



Gprocom d.o.o.

Gradbeni in geotehnični inženiring ter poslovne storitve d.o.o.

Razvanjska cesta 76,
2000 MARIBOR
tel: 02/429 58 50
02/429 58 51

TR pri NKBM d.d.
SI56 04515 0002559950
ID za DDV
SI41539737
Matična številka

1535048

2.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

NAČRT IN ŠTEVILKA OZNAKE NAČRTA:

2.0 NAČRTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA štev.: 2171/2020

INVESTITOR:

OBČINA LAŠKO

Glavni trg 24, 1240 KAMNIK

(ime, priimek in naslov investitorja oziroma njegov naziv in sedež)

OBJEKT:

Zemeljska usada na LC 200141 Laško - Ojstro

(poimenovanje objekta, na katerega se gradnja nanaša)

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

IZN- izvedbeni načrt

(idejna zasnova, idejni projekt, projekt za razpis, projekt za izvedbo, izvedbeni načrt)

ZA GRADNJO:

Vzdrževalna dela v javno korist

(investicijska vzdrževalna dela, vzdrževalna dela v javno korist)

PROJEKTANT:

GPROCOCOM d.o.o., Razvanjska cesta 76, 2000 MARIBOR

Identifikacijska številka: 2155

ki ga zastopa : Danilo MUHIČ, d.i.g.

(naziv projektanta, sedež, ime in podpis odgovorne osebe projektanta, žig in podpis)

GPROCOCOM d.o.o.
Razvanjska cesta 76
2000 Maribor

VODJA PROJEKTA:

Danilo MUHIČ, dipl.inž.grad., G-3613

(ime odgovornega projekta, strokovna izobrazba, identifikacijska številka, osebni žig, podpis)

DANILO MUHIČ
dipl.inž.grad.
IZS G-3613

ŠTEVILKA PROJEKTA IN IZVODA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTA:

(številka projekta, evidentirana pri projektantu, kraj in datum izdelave projekta)

Številka projekta : 2171/2020
Številka izvoda : 1, 2, 3, 4, A
Kraj in datum izdelave : Maribor, november 2020

2.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA štev.: 2171/2020	
	2.1	Naslovna stran načrta
	2.2	Kazalo vsebine načrta
	2.3	Tehnično poročilo
	2.4	Stabilnostne analize
	2.5	Statična analiza konstrukcij
	2.6	Popis del in projektantski predračun
	2.7	Risbe

2.3 Tehnično poročilo

1.0 SPLOŠNI DEL

Po naročilu Občine Laško je na osnovi raziskovalnih del izdelano geomehansko poročilo in izvedbeni načrt sanacije zemeljskih usadov na LC 200141 Laško- Ojstro, Ojstro 15a z predlogom ureditve obnove vozišča.

Za ugotovitev vzrokov labilnosti, izdelavo geomehanskega poročila in načrta so bila izvedena naslednja dela:

- tehnični geodetski posnetek labilnega območja
- izvedba geotehničnih raziskovalnih del z izvedbo sondažnih vrtin in penetracijskih sond za ugotovitev strukturnega in gostotnega sestava tal
- meritve gladine podtalne vode v vrtinah in sondah
- terenske preiskave in meritve
- vrednotenje rezultatov preiskav

1.1 Geografsko- geomorfološki opis območja

Predmetna trasa lokalne ceste prečka dokaj strmo jugozahodno in južno pobočje pretežno v mešanem profilu pri dokaj strmih nasipnih brežinah, v območju ukopov pa pretežno izvedeni posegi z ublažitvijo naklona in izvedbo teras. V začetnem odseku pri uvozu k objektu Ojstro 15a, sta ukopni brežini ob LC in uvozu zavarovane s kamnitima zidovima. Trasa poteka predmetnem odseku na nadmorski višini med ≈ 474.0 in 476.0 mnv. Cesta je asfaltna širine ca 3.0 m v zelo slabem stanju, površinsko odvodnjavanje je urejeno v asfaltnih muldah pretežno poškodovanih in dveh prepustih. Območje je redko poseljeno, površine pa travnate.

