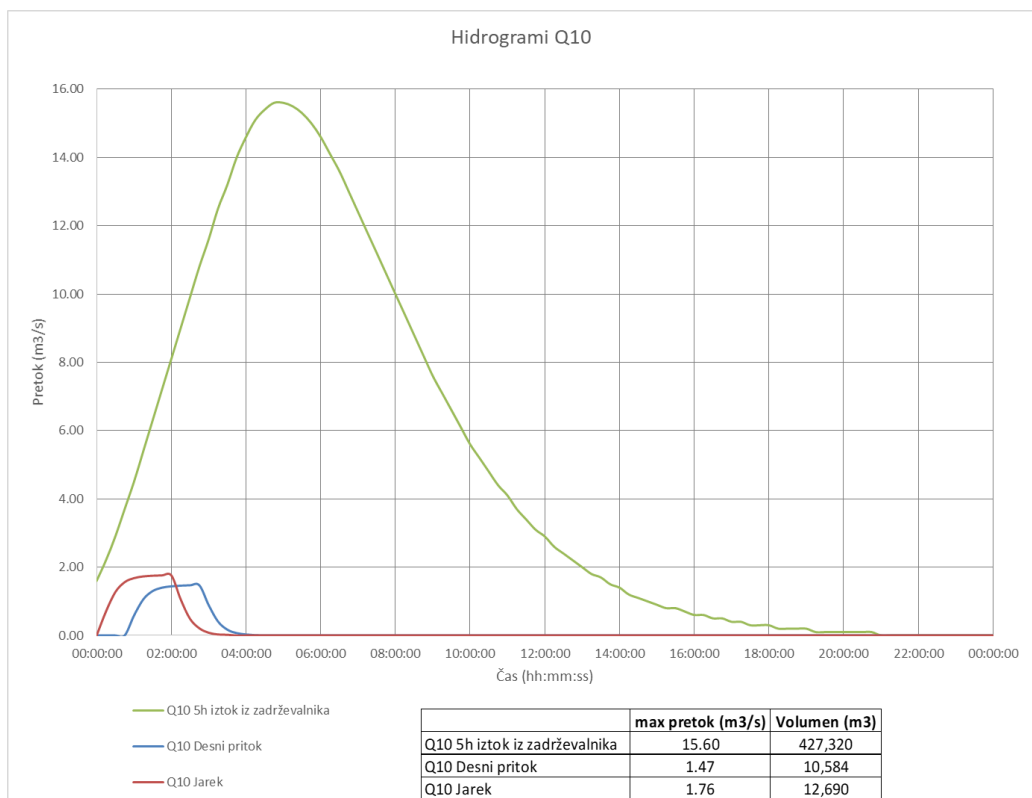
obrežnih zidov levo in desno ob potoku Rakovnik, protipoplavni zid na levem bregu Glinščice južno od BF in protipoplavni nasip na vzhodu BF.

Poplavne razmere so bile določene z uporabo programskega orodja MIKE FLOOD (Danish Hydraulic Institute). Za izdelavo HHA je bilo potrebno za realno določitev gladin Glinščice in globin vode na poplavnih površinah na levem in desnem bregu Glinščice uporabiti programsko orodje MIKE FLOOD (Danish Hydraulic Institute), ki omogoča dvo dimenzijsko modeliranje vodnega toka. Ta program je sestavljen iz modulov MIKE 11 in MIKE 21. S prvim so bili izdelani 1D računi vodnega toka na osnovi izmerjenih prečnih prereзов Glinščice. Z modulom MIKE 21 pa je bil na 3D modelu terena analiziran 2D površinski tok poplavnih vod izven struge Glinščice. MIKE FLOOD z interakcijo med 1D in 2D modelom omogoča določitev prelivanja vod iz osnovne struge (MIKE 11) na poplavno območje (MIKE 21) in obratno. Poplavne razmere so bile izdelane na osnovi meril in pogojev, ki jih določa »Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja« (Ur. L. RS, št. 89/2008) - v nadaljevanju »Uredba«. Pri tem je bilo potrebno upoštevati »Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti« (ur. list RS 60/2007) – v nadaljevanju »Pravilnik«.

