

TEHNIČNO POROČILO

1. PREDHODNA DOKUMENTACIJA
2. UVOD
3. OBSTOJEČE STANJE
4. UPORABLJENI MODELI
 - 4.1 Model HEC - RAS
 - 4.2 Model HEC - HMS
5. PODATKI ZA MODELIRANJE IN ANALIZO
 - 5.1 Podatki o značilnostih povodja
 - 5.2 Padavine
 - 5.3 Hidrološki podatki
 - 5.4 Geometrijski podatki
6. PREDVIDENI UKREPI
7. SUHI ZADRŽEVALNIK
 - 7.1 Projektna poplava
 - 7.2 Predvidena zasnova zemeljske pregrade
 - 7.3 Zbirni jarek
 - 7.4 Vtočni objekt
 - 7.5 Objekt za regulacijo pretoka
 - 7.6 Varnostni preliv in podslapje
 - 7.7 Suhi zadrževalnik
8. ANALIZA PREDVIDENEGA STANJA
9. ZAKLJUČEK

1. PREDHODNA DOKUMENTACIJA

- [1] Lidar posnetek, maj 2023,
- [2] Pravilnik DWA, Navodila DWA-M 522Slo, Male pregrade in mali visokovodni zadrževalniki, IZS, maj 2015,
- [3] Povratne dobe padavin,
https://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/tables/precip_return_periods_newer/,
- [4] HES HMS, User manual,
<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/latest>
- [5] HEC RAS, User manual, <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rasum/latest>,
- [6] Geološko geomehanski in hidrogeološki elaborat, 5265-293/2022-01, Jure Hočevlar, Geologija d.o.o., julij 2023

2. UVOD

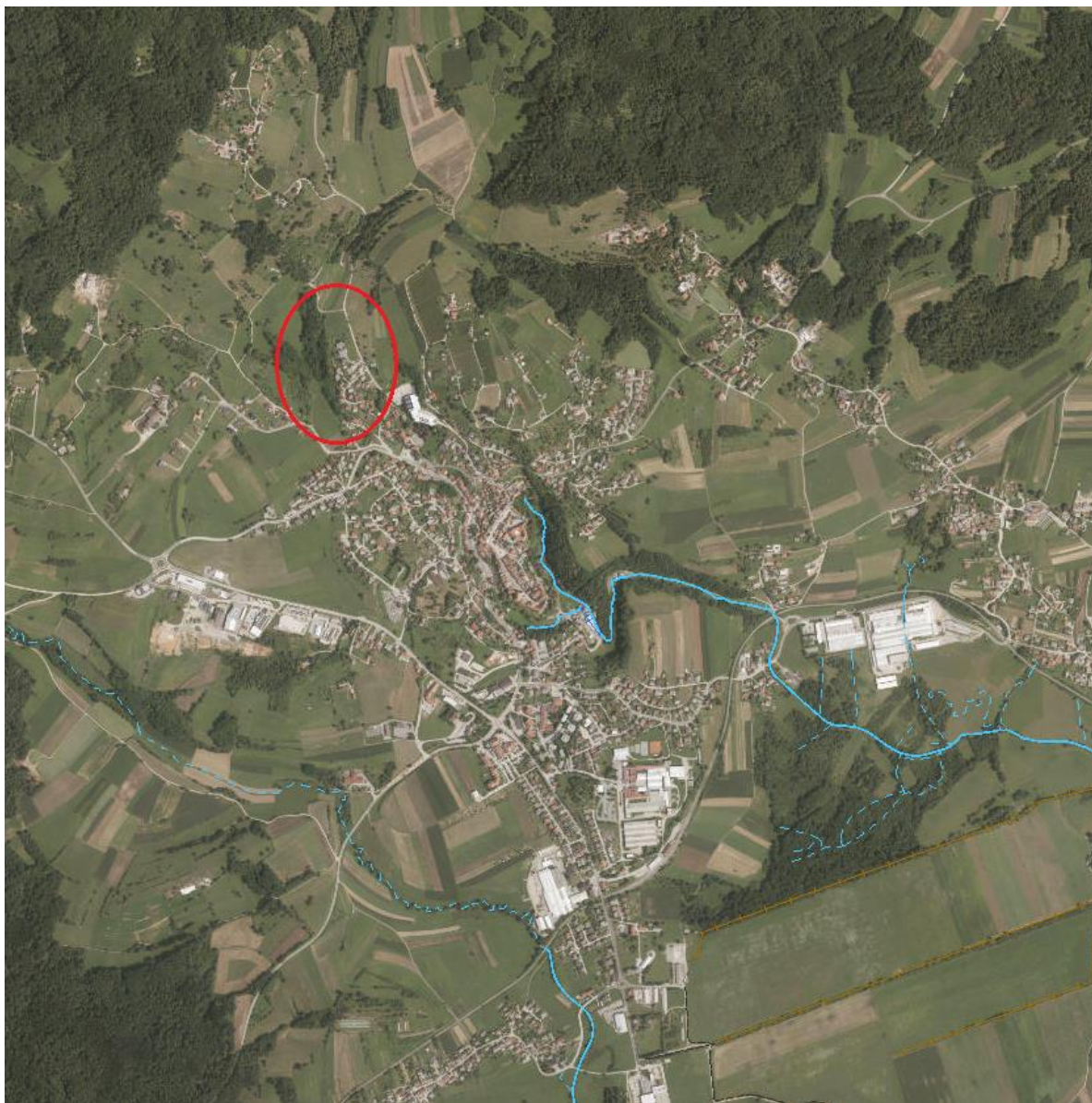
Opis predvidene ureditve

Na območju z gozdom porasle grape vzhodno od Trdinove ulice se uredi suhi zadrževalnik padavinskih voda. Za ureditev zadrževalnika se uporabi obstoječo konfiguracijo grape v kateri se na najožjem delu izvede nasuti jez s prelivom in cevno dušilko. V zadrževalnik se bodo stekale tako padavinske vode iz celotnega sedanjega prispevnega zaledja kakor tudi iz dela rekonstrukcije ceste Trdinove ulice in izgradnje športnega parka Metlika. Namen zadrževalnika je zadržati padavinsko vodo v času nalivov ter jo nato postopoma preko cevne dušilke in odtočnega kanala/jarka odvajati v obstoječo mešano kanalizacijo v južnem delu Trdinove ulice. Z ureditvijo zadrževalnika se bo glede na sedanje razmere ob nalivih zmanjšal hipni dotok v mešano kanalizacijo, hkrati pa se bo preprečilo nadaljnje poplavljanje dvorišč in ceste v južnem delu Trdinove ulice.

3. OBSTOJEČE STANJE

V severnem delu naselja Metlika je v obstoječem stanju mešana kanalizacija, ki odvaja tako komunalno, kot padavinsko odpadno vodo.

Na območju Trdinove poti 3 in 3a prihaja v obstoječem stanju do problema s poplavljanjem zalednih voda, saj odvodnja le teh ni ustrezno urejena. Po naravni grapi, pritečejo namreč zaledne vode, ki pa se na območju poselitve razlivajo po terenu.



Slika 1: Območje suhega zadrževalnika

(http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso).



Slika 2:
Problematična lokacija, kjer v obstoječem stanju prihaja do razlivanja zaledne vode po površini.

4. UPORABLJENI MODELI

4.1 Model HEC - RAS

Program HEC-RAS je namenjen za izračune enodimenzionalnega stalnega in nestalnega neenakomernega toka odprtih vodotokov. Razvit je bil pri Hydrologic Engineering Center (HEC) - US Army Corps of Engineers. Primeren je za modeliranje toka v strugi vodotokov, kjer prevladuje tok v eni smeri oz. kjer lahko predpostavimo takšne razmere.

Program HEC-RAS odpravlja večino težav starejših enodimenzionalnih modelov pri netočnem izračunu hitrosti vode v strugi in na poplavnih območjih. Omogoča razdelitev prečnega profila na posamezne lamele in določitev nekaterih hidravličnih parametrov. Ker je model enodimenzionalen, upošteva le hitrosti vodnih delcev v smeri toka. Program je primeren za izračun hidravličnih razmer na objektih v in ob rečnem koritu.

Vnos vhodnih podatkov poteka preko grafičnega uporabniškega vmesnika (GUI - graphical user interface), s poudarkom na enostavni uporabi programa ob hkratnem zagotavljanju učinkovitosti.

Vmesnik vsebuje sklope:

- Upravljanje z datotekami,
- Vnos in urejanje podatkov,
- Hidravlične analize,
- Tabelarični in grafični prikaz vhodnih in izhodnih podatkov,
- Beleženje zaznamkov,
- Pomoč po sklopih.

HEC-RAS sistem sestavljajo štiri komponente enodimenzijskih analiz:

- Izračun stalnega toka vodne površine,
- Simulacija nestalnega toka,
- Izračun transporta plavin,
- Analiza kvalitete vode.

V našem primeru smo za modeliranje uporabili model HEC – RAS, ki omogoča 2D modeliranje na podlagi numerične mreže obravnavanega območja.

4.2 Model HEC - HMS

Program je v osnovi namenjen modeliranju padavinskega odtoka s povodji ter poplav. Računalniški program je razvil Hidrološki inženirski center ameriške vojske in je namenjen modeliranju padavinskega odtoka s povodij. Izračunane hidrograme v programu lahko uporabimo direktno ali pa v povezavi z drugo programsko opremo. Celoten model je sestavljen iz treh osnovnih modulov. To so modul povodja, meteorološki modul in kontrolni modul. V model povodja je možen vnos fizičnih lastnosti povodja. Sestavljajo pa ga elementi kot so povodje, odsek, vozlišče, itd. V elemente povodja je potrebno vnesti sledeče količine:

- velikost oziroma površino povodja (km²),
- metoda izračuna izgub,
- metoda transformacije.

Meteorološki model nam omogoča vnos padavinskega dogodka. Pri izdelavi modela sem v ta namen določil čas koncentracije obravnavanih povodji.

Z modeli hidrograme enote poskušamo simulirati površinski odtok. Metoda sintetičnih hidrogramov enote se uporabljajo pri transformaciji efektivnih padavin v iztok s povodja, ko ne razpolagamo z meritvami ali pa te niso dovolj točne, da bi lahko oblikovali hidrogram enote. Sintetične hidrograme enote oblikujemo na podlagi določenih lastnosti povodja in različnih teoretičnih in empiričnih izhodišč.

Za izračun sintetičnega hidrograme enote smo izbrali SCS metodo. SCS metoda oceni presežke padavin kot funkcijo v celotnih padavin, pokrivnosti tal, rabe tal ter vlažnosti tal.

