

**PRVA STRAN IZVEDBENEGA NAČRTA**

Sanacija plazu "Trate 2" / R2-433/1289 Trate – most čez Muro v km 1,890

polni naziv objekta s številko ceste/cestnega odseka, kilometrski položaj začetka, konca ali sredine objekta

Izvedbeni načrt za izvedbo

vrsta izvedbenega načrta (izvedbeni načrt za izvedbo, izvedbeni načrt izvedenih del)

IN-249/2018 – po recenziji

številka izvedbenega načrta

Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo,  
Tržaška 19, 1000 Ljubljana

polni naziv investitorja

Dr. Andrej BLAŽIČ, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol., RG-0119

odgovorni izdelovalec izvedbenega načrta, podpis

BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje

Dr. Andrej BLAŽIČ, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol., RG-0119

izdelovalec izvedbenega načrta, žig, ime in priimek ter podpis zakonitega zastopnika

Velenje, februar 2021

kraj in datum

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>S.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--

---

## 2. VSEBINA PROJEKTA

<b>2</b>	<b>Načrt gradbenih konstrukcij</b>	
<b>2/1</b>	<b>Izvedbeni načrt za izvedbo – podporne konstrukcije in cesta</b> BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje	<b>Št.: IN-249/2018</b>
<b>El.</b>	<b>Elaborati</b>	
<b>El. 1</b>	<b>Geološko-geomehansko poročilo</b> BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje	<b>Št.: GM - 131/2018</b>
<b>El. 2</b>	<b>Načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki</b> BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje	<b>Št.: 249/2018-GO</b>
<b>El. 3</b>	<b>Katastrski elaborat</b> BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje	<b>Št.: KAT – 249/2018</b>
<b>El. 4</b>	<b>Varnostni načrt</b> BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje	<b>Št.: IN-249/2018-VN</b>

---

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>S.3.1</b>	
-------------	--	-----------------	--------------	--

### **3. KAZALO VSEBINE NAČRTA**

1. Naslovna stran
2. Vsebina projekta
3. Kazalo vsebine načrta
4. Odgovori na recenzijo in izjava recenzenta
5. Tehnično poročilo
6. Popis del z oceno investicije
7. Risbe

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>S.3.2</b>	
-------------	--	-----------------	--------------	--

#### **4. ODGOVORI NA RECENZIJO IN IZJAVA RECENZENTA**

12. Postopek statične analize in računski model v izvedbenem načrtu sta slabo dokumentirana: Ni jasno, kateri projektni pristop je uporabljen (PP1, kot navaja projekt, gotovo ne, saj ta zahteva dve preverjanji). Ni dokazano, da uporabljen model izkazuje labilno stanje brez podpornih ukrepov. Niso jasne faze računa. Kaj predstavlja obremenitev pilotne stene? Ni analizirana varnost saniranega stanja. Poleg tega so napačno privzeti tipi materialov (Elastic/Plastic). AB grede v 2D računu nima smisla posebej modelirati. Preverite togost sidra: ali je premer 40 mm ekvivalent trivrnemu sidru?

Se dopolni.

13. AB grede naj se preveri še za primer odpovedi enega sidra.

Se preveri.

14. Tehnično poročilo ima nekoliko nenavadno zaporedje poglavij. Izbira stabilizacije je opisana potem, ko je konstrukcija že statično analizirana. Nikjer tudi ne najdemo celotnega poteka gradnje. V točkah 4.5.1 in 4.5.2 so opisana pripravljalna dela in izdelava sidrane pilotne stene, nikjer pa ni jasno zapisano, kdaj in ob kakšnih fazah prometnih zapor se izvajajo ukrepi odvodnje in sanacija voziščne konstrukcije.

Zaporedje poglavij ni nikjer striktno določeno. Je pregledno razloženo. Prometna zapora je mišljena za celotno izvedbo sanacije in nikjer ni napisano, da velja samo za izvedbo pilotne stene, ampak velja za celotno sanacijo.

15. Faznost gradnje prikažite še na karakterističnem prečnem profilu.

Se dopolni.

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>S.6</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--

16. Na planum pod voziščno konstrukcijo se položi filtrni geosintetik, ki mora biti izbran ustrezno glede na zrnavostno sestavo podlage.

Se dopolni.

17. Predviden način izvedbe delovnega platoja ni statično preverjen. V tehničnem poročilu in na prečnih profilih predpišite, koliko globoko v tla je treba zabiti HEA profile.

Se dopolni.

18. Na situaciji kotirajte dolžino stene, dolžino jeklene varnostne ograje, označite odsek, ki je predviden za rekonstrukcijo voziščne konstrukcije (je to mišljeno z »meja obdelave voziščne konstrukcije«?).

Se dopolni. Predviden odsek za rekonstrukcijo voziščne konstrukcije je mišljen z oznako "meja obdelave voziščne konstrukcije".

19. Na vzdolžnem profilu pilotne stene s števkami označite pilote in sidra. Predvidite dodatna sidrišča za morebitno naknadno sidranje.

Se dopolni.

## Izjava o dopolnitvi projektne dokumentacije po recenziji

Podpisani Dr. Janko LOGAR, univ. dipl. inž. grad.

Potrjujem, da je projektna dokumentacija za:

Cesta/ lokacija: Sanacija plazu "Trate 2" na državni cesti R2-433/1289  
Trate – Most čez Muro v km 1.890

Faza projektiranja: Izvedbeni načrt za izvedbo

Naziv projektne dokumentacije (predmet načrta):  

- Geološko-geomehansko poročilo
- Izvedbeni načrt za izvedbo –  
podporne konstrukcije in cesta

Projektivno podjetje: BLAN d.o.o., Špeglova ulica 47, 3320 Velenje

Št. proj. dokumentacije: GM-131/2018 Datum: September 2018  
IN-249/2018

dopolnjena skladno z zahtevami recenzije.

Poročilo z dne Marec 2019

Ljubljana, dne 15.3.2021



Recenzent:

Dr. Janko LOGAR, univ. dipl. inž. grad.

## **5. TEHNIČNO POROČILO**

### **5.1 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA**

Regionalna cesta R2-433/1289 Trate – most čez Muro predstavlja pomembno povezavo območja Slovenskih Goric z mejnim prehodom Trate in Republiko Avstrijo. Cesta poteka v mešanem profilu z vkopno brežino na desni strani ter nasipno brežino na levi strani v smeri stacionaže. Bankine so na nekaterih mestih zožene in slabo utrjene ter ne nudijo ustrezne bočne opore voziščni konstrukciji. Vozišče je najbolj poškodovano v osrednjem delu plazu, kjer se je plaz razširil preko celotne širine cestnega telesa in se kaže v obliki večjega posedka ter razpok na vozišču. Predvidena je sanacija ceste s podporno konstrukcijo v dolžini 50 m in ureditev ceste v dolžini 70 m. Uredi se je jarek do obstoječega prepusta.

#### **5.1.1 Opis projektnih rešitev**

Za stabilizacijo plazu se izvede AB sidrana pilotna stena v dolžini 50 m. Na celotnem območju se uredi odvodnjavanje in uredi cesta v dolžini 70 m.

### **5.2 IZVEDBA STABILIZACIJE**

#### **5.2.1 Pripravljalna dela in delovni plato**

##### Pripravljalna dela

Pred izvedbo del je potrebno:

- zakoličiti podane zakoličbene točke in podati referenčno višino,
- postaviti gradbiščno ograjo in gradbiščne table,
- postaviti polovično zaporo ceste

##### Dostopna cesta, delovni plato

Dostopna cesta do delovnega platoja ni potrebna. Delovni plato za vrtanje pilotov se uredi z jeklenimi profili HEA 140 S235 dolžine 5,0 m na rastru 1,0. Vmes se založijo smrekove deske in tamponsko nasutje. Za potrebe izdelave AB grede in sidranja se delovni plato zniža do spodnjega nivoja podložnega betona, varovanje z jeklenimi profili ostane.

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>T.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--

### 5.2.2 Uvrtani AB piloti in AB greda

AB piloti so premera 80 cm in dolžine 13,0 m (11 pilotov) in dolžine 14,0 (10 pilotov). Medsebojna razdalja med piloti je 2,4 m. Skupno število pilotov je 21, skupne dolžine 283.0 m. V vrtine vgradimo armaturne koše v katere je povezano 12 palic premera 22 mm. Na zunanjo stran palic vgradimo spiralno armaturo  $\Phi 10$  na razdalji 15 cm, na notranji pa obroče  $\Phi 16$  na razdalji 1 m. Po vsej dolžini vrtine armaturo zalijemo z betonom C25/30 XC2 PV-II D32 S3. Po izvedbi AB pilotov iz katerih je puščene 90 cm armature se izvede AB greda širine 100 cm in višine 110 cm. Za AB gredo bomo uporabili armaturne palice premera 16 mm in povezali s stremensko armaturo  $\Phi 12$  na razdalji 20 cm. Na območju sidranja se v opažu pustijo PVC cevi premera 160 mm in se izvede dodatna ojačitev s spiralno armaturo. Naredijo se še 4 dodatna sidrišča, za morebitno kasnejše sidranje. Zaščitni sloj grede je 5 cm in pilotov je 8 cm. Vsa vgrajena armatura je kvalitete B500 B. Za AB gredo bomo uporabili beton C30/37 XC4 XD1 XF4 PV-II D32 S3. Skupna dolžina AB grede znaša 50.0 m. Vidni robovi se poberejo s trikotno letvijo 2/2 cm. Na razmakih od 25-27 m se izdelata dilatacijska rega, kot je prikazano na risbah. Na AB gredo se privijači jeklena varnostna ograja N2, ki se zaključi s poševno vkopano zaključnico.

Detajli pilotov in grede so prikazani na risbah.

### 5.2.3 Geotehnična sidra

Na rastru 4,8 m se izvedejo tri vrvna geotehnična sidra. Vrvi so iz visoko vrednega jekla 1670/1860 N/mm<sup>2</sup>.

Nosilnost sidra:  $P_{pk} = 837$  kN

Sidra so dolžine 17 m (5 sider) in 19 sider (6 sider). Sidra se izdelajo pod naklonom 20°. Vezna dolžina sider znaša 7,0 m. Vsa sidra morajo imeti celovito protikorozijsko zaščito, ki povečuje tudi upor sidra proti vstopu električnega toka. Za kontrolo protikorozijske zaščite je potrebno izvesti meritve izolacijske upornosti vsakega sidra v skladu s TSC – smernice za geotehnična sidra.



Metoda vrtanja mora ustrezati vrsti zemljine. V primeru zasipavanja je potrebno vršiti vrtanje z zaščitnimi cevmi, ki se nato istočasno z injektiranjem izvlečejo iz vrtine. Takoj po opravljenem vrtanju je potrebno sidro vstaviti v vrtino in ga zainjektirati.

#### **Prednapenjanje:**

Prednapenjanje sider se naj izvede min. 7 dni po injektiranju in min. 14 dni po betoniranju AB grede. Napenjanje se vrši po ustaljenih normah za napenjanje SIA 191 (l. 1995). Za vsako sidro je potrebno voditi protokol o napenjanju, ki je sestavni del tehnične dokumentacije z atesti. Predvidena je sila zaklinjanja  $P_0 = 350 \text{ kN}$ .

#### **Preizkusna sidra:**

Pred izvedbo sidranja je potrebno opraviti preizkuse nosilnosti na 2 testnih sidrih s **celovitim** preizkusom napenjanja. Preizkusna sidra imajo eno vrv več in so štiri vrvna. S temi sidri se določijo dejanske nosilnosti geotehničnih sider. Maksimalna preizkusna sila pri preiskavi sidra  $P_{p,max} = 650 \text{ kN}$ .

**Na podlagi rezultatov napenjanja testnih sider se izdelata elaborat napenjanja sider.**

Ostala sidra (9 sider) se preverijo z **enostavnim** preizkusom napenjanja. Doseči mora najmanj 1,25 vrednosti  $P_0 = 350 \text{ kN}$ . Predlagamo napenjanje do sile **435 kN**.

#### **Merilna sidra:**

Izvedeta se 2 merilna sidra, na katerih je možno spremljanje sidrskih sil. Sidrišča merilnih sider morajo biti zaščitena s kovinskimi pokrovi in ne zabetonirana.

#### **Meritve električne upornosti**

Meritve električne upornosti med jeklenim jedrom in okolno zemljino je potrebno izvesti na proizvedenem sidru v vseh fazah izvedbe, to je na preizkusnem sidru, na sidru, vložnem v vrtino, po injektiranju in po preizkusnem napenjanju sidra. Meritve je potrebno izvajati skladno s priporočili SIA V 91/95 tč. 2.25.21 (4.52) in 6.2 (dodatek A4).

