

GEOTRIAS

DRUŽBA ZA GEOLOŠKI INŽENIRING D.O.O.

GEOTEHNIČNO POROČILO o temeljenju opornega zidu na državni cesti v Dornberku, mestna občina Nova Gorica

GEOTRIAS
Družba za geološki inženiring d.o.o.³

Arh.št.: 045/13-KS
Datum: 05. DECEMBER, 2013
Obdelal: Klemen SOTLAR, univ.dipl.inž.geol.
Pregledal: Dr. Tomaž Beguš, univ.dipl.inž.geol.
Direktor: Marko KOČEVAR, univ.dipl.inž.geol.

VSEBINA:

- 1.0 UVOD
- 2.0 GEOLOŠKA ZGRADBA OZEMLJA
- 3.0 INŽENIRSKO-GEOLOŠKA SLIKA DOGAJANJA
- 4.0 IZGRADNJA PLOČNIKA
- 5.0 STABILNOSTNA PRESOJA PROJEKTIRANEGA ZIDU
- 6.0 SKLEPI

PRILOGA:

GRAFIČNI IZRISI STABILNOSTNIH ANALIZ

GEOTEHNIČNO POROČILO
o temeljenju opornega zidu na državni cesti v Dornberku,
mestna občina Nova Gorica

Naročnik: GPIS, Gradbeno projektiranje, inženiring, svetovanje Šempas 33c, 5261 Šempas

1.0 UVOD

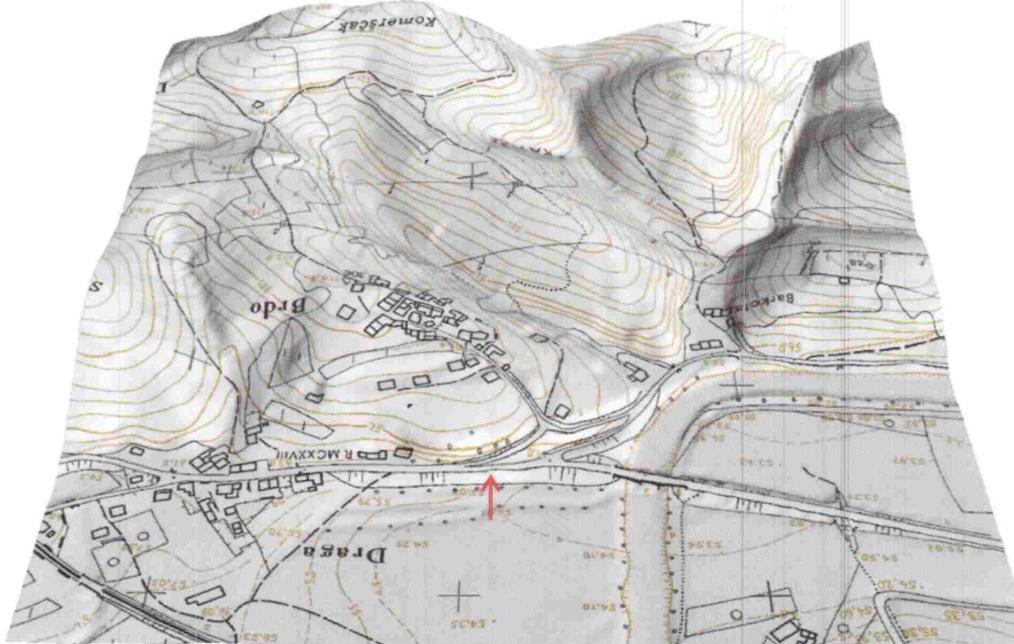
Po naročilu projektanta GPIS smo za projektirani zid izdelali geotehnično poročilo, v katerem podajamo stabilnostno presojo in predlagamo način temeljenja AB podpornega zidu glede na geološke pogoje temeljnih tal.

Dne 13.11.2013 smo bili ob začetku gradbenih del pozvani s strani Izvajalca (CPG d.d.) da pregledamo nasip, temeljna tla in podamo predlog za izboljšanje temeljnih tal. V zapisu v GD smo podali predlog z izvedbo zabitih jeklenih I profilov, kjer se sila obtežbe prenaša verikalno v stabilnejšo podlago, vendar glede na omejena finančna sredstva podali tudi okvirno podražitev. Drugi predlog je temeljil na izboljšanju temeljnih tal z vgradnjo uvaljnega tampona v kombinaciji z kamnito peto. Predloga na kraju samem nismo stabilnostno preverili, saj kot nadzor nismo bili pristojni, prav tako preverba zahteva poznavanje vhodnih podatkov in kabinetno delo.