V izračunu smo uporabili naslednje podatke:

- dolžino vodotoka; dolžina vodotoka od razvodnice do hidrološkega profila,
- površino vodozbirnega zaledja,
- padec vodotoka,
- padavine,
- koeficient; določen na podlagi pokrivnosti in karakteristik tal

Uporabljen je bil sintetični hidrogram padavin, za določitev padavinskega dogodka je v HEC – HMS bil uporabljen model Frequency Storm, z najneugodnejšim padavinskim dogodkom.

Parameter SCS hidrograme enote je čas zakasnitve.

$$t_{pov} = L^{0,8} \frac{(S_r + 25,4)^{0,7}}{28,14 * \sqrt{Y}}$$

kjer so:

L dolžina povodja [km]

S_r maksimalna retenzija povodja [mm]

Y naklon povodja [%]

$$S_r = \frac{25400 - 254 * CN}{CN}$$

5. PODATKI ZA MODELIRANJE IN ANALIZO

Osnova za hidrološko analizo, so geometrijski (dolžine povodij, naklon povodij) in hidrološki podatki (padavine) ter pokrovnost posameznega območja, ki so v nadaljevanju podani za posamezna območja.

Podatek, ki predstavlja pomembno komponento v analizi, je pretok s povratno dobo 100 let (Q_{100}), ki smo ga izračunali.

Na osnovi teh podatkov za obravnavano območje lahko izdelamo karte razredov poplavne nevarnosti, torej za obstoječe stanje, pred predvidenim posegom.

Na osnovi teh podatkov za obravnavano območje lahko določimo obseg poplav in koto vode pri nastopu stoletnega pretoka Q_{100} .

Na podlagi podatkov o višinah vode smo določili potrebne ukrepe, da se ob izvedenem posegu ne poslabša stanje okolja.

5.1 Podatki o značilnostih povodja

Za določitev pretoka Q_{100} smo potrebovali podatke o značilnosti povodji oz. podpovodij (velikost, padec, dolžina, CN).

Značilnosti povodja

Povodja so bila razdeljena na podpovodja, tako je bil najprej določen pretok na posameznem podpovodju, nato pa še za celotno območje (za vsako podpovodje površina, dolžina in padec povodja).

Padavinske izgube so bile določene po SCS klasifikaciji. Glede na rabo tal in odtočni potencial je bil določen parameter CN (curve number). Agencija ameriškega ministrstva za kmetijstvo The soil conservatipon service (SCS) je na podlagi poskusov izdelala klasifikacijo različnih vrst zemljine glede na njihovo prepustnost. Lastnosti zemljine so opisane s koeficientom CN, ki zajema vpliv pedologije, rabe tal in predhodne vlažnosti zemljine.

Preglednica 1: Koeficient CN za urbanizirane površine (Brilly in Šraj, 2006).

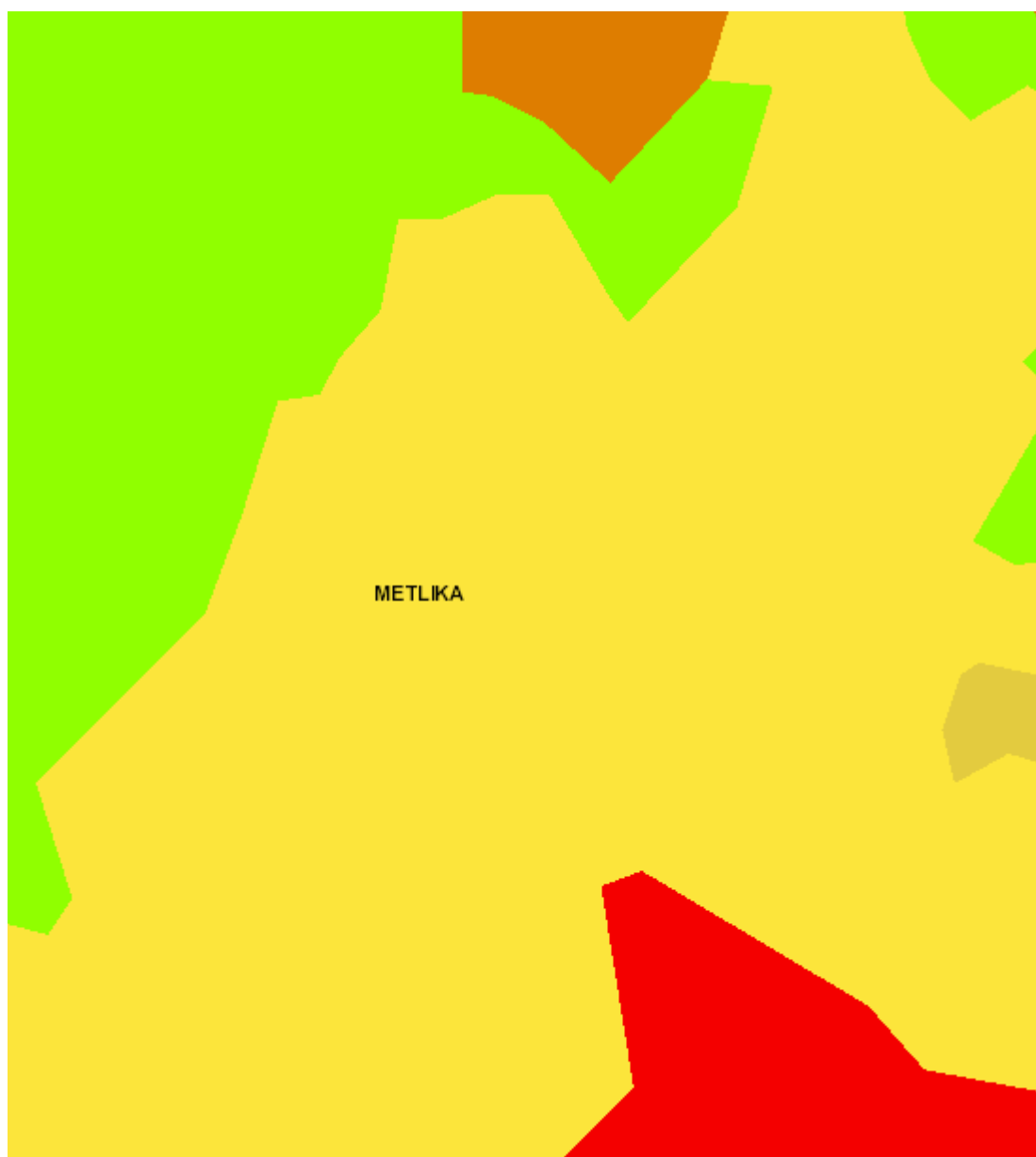
Raba tal	% neprep. površin	Vrednosti CN glede na odtočni potencial			
		A	B	C	D
<i>Odprte površine (parki, nasadi, golf igrišča, pokopališča itd.)</i>					
slabi pogoji (pokritost s travo < 50 %)		68	79	86	89
povprečni pogoji (pokritost s travo 50 % do 75 %)		49	69	79	84
dobri pogoji (pokritost s travo > 75 %)		39	61	74	80
<i>Neprepustne površine</i>					
tlakovane površine, strehe, ceste		98	98	98	98
tlakovane ulice in ceste z robniki in kanaliziranimi odtoki		98	98	98	98
tlakovane ulice in ceste z odprtimi kanali		83	89	92	93
makadamske ceste (pesek)		76	85	89	91
neobdelane poti (zemlja)		72	82	87	89
<i>Urbana območja</i>					
komercialna in poslovna območja	85	89	92	94	95
industrijska območja	72	81	88	91	93
<i>Stanovanjske površine</i>					
povprečna velikost parcele do 500 m ²	65	77	85	90	92
povprečna velikost parcele 1000 m ²	38	61	75	83	87
povprečna velikost parcele do 1300 m ²	30	57	72	81	86
povprečna velikost parcele do 2000 m ²	25	54	70	80	85
povprečna velikost parcele do 4000 m ²	20	51	68	79	84
povprečna velikost parcele do 8000 m ²	12	46	65	77	82

Preglednica 2: Koeficient CN za ostala kmetijska zemljišča (Brilly in Šraj, 2006).

Raba tal	Hidrol. pogoji	Vrednosti CN glede na odtočni potencial			
		A	B	C	D
Pašnik, prerija	slabi	68	79	86	89
	povprečni	49	69	79	84
	dobri	39	61	74	80
Travnik, košen	-	30	58	71	78
	slabi	48	67	77	83
	povprečni	35	56	70	77
	dobri	30	48	65	73
Gozd v kombinaciji s travo (plantaže, sadovnjaki)	slabi	57	73	82	86
	povprečni	43	65	76	82
	dobri	32	58	72	79
Gozd	slabi	45	66	77	83
	povprečni	36	60	73	79
	dobri	30	55	70	77
Kmetija s poslopjem, podeželsko cesto in okoliškimi parcelami	-	59	74	82	86

Preglednica 3: Koeficient CN za obdelana kmetijska zemljišča (Brilly in Šraj, 2006).

Raba tal	Hidrol. pogoji	Vrednosti CN glede na odtočni potencial			
		A	B	C	D
<i>Ledina, neobdelan svet</i>					
gola zemljina	-	77	86	91	94
delno poraščena zemljina (ostanki posevkov)	slabi ¹	76	85	90	93
	dobri ²	74	83	88	90
<i>Poljščine v vrsti</i>					
v ravni vrsti	slabi	72	81	88	91
	dobri	67	78	85	89
v ravni vrsti, delna poraščenost	slabi	71	80	87	90
	dobri	64	75	82	85
po plastnicah	slabi	70	79	84	88
	dobri	65	75	82	86
po plastnicah, delna poraščenost	slabi	69	78	83	87
	dobri	64	74	81	85
po plastnicah in na terasah	slabi	66	74	80	82
	dobri	62	71	78	81
po plastnicah in na terasah, delna poraščenost	slabi	65	73	79	81
	dobri	61	70	77	80
<i>Nizka žita</i>					
v ravni vrsti	slabi	65	76	84	88
	dobri	63	75	83	87
v ravni vrsti, delna poraščenost	slabi	64	75	83	86
	dobri	60	72	80	84
po plastnicah	slabi	63	74	82	85
	dobri	61	73	81	84
po plastnicah, delna poraščenost	slabi	62	73	81	84
	dobri	60	72	80	83
po plastnicah in na terasah	slabi	61	72	79	82
	dobri	59	70	78	81
po plastnicah in na terasah, delna poraščenost	slabi	60	71	78	81
	dobri	58	69	77	80
<i>Gosto sejane stočnice ali kolobarjeni travnik</i>					
v ravni vrsti	slabi	66	77	85	89
	dobri	58	72	81	85
po plastnicah	slabi	64	75	83	85
	dobri	55	69	78	83
po plastnicah in na terasah	slabi	63	73	80	83
	dobri	51	67	76	80



Slika 3: Pokrovnost tal, na območju obravnave (Atlas okolja, http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso, 19.04.2023).