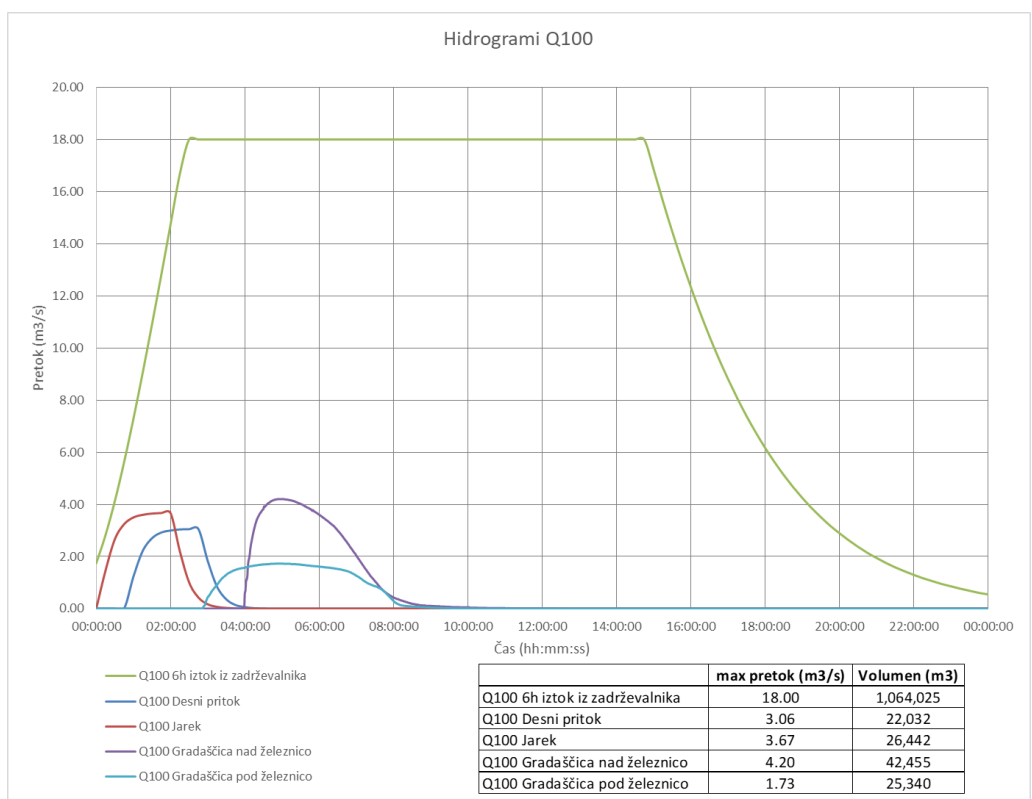
Hidravlični model obsega območje pričakovanih poplav od Ulice Roberta Blinca do izpod sotočja Glinščice z mestno Gradaščico. Hidravlično je bila modelirana struga Glinščice z vsemi premostitvami, Desni pritok Glinščice z nadvišanim desnim bregom in jarek po južnem robu doline Glinščice vključno s kanaliziranim delom fi 80 cm vzdolž Bizjakove ulice. Pri tem modelu velikosti 1000x550 celic so uporabljene celice 3x3m. **Pri modeliranju struge Glinščice je upoštevano tudi nadvišanje desnega brega gorvodno od nove FKKT na dolžini ca 204 m, kot je predvideno v OPPN Brdnikova.**

Za izničenje vpliva **spodnjih robnih pogojev** je bil izdelan tako velik model območja, da spodnji robni pogoji na izračun v območju veljavnosti rezultatov ne vplivajo