Cestni nasip je strm, gradijo ga neugodni zemljinski različki z veliko glinene komponente, ki so pod dodatno obtežbo lahko nestabilni, poleg tega je dno nasipa že v območju 100 letnih poplav (Q100), kar pomeni dodatno okoliščino, ki lahko vpliva na stabilnost nasipa po obtežitvi.



Slika 1: Ortofoto posnetek območja obravnavanega zidu.
(vir: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/>).



Slika 2: TTN 5000, napet preko DMR 5x5 m za 3D prikaz. Pogled proti jugu.

2.0 GEOLOŠKA ZGRADBA OZEMLJA

Hribinsko podlago nasipa in zaledja sestavljajo flišne plasti eocenske starosti. To so predvsem laporji, meljevci, glinovci in pečenjaki. V splošnem so te kamnine slabo prepustne, večji del precejanja se vrši v oksidacijski coni med razpokami (razpoklinska poroznost) in v deluvialnem pokrovu.

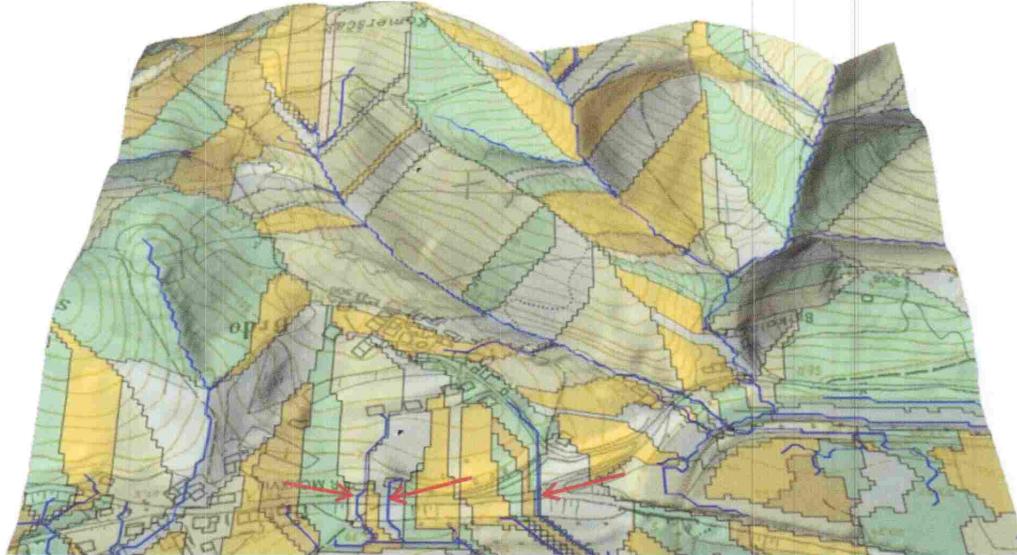
Flišne plasti v stiku z vodo hitro preperevajo, reziduali pa vsebujejo veliko glinene komponente, ki so v stiku z vodo nestabilni, kar v flišnih pobočjih in ob neugodnih vremenskih razmerah običajno privede do splazitve.

3.0 INŽENIRSKO-GEOLOŠKA SLIKA DOGAJANJA

V vkopni brežini nad cesto opazujemo izdanjanje tankih plasti meljevcov, glinovcev in pečenjaka. Te brežine smo v preteklosti že obravnavali zaradi zdrsov zemljine in hribinskih zdrsov.

Ob prvem obisku smo v sondažnem razkopu opazovali močno zaglinjen flišni grušč, kar pomeni, da je najverjetneje celoten nasip (upajmo da z izjemo cestnega ustroja) izdelan iz materiala, ki se je pridobil v vkopih. Ob naslednjem ogledu (december 2013), ko je bil geološki profil lepše viden je opazno močno zasičenje zemljine z talno vodo, kar je neugodno.

Po podatkih projektanta v notranjem robu ceste ni izvedena obcestna drenaža, ki bi vsaj delu talne vode, ki priteka iz zaledja preprečila pronicanje v cestni ustroj in telo nasipa. Tudi zaradi tega so karakteristike zemljin v robu nasipa, kjer je predvidena izgradnja zidu (obtežitev) zelo slabe. V ta namen smo izdelali karto prispevnih območij in generirane vodne razvodnice, ki se večinoma ujemajo z razvodnicami na terenu in TTN 5000. Tako lahko, glede na sliko 3, zaključimo, da v cestni nasip doteka talna voda iz vodozbirnega zaledja. Urejenost odvodnje meteorne kanalizacije v naselju, v zaledju ceste nam ni poznana.