V preglednici 4 so podane značilnosti obravnavanega povodja, za katere je bilo potrebno določiti pretok Q_{100} .

Preglednica 4: Značilnosti povodja posameznih potokov.

		gozd	meš.kmet. pov.	njiv.pov.	pašniki	urbano	CN	Sr	Ia	L	Y	Tp	neprep. površ.	TLAG	Tp[min]	TLAG [min]
ZALEDJE	F [km ²]	0.47	0.31	0	0	0	68	117	23	1.992	6.00	0.81	0.0	0.5	48.7	29.2
	0.78 [%]	60.26	39.74	0.00	0.00	0.00										

5.2 Padavine

V študiji so uporabljeni podatki o ekstremnih padavinah, določeni po Gumbelovi metodi [3]. Vhodni podatki so večletni nizi meritev padavin z ombrografi, osnovni podatek pa 5 minutne padavine. Podatki o intenzivnih padavinah so določeni na podlagi trajanja naliva od 5 minut do 24 ur.

POVRATNE DOBE ZA EKSTREMNE PADAVINE

Postaja: NOVO MESTO
Obdobje: 1970 - 2012

Višina padavin (mm)

trajanje padavin	POVRATNA DOBA						
	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	8	11	13	16	18	20	23 mm
10 min	13	17	20	24	27	30	34 mm
15 min	16	22	26	31	35	39	44 mm
20 min	19	26	31	37	41	46	51 mm
30 min	22	31	38	45	51	57	65 mm
45 min	25	36	43	52	58	65	74 mm
60 min	26	38	46	55	62	69	79 mm
90 min	29	42	51	63	71	79	90 mm
120 min	31	45	54	66	75	84	95 mm
180 min	34	48	58	69	78	87	98 mm
240 min	37	51	60	71	80	88	100 mm
300 min	40	53	62	73	81	89	100 mm
360 min	42	55	63	74	82	90	100 mm
540 min	47	60	69	80	88	96	107 mm
720 min	50	65	74	86	95	104	116 mm
900 min	53	68	77	89	98	107	119 mm
1080 min	55	70	80	92	101	110	122 mm
1440 min	59	74	84	97	106	116	128 mm

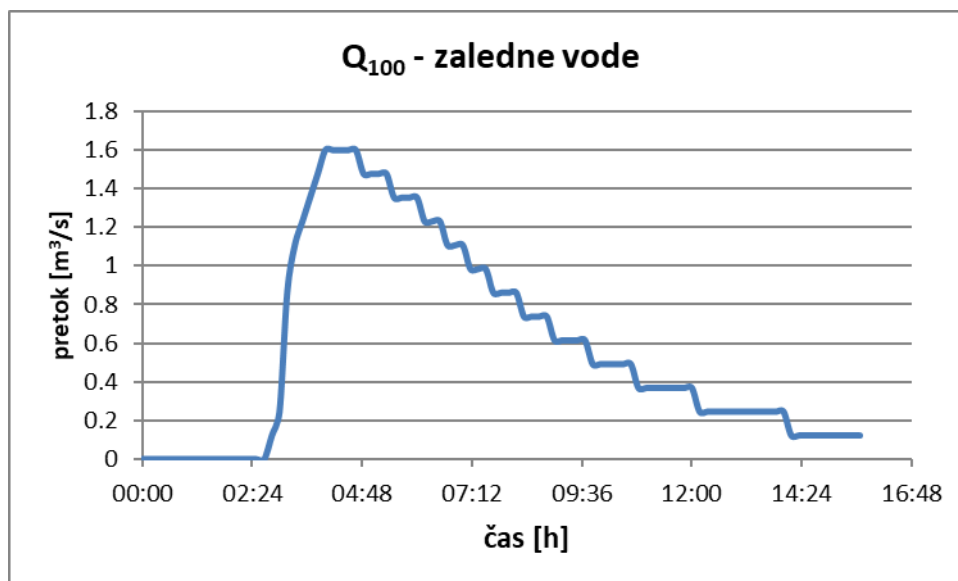
Preglednica 5: Povratne dobe ekstremnih padavin po Gumbelovi metodi za merilno postajo Novo Mesto (https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/return-periods/Novo%20mesto.pdf).

5.3 Hidrološki podatki

Na osnovi podatkov o zaledju in padavinah (meteorološka postaja Novo mesto) smo določili hidrogram odtoka zalednih voda za Q_{100} , ki je bil osnova za izračun pretokov vseh ostalih povratnih dob oziroma projektne poplave.

Izračunan pretok zaledja stoletne povratne dobe znaša

$$Q_{100} = 1,60 \text{ m}^3/\text{s}$$



Slika 4: Hidrogram pretoka zalednih voda.

Zaradi stanja v prostoru (teren, ki je posajen z velikim številom vrtač, kamor odteka zaledna voda in zgornjega robnega pogoja, ki ga predstavlja vtok dveh cevi dimenzije DN500 mm in nadvišana cesta) pri računu bil upoštevan naslednji stoletni pretok zalednih voda

$$Q_{100} = 0,189 \text{ m}^3/\text{s}$$

K tej vrednosti je potrebno prišteti še količino padavinskih voda, ki pritekajo iz predvidenega športnega parka in znašajo

$$Q_{\text{pad}} = 0,747 \text{ m}^3/\text{s}$$

Računski pretok, ki smo ga uporabili pri izračunu pregrade tako znaša.

$$Q_{100} = 0,94 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.4 Geometrijski podatki

Na voljo smo imeli geodetski posnetek obravnavanega območja (http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso), na podlagi katerega smo lahko pripravili 2D numerični model.

Geodetski načrt

Na podlagi geodetskega načrta smo določili zgornji in spodnji robni pogoj in naklon poplavne ravnine, ki je potreben pri analizi z modelom HEC-RAS.

6. PREDVIDENI UKREPI

Na obravnavnem območju je predvidena rekonstrukcija ceste Trdinove ulice in izgradnja športnega parka Metlika, zato je potrebno urediti odvodnjo padavinskih voda.

Padavinske vode zaradi dejstva, da lokacija leži v 1. vodovarstvenem območju ne moremo ponikati, kar bi sicer bila prioriteta rešitev. Na obravnavanem območju prav tako ni vodotokov, kamor bi se po zadrževanju odvajale padavinske vode.

Predvidena ureditev zato predvideva izgradnjo zemeljske pregrade in ureditvijo suhega zadrževalnika, ki bo preko cevne dušilke DN250 mm odvajal padavinsko odpadno vodo na obstoječi mešan kanal.

S cevno dušilko bomo pretok zaledja (stoletne povratne dobe) in padavinske dotoka iz predvidenega športnega parka (izračun prikazan v poglavju 5.) iz $0,94 \text{ m}^3/\text{s}$ znižali na $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$. (preračun dušilke je prikazan v nadaljevanju v poglavju 7).

Poleg padavinske odpadne vode je pri tem potrebno upoštevati tudi zaledne vode, ki se že v obstoječem stanju v času padavinskih dogodkov stekajo v grapo.

Pretok, ki se naj izteka pod pregrado ni določen, je pa zaradi dejstva, da ne želimo poslabšati stanja na obstoječem kanalizacijskem sistemu, potrebno skozi cev spuščati čim manjšo količino vode, ampak tako da ne poslabšamo stanja v prostoru.



Slika 5:

Lokacija predvidene zemeljske pregrade in suhega zadrževalnika.



Slika 6:

Mesto priključevanja na obstoječo mešano kanalizacijo v Trdinovi ulici.

7. SUHI ZADRŽEVALNIK

Na osnovi terenskega ogleda smo določili lokacijo predvidene zemeljske pregrade, za katero je predviden suhi zadrževalnik.

Suhi zadrževalnik nima stalne vodne površine, saj pri nižjih pretokih voda neovirano odteka po obstoječi strugi. Pregrada z odtočno odprtino na dolvodnem robu zadrževalnika poskrbi, da iz zadrževalnika odteka samo določena količina vode, ko se te vrednosti presežene, pa se voda prične razlivi po površinah ob strugi in polniti retenzijski prostor za pregrado.

Za izračun oziroma postavitve modela pregrade in določitev količine zalednih voda smo uporabili modela HEC RAS oziroma HEC HMS.

Za projektiranje zemeljske pregrade, ki se klasificira med male pregrade oziroma male visokovodne zadrževalnike, smo uporabili navodila in enačbe iz pravilnika DWA [2]. Višina pregrade od najnižje točke dolvodne struge znaša 6,0 m, volumen zadrževanja pa približno 15.660 m³, kar uvršča predvideno pregrado in suhi zadrževalnik med **malo zajezitev**.

7.1 Projektna poplava

Za projektiranje predvidenega malega visokovodnega zadrževalnika smo najprej izbrali projektno poplavo oziroma smo določili pretoke za dimenzioniranje prelivov (BHQ₁) in preverjanje varnosti zajezitvenih objektov pred porušitvijo (BHQ₂).

Računske stoletne poplavne vode smo določili, kot že opisano v poglavju 5., za vse ostale povratne dobe pa smo uporabili enačbo iz pravilnika DWA [5].

$$HQ_n = MHQ + (HQ_{100} - MHQ) \times c_n$$

kjer so

MHQ povprečni visokovodni pretok, kjer lahko privzamemo HQ₂

c_n faktor odvisen od povratne dobe (podan v preglednici 6)

Preglednica 6: Faktor c_n po Kleeberg in Schumann (2001) [5].

n (leta)	100	200	500	1.000	5.000
c _n	1,0	1,3	1,6	1,9	2,5
OPOMBA: c _n faktor po KLEEGERG & SCHUMANN (2001) n povratna doba					

Na podlagi tega smo določili projektno poplavno, za oba primera, primer brez upoštevanje dolvodne havarije in z upoštevanje dolvodne havarije.

Preglednica 7: Določene vrednosti projektne poplave.

	računske poplavne vode	
mala zajezitev	BHQ ₁ [m ³ /s]	BHQ ₂ [m ³ /s]
večji vplivi dolvodno v primeru havarije	2×10^{-3} (500 let)	2×10^{-4} (5000 let)
izračunane vrednosti	1.29	1.82
manjši vplivi dolvodno v primeru havarije	1×10^{-2} (100 let)	1×10^{-3} (1000 let)
izračunane vrednosti	0.94	1.47

7.2 Predvidena zasnova zemeljske pregrade

Telo pregrade je oblikovano kot zemeljska pregrada, s širino krone 3,0 m (minimalna širina krone pri zemeljski pregradi [5]), in koto pregrade ki je izračunana v nadaljevanju.

Naklon pregrade je na vodni in zračni strani v razmerju 1:2 [5].