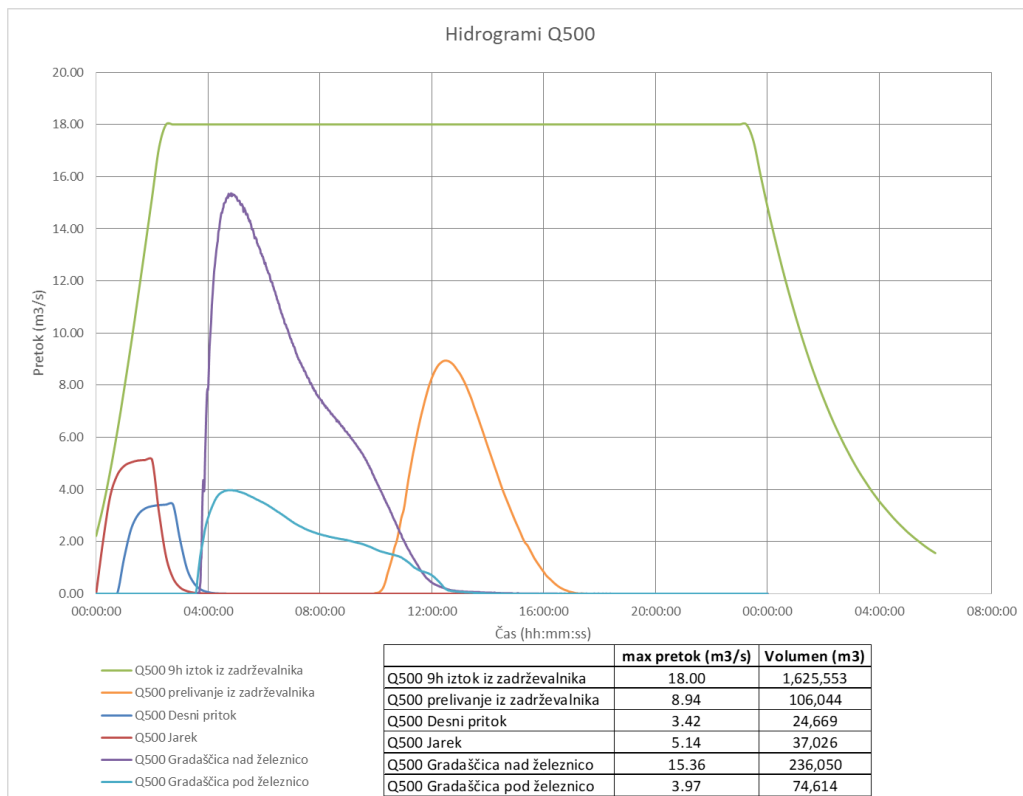
Za **zgornje robne pogoje** modelov so bili uporabljeni hidrogrami prikazani na *slikah 2, 3 in 4*, ki so bili določeni v okviru predhodnih hidroloških študij.



Slika 2: Merodajni hidrogrami Q10 dolvodno od Ulice Roberta Blinca.



Slika 3: Merodajni hidrogrami Q100 dolvodno od Ulice Roberta Blinca.



Slika 4: Merodajni hidrogrami Q500 dolvodno od Ulice Roberta Blinca.

Uporabljeni koeficienti hrapavosti n_g v osnovni strugi Glinščice znašajo **od 0.034 do 0.04**, n_g desnega pritoka znašajo **0.04**, uporabljeni n_g za jarek po južnem robu doline pa znašajo 0.06. Upoštevani koeficienti n_g na poplavnih območjih pa znašajo **0.04**.