### **5.2.4 Odvodnjavanje**

Odvodnjavanje se uredi kot je prikazano na risbi G.1. Ob notranjem robu ceste se uredi drenažna cev PE DN 200 in betonske kanalete z notranjo širino dna 40 cm, ki se uredijo vse do obstoječega prepusta. Tukaj se uredi zbirni jašek DN 1000 z direktnim vtokom za kanalete in vtočno glavo drenžane cevi. Jašek se spelje v obstoječi prepust. Na mestu dovozov se uredi

prehod iz kanalet v prepust s PE cevjo DN 500, ki se na območju pod cesto obbetonira. Na izpustu se uredi kamnita iztočna glava. Na mestu obstoječe cevi se uredi vtočna kamnita glav, kjer se ujame površinsko vodo in se spelje po PE DN 500 do betonskih kanalet..

### **5.2.5 Zakoličevalni podatki**

Za zakoličbo so podane koordinate detaljnih točk v risbi G.2. Višinski potek je podan v priloženih pogledih, vzdolžnih in prečnih profilih.

### **5.2.6 Deponije in stranski odvzemi**

Za potrebe izkopov je predvideno, da se izkopani material odpelje na začasno ali stalno deponijo. Hkrati je potrebno upoštevati še dovoz materiala iz stranskega odvzema, ki se ga po potrebi deponira na začasno deponijo na gradbišču. Ker v fazi projektiranja ne poznamo razmer glede stranskih odvzemov oz. stalnih deponij, smo v predračunskem delu projekta razdalje do stalnih deponij oz. stranskih odvzemov ocenili.

### **5.2.7 T.4 OPOZORILA**

Glinene zemljine karakterizira občutljivost na delovanje padavin. Tako se lahko v času, ko so odkrite oziroma sveže odkopane, erozijski procesi sorazmerno hitro razvijejo in preoblikujejo površino, prav tako pa je intenzivno tudi preperevanje. Priporočamo, da se izkopi izvedejo tedaj, da bodo čim manj časa izpostavljeni zunanjim vremenskim vplivom.

V primeru globljih in nenosilnih con pa je potreben ponoven ogled in odločitev o pripravi temeljnih tal, oziroma o preračunu podporne konstrukcije.

## 5.3 DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

### 5.3.1 Sestava in nosilnost planuma temeljnih tal

Na podlagi meritev SPT (Geološko geotehnično poročilo s predlogi sanacijskih ukrepov, BLAN d.o.o., GM-131/2018) smo s korelacijo pridobili vrednosti dinamičnega deformacijskega modula  $E_{vd}$ .

Mesto meritve	Globina (m)	$E_{vd} \approx$ (MPa)	CBR $\approx$ (%)	Material
DPSH 1	2	7	3.0	Glinen melj z vložki peska in prod
DPSH 2	2	8	3.5	Glinen melj z vložki peska in prod
DPSH 3	4	8	3.5	Glinen melj z vložki peska in prod
DPSH 4	2	12	4.5	Glinen melj z vložki peska in prod
DPSH 5	1.4	15	5.0	Glinen melj z vložki peska in prod

Pri dimenzioniranju voziščne konstrukcije naj se upošteva vrednost  $CBR \approx 3 \%$ .

### 5.3.2 Določitev geosintetika

Za določitev lastnosti geosintetika za ločilne plasti upoštevamo naslednje vhodne parametre:

Nosilnost materiala v temeljnih tleh: S1

Vrsta nasipnega materiala: B

Obremenitev v času izpostavljenosti – gradnje: < 500 MN

Na podlagi vhodnih parametrov izberemo geosintetik z naslednjimi lastnostmi (SIST EN 10319):

Natezna trdnost  $T_{min}$ : 12 kN/m

Min. raztezek pri porušitvi  $\epsilon$ :  $\geq 30 \%$

Če je  $\epsilon_{min.} \leq 30 \%$   $\rightarrow (T \times \epsilon)_{min}$ : 360

Odpornost na preboj - dinamični  $O_d$ : < 30 mm (SIST EN 918)

Odpornost na preboj - statični  $F_p$ : > 2000 N (SIST EN 12236)

Min. debelina nasipne plasti  $h_{min}$ : 40 cm (SIST EN 10319)

Hidravlične lastnosti za geosintetike za ločilne plasti:

Material v podlagi: Melji-gline

Velikost por  $O_{90}$ :  $0.05 < O_{90} < 0.2$  mm (SIST EN 12956)

Prepustnost - indeks hitrosti  $VI_{H50}$ :  $> 3$  mm/s (SIST EN ISO 11058)

### 5.3.3 Klimatski in hidrološki pogoji

Maksimalna globina prodiranja mraza  $h_m$  na tem območju znaša  $\approx 85$  cm (povzeto po karti globin prodiranja mraza na področju Republike Slovenije).

Temeljna tla sestavljajo materiali, kateri se uvrščajo v razred neodpornih proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja, saj se v temeljnih tleh nahajajo pretežno glineni melji.

Hidrološke pogoje obravnavamo kot ugodne, saj bo z rekonstrukcijo križišča urejeno tudi ustrezno odvodnjavanje.

Potrebna debelina voziščne konstrukcije  $h_{min}$  znaša 70 % globine prodiranja mraza  $h_m$ , kar pomeni  $h_{min} = 0.7 \cdot h_m = 0.7 \cdot 90 = 59.5$  cm.

### 5.3.4 Prometne obremenitve

Pri določitvi prometne obremenitve smo upoštevali podatke iz publikacije Promet 2016 (DRSC): kategorija ceste R2, št. ceste 433, št. odseka 1289, prometni odsek Trate - Most čez Muro, števno mesto št. 27 - Trate, tip izračuna PLDP. V izračunu je upoštevana naslednja prometna obremenitev:

Vrsta vozil	N	F	N*F
Osebna in komb. vozila OV	1846	0,00003	0,06
Avtobusi A	17	0,85	14,45
Lahka tovorna vozila LT	65	0,005	0,325
Srednja tovorna vozila ST	12	0,40	4,80
Težka tovorna vozila TT	3	1,00	3,00
Težka tov. vozila s prikolico, vlačilci TTP	13	1,25	16,25
SKUPAJ	1970		38,88

Povprečni letni dnevni promet PLDP znaša 1970 vozil na dan (z motorji).

Skupno povprečno število prehodov NOO 100 kN skozi prečni prerez ceste na dan je:

$$T_{20} = 365 \cdot N \cdot F \cdot f_{pp} \cdot f_{šp} \cdot f_{nn} \cdot f_{tp} \cdot f_{dv}$$

$T_{20} = 3.21 \cdot 105$  prehodov NOO 100 kN To predstavlja težko prometno obremenitev.

Kjer pomeni:

$T_n$  merodajna prometna obremenitev v obdobju 20 let

$T_d = 38.88$  ekvivalentna dnevna prometna obremenitev

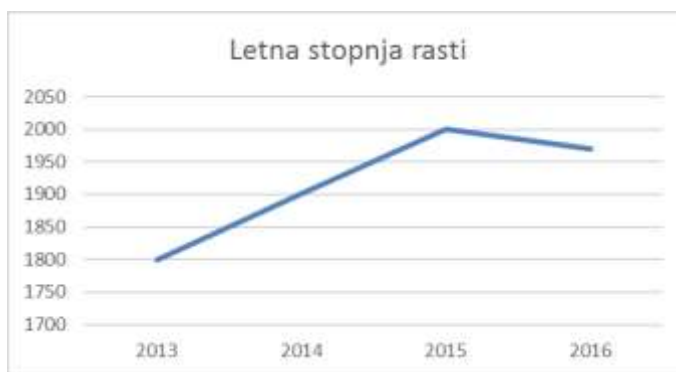
$f_{pp} = 0.5$  faktor prečnega prereza vozišča

$f_{šp} = 1.4$  faktor širine prometnega pasu

$f_{nn} = 1.05$  faktor vzdolžnega nagiba nivelete vozišča

$f_{tp} = 28.5$  faktor trajanja in povečanja prometa (interpolacija)

Leto	PLDP	Letna rast	Tip
2013	1800		PLDP
2014	1900	1,056	PLDP
2015	2000	1,053	PLDP
2016	1970	0,985	PLDP
Povprečje:		3,11%	



$f_{dv} = 1.08$  faktor dodatne dinamične obremenitve

### 5.3.5 Dimenzioniranje

Dimenzioniranje je izvedeno na podlagi geološko-geotehničnih pogojev in izračunane/določene prometne obremenitve. Dimenzioniranje voziščne konstrukcije je izvedeno skladno s Tehničnimi specifikacijami za javne ceste Republike Slovenije.

### 5.3.6 Minimalne debeline plasti in potrebni debelinski indeks

Za obravnavani odsek je bila izračunana težka prometna obremenitev,  $T_{20} = 3.21 \cdot 105$  prehodov NOO 100 kN.

Na osnovi izračunane prometne obremenitve in predvidene nosilnosti posteljice (CBR 15 %) je potrebna voziščna konstrukcija iz plasti:

- 11 cm plasti bituminiziranih zmesi
- 20 cm plasti nevezane nosilne plasti kamnitih zrn

Debelinski indeks potrebne voziščne konstrukcije znaša:

$$D_{pot} = a_k \cdot d_k + a_{sn} \cdot d_{sn}; \quad D_{pot} = 6.98$$

Zaradi zagotovitve zmrzlinke odpornosti voziščne konstrukcije in dodatne izboljšave nosilnosti (CBR iz  $\approx 3\%$  na  $15\%$ ) je predvidena vgradnja najmanj 60 cm debele plasti zmrzlinke odpornega kamnitega materiala (posteljice).

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije je izvedeno po TSC 06.520 : 2009, na podlagi prometne obremenitve in nosilnosti temeljnih tal:

Sloj	$d_i$ (cm)	$a_i$	$a_i \cdot d_i$
Bitumenski beton BB - obrabna plast	4	0.42	1.68
Bituminizirani drobljenec BD - nosilna plast	8	0.35	2.8
Nevezana nosilna plast D	20	0.14	2.8
Zmrzlinke odporna kamnita posteljica D, P	60	-	-
Skupaj:	92		7.28

$$D_{dej} = 7.28 \geq D_{pot} = 6.98 \quad \text{pogoj je izpolnjen}$$

$$h_{dej} = 92 \text{ cm} \geq h_{min} = 59.5 \text{ cm} \quad \text{pogoj je izpolnjen}$$

### 5.3.7 Predvidena nova voziščna konstrukcija

Nova voziščna konstrukcija:

- Vgradnja ločilnega geotekstila
- Zmrzlinke odporna posteljica obstoječega kamnitega nasutja (peščen prod)
  - in kamnitega drobljenca D125 60 cm
- Nevezana nosilna plast kamnitega drobljenca D32 20 cm
- Nosilna plast bituminizirane zmesi AC 22 base B 50/70, A3 8 cm
- Obrabna plast bituminizirane zmesi AC 11 surf B 70/100, A3 silikat 4 cm

### **5.3.8 Izvedba in kvaliteta materialov**

#### **Kamnita posteljica**

V kamnito posteljico se lahko vgradi kamniti material (peščen prod) iz obstoječe voziščne konstrukcije. Debelina takšnega nasutja v obstoječi voziščni konstrukciji načeloma znaša do 150 cm. Ta ukrep potrdi geomehanski nadzor z ogledom izkopa oziroma materiala. Manko se dopolni s kamnitim drobljencem D125 iz stranskega odvzema.

Posteljica naj bo zmrzlinško odporna v zgornji debelini cca. 30 - 40 cm, v spodnjem delu zaradi klimatskih pogojev ni potrebe po zmrzlinški odpornosti.

Zgoščenost v kamnito posteljico vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%. Na planumu kamnite posteljice mora biti zagotovljena nosilnost  $E_{vd} > 40 \text{ MPa}$ ,  $E_{v2} > 80 \text{ MPa}$ .

#### **Nevezana nosilna plast**

Za nevezano nosilno plast se vgradi kamniti drobljenec D32. Zgoščenost v nevezano nosilno plast vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%. Na planumu nevezane nosilne plasti mora biti zagotovljena nosilnost  $E_{vd} > 45 \text{ MPa}$ ,  $E_{v2} > 100 \text{ MPa}$ .

## **5.4 FAZNOST IZVAJANJA DEL**

Dela se izvajajo v naslednjih fazah:

1. Preddela

- Priprava začasnih deponij, tabel, zakoličba, usmerjanje prometa s semaforji,...