1.2 Opis labilnega območja

V obravnavanem območju se v cestnem odseku dolžine 160 m ločujejo dva labilna območja- usada:

- na začetnem odseku LC in uvoza je v cestnem telesu asfaltnih površin je viden dokaj izrazit lom kateri zajema celotno širino v širini ca 20 m in poteka preko dveh cevni prepustov z urejenim odvodnjavanjem voda v kanaletnih jarkih. Lom se zaključuje v spodnjem robu ceste, v pobočnem delu pod cesto pa ni vidnih izrazitih nestabilnosti tal oziroma so te zabrisane in le občasno aktivne.
- v razdalji 80 m od meje obdelave v smeri vzhoda so v desnem robu cestnega telesa in brežini pod cesto vidne aktivirane zemeljske mase v obliki zemeljskega usada v širini ca 21 m in dolžine ca 25 m. Brežina – pobočje pod cesto ima naklon ca $19- 22^\circ$ kjer je v robu cestnega telesa viden izrazit čelni lom višine do 1.0 m in zajema celotno bankino, v bočnih smereh se ta nadaljuje po padnici pobočja. Na prehodu v niže ležeči pobočja pa je formirana izrazit nariv zemljin. Poškodovano cestišče v obliki vzdolžnih in prečnih razpok ter posedkov pa zajema celotno širino vozišča.

Glede na zatečeno stanje usadov ocenjujem, da se deformacije v cestnem telesu in pobočnem delu pod pojavljajo daljše časovno obdobje, hitrost in velikost deformacij pa

pogojena z količino padavin ter posledičnim občasnim pojavom talnih precejnih vod. Občasna prisotnost precejnih vod nakazuje na možnosti nadaljnjih pomikov v cestnem telesu in pobočju pod cesto ter širitvijo v cestno telo v območju usada 2. Geometrija odlomnega roba v obliki vertikalnih ploskev kaže na mehanizem nastanka plazov zaradi izgube strižne trdnosti zemljin- školkasti lom. Prosto izcedne vode v labilnem območju niso bile opazne.

1.3 Tehnični geodetski posnetek

Vplivni prostor obravnavanega labilnega območja in predloga ureditve dela ceste je je tehnično geodetsko posnet v M 1:250 in vključuje konture poškodb ter okoliški porušen ter neprizadet del območja. Posnetek je vpet v državni koordinatni sistem D96.

1.4 Zakoni, pravilniki, standardi, normativi

Pri izdelavi načrta so bili upoštevani predpisi, standardi in priporočila:

- Gradbeni zakon (Ur.list RS, št. 61/17 in 72/17-popr)
- Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Ur.l. RS, št. 36/2018)
- Standardi za geotehniko SIST EN 1997-1:2005, SIST EN 1997-2:2007 in SIST EN ISO 22476-3:2005 z nacionalnimi dodatki.

2.0 GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO

2.1 Opis sondažnih in raziskovalnih del

Za ugotovitev strukturnega sestava temeljnega polprostora in določitev mehanskih lastnosti zemljin ter hribine so bile v karakterističnih mestih in profilih s strojno srednje težko vrtalno garnituro izvrtani tri sondažne vrtine, globine 5.0 -10.5 m, skupne globine 21.5 m, izvedene štiri penetracijske sonde z dinamičnim penetrometrom tipa DPSH globine 6.2 do 15.2 m, skupne globine 37.4 m ter strojna izkopa dva sondažna izkopa globine 2.7 in 2.8 , skupne globine 5.6 m.

Sondažna in raziskovalna dela so se izvajala dne 9.04., 10.04. in 08.07.2020. Jedra sondažnih vrtin so dobljena na suho z widia kronami premera 146-128 mm.

Situativna lega izvedenih vrtin in sonde je razvidna iz ureditve situacije z lokacijami terenih preiskav , poglavje 2.7, št. priloge 2.7.3. Podatki o nadmorski višini vrtin, sond in izkopov, njihovih koordinatah in globine z podatki o pojavu podtalne vode so podani v tabeli 1.

