

INVESTITOR:

**I HOTEL D.O.O., Wolfova 1,
1000 Ljubljana**

NAROČNIK:

**I HOTEL D.O.O., Wolfova 1,
1000 Ljubljana**

OBJEKT:

Izgradnja Vila bloki z podzemnimi garažami OPPN 182: POD HRIBOM

IZDELOVALEC NAČRTA/ELABORATA

GEOFORMA D.O.O.

ŠT. NAČRTA/ELABORATA:

HH-01-2021



DATUM:

10. JANUAR 2022

**NASLOV NAČRTA/ELABORATA
HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNO POROČILO**

**INVESTITOR:
I HOTEL D.O.O., Wolfova 1, 1000 Ljubljana**

**NAROČNIK:
I HOTEL D.O.O., Wolfova 1, 1000 Ljubljana**

**OBJEKT:
Izgradnja Vila bloki z podzemnimi garažami OPPN 182: POD HRIBOM**

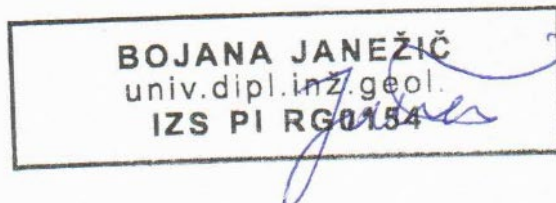
**VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE
IDZ**

**ZA GRADNJO
NOVAGRADNJA**

**IZDELOVALEC NAČRTA/ELABORATA:
GEOFORMA, geološke in inženirske storitve ter svetovanje,
d.o.o.**



**ODGOVORNI IZDELOVALEC NAČRTA/ELABORATA:
BOJANA JANEŽIČ, univ.dipl.inž.geol., ID št. RG0154**



ŠTEVILKA IZVODA

1 2 3 4 5 6 7 8 A

HIDROLOŠKO-HIDRAVLIČNO POROČILO

Kazalo vsebine:

1. OPIS OBMOČJA	4
2. HIDROLOŠKO - HIDRAVLIČNO MODELIRANJE	5
2.1. Hidrološke količine	5
2.2. Geodetski podatki	8
2.3. Hidravlični model	8
3. REZULTATI HIDRAVLIČNEGA MODELA	10
3.1. Obstoječe stanje	10
3.2. Predvideno stanje	12
4. PREDLAGANI UKREPI	14
4.1. Omilitveni ukrepi	14
4.2. Varovalni ukrepi	14
4.3. Varnostni ukrepi	15

Kazalo slik:

Slika 1: Prikaz lokacije obravnavanega območja z rdečo črto (vir: Atlas voda).

Slika 2: Prispevno območje padavinskega jarka. Z rumeno je označena površina do vključno obravnavanega območja, z rdečo pa prispevna površina dolvodno od obravnavanega območja.

Slika 3: Obstoječe stanje pri padavinskem dogodku z 10-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.

Slika 4: Obstoječe stanje pri padavinskem dogodku s 100-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.

Slika 5: Obstoječe stanje pri padavinskem dogodku s 500-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.

Slika 6: Predvideno stanje pri padavinskem dogodku s 100-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.

Slika 7: Predlagana lokacija suhega zadrževalnika, označenega z rdečo (600 m² površine, v povprečju poglobljene za 50 cm od kote obstoječega terena).

Kazalo prilog:

Priloga 1. Karta razliva meteornih voda-pred posegom (M=1:1000).

Priloga 2. Karta razliva meteornih voda-po posegu (M=1:1000).

1. OPIS OBMOČJA

Obravnavano zemljišče OPPN se nahaja v znotraj Ljubljane, med ulicami Pod hribom, Za vasjo, Bizjanova ulica in Pod Hruško. Zemljišče predstavlja večinoma zelene površine. Čez območje poteka jarek, glede na Atlas voda gre za padavinski jarek, ki se steka v bližini Vodnikove ceste v javno kanalizacijo.

Funkcija jarka je padavinska odvodnja meteorne vode (enako funkcijo ima kanalizacija), tudi glede na podatke katastra voda, je jarek klasificiran kot padavinski jarek, zaključí se z izpustom v vodotok. Zato ne govorimo o rečnih poplavih o katerih govori 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 (Uradni list RS, št. 60/07), saj se ne razliva vodotok ali njegov pritok, temveč padavinski jarek (podobno je, ko poplavlja kanalizacija) in govorimo o pluvialnih-dežnih poplavih.



Slika 1: Prikaz lokacije obravnavanega območja z rdečo črto (vir: Atlas voda).

2. HIDROLOŠKO - HIDRAVLIČNO MODELIRANJE

Glede na izdelan hidrološko-hidravlični model se na obravnavanem območju zemljišča ob padavinah z 10, 100 in 500-letno povratno dobo zadržuje padavinska voda, njen izvor je površinski odtok z območja in razlivanje obstoječega padavinskega jarka.

2.1. Hidrološke količine

Ker gre pri obravnavanem modelu za dinamični model, je potreben zgornji robni pogoj celoten poplavni val, ki ga opredelimo v hidrogramu $Q(t)$.

Za potrebe prikaza dežnih poplav na območju, smo izračunali vodne količine za prispevno površino odvodnje meteornih voda kanalizacije (jarka), ki ima lahko vpliv na poplavljanje padavinskega jarka na območju. Določili smo dve prispevni površini, zahodna je do vključno obravnavanega območja, vzhodna pa je od obravnavanega območja dolvodno. Na vzhodno površino ima namreč zahodna površina vpliv.



Slika 2: Prispevno območje padavinskega jarka. Z rumeno je označena površina do vključno obravnavanega območja, z rdečo pa prispevna površina dolvodno od obravnavanega območja.

Hidrološke količine so bile modelirane s programom HEC-HMS.