2. AB piloti

- Priprava delovnega platoja za vrtanje, vrtanje pilotov in izdelava AB pilotov

3. AB greda

- Priprava delovnega platoja za sidranje in AB gredo, opaženje in izdelava AB grede

4. Sidranje

- Izdelava sider in prednapenjanje po določenem času (min. 7 dni po injekturanju in 14 dni po betoniranju AB grede)

5. Odvodnjavanje

- Ureditev betonskih jaškov,
- Ureditev betonskih kanalet,
- Ureditev prepusta.

6. Ureditev voziščne konstrukcije

7. Zaključna dela

- Ureditev in povrnitev poškodovanih brežin v prvotno stanje,
- Odstranitev začasnih objektov.



## **5.5 PROJEKTNE OSNOVE ZA STATIČNE IN STABILNOSTNE IZRAČUNE**

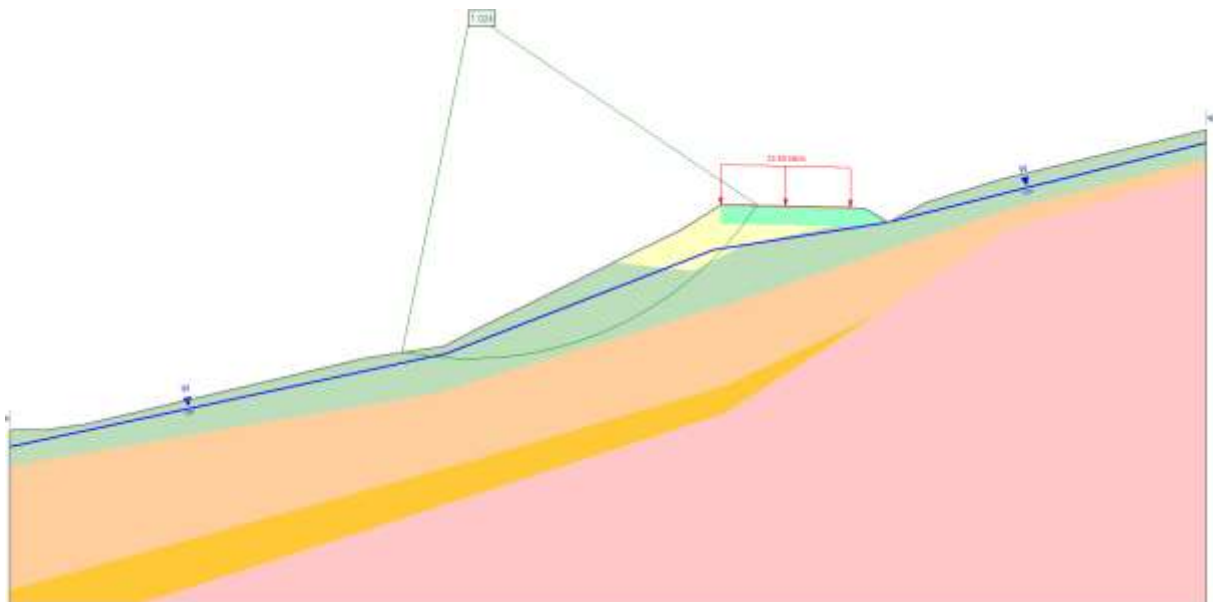
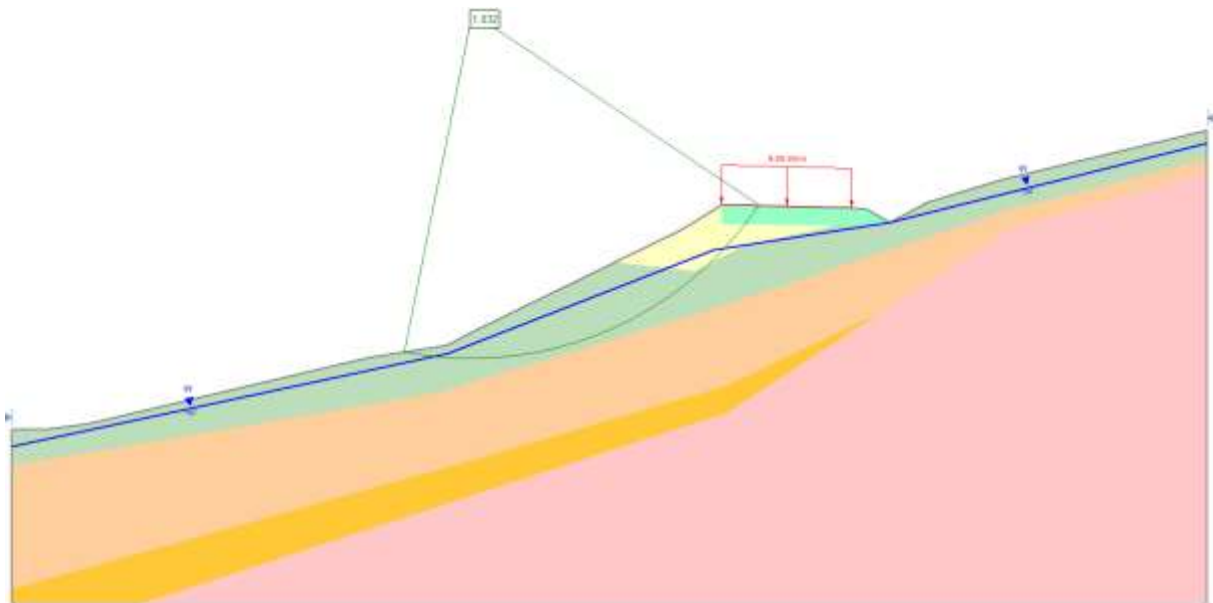
Osnova za izvedbo načrta podpornih konstrukcij je predhodno izdelano geološko-geomehansko poročilo GM-131/2018 s strani podjetja BLAN d.o.o. Geotehnične karakteristike zemljin, globine posameznih slojev zemljin, nivoje talne vode ter ostale podatke smo privzeli iz navedenega poročila ter situacije obstoječega stanja.

Osnova za dimenzioniranje podpornih konstrukcij so ovrednotene notranje statične količine (MSN), deformacije (MSU) ter ostale stabilnostne analize. Pri mejnem stanju nosilnosti smo uporabili ustrezne projektne pristope, pri mejnem stanju uporabnosti pa smo upoštevali varnostni faktor  $F=1.0$ . Stabilnostno-statične izračune ter dimenzioniranja smo izvedli z računalniškimi programi oziroma analitičnimi metodami. Vsi izračuni in dimenzioniranja so bili izvedeni v skladu s:

8. SIST EN 1992 Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij
9. SIST EN 1997 Evrokod 7: Geotehnično projektiranje
10. Priročnik za projektiranje gradbenih konstrukcij po Evrokod standardih
11. TSC 07.201: Splošne tehniške specifikacije za podporne konstrukcije
12. TSC 07.205: Pilotne stene
13. TSC 07.116: Rege

## 5.6 POVRATNA ANALIZA - Slide

Pridobljene karakteristike (za sloja v kateri pride do porušitve  $F=1.032$  – faktorirana obtežba in  $1.024$  – nefaktorirana obtežba → Bishop) so prikazani na naslednji strani. To je hkrati tudi kritični korak v Phase-u →  $F \approx 1.01$  (PP1,  $k_1$  in  $k_2$ ) –  $1.02$  (MSU).



## 5.7 KRITIČNI KORAK – Phase

Kritični oziroma najbolj neugoden korak je korak št. 2: Prvotni teren + voda + promet.

V tem koraku znaša faktor varnostni  $F \approx 1.01$  (PP1,  $k_1$  in  $k_2$ ) –  $1.02$  (MSU).

## 5.8 VHODNI PODATKI

### Komentar rezultatov

Z izračuni globalnega faktorja varnosti sicer nismo dosegli ( $F=1.05 < 1.25$ ), vendar je potrebno poudariti, da se s projektom rešuje lokalno stabilnost regionalne ceste in ne celotnega pobočja. Kljub temu, se stabilnost celotnega pobočja (kritična je nižje ležeča brežina) ne poslabšuje, lokalna stabilnost regionalne ceste pa je zagotovljena.

### Pilotna stena

Za stabilnostno-statični izračun podporne konstrukcije smo uporabili programsko opremo RS<sup>2</sup>. Kot rezultate analize smo dobili vrednosti notranjih statičnih količin (MSN) in pomikov (MSU), ki so osnova za dimenzioniranje.

Predpostavili smo sidrano pilotno steno. Pilote premera 80 cm smo predpostavili dolžin 14 m na medsebojnih razdaljah 2.4 m. Sidra smo predpostavili dolžin 17 m na medsebojnih razdaljah 4.8 m.

Prometno obtežbo smo upoštevali skladno s tabelo 4.6 SIST EN 1991-2:2004:

MSN - PP1, k1  $q = 9 \cdot 1.5 = 13.5$  kPa

MSU  $q = 9$  kPa

MSN - PP1, k2  $q = 9 \cdot 1.3 = 11.7$  kPa







### Karakteristike zemeljskih slojev


Mehanske in fizikalne karakteristike slojev smo povzeli po geološko-geomehanskem elaboratu in povratni analizi:


Sloj	Kohezija c (kPa)	Strižni kot $\varphi$ (°)	Prostorninska teža $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modul elastičnosti E (MPa)
Peščen prod	1	32	20	10
Glinen melj z vložki peska in proda	1	28.5	20	6
Pobočni grušč s peskom in prodom	1	31	20	10
Zbit glinen melj	15	25	20	40
Meljevec	100	44	23	400
Tamponsko nasutje	1	35	20	40

## 5.9 PRERAČUN PILOTNE STENE

### 5.9.1 Prerez P6

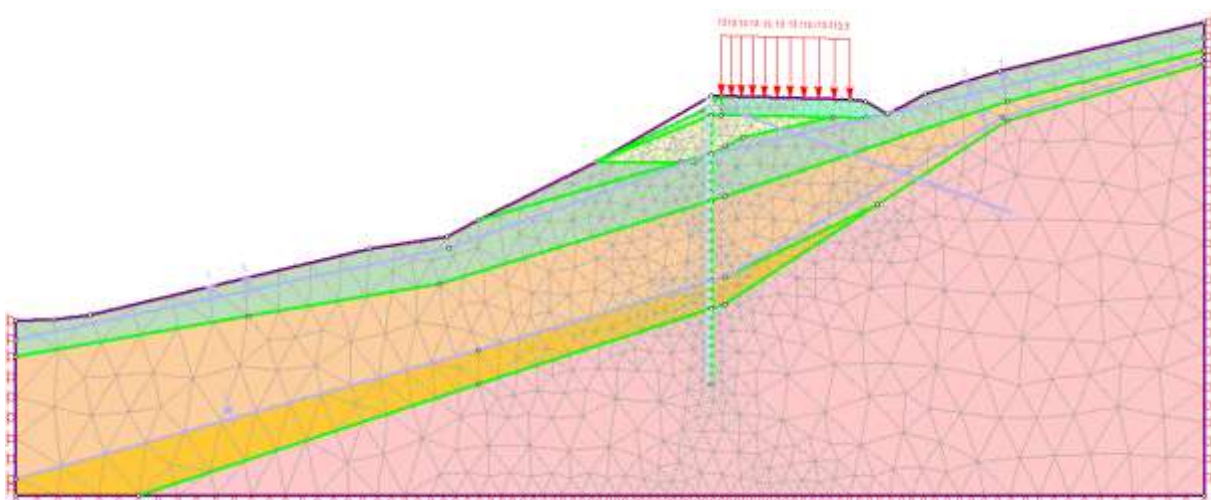
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Young's Modulus (kPa)	Poisson's Ratio	Dilation Angle (deg)	Friction Angle (peak) (deg)	Friction Angle (res) (deg)	Cohesion (peak) (kPa)	Cohesion (res) (kPa)
Peščen prod		20	10000	0.3	2	32	32	1	0
Glinen melj z vložki peska in proda		20	6000	0.3	0	28.5	28.5	1	0
Pobočni gruč s peskom in prodom		20	10000	0.3	1	31	31	1	0
Zbit glinen melj		20	40000	0.3	0	25	25	15	0
Meljevec		23	400000	0.2		44		100	
Tamponsko nasutje		20	40000	0.3	5	35	35	1	0

Liner Name	Color	Young's Modulus (kPa)	Poisson's Ratio	Area (m2)	Moment Of Inertia (m4)	Unit Weight (kN/m3)
AB pilot		3e+007	0.2	0.209	0.00838	24

