



E

NASLOVNA STRAN

E - ELABORAT

**GEOTEHNIČNO POROČILO Z ELABORATOM DIMENZIONIRANJA VOZIŠČNE
KONSTRUKCIJE**

INVESTITOR:

Občina Brežice
Cesta prvih borcev 18
8250 Brežice

OBJEKT:

Ureditev ceste z izgradnjo pločnika čez Žejno – (LC024121) v dolžini ca. 450m

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE: PZI

ZA GRADNJO: Rekonstrukcija

IZDELOVALEC ELABORATA:

INŠTITUT ZA CESTE, d.o.o.
Viška cesta 53, 1000 Ljubljana

INŠTITUT ZA CESTE
RAZISKOVANJE IN RAZVOJ, d.o.o.
Viška cesta 53, 1000 LJUBLJANA

Odg. predstavnik podjetja: Mitja Petan, univ.dipl.inž.grad.

ODGOVORNI IZDELOVALEC ELABORATA:

Mitja Petan, univ.dipl.inž.grad., IZS G-2349

MITJA PETAN
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-2349

PROJEKT:

Projekt številka: 202-12-20
Projektant: AIA inženiring d.o.o., Vipavska ulica 21a, Ljubljana

Odg. vodja projekta:
Vojko Oman, kom.inž., IZS G-9084

ŠTEVILKA ELABORATA, KRAJ IN DATUM izdelave elaborata in IZVOD:

DN70/20, Ljubljana, maj 2021, 1 2 3 4 5 6 7

str.1/12

--	--	--	--	--

E.1	KAZALO VSEBINE
------------	-----------------------

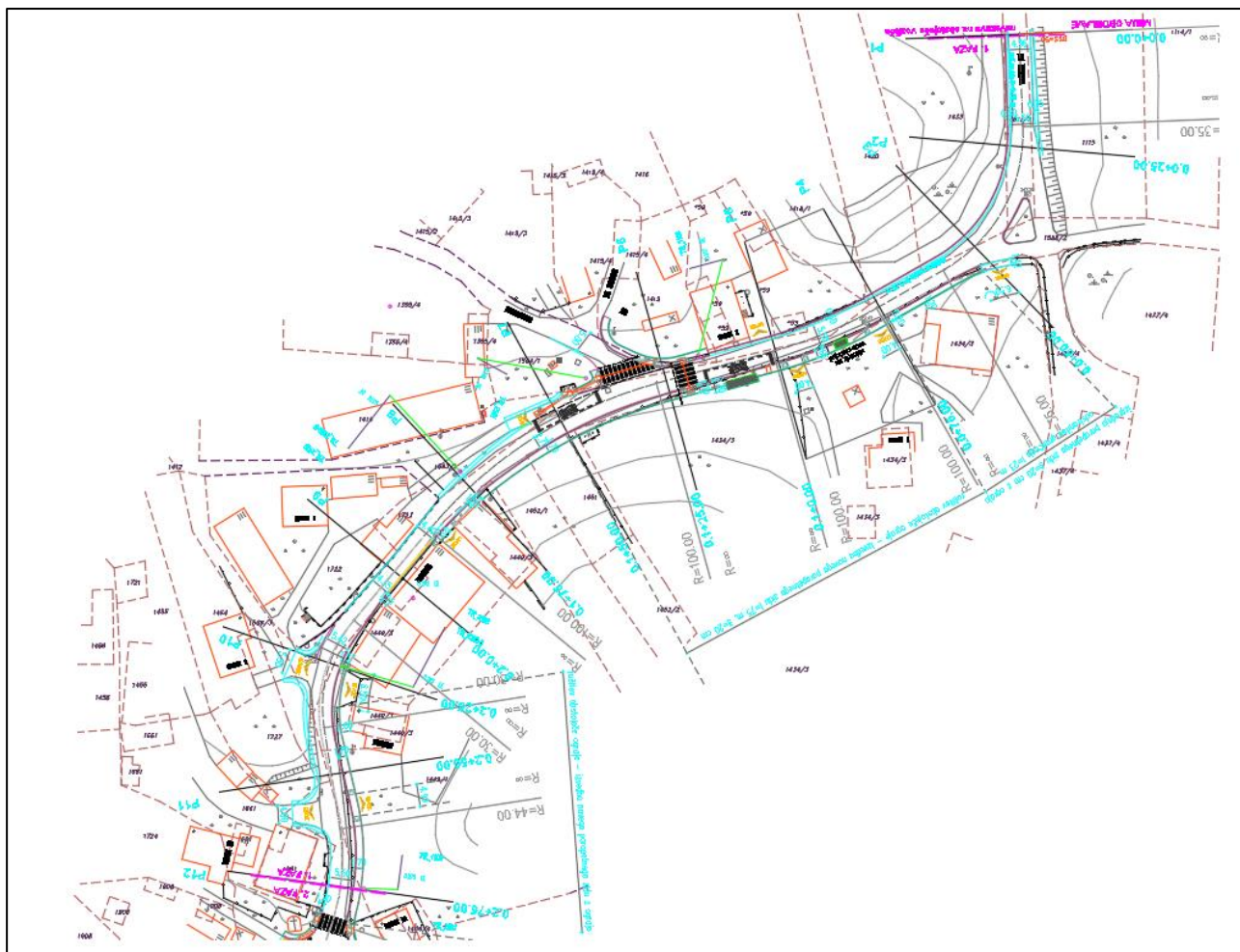
E	NASLOVNA STRAN	1
E.1	KAZALO VSEBINE	2
E.2	TEHNIČNO POROČILO	3
	1. SPLOŠNO	3
	2. OBSTOJEČE STANJE	4
	3. INŽENIRSKÉ GEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE	5
	4. TERENSKÉ RAZISKAVE	6
	5. LABORATORIJSKE RAZISKAVE in TERENSKÉ MERITVE	8
	6. GEOTEHNIČNA IZHODIŠČA ZA NAČRTOVANJE	9
	7. DIMENZIONIRANJE	10
	8. PREDLOG DIMENZIONIRANJA	12
	9. ZAHTEVE KAKOVOSTI	12