Vgrajeni material in način vgrajevanja morata zagotavljati ustrezno stabilnost in tesnjenje pregrade tudi v kritičnih razmerah.

V telo pregrade se vgradi kamnit material iz kamnoloma, dopustna je tudi vgradnja primerne materiala iz morebitnih bližnjih gradbišč (jalovina). Slednja se lahko vgradi tako na vodni kot zračni strani nasipa. Osrednji del telesa pregrade mora biti izgrajen z ustreznim materialom iz kamnoloma.

Pred pričetkom gradnje zemeljske pregrade je potrebno ustrezno pripraviti temeljna tla – v debelini 50 cm se odstrani humusni sloj, ki se ga kasneje lahko uporabi za rekultivacijo površin.

Temeljna tla suhega zadrževalnika predstavlja glina. V primeru, da se suhi zadrževalnik gradi na raščeni kamninski podlagi iz apnenca, je potrebno izvesti tesnjenje med pregrado in raščeno kamninsko podlago tako, da je onemogočeno zatekanje vode v apnenec. Predlagamo, da se neprepustno folijo položi na apnenec in prekrije z glino.

Na suhi dolvodni strani pregrade je na stiku pregrade s tlemi predviden drenažni tepih debeline 0,3 m, ki bo razbremenil porne tlake. Drenažni tepih je potrebno zaviti v filc, da ne pride do zablatenja.

Za vgradnjo materiala v jedro pregrade predlagamo slabo prepusten glinast material s koeficientom prepustnosti 1×10^{-6} m/s ali manj. Nasip se izvaja po slojih debeline 30 cm.

Gorvodno je potrebna stabilizacija severo -vzhodne brežine na območju okrog 100 do 170 m nad pregrado. Obseg sanacija določi nadzorni geolog.

Kota pregrade glede na izračune prikazan v preglednicah 8-11, kjer je pri izračunu upoštevana projekta poplava in nadvišanje zaježitve, ki predstavlja seštevek nadvišanja zaradi plimovanja (h_{Au}) oziroma višino vzpenjanja vala po pobočju in dviga gladine zaradi plimnega vala v smeri delovanja vetra (h_{Wi}), kar je opisano v dodatku D Pravil DWA [5].

Osnova za izračun kote pregrade so bile višine poplavne vode ki nastanejo za pregradnim telesom; le te smo določili s pomočjo analize modeliranja s programom HEC-RAS (prikazano v poglavju (8).

Glede na spodnje izračune je določena višina pregrade **173,85 m.n.v.**

Pri projektiranju so se upoštevale hidrološke razmere so opisane v geološko geomehanskem poročilu [6].

Preglednica 8: Izračun kote pregrade z nadvišanjem za BHQ₁ (100 let).

RAČUN NADVIŠANJE PREGRADE		
Q100	[m ³ /s]	0.94
h(Q100)	[m.n.v.]	171.94
krona - širina	[m]	3.00
naklon pobočja		1:2
naklon pobočja θ	[°]	26.57
naklon pobočja θ	[rad]	0.46
povprečna nadmorska višina dna	[m.n.v.]	169.50
povprečna globina zadrževalnika D	[m]	2.44
osnovna hitrost vetra v ₀	[m/s]	20.00
osnovna hitrost vetra v ₀	[km/h]	72.00
razmerje hitrosti vetra med odprtim morjem in kopnim K		1
hitrost vetra v; v=v ₀ *K	[km/h]	72.00
dolžina delovanja vetra, ki deluje v smeri pod kotom α Li	[km]	0.18
kot pod katerim deluje veter α	[°]	0.00
kot pod katerim deluje veter α	[rad]	0.00
efektivna dolžina delovanja vetra Le; Le=(ΣLi*cosαi)/Σcosαi	[km]	0.18
merodajna višina valov v zadrževalniku hv; hv=0.005*v ^{1.06} *Le ^{0.47}	[m]	0.2078
merodajna dolžina vala v zadrževalniku lv; lv=0.17*v ^{0.88} *Le ^{0.56}	[m]	2.8045
višina vzpenjanja valov po pobočju h_{Au}; h_{Au}=hv/(0.4+(hv/hl)^{0.5}*cotθ	[m]	0.2201
nadvišanje zaradi pojava plimnega vala v smeri dleovanja vetra h_{wi}; h_{wi}=v²*L/(6.3*10⁴*D)	[m]	0.0061
skupna višina pregrade	[m]	172.17

Preglednica 9: Izračun kote pregrade z nadvišanjem za BHQ₂ (1000 let).

RAČUN NADVIŠANJE PREGRADE		
Q1000	[m ³ /s]	1.47
h(Q1000)	[m.n.v.]	173.61
krona - širina	[m]	3.00
naklon pobočja		1:2
naklon pobočja θ	[°]	26.57
naklon pobočja θ	[rad]	0.46
povprečna nadmorska višina dna	[m.n.v.]	169.50
povprečna globina zadrževalnika D	[m]	4.11
osnovna hitrost vetra v ₀	[m/s]	20.00
osnovna hitrost vetra v ₀	[km/h]	72.00
razmerje hitrosti vetra med odprtim morjem in kopnim K		1
hitrost vetra v; v=v ₀ *K	[km/h]	72.00
dolžina delovanja vetra, ki deluje v smeri pod kotom α Li	[km]	0.19
kot pod katerim deluje veter α	[°]	0.00
kot pod katerim deluje veter α	[rad]	0.00
efektivna dolžina delovanja vetra Le; Le=(ΣLi*cosαi)/Σcosαi	[km]	0.185
merodajna višina valov v zadrževalniku hv; hv=0.005*v ^{1.06} *Le ^{0.47}	[m]	0.2105
merodajna dolžina vala v zadrževalniku lv; lv=0.17*v ^{0.88} *Le ^{0.56}	[m]	2.8479
višina vzpenjanja valov po pobočju h_{Au}; h_{Au}=hv/(0.4+(hv/hl)^{0.5}*cotθ	[m]	0.2231
nadvišanje zaradi pojava plimnega vala v smeri dleovanja vetra h_{wi}; h_{wi}=v²*L/(6.3*10⁴*D)	[m]	0.0037
skupna višina pregrade	[m]	173.84

Preglednica 10: Izračun kote pregrade z nadvišanjem za BHQ₁ (500 let).

RAČUN NADVIŠANJE PREGRADE		
Q500	[m ³ /s]	1.29
h(Q500)	[m.n.v.]	173.16
krona - širina	[m]	3.00
naklon pobočja		1:2
naklon pobočja θ	[°]	26.57
naklon pobočja θ	[rad]	0.46
povprečna nadmorska višina dna	[m.n.v.]	169.50
povprečna globina zadrževalnika D	[m]	3.66
osnovna hitrost vetra v ₀	[m/s]	20.00
osnovna hitrost vetra v ₀	[km/h]	72.00
razmerje hitrosti vetra med odprtim morjem in kopnim K		1
hitrost vetra v; v=v ₀ *K	[km/h]	72.00
dolžina delovanja vetra, ki deluje v smeri pod kotom α Li	[km]	0.18
kot pod katerim deluje veter α	[°]	0.00
kot pod katerim deluje veter α	[rad]	0.00
efektivna dolžina delovanja vetra Le; Le=(ΣLi*cosαi)/Σcosαi	[km]	0.18
merodajna višina valov v zadrževalniku hv; hv=0.005*v ^{1.06} *Le ^{0.47}	[m]	0.2078
merodajna dolžina vala v zadrževalniku lv; lv=0.17*v ^{0.88} *Le ^{0.56}	[m]	2.8045
višina vzpenjanja valov po pobočju h_{Au}; h_{Au}=hv/(0.4+(hv/hl)^{0.5}*cotθ	[m]	0.2201
nadvišanje zaradi pojava plimnega vala v smeri dleovanja vetra h_{wi}; h_{wi}=v²*L/(6.3*10⁴*D)	[m]	0.0040
skupna višina pregrade	[m]	173.38

Preglednica 11: Izračun kote pregrade z nadvišanjem za BHQ₂ (5000 let).

RAČUN NADVIŠANJE PREGRADE		
Q5000	[m ³ /s]	1.82
h(Q5000)	[m.n.v.]	173.63
krona - širina	[m]	3.00
naklon pobočja		1:2
naklon pobočja θ	[°]	26.57
naklon pobočja θ	[rad]	0.46
povprečna nadmorska višina dna	[m.n.v.]	169.50
povprečna globina zadrževalnika D	[m]	4.13
osnovna hitrost vetra v ₀	[m/s]	20.00
osnovna hitrost vetra v ₀	[km/h]	72.00
razmerje hitrosti vetra med odprtim morjem in kopnim K		1
hitrost vetra v; v=v ₀ *K	[km/h]	72.00
dolžina delovanja vetra, ki deluje v smeri pod kotom α Li	[km]	0.19
kot pod katerim deluje veter α	[°]	0.00
kot pod katerim deluje veter α	[rad]	0.00
efektivna dolžina delovanja vetra Le; Le=(ΣLi*cosαi)/Σcosαi	[km]	0.185
merodajna višina valov v zadrževalniku hv; hv=0.005*v ^{1.06} *Le ^{0.47}	[m]	0.2105
merodajna dolžina vala v zadrževalniku lv; lv=0.17*v ^{0.88} *Le ^{0.56}	[m]	2.8479
višina vzpenjanja valov po pobočju h_{Au}; h_{Au}=hv/(0.4+(hv/hl)^{0.5}*cotθ	[m]	0.2231
nadvišanje zaradi pojava plimnega vala v smeri dleovanja vetra h_{wi}; h_{wi}=v²*L/(6.3*10⁴*D)	[m]	0.0037
skupna višina pregrade	[m]	173.86

Materiali, predvideni za vgradnjo v pregrado

Za posamezne izračune smo privzeli karakteristike materialov, ki so bile pridobljene s terenskimi raziskavami na obravnavanem območju. Za jedro nasipa smo privzeli geomehanske karakteristike gline obravnavanega območja, za drenažni tepih smo privzeli karakteristike drobljenca 16/32 ipd. Za doseganje ustreznih trdnostnih deformacijskih in hidravličnih karakteristik, ki so ključne za pravilno delovanje same pregrade, morajo vgrajene zemljine in materiali ustrezati navodilom DWA-M 522 Slo Male pregrade in mali visokovodni zadrževalniki.

Vsa zemeljska dela naj se izvaja v sušnem obdobju.

Pri izvedbi naj se izvaja geomehanski nadzor, kjer bo geomehanik preverjal dejanske razmere in morebitna odstopanja ter po potrebi podal dodatna navodila ter kontroliral nosilnost zadrževalnika.

Vplivi na plazljivost

Plazljiva območja so definirana v 88. členu Zakona o voda (ZV-1). S predvidenim posegom se v teren ne bo posegalo na načine, ki so prepovedani v 2. in 3. odstavku 88. člena ZV-1.