Za padavine s povratno dobo 10, 100 in 500 let smo upoštevali podatke padavinske postaje Ljubljana Bežigrad, za katero so na voljo višine padavin za različne povratne dobe ekstremnih padavin.

Za naše območje smo uporabili padavine z naslednjimi vrednostmi.

	P10	P100	P500
Ljubljana Bežigrad	108 mm	149 mm	164 mm

Tabela 2: Teoretične padavine za izbrane povratne dobe na obravnavanem območju.

Padavinske izgube so bile določene z metodo SCS, ki nam omogoča izračun izgub tudi na nemerjenih območjih. Agencija ameriškega ministrstva za kmetijstvo The soil conservation service (SCS) je na podlagi poskusov izdelala klasifikacijo različnih vrst zemljin glede na njihovo prepustnost. Lastnosti zemljine so opisane s koeficientom CN, ki zajema vplive pedologije, rabe tal in predhodne vlažnosti zemljine. Parametri modela SCS so bili določeni na podlagi značilnosti podpovodij. V ta namen so bili na osnovi analiziranih podatkov določeni koeficienti CN, začetne izgube I_a in vrednost potencialnega zadrževanja S za vsako od podpovodij.

Hidrogram enote je bil določen po SCS metodi. Za določitev časa zakasnitve je bila uporabljena enačba:

- $T_p = L^{0,8} * ((S_r + 25,4)^{0,7} / (28,14 * (Y)^{0,5}))$
- T_p – čas od težišča histograma efektivnih padavin do vrha enotnega hidrograma (h)
- L – hidravlična dolžina povodja (km)
- S_r – maksimalna retenzija povodja (mm)
- Y – naklon povodja (%)
- Vrednost retenzije S_r (mm): $S_r = (25400 - 254 * CN) / CN$

	F (km²)	Naklon (%)	skupen CN*	I_a (mm)	S_r	L(km)	T_p (min)
Prispevno območje zahod	0,135	7,0	90	6	28	0,18	3
Prispevno območje vzhod	0,016	9,5	90	6	28	0,12	2

Tabela 3: Uporabljeni podatki v HEC-HMS.

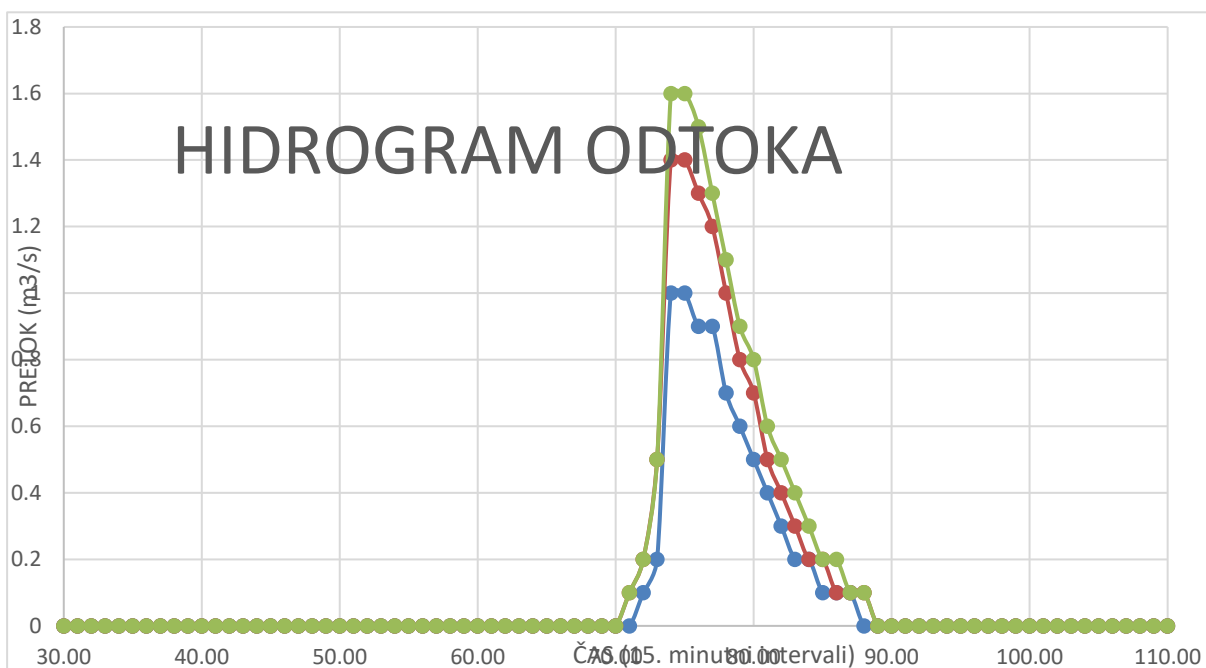
Za določitev padavinskega dogodka v HEC-HMS je bil uporabljen model Frequency Storm s 24 urni trajanjem padavin. Vzet je bil najneugodnejši padavinski dogodek (najvišji položaj konice hidrograma) s položajem konice pri 75%.

Privzeta predpostavka v hidrološkem modelu je, da padavine s povratno dobo n let povzročijo odtok s povratno dobo n let.

Pretoke smo s programom HEC-HMS določili na dolvodni strani zahodnega dela.

	F (km ²)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Obravnavan jarek zahodni del	0,135	1,0	1,4	1,6

Tabela 4: Pretoki padavinske vode v padavinskem jarku.



Graf 1: Hidrogrami odtoka (modro Q10, rdeče Q100, zeleno Q500) za obravnavan profil oz. območje, to je zahodni del.

2.2. Geodetski podatki

Izdelan je bil geodetski posnetek terena, ki ga je naročil investitor. Za izdelavo profilov v 1D smo uporabili podatke iz geodetskega posnetka. Za izdelavo batimetrije v 2D modelu smo uporabili lidar (vir: portal eVode).