4.1 HIDRAVLIČNI RAČUNI

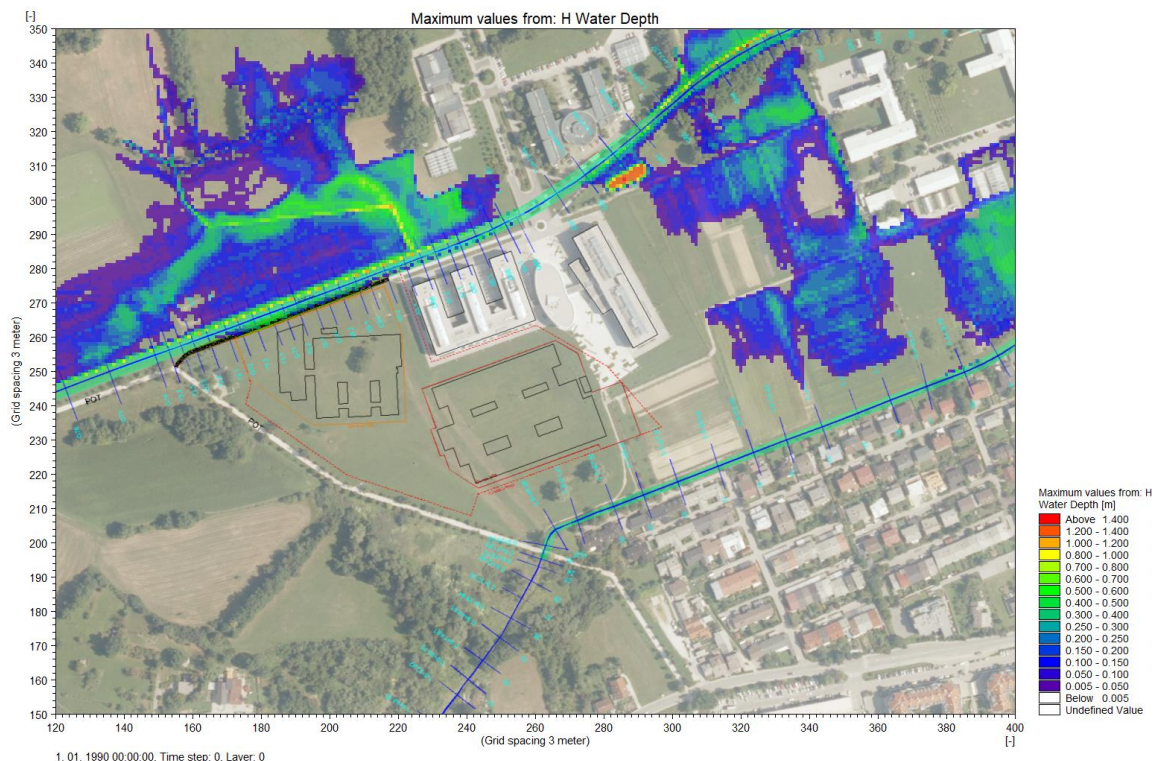
V hidravličnih računih je upoštevano, da skozi zapornični objekt izteka največ 18m³/s. Pri tem so bili izvedeni hidravlični računi za merodajne pretoke Q10, Q100 in Q500.

Poplavne razmere so prikazane na slikah poplavnih globin za posamezne visoke vode.

4.1.1 Visoke vode Q10

Iz zadrževalnika bi pri Q10 odtekalo do največ 15,6m³/s, pri tem pa bi bila prostornina iztekajočega vala 427.320 m³. Visoke vode bi prelivale levi breg dolvodno od Ulice Roberta Blinca do NIB-a med G65 in G79. Poplavne površine na tem območju se namreč tudi po izgradnji vseh protipoplavnih ukrepov iz OPPN Brdnikova ohranjajo. Z upoštevanjem načrtovanega nasipa na desnem bregu Glinščice od poti do nadvišanja za FKKT in FRI, voda pri Q10 ne bi prelivala desnega brega na območju OPPN 65.

