

<b>3.4      TEHNIČNO POROČILO</b>
-----------------------------------

**3.4.1 SPLOŠNO IN OBSTOJEČE STANJE**

---

V skladu z občinskim planom urejanja cest in posodobitve infrastrukturnega omrežja, namerava Občina Laško obnoviti lokalno cesto v naselju Pod Gradom, na odseku »Leljak – Brulc« v dolžini 148m.

Obravnavani odsek ceste je v celoti dotrajan, spodnji rob pa nestabilen.

Celotna ureditev ceste temelji na Idejni zasnovi (IDZ) št. 48/13 Izvir-plan d.o.o..

V sklopu ureditve ceste je predvidena tudi izgradnja podpornega zidu kot manj zahtevnega objekta, za katerega izvedbo je potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje.

Predmet pričujočega projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja je tako objekt z naslovom: »Infrastrukturalna ureditev Pod gradom na odseku Leljak, Brulc – podporni zid«.

Projektne rešitve temeljijo na projektni nalogi naročnika, geodetskem načrtu in Geološko geomehanskem poročilu, ki sta sestavni del projektne dokumentacije.

Na območju predvidene gradnje je obstoječe NN EE omrežje Elektro Celje d.d. in obstoječ razvod zemeljskega plina L22 PE63-350-1000 mb Adriaplin d.o.o..



**3.4.2 GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO** vir: geološko - geomehansko poročilo o ogledu terena in raziskavah na območju, kjer je predvidena rekonstrukcija opornih zidov, arh. št. 100G-12/2013, GeoMet d.o.o.

---

**GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO  
O OGLEDU TERENA IN RAZISKAVAH NA OBMOČJU  
KJER JE PREDVIDENA REKONSTRUKCIJA OPORNIH  
ZIDOV,  
NA LOKACIJI: CESTA POD GRADOM V LAŠKEM**

**Naročnik:**  
OBČINA LAŠKO  
Mestna ulica 2  
3270 Laško

**Datum ogleda:**  
December 2013

**Arhivska št.:**  
100G-12/2013

**Ogled izvedla:**  
Janja Marolt, univ. dipl. inž. geologije

**Podjetje:**  
*GeoMet, tehnično svetovanje d.o.o.*  
Ulica proletarskih brigad 18  
6310 Izola

**KAZALO VSEBINE ELABORATA**

1	SPLOŠNO	5
2	RELIEFNE ZNAČILNOSTI ŠIRŠEGA PROSTORA	5
3	GEOLOŠKA ZGRADBA ŠIRŠEGA OBMOČJA	6
4	SEIZMIČNOST TERENA	7
5	TERENSKÉ PREISKAVE	7
5.1	GEOLOŠKA SESTAVA TAL	7
6	ANALIZA STABILNOSTI POBOČJA PRED POSEGOM	8
7	ANALIZA STABILNOSTI POBOČJA PO IZGRADNJI	9
8	GEOTEHNIČNI PROJEKTNÍ IZRAČUNI	9
9	KONSTRUKCIJA	10
9.1	TEŽNOSTNI ZID (NAD CESTO)	10
9.2	AB ZID (POD CESTO)	11
10	TEMELJNA TLA	11
11	IZDELAVA IZBOLJŠAVE TEMELJNIH TAL IN ZASIPOV	11
12	ZAKLJUČKI IN PREDLOGI	11

**SEZNAM PRILOG**

<b>Geomehanski izračuni</b>	<b>G.1</b>
Izračun projektne nosilnosti tal pod težnostnim zidom	G.1/1
Izračun projektne nosilnosti tal pod AB zidom	G.1/2
Izračun geomehanskih karakteristik- DPM-1	G.1/3
Izračun geomehanskih karakteristik- DPM-2	G.1/4
Statični izračun težnostnega zidu	G.1/5
Statični izračun AB zidu	G.1/6
<b>Grafične priloge</b>	<b>G.2</b>
Situacija v merilu 1 : 5000	G.2/1
Situacija v merilu 1 : 500	G.2/2
Kar. prečni profil P-1 v merilu 1:100/100	G.2/3
Kar. prečni profil P-2 v merilu 1:100/100	G.2/4
Kar. vzdolžni profil P-3 v merilu 1:100/100	G.2/5
Kar. vzdolžni profil P-4 v merilu 1:100/100	G.2/6
Karakt. profil z vrisanimi opornimi zidovi v merilu 1 : 100/100	G.2/7
<b>Rezultati terenskih meritev</b>	<b>G.3</b>
Geološki profil vrtine V-1	G.3/1
Geološki profil vrtine V-2	G.3/2
Geološki profil vrtine V-3	G.3/3

## 1 SPLOŠNO

Dne 4. 12. 2013 smo si ogledali lokacijo na kateri je predvidena ureditev ceste Pod gradom v Laškem, na levem bregu Savinje. Zaradi povečanega števila vozil in transporta, do višje ležečih hiš se je pokazala potreba po razširitvi ceste in ureditvi starih dotrajanih zidov.

Zaradi predvidene sanacije in razširitve ceste je med penetracijsko vrtino DPM2- 21m in vrtino V1+ 7m je predvidena izgradnja opornih zidov različnih višin in dolžin. Nad cesto je predviden težnostni zid, pod cesto pa AB oporna konstrukcija.

Sam projekt je v fazi idejne zasnove. Na obravnavanih lokacijah so bile za namen ugotavljanja geomehanskih karakteristik temeljnih tal izvedene 3 strukturne vrtine in 2 meritvi z dinamičnim penetrometrom (DPM).

## 2 RELIEFNE ZNAČILNOSTI ŠIRŠEGA PROSTORA



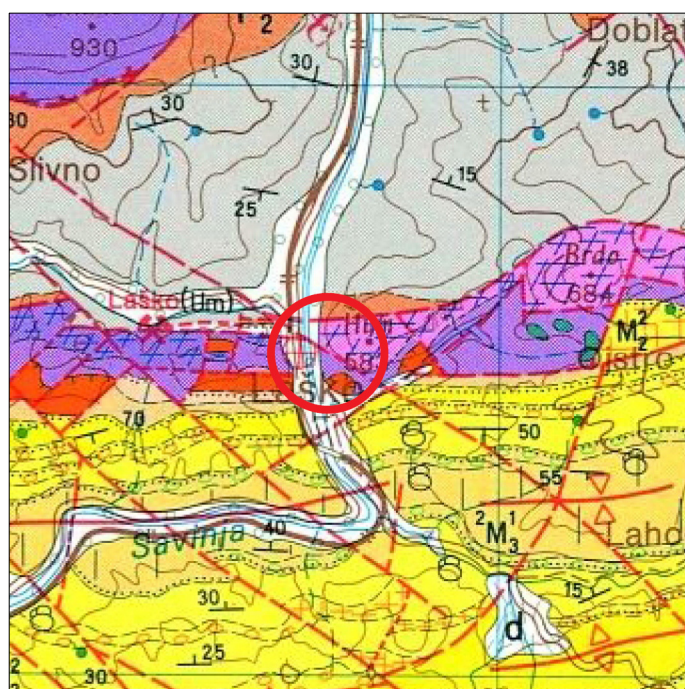
**Slika 1: Topografska karta, merilo: 1:5000 (vir; <http://gis.iobcina.si>)**

Mikrolokacija ceste se nahaja severno od centra Laškega ob vznožju pobočja hriba Hum (583 m.v.m.), ki je porasel z gozdom in je na povprečni nadmorski višini 235 m. Cesta je v pretežnem delu izvedena v useku v pobočje in se blaga vzpenja proti severu.

Povprečni naklon pobočja je od 30 do 50 stopinj in vpada proti zahodu. Območje pod in nad cesto je pozidano, poraslo s travo, grmičevjem in posameznimi drevesi. Znotraj samega območja je že več manjših pa tudi večjih opornih zidov, ki so precej dotrajani. Naselje je komunalno urejeno.

Vode iz širšega zaledja se stekajo v reko Savinjo, katere struga teče slabih 50 m zahodno od lokacije. Teren v bližnji okolici ne kaže znakov nestabilnosti navkljub velikimu naklonu brežin.

### 3 GEOLOŠKA ZGRADBA ŠIRŠEGA OBMOČJA



**Slika 2:** Geološka karta Slovenije (List Celje). Ni v merilu.

#### Legenda:

	Aluvij, pretežno karbonatni
	Skladovit dolomit in ploščast apnenec z roženci (anizijska stopnja)
	Masiven apnenec, podrejeno dolomit (a); masiven debeložrnat dolomit s prehodi v apnenec (b) – karnijska stopnja
	Keratofir in spilitiziran diabaz ter njuni tufi (ladinijska stopnja)
	Rdeč in zelenkast peščenjak, meljevec, glinovec in konglomerat; pisana apnenčeva trbiška breča (a) – sasijska stopnja
	Menjavanje glinastega skrilavca, kremenovega peščenjaka in konglomerata

Na podlagi ogleda območja, ogleda okolice, izvedenih raziskav in pregleda geološke karte širšega območja (geološka karta Slovenije, list Celje) ocenjujemo, da je širše obravnavano območje v osnovi zgrajeno iz triasnih, pretežno karbonatnih kamnin. Pobočja Huma gradijo plasti masivnega debeložrnatega dolomita, ki ležijo na ozkem pasu ladinijskega keratofirja.

Najstarejše kamnine se pojavljajo ob severnem vznožju Huma. Tam na površju izdanjajo *permokarbonske* plasti z menjavanjem glinastega skrilavca, kremenovega peščenjaka in konglomerata. Nad njimi ležijo *srednje permski* rdeči in zelenkasti peščenjaki, meljevci, glinovci in konglomerati, ki pripadajo grödenskim skladom.

Južni del obravnavanega območja gradijo *spodnje miocenski* govški skladi s peski in peščenjaki z vložki peščenega laporja, med katerimi so pogoste plasti *srednje miocenskega* apnenčevega peščenjaka, konglomerata in litotamnijskega apnenca. *Zgornje miocenske*



plasti se pričenjajo s horizontom apnenčev - kremenovega peščenjaka in konglomerata nad katerim leži rjav meljast pretežno kremenov pesek.

Najmlajši so kvartarni aluvialni nanosi Savinje in njenih številnih pritokov, ki pa so pretežno karbonatni.

#### 4 SEIZMIČNOST TERENA

Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za geofiziko, je leta 2002 izdala Karto potresne nevarnosti Slovenije, opredeljeno s projektnimi pospeški za povratno dobo 475 let in trdna tla. Po tej karti znaša projektni pospešek tal na širšem obravnavanem območju 0,150g. Temeljna tla po svoji sestavi ustrezajo tipu tal »A«.

#### 5 TERENSKE PREISKAVE

Za ugotovitev strukturne sestave temeljnih tal, določitve nosilnosti temeljnih tal ter pogojev temeljenja, so bile izvedene 3 strukturne vrtine. Vrtanje vrtin je potekalo rotacijsko na suho, premer vrtin je bil 120 mm. Skupna dolžina vrtanja je bila 15 m. Ob vrtanju se je sočasno izvajal popis ter razvrstitev zemljin po USCS klasifikaciji (Priloge G.3/ 1,2,3).

Za pridobitev geomehanskih karakteristik smo izvedli zabijanje s sondo dinamičnega penetrometra znamke Pagani DPM 30-20 v skupni dolžini 4,0 m, dobljene terenske rezultate pa smo interpretirali v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO 22476-2:2005, 22476-3:2005 in SIST EN 1997-2:2007 (Priloge G.1/ 3,4).

##### 5.1 GEOLOŠKA SESTAVA TAL

Na celotni trasi je sestava materiala zelo heterogena. Peski, gline in melji katerih količina se vertikalno in horizontalno hitro spreminja predstavljajo vezivo ostrorobemu grušču. Velikost grušča se spreminja od zelo drobnega do grušča velikega nekaj cm. Posamezne samice v materialu, ki je mestoma tudi sprijet, pa so velike nekaj 10 cm.

Pod cestnim ustrojem je izveden nasip, ki je dobro konsolidiran in je sestavljen iz tamponskega materiala. Na brežini pod cesto je zelo tanka plast humusa.

Na podlagi raziskav in izkustvenih vrednosti smo ločili dva glavna sloja zemljin.

Zgornjo plast zemljine na lokaciji predstavljajo deluvialni nanosi- nevezljive zameljene, zaglinjene in peščeno gruščnate zemljine (GM, SM/SC). Nekoherentne zemljine, ki so dobro prepustne se nahajajo v zelo rahlem gostotnem stanju. Z globino se zgoščenost in edometerski modul tal povečujeta. V zemljini naletimo na posamezne kose matične osnove, katere velikosti so tudi do 30 cm.