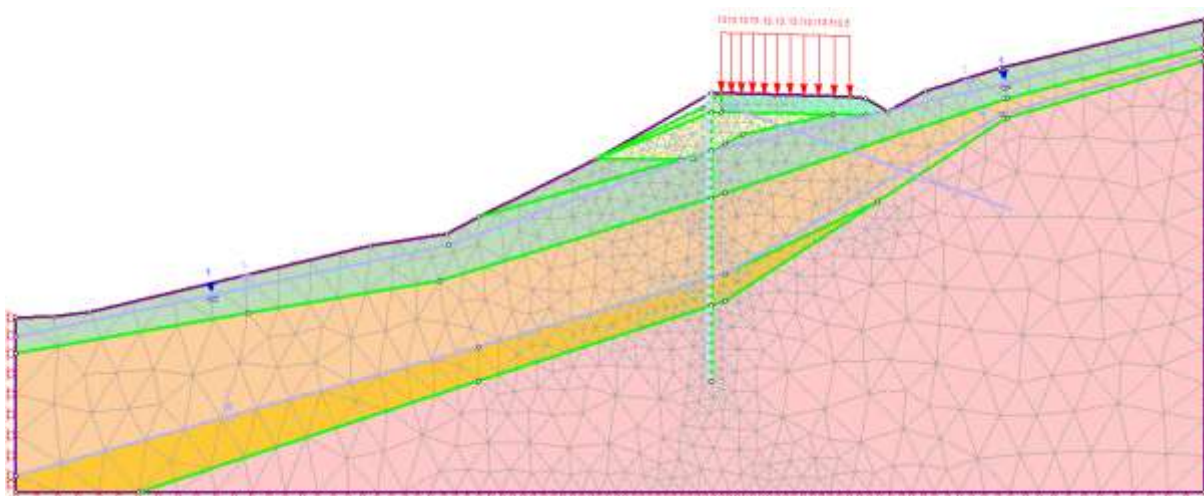
Bolt Name	Color	Type	Bolt Diameter (mm)	Bolt Modulus, E (kPa)	Out-of-plane Spacing (m)	Pre-Tensioning Force (kN)	Borehole Diameter (mm)	Bond Length (m)
Geotehnično sidro		End Anchored	24	1.95e+008	4.8	350		

Koraki izračuna:

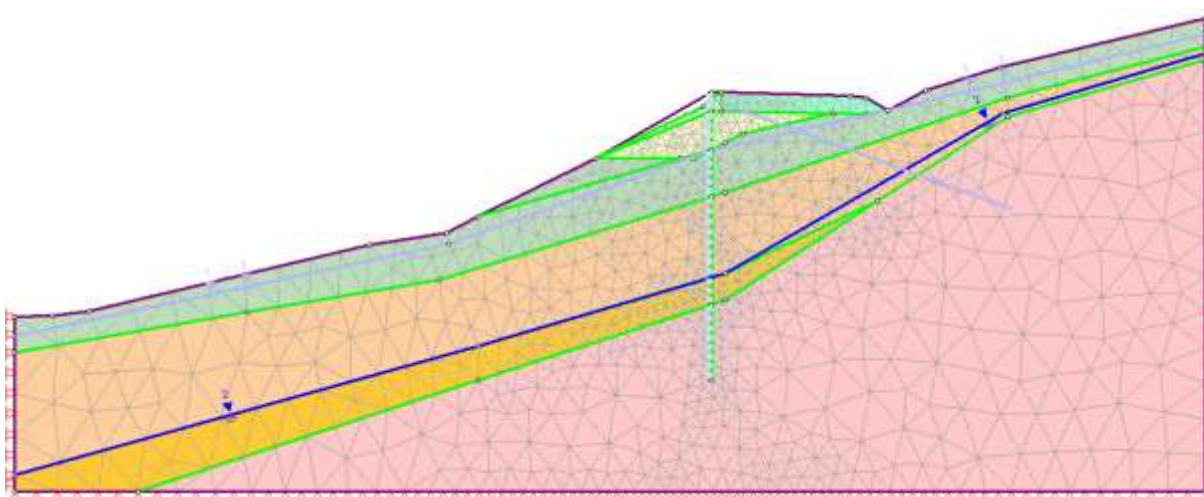
### 1) Prvotni teren + promet



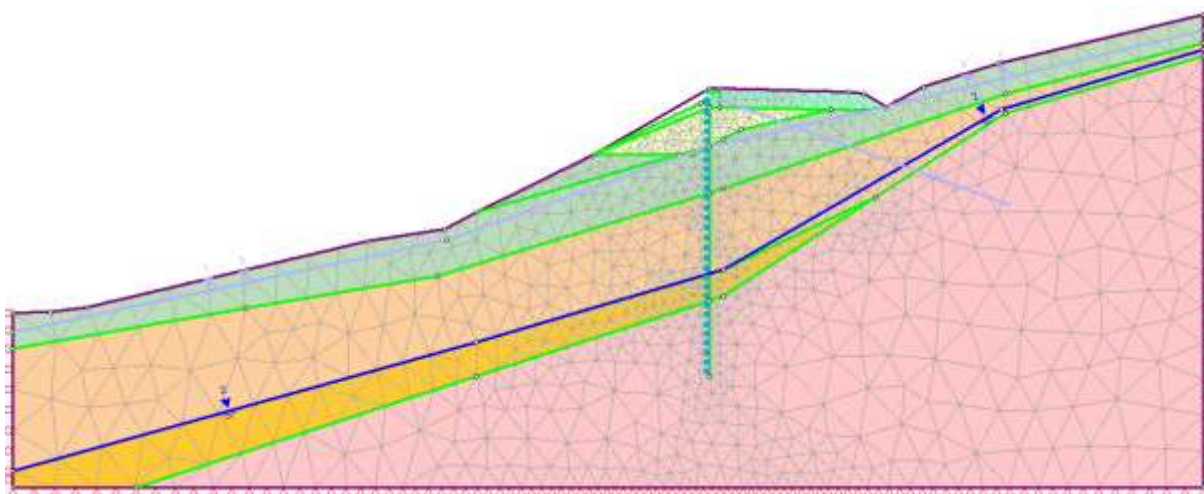
## 2) Prvotni teren + voda + promet



## 3) Padec nivoja vode

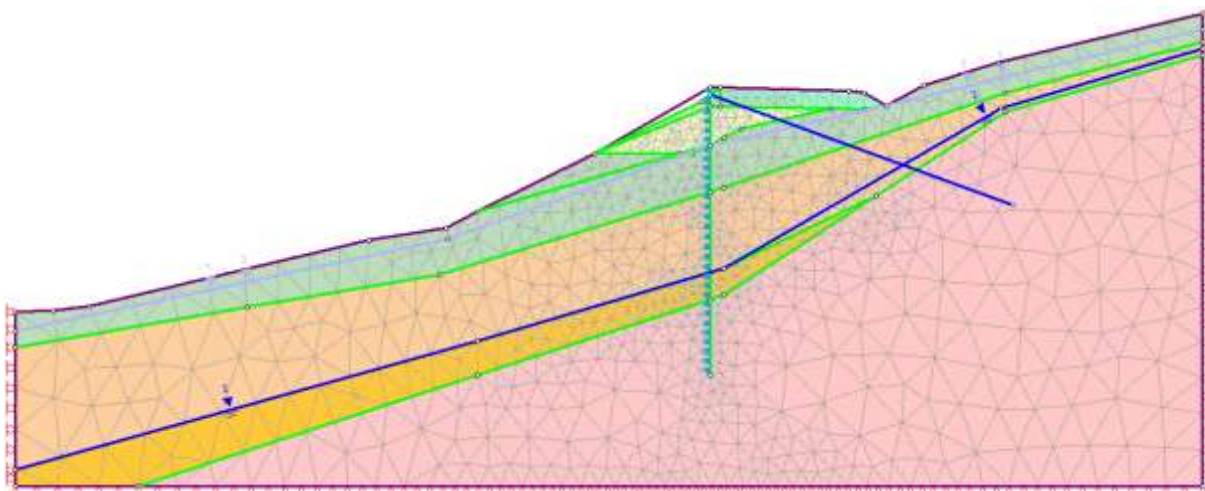


## 4) Izdelava pilotov

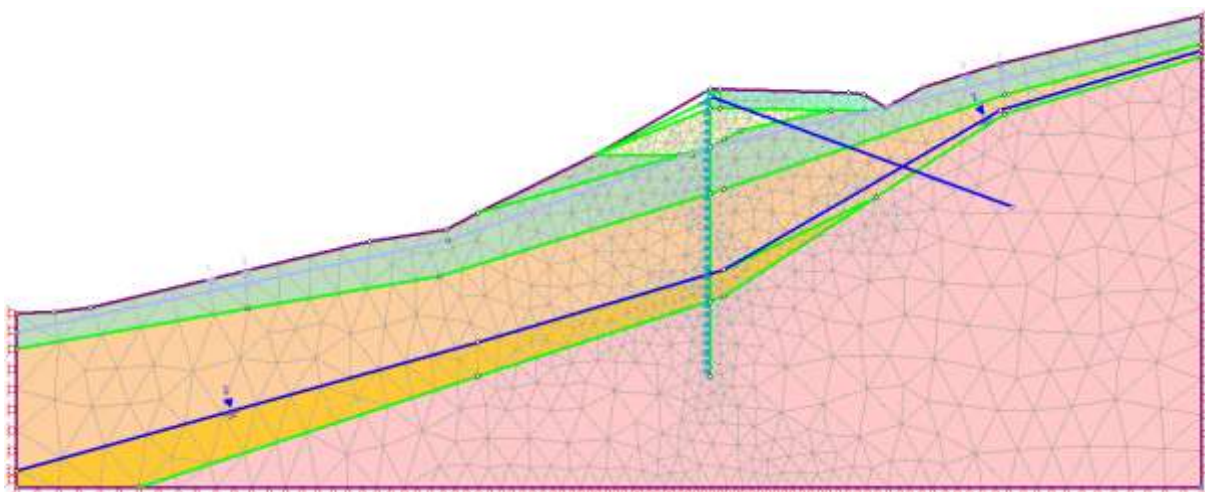




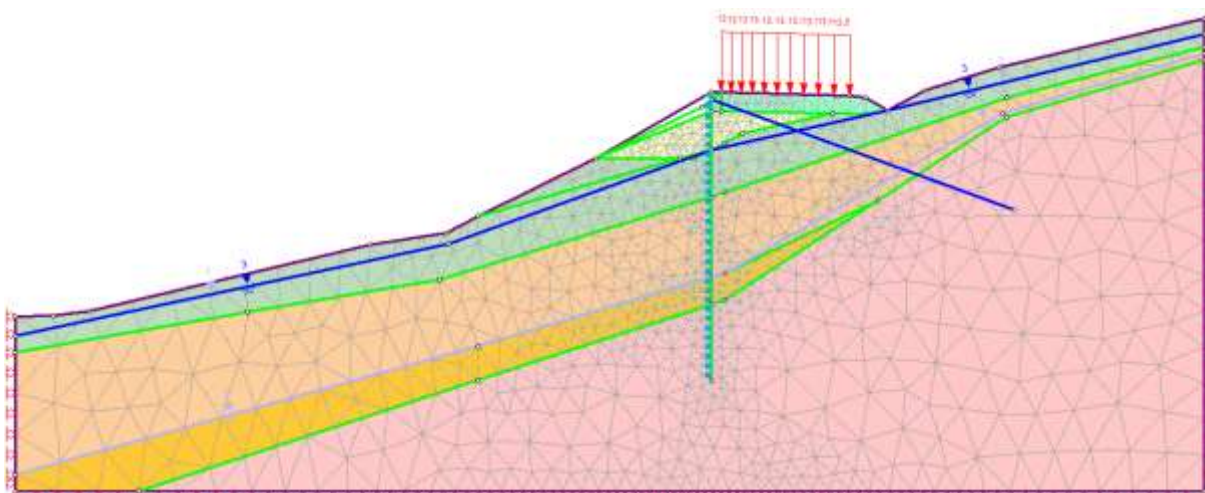
## 5) Izdelava sider



## 6) Odkop pred pilotno steno do nivoja grede

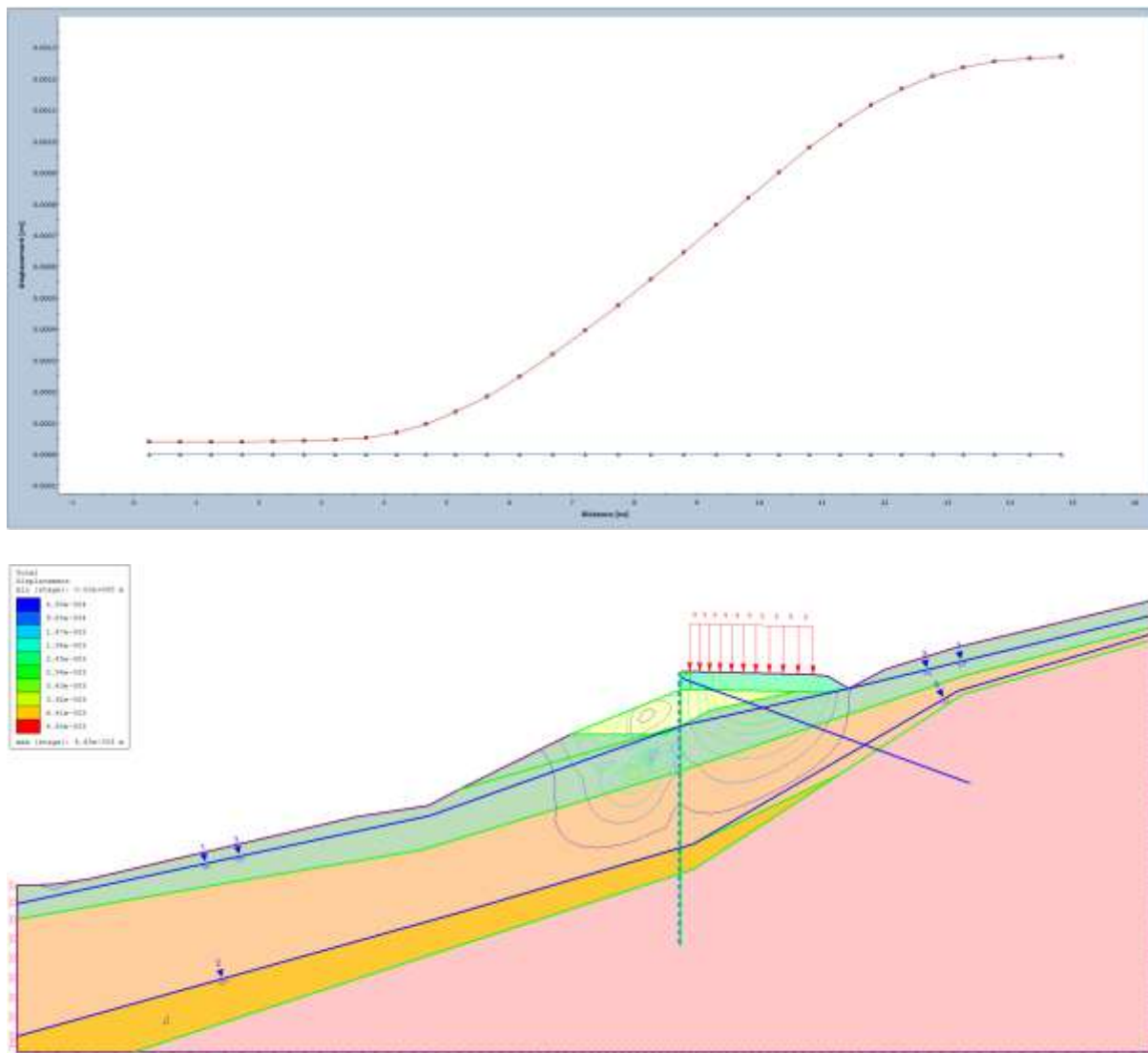


## 7) Dvig vode + prometna obtežba



## MSU

Največji računski (relativni) pomiki pilotne stene znašajo do 0.1 cm → Primerjava med korakom 5 in 7.



Notranje statične količine v pilotih premera 80 cm, dolžine 14 m na medsebojni oddaljenosti 2.4 m:

## MSU

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 123 & 2,4 & = 295,2 \text{ kNm} \\ V_{Ed} &= 66 & 2,4 & = 158,4 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= 85 & 2,4 & = 204 \text{ kN} \end{aligned}$$

## Sidro

$$N_{Ed} = 359 \text{ kN}$$

**MSN**

Notranje statične količine v pilotih premera 80 cm, dolžine 14 m na medsebojni oddaljenosti 2.4 m:

PP1, k1

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 135 \quad 2,4 \quad 1,35 = 437,4 \text{ kNm} \\ V_{Ed} &= 72 \quad 2,4 \quad 1,35 = 233,28 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= 93 \quad 2,4 \quad 1,35 = 301,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sidro

$$N_{Ed} = 370 \quad 1,35 = 499,5 \text{ kN}$$

PP1, k2

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 230 \quad 2,4 = 552 \text{ kNm} \\ V_{Ed} &= 173 \quad 2,4 = 415,2 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= 335 \quad 2,4 = 804 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sidro

$$N_{Ed} = 485 \text{ kN}$$

Kombinacije PP1, k2 ni možno izvesti, saj je kritični faktor  $F=1.05 (< 1.25)$ . Posledično se upošteva samo kombinacija PP1, k1 in MSU.

Končni faktor varnostni pri PP1, k2  $\approx 1.05$ :

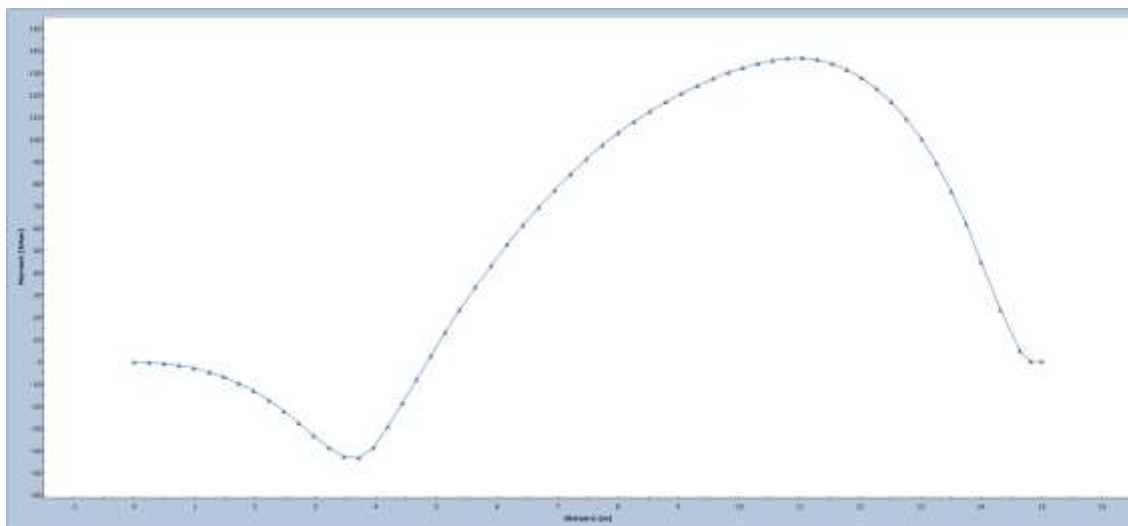
Critical Strength Reduction Factor: 1.05  
Maximum Total Displacement: 0.367481 m  
Converged: yes

Strength Reduction Factor: 1.06  
Maximum Total Displacement: 0.377313 m  
Converged: no

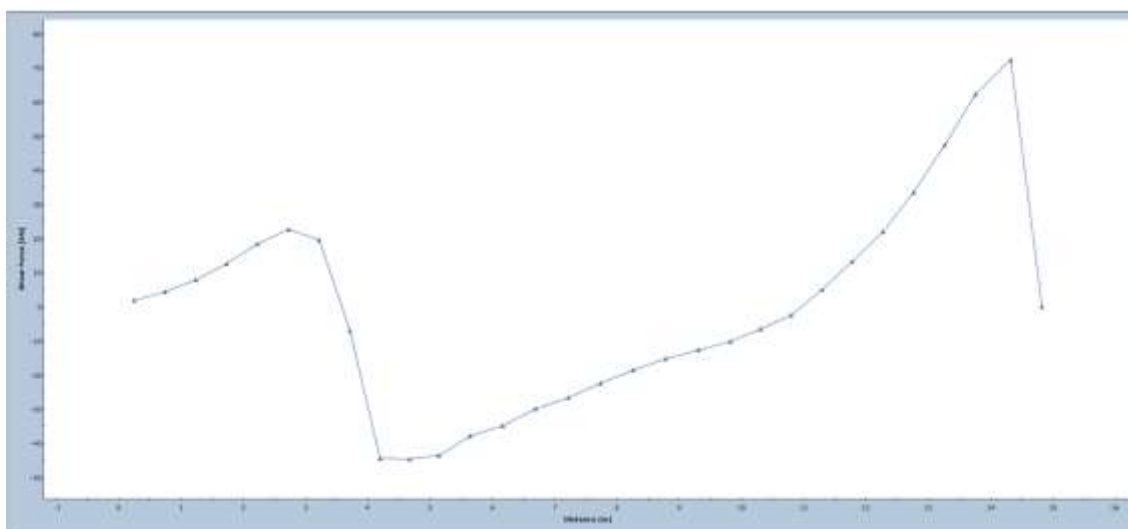


Opomba za branje grafa: desno je zgoraj (15 m), levo je spodaj (0 m):


Upogibni momenti – PP1, k1:



Prečne sile – PP1, k1:



## 5.9.2 Uvrtani piloti – dimenzioniranje na upogib in na strig


**GaLa Reinforcement®**  
Professional

Version 4.1 © 2002  
www.alashki.com

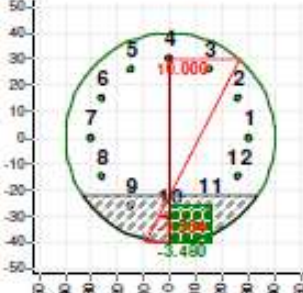
---

**General**

Design code: Eurocode 2  
 Analysis: Design section

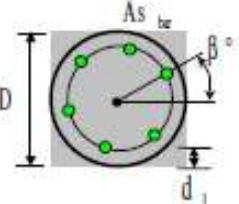
**Loads:  $N, M_x$**   
 $N > 0$  is compression !

**Section**



**Data [cm]**

D -80  
 d1 -10



**Materials**

Concrete: C25/30  
 SSR: Rectangular  
  
 $f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$   
 $E_c = 30471.58 \text{ MPa}$   
 $\epsilon_{cu} = -3.500 \text{ o/oo}$

**Reinforcing steel: S500**  
 SSR: Standard  
  
 $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$   
 $E_s = 200000.00 \text{ MPa}$   
 $\epsilon_{su} = 10.000 \text{ o/oo}$

**Factors**

Concrete:  $\gamma_{ac} = 1.50$   
 Steel:  $\gamma_{as} = 1.15$

**Reinforcement**

Bars -12  
 beta = 0.00 deg

**Loads**

Load	N [kN]	Mx [kNm]
L1	0	440

**Solve data**

II order moments - Yes  
 Geometric length:  
 Effective length:  $k_x = 1.00$

Code Eurocode 2  
 $L_0 = 1100.00 \text{ cm}$   
 $L_{kx} = 1100.00 \text{ cm}$

**II order moments**

Load	Mx_II
L1	0.00

**Results**

Bar	Asi [cm <sup>2</sup> ]	esi [o/oo]	Stress [MPa]
-----	------------------------	------------	--------------

stran26



1	2.91	4.223	434.78
2	2.91	7.112	434.78
3	2.91	9.226	434.78
4	2.91	10.000	434.78
5	2.91	9.226	434.78
6	2.91	7.112	434.78
7	2.91	4.223	434.78
8	2.91	1.335	266.92
9	2.91	-0.780	-155.99
10	2.91	-1.554	-310.78
11	2.91	-0.780	-155.99
12	2.91	1.335	266.92

Concrete strain:  $\epsilon_{c,min} = -3.480 \text{ o/oo}$   
 Compressive zone depth:  $x = 18.07 \text{ cm}$   
 Total reinf. area:  $A_{s,tot} = 34.95 \text{ cm}^2$   
 Reinf. ratio:  $0.70 \%$

**Section properties**

Reinforcement :

 $A_{s,tot} = 34.95 \text{ cm}^2$ 

Concrete section:

$A_c = 5017.37 \text{ cm}^2$   
 $I_{c,x} = 2003281.74 \text{ cm}^4$   
 $I_{c,y} = 2003281.74 \text{ cm}^4$

R/C section:

$A_{red} = 5211.80 \text{ cm}^2$   
 $I_{red,x} = 2090777.65 \text{ cm}^4$   
 $I_{red,y} = 2090777.65 \text{ cm}^4$   
 $r_x = 20.03 \text{ cm}$   
 $r_y = 20.03 \text{ cm}$

Potrebna vzdolžna armatura znaša  $\approx 34,95 \text{ cm}^2$  ali  $0,70 \%$  betonskega prereza.

Izberemo  $12\Phi 22$ , kar znaša  $45,60 \text{ cm}^2$  ali  $0,91 \%$  betonskega prereza.