E.2

TEHNIČNO POROČILO

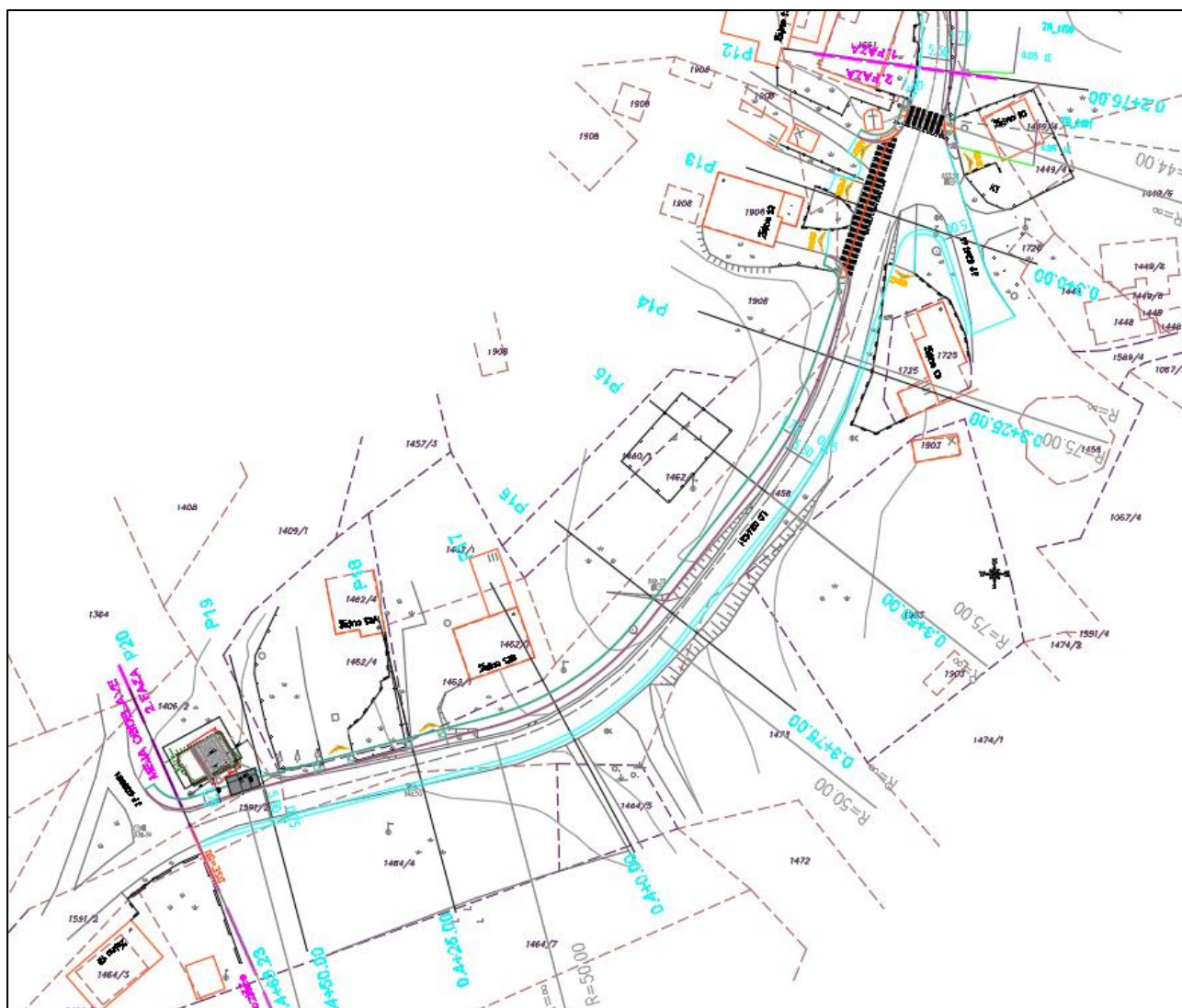
1. SPLOŠNO

Predmet obdelave je ureditev hodnika za pešce ob LC 024121 Dvorce – Žejno, skozi Žejno. Projekt je deljen na dve fazi, ki sta v splošnem razmejeni v območju priključka z JP 524741 Sobenja vas (slika 1 in 2).



Slika 1: Pogled na 1. fazo ureditve, PZI dec. 2020

Ureditev 1. in 2. faze se načrtuje po normalnem prečnem prerezu širine dvosmernih vozniških pasov $2 \times 2,75$ m in prirobnega enostranskega hodnika za pešce širine 1,70 m. Slednji, ki na delu 1. faze sledi prirobnju levega voznega pasu, v nadaljevanju 2. faze pa desnega voznega pasu, bo od vozišča deniveliran s cestnim robnikom. Na delu strnjenegega obcestnega urbanizma 1. faze (okvirno od P8 do P10) se širina vozišča prilagodi. BUS postajališče se s talnimi označbami uredi na vozišču. V kontekstu celostne obdelave se preuredi obstoječ priključek JP 524741 Sobenja vas ter uredi meteorna kanalizacija in cestna razsvetljava.



Slika 2: Pogled na 2. fazo ureditve, PZI dec. 2020

2. OBSTOJEČE STANJE

Privzeto po razkopih SJ1 do SJ3 se obstoječe vozišče sestoji iz dvo slojne asfaltne obloge skupne debeline 10 cm (AB+BG), zgolj na začetnem delu do priključka JP 524751 Žejno-vas pa lahko tudi tri slojne skupne debeline 13 cm (AB+AB+BG).