ZAMELJENE,	c	=	0	kPa	Kohezija
------------	---	---	---	-----	----------

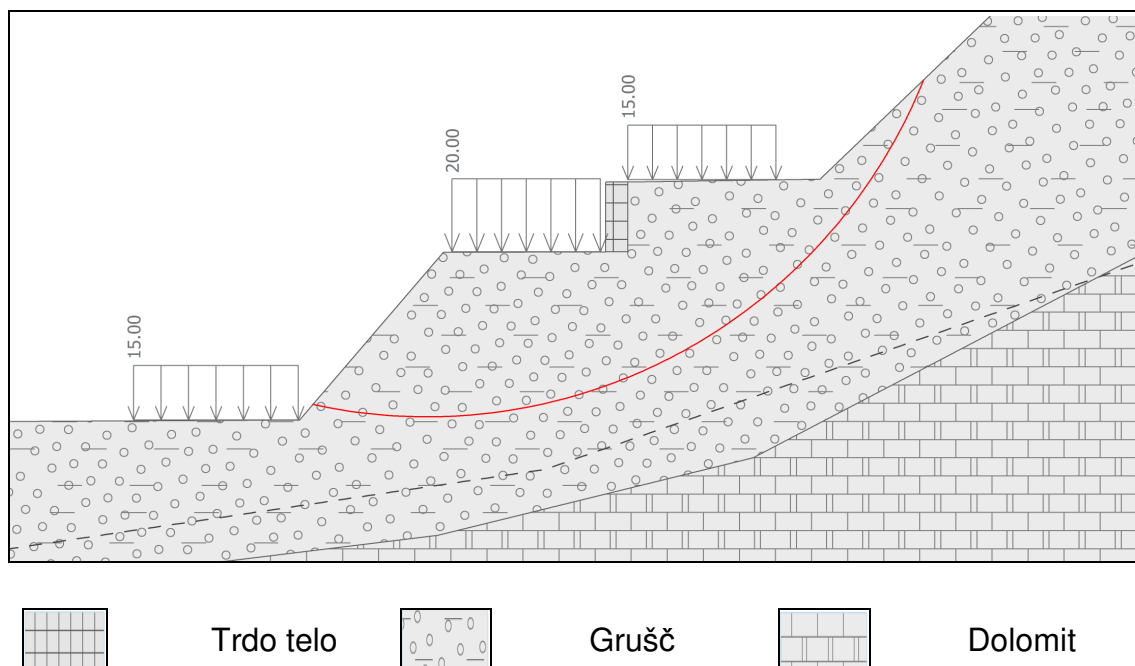
ZAGLINJENE PEŠČENO GRUŠČNATE ZEMLJINE (GM, SM/SC)	$\varphi$	=	27.9 - 40.8	°	Kot notranjega trenja
	$\gamma$	=	20 - 21.5	kN/m <sup>3</sup>	Prostorninska teža zemljine
	$E_{oed}$	=	2MPa do 26 MPa (0,1m do 2,3m)	MPa	Edometerski modul stisljivosti

Kompaktno podlago vidimo v številnih usekih v pobočju. Kompaktna podlaga je preperela in mestoma zakrasela. Kompaktna podlaga vpada proti zahodu in smo jo navrtali na globini 4,5 m v vrtini V-1. Ocenjene vrednosti kompaktne podlage, katere nosilnost ni vprašljiva so:

KOMPAKтна PODLAGA	$\varphi$	=	40	°	Kot notranjega trenja
	$\gamma$	=	24	kN/m <sup>3</sup>	Prostorninska teža zemljine
	$E_{oed}$	=	60	MPa	Edometerski modul stisljivosti

## 6 ANALIZA STABILNOSTI POBOČJA PRED POSEGOM

Na lokaciji je bila v programu Geo5 (Fine spol. s.r.o.) v karakterističnem profilu izvedena analiza stabilnosti pobočja po Bishop-ovi metodi krožnih drsin. Ob predvidenih naklonih, karakterističnih značilnostih zemljin in cestnih obtežbah analiza potrjuje stanje na terenu, ki kaže, da je navkljub precejšnjim naklonom pobočje stabilno. Pojavljajo se le plitve porušne ploskve tik pod površino.



### Analiza drsne površine brez optimizacije.

Seštevek aktivnih sil:  $F_a = 190.93 \text{ kN/m}$

Seštevek pasivnih sil:  $F_p = 233.10 \text{ kN/m}$

Drsni moment:  $M_a = 1865.35 \text{ kNm/m}$

Odpornostni moment:  $M_p = 2277.41 \text{ kNm/m}$



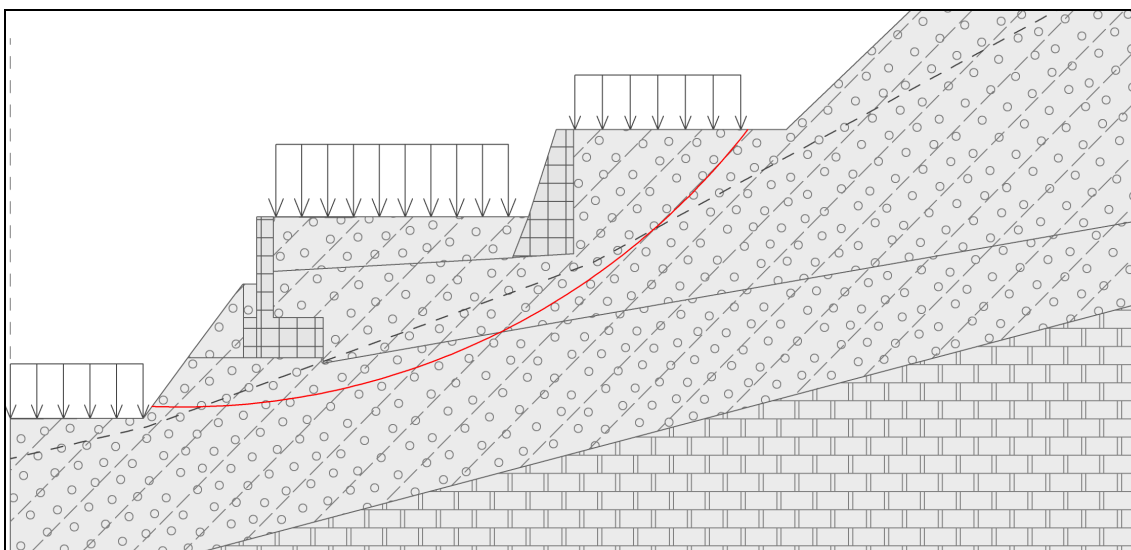
Izkoristek : 81.9 %

Stabilnost drsine je sprejemljiva!

## 7 ANALIZA STABILNOSTI POBOČJA PO IZGRADNJI

Analizirali smo tudi stanje po posegu- izvedbi opornih konstrukcij. Tudi v tem primeru stabilnostna analiza pokaže, da je pobočje stabilno. Pri izračunu je bila upoštevana izvedba drenaž v zaledju objektov.

Tudi po izvedbi opornih konstrukcij bo potrebno brežine z večjimi nakloni varovati pred površinskimi plitvimi zdrsi.



Trdo telo



Grušč



Dolomit

### Analiza drsne površine brez optimizacije.

Seštevek aktivnih sil:  $F_a = 156.79 \text{ kN/m}$

Seštevek pasivnih sil:  $F_p = 162.76 \text{ kN/m}$

Drsni moment:  $M_a = 1699.58 \text{ kNm/m}$

Odpornostni moment:  $M_p = 1764.37 \text{ kNm/m}$

Izkoristek : 96.3 %

Stabilnost drsine je sprejemljiva!

## 8 GEOTEHNIČNI PROJEKTNI IZRAČUNI

Geotehnično projektiranje je izvedeno na osnovi geometrijskih podatkov objekta AB zid in težnostni zid za karakteristične vrednosti mehanskih zemljin ob predpostavljenih dimenzijah objektov.

Nosilnost temeljnih tal smo izračunali po analitični metodi, podani v standardu SIST EN 1997-1 v dodatku D.

Izračunane dopustne nosilnosti - odpornosti temeljnih tal karakterističnega temelja so podane v spodnji tabeli. Vhodni podatki in izračunane vrednosti so razvidne iz priloženega izračuna (Priloga G.1/1,2). Pri izračunu smo ocenili obtežbe objekta.

	Širina temelja	Dolžina temelja	Globina temelja	Izračunana nosilnost temeljnih tal	Projektna nosilnost temeljnih tal
	B (m)	L (m)	D (m)	$q_f$ (kPa)	$R_d/A' = q_f/\gamma_E =$
<b>AB ZID</b>	1,2 m	10 m	0,8 m	430 kPa	307kPa
<b>TEŽNOSTNI ZID</b>	0,8 m	10 m	0,6 m	321 kPa	229kPa

Za dokončno dimenzioniranje temeljev je obvezno v analizo vključiti dejanske vplive konstrukcije in dejansko geometrijo temeljev v primeru, odstopanja od predvidenih vhodnih podatkov.

## 9 KONSTRUKCIJA

### 9.1 TEŽNOSTNI ZID (NAD CESTO)

Zaradi ureditve in razširitve cestišča je predvidena izgradnja kamnitega težnostnega opornega zidu nad cesto. Točne dimenzije zidu in dolžin mi niso bile znane, projekt je v idejni fazi. Spodnji izračun je zgolj informativnega značaja, potreben za izračun stabilnostne analize pobočja po posegu.

Predvidoma bo vkop na celotni trasi varovan z nižjim podpornim objektom, ki se bo prilagajal morfologiji terena.

Pri izračunu smo predvideli maksimalno višino podpornega objekta 1,90 m, od tega bo svetla višina zidu maksimalno 1,25 m. Širina kamnite zlozbe je 0,9 m (Priloga G.1/5).

Podporni zid bo predvidoma izveden iz večjih kosov hribine (dolomita) premera 20 do 50 cm. Praznine se zapolnijo z betonom C20/25. Razmerje med betonom in kamnom je približno 70:30. Na kontaktu med raščenimi tlemi in kamnom naj se naredi posteljica iz betona.

V kamnitem zidu so lahko za odvajanje zalednih vod izvedene barbakane (premer cevi 10cm in cca 1 odtok na m<sup>2</sup> obloge) ali pa naj se v zaledju zlozbe naredi zaledna drenaža iz trdostenske drenažne cevi 10cm zaščitena z drenažnim materialom.

Teren nad opornim zidom se lahko zaščiti s kokosovo mrežo- protierozijska zaščita oziroma naj se zatravi.

## 9.2 AB ZID (POD CESTO)

Zaradi ureditve in razširitve cestišča je pod cesto predvidena izgradnja AB zidu. Točne dimenzije zidu in dolžin mi niso bile znane, projekt je v idejni fazi.

Spodnji izračun je zgolj informativnega značaja, potreben za izračun stabilnostne analize pobočja po posegu. Predvidoma bo cesta (razširitev) na celotni trasi varovana z AB zidom maksimalne višine 2,10m. Predvidena širina temeljne pete bo 1,2 m in debeline 0,6 m. Za objektom naj se predvidi drenaža (Priloga G.1/6). Teren pod AB zidom naj se zaradi precejšnjega naklona ustrezno zbije in protierozijsko zaščiti, da ne bo prihajalo, do spiranja materiala izpod temeljne pete objekta.

## 10 TEMELJNA TLA

V izračunu so privzete sledeče povprečne materialne karakteristike preperinskega sloja, ki je sestavljen iz peščeno meljastega grušča.

ZAMELJENE, ZAGLINJENE IN PEŠČENO GRUŠČNATE ZEMLJINE (GM, SM/SC)	c	=	0	kPa	Kohezija
	$\varphi$	=	28.0	°	Kot notranjega trenja
	$\gamma$	=	21	kN/m <sup>3</sup>	Prostorninska teža zemljine

Pri dimenzioniranju težnostnih zidov se lahko privzame dopustno nosilnosti temeljnih tal **321kPa** ( $R_d= 229$  kPa) pri AB zidu pa **430 kPa** ( $R_d= 307$  kPa)

Ob pričetku zemeljskih del je obvezno potrebno preveriti sestavo temeljnih tal in njihove mehanske lastnosti. V primeru da so slabše od navedenih, morata odgovorni projektant in nadzor poiskati ustrezen rešitev, ki bo zagotavljala mehansko odpornost in stabilnost konstrukcije.

Temeljna tla pod objekti morajo biti utrjena, do zbitosti  $E_{vd} > 45$ MPa, kar naj se preveri z dinamično ploščo.

## 11 IZDELAVA IZBOLJŠAVE TEMELJNIH TAL IN ZASIPOV

Nasip za objektom naj se izvaja v plasteh debeline 0,3m dobro utrdi in zgosti z vibracijsko ploščo ali valjarjem. Nasip se lahko izvede iz obstoječega izkopnega materiala. Odstranijo naj se večji kosi grušča-samice.

## 12 ZAKLJUČKI IN PREDLOGI

Pri izgradnji naj se zagotovijo ustrezni geotehnični pregledi in nadzor, s katerim se ugotovi skladnost dejanskih razmer na terenu z razmerami, ugotovljenimi in podanimi v poročilu.

Ker je projekt v fazi IZ je treba v nadaljni fazi projektiranja v primeru, odstopanj od predvidevanj, izvesti dodatne preiskave in izračune.

