

10/1.1	NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU
--------	---

10.1 GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT

INVESTITOR:

RS, MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
Dunajska cesta 47
1000 Ljubljana

OBJEKT:

**Zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in
naselij v občini Dobrova – Polhov Gradec – etapa 1B
Ureditve območja Božne in Male vode**

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

PZI

ZA GRADNJO:

NOVA GRADNJA, REKONSTRUKCIJA

PROJEKTANT:

IRGO Consulting d.o.o., Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana
dr. Vojakn Jovičič, univ.dipl.inž.grad.

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

mag. Brane Merhar, univ.dipl.inž.geol.

RG-0104

ŠTEVILKA PROJEKTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTA:

K36-PG/18 - IC 310/18, Ljubljana, avgust 2018

10/1.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA ŠT. K36-PG/18-IC 310/18
--------	---

1. Naslovna stran načrta
2. Kazalo vsebine načrta
3. Izjava odgovornega projektanta načrta
4. Program raziskav (del projektne naloge, ki se nanaša na geologijo)
5. Tehnično poročilo
 - Tekstualni del poročila
 - Priloge

10/1.3	IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA NAČRTA V PROJEKTU ZA PRIDOBITEV GRADBENEGA DOVOLJENJA
--------	---

Odgovorni projektant načrta

mag. Brane Merhar

IZJAVLJAM,

1. da je načrt **K36-PG/18-IC 310/18**skladen s prostorskimi akti,
2. da je načrt skladen z gradbenimi predpisi,
3. da je načrt skladen s projektnimi pogoji oziroma soglasij za priključitev,
4. da so bile v načrtu upoštevane vse ustrezne bistvene zahteve in da je načrt izdelan tako, da bo gradnja, izvedena v skladu z njim, zanesljiva,
5. da so v načrtu upoštevane zahteve elaboratov.

Št. načrta: **K36-PG/18-IC 310/18**

mag. Brane Merhar, univ. dipl. inž. geol.
IZS RG-0104

Ljubljana, avgust 2018

10.1 – GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNI ELABORAT
Zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane
in naselij v občini Dobrova – Polhov Gradec – **etapa 1B**
Ureditve območja Božne in Male vode
ŠT. PROJ.:K36-PG/18

10/1.4	PROGRAM RAZISKAV (del projektne naloge, ki se nanaša na geologijo)
---------------	---



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE



Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana

T: 01 478 31 00

F: 01 478 31 99

E: gp.drsv@gov.si

www.dv.gov.si

Datum: 23. 3. 2018

PROJEKTNA NALOGA

za izdelavo

PROJEKTNE DOKUMENTACIJE PZI/PID/PVE

ZA PROJEKT

»PROTIPOPLAVNA UREDITEV POREČJA GRADAŠČICE – ETAPA 1B«

Ureditev območja Božne in Male vode

Ureditev v Dolenji vasi

Ureditev Gradaščice v Šujici

Kazalo

1.	UVOD	3
2.	LOKACIJA.....	3
3.	OPIS UREDITEV	4
3.1	Ureditev v Dolenji vasi.....	4
3.2	Ureditev Božne in Male vode skozi Polhov Gradec z objekti in pripadajočimi ureditvami.....	7
3.3	Ureditev Gradaščice v Šujici	15
4.	URBANISTIČNA IN PROJEKTNA IZHODIŠČA	21
5.	VSEBINA PROJEKTA ZA IZVEDBO (PZI)	22
6.	VSEBINA PROJEKTA IZVEDENIH DEL IN PROJEKTA ZA VPIS V EVIDENCE.....	23
7.	OBVEZNOSTI IZVAJALCA IN ZAHTEVE NAROČNIKA	23
a.	Obveznosti izvajalca	23
b.	Zahteve naročnika	24
8.	ODDAJA DOKUMENTACIJE	24
9.	CENA.....	27
10.	ROKI IZDELAVE.....	27

1. UVOD

Leta 2013 je bil za ureditve za zagotavljanje poplavne varnosti na obravnavanem območju sprejet Državni prostorski načrt za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in naselij v občini Dobrova - Polhov Gradec (Ur. list RS, št.72/13) (v nadaljevanju: DPN). S tem DPN so za zagotavljanje varnosti na jugozahodnem delu Ljubljane in naselij v občini Dobrova – Polhov Gradec predvidene naslednje ureditve:

- ureditev Božne in Male vode skozi Polhov Gradec z objekti in pripadajočimi ureditvami;
- ureditve na hudourniških pritokih v zaledju Gradaščice in na Gradaščici od Dobrove do Polhovega Gradca;
- spremljajoče ureditve: odstranitev objektov, krajinsko -arhitekturne ureditve, vključno z rekultivacijo zemljišč;
- predstavitev in ureditve objektov gospodarske javne infrastrukture;
- okoljevarstveni ukrepi, ki zajemajo ukrepe s področja varovanja kulturne dediščine, ukrepe s področja varovanja narave (posebna pozornost posegom v vodotoke), ravnanje z rodovitno prstjo, varovanja tal pred onesnaženjem ter varstvo zraka pred raznosom gradbenega materiala in ukrepe varstva pred hrupom

Skladno z navedenim DPN se ureditve načrtujejo v dveh glavnih etapah, pri čemer prva etapa obsega ureditve Malega grabna, Gradaščice, Božne in Male vode s pripadajočimi ureditvami, ureditev razbremenilnika 6a, ureditve na hudourniških pritokih v zaledju Gradaščice in na Gradaščici od Dobrove do Polhovega Gradca in ureditve na območju Kozarij, druga etapa pa obsega izgradnjo suhega zadrževalnika Razori z ureditvijo Gradaščice na območju zadrževalnika ter ureditev Horjulke in Ostrožnika s pripadajočimi ureditvami.

Z DPN je določeno, da se lahko funkcionalno zaključene celote v posamezni etapi gradijo ločeno, zato je prva etapa razdeljena na dve funkcionalno zaključeni celoti in sicer:

- 1A etapa (funkcionalna celota) obsega ureditve na območju Mestne Občine Ljubljana (v nadaljevanju MOL) in sicer ureditev Malega Grabna, ureditev na območju Kozarij, ureditve na območju Gradaščice in Horjulke na območju MOL ter razbremenilnik 6a s pripadajočimi ureditvami,
- 1B etapa (funkcionalna celota) pa obsega ureditve na območju občine Dobrova - Polhov Gradec in sicer ureditve na Gradaščici od Dobrove do Polhovega Gradca, ureditev na območju Gradaščice in ureditev Božne in Male vode s pripadajočimi ureditvami, ki je predmet te projektne naloge

2. LOKACIJA

Izvedba ureditev v okviru etape 1B je predvidena za:

- Ureditve v Dolenji vasi na parcelah števil. 96/1, 96/3, 2080, 2170/3, 2170/4, 2174, 2175, 2179, 2180, 2524, 2526/2, 2592, 2593 vse k.o. 1983 - Babna gora,
- Ureditve na območju Božne in Male vode na parcelah števil. 153, 154, 167, 168, 169/1, 169/2, 171, 172/1, 180/2, 180/8, 182/1, 191/3, 193/1, 193/2, 197/1, 197/3, 197/4, 485/1, 485/2, 485/3, 485/4, 492, 515/1, 515/2, 516, 518/1, 518/4, 518/5, 523/11, 523/12, 523/13, 523/14, 523/15, 523/16, 523/19, 529/1, 529/3, 529/4, 545/3, 803/5, 803/6, 811/4, 814/1, 814/2, 814/3, 814/4, 814/7, 828, 851/1, 851/2, 1096/8, 1096/9, 1220/7, 1221/3, 1221/5, 1227/2, 1227/4, 1240/3, 1240/4, 1240/5, 1251/1, 1257/1, 1257/3, *68, vse k.o. 1986 Polhov Gradec in parcele števil. 2223/1, 2223/2, 2223/3, 2227/1, 2227/2, 2653, 2731, 2732 vse k.o. 1987 Setnik,
- Ureditve na območju ureditve Gradaščice v Šujici na parcelah števil. 12, 13, 14/2, 14/3, 16/2, 17, 36/4, 36/5, 36/9, 36/10, 42/8, 42/10, 42/11, 104/6, 106, 108, 109, 114/3, 115/4, 115/5, 115/6, 115/7, 115/8, 116, 117/1, 117/2, 117/3, 123/1, 123/2, 123/5, 123/6, 123/9, 124/3, 124/4, 124/5, 125/2, 1106, 1107/1, 2123/3, 2123/4, 2123/5, 2133/1, 2133/2, 2159, 2172/1, 2172/30, 2172/31, 2172/33, 2173/2, 2173/3, 2173/11, 2173/13 vse k.o. 1982 – Šujica ter na parcelah števil. 1282/2, 3096/1, 3096/8 vse k.o. 1994 Dobrova