2.3. Hidravlični model

Za izdelavo matematičnega hidravličnega modela smo uporabili programski paket MIKE FLOOD, ki ga je razvil Danish Hydraulic Institute (DHI). Program omogoča simultano izvedbo enodimenzijskega računa toka v sami strugi vodotoka (orodje MIKE11) in dvodimenzijskega računa po poplavnih ravninah (orodje MIKE21). Modelira se nestalni neenakomerni tok. MIKE FLOOD pri simulaciji dinamično povezuje 1D in 2D model in vse prednosti, ki jih posamezna modela imata: 1D: točen račun za samo strugo, dobro modeliranje hidrotehničnih objektov, hitrost računa; 2D: točen račun za tok po poplavnih površinah.

Za izdelavo prečnih profilov v 1D modelu smo uporabili geodetski posnetek območja. Za izdelavo računske mreže smo uporabili oblak točk lidar posnetka in javno dostopen na portalu eVode, z njim smo kombinirali geodetski posnetek območja. Izdelana je bila mreža terena v rastru 0,25x0,25 m. Območje smo po robovih zaprli. Za koeficient hrapavosti po poplavnih površinah smo uporabili vrednost $0,05 \text{ m/s}^{-1/3}$. Ocenjujemo, da so uporabljeni podatki in računska mreža dovolj natančni za izračun in prikaz poplavnih območij.

Izdelali smo dva hidravlična modela: za obstoječe in predvideno stanje. V model za predvideno stanje smo umestili nameravan poseg (gradnja objektov) in predlagan suhi zadrževalnik. Volumen suhega zadrževalnika smo določili z iteracijami v modelu (volumen suhega zadrževalnika mora biti 300 m^3 ali več). V modelu predvidenega stanja smo volumen zadrževalnika povečovali dokler model ni izkazoval, da predviden poseg nima bistvenega vpliva na sosednja in druga zemljišča.

S predlaganim suhim zadrževalnikom smo zagotovili, da se razbremeni konica hidrograma meteornih voda, torej se začne polniti, ko je padavinski jarek poln.

3. REZULTATI HIDRAVLIČNEGA MODELA

3.1. Obstoječe stanje

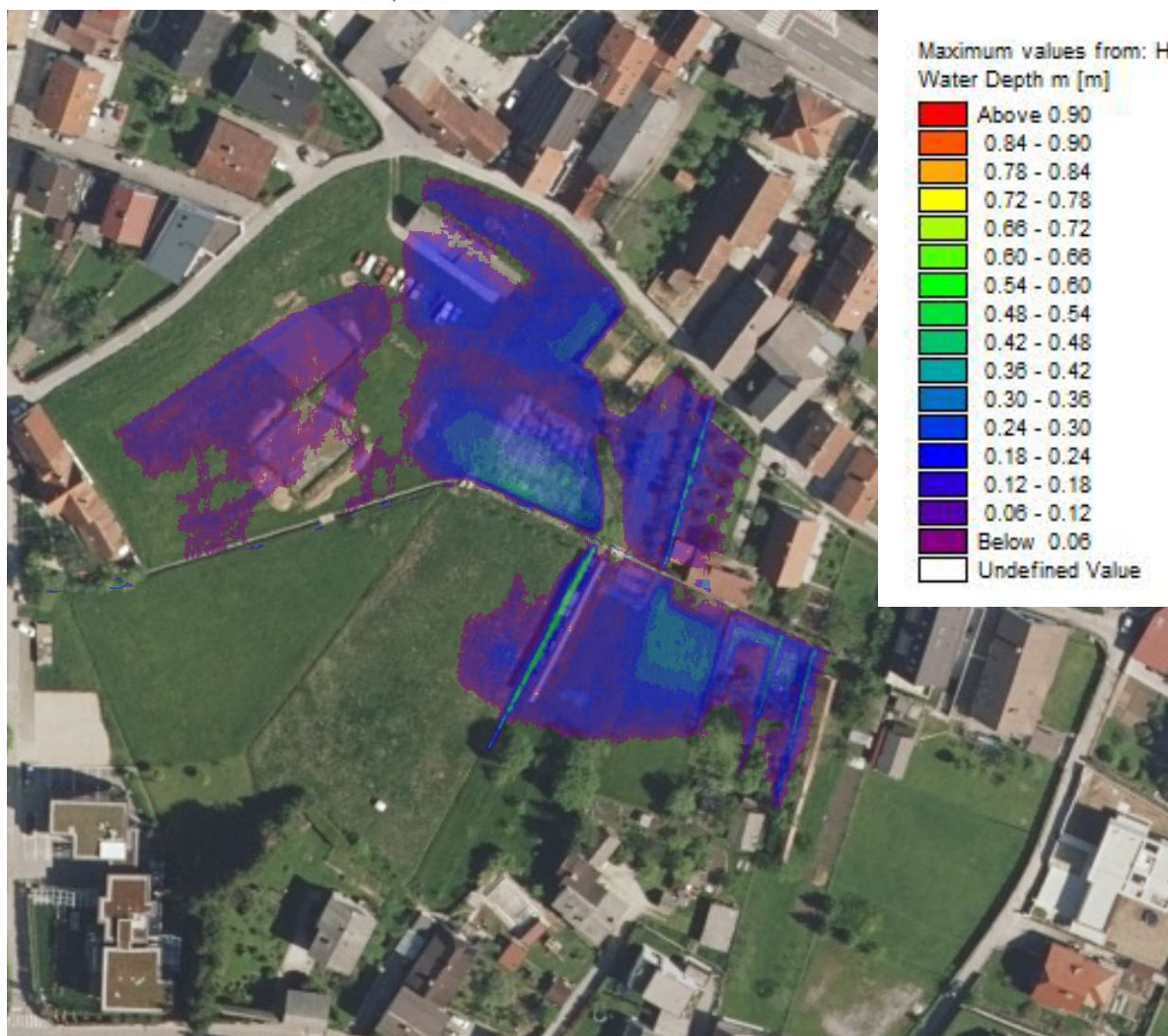
V obstoječem stanju se meteorne vode iz padavinskega jarka razlivajo kot kažejo naslednje slike. Pri 10-letnih padavinah so globine vode do 30 cm (izjema je svetlo modra črta na spodnji sliki, kjer je globina večja, toda gre za melioracijski jarek).