Slika 3: DMR 5x5 m za 3D prikaz in določitev površinskega zaledja ter razvodij. Obdelava z Surfer 11.

Negativen vpliv občasnih poplavnih voda so vzgonski tlaki v zemljini, kakor tudi vpliv pornih tlakov. Ko se poplavne vode umaknejo, se v zaledju nasipa, ki je bil »potopljen« porni tlaki zaradi slabe prepustnosti zemljin po znižanju nivoja vode povečajo in odrinejo površinski sloj.

4.0 IZGRADNJA PLOČNIKA

Glede na pozicijo nasipa, oziroma ceste, je v tem primeru možnih več variant, da bi dosegli željeni cilj - razširitev cestnega nasipa zaradi izgradnje pločnika. Po projektu je predviden AB podporni zid. Variantni pristop pa zajema tudi sledeče ukrepe:

- Razširitev nasipa. V tem primeru to pomeni upoštevanje Q100 poplavnih voda in posledično izdelavo kamnite pete ter kamnite obloge do kote poplavljanja. Obstojec nasip bi bilo potrebno stopničasto obdelati in potem nad peto vgrajevati nasipni material po slojih debeline 0,5 s sprotnim uvaljanjem.
- Izdelava KZ v betonu (težnostni zid). Kot pri AB zidu je potrebno izboljšati temeljna tla, saj obstojec material v nasipu ni primeren za dodatno obtežitev.
- Izvedba AB zidu (po projektu), vendar s predhodno utrditvijo izboljšanjem temeljnih tal:

- Zamenjava meteriala – poglobitev in vgradnja tampona. Še vedno pa pod tamponom ostaja debel nasip iz glinene zemjine in možnost oblikovanja porušnice pod zidom, prav tako niso izključena posedanja zidu na mestih kjer so tla močneje razmočena.
- Izdelava močnejše kamnite pete, kot smo jo opazovali ob zadnjem pregledu. Ukrep se zdi primeren, vendar je ob zadnjem pregledu ugotovljeno občutno slabše stanje temeljnih tal, kot smo pričakovali, zato bi bil potrebno kamnito peto še predimenzionirati, kar pa je iz stroškovnega vidika že obsežnejši ukrep kot predlog podan v naslednji točki.
- Temeljenje na pilotih (jekleni I profili), kjer se sila obtežbe preko pilotov prenese v stabilnejšo podlago. V tem primeru se zmajša tudi možnost oblikovanja porušnice pod zidom. Za ta primer smo izvedli stabilnostno analizo, vendar je potrebno poudariti, da so vhodni podatki o fizikalnih karakteristikah zemljin predpostavljeni.

Za natančnejše analize bi bil potrebno izvesti laboratorijske preiskave zemljin.

5.0 STABILNOSTNA PRESOJA PROJEKTIRANEGA ZIDU

Projektirani zid je namenjen izgradnji pločnika na državni cesti Dornbek – Volčja Draga. To je AB konstrukcija maksimalne višine 1,7 m in širine temelja 1,2 m. Temeljna ploskev bo predvidoma nagnjena za 5°.

Domnevamo, da je nasip stabilen, zato smo materialom pripisali naslednje karakteristike:

Material	Prostor. teža	Kohezija	Strižni kot
	Y	c	φ
	[kN/m ³]	[kPa]	[°]
Podlaga	25	15	35
Nasip	19	3	38
Cesta	22	8	40
Zasip zidu	19	0	40
Beton	25	50	50

Predvideli smo tudi prometno obremenitev 30 kN/m².

Najprej smo preverili stabilnost objekta in nasipa. Račun smo izvedli s programsko opremo SLIDE, Rocscience. Račun smo izvedli najprej s projektnim pristopom DA2. V tem primeru računamo s karakterističnimi vrednostmi strižnih parametrov. Prometno obremenitev korigiramo z varnostnim količnikom 1,35. Minimalni varnostni količnik je v tem primeru $F_{min} = 1,186$, kar je manj od zahtevane varnosti $F = 1,40$. Zaradi tega konstrukcijo ojačamo z jeklenimi koli. Minimalni varnostni količnik je v tem primeru $F_{min} = 1,368$.