**5.9.3 Izračun strižne armature AB pilotov****Izračun računske strižne odpornosti brez dodatne strižne armature**

Dodatna strižna armatura ne bo potrebna, če bo izpolnjen naslednji pogoj:  $V_{ed} \leq V_{Rd,c}$

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

kjer so:

$C_{Rd,c}$  = reducirana natezna trdnost betona,  $0.18/\gamma_c$

$k$  = koeficient višine prereza,  $1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$

- $\rho_1$  = delež ustrezno zasidrane vzdolžne armature,  $(A_s/b_w \cdot d) \leq 0.02$   
 $f_{ck}$  = karakteristična tlačna trdnost betona  
 $k_1$  = konstanta, 0.15  
 $\sigma_{cp}$  = napetost zaradi tlačne osne sile,  $N_d/A_c < 0.2 \cdot f_{cd}$   
 $b_w$  = najmanjša širina prereza v območju natezne cone  
 $d$  = statična višina prereza (Okrogli prerezi:  $b_w \cdot d = \pi \cdot d^2/4$ )  
 $v_{min}$  = vplivni koeficient trdnostnega razreda betona

$$V_{ed} \leq V_{Rd,c}$$

$$235 \text{ kN} \leq 202 \text{ kN}$$

Pogoj ni izpolnjen, potrebna je dodatna strižna armatura.

### **Izračun dodatne strižne armature**

Maksimalni razmik med stremeni:

$$S_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 12 \cdot \Phi_{vzd} \\ B \text{ ali } H \\ 300 \text{ mm} \end{array} \right\} = 30,0 \text{ cm}$$

Potrebna strižna armatura:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

kjer so:

- $A_{sw}$  = prečni prerez strižne armature  
 $s$  = razmik med stremeni  
 $z$  =  $0.9 \cdot d$  (statična višina)  
 $f_{ywd}$  = računska meja elastičnosti strižne armature  
 $\theta$  = naklon tlačnih diagonal

$$\frac{A_{sw}}{s} = 5,193 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Izberemo dvostrizno streme  $\Phi 10/15$  cm (spiralna stremenska armatura)

### 5.9.4 Geotehnično sidro - dimenzioniranje

Izbrana sila zaklinjanja/prednapenjanja:

$$P_0 = 350 \text{ kN}$$

- Projektna sila za dimenzioniranje sidra je večja izmed:

$$\gamma_G \cdot P_0 = 1,35 \cdot 350 \text{ kN} = 472.5 \text{ kN}$$

$P_{s,d} = 486 \text{ kN}$ , kjer je  $P_{s,d}$  izračunana sidrna sila

Projektna sila za dimenzioniranje sidra:  $P_d = 499.5 \text{ kN}$

- Izberemo 3-vrvno sidro:

$P_{pk}$	837	kN			
$P_{0,min}$	251,1	kN	OK	Zaklinjanje	
$P_{0,max}$	502,2	kN	OK		
$P_{min}$	251,1	kN	OK	Življenska doba	
$P_{max}$	585,9	kN	OK		
$P_{p,max}$	627,8	kN			
$P_{pv,max}$	711,5	kN			

kjer so:

$P_{pk}$  = natezna trdnost izbranega sidra

$P_{0,min}$  = minimalna sila zaklinjanja

$P_{0,max}$  = maksimalna sila zaklinjanja

$P_{min}$  = minimalna sila tekom življenske dobe

$P_{max}$  = maksimalna sila tekom življenske dobe

$P_{p,max}$  = maksimalna preizkusna sila pri preizkusu napenjanja

- Pogoji:

$$P_{0,min} < P_0 < P_{0,max}$$

$$251.1 \text{ kN} < 350 \text{ kN} < 502.2 \text{ kN} \quad \text{Izpolnjen}$$

$$P_{min} < P_d < P_{max}$$

$$251.1 \text{ kN} < 499.5 \text{ kN} < 585.9 \text{ kN} \quad \text{Izpolnjen}$$

### Zunanja nosilnost

- Karakteristična sila adhezijskega odpora:  $R_{a,k} = P_d \cdot \gamma_a$
- Potrebna sila adhezijskega odpora:  $R_{a,m} = R_{a,k} \cdot \xi$
- Potrebna dolžina veznega dela (jeklo-injekcijska masa):  $l_v = R_{a,m} / (\tau_1 \cdot n \cdot d \cdot \pi)$
- Potrebna dolžina veznega dela (injekcijska masa-zemljina):  $l_v = R_{a,m} / (\tau_m \cdot D \cdot \pi)$
- Projektna sila adhezijskega odpora (jeklo-injekcijska masa):

$$R_{a,m} = \tau_1 \cdot n \cdot d \cdot \pi \cdot l_v$$

$$R_{a,k} = R_{a,m} / \xi$$

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_a$$

- Projektna sila adhezijskega odpora (injekcijska masa-zemljina):

$$R_{a,m} = \tau_m \cdot D \cdot \pi \cdot l_v$$

$$R_{a,k} = R_{a,m} / \xi$$

$$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_a$$

kjer so:

$\tau_1$  = porušna adhezijska trdnost med jeklom-injekcijsko maso

$\tau_m$  = porušna adhezijska trdnost zemljine ali kamnine (diagram)

$n$  = število pramen sidra

$d$  = premer posameznega pramena sidra

$D$  = premer vrtine

- Pogoji:

$R_{a,d} > P_d$  jeklo-injekcijska masa

807.1 > 499.5 kN

$R_{a,d} > P_d$  injekcijska masa-zemljina

649.7 > 499.5 kN

$P_d$	499,5	kN
$\gamma_a$	1,1	
$R_{a,k}$	549,5	kN
$\xi$	1	
$R_{a,m}$	549,5	kN

Jeklo - injekcijska masa **A**

$d$	15,7	mm
$n$	3	
$\tau_1$	1200	kPa
$l_v$	3,09	m

Injekcijska masa - zemljina **B**

$\tau_m$	350	kPa
$D$	0,13	m
$l_v$	3,84	m
$l_v$	5	m

	<b>A</b>	<b>B</b>
$R_{a,m}$	887,8	714,7
$R_{a,k}$	887,8	714,7
$R_{a,d}$	807,1	649,7
$P_d \leq R_{a,d}$	OK	OK

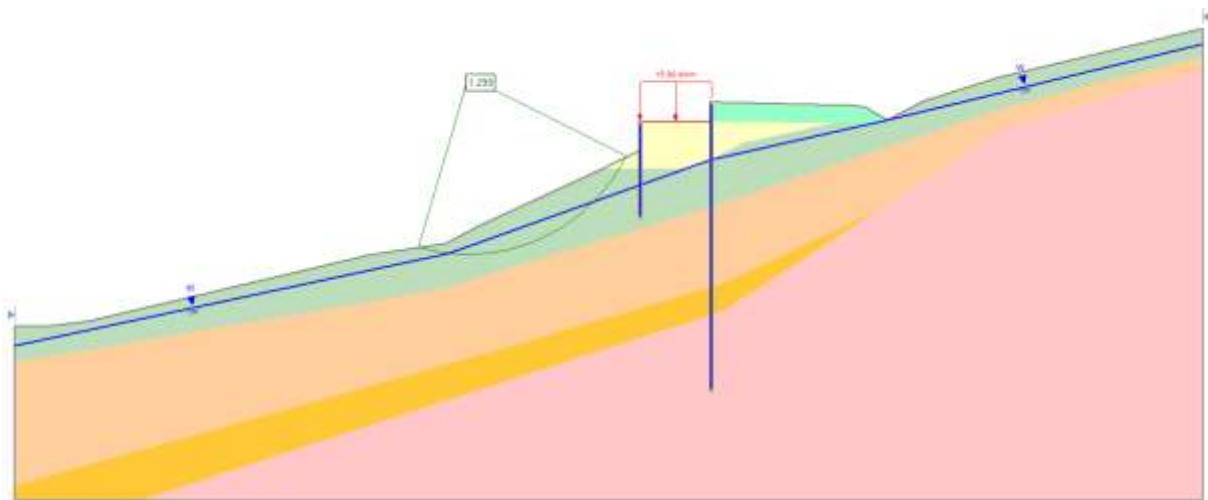
## 5.10 STABILNOSTNA ANALIZA DELOVNEGA PLATOJA ZA SIDRANJE

Predpostavili smo jeklene profile HEA 140 dolžin 5 m na medsebojnih razdaljah 1 m.

Ker gre za začasno konstrukcijo, smo privzeli karakteristične vrednosti zemljin.

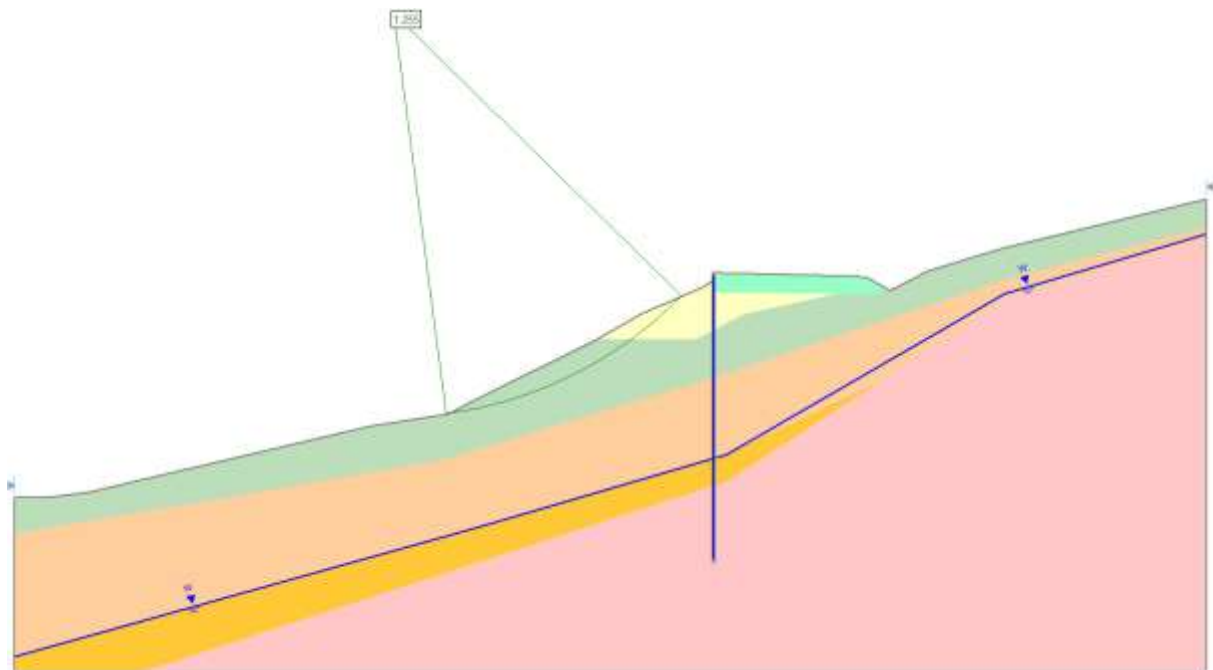
### **Rezultati analize – dolžina profilov 5 m:**

Porušnica se ne pojavlja na območju jeklenih profilov HEA oziroma pod njimi, kar pomeni, da je globina vpetja zadostna.



## 5.11 PRERAČUN DELOVNEGA PLATOJA

V Phase vstopamo s stabilnim modelom:



### KRITIČNI KORAK – Phase

Kritični oziroma najbolj neugoden korak je korak št. 1 (teren pred izgradnjo platoja) in zadnji korak št. 4. V koraku št. 1 znaša faktor varnostni  $F \approx 1.13$ , v koraku št. 4 znaša faktor varnostni  $F \approx 1.02$ .

### Jekleni profili HEA

Za stabilnostno-statični izračun podporne konstrukcije smo uporabili programsko opremo RS<sup>2</sup>. Kot rezultate analize smo dobili vrednosti notranjih statičnih količin (MSN) in pomikov (MSU), ki so osnova za dimenzioniranje.



Predpostavili smo jeklene profile HEA 140 dolžin 5 m na medsebojnih razdaljah 1 m.