Pri 100 in 500-letnih padavinah se območje razlivanja meteornih voda iz padavinskega jarka poveča, globine so enake, do 30 cm.

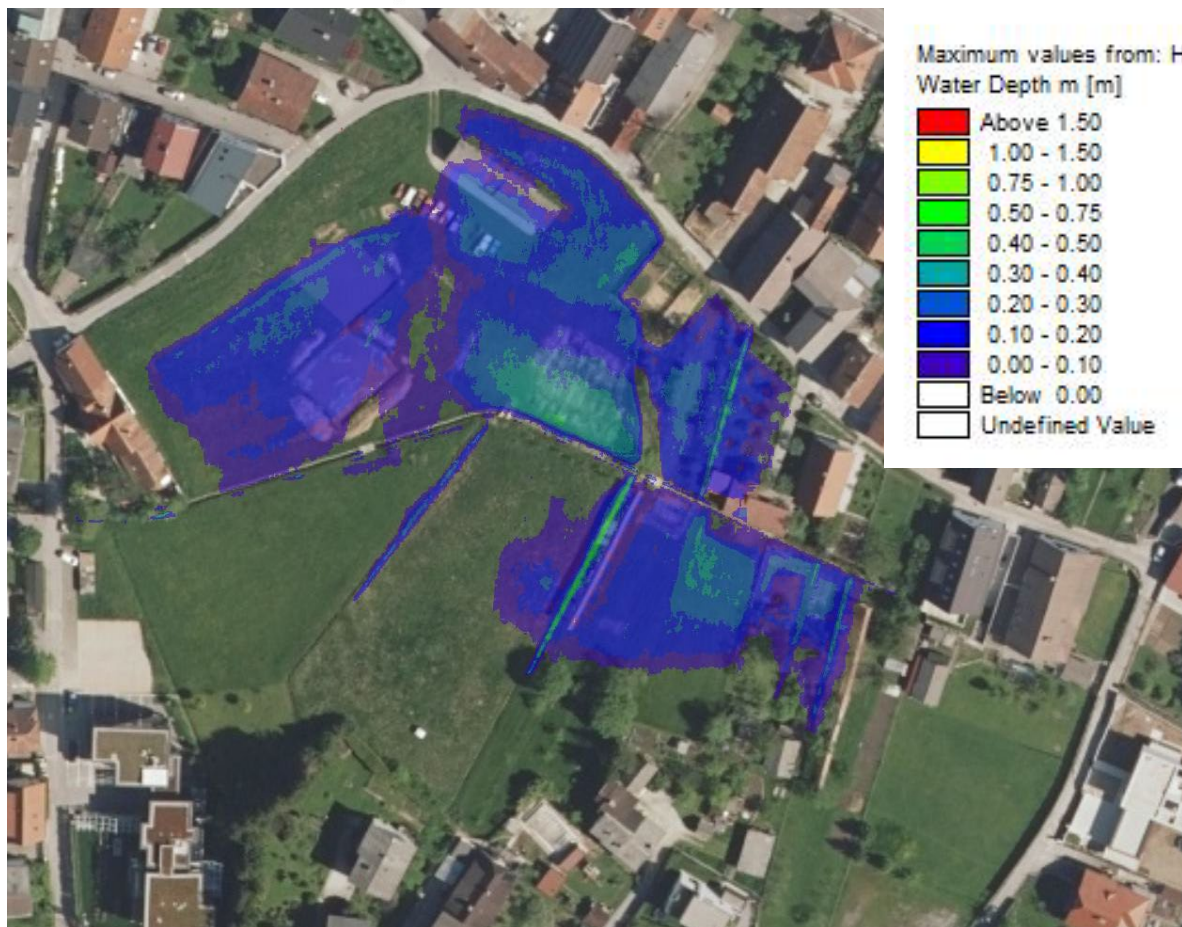
Kota dosega meteornih voda, na obravnavanem območju, pri 100-letnem padavinskem dogodku je 302,90 m n. v.



Slika 3: Obstoječe stanje pri padavinskem dogodku z 10-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.



Slika 4: Obstoječe stanje pri padavinskem dogodku s 100-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.