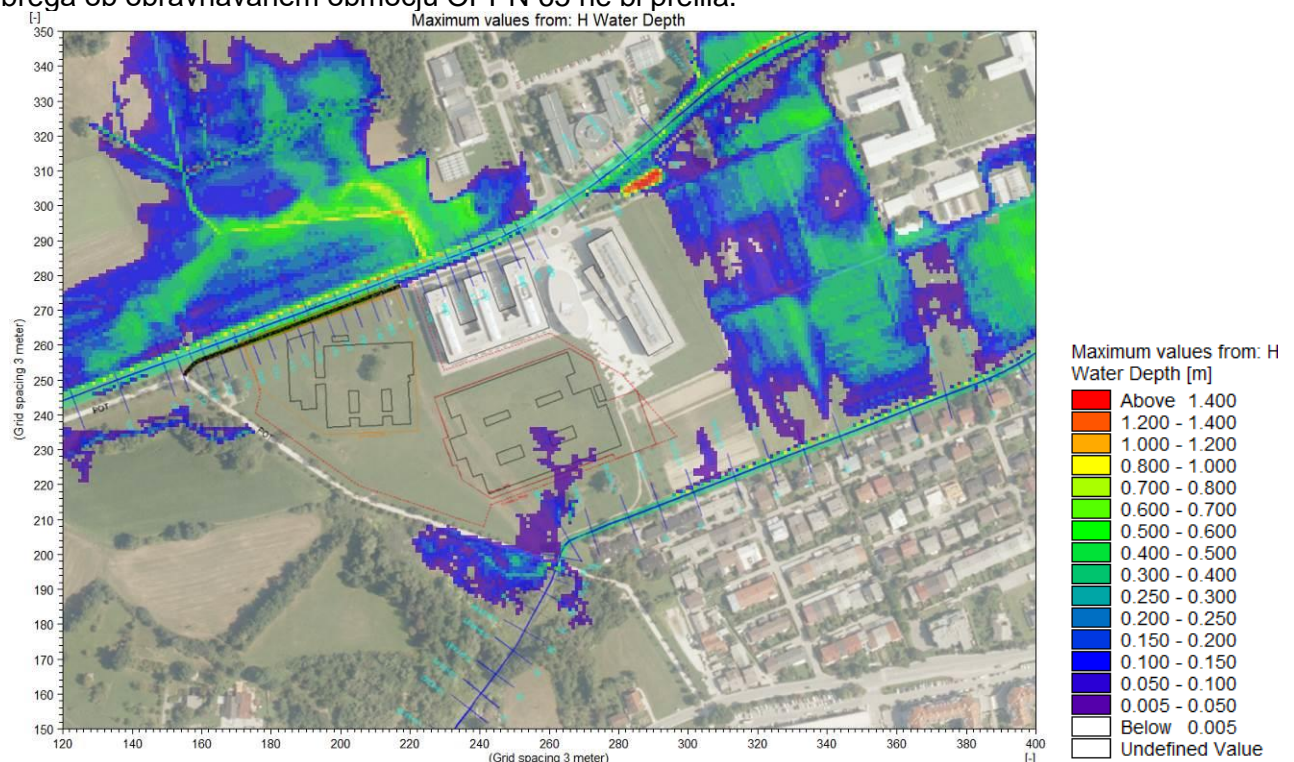
Visoke vode Q10 jarka po južnem robu doline Glinščice bi na obravnavanem območju OPPN-65 odtekale v celoti znotraj obstoječega korita (*slika 5*).



Slika 5: Poplavne razmere pri pretoku Q10 dolvodno od zadrževalnika.