Obravnavano območje leži delno na območju zelo majhne verjetnosti pojavljanja plazov. Pri terenskem ogledu znakov plazenja nismo zaznali, zaradi posega in izvedbe suhega zadrževalnika vpliva na plazljivost ne bo. Predlagamo, da se stabilizira pobočje na vodni strani zadrževalnika, kjer je na pobočje nekontrolirano odložen izkopni material (zemljina z večjimi kosi kamnine).

Vodotesnost

Vodotesnost telesa pregrade se zagotovi z vgradnjo neprepustne PEHD geomembrane; v nadaljevanju je opisano polaganje potrebnih komponent, ki bodo zagotavljale vodotesnost pregrade.

- Polaganje zaščitnega geotekstila pod in nad PEHD geomembrano

Zaščitni geotekstil se polaga na izravnano, utrjeno podlago očiščeno kamenja. Geotekstil mora biti proizveden iz PP vlaken, s težo min. 800 g/m², minimalno natezno trdnostjo 45/45 kN/m' in minimalno statično prebojno trdnosti CBR = 9,00 kN (kot na primer Naue Secutex R801). Zaščitni geotekstil se polaga ročno, na stikih prekriva za min. 10 cm in termično spoji, zavari z vročim zrakom. Samo prekrivanje brez termičnega spajanja, varjenja ni dovoljeno.

- Polaganje in varjenje PEHD geomembrane

Kot tesnilni sloj se vgrajuje geomembrano oz. folijo iz umetnih mas, folijo iz polietilena visoke gostote z oznako PEHD. Uporabi se PEHD folijo debeline 2,00 mm z obojestransko hrupavo

površino. Minimalna zahtevana natezna trdnost folije je 25 N/mm², min. raztezek pri pretrgu je 700%, min. statična prebojna trdnost CBR = 4,7 kN. Folija mora biti skladna s harmoniziranim EU standardom SIST EN 13361 (Geosintetične ovire – Zahtevane karakteristike pri gradnji rezervoarjev in nasipov) in standardom SIST EN 13362 (Geosintetične ovire – Značilnosti, ki se zahtevajo pri gradnji kanalov). Iz Izjave o lastnostih mora biti razvidno, da gre za geomembrano.

Na brežinah se geomembrano sidra v ustrezen sidrni jarek in v času vgradnje vgradnje zasidra s kovinskimi sidri. Med izvajanjem polaganja geomembrane se za namen zaščite proti vetru oz. proti dvigu folije v vetrovnem vremenu uporablja protivetrno obtežbo (UV obstojne vreče napolnjene s peskom).

Folije ni dovoljeno polagati in variti pri preveliki vlagi (RH > 90%), rosi ali dežju, ter temperaturah nižjih od 5°C in višjih od 40°C. Pri polaganju se koristi opremo, ki ne more poškodovati folije. V času vgradnje se uporablja protivetrno zaščito (vreče s peskom), ki preprečujejo dvig folije v času vgradnje. Zvari morajo potekati v smeri, ki je vzporedna z nagibom (prekrivanje preklopov kot pri strešnikih). Vsa varilska dela pri varjenju termoplastov morajo izvajati strokovno usposobljeni varilci s certifikati za dvovarkovno in ekstruzijsko varjenje, skladno s harmoniziranim standardom EN 13067; Osebe za varjenje polimerov - Usposobljenost varilcev - Varjenje plastomerov.

- Varilska dela in testiranje varov

Izvajalec tesnjenja in varjenja pred pričetkom del pripravi okvirni polagalni plan, skrbi za sprotno notranjo kontrolo varjenja, protokole varjenja in protokole testiranja. Vsak dan pred pričetkom del mora izvajalec tesnjenja in varjenja opraviti destruktivni test varov za avtomatsko varjenje z vročo zagozdo/klinom ter destruktivni test varov za ekstruzijsko varjenje. Vse destruktivne teste je potrebno opraviti z avtomatiziranim tenziometrom pri hitrosti 50mm/min na vzorcih dimenzije 25x150mm in voditi dnevnik testov.

Testiranje naj temelji na standardu GRI-GM 19 (Geosynthetic Institute) in ostalimi GRI-GM standardi, ki so potrebni za destruktivno testiranje s tenziometrom.

Izvajalec varjenja izvaja testiranje avtomatskih zvarov s tlačnim preizkusom skladno s tehničnimi smernicami OENORM S 2076-1E ali ustreznim GRI-GM standardom. Sredinski tlačni kanal med dvema zvaroma se napolni s komprimiranim zrakom do 2 bara, zvar se opazuje 10 minut. Test je uspešen, če tlak v 10 minutah ne pade za več kot 10%. Morebitne neustrezne zware je potrebno označiti in ustrezno sanirati.

Ekstruzijski zvari se kontrolirajo z visokofrekvenčno napravo pod napetostjo 30-40 kV. Testiranje je pozitivno, če pri pregledu ni bila zaznana intenzivna iskra. Morebitne neustrezne zware je potrebno ustrezno sanirati.

7.3 Zbirni jarek

Za ustrezno delovanje suhega zadrževalnika je potrebno zagotavljati neoviran iztok iz pregrade oziroma vtoka na cevno dušilko zaradi tega je potrebno vtok ustrezno zaščititi pred plavjem, ki bi oviral iztok vode pod pregrado.

Na gorvodni strani je predvidena izgradnja zbirnega jarka, ki je obložen s kamenjem v betonu in vodotesno zavarovan, da se preprečuje vdor vode v pregradno telo.

Pred izvedbo je predvidena odstranitev humusnega sloja pod pregrado v debelini do 0,5m.

Temeljna tla bo potrebno ustrezno pripraviti – odstrani se humusni sloj, ki se ga kasneje lahko uporabi za rekultivacijo površin.

Zbirni jarek se izvede na sloju gline. Na temeljna tla se položi geotekstilni sloj. Zbirni jarek se položi na izravnano, utrjeno podlago, očiščeno kamenja.

Zbirni jarek se izvede iz kamna v betonu z naklonom brežin 1:1,5.

7.4 Vtočni objekt

Za ustrezno delovanje suhega zadrževalnika je potrebno zagotavljati neoviran iztok iz pregrade oziroma vtoka na cevno dušilko zaradi tega je potrebno vtok ustrezno zaščititi pred plavjem, ki bi oviral iztok vode pod pregrado.

Predviden je vtočni objekt je sestavljen iz naslednjih elementov:

- vtočnega jaška, ki se nahaja v samem telesu pregrade in omogoča odvajanje vode v primeru zamažitve talnega izpusta – dušilke, višine 4,0 m. Na vtoku v jašek je predvidena rešetka, ki preprečuje vdor plavja v cevno dušilko.
- betonskim vtokom pred vznožjem pregrade na vodni strani, ki omogoča vtok na cev DN 400, ki je speljana do vtočnega jaška; vtok ima betonsko dno, prav tako pa omogoča tudi strani vtok jarkov zalednih voda lociranih ob peti pregrade na vodni strani. Vtok je zaščiten z vertikalnimi palicami višine 1,0 m premera 22 mm vtisnjenih v beton, v razmaku 10 cm, ki preprečujejo vdor plavja v cev oziroma pod pregrado.
- zaščita vtoka, ki se nahaja cca 10 m od pete pregrade do betonskega vtoka; ta del se oblikuje s polaganjem kamnov v beton, pred tem pa so za dodatno zaščito pred večjim plavjem položena debla črne jelše premera 15 cm, na razmaku 0,5 m. Debla so dolžine 4,0 m in se vtisnejo v podlago, tako da višina nad terenom znaša 1,5 m.

7.5 Objekt za regulacijo pretoka

Za regulacijo pretoka je bila uporabljena cev, kot cevna dušilka, ki omeji dotočni pretok zaledja (stoletne povratne dobe) in padavinske dotoka iz predvidenega športnega parka (izračun prikazan v poglavju 5.) iz $0,94 \text{ m}^3/\text{s}$ znižali na $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$. (preračun dušilke je prikazan v nadaljevanju v poglavju 7). V spodnjih preglednicah je prikaza preračun cevne dušilke.

Preglednica 12: Zveza med koeficientom trenja in n_g .

ZVEZA MED KOEFICIENTOM TRENJA IN MANNINGOVIM KOEFICIENTOM HRAPAVOSTI				
(za tok v cevovodih v območju hidravlično hrapavih cevi)				
PODATKI:				
d=	250	mm		
ng=	0.011			
IZRAČUN:				
lambda=	0.02393			

Preglednica 13: Izračun energijskih izgub cevne dušilke DN250 mm, pri predvideni pregradi.

ENERGIJSKE IZGUBE				
izračun pretoka pri podanem padcu tlačne črte				
PODATKI:				
padec tl.črte	210	promil		
lok.izgube	1.5	suma ksi		
L=	24	m		
IZRAČUN:				
deltaE=	5.04	m		
v=	5.10	m/s		
Q=	0.25	m^3/s	250.5	l/s

Strojni izkop bo možno izvajati na celotni trasi dušilke; predvideno je polaganje cevne dušilke PVC DN 250 in vtočne cevi PVC DN 400 na betonsko posteljico debeline 10 cm (glej prilogo risbe, št. 04.01.01).

Tabela 1: Polaganje predvidenih cevovodov.

cevovod	debelina posteljice
PVC DN 250 mm	16 cm, betonska posteljica
PVC DN 400 mm	24cm, betonska posteljica

Pod betonsko posteljico je potrebno pred izvedbo zamenjati temeljna tal v debelini 0,60 m s tamponom frakcije 0-64 mm. Ta naj se uvalja v plasteh maksimalne debeline 20 cm. Končna zbitost

nasipa mora znašati $Evd \geq 40$ MPa. Predlagamo vgradnjo ločilnega geosintetika, ki pa ne sme prekinjati predvidene GCL folije ali njene navezave na objekt.

7.6 Varnostni preliv in podslapje

Varnostni preliv je predviden za vzpostavitev v funkcijo, samo v primeru izrednih razmer. Izvedba je predvidena tako, da je preliv bočno preko prelivnega vtoka, ki je predviden z leve in desne strani.

Dimenzije varnostnega preliva (preglednica 14) smo določili na podlagi podatka o višini kote poplavne vode pri pretoku Q_{500} oziroma Q_{100} in višine prelivnega sloja (preglednici 15 in 16).

Preglednica 14: Parametri preliva.

	kota pregrade	Q_{preliv}	B	h_{pr}
pretok	[m.n.v.]	[m ³ /s]	[m]	[m]
Q_{100}	173.85	0.69	5.0	0.21
Q_{500}	173.85	1.04	5.0	0.26

Preglednica 15: Izračun višine prelivnega sloja – Q_{100} .