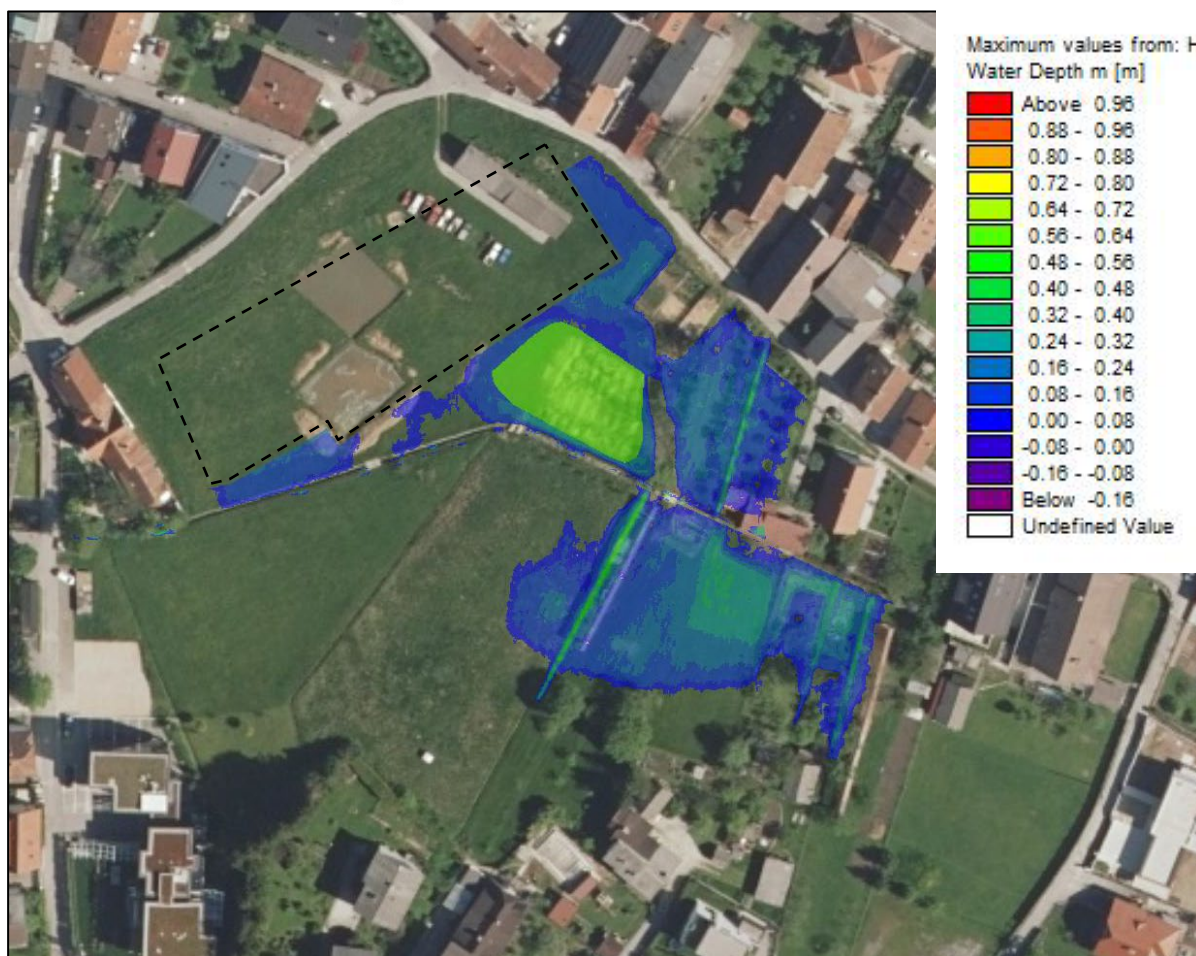
Slika 5: Obstoječe stanje pri padavinskem dogodku s 500-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.

3.2. Predvideno stanje

Območje razlivanja meteorne vode se v predvidenem stanju zmanjša, saj so predvidene stavbe (in dostopi) dvignjeni na koto, ki zagotavlja varno gradnjo in varne objekte pred razlivanjem meteorne vode iz padavinskega jarka. Koeficienti odtoka se zaradi pozidave spremenijo, zato je odtoka več, kot omenjeno se zmanjša tudi območje razlivanja, zato smo predvideli nov suhi zadrževalnik (poglobitev terena od kote obstoječega terena). Za zadrževanje lastnih meteornih voda iz predvidenih objektov se dimenzionira ustrezne padavinske zadrževalnike, ki pa niso del te naloge.

Kot že omenjeno, smo velikost zadrževalnika v hidravličnem modelu določili glede na območja razlivanja meteorne vode iz padavinskega jarka v predvidenem stanju. Velikost zadrževalnika je določena tako, da ni vpliva na sosednja ali druga zemljišča pri razlivanju meteorne vode. To pomeni, da ima obravnavano zemljišče z izgradnjo zadrževalnika enako kapaciteto zadrževanja meteorne vode v obstoječem in predvidenem stanju.

Kota dosega meteornih voda pri 100-letnem dogodku je tudi v predvidenem stanju enaka obstoječemu (zaradi izgradnje izravnalnega ukrepa) in sicer 302,90 m n. v.



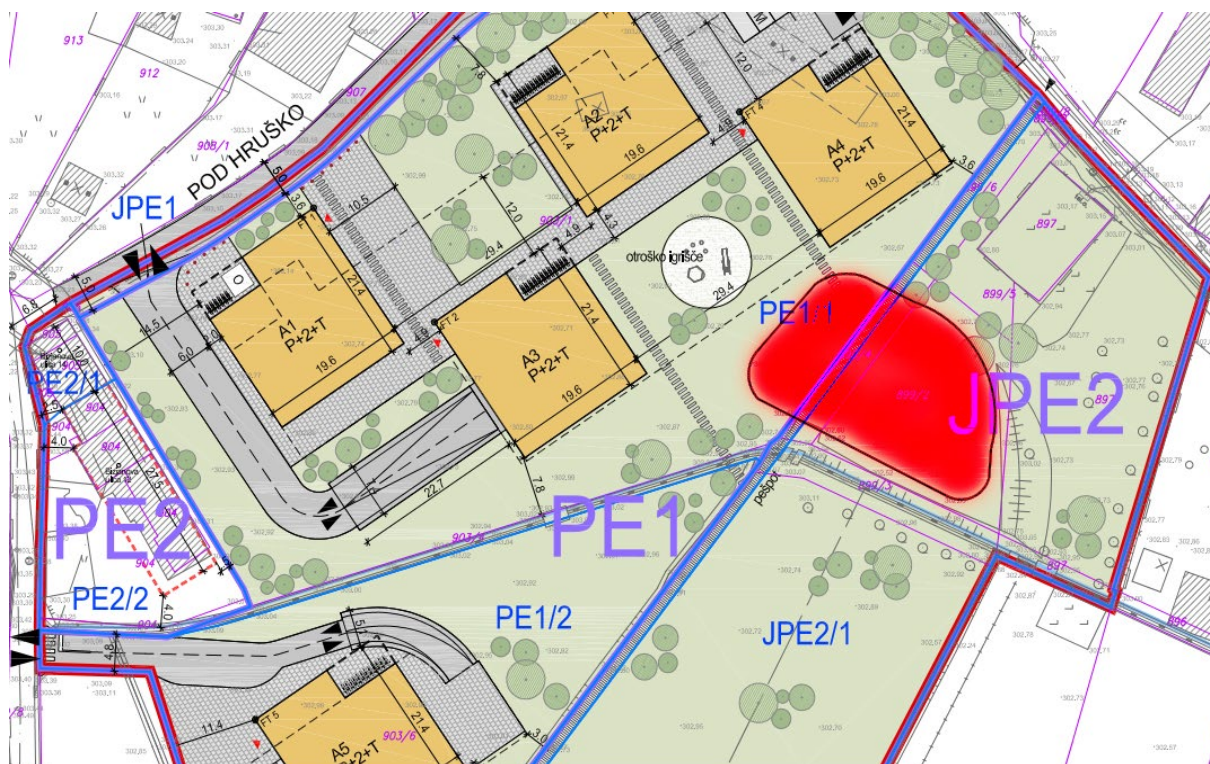
Slika 6: Predvideno stanje pri padavinskem dogodku s 100-letno povratno dobo – območje in globine zastajanja meteorne vode.