Podlaga nevezane nosilne plasti je grajena iz peščenega zmerno zaglinjenega debelozrnatega gramoza GW, GP-GC z nadmernimi zrni do 63 mm, katere debelina variira od 15 do 35 cm.

Spodnji ustroj posteljica se zelo omejeno sestoji iz tankoslojnega primarnega kolovoza zaglinjenega gramoza GC. Povečini jo nadomešča krovna preperina zaglinjenega peščenega melja CL tg. do p. konsistence ($q_u=200$ kPa), lahko tudi s pridanim gruščem karbonatnega peščenjaka, ki hitro preide v skalni grušč s samicami do 250 mm, potopljen v glinenem matriksu rjave barve, tg. do p. konsistence (GC-CL).

Hribinska podlaga tal iz karbonatnega peščenjaka (litotamnijski apnenec) se pričakuje okoli 80 do največ 110 cm pod niveleto, na vkopnih delih, kjer so vidni površinski izdanki, pa lahko tudi blizu nivelete.

V tem kontekstu je obstoječa voziščna konstrukcija prekomerno občutljiva na vplive heterogenega zmrzovanja, katerega destruktivni vplivi so jasno izraženi s široko odprtimi

razpokami, ki se v smeri odvodnega roba širijo ozko mrežasto. Ravnost v prečni in vzdolžni smeri je slaba, obraba zmerna.