IZRAČUN VIŠINE PRELIVNE SLOJA V RAZBREMENILNIH OBJEKTIH h_p								
(po fomuli Kolar st.203)								
Vhodni podatki:								
$Q_{\max}$ =	940.00	[l/s]	Največji dotok					
Q_{ab} =	250.00	[l/s]	Predvideni odtok					
$Q_p=Q_{\max}-Q_p$ =	690.0	[l/s]						
l_p =	5.00	[m]	Dolžina prelivne stene					
koeficienti:								
m =	0.50		oblika prelivnega roba					
c =	1.00		faktor razmerja gladin					
h =	1.00		varnostni faktor (h =1.0-za prelive pravokotno na tok; h =1.5 za bočne prelive)					
Izračun:								
h_p =	0.206	[m]						
h_n =	20.6	[cm]						

Preglednica 16: Izračun višine prelivnega sloja – Q_{500} .

IZRAČUN VIŠINE PRELIVNE SLOJA V RAZBREMENILNIH OBJEKTIH h_p									
(po fomuli Kolar st.203)									
Vhodni podatki:									
$Q_{max}=$	1292.00	[l/s]	Največji dotok						
$Q_{\phi b}=$	250.00	[l/s]	Predvideni odtok						
$Q_p=Q_{max}-Q_p=$	1042.0	[l/s]							
$l_p=$	5.00	[m]	Dolžina prelivne stene						
koeficienti:									
$m=$	0.52		oblika prelivnega roba						
$c=$	1.00		faktor razmerja gladin						
$h=$	1.00		varnostni faktor ($h=1.0$ -za prelive pravokotno na tok; $h=1.5$ za bočne prelive)						
Izračun:									
$h_p=$	0.264	[m]							
$h_o=$	26.4	[cm]							

μ faktor, ki je odvisen od oblike prelivnega roba, ocenimo ga po sliki 7.25 [7]

Pri dvostranskih prelivih je treba izračunano dolžino povečati za 20 % [13] (glej npr. sliko 7.29)

c faktor, ki je odvisen od razmerja gladin, odčitamo iz tabele v sliki 7.26



Slika 7.25 Oblika prelivnih robov in faktor μ (bočni preliv)

Slika 8: Oblika prelivnega polja.

Preliv je ustrezno izveden za zaščito pregrade pred erozijskimi procesi, tako, da se izvede polaganje kamna $d = 80$ cm v beton. Na enak način se uredi podslapje, ki odvaja viške vode po terenu dolvodno.

Na osnovi prikazanih izračunov in izbrane višine pregrade, so v preglednici 17 prikazane karakteristike pregrade preglednici 18 posameznih prečnih profilov.

Preglednica 17: Karakteristika pregrade in zadrževalnika.

suhi zadrževalnik	površina [m ²]	volumen zadrževanja [m ³]	kota krone pregrade [mnv]	dolžina pregrade [m]
zadrževalnik Metlika	4474.5	15660.0	173.85	78.5

Preglednica 18: karakteristike zemeljske pregrade.

	pregrada	teren	višina	šir. krone	brežina 1:2	širina pete/temelja
METLIKA zemeljska pregrada	n.m.v.	n.m.v.	m	m	m	m
P1	173.85	173.85	0.00	3.00	0.00	3.00
P2	173.85	171.50	2.35	3.00	4.70	12.40
P3	173.85	171.40	2.45	3.00	4.90	12.80
P4	173.85	169.80	4.05	3.00	8.10	19.20
P5	173.85	168.74	5.11	3.00	10.22	23.44
P6	173.85	168.11	5.74	3.00	11.48	25.96
P7	173.85	167.87	5.98	3.00	11.96	26.92
P8	173.85	167.85	6	3.00	12.00	27.00
P9	173.85	168.92	4.93	3.00	9.86	22.72
P10	173.85	173.85	0	3.00	0.00	3.00

7.7 Suhi zadrževalnik

Kot že rečeno, je za pregrado predvideno območje suhega zadrževalnika, ki nima stalne vodne površine, saj pri nižjih pretokih voda neovirano odteka po obstoječi strugi. Pregrada z odtočno odprtino na dolvodnem robu zadrževalnika poskrbi, da iz zadrževalnika odteka samo določena količina vode, ko se te vrednosti presežene, pa se voda prične razlivi po površinah ob strugi in polniti retenzijski prostor za pregrado.

Za nemoteno zadrževanje vode na območju za pregrado in neoviran tok vode po poplavnem območju, je potrebno območje suhega zadrževalnika v fazi gradnje in fazi delovanja ustrezno urediti in vzdrževati.

- v fazi gradnje: potrebno očistiti območje vse zarasti (odstranitev - posek dreves, košnja trave, očiščenje struge – odstranitev zarasti in mulja); dela izvede izbrani izvajalec celotnega predvidenega projekta,

- v fazi delovanja: lastnik oziroma upravljalec pregrade in s tem suhega zadrževalnika mora skrbeti za vzdrževanje območja suhega zadrževalnika, kar pomeni košnjo trave (cca 2x letno, odstranjevanje zarasti in dreves).

Na območju suhega zadrževalnika je prepovedano sajenje dreves in ostale zarasti, prav tako je prepovedano postavljanje objektov.

V času visokih voda je prepovedano zadrževanje na tem območju, kar je navedeno na opozorilnih tablah.

Območje suhega zadrževalnika bo v času visokih voda napolnjeno z vodo, zato je potrebno brežini ob pregradi ustrezno zaščititi, za preprečitev delovanja erozivnih procesov. Levi in desni breg je ob pregradi cca 10 m na vsaki strani, do višine ojezeritve pri stoletnem pretoku $h(Q_{100}) = 171,94$ m.n.v., potrebno zaščititi s polaganjem kamnov v suho (dimenzije do $d = 80$ cm).

Omenjeno pobočje je v dosegu poplavne vode Q_{100} . Da ne bi prišlo do erozije navoženega materiala predlagamo, da se pobočje povrne v naravno stanje. Navoženi zemeljski material se prerazporedi po dnu grape. Večje kamnite kose se lahko uporabi pri izvedbi kamnite zložbe. Na očiščeno pobočje se izvede kamnita zložba v naklonu 2:1 do kote 172 m. Pobočje se stabilizira s kamnov v betonu, ki se ga temelji na glineno podlago. Odstrani se sloj 1 do globine 1 m pod koto terena. Temeljna glinena tla se uvalja, na tla se položi geotekstil. Na geotekstil se izvede nasip v debelini 0,5 m. Dve plasti po 0,15 m iz drobljenca fi 0/100 mm čez dve plasti debeline 0,1 m tampona 0/32 mm. Vsako plast posebej je potrebno uvaljati. V kolikor se pri gradbenih delih izkaže, da je raščena kamninska podlaga višje se temeljenje izvede na raščeno kamninsko podlago. Kontakt med podlago in kamnito zložbo mora biti vodo nepropusten.

Na osnovi prostorskih danosti smo določili predvideno območje zadrževanja, katerega površina znaša približno $A = 4475$ m², kar bi pri višini vode cca 3,5 m znašalo cca 15 660 m³ vode.

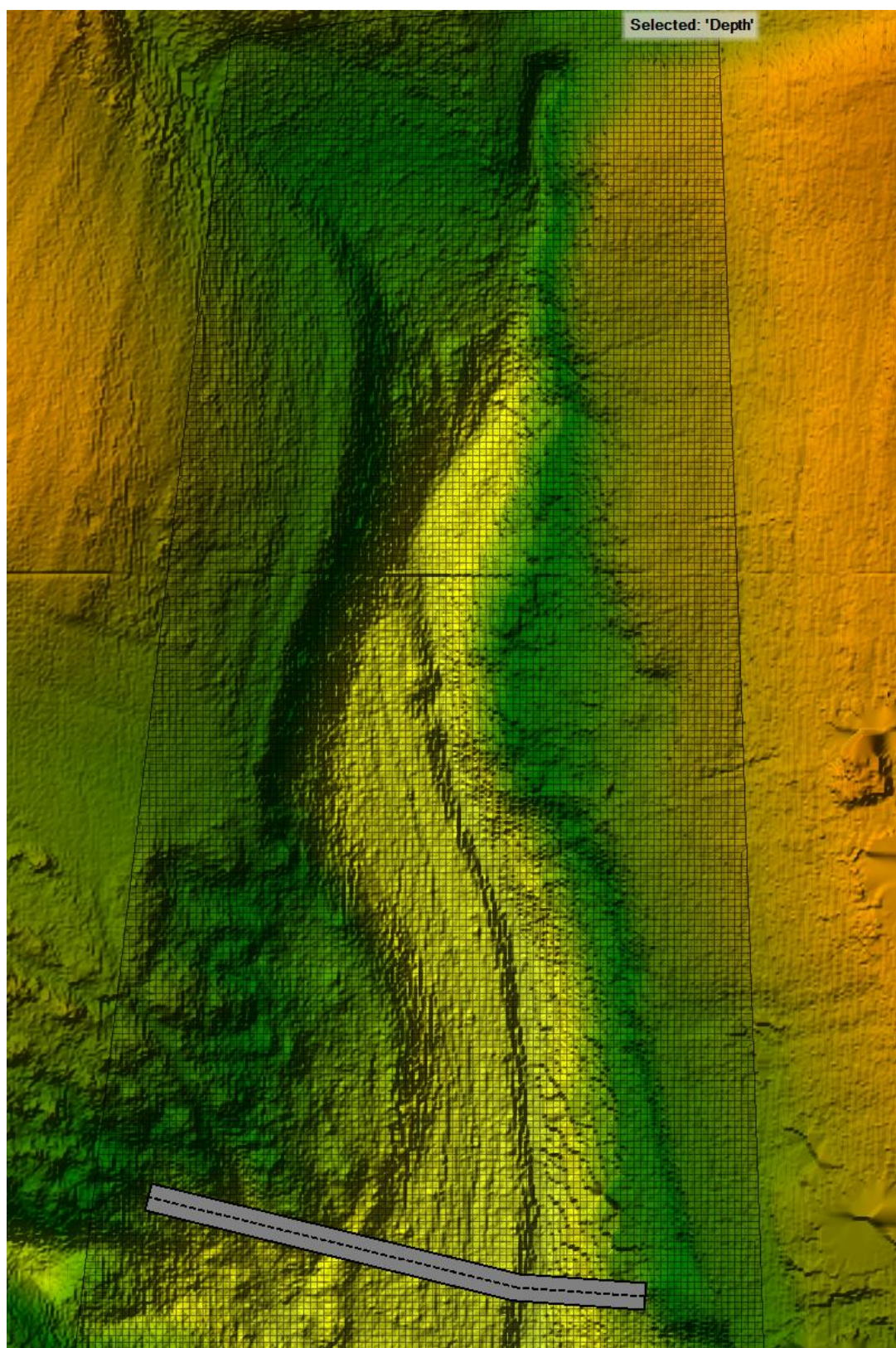
8. ANALIZA PREDVIDENEGA STANJA

Na osnovi podatkov o obstoječem stanju:

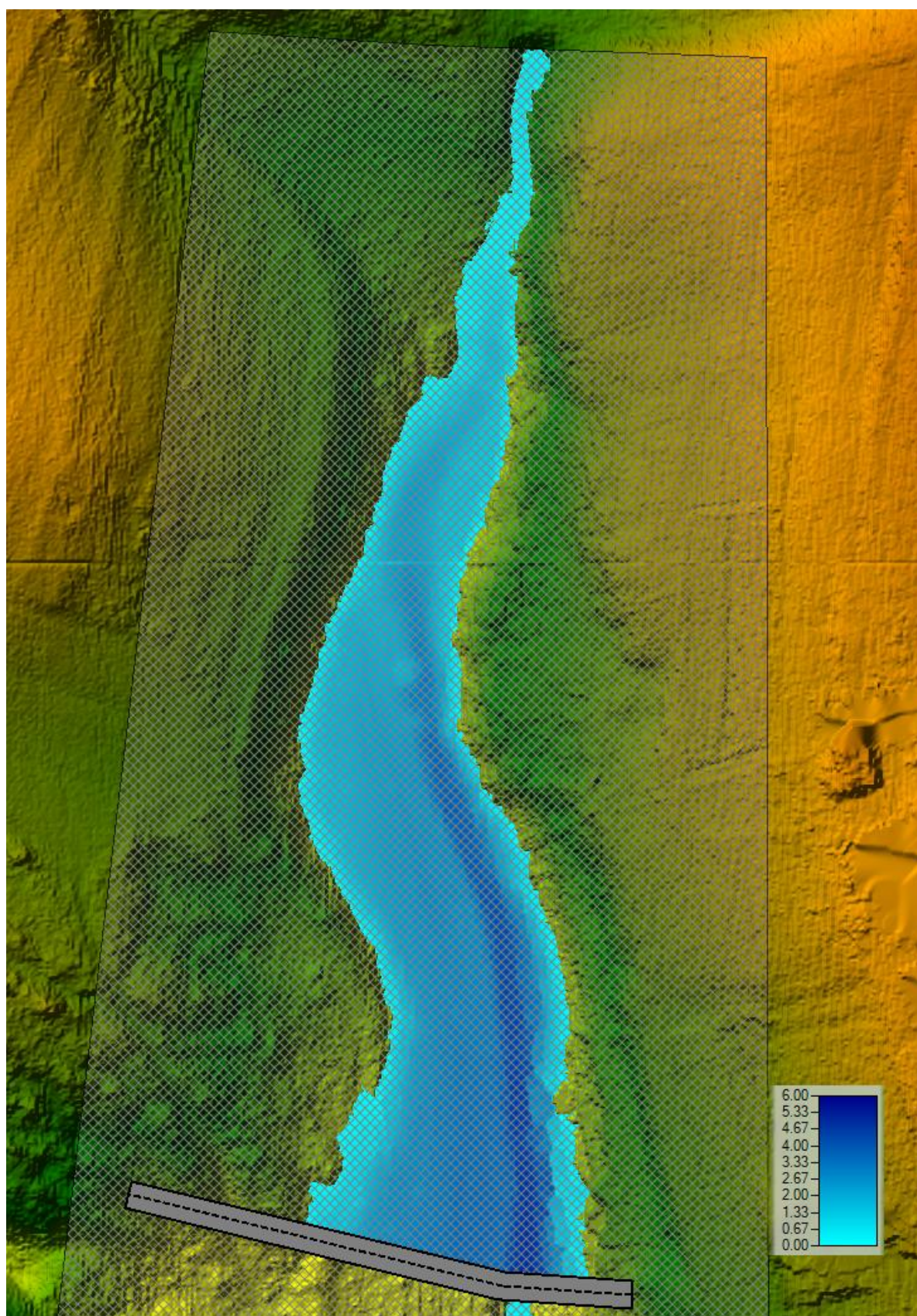
- geometrija vodotoka (geodetski posnetek),
- geometrija obravnavanega območja predvidenega zadrževalnika (Lidar posnetek),
- hidrološki podatki obstoječega stanja

Smo pripravili model predvidenega stanja z umestitvijo pregrade suhega zadrževalnika.

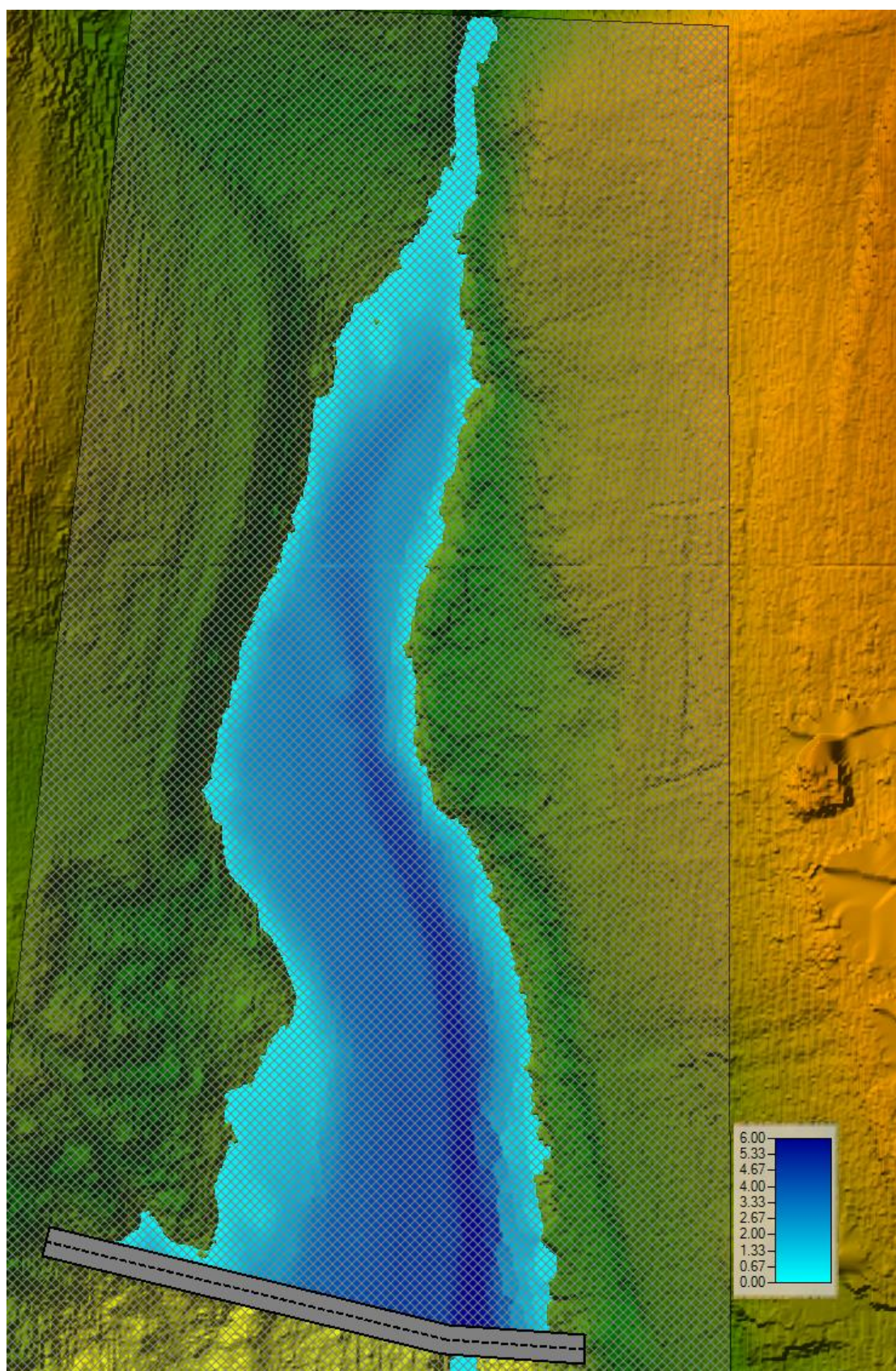
Pri analizi smo uporabili hidravlični model HEC – RAS.



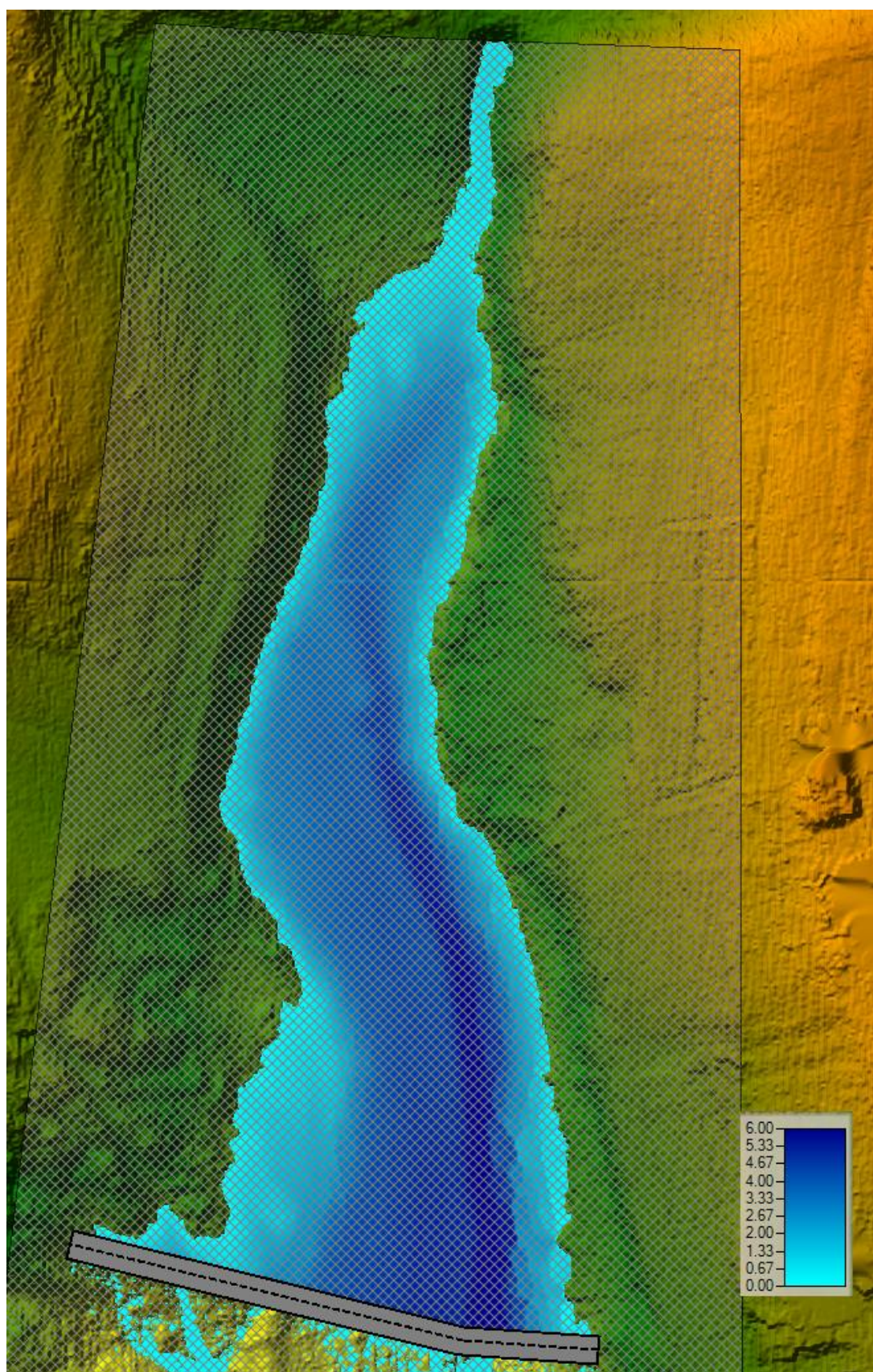
Slika 9: Območje predvidenega suhega zadrževalnika Metlika – uporabljen model.