4. PREDLAGANI UKREPI

4.1. Omilitveni ukrepi

Zaradi zagotavljanja, da nameravan poseg nima vpliva na sosednja in druga zemljišča, se izvede izravnalni ukrep, predlagamo v obliki suhega zadrževalnika. Predlagamo, da se suhi zadrževalnik izvede na površini 600 m² s poglobitvijo terena v povprečju 50 cm, s čimer se zagotovi 300 m³ volumna.

Zadrževalnik mora imeti vtok na vrhu obstoječe brežine padavinskega jarka (preliv), s čimer zagotovimo, da se začne polniti šele, ko bo jarek poln in se bo začel razliviati.



Slika 7: Predlagana lokacija suhega zadrževalnika, označenega z rdečo (600 m² površine, v povprečju poglobljene za 50 cm od kote obstoječega terena).

4.2. Varovalni ukrepi

Zaradi razlivanja meteorne vode iz padavinskega jarka, predlagamo, da se predvidene objekte varuje pred razlivanjem, ki je posledica padavin s 100-letno povratno dobo. Zato predlagamo naslednje ukrepe:

- Dvig pritličja predvidenih novih stavb na koto vsaj **303,40 m n. v. ali višje**, ali pa se uporabi pasivne tehnične ukrepe, prav tako minimalno do predpisane kote (ali višje).

- Na vstopnih inštalacijah v objekte naj bodo protipovratni ventili, vsi preboji skozi temeljno ploščo naj bodo 100% zatesnjeni, hidroizolacija objektov naj bo vsaj do predpisane minimalne kote pritličja/pasivnih ukrepov izvedena brezhibno. Vse zunanje omarice (elektro, telekomunikacijske in CATV) naj bodo vgrajene višje od kote zgoraj predpisane minimalne kote pritličja.
- Kletno etažo (garažo) se naj gradi po sistemu bele ali črne kadi, to pomeni, da je 100 % vodotesna.
- Uvoz v kletno etažo naj bo izveden na način, da se uvoz najprej dvigne na koto 303,40 m n. v. ali višje, nato pa zapelje v klet in s tem prepreči udor morebitnih meteornih voda v »belo kad« oz. klet. V kolikor to ni možno, je potrebno poiskati rešitev za vstopna vrata (100 % vodotesna, montirane protipoplavna vodila za namestitvev zapornic ali podobno).
- Vsaj do kote zgoraj predpisane minimalne kote pritličja naj se vgrajuje hidrofobne materiale (to so npr. zunanji in notranji ometi, fasada, po tleh keramika ali druga podobna talna obloga, ki je odporna na vodo ipd.).
- Vgradi naj se vodo neprepustna okna in vrata v vse odprtine, ki so nižje od zgoraj predpisane minimalne kote pritličja ali se dobavi protipoplavne panele v višini 50 cm za namestitvev v odprtine vrat in oken pri tleh ter izvede predpripravo za njihovo namestitvev.
- Predlagamo izvedbo enega ali več črpalnih jaškov v kletni etaži za namestitvev ustrezne potopne črpalke.
- Električne in druge inštalacije, ki bi jim voda lahko škodovala se dvigne nad predlagano koto pritličja objektov, alternativno so lahko tudi nižje, če so izvedene z IP faktorjem, ki omogoča zalitje z vodo. Vse zunanje omarice (elektro, telekomunikacijske in CATV) bodo vgrajene višje od predlagane kote pritličja.
- Hišni kanalizacijski priključki novogradnj naj imajo protipovratno loputo pred oziroma v prvem revizijskem jašku.

4.3. Varnostni ukrepi

Deponije viškov zemeljskega materiala v času gradnje ni dovoljeno odlagati v padavinski jarek. Gradnja mora biti organizirana tako, da se ne pojavlja erozija, da ne prihaja do oviranega pretoka v vodotokih ali zadrževanja zalednih voda v času gradnje. Po končani gradnji je potrebno odstraniti začasno postavljene objekte in vse ostanke začasnih deponij.

Na poškodovanih travnatih površinah je potrebno po zaključku zemeljskih del v čim krajšem času vzpostaviti dobro razraščeno travno rušo, da bodo te površine odporne na morebitno površinsko erozijo.