Tabela 1: Podatki o raziskovalnih vrtinah, DP sondah in izkopih

zap. št.	oznaka vrtine/sonde/ izkopa	kota vrha z (m.n.v.)	koordinate		globina (m)	nivo talne vode (m)
			y	x		
1	V1	474,74	520 642,69	113 414,66	6.0	-2.8 m (precejna)
2	V2	473,74	520 583,91	113 431,63	10.5	/
3	V3	474,08	520 581,62	113 440,63	5.0	/

zap. št.	oznaka vrtine/sonde/izkopa	kota vrha z (m.n.v.)	koordinate		globina (m)	nivo talne vode (m)
			y	x		
4	DP1	474,68	520 636,95	113 420,31	8.2	/
5	DP2	470,03	520 627,94	113 415,03	6.8	/
6	DP3	473,97	520 592,82	113 432,77	15.2	/
7	DP4	474,65	520 641,32	113 415,17	6.2	/
8	J1	479,71	520 598,16	113 444,12	2.7	/
9	J2	471,16	520 638,08	113 407,93	2.8	-1.5 m (precejna)

Strukturni sestav tal je na terenu določen na osnovi vizualne klasifikacije z uporabo standardnih preizkusov po SIST EN ISO 14688-1:2018, rezultati so podani v preglednicah:

vertina V1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	klasifikacija
0.0-0.1	humus	
0.1-1.9	pusta glina, srednje gnetne konsistence z vložki peska in drobnimi prodniki (rjave barve)	CI
1.9-3.0	peščeni melj, težko gnetne konsistence s plastmi peska in vložki preperelega laporja (rjave barve)	cSi
3.0-3.9	zelo preperel lapor z meljem (sivo rjave barve)	
3.9-5.2	preperel delno gruščnat lapor (sive barve)	
5.2-6.0	lapor (sive barve)	

vertina V2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	klasifikacija
0.0-0.06	asfalt	
0.06-0.3	umetni cestni nasip – kamnit lomljenec	Mg
0.3-3.0	pusta glina, srednje do težko gnetne konsistence (rjave barve)	CI
3.0-5.3	pusta do peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z vložki grušča (rjave barve)	CI
5.3-8.0	peščena glina, poltrdne konsistence z vložki grušča (svetlo rjave barve)	CI
8.0-9.5	pusta do mastna glina, težko gnetne konsistence z vložki apnenca (sivo rjave barve)	CI
9.5-10.5	gruščnat apnenec z vložki gline (sive rjave barve)	

vertina V3

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	klasifikacija
0.0-0.06	asfalt	
0.06-0.5	umetni cestni nasip – kamnit lomljenec	Mg
0.5-1.5	peščena glina, srednje do težko gnetne konsistence z vložki peska (svetlo rjave barve)	CI
1.5-1.9	peščeni melj, težko gnetne konsistence z vložki peska in preperino laporja (rjave barve)	cSi
1.9-3.4	peščeni melj, poltrdne konsistence z preperino laporja (rjave barve)	cSi
3.4-4.2	preperel delno gruščnat lapor (sive barve)	
4.2-5.0	lapor (sive barve)	

jašek J1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	klasifikacija
0.0-2.7	peščena glina do peščeni melj, težko gnetne konsistence z vložki drobnega gruščja (svetlo rjave barve)	CI,cSi

jašek J2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	klasifikacija
0.0-0.9	umetni nasip – glina, samice, organske primesi	Mg
0.9-1.5	peščena glina, srednje gnetne konsistence z vložki peska in drobnega gruščja (svetlo rjave barve)	CI
1.5-2.4	peščeni melj, poltrdne konsistence z preperino laporja (sivo rjave barve)	cSi
2.4-2.8	preperel delno gruščnat lapor (sive barve)	

2.2 Terenske preiskave in meritve v vrtinah

Enoosna tlačna trdnost vezanih zemljin (q_u) je na terenu določena na osnovi preiskav enoosne tlačne trdnosti z ročnim penetrometrom pri približno konstantni hitrosti deformacij. Rezultati so podani v tabeli 2.