- sidra z lesnimi piloti. Za vsak prag se vgradi približno 20 m³ skal. Na obravnavanem odseku je predvidenih 13 pragov. Pragova na območju pr. 233 in 234 se oblikujeta kot nizke stopnje. Ureditev izlivnega odsek Božne (dela so predvidena v DPN)
- Med pr. 226 oz. 224 na levem bregu in sotočjem z Malo vodo je predvidena ponovna vzpostavitev stare regulacije Božne z izvedbo visokovodnega nasipa na območju objektov bivše Hoje. Na obravnavanem odseku je predvidena obnova obrežnih zavarovanj, obnova obrežne zarasti in izvedba nasipa na zgornjem delu območja pri objektih bivše tovarne Hoja.
 - Ureditev brežin Božne
 - Sedanje brežine Božne se očisti in odstrani del obrežne vegetacije. Na mestih, kjer je možno glede na DPN, se poveča pretočni prerez. Kamnita vznožna zavarovanja se preloži in dopolni s posameznimi skalami. Obstoječe skale se dopolni z večjimi skalami d sr >0,8 m, ki se na izpostavljenih mestih sidrajo z lesenimi piloti. Opisani način varovanja je ob desni brežini predviden v dolžini 420 m (do pr. 224), ob levi brežini pa v dolžini 495 m (do izpod profila 226). Za dodatno stabilizacijo brežine so predvidena kamnita rebra iz skal d sr >0,8 m, ki se vkopljejo v brežino, prekrijejo z zemljino, humusirajo in zatravijo.
 - Utrditev desne brežine Božne na območju sotočja z Malo vodo
 - Na območju sotočja z Malo vodo je predvidena vgradnja dodatnih kamnitih zavarovanj v desno brežino Božne.. Dolžina ureditve je 20m.
 - Razčlenjeni pragovi iz skal
 - Za stabilizacijo dna (preprečitev prekomerne poglobitve) so predvideni razgibani pragovi iz skal d sr >0,8m. Skale se vgrajujejo v obliki lokov, ključne skale se dodatno sidra z lesnimi piloti. Za vsak prag se vgradi približno 20 m³ skal. Na obravnavanem odseku je predvidenih 13 pragov.
 - Levo obrežni visokovodni nasip med pr. 226 in 219 (B.VVNL.1)
 - Za zagotovitev poplavne varnosti širšega območja opuščenih objektov Hoje (sedaj Schwarzmann d.o.o.) je predvidena izvedba VV nasipa. Nasip se izvede z odstranitvijo humusa, vgradnjo nasipne zemljine (izkopana peščeno glinena zemljina), komprimacijo in ponovnim humusiranje, zatravitvijo in sajenjem obvodne vegetacije. Nasip je načrtovan 0,5 nad gladino Q 100 . Širina krone je 2,5 m, naklon brežin pa 1:2. Dolžina nasipa je 276 m. Na območju nasipa je potrebno nadvišati jaške. Krona nasipa lahko služi kot dovozna pot ob strugi Božne.
 - Vložki posameznih skal
 - V dno struge se predvsem na konkavnih straneh vložijo skale d sr >1,0 m, ki ustvarijo tolmine. Z vidika razgibanosti dna je najprimerneje, če so vložki skal v bližini spodnjih skalnih teras. Dostopi do struge za čas gradnje Na območju nad pragom (pr.235) se gradbena dela izvajajo z leve brežine in iz struge Božne (na območju krivine). Dostopi so možni skozi Pristavo in nato po lokalni cesti do brvi. Na območju med mostom in pragom se dela izvajajo v sami strugi. Ob vznožju zidov se izvedejo povozni nasipi, ki hkrati varujejo gradbeno jamo temelja podesta. Dostop do struge se izvede na območju načrtovanih stopnic pri pr.231, kjer se delno poruši obstoječi obrežni zid in se izvede rampa z nasutjem v strugo Božne. Na območju pod mostom se izvede dostopna rampa na območju dolvodnega zaključka obrežnega zidu. Na odseku pod VV nasipom so dostopi predvideni na območju pasu, ki je opredeljen v DPN.

b) Geološko-geomehanske raziskave

Ob Božni v Polhovem Gradcu je predvidena sanacija ali dograditev visokovodnih zidov v skupni dolžini okoli 500m. V fazi PGD je bilo v liniji zidov zavrtanih 5 vrtin. (na desnem bregu le ena vrtina na območju predvidene pilotne stene). Za fazo izdelave projekta PZI se preveri geološka sestava vzdolž zidov z vrtinami na medsebojni razdalji največ 30-40m. Vse vrtine naj segajo minimalno 2 m v hribinsko podlago; predvidena globina vrtin naj bo 8-10m.

Oznaka zidu	Število vrtin
Levi breg	
B.VVZL.1	1
B.VVZL.2	1
Desni breg	
B.VVZD.1	1
B.VVZD.2	3
B.VVZD.3	/
B.VVZD.4	3

UREDITVE NA MALI VODI

a) ureditev vodne infrastrukture

Ob Mali vodi so predvidene ureditve na območju Žage na desnem bregu tik nad sotočjem z Božno. V DPN je bilo predvideno nadvišanje zidov na območju jezu, izvedba novih VV zidov na območju domačije dolvodno od mostu, izvedba VV nasipa dolvodno od domačije ter izvedba montažne odprtine na območju dostopa preko mostu.

Po poplavah 2014 je lastnik izvedel VV zid iz betona na odseku dolvodno od mostu (slika 11), ki pa je prenizek in ne zagotavlja dovolj velike poplavne varnosti (gladina Q100+0,5 m varnostne višine).

Glede na stanje na terenu je potrebno izvesti naslednja dela:

- Dvig betonskega zidu nad mostom (MV.VVZD.2)
 - o Obstoječi betonski zid se nadviša do projektne kote krone. Nadvišanje do projektirane kote se izvede z obzidavo betonske stene s AB ploščami, ki imajo vtisnjeno oblogo iz kamna. Betonska površina obstoječega zidu se očisti in nanjo prilepi obloga iz kamna.. Dolžina ureditve je ~26 m.
- Dvig betonskega zidu pod mostom (MV.VVZD.1)
 - o Obstoječi betonski zid se nadviša do projektne kote krone. Nadvišanje se izvede z obzidavo betonske stene s ploščami kamna do projektne kote. Betonska površina obstoječega zidu se očisti in nanjo prilepi obloga iz kamna. Debelina obzidave je 10 do 15 cm. Dolžina ureditve je 86 m. Na območju mostu se ob zaključkih zidov vgradi C profile višine 100 mm (C10) in pripravi lesene tramiče debeline 8 cm, ki se postavijo v ležišča ob nastopu visoke vode Male vode ali Božne.
- Visokovodni nasip med pr. 159 in pr161 (MV.VVND.1)
 - o Za zagotovitev poplavne varnosti je potrebno izvesti nasip v sotočni smeri do točke, kjer je gladina poplave Male vode z Božno nižja od kote objektov pri Žagi. Nasip se izvede z odstranitvijo humusa, vgradnjo nasipne zemljine (izkopana peščeno glinena zemljina), komprimacijo in ponovnim humusiranjem, zatratitvijo in sajenjem obvodne vegetacije. Nasip je načrtovan 0,5 nad gladino Q100. Širina krone je 1,0 m, naklon brežin pa 1;2. Dolžina nasipa je 90m.