Slika 3: Pogled okoli km 0,075 (levo) in km 0,125 (desno), maj. 2021



Slika 4: Pogled okoli km 0,230 (levo) in km 0,360 (desno), maj. 2021

3. INŽENIRSKÉ GEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

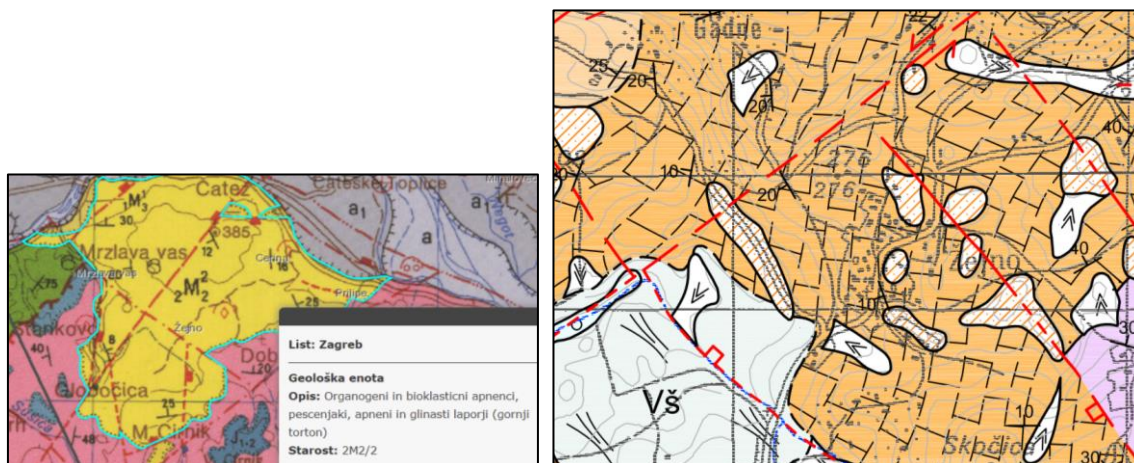
Trasa preči naselje Žejno in se v nizki niveleti spušča proti Sobenji vasi. Na delu obdelave 1. faze (okvirno od P1 do P3 in P7 do P8) in 2. faze (okvirno od P15 do P16) niveleta plitvo reže teren.

Privzeto po OGK list Zagreb se celostno območje urejanja sestoji iz priobalnih in plitvomorskih usedlin zgornjega tortona ($_{2}M_{2,2}$). Podrobnejši prikaz na izseku GK Krške kotline privzema enotno sestavo laške formacije (LF/ $M_{4,5}$ -lit) litotamnijskega apnenca, ki je splošno znano ime za organogene plitvomorske grebenske apnenca. Bazalni del apnenca je masiven do debelo plastovit, pogosto nastopa tudi bazalni konglomerat. Navzgor sledi v glavnem dobro plastnati apnenec, ki se ponekod menjava s slabo litificiranim karbonatnim peščenjakom.

Zakraselost se kaže na severnem in vzhodnem priroboju vasi, kjer je v kraških vrtačah pričakovati odebeljen sloj ($>1m$) rdeče zemlje iz netopnih ostankov karbonatnih kamnin (terra rossa).

Tla so suha in relativno prepustna.

Tla, ki se površinsko sestojijo iz meljno glinene preperine, so prekomerno občutljiva na vplive heterogenega zmrzovanja razreda F3. Pričakovana nosilnosti tal je $CBR=4$ do 5 in variira glede na zrnavost krovnine.



Slika 5: Izsek iz OGK, list Zagreb (levo) in GK Krške kotline (desno), vir GeoZS

4. TERENSKÉ RAZISKAVE

Terenske raziskave tal smo izvedli s strojnimi razkopi, z dne 11.05.2021. Zemljine so bile terensko klasificirane po AC klasifikaciji.

Sondažni razkop SJ1

~ km 0,020 bankina LVP

0,00 do 0,13 m	ASF	asfaltna obloga
0,13 do 0,48 m	GW	kvalitetni peščen gramoz 0/32 z redkimi nadmernimi zrni
0,48 do 0,67 m	GP-GC	prekomerno zaglinjen (plastovit) gramoz – kolovoz
0,67 do 1,10 m	CL	zaglinjen peščen melj do meljna glina tg. do p. konsistence., rjave b. ($q_u=200$ kPa)
1,10	hribina	globlji izkop ni možen

OPOMBA:

- merjena nosilnost tal na globini 0,88 m z dinamično ploščo ($E_{vd} = 16,3$ MN/m²)