V primeru računa s projektnim pristopom DA3, najprej reduciramo materialne karakteristike z varnostnim količnikom $Y_m = 1,25$. Minimalni varnostni količnik je v tem primeru $F_{min} = 1,011$, kar je na meji zahtevane varnosti $F = 1,00$. Zaradi tega konstrukcijo

ojačamo z jeklenimi koli. Minimalni varnostni količnik je v tem primeru $F_{min} = 1,186$, kar v celoti zadošča.

Preverimo še nosilnost temeljnih tal, ter stabilnost zidu proti prevrnitvi in zdrsu.

Na konstrukcijo delujejo naslednje sile:

- V vertikalni smeri:
 - Lastna teža zidu: $1,05 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 26,25 \text{ kN/m}$
 - Teža zasipne zemljine: $1,1 \text{ m}^2 \times 20 \text{ kN/m}^3 = 22,00 \text{ kN/m}$
 - Prometna obremenitev: $30 \text{ kPa} \times 0,7 \text{ m} = 21,00 \text{ kN/m}$

Skupna vertikalna obtežba **69,25 kN/m**

- V horizontalni smeri deluje aktivni zemeljski pritisk:
 - $H = \frac{1}{2} \times Y \times h^2 \times k_a = \frac{1}{2} \times 20 \times 2,11^2 \times 0,23 = 10,24 \text{ kN/m}$
 - Prometna obremenitev: $30 \text{ kPa} \times 0,7 \text{ m} \times 0,23 = 4,83 \text{ kN/m}$

Skupna horizontalna obtežba **15,07 kN/m**

- Prijemališče Ha je na 1/3 višine zasipa: $R_1 = 0,703 \text{ m}$
- Prijemališče prometne obremenitve je na 1/2 višine zidu $R_p = 1,055 \text{ m}$
- Skupno prijemališče je $R = (H \cdot R_1 + P \cdot R_p) / (H + P) = 0,91 \text{ m}$
- Ekscentričnost obremenitve $e_B = (15,07 \times 0,91) / 69,25 = 0,198$

Skladno z določili DA2 sile korigiramo z varnostnim količnikom 1,35:

- $V_p = 69,25 \times 1,35 = 93,5 \text{ kN/m}$
- $H_p = 15,07 \times 1,35 = 20,4 \text{ kN/m}$

Obtežba temeljnih tal je v tem primeru $p = 116 \text{ kPa}$. Specifična mejna nosilnost je $q_f = 748 \text{ kPa}$, projektna nosilnost tal pa $q_p = 534 \text{ kPa}$.

Varnost proti zdrsu je definirana: $\Gamma = V \times \tan(\theta) / H$. Pri tem je θ trenjski kot med zidom in podlago. Pri vertikalni sili na upoštevamo prometna obtežbe:

$$\Gamma = 48,25 \times \tan(27,6) / 20,4 = 1,23$$

Varnost proti prevrnitvi je definirana:

$$\Gamma = M_{stab} / M_a: (48,25 \times 0,7) / (15,07 \times 0,91) = 33,8 / 13,7 = 2,46$$

6.0 SKLEPI

Izvedba podpornega zidu v robu nasipa, katerega sestavljajo zaglinjene in razmočene zemljine je brez dodatnih geotehničnih ukrepov, glede na izvedeno analizo na robu stabilnosti.

Glede na zadnje ugotovljeno stanje temeljnih tal (s pregledom dne 6.12.2013), bi bilo potrebno kamnito betonsko peto še dodatno predimenzionirati, kjer pa se zastavi vprašanje o racionalnejši izvedbi. Kot taka je predlagana in stabilnostno preverjena vgradnja jeklenih kolov, kjer se sila obtežbe (preko kolov) prenaša v globino. S tem ukrepom (podaljšanje ročice) je konstrukcija varna proti prevrnitvi, kakor tudi pred

zdrsom, saj s koli presežemo predpostavljeno porušnico, prav tako so izkopna dela zmanjšana na minimum, kar povečuje varnost obstoječega cestnega ustroja, nasipa in komunalnih vodov v zaledju.

V skladu z našim predlogom temeljenja AB zidu na jeklenih kolih, predlagamo, da se že izvedena kamnito betonska opora zidu ohrani, v zunanjem delu kamnite opore pa se naknadno vgradijo jekleni koli, katere se poveže v AB gredo, ki jo naslonimo ob spodnji rob kamnite pete. Ta dela se izvaja kampadno.