Janja Marolt, univ. dipl. inž. geologije

**G.1/1**

**IZRAČUN PROJEKTNE NOSILNOSTI TAL POD PASOVNIM TEMELJEM**

**Nosilnost tal pod plitvimi temelji (SIST EN 1997-1:2005 dodatek D.4 - Drenirani pogoji)****Objekt: TEŽNOSTNI ZID****Projektni pristop 2: "A1"+"M1"+"R2"**

$$\frac{R}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma =$$

**PODATKI**

Širina temelja (B<L)	<b>B =</b>	<b>0.9 m</b>	
Dolžina temelja	<b>L =</b>	<b>10 m</b>	
Debelina temelja	<b>h =</b>	<b>0.6 m</b>	
Globina temeljenja	<b>D =</b>	<b>0.6 m</b>	
Nagnjenost temeljne ploskve	<b>α =</b>	<b>0 °</b>	
Strižni kot	<b>φ =</b>	<b>28 °</b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>φ</sub>' = 1.0</b>
Kohezija	<b>c =</b>	<b>0 kN/m<sup>2</sup></b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>c</sub>' = 1.0</b>
Prostorninska teža tal	<b>γ =</b>	<b>21 kN/m<sup>3</sup></b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>γ</sub>' = 1.0</b>
Globina talne vode	<b>z<sub>w</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>E</sub> = 1.4</b>
Zemljina v vodi	<b>D<sub>w</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>f</sub>' = 1.4</b>
Prerez stene (stebra)	<b>d =</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<i>Delni faktor za verikalne obremenitve</i> = 1.35
Teža temelja in zasipa	<b>G<sub>k</sub> =</b>	<b>kN</b>	
Obtežba na temelj	<b>V<sub>d</sub> =</b>	<b>kN</b>	

**REZULTATI**

Proj.ef. prostorninska teža zemljine pod dnom temelja	<b>γ' =</b>	<b>20 kN/m<sup>3</sup></b>	<b>N<sub>q</sub> =</b>	<b>14.720</b>
Projektni efektivni strižni kot	<b>φ<sub>d</sub>' =</b>	<b>28.0 °</b>	<b>N<sub>y</sub> =</b>	<b>14.590</b>
Projektna efektivna kohezija	<b>c'<sub>d</sub> =</b>	<b>0 kPa</b>	<b>N<sub>c</sub> =</b>	<b>25.803</b>
Proj. napetost ob temelju na nivoju temeljenja q'=(Dγ-D <sub>w</sub> γ <sub>w</sub> )	<b>q' =</b>	<b>12.6 kPa</b>	<b>s<sub>a</sub> =</b>	<b>1.042</b>
Ekscentričnost rezultante v smeri B	<b>e<sub>B</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<b>s<sub>y</sub> =</b>	<b>0.973</b>
Ekscentričnost rezultante v smeri L	<b>e<sub>L</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<b>s<sub>c</sub> =</b>	<b>1.045</b>
Nagib H proti smeri L (dolžina temelja)	<b>θ =</b>	<b>0 °</b>	<b>i<sub>q</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Projektna horizontalna komponenta obtežbe	<b>ΣH<sub>d</sub> =</b>	<b>0 kN</b>	<b>i<sub>y</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Projektna vertikalna komponenta obtežbe	<b>ΣV<sub>d</sub> =</b>	<b>750.0 kN</b>	<b>i<sub>c</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Sodeljujoča projektna širina temelja	<b>B' =</b>	<b>0.9 m</b>	<b>b<sub>a</sub>=b<sub>y</sub>=</b>	<b>1.000</b>
Sodeljujoča projektna dolžina temelja	<b>L' =</b>	<b>10 m</b>	<b>b<sub>c</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Projektna sodeljujoča površina temeljne plosče (B' x L')	<b>A' =</b>	<b>9 m<sup>2</sup></b>	<b>m=m<sub>B</sub> =</b>	<b>1.917</b>
			<b>m=m<sub>L</sub> =</b>	<b>1.083</b>
			<b>m =</b>	<b>1.083</b>

**Izpolnjen mora biti pogoj V/A' < R<sub>d</sub>/A' da ni prekoračena nosilnost tal !**

<b>Projektna obtežba tal pod temeljev</b>	<b>q= V / A' =</b>	<b>83.33 kPa</b>
<b>Izračunana nosilnost -odpornost tal</b>	<b>q<sub>f</sub> = R / A' =</b>	<b>321 kPa</b>
<b>Projektna nosilnost tal (drenirani pogoji)</b>	<b>R<sub>d</sub>/A' = q<sub>f</sub>/γ<sub>E</sub> =</b>	<b>229 kPa</b>
<b>Nosilnost temeljnih tal ni prekoračena!</b>	<b>83 &lt;</b>	<b>229 kPa</b>
<b>Izpolnjen mora biti pogoj V<sub>d</sub> ≤ R<sub>d</sub></b>		

**Projektna navpična obremenitev tal na osnovo temelja:**

$$\Sigma V_d = 750 \text{ kN}$$

**Projektna nosilnost temelja:**

$$R_d = R/\gamma_r = 2064 \text{ kN}$$

**Izkoriščenost na nosilnost tal:**

$$V_d/R_d = 0.36$$

## G.1/2

### IZRAČUN PROJEKTNE NOSILNOSTI TAL POD PASOVNIM TEMELJEM

**Nosilnost tal pod plitvimi temelji (SIST EN 1997-1:2005 dodatek D.4 - Drenirani pogoji)**

**Objekt: AB ZID**

**Projektni pristop 2: "A1"+"M1"+"R2"**

$$\frac{R}{A} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} =$$

#### PODATKI

Širina temelja (B<L)	<b>B =</b>	<b>1.2 m</b>	
Dolžina temelja	<b>L =</b>	<b>10 m</b>	
Debelina temelja	<b>h =</b>	<b>0.6 m</b>	
Globina temeljenja	<b>D =</b>	<b>0.8 m</b>	
Nagnjenost temeljne ploskve	<b>α =</b>	<b>0 °</b>	
Strižni kot	<b>φ =</b>	<b>28 °</b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>φ</sub>' = 1.0</b>
Kohezija	<b>c =</b>	<b>0 kN/m<sup>2</sup></b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>c</sub>' = 1.0</b>
Prostorninska teža tal	<b>γ =</b>	<b>21 kN/m<sup>3</sup></b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>γ</sub>' = 1.0</b>
Globina talne vode	<b>z<sub>w</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>E</sub> = 1.4</b>
Zemljina v vodi	<b>D<sub>w</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<i>Fak. varnosti</i> <b>γ<sub>r</sub> = 1.4</b>
Prerez stene (stebra)	<b>d =</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<i>Delni faktor za verikalne obremenitve</i> = 1.35
Teža temelja in zasipa	<b>G<sub>k</sub> =</b>	<b>kN</b>	
Obtežba na temelj	<b>V<sub>d</sub> =</b>	<b>kN</b>	

#### REZULTATI

Proj.ef. prostorninska teža zemljine pod dnem temelja	<b>γ' =</b>	<b>20 kN/m<sup>3</sup></b>	<b>N<sub>q</sub> =</b>	<b>14.720</b>
Projektni efektivni strižni kot	<b>φ<sub>d</sub>' =</b>	<b>28.0 °</b>	<b>N<sub>y</sub> =</b>	<b>14.590</b>
Projektna efektivna kohezija	<b>c'<sub>d</sub> =</b>	<b>0 kPa</b>	<b>N<sub>c</sub> =</b>	<b>25.803</b>
Proj. napetost ob temelju na nivoju temeljenja q'=(Dγ-D <sub>w</sub> γ <sub>w</sub> )	<b>q' =</b>	<b>16.8 kPa</b>	<b>s<sub>a</sub> =</b>	<b>1.056</b>
Ekscentričnost rezultante v smeri B	<b>e<sub>B</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<b>s<sub>y</sub> =</b>	<b>0.964</b>
Ekscentričnost rezultante v smeri L	<b>e<sub>L</sub> =</b>	<b>0 m</b>	<b>s<sub>c</sub> =</b>	<b>1.060</b>
Nagib H proti smeri L (dolžina temelja)	<b>θ =</b>	<b>0 °</b>	<b>i<sub>q</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Projektna horizontalna komponenta obtežbe	<b>ΣH<sub>d</sub> =</b>	<b>0 kN</b>	<b>i<sub>y</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Projektna verikalna komponenta obtežbe	<b>ΣV<sub>d</sub> =</b>	<b>1050 kN</b>	<b>i<sub>c</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Sodeljujoča projektna širina temelja	<b>B' =</b>	<b>1.2 m</b>	<b>b<sub>q</sub>=b<sub>y</sub>=</b>	<b>1.000</b>
Sodeljujoča projektna dolžina temelja	<b>L' =</b>	<b>10 m</b>	<b>b<sub>c</sub> =</b>	<b>1.000</b>
Projektna sodeljujoča površina temeljne plosče (B' x L')	<b>A' =</b>	<b>12 m<sup>2</sup></b>	<b>m=m<sub>B</sub> =</b>	<b>1.893</b>
			<b>m=m<sub>L</sub> =</b>	<b>1.107</b>
			<b>m =</b>	<b>1.107</b>

**Izpolnjen mora biti pogoj  $V/A' < R_d/A'$  da ni prekoračena nosilnost tal !**

<b>Projektna obtežba tal pod temeljev</b>	<b>q = V / A' =</b>	<b>88 kPa</b>
<b>Izračunana nosilnost -odpornost tal</b>	<b>q<sub>f</sub> = R / A' =</b>	<b>430 kPa</b>
<b>Projektna nosilnost tal (drenirani pogoji)</b>	<b>R<sub>d</sub>/A' = q<sub>f</sub>/γ<sub>E</sub> =</b>	<b>307 kPa</b>
<b>Nosilnost temeljnih tal ni prekoračena!</b>	<b>88 &lt;</b>	<b>307 kPa</b>
<b>Izpolnjen mora biti pogoj <math>V_d \leq R_d</math></b>		

**Projektna navpična obremenitev tal na osnovo temelja:**

$$\Sigma V_d = 1050 \text{ kN}$$

**Projektna nosilnost temelja:**

$$R_d = R/\gamma_r = 3686 \text{ kN}$$

**Izkoriščenost na nosilnost tal:**

$$V_d/R_d = 0.28$$

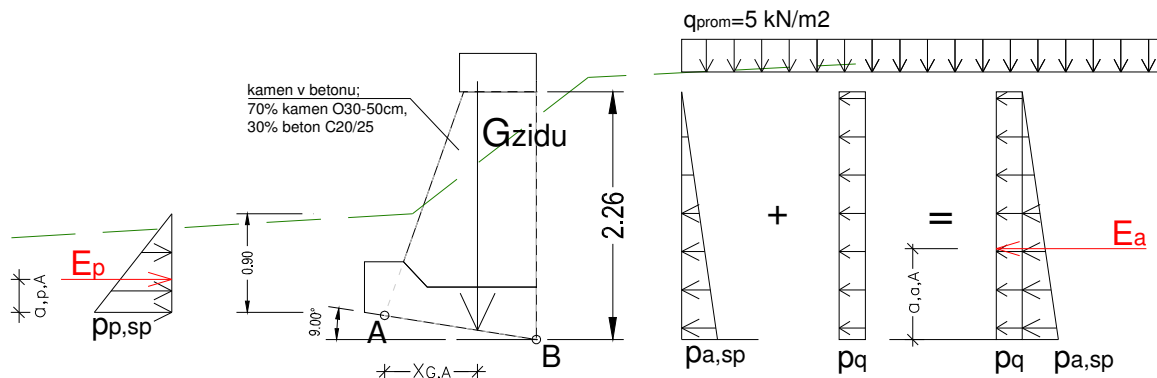




### 3.4.3 DIMENZIONIRANJE PODPORNIH OBJEKTOV

#### 1.0 KAMNITA ZLOŽBA v P3

##### 1.1 Zasnova



Karakteristike zemljine:

$$\varphi = 28^\circ \quad c = 0 \text{ kPa}, \quad \gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3 ; \quad \varphi_d = a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 28}{1.25} \right) = 23.04^\circ$$

Kamena zložba:

$$\begin{aligned} \varphi &= 45^\circ, \\ c &= 45 \text{ kPa} ; \\ \gamma &= 24.0 \text{ kN/m}^3 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \varphi_d &= a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 45}{1.25} \right) = 38.65^\circ \\ c_d &= \frac{c}{\gamma_c} = 28.125 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$\delta = 0^\circ$  - privzet trenjski kot med steno in zemljino

$\beta = 0^\circ$  - naklon pobočja

$$\boxed{\gamma_\varphi = 1.25, \quad \gamma_c = 1.60, \quad \gamma_q = 1.3} \quad \text{faktorji varnosti}$$

##### 1.2 Materialne karakteristike

BETON:

$$\text{C30/37} \quad f_{c,k} = 30 \text{ MPa} ; \quad f'_{cd} = f_{cd} \cdot \alpha = \frac{30}{1.50} \cdot 0.85 = 17.0 \text{ MPa} = 1.7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA:

$$\text{MAR 500/560} \quad f_{yk} = 500 \text{ MPa} ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.47 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{RA400/500} \quad f_{yk} = 400 \text{ MPa} ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 \text{ MPa} = 34.78 \text{ kN/cm}^2$$

##### 1.3 Obtežba

Koeficienti zemeljskega pritiska

$$K_{a,gh} = 0.44 ; \quad K_{a,ch} = 1.32$$

$$K_{p,gh} = 2.29 ; \quad K_{p,ch} = 3.02$$

Aktivni zemeljski tlak

$$p_{a,zg} = 0.0 \text{ kPa} \quad ; \quad p_{a,sp} = \gamma \cdot h \cdot K_{a,gh} = 21.0 \cdot 2.26 \cdot 0.44 = 20.88 \text{ kPa}$$

$$P_a = p_{a,sp} \cdot \frac{h}{2} = 20.88 \cdot \frac{2.26}{2} = 23.59 \text{ kN / m'}$$