Tabela 2: Rezultati meritev enoosne tlačne trdnosti q_u na odsekih do 0.5 m:

vrtina	globina (m)	q_u (kN/m ²)	stanje konsistence
V1	0.5-1.5	45	srednje gnetno
V2	1.0-2.0	55	srednje do težko gnetno
	4.0-5.0	195	težko gnetno do poltrdno
	6.0-7.5	350	poltrdno
V3	0.5-3.0	50	srednje do težko gnetno
	2.0-3.0	270	poltrdno

Gostotni sestav je v sondažnih vrtinah določena na osnovi penetracijskih preiskav z dinamičnim penetrometrom (SPT). Skupaj so bile v sondažnih vrtinah izvedene tri preiskave.

Za vrednotenje rezultatov **Standardnega Penetracijskega Testa** je merodajno število udarcev prosto-padajoče uteži (masa uteži: 63,5 kg, višina pada: 76,5 cm) za ugrez standardne konice 30,5 cm. Vrednotenje rezultatov preiskav je izvedeno v skladu z določili SIST EN ISO 22476-3:2005, kjer je upoštevan korekcijski koeficient prenosa energije $k_{60} = 1,267$.

Korekcija rezultatov po SIST EN ISO 22476-3:2005.

$(N_1)_{60} = N \cdot K \cdot K_{60} \cdot \lambda \cdot C_N$... normalna vrednost korekcije

$(N_1)_{60} / I_D^2 = 60 \Rightarrow I_D = ((N_1)_{60} / 60)^{1/2}$ indeks relativne gostote

Tabela 3: Vrednotenje rezultatov SPT preiskav:

vrtina	globina m	izmerjeni N ud./30 cm	$(N_1)_{60}$	I_D (%)	strižni kot ϕ (°)	klasifikacija, stanje gostote
V1	5.6	56	42.2	83.7	41.0	lapor, gost
V2	10.0	60	42.8	84.4	41.1	gruščnat apnenec, gost
V3	4.5	45	38.9	80.5	42.8	lapor, gost

Opomba: pri določitvi normalnih tlakov zaradi lastne teže zemljine je upoštevana prostorninska teža $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$

2.3 Preiskave dinamičnih penetracij

Preiskave z dinamičnim penetrometrom so izvedene z opremo tipa DPSH ki je skladna z standardom EN ISO 22476-2:2005, SIST EN 1997-2: 2007 in korelacije podane s strani proizvajalca opreme. Pri tem tipu preiskav 63,5 kg utež iz višine 75 cm prosto pada na standardizirano drogovje z težo 6.5 kg/m' in 90° konico z premerom 51 mm- 20 cm². Rezultate preiskave je število udarcev kladiva potrebnih, da se konica pogrezne za 20 cm (število N_{20}). Koeficient efektivnosti zabijalne naprave E_r je 73%, energijski faktor za vrednotenje SPT tako znaša $k_{60} = E_r / 60 = 1.22$.

Rezultati sondiranja so podani v tabelah in diagramih, št. priloge 2.7.16. Za izračun je uporabljen računalniški program GEOSTRU Dynamic penetration test. Izračun točkovnega dinamičnega odpora na konico je izveden po EN ISO 22476-2:2005 po osnovnih enačbah za DPSH:

$$r_d = \frac{m \cdot g \cdot h}{A \cdot e} \quad q_d = \frac{m}{m + m'} \cdot r_d$$

q_d dinamični odpor na konico

r_d točkovni odpor na konico

E_r koeficient efektivnosti zabijane naprave

m masa bata

g gravitacijski pospešek

h višina pada bata

A površina konice

e povprečna penetracija udarcev ($e = 0,2 \text{ m}/N_{20}$)

m' skupna masa drogovja in nakovala

Z korelacijo SPT preizkusov so iz vrednotene geomehanske lastnosti tal izpeljane iz razmerja specifičnega dela ki je potreben za korak penetracije 30 cm pri SPT in 20 cm pri DPSH, $N_{SPT} = 1,5 \cdot N_{20}$.