b) Vodovod

Na območju urejanja Božne med PP 243 in PP244 preči Božno obstoječi vodovod PE DN 90. V sklopu ureditve je predvidena rekonstrukcija obstoječega vodovoda z enakim premerom in materialom v dolžini

5. Tehnično poročilo

GEOLOŠKO - GEOTEHNIČNI ELABORAT
ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI JV DELA LJUBLJANE; ETAPA 1B
(ureditev območja Božne v Polhovem Gradcu)
(faza PZI)

SEZNAM SODELAVCEV:

- Inženirska geologija:
Matija Zupan, u.d.i.geol.
- Hidrogeologija:
dr. Jože Ratej, u.d.i.geol.
- Laboratorijske preiskave:
Maja Rojšek, u.d.i.geol.
- Vrtalna dela:
GR Investicije d.o.o.

VSEBINA POROČILA

Zvezek 1

Tehnično poročilo

Zvezek 2

INŽENIRSKO GEOLOŠKE KARTE in PREREZI

G.1 Pregledna situacija

G.2 Inženirsko geološka karta in situacija sondaž

G.3 Prečni inženirsko-geološki (IG) prerezi

Priloga	Oznaka IG prereza	Objekt
G.3.1	P 224	VVZD2 in VVNL 1
G.3.1a	Z1224.1	
G.3.2	P 225	
G.3.3	P 226	VVZL1 in VVZD2
G.3.4	P 228	
G.3.5	P 229	VVZL1 in VVZD3
G.3.6	P 231	VVZL2 in VVZD4
G.3.7	P 232	
G.3.8	P 234	

G.4 Vzдолžni IG prerezi po osi zidov

G.4.1 Vzдолžni inženirsko geološki prerez po osi zidu VVZL1

G.4.2 Vzдолžni inženirsko geološki prerez po osi zidu VVZL2

G.4.3 Vzдолžni inženirsko geološki prerez po osi zidu VVZD1

G.4.4 Vzдолžni inženirsko geološki prerez po osi zidu VVZD3

G.4.5 Vzдолžni inženirsko geološki prerez po osi zidu VVZD4

Zvezek 3

T.1 GEOTEHNIČNI PROFILI VRTIN TER FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN

T.1.1 Geotehnični profili vrtin

T.1.2 Fotografije jedra vrtin

T.2 LABORATORIJSKE PREISKAVE

T.2.1 Poročilo o laboratorijskih preiskavah-faza PGD

T.2.2 Grafični prikaz rezultatov laboratorijskih preiskav-faza PZI

T.3 POMEMBNEJŠI REZULTI RAZISKAV IZ FAZE PGD

T.3.1 Geotehnični profili vrtin

T.3.2 Fotografije jedra vrtin

T.3.3 Grafični prikaz DPSH sondaž

KAZALO VSEBINE-TEKSTUALNI DEL POROČILA

1.	UVOD	7
1.1.	Povzetek vsebine poročila	7
1.2.	Tehnični opis načrtovanih konstrukcij	8
1.3.	Pregled predhodnih raziskav na obravnavanem območju gradnje	8
2.	TERENSKÉ PREISKAVE	8
2.1.	Inženirsko-geološko kartiranje	9
2.2.	Opis vrtalno-raziskovalnih del	9
2.3.	Geotehnične meritve v vrtinah	9
2.3.1.	Standardni penetracijski testi	9
2.3.2.	Meritve nivoja podzemne vode	11
3.	GEOMEHANSKE PREISKAVE V LABORATORIJU	12
3.1.	Rezultati preiskav	12
4.	INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE	13
4.1.	Geomorfološki opis terena	13
4.2.	Splošne geološke značilnosti raziskovanega območja	13
4.3.	Inženirsko-geološke razmere na območju izgradnje objektov	13
4.3.1.	Inženirsko-geološke razmere na območju sanacije in novogradnje zidov med profili P224-P235	14
5.	ANALIZA GEOMEHANSKIH LASTNOSTI TAL	15
5.1.	Določitev značilnih inženirsko-geoloških (IG) enot	15
5.1.1.	Določitev karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov IG enot	16
6.	GEOTEHNIČNI POGOJI PROJEKTIRANJA	16
6.1.	Geotehnični pogoji izgradnje/sanacije zidov v Polhovem Gradcu	16
7.	UPORABNOST IZKOPNIH MATERIALOV	17
7.1.	Izkopne kategorije	18
8.	SEIZMIČNOST TERENA	18
9.	ZAKLJUČEK	18

KAZALO PREGLEDNIC

- Preglednica 1: Osnovni podatki o izvedenih vrtnah (faza PGD in PZI) na območju načrtovanih zidov.*
- Preglednica 2: Rezultati SPT testov.*
- Preglednica 3: Ocenjene karakteristike (gostotno stanje, strižni kot) na osnovi rezultatov SPT testov.*
- Preglednica 4: Materialne karakteristike sloja proda izračunane na osnovi SPT testov.*
- Preglednica 5: Izmerjeni nivoji podzemne vode (NPV) po končanem vrtanju.*
- Preglednica 6: Rezultati laboratorijskih preiskav glede na tip zemljine/hribine (rezultati iz faze PGD; vzorci vzeti iz območja med Polhovim Gradcem in Šujico).*
- Preglednica 7: Inženirsko geološke (IG) enote zemljin in hribin na območju raziskav.*
- Preglednica 8: Geomehanski parametri posameznih inženirsko-geoloških (IG) enot.*