Obtežba vozila: ( $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ )

$$p_q = \gamma_q \cdot q \cdot K_{a,gh} = 1.30 \cdot 5.0 \cdot 0.44 = 2.86 \text{ kPa}$$

$$P_q = p_q \cdot h = 2.86 \cdot 2.26 = 6.46 \text{ kN / m'}$$

Pasivni zemeljski tlak

Na pasivni strani se upošteva višina vkopa do tem. ploskve 0.90m.

$$p_{p,zg} = 0.0 \text{ kPa} \quad ; \quad p_{p,sp} = \gamma \cdot h_p \cdot K_{p,gh} = 21.0 \cdot 0.90 \cdot 2.29 = 43.28 \text{ kPa}$$

$$P_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 43.28 \cdot \frac{0.90}{2} = 19.48 \text{ kN / m'}$$

Rezultanta aktivnih pritiskov in prometa:

$$E_a = \frac{(23.74 + 2.86) \cdot 2.26}{2} = 30.06 \text{ kN / m'}$$

Prijemališče rezultante  $E_a$ :

$$a_{a,B} = \frac{2.86 \cdot 2.26 \cdot 1.13 + (20.88 \cdot 2.26 \cdot 0.5 \cdot 0.75)}{30.06} = 0.83 \text{ m}$$

$$a_{a,A} = 0.83 - 0.22 = 0.61 \text{ m}$$

Rezultanta pasivnih odporov

$$E_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 43.28 \cdot \frac{0.90}{2} = 19.48 \text{ kN / m'} \quad ; \quad a_{p,A} = \frac{0.90}{3} = 0.30 \text{ m}$$

Obtežba zidu (kamene zložbe):

$$G_{ZIDU} = 2.25 \text{ m}^2 \cdot 24.0 = 54.0 \text{ kN / m'}$$

$$X_{G,A} = \frac{(2.16 \cdot 0.73 \cdot 0.5 \cdot 0.49 + 2.21 \cdot 0.66 \cdot 1.05)}{2.25} = 0.85 \text{ m}$$

### 1.4 Kontrola zdrsa zidu

$$H_d \leq R_d + R_{pd}$$

$$H_d = \sum E_{a,i} = 30.06 \text{ kN/m}$$

$$R_d = V_d \cdot \operatorname{tg}(\varphi_d) = 54.0 \cdot \operatorname{tg}(38.65) = 43.18 \text{ kN/m}$$

$$V_d = \sum V_i = G_{zidu} = 54.0 \text{ kN/m}$$

$$R_{pd} = \sum E_p = 19.48 \text{ kN/m}$$

$$H_d \leq R_d + R_{pd} \rightarrow 30.06 < 43.18 + 19.48 = 62.66 \text{ kN/m}$$

Pogoj je izpolnjen!

### 1.5 Kontrola prevrnitve zidu (brez upoštevanjem pasivnega odpora!)

$$\sum M_{i,A} = V_d \cdot x_R$$

$$-x_R \cdot V_d = -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A}$$

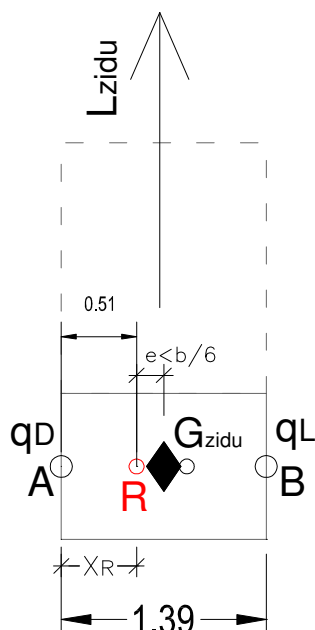
$$-x_R \cdot V_d = -54 \cdot 0.85 + 30.06 \cdot 0.61$$

$$x_R = \frac{-27.56}{-54.0} = 0.51 \text{ m}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{1.39}{2} - 0.51 = 0.185 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{1.39}{6} = 0.23 \text{ m}$$

Pogoj je izpolnjen!

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.

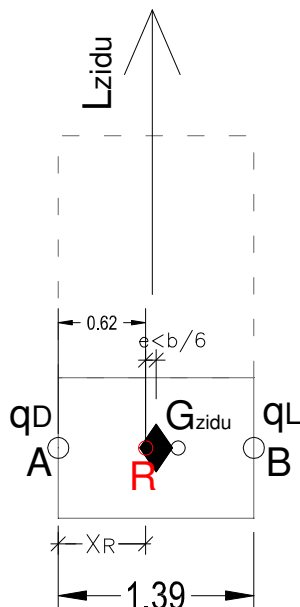


### 1.6 Kontrola prevrnitve zidu (z upoštevanjem pasivnega odpora!)

$$\begin{aligned}\sum M_{i,A} &= V_d \cdot x_R \\ -x_R \cdot V_d &= -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A} - (E_p \cdot a_{p,A}) \\ -x_R \cdot V_d &= -54 \cdot 0.85 + 30.06 \cdot 0.61 - (19.48 \cdot 0.3) \\ x_R &= \frac{-27.56 - (5.84)}{-54} = 0.62 \text{ m}\end{aligned}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{1.39}{2} - 0.62 = 0.075 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{1.39}{6} = 0.23 \text{ m}$$

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.



### 1.7 Kontaktni tlaki pod temeljno ploskvijo

$$q_{L,D} = \frac{V_d}{A'} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{b} \right)$$

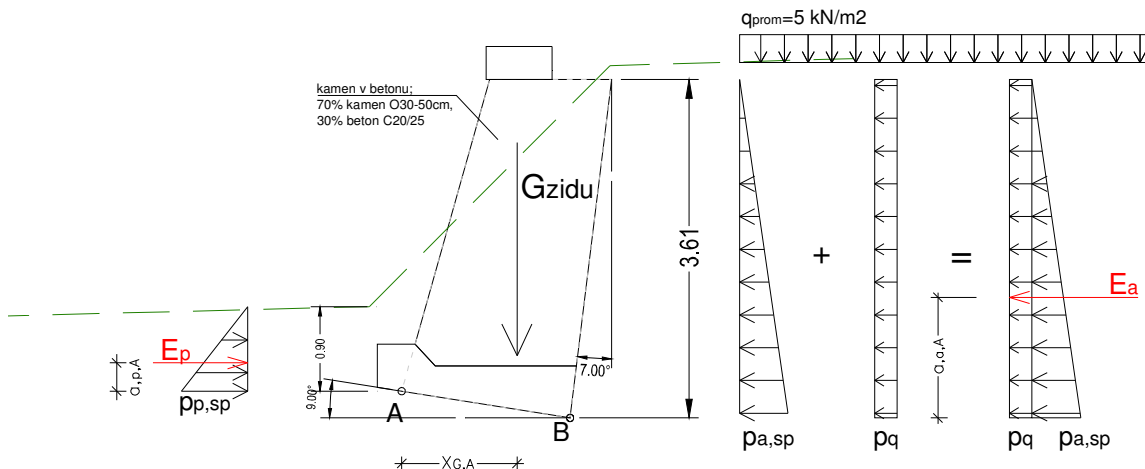
$$A' = b' \cdot 1.0 = (b - 2 \cdot e) \cdot 1.0 = (1.39 - 2 \cdot 0.185) = 1.02 \text{ m}^2$$

$$q_{L,D} = \frac{54}{1.02} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0.185}{1.39} \right) \Rightarrow q_L = 95.21 \text{ kPa} \quad ; \quad q_D = 10.69 \text{ kPa}$$

Predvidena obremenitev temeljnih tal je  $95.21 \text{ kN/m}^2$ , kar je manj od dopustne, predvidene, nosilnosti temeljnih tal  $p_d \geq 307 \text{ kPa}$ , določene z geološkim poročilom Arh. št. 100G-12/2013.

## 2.0 KAMNITA ZLOŽBA v P4

### 2.1 Zasnova



Karakteristike zemljine:

$$\varphi = 28^{\circ} \quad c = 0 \text{ kPa}, \quad \gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3 ; \quad \varphi_d = a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_{\varphi}} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 28}{1.25} \right) = 23.04^{\circ}$$

Kamena zložba:

$$\begin{aligned} \varphi &= 45^{\circ}, \\ c &= 45 \text{ kPa} ; \\ \gamma &= 24.0 \text{ kN/m}^3 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \varphi_d &= a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_{\varphi}} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 45}{1.25} \right) = 38.65^{\circ} \\ c_d &= \frac{c}{\gamma_c} = 28.125 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$\delta = 0^{\circ}$  - privzet trenjski kot med steno in zemljino

$\beta = 0^{\circ}$  - naklon pobočja

$\gamma_{\varphi} = 1.25, \quad \gamma_c = 1.60, \quad \gamma_q = 1.3$	faktorji varnosti
--	-------------------

### 2.2 Materialne karakteristike

BETON:

$$\text{C30/37} \quad f_{c,k} = 30 \text{ MPa} ; \quad f_{cd}' = f_{cd} \cdot \alpha = \frac{30}{1.50} \cdot 0.85 = 17.0 \text{ MPa} = 1.7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA:

$$\text{MAR 500/560} \quad f_{yk} = 500 \text{ MPa} ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.47 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{RA400/500} \quad f_{yk} = 400 \text{ MPa} ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 \text{ MPa} = 34.78 \text{ kN/cm}^2$$



### 2.3 Obtežba

Koeficienti zemeljskega pritiska

$$K_{a,gh} = 0.39 ; K_{a,ch} = 1.43$$

$$K_{p,gh} = 2.56 ; K_{p,ch} = 3.65$$

Aktivni zemeljski tlak

$$p_{a,zg} = 0.0 \text{ kPa} ; p_{a,sp} = \gamma \cdot h \cdot K_{a,gh} = 21.0 \cdot 3.60 \cdot 0.39 = 29.48 \text{ kPa}$$

$$P_a = p_{a,sp} \cdot \frac{h}{2} = 29.48 \cdot \frac{3.60}{2} = 53.07 \text{ kN / m'}$$

Obtežba vozila: ( $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ )

$$p_q = \gamma_q \cdot q \cdot K_{a,gh} = 1.30 \cdot 5.0 \cdot 0.39 = 2.53 \text{ kPa}$$

$$P_q = p_q \cdot h = 2.53 \cdot 3.60 = 9.11 \text{ kN / m'}$$

Pasivni zemeljski tlak

Na pasivni strani se upošteva višina vkopa do tem. ploskve 0.90m.

$$p_{p,zg} = 0.0 \text{ kPa} ; p_{p,sp} = \gamma \cdot h_p \cdot K_{p,gh} = 21.0 \cdot 0.90 \cdot 2.29 = 43.28 \text{ kPa}$$

$$P_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 43.28 \cdot \frac{0.90}{2} = 19.48 \text{ kN / m'}$$

Rezultanta aktivnih pritiskov in prometa:

$$E_a = \frac{(32.01 + 2.53) \cdot 3.60}{2} = 62.17 \text{ kN / m'}$$

Prijemališče rezultante  $E_a$ :

$$a_{a,B} = \frac{2.53 \cdot 3.60 \cdot 1.80 + (29.48 \cdot 3.60 \cdot 0.5 \cdot 1.20)}{62.17} = 1.29 \text{ m}$$

$$a_{a,A} = 1.29 - 0.284 = 1.00 \text{ m}$$

Rezultanta pasivnih odporov

$$E_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 43.28 \cdot \frac{0.90}{2} = 19.48 \text{ kN / m'} ; a_{p,A} = \frac{0.90}{3} = 0.30 \text{ m}$$

Obtežba zidu (kamene zložbe):

$$G_{ZIDU} = 5.46 \text{ m}^2 \cdot 24.0 = 131.04 \text{ kN / m'}$$

$$X_{G,A} = \frac{(0.94 \cdot 3.47 \cdot 0.5 \cdot 0.63 + 0.85 \cdot 3.54 \cdot 1.37 + 3.60 \cdot 0.44 \cdot 0.5 \cdot 1.96)}{5.46} = 1.23 \text{ m}$$

**Kontrola zdrsa zidu**

$$H_d \leq R_d + R_{pd}$$

$$H_d = \sum E_{a,i} = 62.17 \text{ kN/m}$$

$$R_d = V_d \cdot \operatorname{tg}(\varphi_d) = 131.04 \cdot \operatorname{tg}(38.65) = 104.79 \text{ kN/m}$$

$$V_d = \sum V_i = G_{zidu} = 131.04 \text{ kN/m}$$

$$R_{pd} = \sum E_p = 19.48 \text{ kN/m}$$

$$H_d \leq R_d + R_{pd} \rightarrow 62.17 < 104.79 + 19.48 = 124.27 \text{ kN/m}$$

Pogoj je izpolnjen!

**2.4 Kontrola prevrnitve zidu (brez upoštevanjem pasivnega odpora!)**

$$\sum M_{i,A} = V_d \cdot x_R$$

$$-x_R \cdot V_d = -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A}$$

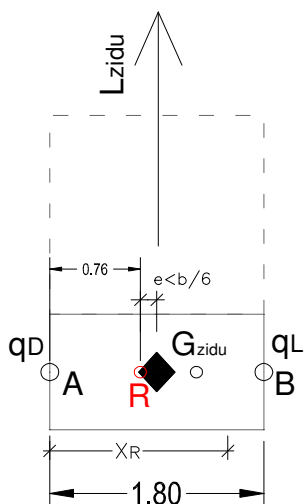
$$-x_R \cdot V_d = -131.04 \cdot 1.23 + 62.17 \cdot 1.00$$

$$x_R = \frac{99.00}{131.04} = 0.755 \text{ m}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{1.82}{2} - 0.755 = 0.155 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{1.82}{6} = 0.30 \text{ m}$$

Pogoj je izpolnjen!