4.1.2 Visoke vode Q100

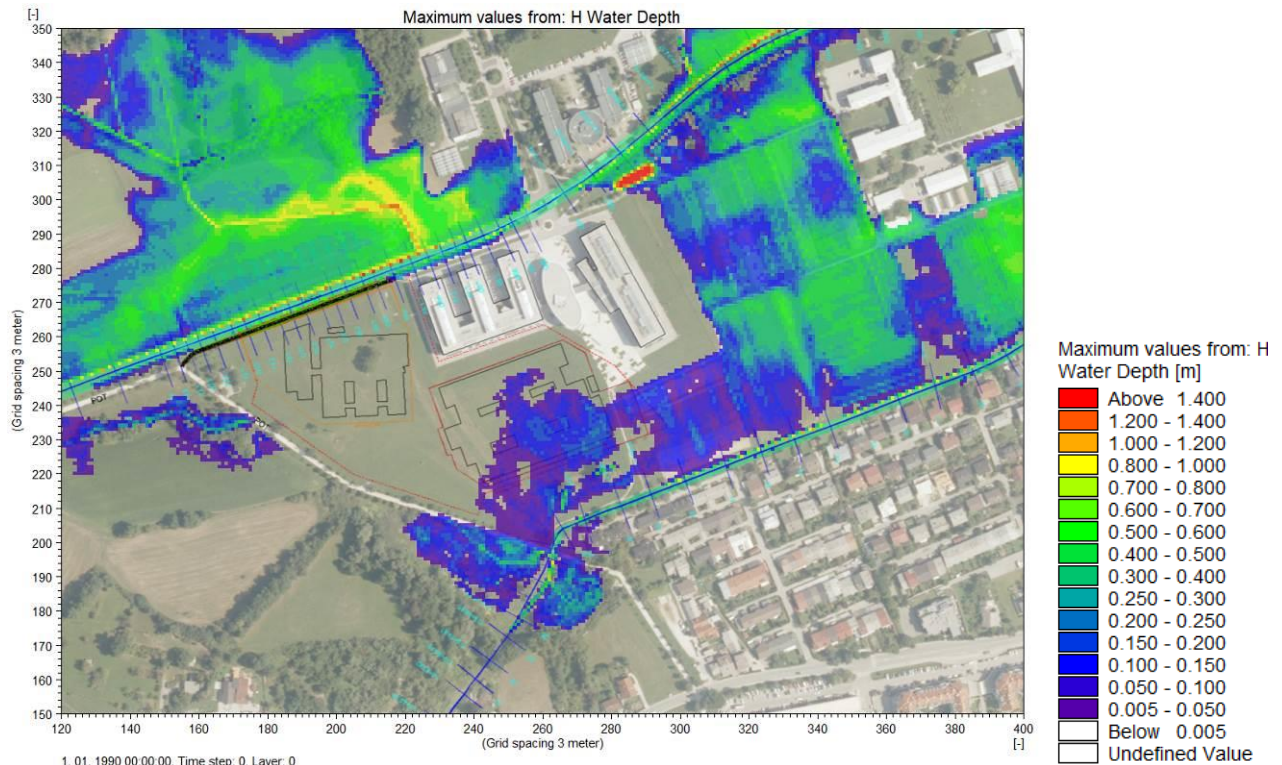
Iz zadrževalnika bi odtekalo do največ 18,0m³/s, pri tem pa bi bila prostornina iztekajočega vala 1,064.025 m³. Visoke vode bi prelivale levi breg dolvodno od Ulice Roberta Blinca do NIB-a med G65 in G79 ter dolvodno od NIB-a med G60 in G54 podobno kot pri Q10, le z večjimi globlinami. Visoka voda Q100 z upoštevanjem načrtovanega nasipa na desnem bregu Glinščice desnega brega ob obravnavanem območju OPPN 65 ne bi prečila.



Slika 6: Poplavne razmere pri pretoku Q100 dolvodno od zadrževalnika.

Visoke vode Q100 jarka po južnem robu doline Glinščice pa bi zaradi premajhnega prepusta pod Potjo prelivale levi breg. Pri tem bi manjši del vode poplavlil zelo majhno površino območja predvidene FS (cca 639m²) s povprečno globino 3 cm (slika 6). Najvišja izračunana globina bi znašala 7cm, prostornina vode pri Q100 na območju predvidene FS pa 20.6m³.

4.1.3 Visoke vode Q500



Slika 7: Poplavne razmere pri pretoku Q500 dolvodno od zadrževalnika.

Iz zadrževalnika bi odtekalo do največ 18,0m³/s (prostornina iztekajočega vala bi bila 1,625.553 m³), Ulico Roberta Blinca bi na lokaciji prečkanja s Potjo prelivalo do največ 8,94 m³/s (prostornina prelivajočega vala bi bila 106.044m³).

Visoke vode bi poplavliale v podobnem obsegu kot pri Q100 s tem, da bi bile globine večje. Iz zadrževalnika ob Desnem pritoku bi odtekalo do 3,42/s (prostornina iztekajočega vala bi bila 24.669 m³). Po kanalu fi 80cm in vzdolž Bizjakove ulice bi odtekal pretok do 5,14m³/s (prostornina iztekajočega vala bi bila 37.026 m³).