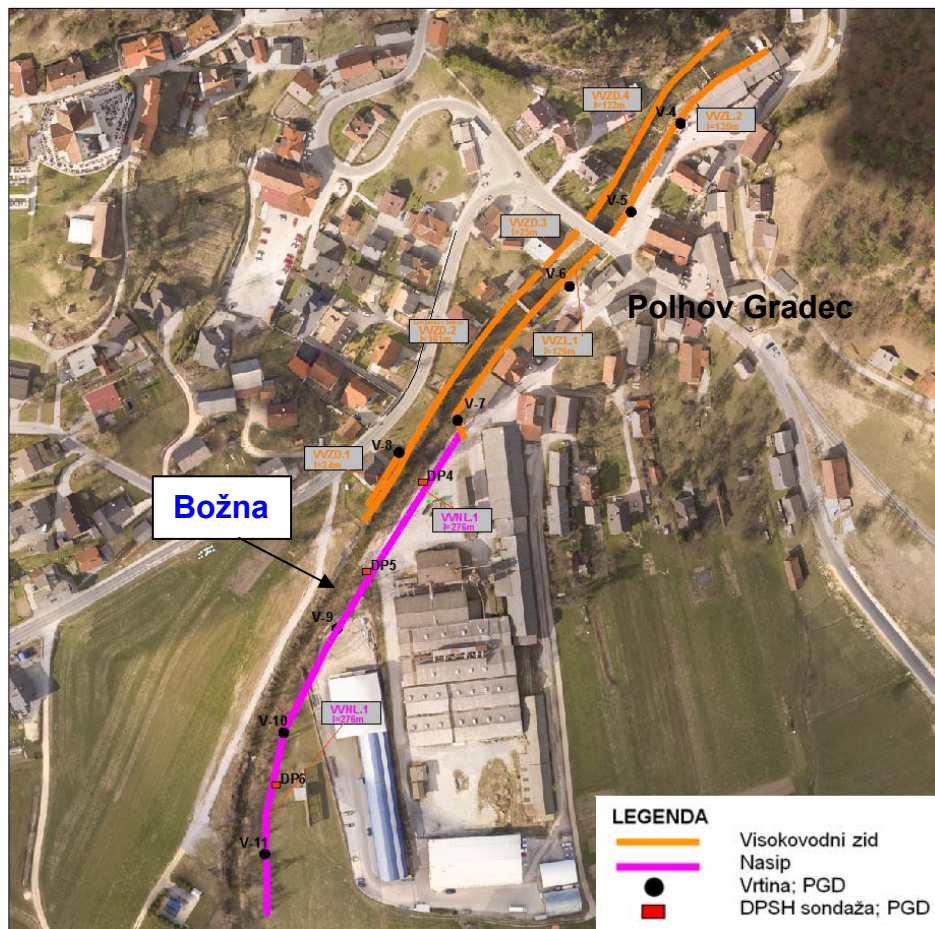
KAZALO SLIK

- Slika 1: Aero-foto posnetek območja GG raziskav z označenimi lokacijami raziskav izvedenih v fazi PGD.*
- Slika 2: OGK, List Kranj z označenim območjem raziskav.*
- Slika 3: Rezultati analize za zid v profilu P229).*

1. UVOD

V sklopu izdelave projekta (PZI/PID/PVE) za zagotavljanje protipoplavne ureditve porečja Gradašnice-etapa 1B smo za naročnika IZVO-R d.o.o. izvedli geološko-geomehanske raziskave na območju ureditve Božne v Polhovem Gradcu. Raziskave so bile izvedene na osnovi projektne naloge, ki jo je pripravilo Ministrstva za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, z datumom 23.3.2018.

V fazi PGD je bila geološka sestava tal na območju sanacije/dograditve visokovodnih zidov ob reki Božni v Polhovem Gradcu preverjena s petimi vrtinami (slika 1). Ker znaša skupna dolžina zidov okoli 500m so se z namenom potrditve ugotovljenih geoloških razmer v fazi PZI izvedle dodatne vrtnine tako, da je bila geološka sestava tal vzdolž zidov preverjena na vsakih 30-50m.



Slika 1: Aero-foto posnetek območja GG raziskav z označenimi lokacijami raziskav izvedenih v fazi PGD.

1.1. Povzetek vsebine poročila

V skladu s projektno nalogo smo opravili terenske raziskave in na osnovi pridobljenih rezultatov za potrebe projektiranja izdelali geološko-geotehnični elaborat. Elaborat je strukturiran tako, da si rezultati terenskih in laboratorijskih preiskav, ter interpretacija le teh smiselno sledijo. V uvodu je podan tehnični opis konstrukcij in pregled predhodnih raziskav. V drugem poglavju so predstavljeni rezultati terenskih preiskav izvedenih za fazo PZI (vključeni so tudi rezultati iz faze PGD). V tretjem poglavju so predstavljene preiskave in rezultati (skupaj PZI/PGD) pridobljeni v laboratoriju. Interpretacija pridobljenih podatkov se prične s četrtem poglavjem, kjer so podane inženirsko-geološke razmere na območju izgradnje/sanacije zidov, sledi analiza geomehanskih lastnosti tal. V šestem poglavju so podani geotehnični pogoji projektiranja zidov. Na koncu so v zaključku podane bistvene ugotovitve raziskav.

1.2 Tehnični opis načrtovanih konstrukcij

LEVI BREG

▪ B.VVZL.1

Poseg na zidu B.VVZL.1 na levem bregu Božne bo izveden v dveh delih. Od obstoječega mostu čez Božno dolvodno, v dolžini 84,10 m se obstoječi zid nadviša in obloži z montažno kamnito oblogo debeline 0,15 m. V nadaljevanju pa se, kjer se začne krona obstoječega zidu spuščati, obstoječi zid poruši in se zgradi nov zid iz kamnite zložbe v dolžini 41,31 m. Gorvodno se krona zidu naveže na obstoječo premostitev preko Božne, dolvodno pa se zid zaključi ob (novo projektiranem – načrt VGU) visokovodnem nasipu.

▪ B.VVZL.2

Obstoječi obvodni zid B.VVZL.2 na levem bregu Božne se bo obložil z montažno kamnito oblogo (filigran opažne plošče) v naklonu 5:1.

DESNI BREG

▪ B.VVZD.1

B.VVZD.1 je visokovodni zid na desni strani Božne. Pred visoko vodo varuje bližnji objekt. Bližina objekta in meja prostorskega načrta narekujeta izvedbo zidu. Brežino bo pred izkopom potrebno zavarovati z mikropiloti, ki s svojo upogibno nosilnostjo varujejo objekt pred zdrsom in poškodbami. Po izkopu se bo mikropilote obložilo s kamnito zložbo, tako, da bo zadostilo vodnogospodarskim pogojem.

▪ B.VVZD.3

Obstoječi obvodni zid B.VVZD.3 na desnem bregu Božne se bo obložil z montažno kamnito oblogo (filigran opažne plošče) v naklonu 5:1.

▪ B.VVZD.4

Obstoječi obvodni zid B.VVZD.4 na desnem bregu Božne se bo obložil z montažno kamnito oblogo (filigran opažne plošče) v naklonu 5:1.

1.3 Pregled predhodnih raziskav na obravnavanem območju

Splošni podatki o stratigrafiji in strukturi na širšem območju so zbrani na Osnovni geološki karti SFRJ (OGK, list Kranj) v merilu 1: 100 000, drugih geoloških raziskav na območju predvidenih posegov do faze PGD ni bilo izvedenih.

V okviru faze PGD so bile inženirsko geološke razmere na območju načrtovanih konstrukcij preverjene s sondažnimi deli. Rezultati teh preiskav so zbrani v: "GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNI ELABORAT ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI JV DELA LJUBLJANE; ETAPA 1B, (občina Dobrova-Polhov Gradec)", št.p. H77.3/15-IC 220/16 Ljubljana, maj 2017, IRGO Consulting d.o.o.

2. TERENSKÉ PREISKAVE

Terenske preiskave so obsegale raziskovalno vrtanje s pripadajočimi meritvami v vrtinah in laboratorijske preiskave. Preiskave so bile izvedene v mesecu juliju 2018.

2.1 Inženirsko-geološko kartiranje

Inženirsko-geološko kartiranje je bilo izvedeno v fazi PGD. Teren na območju gradnje je ravninski, prekrit z aluvialnimi nanosi, tako da izdankov kamnin na samem območju gradnje ni. Kamnina (srednje triasni dolomit) izdanja v pobočjih severno od načrtovanih zidov. Inženirsko-geološko karto, ki je bila izdelana v fazi PGD smo tako le dopolnili z lokacijami novih sondažnih vrtin. IG karta se nahaja v prilogi G.2.

2.2 Opis vrtalno raziskovalnih del

Na levem in desnem bregu vzdolž struge Božne je bilo izvrtanih 9 geomehanskih vrtin globine 5-7m. Skupaj je bilo izvrtanih 55m jedra vrtin. Lokacije vrtin so prikazane na IG karti v prilogi G.2. Vrtanje je izvajalo podjetje ROVS d.o.o. Vse vrtnice so bile izvrtane rotacijsko, na suho, s 100% jedrovanjem. Med raziskovalnim vrtanjem so se v prodnatih in peščenih slojih izvajali SPT testi. Med vrtanjem so se beležili dotoki vode v vrtnice, po končanem vrtanju so se v vrtinah izvedle meritve nivoja podzemne vode. Na pridobljenem jedru smo izvedli geotehnični vizualni popis po USCS klasifikaciji. Iz karakterističnih slojev so bili vzeti vzorci za laboratorijske preiskave.