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.

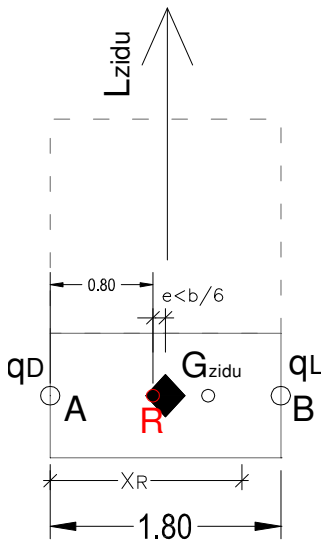


## 2.5 Kontrola prevrnitve zidu (z upoštevanjem pasivnega odpora!)

$$\begin{aligned}\sum M_{i,A} &= V_d \cdot x_R \\ -x_R \cdot V_d &= -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A} - (E_p \cdot a_{p,A}) \\ -x_R \cdot V_d &= -131.04 \cdot 1.23 + 62.17 \cdot 1.00 - (19.48 \cdot 0.3) \\ x_R &= \frac{-99.0 - (5.84)}{131.04} = 0.80 \text{ m}\end{aligned}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{1.82}{2} - 0.80 = 0.11 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{1.82}{6} = 0.30 \text{ m}$$

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.



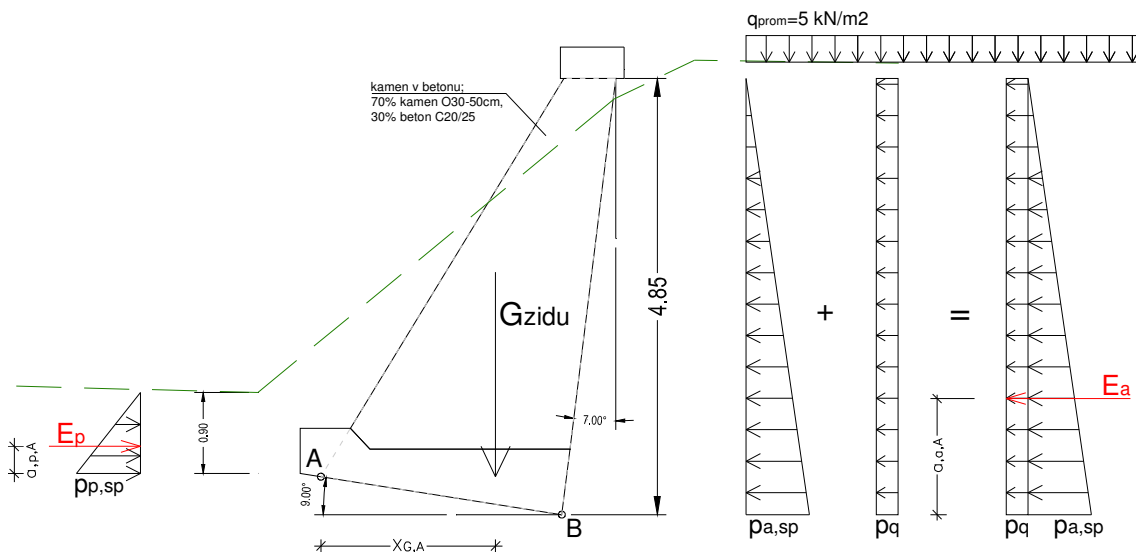
## 2.6 Kontaktni tlaki pod temeljno ploskvijo

$$\begin{aligned}q_{L,D} &= \frac{V_d}{A'} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{b}\right) \\ A' &= b' \cdot 1.0 = (b - 2 \cdot e) \cdot 1.0 = (1.82 - 2 \cdot 0.155) = 1.51 \text{ m}^2 \\ q_{L,D} &= \frac{131.04}{1.51} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0.155}{1.82}\right) \Rightarrow q_L = 131.12 \text{ kPa} \quad ; \quad q_D = 42.52 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Predvidena obremenitev temeljnih tal je  $131.04 \text{ kN/m}^2$ , kar je manj od dopustne, predvidene, nosilnosti temeljnih tal  $p_d \geq 307 \text{ kPa}$ , določene z geološkim poročilom Arh. št. 100G-12/2013.

### 3.0 KAMNITA ZLOŽBA v P5

#### 3.1 Zasnova



Karakteristike zemljine:

$$\varphi = 28^\circ \quad c = 0 \text{ kPa}, \quad \gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3; \quad \varphi_d = a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 28}{1.25} \right) = 23.04^\circ$$

Kamena zložba:

$$\begin{aligned} \varphi &= 45^\circ, \\ c &= 45 \text{ kPa}; \\ \gamma &= 24.0 \text{ kN/m}^3 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \varphi_d &= a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 45}{1.25} \right) = 38.65^\circ \\ c_d &= \frac{c}{\gamma_c} = 28.125 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$\delta = 0^\circ$  - privzet trenjski kot med steno in zemljino

$\beta = 0^\circ$  - naklon pobočja

$$\boxed{\gamma_\varphi = 1.25, \quad \gamma_c = 1.60, \quad \gamma_q = 1.3} \quad \text{faktorji varnosti}$$

#### 3.2 Materialne karakteristike

BETON:

$$\text{C30/37} \quad f_{c,k}=30 \text{ MPa}; \quad f'_{cd} = f_{cd} \cdot \alpha = \frac{30}{1.50} \cdot 0.85 = 17.0 \text{ MPa} = 1.7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA:

$$\text{MAR 500/560} \quad f_{yk}=500 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.47 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{RA400/500} \quad f_{yk}=400 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 \text{ MPa} = 34.78 \text{ kN/cm}^2$$

#### 3.3 Obtežba

Koeficienti zemeljskega pritiska

$$K_{a,gh} = 0.39 ; K_{a,ch} = 1.43$$

$$K_{p,gh} = 2.56 ; K_{p,ch} = 3.65$$

### Aktivni zemeljski tlak

$$p_{a,zg} = 0.0 \text{ kPa} ; p_{a,sp} = \gamma \cdot h \cdot K_{a,gh} = 21.0 \cdot 4.85 \cdot 0.39 = 39.72 \text{ kPa}$$

$$P_a = p_{a,sp} \cdot \frac{h}{2} = 39.72 \cdot \frac{4.85}{2} = 96.32 \text{ kN / m'}$$

Obtežba vozila: ( $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ )

$$p_q = \gamma_q \cdot q \cdot K_{a,gh} = 1.30 \cdot 5.0 \cdot 0.39 = 2.53 \text{ kPa}$$

$$P_q = p_q \cdot h = 2.53 \cdot 4.85 = 12.27 \text{ kN / m'}$$

### Pasivni zemeljski tlak

Na pasivni strani se upošteva višina vkopa do tem. ploskve 0.90m.

$$p_{p,zg} = 0.0 \text{ kPa} ; p_{p,sp} = \gamma \cdot h_p \cdot K_{p,gh} = 21.0 \cdot 0.90 \cdot 2.29 = 43.28 \text{ kPa}$$

$$P_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 43.28 \cdot \frac{0.90}{2} = 19.48 \text{ kN / m'}$$

### Rezultanta aktivnih pritiskov in prometa:

$$E_a = \frac{(42.25 + 2.53) \cdot 4.85}{2} = 108.59 \text{ kN / m'}$$

Prijemališče rezultante  $E_a$ :

$$a_{a,B} = \frac{2.53 \cdot 4.85 \cdot 2.425 + (39.72 \cdot 4.85 \cdot 0.5 \cdot 1.62)}{108.59} = 1.71 \text{ m}$$

$$a_{a,A} = 1.71 - 0.42 = 1.29 \text{ m}$$

### Rezultanta pasivnih odporov

$$E_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 43.28 \cdot \frac{0.90}{2} = 19.48 \text{ kN / m'} ; a_{p,A} = \frac{0.90}{3} = 0.30 \text{ m}$$

### Obtežba zidu (kamene zložbe):

$$G_{ZIDU} = 7.846 \text{ m}^2 \cdot 24.0 = 188.30 \text{ kN / m'}$$

$$X_{G,A} = \frac{(4.85 \cdot 2.69 \cdot 0.5 \cdot 1.79 + 4.85 \cdot 0.57 \cdot 0.5 \cdot 2.87)}{7.846} = 1.993 \text{ m}$$

## **3.4 Kontrola zdrsa zidu**

$$H_d \leq R_d + R_{pd}$$

$$H_d = \sum E_{a,i} = 108.59 \text{ kN / m'}$$

$$R_d = V_d \cdot \operatorname{tg}(\varphi_d) = 188.30 \cdot \operatorname{tg}(38.65) = 150.59 \text{ kN / m'}$$

$$V_d = \sum V_i = G_{zidu} = 188.30 \text{ kN / m'}$$

$$R_{pd} = \sum E_p = 19.48 \text{ kN / m'}$$

$$H_d \leq R_d + R_{pd} \rightarrow 108.59 < 150.59 + 19.48 = 170.07 \text{ kN / m'}$$

Pogoj je izpolnjen!

### 3.5 Kontrola prevrnitve zidu (brez upoštevanjem pasivnega odpora!)

$$\sum M_{i,A} = V_d \cdot x_R$$

$$-x_R \cdot V_d = -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A}$$

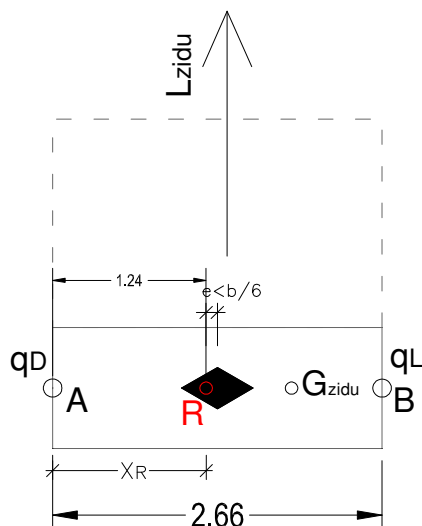
$$-x_R \cdot V_d = -188.30 \cdot 1.99 + 108.59 \cdot 1.29$$

$$x_R = \frac{234.63}{188.30} = 1.246 \text{ m}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{2.68}{2} - 1.246 = 0.09 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{2.68}{6} = 0.45 \text{ m}$$

Pogoj je izpolnjen!

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.



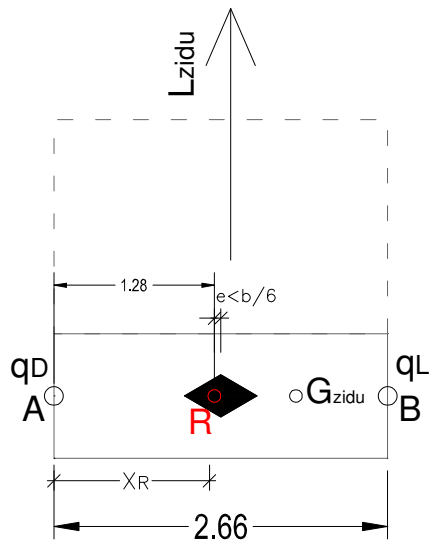
### 3.6 Kontrola prevrnitve zidu (z upoštevanjem pasivnega odpora!)



$$\begin{aligned}\sum M_{i,A} &= V_d \cdot x_R \\ -x_R \cdot V_d &= -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A} - (E_p \cdot a_{p,A}) \\ -x_R \cdot V_d &= -188.30 \cdot 1.99 + 108.59 \cdot 1.29 - (19.48 \cdot 0.3) \\ x_R &= \frac{-234.63 - (5.84)}{-188.30} = 1.28 \text{ m}\end{aligned}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{2.68}{2} - 1.28 = 0.06 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{2.68}{6} = 0.45 \text{ m}$$

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.



### 3.7 Kontaktni tlaki pod temeljno ploskvijo

$$q_{L,D} = \frac{V_d}{A'} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{b} \right)$$

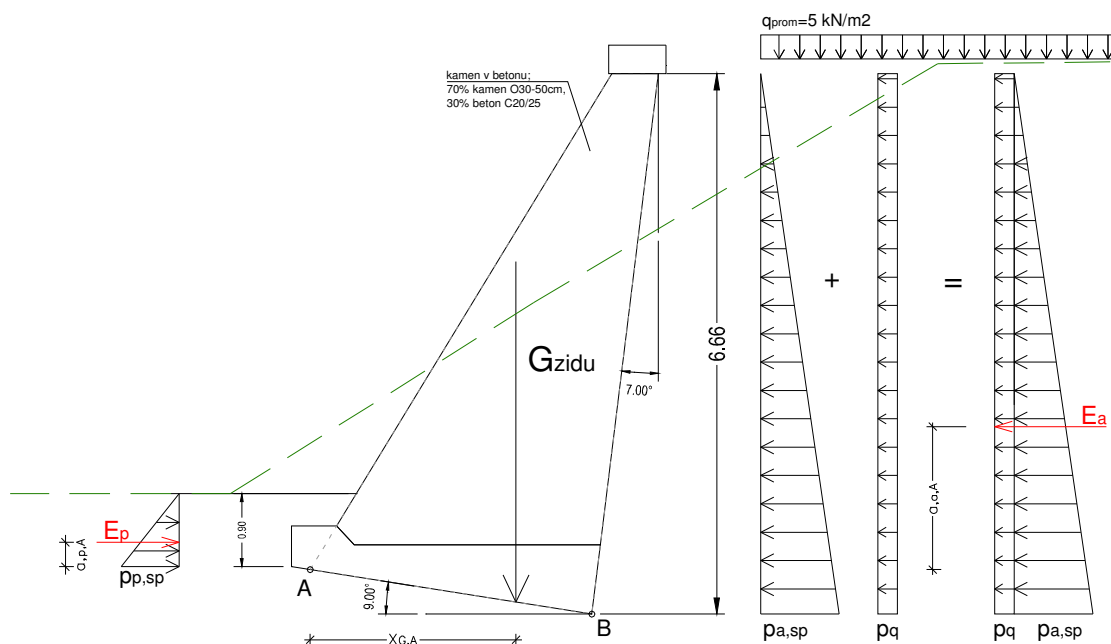
$$A' = b' \cdot 1.0 = (b - 2 \cdot e) \cdot 1.0 = (2.68 - 2 \cdot 0.09) = 2.50 \text{ m}^2$$

$$q_{L,D} = \frac{188.30}{2.50} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0.09}{2.68} \right) \Rightarrow q_L = 90.49 \text{ kPa} \quad ; \quad q_D = 60.25 \text{ kPa}$$

Predvidena obremenitev temeljnih tal je  $90.49 \text{ kN/m}^2$ , kar je manj od dopustne, predvidene, nosilnosti temeljnih tal  $p_d \geq 307 \text{ kPa}$ , določene z geološkim poročilom Arh. št. 100G-12/2013.