Desnega brega ob obravnavanem območju OPPN-65 visoke vode Q500 z upoštevanjem nadvišanega desnega brega ne bi prelivale. Visoke vode Q500 jarka po južnem robu doline Glinščice pa bi zaradi premajhnega prepusta pod Potjo prelivale levi breg tako, da bi poplavne vode poplavile večji del površine območja predvidene FS (cca 5634m²) s povprečno globino 9cm (slika 7). Najvišja izračunana globina bi znašala 23cm, prostornina vode pri Q500 na območju predvidene FS pa 527m³.

Vzhodno od območja OPPN-65 bi se poplavne vode jarka združile s poplavnimi vodami, ki prelivajo desni breg Glinščice med novo fakulteto FRI in staro BF.

4.2 VIŠINSKE KOTE POPLAVNIH VOD

Višinske kote gladin poplavnih voda Q100 in Q500 na območju OPPN-65 so situacijsko prikazane v grafični prilogi »2.Situacija« in navedene v tabeli 4.

LOKACIJA	Kota pri Q100	Kota pri Q500
Vzhodno od FRI in FS od juga proti Glinščici	296,79 - 297,22	296,88 – 297,31
Jugovzhodno od FS od vzhoda proti Poti	296,83 – 297,89	296,96 – 297,92
Na območju FS	297,14	297,26
Ob Poti, jugozahodno od meje OPPN-65 od juga proti Glinščici	297,89 – 297,86	297,92 – 297,97
Vzdolž Glinščice med prerezi G68.1 in G73	297,78 – 297,97	297,97 – 298,08

Tabela 4: Višinske kote poplavnih vod različnih pogostosti na posameznih lokacijah na območju OPPN-65

Pri višinskem umeščanju funkcionalnih površin ob objektih in pritličja je potrebno upoštevati izračunane kote visokih vod Q100 z dodatno varnostjo vsaj 0,50 m. Tako zasnovane višine omogočajo tudi varnost pred visoko vodo Q500.

5 ZAKLJUČEK

5.1 ZADRŽEVANJE PADAVINSKIH VOD

S predlaganim zadrževanjem dela padavinskih vod z območja OPPN-65 se odtočne razmere zaradi pozidav in pripadajočih ureditev znotraj posameznih fakultet na Glinščici ne bodo poslabšale. Tako ne bo prišlo do dodatnih obremenitev s površinsko padavinsko vodo Glinščice in naseljenih površin dolvodno.

S predlaganim zadrževanjem dela padavinskih vod ne bo vpliva na pretočno sposobnost Glinščice. Ponikanje dela padavinskih vod na obravnavanem območju zaradi hidrogeoloških razmer ni možno.

5.2 POPLAVNE RAZMERE

Iz hidravličnih računov izhaja, da je gradnja **Fakultete za farmacijo** glede poplavnih razmer po izvedbi desnoobrežnega nasipa ob Glinščici v celoti dopustna, saj na območju ni prisotnega razreda poplavne nevarnosti.

Iz rezultatov hidravličnega računa za območje **Fakultete za strojništvo** pa izhaja, da je manjši del površine pri Q100 poplavljen z globinami do 7 cm, kar pomeni da ta del leži v razredu majhne poplavne nevarnosti. Na večjem delu površin FS pa je prisoten tudi razred preostale poplavne nevarnosti, saj je iz rezultatov hidravličnega računa za visoke vode Q500 razvidno, da visoke vode Q500 poplavijo te površine z globinami do 23cm.

Smatramo, da je predvidena gradnja po izgradnji desnoobrežnega nasipa ob Glinščici **dopustna** ob pogoju izvedbe omilitvenega ukrepa nadvišanja terena na koto vsaj Q100 z dodatno varnostno višino 0,5m. Območje nadvišanja je prikazano v grafični prilogi »1.Pregledna situacija« Prav tako je potrebno ustrezno zadržati povečan odtok padavinskih voda, kot izhaja iz priloženih hidroloških osnov.

Ljubljana, april 2021

Pripravila:

Franci Rojnik, univ. dipl. inž. grad.

Andraž Rojnik, univ. dipl. inž. vki.