Geotehnični popisi vrtin s pripadajočimi meritvami so prikazani v prilogi T.1.1, fotografije jedra vrtin pa v prilogi T.1.2 (na fotografijah so označeni odseki jedra, na katerih so bile izvedene laboratorijske preiskave).

V preglednici 1 so prikazani osnovni podatki o vrtinah in preiskave, ki so se izvajale v njih in sicer ločeno za fazo PGD in fazo PZI.

Preglednica 1: Osnovni podatki o izvedenih vrtinah (faza PGD in PZI) na območju načrtovanih zidov.

FAZA PGD

VRTINA		MERITVE	Objekt
Oznaka	Globina (m)	SPT (kom)	
V-4	6,5	3	VVZL 2
V-5	8,0	3	
V-6	8,0	3	VVZL 1
V-7	6,5	3	
V-8	8,0	3	VVZD 1 in VVZD 2

SKUPAJ: 37,0 15

FAZA PZI

VRTINA		MERITVE	Objekt
Oznaka	Globina (m)	SPT (kom)	
V-1/PZI	6,0	2	VVZL 2
V-2/PZI	7,0	1	VVZL 1
V-3/PZI	7,0	1	VVZD 4
V-4/PZI	5,0	2	
V-5/PZI	6,0	2	
V-6/PZI	6,0	2	VVZD 2
V-7/PZI	6,0	2	
V-8/PZI	6,0	2	
V-9/PZI	6,0	2	VVZD 1 in VVZD 2

SKUPAJ: 55,0 16

2.3 Geotehnične meritve v vrtinah

2.3.1 Standardni penetracijski testi

V vrtinah so se v prodnatih slojih na vsake 2-4 metra izvajale SPT testi. Skupaj je bilo izvedenih 31 testov kot je prikazano v preglednici 1. Meritve so bile izvedene skladno s standardom SIST EN ISO 22476-3:2005. Za uporabljeno penetracijsko opremo se upošteva korekcijski faktor prenosa energije $E_r/60$ (korekcijski faktor vrtalne garniture, ki je vrtala v fazi PGD znaša 1,39 in 1,37 za garnituro, ki je vrtala v fazi PZI).

V preglednici 2 podajamo za vsako posamezno vrtino izračunane korigirane vrednosti števila udarcev $(N_1)_{60}$ glede na tipične sloje zemljin ki se pojavljajo na območju raziskav. Rezultati SPT preiskav so bili iz vrednoteni ob upoštevanju zahtev standarda SIST EN 1997-2: 2007 (Geotehnično projektiranje – 2. del: preiskovanje in preizkušanje tal). Na koncu preglednice podajamo za sloj prod še statistično obdelavo rezultatov meritev na osnovi katere smo ocenili prevladujoče gostotno stanje tega sloja ter strižni kot in modul elastičnosti (E).

Osnovno število udarcev (N) in korigirani rezultati meritev $(N_1)_{60}$ so podani tudi v geotehničnih profilih vrtin, priloga T.1.1.

Preglednica 2: Rezultati SPT testov.

Faza	Vrtina	Globina	MATERIAL			GOSTOTNO STANJE
			NASIP	Peščen in meljast do zaglinjen prod (GP, GM-GC)	Podlaga (skril. glianvec, dolomit)	
		m	(N ₁) ₆₀	(N ₁) ₆₀	(N ₁) ₆₀	
PGD	V-4	2,2	20			srednje gosto
		4,5		35		gosto
		6,7			3cm	
	V-5	2,2		31		gosto
		4,2		57		zelo gosto
		8,2			31	
	V-6	2,2		59		zelo gosto
		4,2		55		zelo gosto
		7,2			18cm	
	V-7	2,2		11		srednje gosto
		4,2		25		gosto
		6,6			38	
	V-8	2,2		36		gosto
		4,2		23cm		zelo gosto
		6,2			26cm	

PZI	V-1	2,0	5			rahlo
		4,5		43		zelo gosto
	V-2	2,0		40		gosto
	V-3	2,5		60		zelo gosto
	V-4	2,5		39		gosto
		4,7		53		zelo gosto
	V-5	2,0	57			zelo gosto
		5,0		48		zelo gosto
	V-6	2,7		56		zelo gosto
		5,0		87*		
	V-7	2,0		69*		
		4,3		89*		
	V-8	2,0		34		gosto
		4,0		68*		
	V-9	2,0		42		gosto
4,2			73*			

Statistična obdelava SPT testov za sloj prod

n		17
min.		11
max.		60
POVP		43
STDEV		13,4
95% stopnja zaupanja		35

*...več kot 60 udarcev; ni upoštevano v stat. obdelavi

Na osnovi normaliziranih vrednosti SPT testov; $(N_1)_{60}$ smo ocenili materialne karakteristike prodnatega sloja v skladu s preglednico 3 (po Skempton-u, 1986):

Preglednica 3: Ocenjene karakteristike (gostotno stanje, strižni kot) na osnovi rezultatov SPT testov.

gostota	zelo rahlo		rahlo		srednje gosto		gosto	zelo gosto
$(N_1)_{60}$	0	3	8	15	25	42	58	
I_d (%)	0	15	35	50	65	85	100	
ϕ (°)		28	30	33	36	41	44	

Podajamo tudi korelacijo za oceno edometerskega modula elastičnosti (Begemann, 1974):

$$E_{\text{oed}} = 4 + c \cdot ((N_1)_{60} - 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} > 15) \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

$$E_{\text{oed}} = c \cdot ((N_1)_{60} + 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} < 15) \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

$c = 0.3$ za drobne peske in peske z meljem

$c = 1.2$ za grušč/prod s peskom

❖ Rezultati in ugotovitve

Na osnovi preglednice 3 in enačbe (1) smo za prodnati sloj ocenili gostotno stanje, strižni kot in modul elastičnosti kot je prikazano v preglednici 4

Preglednica 4: Materialne karakteristike sloja proda izračunane na osnovi SPT testov.

PROD (GP, GM-GC)	$(N_1)_{60}$	Strižni kot (°)	Modul elast. E (MPa)	Gostotno stanje
95% stopnja zaupanja	35	36-41	40,8	gosto do zelo gosto

Strižni kot je ocenjen po Skempton-u (1986)

Modul elastičnosti (E) ocenjen po Bergmanu (1974)

2.3.2 Meritve nivoja podzemne vode

Po končanem vrtanju se je v vsaki vrtini izvedla meritev nivoja podtalne vode. Rezultati meritev so prikazani v preglednici 5, ločeno so prikazane meritve izvedene v fazi PGD in meritve izvedene v fazi PZI. Kot je razvidno iz prečnih geoloških prereзов se večji del izmerjenih nivojev podzemne vode nahaja na nivoju rečne struge. Poudarjamo, da so podatki le orientacijski. Ker so se vrtalna dela v obeh fazah raziskav izvajala v suhem obdobju ocenjujemo, da je nivo podzemne vode v deževnih obdobjih lahko še bistveno višji. Z meritvami nivoja podzemne vode preko hidrološkega leta na obravnavanem območju sicer ne razpolagamo.

Preglednica 5: Izmerjeni nivoji podzemne vode (NPV) po končanem vrtanju.

FAZA PGD			FAZA PZI		
Oznaka vrtine	NPV (m)	Objekt	Oznaka vrtine	NPV (m)	Objekt
V-4	2,75	VVZL 2	V-1/PZI	2,95	VVZL 2
V-5	2,8		V-2/PZI	3,0	VVZL 1
V-6	3,3		V-3/PZI	-	VVZD 4
V-7	2,8	VVZL 1	V-4/PZI	3,5	
V-8	3,0		V-5/PZI	3,0	
		VVZD 1 in VVZD 2	V-6/PZI	2,91	VVZD 2
			V-7/PZI	3,0	
			V-8/PZI	2,5	
			V-9/PZI	2,62	VVZD 1 in VVZD 2

3. GEOMEHANSKE PREISKAVE V LABORATORIJU

3.1 rezultati preiskav

Geomehanske laboratorijske preiskave zemljin so bile izvedene v fazi PGD, v kateri so se izvajale geološke raziskave na celotnem območju sanacije od Polhovega Gradca do Šujice. Na območju sanacije zidov v Polhovem Gradcu se nad podlago nahaja prodnati sloj zato se je v fazi PZI v laboratoriju preverila le zrnastostna sestava proda. Preiskave so bile opravljene po standardu SIST ENV 1997-2:2007.