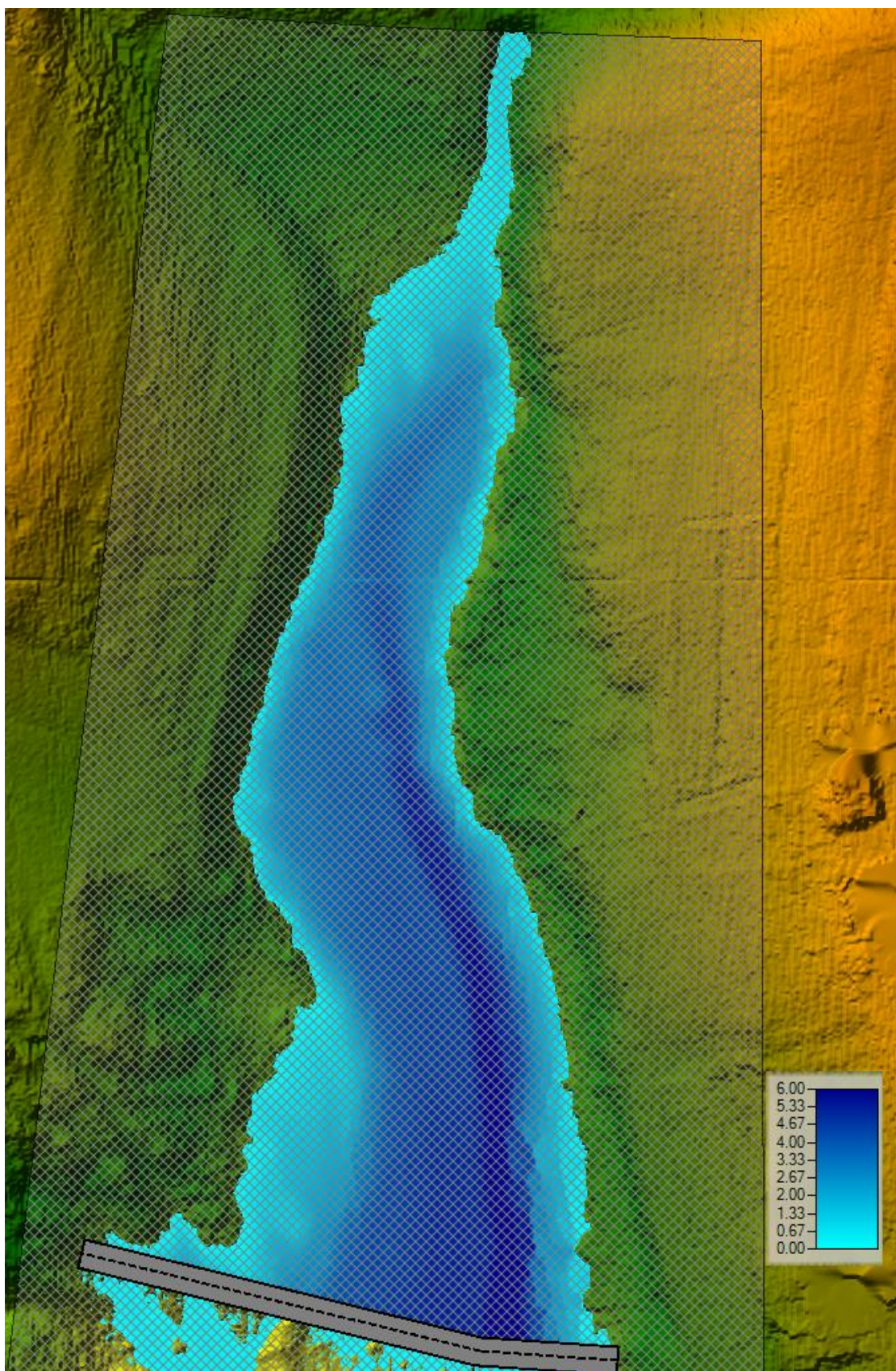
Slika 10: Poln zadrževalnik pri Q_{100} .



Slika 11: Poln zadrževalnik pri Q_{500} .



Slika 12: Poln zadrževalnik pri Q_{1000} .



Slika 13: Poln zadrževalnik pri Q_{5000} .

Na podlagi rezultatov modela, vidimo da je ob nastopu visokih pretokov; v obravnavanem primeru pri pretoku Q_{100} , predvidena pregrada suhega zadrževalnika zadržuje viške stoletnega pretoka. Viški se zadržujejo na območju suhega zadrževalnika, predvideni maksimalni pretok pa še vedno teče po predvideni cevi do obstoječega kanalizacijskega sistema.

Z višanjem vrednosti pretoka se predvideni suhi zadrževalnik polni, z upadanjem pretoka pa se zadrževalnik začne prazniti in se po koncu poplavnega dogodka popolnoma izprazni.

Lokacija zemeljske pregrade se nahaja na parcelah št. 1273/2, 1273/1, 1647/2 in 1274, vse k.o. Metlika.

Suhi zadrževalnik oziroma poplavna voda pa se bo zadrževala na parcelah št. 1273/2, 1273/1, 1647/2, 1274, 1276, 1646, 4099/1, 1279 in 1289/5 vse k.o. Metlika.

9. ZAKLJUČEK

Na območju z gozdom porasle grape vzhodno od Trdinove ulice se uredi suhi zadrževalnik padavinskih voda. Za ureditev zadrževalnika se uporabi obstoječo konfiguracijo grape v kateri se na najožjem delu izvede nasuti jez s prelivom in cevno dušilko. V zadrževalnik se bodo stekale tako padavinske vode iz celotnega sedanjega prispevnega zaledja kakor tudi iz dela rekonstrukcije ceste Trdinove ulice in izgradnje športnega parka Metlika. Namen zadrževalnika je zadržati padavinsko vodo v času nalivov ter jo nato postopoma preko cevne dušilke in odtočnega kanala/jarka odvajati v obstoječo mešano kanalizacijo v južnem delu Trdinove ulice. Z ureditvijo zadrževalnika se bo glede na sedanje razmere ob nalivih zmanjšal hipni dotok v mešano kanalizacijo, hkrati pa se bo preprečilo nadaljnje poplavljanje dvorišč in ceste v južnem delu Trdinove ulice.

Suhi zadrževalnik nima stalne vodne površine, saj pri nižjih pretokih voda neovirano odteka po obstoječi strugi. Pregrada z odtočno odprtino na dolvodnem robu zadrževalnika poskrbi, da iz zadrževalnika odteka samo določena količina vode, ko se te vrednosti presežene, pa se voda prične razlivi po površinah ob strugi in polniti retenzijski prostor za pregrado.

Za nemoteno zadrževanje vode na območju za pregrado in neoviran tok vode po poplavnem območju, je potrebno območje suhega zadrževalnika v fazi gradnje in fazi delovanja ustrezno urediti in vzdrževati.

- v fazi gradnje: potrebno očistiti območje vse zarasti (odstranitev - posek dreves, košnja trave, očiščenje struge – odstranitev zarasti in mulja); dela izvede izbrani izvajalec celotnega predvidenega projekta,
- v fazi delovanja: lastnik oziroma upravljalec pregrade in s tem suhega zadrževalnika mora skrbeti za vzdrževanje območja suhega zadrževalnika, kar pomeni košnjo trave (cca 2x letno, odstranjevanje zarasti in dreves).

Na območju suhega zadrževalnika je prepovedano sajenje dreves in ostale zarasti, prav tako je prepovedano postavljanje objektov. V času visokih voda je prepovedano zadrževanje na tem območju, kar je navedeno na opozorilnih tablah.

Na osnovi prostorskih danosti smo določili predvideno območje zadrževanja, katerega površina znaša približno $A = 4475 \text{ m}^2$, kar bi pri višini vode cca 3,5 m znašalo cca $15\,660 \text{ m}^3$ vode.

Telo pregrade je oblikovano kot zemeljska pregrada, s širino krone 3,0 m in koto pregrade **173,85 m.n.v.**

Na podlagi rezultatov modela, vidimo da je ob nastopu visokih pretokov predvidena pregrada suhega zadrževalnika zadržuje viške stoletnega pretoka. Viški se zadržujejo na območju suhega zadrževalnika, predvideni maksimalni pretok pa še vedno teče po predvideni cevi do obstoječega kanalizacijskega sistema.

Z višanjem vrednosti pretoka se predvideni suhi zadrževalnik polni, z upadanjem pretoka pa se zadrževalnik začne prazniti in se po koncu poplavnega dogodka popolnoma izprazni.

Lokacija zemeljske pregrade se nahaja na parcelah št. 1273/2, 1273/1, 1647/2 in 1274, vse k.o. Metlika.

Suhi zadrževalnik oziroma poplavna voda pa se bo zadrževala na parcelah št. 1273/2, 1273/1, 1647/2, 1274, 1276, 1646, 4099/1, 1279 in 1289/5 vse k.o. Metlika.

Na takšen način stoletni pretok zaledja in padavinski odtok iz predvidenega športnega parka znižamo iz **0,94 m³/s** znižali na **0,25 m³/s**.

Pripravila:

dr. Vanja RAMŠAK, univ.dipl.inž.grad.

Tomaž OBERŽAN, univ.dipl.inž.grad.