Vsa začasna skladišča in pretakališča goriv, olj in maziv ter drugih nevarnih snovi morajo biti zaščitena pred možnostjo izliva v okolje. Delavci na gradbišču morajo biti usposobljeni za takojšnje ukrepanje v primeru nezgod, ki bi nastale zaradi transporta, skladiščenja in uporabe tekočih goriv in drugih nevarnih snovi.

V času gradnje je potrebno gradbene stroje umakniti iz poplavnega območja v kolikor je za porečje Srednje Save s strani ARSO razglašeno rdeče hidrološko opozorilo, ki pomeni obsežne, silovite poplave.

5. KARTE

Kot je bilo že v uvodu napisano gre za pluvialne - dežne poplave zato karte niso izdelane skladno s Pravilnikom 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 (Uradni list RS, št. 60/07).

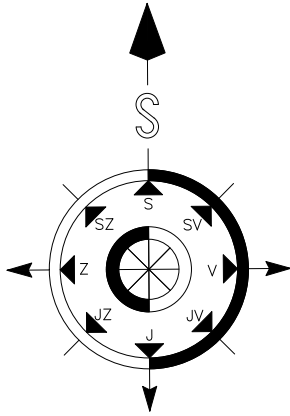
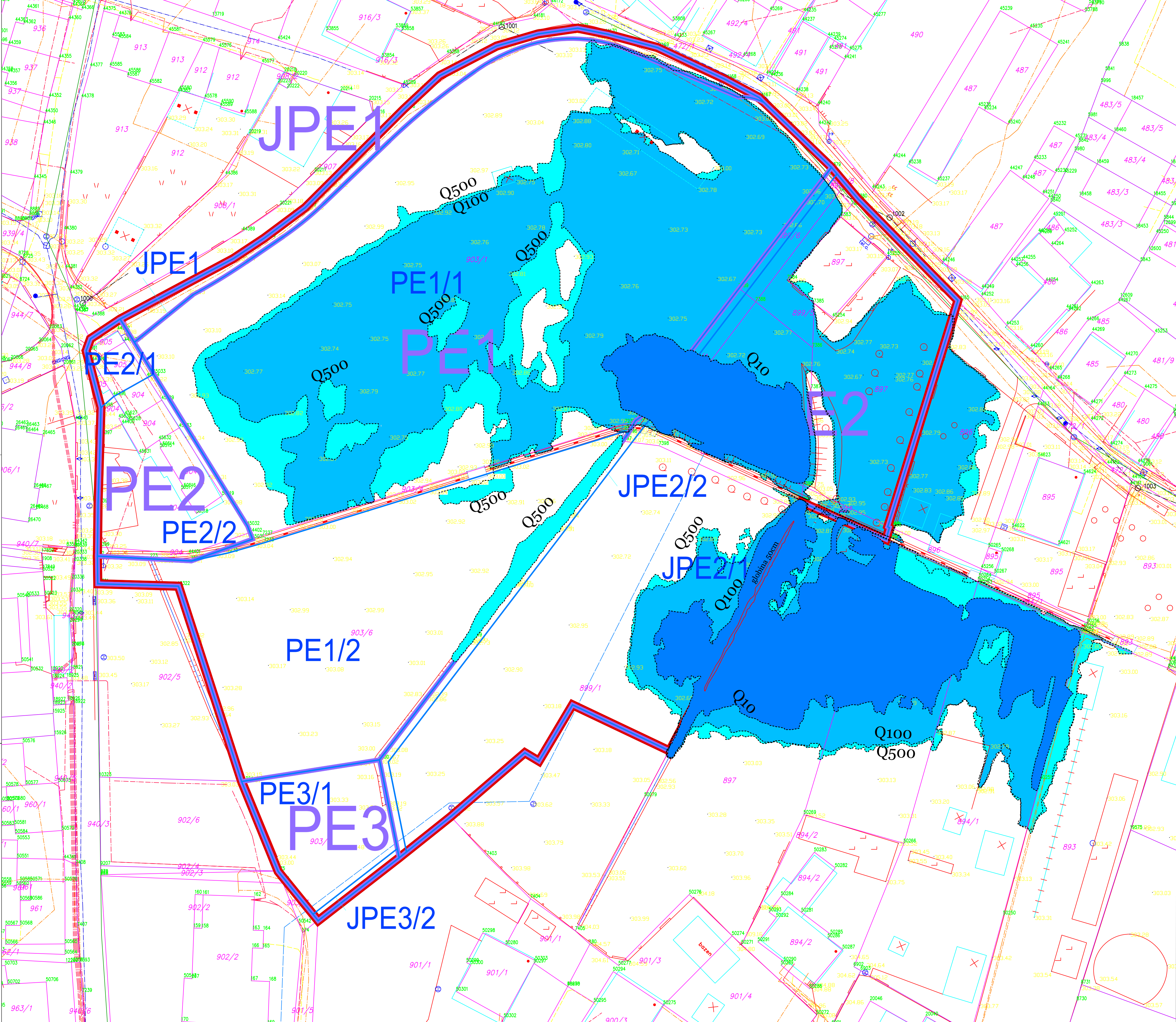
Prikazan je doseg poplavljanja meteornih voda v primeru padavin z 10, 100 in 500 letno povratno dobo za obstoječe stanje in predvideno stanje.

Poročilo pripravila:

Matej Hozjan, u.d.i.grad.

Bojana Janežič, u.d.i.geol.