## 4.0 KAMNITA ZLOŽBA v P6

## 4.1 Zasnova



Karakteristike zemljine:

$$\varphi = 28^\circ \quad c = 0 \text{ kPa}, \quad \gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3; \quad \varphi_d = a \tan\left(\frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi}\right) = a \tan\left(\frac{\tan 28}{1.25}\right) = 23.04^\circ$$

Kamena zložba:

$$\begin{aligned} \varphi &= 45^\circ, \\ c &= 45 \text{ kPa}; \\ \gamma &= 24.0 \text{ kN/m}^3 \end{aligned} \quad \begin{aligned} \varphi_d &= a \tan\left(\frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi}\right) = a \tan\left(\frac{\tan 45}{1.25}\right) = 38.65^\circ \\ c_d &= \frac{c}{\gamma_c} = 28.125 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$\delta = 0^\circ$  - privzet trenjski kot med steno in zemljino

$\beta = 0^\circ$  - naklon pobočja

$$\boxed{\gamma_\varphi = 1.25, \quad \gamma_c = 1.60, \quad \gamma_q = 1.3} \quad \text{faktorji varnosti}$$

## 4.2 Materialne karakteristike

BETON:

$$\text{C30/37} \quad f_{c,k} = 30 \text{ MPa}; \quad f_{cd}' = f_{cd} \cdot \alpha = \frac{30}{1.50} \cdot 0.85 = 17.0 \text{ MPa} = 1.7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA:

$$\text{MAR 500/560} \quad f_{yk} = 500 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.47 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{RA400/500} \quad f_{yk} = 400 \text{ MPa}; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 \text{ MPa} = 34.78 \text{ kN/cm}^2$$

## 4.3 Obtežba

Koeficienti zemeljskega pritiska

$$K_{a,gh} = 0.39 ; K_{a,ch} = 1.43$$

$$K_{p,gh} = 2.56 ; K_{p,ch} = 3.65$$

#### Aktivni zemeljski tlak

$$p_{a,zg} = 0.0 \text{ kPa} ; p_{a,sp} = \gamma \cdot h \cdot K_{a,gh} = 21.0 \cdot 6.67 \cdot 0.39 = 54.62 \text{ kPa}$$

$$P_a = p_{a,sp} \cdot \frac{h}{2} = 54.62 \cdot \frac{6.67}{2} = 182.15 \text{ kN / m'}$$

Obtežba vozila: ( $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ )

$$p_q = \gamma_q \cdot q \cdot K_{a,gh} = 1.30 \cdot 5.0 \cdot 0.39 = 2.53 \text{ kPa}$$

$$P_q = p_q \cdot h = 2.53 \cdot 6.67 = 16.87 \text{ kN / m'}$$

#### Pasivni zemeljski tlak

Na pasivni strani je upošteva višina vkopa do tem. ploskve 0.90m.

$$p_{p,zg} = 0.0 \text{ kPa} ; p_{p,sp} = \gamma \cdot h_p \cdot K_{p,gh} = 21.0 \cdot 0.90 \cdot 2.56 = 48.38 \text{ kPa}$$

$$P_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 48.38 \cdot \frac{0.90}{2} = 21.77 \text{ kN / m'}$$

#### Rezultanta aktivnih pritiskov in prometa:

$$E_a = \frac{(57.15 + 2.53) \cdot 6.67}{2} = 199.03 \text{ kN / m'}$$

Prijemališče rezultante  $E_a$ :

$$a_{a,B} = \frac{2.53 \cdot 6.67 \cdot 3.33 + (54.62 \cdot 6.67 \cdot 0.5 \cdot 2.22)}{199.30} = 2.31 \text{ m}$$

$$a_{a,A} = 2.31 - 0.58 = 1.73 \text{ m}$$

#### Rezultanta pasivnih odporov

$$E_p = p_{p,sp} \cdot \frac{h_p}{2} = 48.38 \cdot \frac{0.90}{2} = 21.77 \text{ kN / m'} ; a_{p,A} = \frac{0.90}{3} = 0.30 \text{ m}$$

#### Obtežba zidu (kamene zložbe):

$$G_{ZIDU} = 13.50 \text{ m}^2 \cdot 24.0 = 324.0 \text{ kN / m'}$$

$$X_{G,A} = \frac{(3.70 \cdot 6.11 \cdot 0.5 \cdot 2.46 + 0.57 \cdot 6.11 \cdot 0.50 \cdot 3.89)}{13.50} = 2.56 \text{ m}$$

### **4.4 Kontrola zdrsa zidu**

$$H_d \leq R_d + R_{pd}$$

$$H_d = \sum E_{a,i} = 199.03 \text{ kN / m'}$$

$$R_d = V_d \cdot \operatorname{tg}(\varphi_d) = 324.0 \cdot \operatorname{tg}(38.65) = 259.11 \text{ kN / m'}$$

$$V_d = \sum V_i = G_{zidu} = 324.0 \text{ kN / m'}$$

$$R_{pd} = \sum E_p = 21.77 \text{ kN / m'}$$

$$H_d \leq R_d + R_{pd} \rightarrow 199.03 < 259.11 + 21.77 = 280.88 \text{ kN / m'}$$

Pogoj je izpolnjen!

#### 4.5 Kontrola prevrnitve zidu (brez upoštevanjem pasivnega odpora!)

$$\sum M_{i,A} = V_d \cdot x_R$$

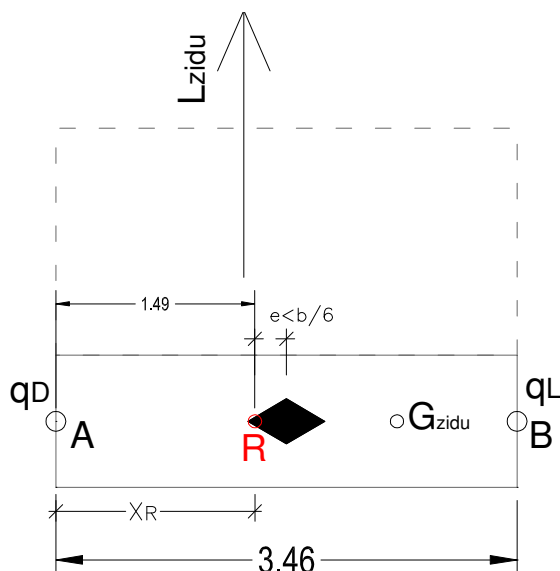
$$-x_R \cdot V_d = -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A}$$

$$-x_R \cdot V_d = -324 \cdot 2.56 + 199.03 \cdot 1.73$$

$$x_R = \frac{-485.12}{-324.0} = 1.49 \text{ m}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{3.46}{2} - 1.49 = 0.24 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{3.46}{6} = 0.58 \text{ m}$$

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.

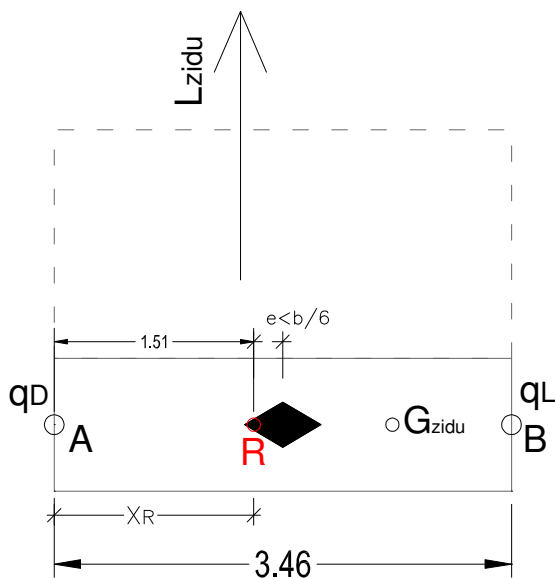


#### 4.6 Kontrola prevrnitve zidu (z upoštevanjem pasivnega odpora!)

$$\begin{aligned}\sum M_{i,A} &= V_d \cdot x_R \\ -x_R \cdot V_d &= -G_{zidu} \cdot x_{G,A} + E_a \cdot a_{a,A} - (E_p \cdot a_{p,A}) \\ -x_R \cdot V_d &= -324 \cdot 2.56 + 199.03 \cdot 1.73 - (21.77 \cdot 0.3) \\ x_R &= \frac{-485.12 - (6.53)}{-324.0} = 1.51 \text{ m}\end{aligned}$$

$$e = \frac{b}{2} - x_R = \frac{3.75}{2} - 1.51 = -0.36 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{3.65}{6} = 0.62 \text{ m}$$

Rezultanta vseh vplivov (R) pade v točko težišča (jedro prereza) zidu, oz. točneje levo od težišča. Pogoj ekscentričnosti je izpolnjen!.



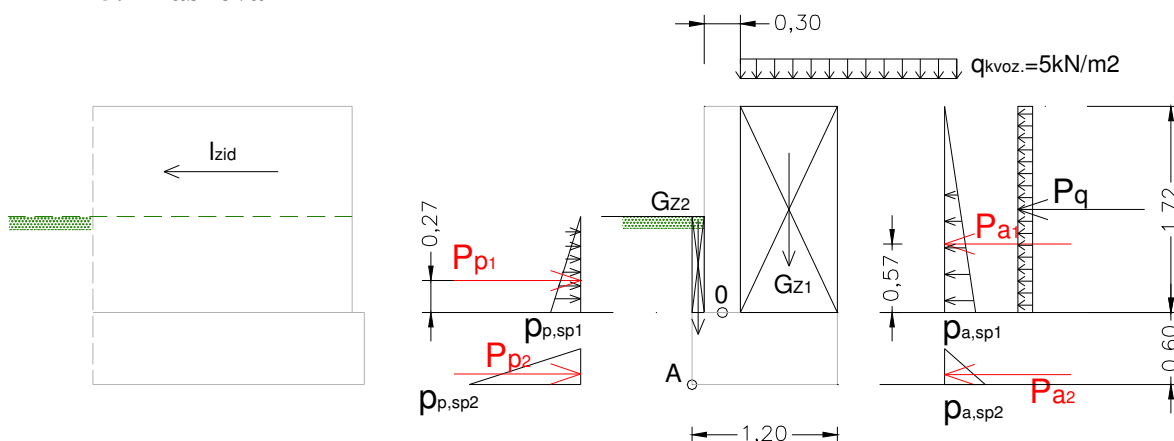
#### 4.7 Kontaktni tlaki pod temeljno ploskvijo

$$\begin{aligned}q_{L,D} &= \frac{V_d}{A'} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{b}\right) \\ A' &= b' \cdot 1.0 = (b - 2 \cdot e) \cdot 1.0 = (3.75 - 2 \cdot 0.385) = 2.98 \text{ m}^2 \\ q_{L,D} &= \frac{324}{2.98} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0.385}{3.75}\right) \Rightarrow q_L = 175.69 \text{ kPa} \quad ; \quad q_D = 41.75 \text{ kPa}\end{aligned}$$

Predvidena obremenitev temeljnih tal je  $175.69 \text{ kN/m}^2$ , kar je manj od dopustne, predvidene, nosilnosti temeljnih tal  $p_d \geq 307 \text{ kPa}$ , določene z geološkim poročilom Arh. št. 100G-12/2013.