Posamezni rezultati laboratorijskih preiskav iz obeh faz so predstavljeni v zvezku 2, v prilogi T.2.1 (faza PGD) in T.2.2 (faza PZI). V preglednici 6 so za posamezne tip zemljine/hribine prikazane mejne vrednosti izmerjenih geomehanskih parametrov (faza PGD).

Preglednica 6: Rezultati laboratorijskih preiskav glede na tip zemljine/hribine (rezultati iz faze PGD; vzorci vzeti iz območja med Polhovim Gradcem in Šujico).

Vrsta preiskav	Tip zemljine/hribine		
	Melji do peski (ML-SM)	Prodi (GP-GM-GC)	Podlaga (skrilav glinavec)
	min-max		min-max
Naravna vlaga w (%)	23-27		8,3-9,8
Prostorninska teža γ (kN/m ³)	19,0		21,6-23,5
Strižna trdnost ϕ (°)	26-35		
Kohezija c (kPa)	9,7-10,4		
Enosna tlačna trdnost q_u (kPa)			207-280

Preiskave zrnastostne sestave prodnatega sloja na območju sanacije/dograditve zidov ob Božni v Polhovem Gradcu so pokazale da so prodi večinoma peščeno meljasti do zaglinjeni (GM-GC); priloga T.2.2.

4. INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE

4.1 Geomorfološki opis terena

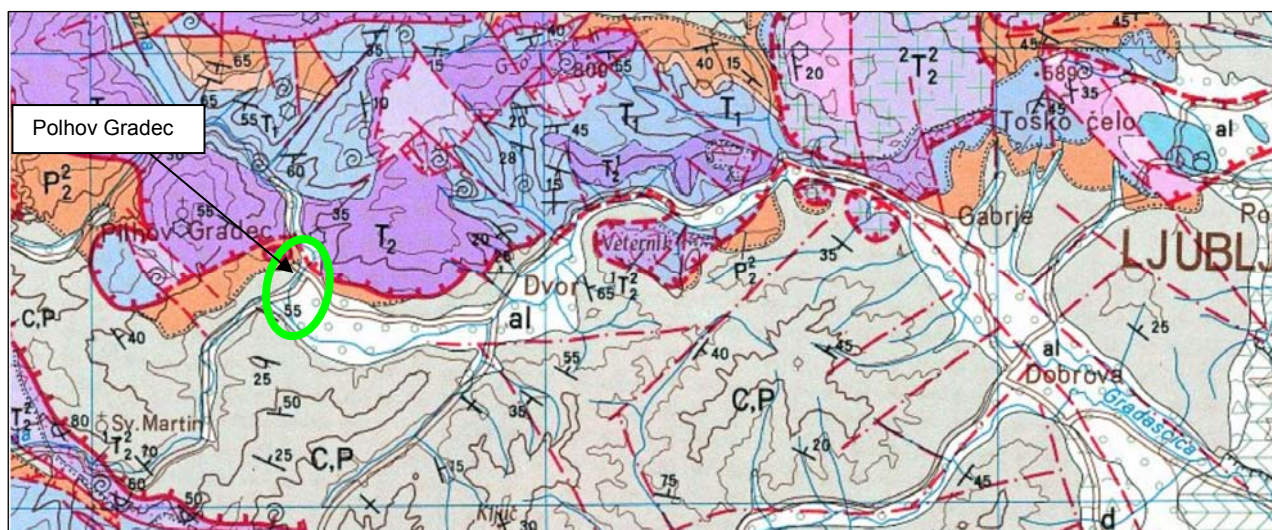
Teren vzdolž reke Božne na območju Polhovega Gradca je ravninski, na poseljenem območju so hiše in objekti zgrajeni le nekaj metrov od roba leve in desne rečne brežine. Nepozidana območja tvorijo travnate površine in njive (priloga G.1)

4.2 Splošne geološke značilnosti raziskovanega območja

Splošne podatki o histološko-stratigrafskem opisu kartiranega prostora ter o njegovih tektonskih značilnostih povzemamo po Osnovni geološki karti OGK, list Kranj ; M 1:100 000. (slika 2). Iz teh podatkov lahko zaključimo, da teren na območju raziskav vzdolž struge Božne sestoji iz aluvialnih nanosov(al); prod z lečami peskov in glin, ki se ob pobočjih meša z mlajšimi deluvialnimi nanosi pobočnega grušča.

Hribovit prostor nad dolino sestoji iz permo-karbonskih (C,P), srednje permskih-Groedenskih (P_2^2) in srednje triasnih (T_2) kamnin. Med (C,P) kamninami prevladuje temnosiv skrilav glinavec in peščenjak, za Groedenske sklade je značilen rdečkast peščenjak s prehodi v alevrolit, za srednje triasne kamnine pa je značilen neplastovit anizijski dolomit. Vse te kamnine na različnih mestih sestavljajo hribinsko podlago aluvialnemu pokrovu.

Naj še omenimo, da po levi strani doline Gradašnice poteka narivni kontakt Škofjeloško-trnovskega pokrova ob katerem so triasne plasti v tektonskem stiku z gornje paleozojskimi (P_2^2 in P,C) kamninami. Posebno izrazit je narivni rob na območju Polhovega Gradca, kar je bilo ugotovljeno tudi z vrtnami na tem območju. V podlagi aluvialnih naplavin tako dobimo v tem delu močno heterogeno in tektonsko poškodovano kamnino, ki je posledica že omenjenega stika.



Slika 2: OGK, List Kranj z označenim območjem raziskav.

4.3 Inženirsko-geološke razmere na območju izgradnje objektov

Na osnovi inženirsko-geološkega pregleda terena in izvedenih sondažni smo za območje raziskav izdelali inženirsko-geološko karto (priloga G..2) na kateri je prikazana geološka sestava zgornjih cca 5 metrov tal. Na karti smo ločili območja ob vodotoku, kjer tla sestoji iz nasipov in območja aluvialnega nanosa. Geološka sestava tal po globini na območju predvidenih zidov in

nasipov je prikazana na devetih prečnih (priloge G.3) in petih vzdolžnih (priloge G.4) inženirsko geoloških prerezih.

4.3.1. Inženirsko-geološke razmere na območju sanacije in novogradnje zidov med profili P224-P235

V tem delu teče Božna skozi naselje. Struga je do mostu varovana z betonskim zidom, ki je v zelo slabem stanju (razpokan, na več mestih spodjeden), nizvodno pa z utrjeno brežino. Predvidena je sanacija obstoječega zidu in dogradnja nizvodno od mostu. Geološka zgradba je bila preverjena s 14 vrtinami, ki so pokazala naslednjo sestavo tal:

- Med profiloma P226 in P235 levo rečno brežino gradi nasip. Debelina nasipa zanaša od 1,0m (P226) do 2,8m (P232). Ocenjujemo, da je nasip srednje gost do gost, sestoji iz meljastega do peščenega karbonatnega proda z ostanki gradbenega materiala. Na desni strani se nasip nahaja med profiloma P228-P234.
- Pod nasipom leži plast srednje gostega do gostega večinoma meljastega do zaglinjenega proda (GM-GC), ki sega do globine 3-5,6m. Pod plastjo proda leži hribinska osnova iz PC temnosivega, mehkega skrilavega glinavca, podrejeno meljevca, od profila P232 gorvodno pa podlaga sestoji iz pretrtega dolomita. Dolomitna kamnina je pretrta zaradi tektonskega stika oziroma nariva trisanih kamnin na PC sklade. Narivni kontakt je bil z vrtinama V-4 in V-4/PZI ugotovljen v profilu P232.