Slika 6: Sondažni razkop SJ1, maj 2021

Sondažni razkop SJ2

~ km 0,160 bankina LVP

0,00 do 0,10 m	ASF	asfaltna obloga
0,10 do 0,25 m	GW	kvalitetni peščen gramoz 0/32 z redkimi nadmernimi zrni
0,25 do 0,76 m	GC-CL	skalni grušč karb. peščenjaka s samcami do 250 mm v glinenem matriksu
0,76	hribina	globlji izkop ni možen



Slika 7: Sondažni razkop SJ2, maj 2021

Sondažni razkop SJ3

~ km 0,450 bankina DVP

0,00 do 0,10 m	ASF	asfaltna obloga
0,10 do 0,30 m	GP-GC	zmerno zaglinjen peščen gramoz
0,30 do 0,60 m	CL	zaglinjen peščen melj z gruščem karb. peščenjaka
0,60 do 0,85 m	GP-GC	skalni grušč karb. peščenjaka s samcami do 250 mm v glinenem matriksu
0,85	hribina	globlji izkop ni možen



Slika 8: Sondažni razkop SJ3, maj 2021

5. LABORATORIJSKE RAZISKAVE in TERENSKÉ MERITVE

5.1 Terenske meritve

5.1.1 Meritev dinamičnega deformacijskega modula

Opravljené so bile meritve s ploščo premera 300 mm in padajočo utežjo po metodi TP BF StB teil B8.3

Lokacija	Stacionaža	Razkop	Sloj	Podlaga	Globina	S ₁	S ₂	S ₃	S _{pov}	E _{vd}
					[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[MN/m ²]
SJ1	km 0,020 (LVP)	VK	TT	CL	0,88	1,39	1,39	1,37	1,38	16,3

Tabela 1: Meritve nosilnosti tal, maj 2021

5.1.2 Nosilnost tal po metodi kalifornijskega indeksa nosilnosti CBR

Za pretvarjanje CBR na podlagi izhodiščne nosilnosti E_{v2} smo upoštevali pričakovano odvisnost po diagramu R. Floß-a (Straße und Autobahn).

Korelacija merjenega dinamičnega modula E_{vd} in statičnega E_{v2} je privzeta po enačbi Zorn, za gosto stanje zemljin. Odstopanja gostotnega stanja so dodatno korigirana z varnostnim faktorjem.

lokacija	stacionaža	sloj	merilna plošča premera 300 mm		
			E _{vd} [MPa]	E _{v2} [MPa]	CBR ₁ [%]
SJ1	km 0,020	TT	16,3	18,6	4

Tabela 2: Primerjalne vrednosti ocenjevanega CBR₁

5.2 Laboratorijske preiskave

Preiskave zrnitev po SIST EN 933-1:2012 se niso izvajale, saj zaradi heterogene sestave grobo zrnatega, površinsko zaglinjenega, skalnega grušča, z znatnim masnim deležem nadmernih zrn velikosti >63 mm, reprezentativnosti vzorca praktično ni možno zagotoviti. Primeri izkopnih zemljin so razvidni na sliki 9.



Slika 9: Primeri izkopnega grušča v razkopu SJ2, maj 2021

6. GEOTEHNIČNA IZHODIŠČA ZA NAČRTOVANJE

6.1 Voziščna konstrukcija

Robne pogoje za načrtovanje privzemamo po:

- analizi obstoječega stanja
- pričakovani nosilnosti podlage tal
- pričakovanem obsegu obnovitvenih del

V tem kontekstu bo z namenom celostne ureditve prirobnih površin za pešce predvideti komplementarne ukrepe celovite rekonstrukcije obstoječih povoznih površin.

Pričakovano nosilnost tal privzemamo $CBR_1 \geq 4$, ki pa se v območju zasipov komunalnih vodov GJI in/ali plitvih izdankih hribine oz. grušča s samcami lahko poveča tudi do $CBR_1 = 10$. Odpornost tal na vplive heterogenega zmrzovanja se za celotno območje urejanja pričakuje razreda F3.