Prometno obtežbo smo upoštevali skladno s tabelo 4.6 SIST EN 1991-2:2004:

MSN - PP1, k1  $q = 9 \cdot 1.5 = 13.5$  kPa

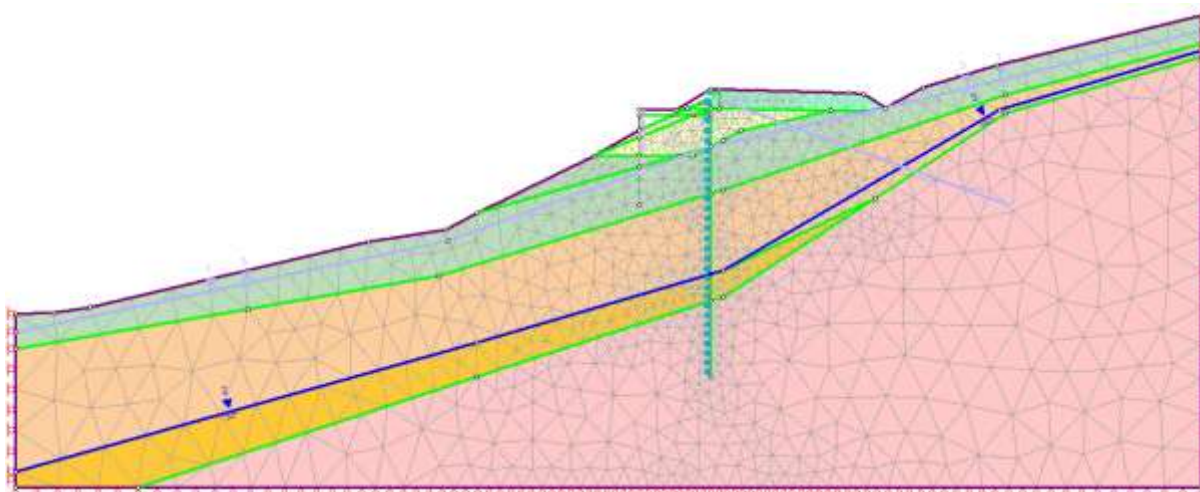
MSU  $q = 9$  kPa

MSN - PP1, k2  $q = 9 \cdot 1.3 = 11.7$  kPa

Liner Name	Color	Young's Modulus (kPa)	Poisson's Ratio	Area (m <sup>2</sup> )	Moment Of Inertia (m <sup>4</sup> )	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )
AB pilot		3e+007	0.2	0.251	0.0101	24
HEA		2e+008	0.2	0.00314	1.03e-005	78.5

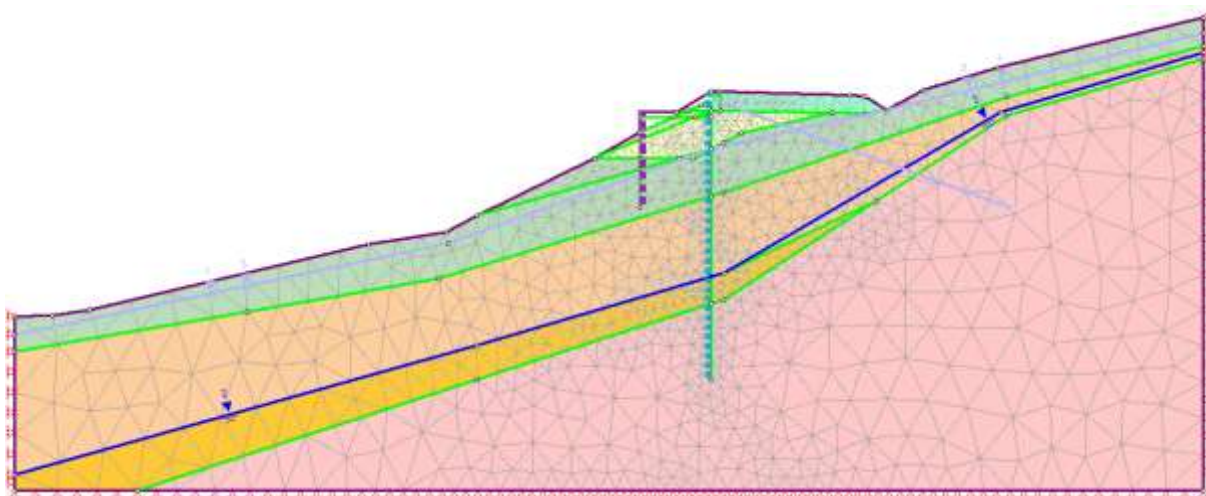
### Koraki izračuna:

#### **1) Teren pred izgradnjo platoja**

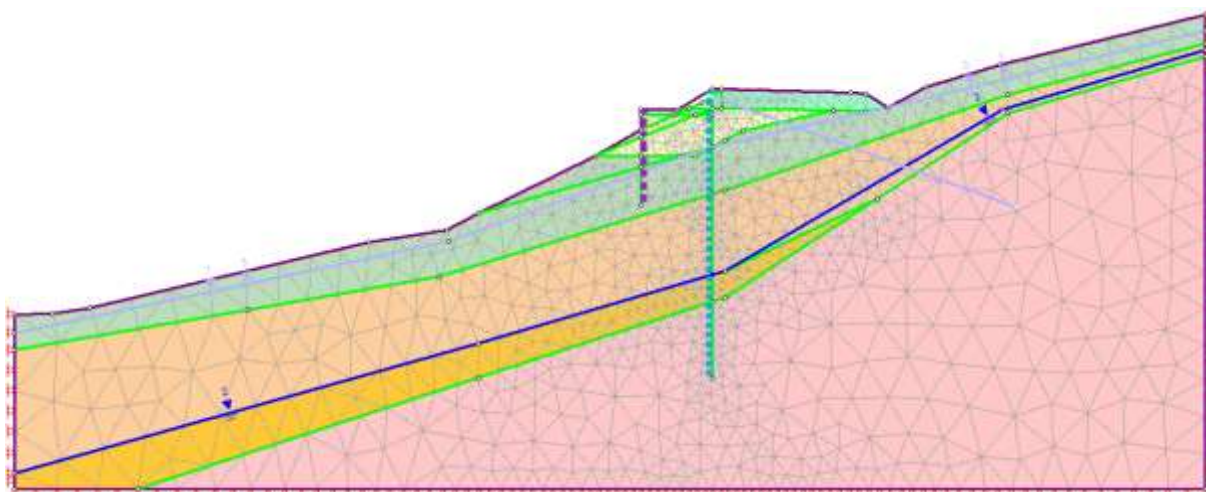




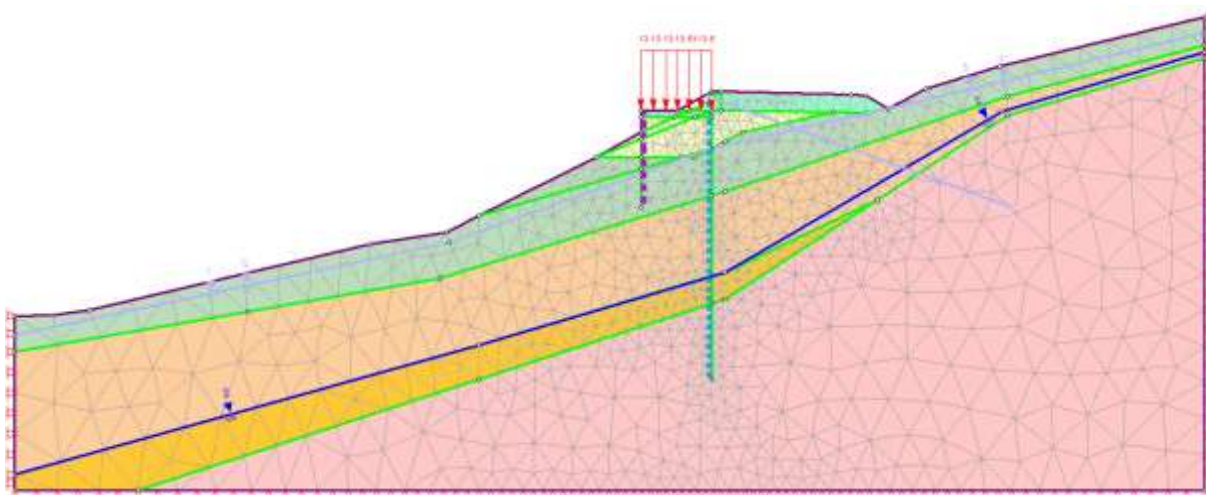
## 2) Vgradnja profilov HEA



## 3) Izvedba nasutja - platoja

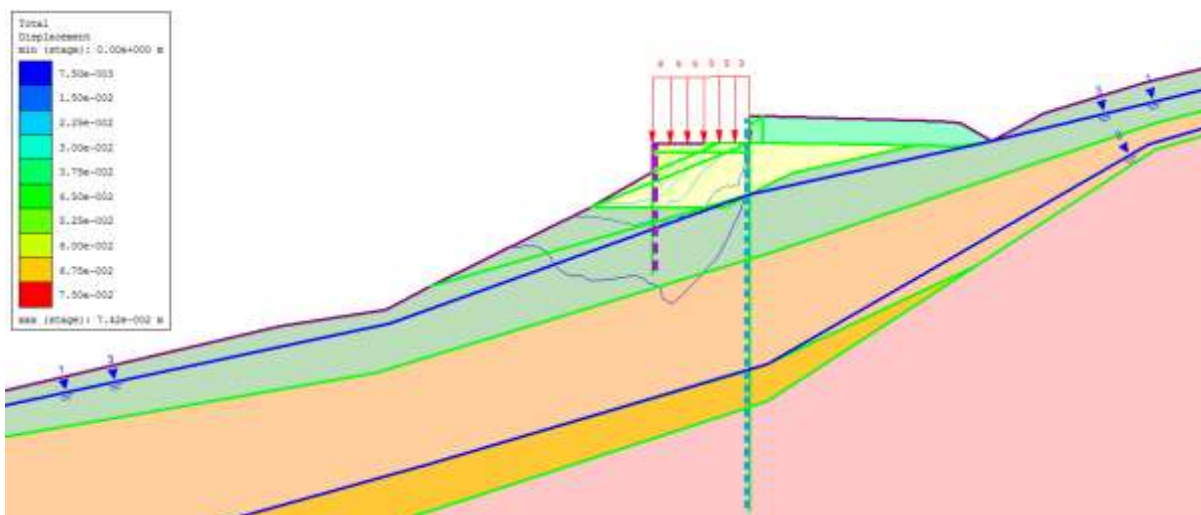
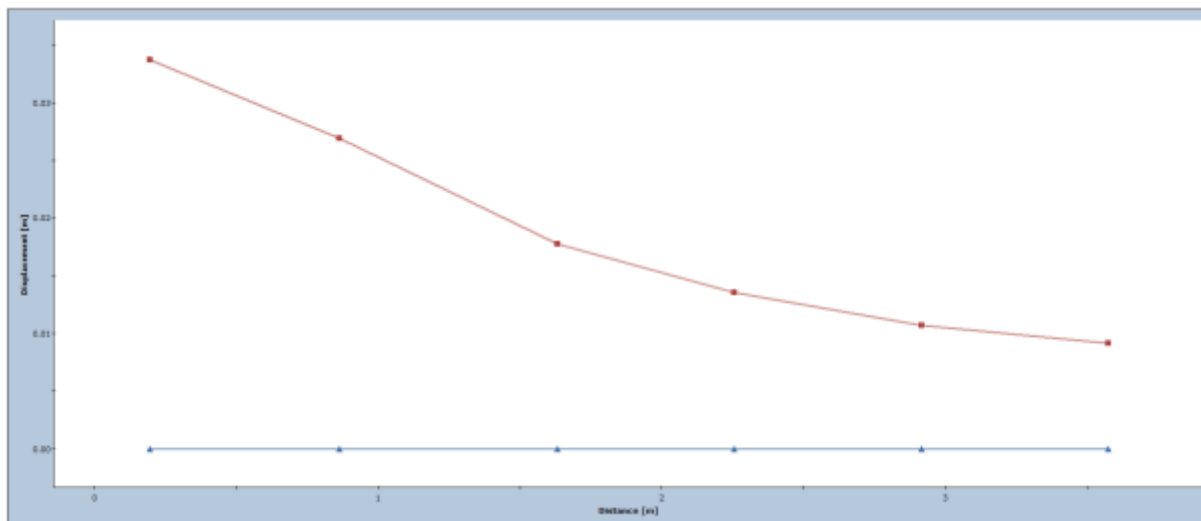


## 4) Dodana obtežba



## MSU

Največji računski (relativni) pomiki profilov HEA znašajo do 3.5 cm. Primerjava med korakom 2 in 4.



Notranje statične količine v profilih HEA 140, dolžine 5 m na medsebojni oddaljenosti 1 m:

## MSU

$$M_{Ed} = 9 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 12 \text{ kN}$$

**MSN**

Notranje statične količine v profilih HEA 140, dolžine 5 m na medsebojni oddaljenosti 1 m:

PP1, k1

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 13,5 \quad 1,35 = 18,23 \text{ kNm} \\ V_{Ed} &= 7,5 \quad 1,35 = 10,13 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= 15 \quad 1,35 = 20,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

PP1, k2

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 11 \text{ kNm} \\ V_{Ed} &= 15 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= 41 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kombinacije PP1, k2 ni možno izvesti, saj je kritični faktor 1.02 (< 1.25). Posledično se upošteva samo kombinacija PP1, k1 in MSU.