Naj še omenimo, da je bil v profilu P225 na desnem bregu z vrtino V-8 na globini 3,0m navrtan tektonski stik med groedenskimi in PC kamninami.

Geološka zgradba brežin je prikazana na devetih prečnih profilih v prilogah G.3.1-G.3.8. Geološka zgradba vzdolž zidov (po osi zidov) pa je prikazana na petih vzdolžnih IG profilih (priloge G.4.1- G.4.5).

5. ANALIZA GEOMEHANSKIH LASTNOSTI TAL

Dodatne vrtnice, ki so bile izvedene v fazi PZI na območju načrtovanih zidov v Polhovem Gradcu so potrdile geološko sestavo tal kakršna je bila določena v fazi PGD. Tudi terenske geotehnične meritve (SPT testi) izvedene v prodnatem sloju so potrdile vrednosti geomehanskih parametrov tega sloja, kot so bile določene v fazi PGD. Zato v nadaljevanju tega poglavja povzemamo definicije tipičnih geoloških slojev in njihove geomehanske karakteristike iz GG elaborata izdelanega za fazo PGD.

5.1 Določitev značilnih inženirsko-geoloških (IG) enot

Na območju načrtovane izgradnje/obnove zidov vzdolž reke Božne v Polhovem Gradcu (med profiloma P224-P235) tla sestavljajo inženirsko-geološke enote kot je prikazano v preglednici 7.

Preglednica 7: Inženirsko geološke enote (IG) zemljin in hribin na območju raziskav.

SLOJ (IG enota)	VRSTA ZEMLJINE	OPIS ZEMLJINE	USCS	GOSTOTNO/KONSISTENČNO STANJE
0b	Nasipi	Sestoji iz peščenega do meljastega karbonatnega drobirja in proda	GP-GM	srednje gosto
1	MELJI in GLINE	Prevladuje zaglinjen melj, mestoma pusta meljna gline	ML-CL	srednje gnetno
2a	PRODI	Peščeni do meljasti in zaglinjeni prodi	GP-GM, GC	srednje gosti do gosti
SLOJ (IG enota)	VRSTA HRIBINE	OPIS HRIBINE	TEKTONSKA POŠKODOVANOST	GSI (ocena)
3a	Skrilav glinavec	Prevladuje mehak skrilav glinavec z redkimi polami meljevca	srednja do visoka	15-25
3b	Dolomit	Povečini pretrt in tektonsko močno poškodovan dolomit, mestoma spremenje v tektonski zdrob	visoka	15-20

- **Nasipi:**
Na območju Polhovega Gradca brežine reke Božne zgornjih 1-3m gradijo nasipi, ki sestojijo iz nasutega peščenega do meljastega srednje gostega karbonatnega drobirja in proda.
- **Melji:**
Pojavljajo se v zelo omejenem obsegu, na območju travnikov, vrtov (kjer teren ni pozidan) pod humusno plastjo v debelini 0,5--2m. Prevladujejo zaglinjeni melji (ML), podrejeno gline (CL), ki so v srednje gnetnem konsistenčnem stanju.
- **Prodi:**
Pod nasipom leži plast pretežno zameljenega (GM) srednje gostega do gostega pretežno karbonatnega proda. Kjer vrodu prevladujejo prodniki PC kamnin je ta močnejše zaglinjen (GC).
- **Hribinska podlaga:**
Podlaga sestoji iz PC mehkega črnega skrilavega glinavca, na skrajnem severnem delu območja, od profila 232 gorvodno pa iz prettrtega dolomita.

5.1.1 Določitev karakterističnih vrednosti geomehanskih parametrov IG enot

Na osnovi rezultatov meritev, ki so predstavljeni v točkah 2 in 3 tega poročila in na osnovi izkušenj podajamo v preglednici 8 osnovne geomehanske parametre za posamezne IG enote. Prikazane vrednosti naj se uporabijo pri izračunih stabilnosti projektiranih zidov in nasipov.

Preglednica 8: Geomehanski parametri posameznih inženirsko-geoloških (IG) enot.

SLOJ (IG enota)	VRSTA ZEMLJINE	OPIS ZEMLJINE	USCS	gostotno/ konsistenčno stanje	Prost teža γ (kN/m ³)	Strižni kot ϕ (°)	Kohezija c (kPa)	Nedrenirana striž. trd. Su (kPa)	Modul stisljivosti (E_{oed}) (MPa)	Koeficient prepustnosti k (m/s)
0b	Nasip	Sestoji iz peščenega do meljastega karbonatnega drobirja in proda	GP-GM	srednje gsto	21	30-33	0		15-20	$10^{-5} - 10^{-4}$
1	MELJI in GLINE	Prevladuje zaglinjen melj, mestoma pusta meljna gline	ML-CL	srednje gnetno	20	24-26	5-10	30-50	2-3	$10^{-8} - 10^{-7}$
2a	PROD	Peščeni do meljasti in zaglinjeni prodi in grušči	GP-GM, GC	srednje gosti do gosti	21	33-36	0		20-25	$10^{-5} - 10^{-4}$
SLOJ (IG enota)	VRSTA HRIBINE	OPIS HRIBINE	GSI					Enosna tlač. trd. q_u (kPa)		
3a	Glinavec	Mehak skrilav glinavec z redkimi polami meljevca	15-25		24			200-250		Neprepustno
3b	Dolomit	Povečini pretrt in tektonsko poškodovan dolomit	15-20		26					Variabilno

Opomba: Vrednosti za koeficienti prepustnosti so ocenjeni na osnovi preiskav izvedenih v podobnih zemljinah/hribinah.

6. GEOTEHNIČNI POGOJI PROJEKTIRANJA ZIDOV

6.1 Geotehnični pogoji izgradnje/sanacije zidov v Polhovem Gradcu

Na odseku med P225-P233, kjer Božna teče skozi naselje, je predvidena izgradnja novega zidu. Zid bo temeljen v IG-2 – meljasti do glinasti prodi. Ker se odpornost tal ocenjuje na več kot $q_d' = 500 \text{ kPa}$, težav s temeljenjem ni pričakovati. **V primeru, da se bodo na nivoju temeljev nahajale leče gline ali melja, je potrebno le-to odstraniti v debelini minimalno 1m in nadomestiti s kamnitim materialom.**

Modul reakcije za temeljna smo ocenili s pomočjo progama PLAXIS 2D in sicer po enačbi