Površinska odvodnja se načrtuje z meteorno kanalizacijo. Vse prispevne zbirne vode je odvajati v smeri odvodnje obstoječega kanalizacijskega sistema ali ga nadomestiti z novim v smeri prirodnega strmca. Zaradi višinske razlike (ca. 30 m) je predvideti ukrepe za umirjanje vodnega toka. Izpust iz lovilnega (zadrževalnega) bazena na izteku trase okoli km 0,450 je zagotavljati površinsko disperzijsko. Kapaciteta ponikanja variira in je odvisna od razpoklinske poroznosti hribine, zato je za vse ponikalne elemente obvezen enostaven ponikalni test na mikro lokaciji gradnje.

Odvodnja planuma tal se načrtuje skladno tehničnim smernicam za odvodnjo planuma zmerno prepustnih in relativno malo omočevanih tal. Odvodnja prispevne zaledne precejne vode se načrtuje po tehničnih smernicah za odvodnjavanje vkopnih brežin.

Nadkritje planuma tal z ločilnim geosintetikom ni obvezno.

Izkopne zemljine iz rušitve obstoječega vozišča niso primerne za ponovno vgradnjo v voziščno konstrukcijo do vplivne globine heterogenega zmrzovanja tal.

Izkopi nasipnin in/ali zemeljski izkopi za predpripravo tal voziščne konstrukcije se pričakujejo v 3. in 4. kategoriji, na posameznih mestih razširitev preko priobja obstoječe ceste (npr. P7 do P8 in/ali P15 do P16) ali površinskih izdankih hribine pa tudi 5. kategorije, ocenjevano po Dopolnilih STP (2001), knjiga IV., tabela 2.1, str. 5 – razvrstitev zemljin in kamnin. Za izhodiščno aproksimacijo naj se privzame razmerje 3./4./5.=20/40/40. Dodatno je, pri zemeljskih delih za izkop jarkov GJI, jaškov in ostalih vzporednih objektov, upoštevati, da bodo vsi izkopi globlji od ca. 80 cm predirali v hribino 5. kategorije. Kategorizacijo izkopov med gradnjo potrjuje geomehanski nadzor.

Odkop humozne plasti zemlje se na prirobnih površinah pričakuje do ca. 20 cm.

7. DIMENZIONIRANJE

7.1 Prometna obremenitev

Prometna obremenitev za predmetni odsek LC ni znana na podlagi primerljivih podatkov štetja. Za nadaljnjo obravnavo privzemamo izhodiščno prometno obremenitev izkustveno, glede na rang ceste in potrebe lokalnega prebivalstva (dostava, BUS, komunala, transport), katero cenimo na PLDP=500.

Za nadaljnjo analizo dimenzioniranja voziščne konstrukcije privzemamo za merodajno dnevno število $T_D=10$ prehodov normiranih osi 100 kN.

Kumulativno število prehodov osi 100 kN za obdobje let 2021 do 2041 je ocenjeno na:

- $T_{20}=10.0,5.1,8.1,08.1,45.365.20=1,03E+05$ zelo lahka skupina PO

7.2 Dimenzioniranje zgornjega ustroja

7.2.1 Kriterij nosilnosti

- nosilnost tal: CBR=4
- prometna obremenitev: $T_d=14$
- regionalni faktor: $R=2$
- upad trenutnega indeksa uporabnosti vozišča ($p=2,0$); $\Delta PSI=2,5$

Potrebni debelinski indeks $D_{pot} = 8,13$ cm

Potrebna debelina nevezane nosilne plasti: $D_{NNP}=(8,13-8.0,38)/0,14=40$ cm – drobljenec

Potrebna debelina nevezane nosilne plasti: $D_{NNP}=(8,13-8.0,38)/0,11=50$ cm - gramoz

Izboljšana tla:

- nosilnost tal: CBR=15
- prometna obremenitev: $T_d=14$
- regionalni faktor: $R=2$
- upad trenutnega indeksa uporabnosti vozišča ($p=2,0$); $\Delta PSI=2,5$

Potrebni debelinski indeks $D_{pot} = 5,08$ cm

Potrebna debelina nevezane nosilne plasti: $D_{NNP}=(5,08-8.0,38)/0,14=15$ cm

Izbor konstrukcije novega zgornjega ustroja (minimalne debeline):

- 4 cm AC surf + 6 cm AC base +20 cm tamponski drobljenec

Debelinski indeks zg. ustroja: $D_{zg} = 4.0,42+6.0,35+20.0,14=6,58$ cm

Potrebni debelinski indeks zgornjega ustroja: $D_{pot}=f[CBR=15, T_d=14, R=2, \Delta PSI=2,5]=5,08$

$$D_{zg} \geq D_{pot}$$

Potrebna debelina posteljice:

- Nosilnost na planumu: CBR=15
- Nosilnost tal: CBR=4

Po izsledkih R. Voß-a za utrditev iz peščeno – prodne zemljine: $d_{PSU}=45$ cm

7.2.2 Kriterij zmrzovanja

- občutljivost tal: F3
- hidrol. pogoji: ugodni
- nadmorska višina: 270 mnv
- indeks mraza: -
- gl. prodiranja mraza: 80 cm

Potrebna debelina posteljice $d_{PSU}=[0,7.80]-30=26$ cm

7.2.3 Kriterij nosilnosti – hodnik za pešce:

- nosilnost na planumu: CBR=15
- nosilnost tal: CBR=4

Po izsledkih R. Voß-a za utrditev iz peščeno – prodne zemljine: $d_{PSU}=45$ cm

7.2.4 Kriterij zmrzovanja – hodnik za pešce

- občutljivost tal: F3
- hidrol. pogoji: ugodni
- nadmorska višina: 270 mnv
- indeks mraza: -
- gl. prodiranja mraza: 80 cm

Potrebna debelina zmrzlinško varnih materialov - delna zmrzlinška varnost

- $d_{PSU}=[0,8.0,7.80]=45$ cm

Primerjalna ocena zmrzlinške varnosti po nemških smernicah RStO 12, za cit. kriterije:

- $d_{PSU}=[50+5+0+0+0+0]=55$ cm

8. PREDLOG DIMENZIONIRANJA

Vozišče:

- 4 cm AC 11 surf B70/100 A4,Z2
- 6 cm AC 22 base B70/100 A4
- 20 cm NNP - tamponski drobljenec GW-GP 0/32
- 40 cm PSU – posteljica, kvalitetni nasipni drobljenec GW-GP 0/63 do 0/100

Hodnik za pešce:

- 5 cm AC 8 surf B70/100 A5
- 20 cm NNP - tamponski drobljenec GW-GP 0/32
- 30 cm PSU – posteljica, kvalitetni nasipni drobljenec GW-GP 0/63 do 0/100

OPOMBA: Pojasnila k predlogu dimenzioniranja

- v prirobu plitvega prediranja hribine karbonatnega peščenjaka (litotamnijski apnenec) se posteljica lahko opusti, izvedba nevezane nosilne plasti - tampona pa je pogojena v polni projektni debelini
- Na vseh hišnih priključkih in dovozih se vgradi vezana nosilna plast AC 16 base v debelini 5 cm

9. ZAHTEVE KAKOVOSTI

Vsi uporabljeni materiali morajo ustrezati zahtevam normativov in veljavne tehnične regulative v Republiki Sloveniji, s posebnim poudarkom na odpornost napram vplivom heterogenega zmrzovanja.

Predpisane asfaltne zmesi morajo ustrezati zahtevam kakovosti po SIST 1038-1:2008 in TSC 06.300/06.410:2009.

Tamponski drobljenec mora ustrezati zahtevam kakovosti po SIST EN 13242 in TSC 06.200:2003, pri čemer elaborat dimenzioniranja dodatno predpisuje zrnavost po deležu finih delcev v vgrajeni plasti razreda f_8 , kakovosti finih delcev $MB \leq 1,5$ g/kg in odpornosti kamnitih zrn proti drobljenju (po postopku Los Angeles) do največ 35 %.

Nasipni drobir mora ustrezati zahtevam kakovosti po TSC 06.100:2003.

Predpisane so robne zahteve nosilnosti za:

Vozišče:

- Planum nevezane nosilne plasti – tampona: $E_{v2} \geq 100$ MPa
- Planum spodnjega ustroja - posteljica: $E_{v2} \geq 80$ MPa
- Podlaga pod cestnim robnikom: $E_{v2} \geq 45$ MPa
- Planum temeljnih tal: $E_{v2} \geq 15$ MPa

Hodnik za pešce:

- Planum nevezane nosilne plasti – tampona: $E_{v2} \geq 90$ MPa
- Planum spodnjega ustroja - posteljica: $E_{v2} \geq 60$ MPa
- Planum temeljnih tal: $E_{v2} \geq 15$ MPa

Za vsa dela je vršiti spremljavo terenskih razmer inženirja (PI) z utečeno prakso pri načrtovanju in izvajanju zemeljskih del za gradnjo cest in inženirskih objektov.