#### 5.0 AB PODPORNİ ZID v P7

## 5.1 Zasnova



Predpostavka zemljine:

$$\varphi = 28^\circ \quad c = 0 \text{ kPa}, \quad \gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3 \quad ; \quad \varphi_d = a \tan \left( \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi} \right) = a \tan \left( \frac{\tan 28}{1.25} \right) = 23.04^\circ$$

## 5.2 Materialne karakteristike

BETON:

$$\text{C30/37} \quad f_{c,k} = 30 \text{ MPa} \quad ; \quad f'_{cd} = f_{cd} \cdot \alpha = \frac{30}{1.50} \cdot 0.85 = 17.0 \text{ MPa} = 1.7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA:

$$\text{MAR 500/560} \quad f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.47 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{RA400/500} \quad f_{yk} = 400 \text{ MPa} \quad ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1.15} = 347.82 \text{ MPa} = 34.78 \text{ kN/cm}^2$$

## 5.3 Obtežba

Koeficienti zemeljskega pritiska:

$$K_{a,gh} = 0.44 \quad ; \quad K_{a,ch} = 1.32$$

$$K_{p,gh} = 2.29 \quad ; \quad K_{p,ch} = 3.02$$

Zemeljski pritisk:

$$p_{a,zg} = 0.0 \text{ kPa} \quad ; \quad p_{a,sp1} = \gamma \cdot h \cdot K_{a,gh} = 21.0 \cdot 1.72 \cdot 0.44 = 15.89 \text{ kPa}$$

$$p_{a,sp2} = \gamma \cdot h \cdot K_{a,gh} = 21.0 \cdot 2.32 \cdot 0.44 = 21.44 \text{ kPa}$$

$$P_{a1} = p_{a,sp1} \cdot \frac{h}{2} = 15.89 \cdot \frac{1.72}{2} = 13.66 \text{ kN/m}$$

$$P_{a2} = p_{a,sp2} \cdot \frac{h}{2} = 21.44 \cdot \frac{0.30}{2} = 3.22 \text{ kN/m}$$

$$M_{A(0)} = -M_{a1} + M_{a2} = -P_{a1} \cdot (0.57) + P_{a2} \cdot (0.50) = -13.66 \cdot 0.57 + 3.22 \cdot 0.50 = -6.18 \text{ kNm/m}$$

$$p_{p,zg} = 0.0 \text{ kPa} \quad ; \quad p_{p,sp1} = \gamma \cdot h_p \cdot K_{p,gh} = 21.0 \cdot 0.80 \cdot 2.29 = 38.47 \text{ kPa}$$

$$p_{p,sp2} = \gamma \cdot h_p \cdot K_{p,gh} = 21.0 \cdot 1.60 \cdot 2.29 = 76.94 \text{ kPa}$$

Na pasivni strani je upošteva višina vkopa zidu 0.80m.

$$\begin{aligned} P_{p1} &= p_{p,sp1} \cdot \frac{h_p}{2} = 38.94 \cdot \frac{0.80}{2} = 15.58 \text{ kN / m} \\ P_{p2} &= p_{p,sp2} \cdot \frac{h_p}{2} = 76.94 \cdot \frac{0.30}{2} = 11.54 \text{ kN / m} \\ M_{p(0)} &= +P_{p1} \cdot (0.26) - P_{p2} \cdot 0.50 = -1.62 \text{ kNm / m} \end{aligned}$$

Obtežba vozila: ( $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ )

$$\begin{aligned} p_q &= \gamma_q \cdot q \cdot K_{a,gh} = 1.30 \cdot 5.0 \cdot 0.44 = 2.86 \text{ kPa} \\ P_q &= p_q \cdot h = 2.86 \cdot 1.72 = 4.92 \text{ kN / m} \end{aligned}$$

Obtežba zidu:

$$G_{zid} = \gamma \cdot h_{sr} \cdot d = 25.0 \cdot 1.72 \cdot 0.30 = 12.90 \text{ kN / m}$$

Obtežba temelja:

$$G_{temelj} = \gamma \cdot b \cdot h = 25.0 \cdot 1.20 \cdot 0.60 = 18.0 \text{ kN / m}$$

$$R_{zidu} = G_{zid} + G_{temelj} = 12.90 + 18.0 = 30.90 \text{ kN / m}$$

Vertikalna obtežba zemljine:

$$\begin{aligned} G_{z1} &= \gamma \cdot h_{sr} \cdot d = 21.0 \cdot 0.80 \cdot 1.72 = 28.90 \text{ kN / m} \\ G_{z2} &= \gamma \cdot h_p \cdot d = 21.0 \cdot 0.90 \cdot 0.10 = 1.89 \text{ kN / m} \end{aligned}$$

Težišče zidu oz. prijemališče teže zidu, glede na točko A:

$$x_{G,zid} = \frac{\sum G_i \cdot x_i}{\sum G_i} = \frac{25.0 \cdot (1.72 \cdot 0.30 \cdot 0.25 + 1.20 \cdot 0.60 \cdot 0.60)}{30.90} = 0.454 \text{ m}$$

## 5.4 Dimenzioniranje

$$M_k = M_{P(0)} - M_{A(0)} + M_{(Pq)} = -1.62 - 6.18 - (4.92 \cdot 1.46) = -14.98 \text{ kNm/m'}$$

$$M_d = 1.35 \cdot 14.98 = -20.23 \text{ kNm/m'}$$

$$d = h - a_0 - \frac{\Phi}{2} = 30.00 - 4.0 - 0.5 = 25.50 \text{ cm}$$

$$k_b = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_{d,\max}}{\alpha \cdot f'_{cd} \cdot b}}} = \frac{25.50}{\sqrt{\frac{20.23 \cdot 100}{1.70 \cdot 100}}} = 7.39 \rightarrow \varphi = 0.20; \overline{\zeta_r} = 2.023\%$$

$$\zeta_r = \overline{\zeta_r} \cdot \frac{\alpha \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 2.03 \cdot \frac{1.70}{34.78} = 0.10\% < \zeta_{r,\min} = 0.15\%$$

$$A_{s,\text{potr}} = A_{s,\min} = \zeta_{r,\min} \cdot b \cdot d = \frac{0.15}{100} \cdot 100 \cdot 25.50 = 3.825 \text{ cm}^2 / \text{m'}$$

**Izberem mrežo Q385–MAR500/560 (dimenzija mreže 600/215, teža 78.82kg/kom) + RA400/500 5x fi12/m (vezano v temelj).**

**Mreža položena na obeh straneh zidu (levo in desno).**

### 5.5 Kontrola zdrsa zidu

$$H_d \leq R_d + R_{pd}$$

$$H_d = \sum E_{a,i} = P_{a1} + P_q = 13.66 + 4.92 = 18.58 \text{ kN/m'}$$

$$V_d = \sum V_i = R_{zidu} + G_{z1} + G_{z2} = 30.90 + 28.90 + 1.89 = 61.69 \text{ kN/m'}$$

$$R_d = V_d \cdot \tan \varphi_d = 61.69 \cdot \tan 23.04 = 26.24 \text{ kN/m'}$$

$$H_d < R_d \rightarrow 18.58 < 26.24 \quad \text{pogoj je izpolnjen}$$

### 5.6 Kontrola prevrnitve zidu



$$\begin{aligned}
 \sum M_{i,A} &= V_d \cdot x_R \\
 -x_R \cdot V_d &= -R_{zidu} \cdot 0.454 - G_{z1} \cdot 0.80 + G_{z2} \cdot 0.05 + Pa1 \cdot 1.17 + Pq \cdot 1.46 - Pp1 \cdot 0.87 \\
 -x_R \cdot V_d &= -27.44 \\
 x_R &= \frac{-27.44}{-61.69} = 0.44 \text{ m} \\
 e &= \frac{b}{2} - x_R = \frac{1.20}{2} - 0.44 = 0.16 \text{ m} \leq \frac{b}{6} = \frac{1.2}{6} = 0.20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

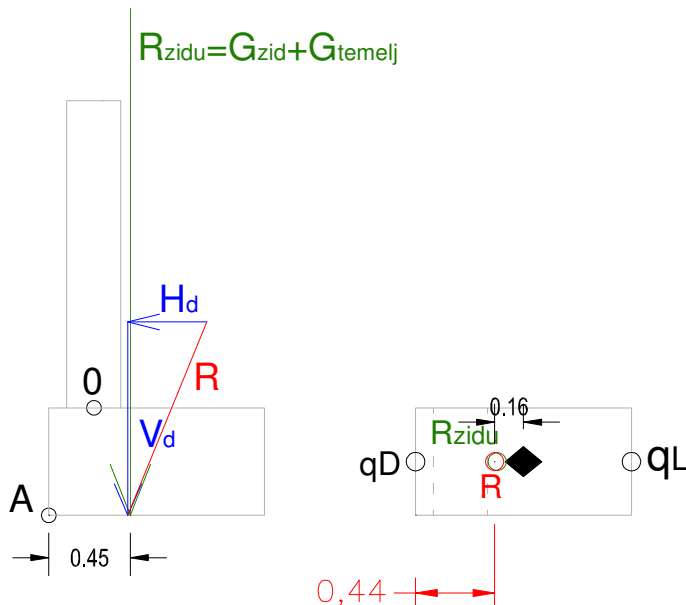
Rezultanta vseh vplivov (R) deluje levo od težišča zidu in hkrati levo od težišča temeljne ploskve. Ekscentričnost je izpolnjena.

- Kontaktni tlaki pod temeljno ploskvijo:

$$q_{L,D} = \frac{V_d}{A'} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{b} \right)$$

$$A' = b' \cdot 1.0 = (1.20 - 2 \cdot 0.16) \cdot 1.0 = 0.88 \text{ m}^2$$

$$q_{L,D} = \frac{61.69}{0.88} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0.16}{1.20} \right) \rightarrow q_L = 126.18 \text{ kPa} \quad ; \quad q_D = 14.02 \text{ kPa}$$



Računal:

Uroš Kostanjšek dipl. inž. gradb.

### 3.4.4 ZASNOVA IN OPIS IZVEDBE

S projektno dokumentacijo je prikazana predvidena ureditev spodnjega - nasipnega dela lokalne ceste Pod gradom v Laškem na odseku »Leljak – Brulc«, od profila P2 (0+022.33m) do P9 (0+148.10m), z izgradnjo podpornega zidu delno v težnostni izvedbi kot kamnita zložba (kamen v betonu) in delno v AB izvedbi, v skupni dolžini 130.00m.

Težnostna kamnita zložba je predvidena na stacionaži od 0+038.03m do 0+114.03m, AB podporni zid pa na stacionaži od 0+022.33m do 0+038.03m in od 0+114.03m do 0+148.10m.

Projektne rešitve temeljijo na projektni nalogi naročnika in geološko geomehanskem poročilu GeoMet d.o.o. Arh. št. 100G-12/2013, ki je sestavni del projektne dokumentacije in ga je pri izvedbi potrebno dosledno upoštevati, posebej v smislu prilagajanja tehnologije in izvedbe dejanskemu stanju ugotovljenemu ob izvajanju zemeljskih del.

#### Težnostna kamnita zložba:

Težnostna kamnita zložba je predvidena iz lomljenca v betonu v razmerju 70/30 (kamen 70% in beton 30%), z velikostjo kamenja od fi 40-80cm, vgrajenega v gabaritih in naklonu podanih v grafičnih prilogah.

Zložba temelji na pusti betonski podlagi iz betona C25/30 debeline 0.50 – 0.70m ojačanega z mrežno armaturo Q503.

Globina temeljenja znaša min 0.90m pod terenom, z nagibom 9° v pobočje.

Na zaledni strani je zložba ojačana z mrežno armaturo Q503.

Svetla višina težnostnega zidu se giblje od 1.11m (P3) do 5.18 m (P6).

Naklon zaledne strani zložbe znaša 7° proti pobočju, naklon čelne strani pa od 2/5 (P3) do 2/3 (P6). (razmerje širina/višina)

Material za izvedbo zložbe mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- kamniti bloki morajo biti zmrzlinško odporni,
- velikost posameznih blokov mora biti od min 0.40m do 0.80m,
- kamniti bloki morajo biti pred vgradnjo čisti, da je zagotovljena ustrezna sprijemljivost z betonom,
- kvaliteta betona mora znašati C20/25,
- zagotovljena mora biti ustrezna vlažnost betonske mešanice, tako da je možna vgradnja le tega brez opaža,
- mešanje zemlje z betonom ni dopustno zato je predvidena zaščita zaledne stene s politlakom.

Izvedba kamnite zložbe je predvidena v kampadah dolžine 4.00m.

Izkop za izvedbo zložbe je predviden v dolžini ene delovne kampade (cca. 4m), kar je pogojeno z vrsto zaledne zemljine.

Predvideva se, da bo sam izkop v času gradnje identičen predvidenem profilu zložbe zidu, kar pomeni da se bo gradnja izvajala po principu kontaktne gradnje s temeljnimi tlemi in zaledno zemljino.

Vgrajevanje kamnitih blokov se bo izvajalo direktno v sveži beton, ob sprotnem dodajanju svežega betona, s čimer mora biti zagotovljena popolna obloga kamnitega bloka in prostora med njimi. Pri tem ni dopustno večkratno dvigovanje in spuščanje kamnitega bloka, saj je s tem možnost poškodbe že vgrajenih blokov.

Pri izvedbi so možni horizontalni in vertikalni delovni stiki, pri čemer so vertikalni pogojeni z dolžino delovne kampade, horizontalni pa z napredovanjem del na posamezni kampadi.

Pri vertikalnem zidanju je potrebno preprečiti morebitni udor zemljine, in s tem onesnaženje površine delovnega stika zložbe, kar bi onemogočilo sprijem z že zgrajenim delom zložbe.

Odvodnjavanje za zložbo se izvede z barbakanami, fi 10cm (cca. 1 barbakana/m<sup>2</sup> zidu), vgrajenimi nad končno koto terena čelne strani zidu.

Po celotni dolžini težnostnega zidu se na vrhu izvede AB krona dimenzije 70/35cm, kvalitete betona C30/37 (XD3, XF4, PVII).