$$k_v = \frac{\sigma_v}{u_v}$$

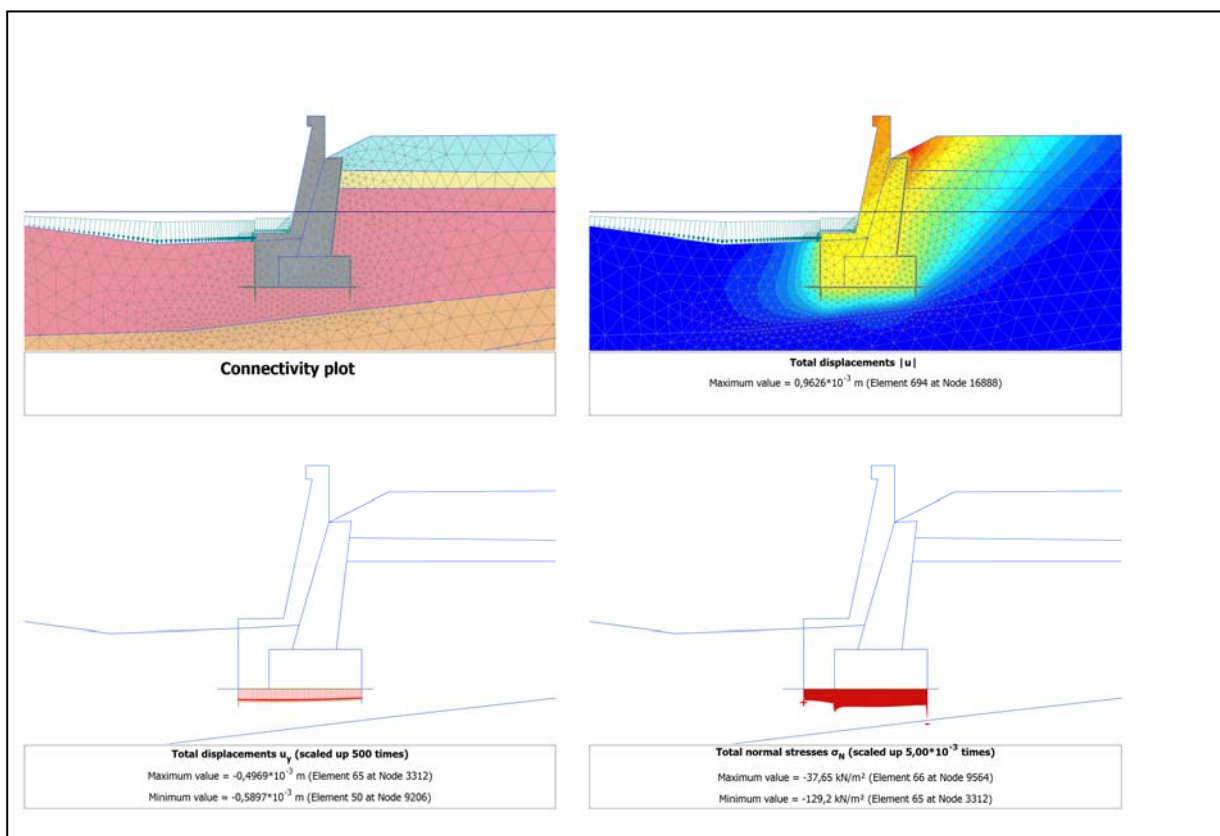
pri čemer je:

σ_v - vertikalna napetost v temeljnih tleh neposredno pod temeljem zidu

u_v - vertikalne deformacije temeljnih tal zaradi obtežbe temelja zidu

Modul reakcije tal za meljast do glinast prod ocenjujemo na:

$$k = 18\,000 \sim 25\,000 \text{ kN/m}^3$$



Slika 3: Rezultati analize za zid v profilu P229.

V prerezu P226 je predvidena izvedba novega kamnitega zidu s poglobljeno peto, katerega temelji bodo segali 1,5m pod dno obstoječe struge. Ker se tik ob načrtovanem zidu nahaja objekt, bodo zato potrebni izkopi v strmem naklonu. Projektant mora predvideti ustrezne podporne ukrepe, s katerimi bodo vplivi izkopa na posedke objekta v sprejemljivih mejah (kampadni izkop, podpiranje s sidranimi mikropiloti ali zagatnicami,...).

7. UPORABNOST IZKOPNIH MATERIALOV

Glede na predvidene objekte bodo izkopne količine nastale ob sanaciji /dograditvi zidov in ob razširitvi brežin vodotokov. Večinoma bo to prodnato material, ki je uporaben za izgradnjo nasipov pod naslednjimi pogoji:

Material, ki se bo vgrajeval v nasipe ne sme biti razmočen, zato se ga mora ustrezno deponirati in zaščititi pred padavinami. Pri gradnji nasipov je potrebno težiti k temu, da se gradijo v suhem vremenu. Izgradnja nasipov iz pretežno prodnatih materialov se mora izvajati v plasteh maksimalne debeline 30cm s sprotim kompaktiranjem do zgoščenosti 95% MPP (**za vse materiale, ki bodo vgrajeni v nasipe je potrebno pred tem izvesti Proctor-jev test**). Za zgostitev naj se uporablja vibrirajoči valjar. V sklopu kontrole kvalitete izvedenih del je potrebno izvesti sledeče preiskave:

- Laboratorijske preiskave materiala za vgradnjo v nasipe po MPP (modificiran Proctorjev preizkus) z namenom določitve optimalne vlage in zgoščenosti materiala - 1 preiskava/200m³.

- Kontrola dinamičnega deformacijskega modula plasti nasipa z uporabo krožne plošče s padajočo utežjo (zahteva $E_{vd} > 40 \text{ MPa}$) - 1 preizkus/200m² na posamezni plasti nasipa.
- Kontrola zgoščenosti plasti nasipa z izotopsko sondo ($> 95 \% \text{ MPP}$) - 1 preizkus/200m² na posamezni plasti nasipa.

7.1 Izkopne kategorije

Po »Posebnih tehničnih pogojih za zemeljska dela in fundiranje« (SCS 1989 in dopolnitev 1994, knjiga 3) se vsa izkopna dela pri oblikovanju regulacij vodotokov in pri izvedbi plitvih izkopov uvrsti v vezljive in nevezljive zrnate zemljine, v 3. izkopno kategorijo.

8. SEIZMIČNOST TERENA

Po slovenskem predstandardu SIST ENV 1998-1-1, ki upošteva povratno dobo potresov 500 let, spada območje raziskav v 7. potresno stopnjo. Na območju izgradnje nastopajo tla tipa A. Glede na KARTO PROJEKTNEGA POSPEŠKA TAL ocenjujemo, da je na območju izgradnje objektov vrednost potresnega pospeška $Q_g = 0,225g$; vir: <http://www.arso.gov.si/potresi>

9. ZAKLJUČEK

Na območju Polhovega Gradca so se za potrebe projektiranja zidov (sanacija in dograditev) ob strugi Božne izvedle geološko-geomehanske raziskave, ki so obsegale: inženirsko-geološki pregled brežin, geomehansko vrtanje, terenske geotehnične meritve (SPT testi) in laboratorijske preiskave vzorcev zemljin V nadaljevanju povzemamo bistvene ugotovitve navedene v tem poročilu:

❖ Geološka sestava tal

Sondažno vrtanje je pokazalo da vzdolž Božne na območju Polhovega Gradca tla zgoraj gradi nasip, ki sega večinoma do nivoja struge (na območju travnikov, vrtov se pod humusno plastjo pojavlja do 2m debel sloj melja). Pod nasipom leži sloj meljastega do zaglinjenega proda, ki je odložen neposredno na kamninsko podlago. Podlaga sestoji iz permokarbonskega mehkega, črnega skrilavega glinavca, od profila P323 gorvodno podlaga sestoji iz pretrtega triasnega dolomia.

❖ Hidrogeološke razmere

V vsaki vrtini je bil po končanem vrtanju zabeležen nivo podzemne vode. Ta se nahaja generalno na nivoju strug vodotokov. Opozarjamo, da so navedeni nivoji merodajni le za sušno obdobje. Ocenjujemo, da so nivoji v deževnem obdobju lahko bistveno višji.

❖ Geotehnični pogoji izgradnje zidov

Na odseku med P224-P235, kjer Božna teče skozi naselje, je na več mestih predvidena izgradnja novega zidu. Ker se odpornost tal ocenjuje na več kot $q_d = 500 \text{ kPa}$, težav s temeljenjem ni pričakovati. **V primeru, da se bodo na nivoju temeljev nahajale leče glin ali melja, je potrebno le-to odstraniti v debelini minimalno 1m in nadomestiti s kamnitim materialom.**

Ker se v prerezu P226 obstoječi objekt nahaja tik ob novem zidu, bo potrebno predvideti ustrezne ukrepe za varovanje začasnih izkopov in omejitev vplivov izkopa na objekt.