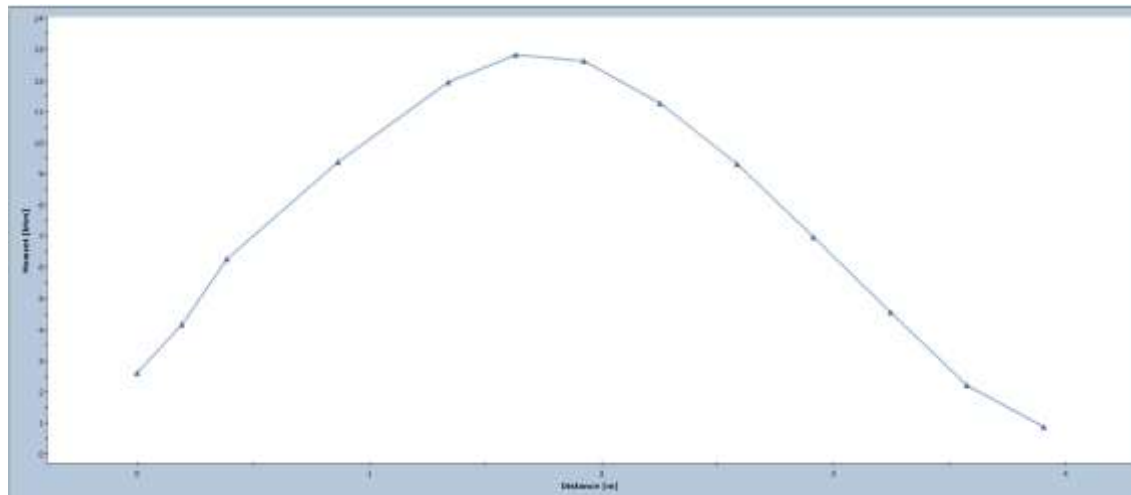
Skupni varnostni faktor pri PP1, k2  $\approx$  1.02:

Critical Strength Reduction Factor: 1.02  
Maximum Total Displacement: 0.117368 m  
Converged: yes

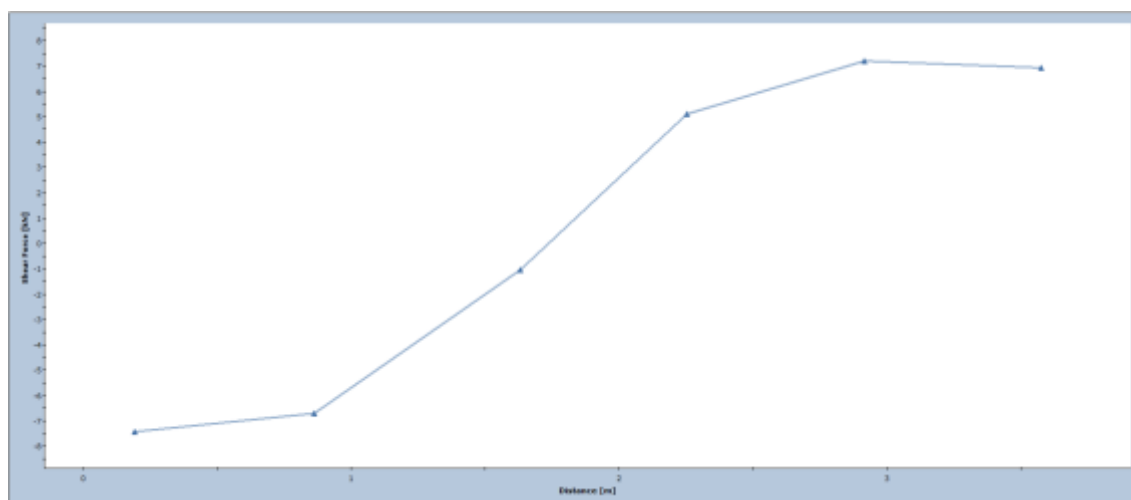
Strength Reduction Factor: 1.03  
Maximum Total Displacement: 0.134424 m  
Converged: no

Opomba za branje grafa: desno je zgoraj (5 m), levo je spodaj (0 m):

Upogibni momenti – PP1, k1:



Prečne sile – PP1, k1:



## 5.12 Dimenzioniranje jeklenih profilov HEA

Uporabimo jeklenih profilov HEA 140, S235

Odpornost prereza na upogibni moment:

$$M_{pl,Rd} = (W_{pl} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

Pogoj:

$$M_d < M_{pl,Rd}$$

$$18.2 \text{ kNm} \leq 40.7 \text{ kNm}$$

kjer so:

$M_d$  (kNm) = največji računski projektni upogibni moment za dimenzioniranje,

$M_{pl,Rd}$  (kNm) = odpornost prereza na upogibni moment (enoosni upogib),

$W_{pl}$  (cm<sup>3</sup>) = plastični odpornostni moment prečnega prereza,

$f_y$  (MPa) = nominalna vrednost napetosti tečenja,

$\gamma_{M0}$  = delni faktorji odpornosti.

Odpornost prereza na strig:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$$

Pogoj:

$$V_d \leq V_{pl,Rd}$$

$$10.1 \text{ kN} \leq 137.1 \text{ kN}$$

kjer so:

$V_d$  (kN) = računski projektni strižna sila za dimenzioniranje,

$V_{pl,Rd}$  (kN) = odpornost prereza na strižno silo (izbočenje),

$A_v$  (cm<sup>2</sup>) = površina prečnega prereza,

$f_y$  (MPa) = nominalna vrednost napetosti tečenja,

$\gamma_{M0}$  = delni faktorji odpornosti.

Odpornost prereza na osno silo:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y \cdot \kappa / \gamma_{M0}$$

Pogoj:

$$N_d \leq N_{pl,Rd}$$

$$20.2 \text{ kN} \leq 314.0 \text{ kN}$$

kjer so:

$N_d$  (kN) = računski projektni osna sila za dimenzioniranje,

$N_{pl,Rd}$  (kN) = odpornost prereza na osno silo (uklon),

$A$  (cm<sup>2</sup>) = površina prečnega prereza,

$f_y$  (MPa) = nominalna vrednost napetosti tečenja,

$\kappa$  = uklonski koeficient,

$\gamma_{M0}$  = delni faktorji odpornosti.

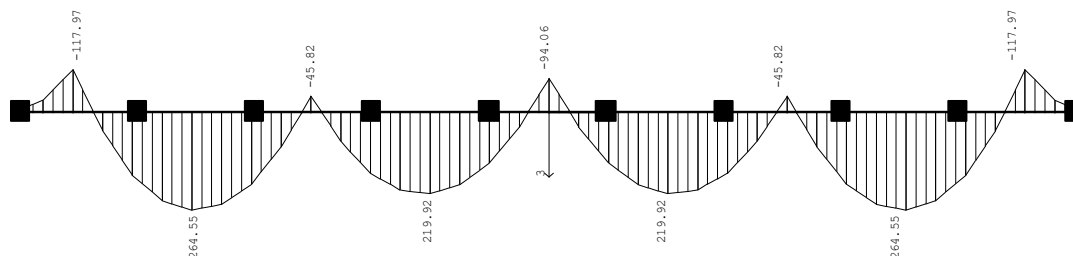
### 5.12.1 Dimenzioniranje AB grede

AB gredo smo izračunali v programu Tower 8.0.

Upoštevali smo togost pilotov s točkovno podporo 1800 kN/m, togost zemljine z linijsko podporo 20.000 kN/m in silo sider v 4 različnih obtežnih primerih.

#### Statični preračun

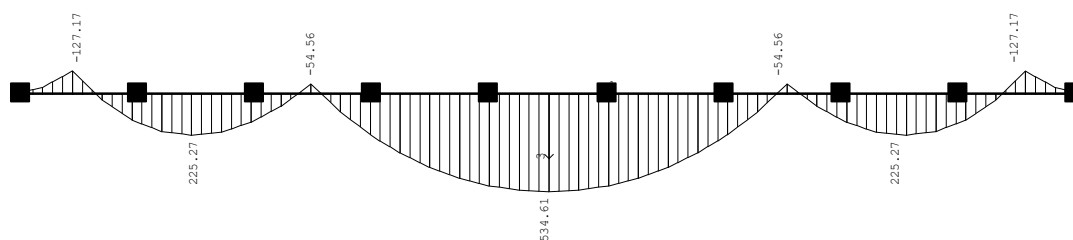
Obt. 1: Projektna sidma sila (g)



Nivo: [0.00 m]

Vplivi v gredi: max M2= 264.55 / min M2= -117.97 kNm

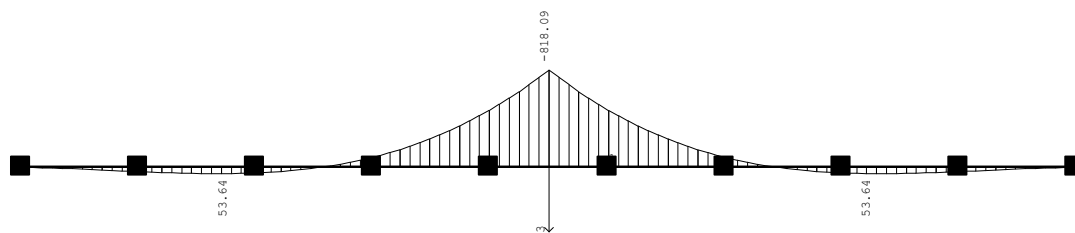
Obt. 2: Odpoved enega sidra (g)



Nivo: [0.00 m]

Vplivi v gredi: max M2= 534.61 / min M2= -127.17 kNm

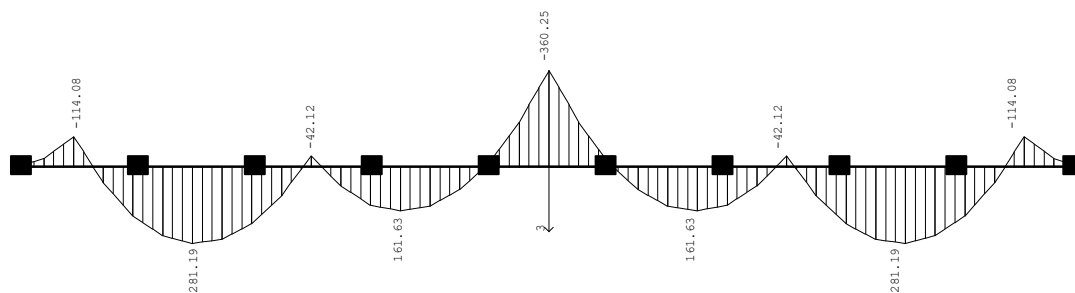
Obt. 3: Maks. sila pri preizkusu napenjanja (g)



Nivo: [0.00 m]

Vplivi v gredi: max M2= 53.64 / min M2= -818.09 kNm

Obt. 4: Naknadno prednapenjanje tekom življenjske do (g)



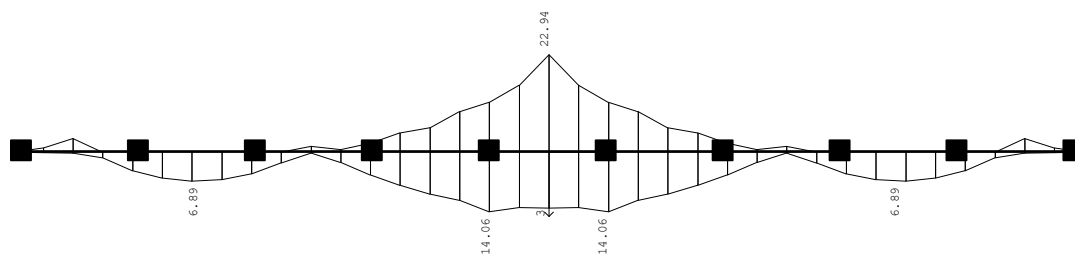
Nivo: [0.00 m]

Vplivi v gredi: max M2= 281.19 / min M2= -360.25 kNm

## Dimenzioniranje (beton)

Merodajna obtežba: 1-4

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



Nivo: [0.00 m]

Armatura v gredah: max Aa3/Aa4= 22.94 / 14.06 cm<sup>2</sup>



**6. POPIS DEL Z OCENO INVESTICIJE**

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>T.2</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--

## **7. RISBE**

G.1 Gradbena situacija

G.2 Zakoličbena situacija

G.3 Prečna prereza P3 in P6

G.4 Prečni prerez P4

G.5 Prečni prerez P5

G.6 Vzdolžni profil ceste

G.7 Detajli podpornih ukrepov

G.8 Opažni načrt AB grede

G.9 Armaturni načrt pilotov in grede

<b>1289</b>		<b>007.2162</b>	<b>G.</b>	
-------------	--	-----------------	-----------	--