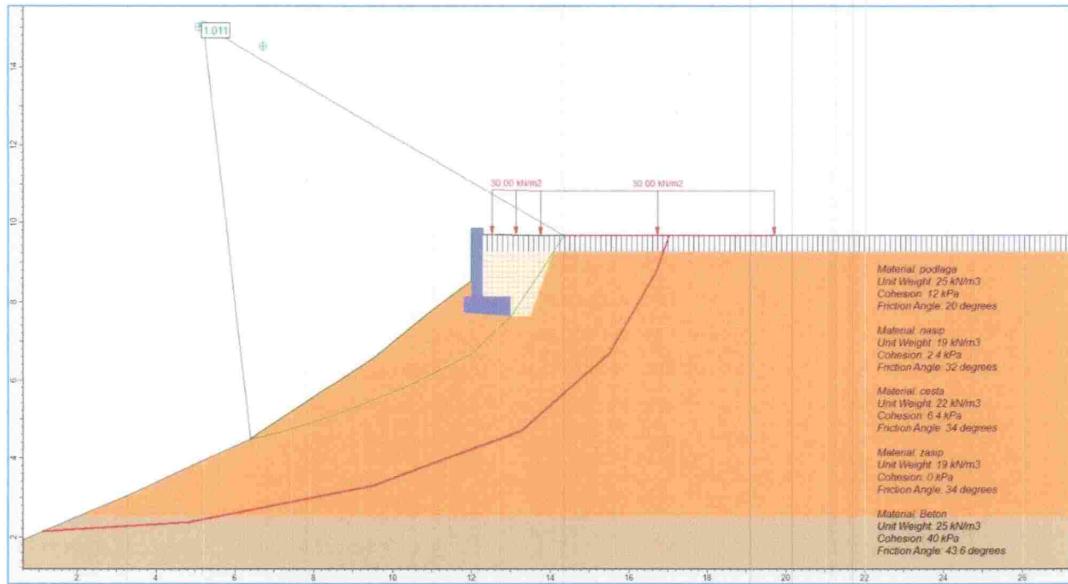
Dobrodošla bi bila tudi izvedba zaledne drenaže v notranjem robu ceste.

Pripravil:

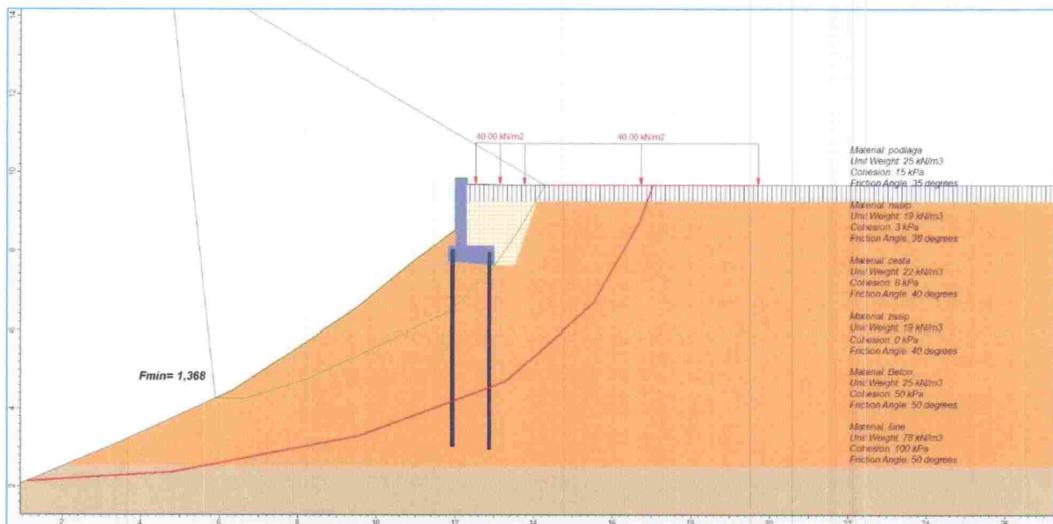
Klemen Sotlar, univ.dipl.inž.geol.