V primeru gradnje po »nekontaktni« tehniki, naj se med zložbo in kompaktno zemljino, po celotni višini, izvede zasip s kvalitetnim gramoznim materialom s kotom notranjega trenja  $\phi > 30$  stopinj.

Pri izvajanju zemeljskih del je potrebno v nadzor vključiti geomehanika, ki naj sodeluje pri določanju tehnologije gradnje in varovanju gradbene jame ter pregleda temeljna tla.

Na kroni težnostnega zidu in AB zidu je po celotni dolžini predvidena jeklena varnostna ograja s pridržno ograjo za pešce tipa JV0 N2 (w5).

Izvedba težnostnega zidu je prikazana v risbi št. 3.6.9 »Detajl kamene zložbe in AB zidu – karakteristični prečni profil«.

#### Armirano betonski zid:

AB podporni zid, max višine 1.79m (P7) se prilagaja gabaritom ceste, kot je prikazano v grafičnih prilogah.

Debelina AB zidu znaša 0.30m, širina temeljne pete je od 1.20m do 1.10m.

Zaščitni sloj betona je 4,0 cm.

Ostre robove zidu na vidnih mestih je potrebno izvesti s kotno letvico 2,5 cm.

AB zid se bo predvideno izvajal po kampadah dolžine 4m, pri čemer je na vsako drugo kampado predvidena izvedba dilatacije širine 5cm, v katero se vstavi trda penasta plošča, ki se na koncih zaščiti z elastično maso za stike. Detajl dilatacije je prikazan v risbi št. 3.6.9. »Detajl kamene zložbe in AB zidu – karakteristični prečni profil«.

Temeljenje AB zidu je predvideno na globini od 1.10m, do 1.40m.

Pred temeljenjem zidu se na pripravljeno nosilno podlago vgradi plast podložnega betona debeline 10cm, kvalitete C16/20.

Pri temeljenju se uporabi beton kvalitete C30/37 (XC2), za stene pa beton C30/37 (XD3, XF4, PVII).

Za armaturo se uporabi jeklo kvalitete RA400/500 in mrežna armatura MAR500/560.

Na zaledni strani AB zidu se izvede hidroizolacija in zaščita le te s stiropor ploščami debeline 5cm.

Odvodnjavanje zalednih vod AB zidu je na stacionaži od profila P2 do stacionaže 0+038.03m predvideno z vgradnjo barbakan fi50 (cca. 1kom/m<sup>2</sup> zidu) nad končnim terenom čelne strani zidu, na stacionaži od 0+114.03 do profila P9 pa z vzdolžno drenažo fi125 v dolžini cca. 40m z odvodom v meteorno kanalizacijo.

Zasip za AB zidom naj se do predvidenega ustroja ceste izvede s kvalitetnim gramoznim materialom s kotom notranjega trenja  $\phi > 30$  stopinj.

Pri izvajanju zemeljskih del je potrebno v nadzor vključiti geomehanika, ki naj sodeluje pri določanju tehnologije gradnje in varovanju gradbene jame ter pregleda temeljna tla.

Na kroni težnostnega zidu in AB zidu je po celotni dolžini predvidena jeklena varnostna ograja s pridržno ograjo za pešce tipa JV0 N2 (w5).

#### Obstoječa infrastruktura:

#### **Razvod zemeljskega plina**

Na območju predvidene gradnje poteka obstoječ razvod zemeljskega plina L22 PE63-350-1000mbar Adriaplin d.o.o., kot je prikazano na risbi št. 3.6.3 »Ureditvena situacija«.

V skladu z izdanimi projektnimi pogoji Adriaplin d.o.o. št. LA-3152-14, 5.3.2014, je potrebno izvesti prestavitev dela plinovoda iz območja predvidene gradnje težnostnega zidu, za kar je potrebno izdelati projektno dokumentacijo in pridobiti gradbeno dovoljenje za prestavitev plinovoda, ki se mora glasiti na sistemskega operaterja distribucijskega omrežja Adriaplin d.o.o..

V tej projektni dokumentaciji je, z upravljalcem plinovoda Adriaplin d.o.o. oz. z njegovim pooblaščencom IBJ d.o.o. usklajena rešitev, prestavitve plinovoda prikazana v načrtu strojnih inštalacij, tako, da bo možno pridobiti gradbeno dovoljenje za prestavitev plinovoda na ime in v korist sistemskega operaterja distribucijskega omrežja Adriaplin d.o.o..

#### **NN EE omrežje**

Na območju predvidene gradnje poteka obstoječ nizkonapetostni električni zemeljski kabel in nadzemno nizko napetostno električno omrežje Elektro Celje d.d., ki ga bo na osnovi projektnih pogojev Elektro Celje d.d. potrebno preurediti.

Preureditev EE NN omrežja bo izvedena na osnovi načrta električnih inštalacij in opreme vrste PGD/PZI, ki je sestavni del projektne dokumentacije.

#### 3.4.5 LOKACIJA OBJEKTA

---

Seznam parcel z nameravano gradnjo:

k.o. Laško, parc. št.: 545/1, 572, 121/6, 121/4, 121/3, 121/2, 121/1

- Vrsta in površina posega:

Parcela št:	Vrsta posega:	Površina posega:
- 545/1	AB zid	23 m <sup>2</sup>
- 572	AB zid, težnostni zid	88 m <sup>2</sup>
- 121/6	AB zid, težnostni zid	140 m <sup>2</sup>
- 121/4	težnostni zid	83 m <sup>2</sup>
- 121/3	težnostni zid	136 m <sup>2</sup>
- 121/2	AB zid, težnostni zid	119 m <sup>2</sup>
- 121/1	AB zid	53 m <sup>2</sup>

### 3.4.6 SKLADNOST PROJEKTA S PROSTORSKIM AKTOM IN OKOLJSKIMI ZAHTEVAMI TER OPIS UPOŠTEVANJA PROJEKTHNIH POGOJEV

Načrtovana gradnja je skladna z veljavnimi prostorskimi akti občine Laško, ki veljajo na območju predvidene gradnje.

#### PROSTORSKE SESTAVINE PLANSKIH AKTOV OBČINE

Spremembe in dopolnitve prostorskih sestavin dolgoročnega plana Občine Laško za obdobje od leta 1986 do leta 2000 in srednjeročnega plana Občine Laško za obdobje od leta 1986 do leta 1990 za občino Laško (Ur.l. RS št. 86/01, 98/02).

#### PROSTORSKI UREDITVENI POGOJI

Odlok o PUP za občino Laško (Ur. list RS št. 79/2002, 45/2003, 60/2005, 96/2005, 103/05, 104/2006).

Pri projektiranju so bili upoštevani vsi prejeti projektni pogoji, upravljalcev infrastrukture, ki tangira predvideno gradnjo. Projektni pogoji so skupaj z izdanimi soglasji k projektnim rešitvam sestavni del vodilne mape projektne dokumentacije.

#### Križanja in prečkanja ter opis upoštevanja projektnih pogojev:

Podatki o obstoječi infrastrukturi v območju projektiranega objekta so pridobljeni pri upravljalcih infrastrukture, v fazi izdelave geodetskega posnetka, na samem terenu in v postopku pridobivanja projektnih pogojev.

Znana infrastruktura je prikazani na risbi št. 3.6.3 »Ureditvena situacija«.

Križanje podpornega zidu s plinovodom je prikazano v risbi št. 3.6.8 Detajl križanja plinovoda.

Izvajalec je dolžan vse podatke o obstoječih komunalnih in ostalih vodih preveriti pri upravljalcih posameznih infrastrukturnih objektov in pri lastnikih zemljišč, naročiti zakoličbo podzemnih vodov, ter na terenu organizirati in izvesti odkrivanje posameznih vodov pred

pričetkom izvajanja gradbenih del. Za morebitne poškodbe le-teh odgovarja in nosi vse posledice izključno izvajalec del.

Obstoječe vode je v fazi gradnje potrebno varovati, zaščititi in z njimi ravnati skladno z izdanimi projektnimi pogoji, zahtevami upravljalcev, po predpisih in pravilih stroke.

Za izvedena dela v območju obstoječe infrastrukture mora izvajalec izdelati evidenčno dokumentacijo z vrisanimi detajli za potrebe katastra posameznih upravljalcev.

Za vsa križanja je skupno, da se ob izvajanju gradbenih del ostali komunalni vodi primerno zaščitijo, dela pa je na teh odsekih potrebno izvajati ročno.

Pri projektiranju so bili upoštevani izdani projektni pogoji pristojnih soglasodajalcev, ki so sestavni del projektne dokumentacije (vodilna mapa).

Pri izvajanju del je potrebno smiselno upoštevati zahteve in usmeritve soglasodajalcev navedene v izdanih projektnih pogojih (Adriaplin d.o.o., Elektro Celje d.d.), tudi, če v posameznih načrtih niso eksplicitno navedene.

***Adriaplin d.o.o. (projektni pogoji št. LA-3152-14, 05.03.2014):***

Projektni pogoji, ki so sestavni del vodilne mape projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD) so pri izdelavi predmetne projektne dokumentacije upoštevani v celoti, smiselno jih je potrebno upoštevati tudi v nadaljnjih fazah projektiranja in pri izvedbi objekta.

V skladu z izdanimi projektnimi pogoji Adriaplin d.o.o. št. LA-3152-14, 05.03.2014, je potrebno izvesti prestavitev dela plinovoda iz območja predvidene gradnje težnostnega zidu, za kar bo izdelana projektna dokumentacija in pridobljeno gradbeno dovoljenje za prestavitev plinovoda, ki se bo glasilo na sistemskega operaterja distribucijskega omrežja Adriaplin d.o.o..

V tej projektni dokumentaciji je, z upravljalcem plinovoda Adriaplin d.o.o. oz. z njegovim pooblaščencom IBJ d.o.o. usklajena rešitev, prestavitve plinovoda prikazana v načrtu strojnih inštalacij, tako, da bo možno pridobiti gradbeno dovoljenje za prestavitev plinovoda na ime in v korist sistemskega operaterja distribucijskega omrežja Adriaplin d.o.o..

***Elektro Celje d.d. (projektni pogoji št. 554473, 17.03.2014):***

Projektni pogoji, ki so sestavni del vodilne mape projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD) so pri izdelavi predmetne projektne dokumentacije upoštevani v celoti, smiselno jih je potrebno upoštevati tudi v nadaljnjih fazah projektiranja in pri izvedbi objekta.

Preureditev EE NN omrežja bo izvedena na osnovi načrta električnih inštalacij in opreme vrste PGD/PZI, ki je sestavni del te projektne dokumentacije.

Za predstavljene elektro vode bo investitor predvidoma uredil tudi pogodbe o ustanovitvi stvarne služnosti v korist Elektro Celje d.d..

### **3.4.7 POVZETEK**

---

V skladu z občinskim planom urejanja cest in posodobitve infrastrukturnega omrežja, namerava Občina Laško obnoviti lokalno cesto v naselju Pod Gradom, na odseku »Leljak – Brulc« v dolžini 148m.

Obravnavani odsek ceste je v celoti dotrajan, spodnji rob pa nestabilen.

Celotna ureditev ceste temelji na Idejni zasnovi (IDZ) št. 48/13 Izvir-plan d.o.o..

V sklopu ureditve ceste je predvidena tudi izgradnja podpornega zidu kot manj zahtevnega objekta, za katerega izvedbo je potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje.

Predmet pričujočega projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja je tako objekt z naslovom: »Infrastrukturalna ureditev Pod gradom na odseku Leljak, Brulc – podporni zid«.

S projektno dokumentacijo je prikazana predvidena ureditev spodnjega - nasipnega dela lokalne ceste Pod gradom v Laškem na odseku »Leljak – Brulc«, od profila P2 (0+022.33m) do P9 (0+148.10m), z izgradnjo podpornega zidu delno v težnostni izvedbi kot kamnita zložba (kamen v betonu) in delno v AB izvedbi, v skupni dolžini 130.00m.

Težnostna kamnita zložba je predvidena na stacionaži od 0+038.03m do 0+114.03m, AB podporni zid pa na stacionaži od 0+022.33m do 0+038.03m in od 0+114.03m do 0+148.10m.

Projektne rešitve temeljijo na projektni nalogi naročnika in geološko geomehanskem poročilu GeoMet d.o.o. Arh. št. 100G-12/2013, ki je sestavni del projektne dokumentacije in ga je pri izvedbi potrebno dosledno upoštevati, posebej v smislu prilagajanja tehnologije in izvedbe dejanskemu stanju ugotovljenemu ob izvajanju zemeljskih del.

Na območju predvidene gradnje je obstoječe NN EE omrežje Elektro Celje d.d. in obstoječ razvod zemeljskega plina L22 PE63-350-1000 mb Adriaplin d.o.o., ki se bosta prestavila in zaščitila skladno z izdanimi projektnimi pogoji Elektro Celje d.d. in Adriaplin d.o.o..

Obstoječe NN EE omrežje in razvod zemeljskega plina se bo uredilo na osnovi predmetne projektne dokumentacije, s tem, da bo gradbeno dovoljenje za prestavitev plinovoda pridobljeno na ime in v korist systemskega operaterja distribucijskega omrežja Adriaplin d.o.o..

Predlagane rešitve so podrobno prikazane v grafičnih prilogah.

marec 2014

sestavil:

Uroš Kostanjšek, dipl.inž.grad.