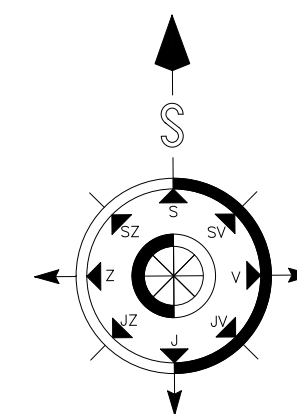
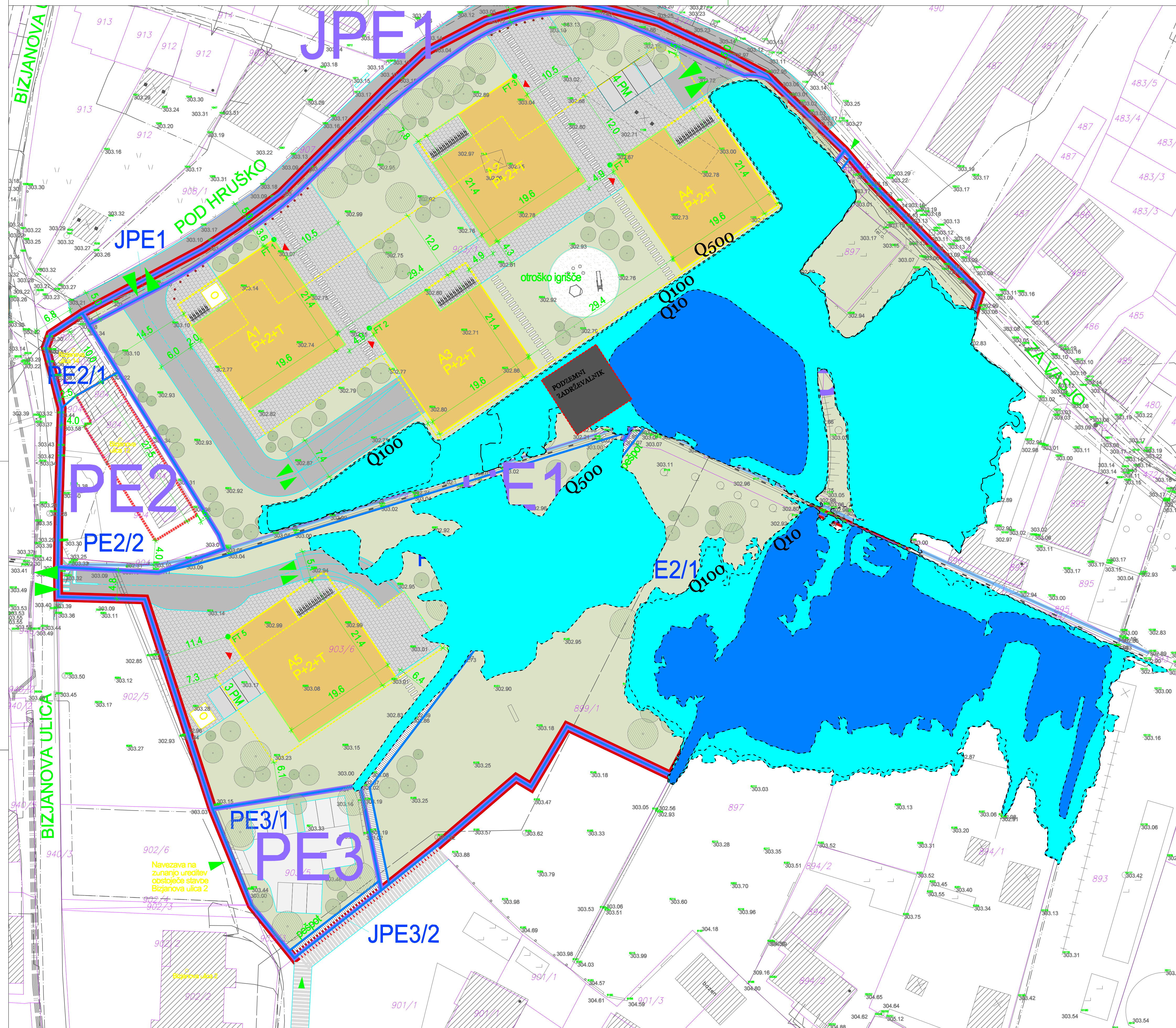






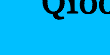

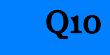
LEGENDA



- Q500 500 letna povratna doba voda
- Q100 100 letna povratna doba voda
- Q10 10 letna povratna doba voda
- globina 50cm
- OBMČJE OBRAVNAVE

Vsebina/naslov risbe: KARTA RAZLIVA METEORNIH VOD- pred posegom		Št. priloge: 1
Naročnik: IHOTEL D.O.O., Wolfova ulica 1, 1000 Ljubljana		Št. elaborata: HH-01-2021
Investitor: IHOTEL D.O.O., Wolfova ulica 1, 1000 Ljubljana		
Izvajalec: Geoforma d.o.o.		
Naziv: Odgovorni projektant:		Ime in Priimek: Bojana Janežič, univ.dipl.inž.geol.
Avtor:		Podpis: RG0154
Merilo: 1:1000		Datum: 03.02.2022



LEGENDA

	500 letna povratna doba voda
	100 letna povratna doba voda
	10 letna povratna doba voda
	globina 50cm
	OBMOKČJE OBRAVNAVE

Vsebinske/naslovne risbe: KARTA RAZLIVNA METEORNIH VOD- po posegu		Št. priloge: 2
Naročnik: IHOTEL D.O.O., Wolfova ulica 1, 1000 Ljubljana		Št. elaborata: HH-01-2021
Investitor: IHOTEL D.O.O., Wolfova ulica 1, 1000 Ljubljana		
Izvajalec: Geoforma d.o.o.	 <div data-bbox="2674 1852 2739 1898"> GEOTORMA d.o.o. Slovenska ulica 14 1000 Ljubljana, Slovenija info@geoforma.si 01 486 99 100 www.geoforma.si </div>	
Naziv: Odgovorni projektant:	Ime in Priimek: Bojana Janežič, univ.dipl.inž.geol.	Podpis: <div data-bbox="2807 1984 2852 2003">  </div>
Avtor: Mirilo: 1:1000	Bojana Janežič, univ.dipl.inž.geol. Datum: 03.02.2022	RG0154