PRILOGA

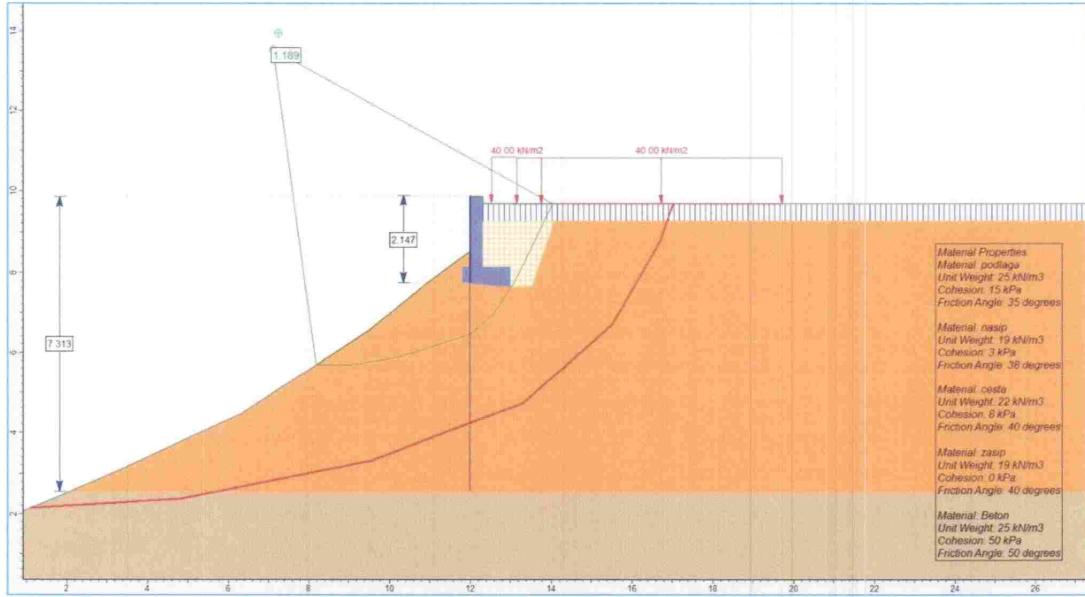
GRAFIČNI IZRISI STABILNOSTNIH ANALIZ



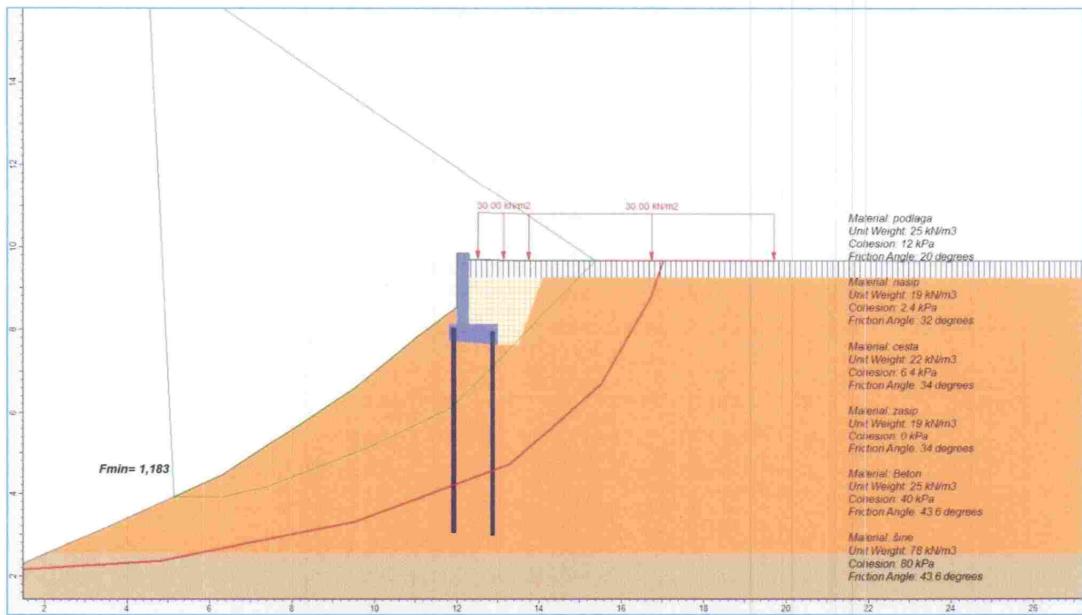
Slika: projektni pristop 2 (DA2)



Slika: projektni pristop 2 (DA2), ojačitev temeljnih tal z jeklenimi piloti



Slika: projektni pristop 3 (DA3)



Slika: projektni pristop 3 (DA3), ojačitev temeljnih tal z jeklenimi piloti