Izračun normiranega števila udarcev je izvedene v skladu z standardom EN ISO 22476-2:2005 in SIST EN 1997-2: 2007. Vrednost normiranih vrednosti udarcev pri SPT preizkusih so korigirane glede na koeficient prenosa energije k_{60} , dolžina drogovja λ ter korekcije zaradi efektivnega vertikalnega tlaka C_N (Skempton, 1986), $(N_1)_{60} = N_{SPT} \cdot K_{60} \cdot \lambda \cdot C_N$

Vrednotenje geomehanskih parametrov

Na osnovi ocene geološko zgradbe ter normiranih vrednosti udarcev $(N_1)_{60}$ so določene nekatere vrednosti geomehanskih lastnosti.

Indeks relativne gostote: $I_D = ((N_1)_{60} / 60)^{1/2}$

Enoosna tlačna trdnost za koherentne zemljine je definirana po enačbi Peck et al;

$q_u = 12,5 \cdot (N_1)_{60}$

Strižni kot za vezane zemljine: $\varphi = 20^\circ + ((N_1)_{60} - 2) \cdot 0,780$

Kriteriji za oceno Yongovega modula E (Tan et al, 1991):

- za peščeno prodnate zemljine
 $E = 600 \cdot ((N_1)_{60} + 6) + 2000$ za $(N_1)_{60} > 15$ (kPa)
 $E = 600 \cdot ((N_1)_{60} + 6)$ za $(N_1)_{60} < 15$ (kPa)
- za glinaste zemljine; $E = 320 \cdot ((N_1)_{60} + 15)$ (kPa)

Za nevezane zemljine so izvednotene vrednosti indeksa gostote (I_d) ter kot strižnega odpora (φ) po tabeli 4 (Skempton, 1968)

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

Tabela 4: Vrednosti indeksa gostote in strižnega kota za nevezane zemljine

Za vezane zemljine so izvednotene- ocenjene vrednosti nedrenirane strižne trdnosti c_u (kPa) podane v tabeli 4 (Bowles, 1968) kjer je $c_u = q_u/2$.

$(N_1)_{60}$	konsistenčno stanje	q_u (kPa)	c_u (kPa)
<2	židko	<24	<12
2-4	lahko gnetno	24-48	12-24
4-8	srednje gnetno	48-96	24-48
8-16	težko gnetno	96-192	48-96
16-32	poltrdno	192-384	96-192
>32	trdno	>384	>192

Tabela 4: Vrednosti enoosne tlačne trdnosti

V tabeli 5 so podane ocenjene vrednosti posameznih geomehanskih parametrov po plasteh za karakteristične sloje:

oznaka sonde	globina intervala	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-1:2018	N_{spt}	$(N_1)_{60}$	enoosna tlač. trdnost	indeks gostote	strižni kot	dinamični modul
	(m)		ud./30cm	ud./30cm	q_u (kPa)	I_d (%)	φ (°)	E (MPa)
DP1	0.0-0.4	Mg- nasip	8.20	13.94	/	48.2	32.2	11.96
	0.2-1.4	CI	1.49	2.53	32	/	20.5	5.28
	1.4-3.8	Ci-fSi	5.93	8.89	111	/	25.3	6.70
	3.8-6.4	zelo prep. lapor	19.87	20.70	/	58.7	34.6	18.02
	6.4-7.0	prep. lapor	26.25	23.54	/	62.6	35.6	19.72
	7.0-8.2	lapor	30.98	25.87	/	65.7	36.2	21.12
DP2	0.0-0.2	Mg-nasip	7.46	12.67	/	45.9	31.6	11.20
	0.2-2.2	CI	3.28	5.57	70	/	22.8	6.58
	2.2-3.4	fSi s preperino	15.44	21.75	/	57.1	34.9	11.76
	3.4-5.8	CI z vl.laporja	10.27	11.89	149	/	27.7	8.60
	5.8-7.4	prep. lapor	18.19	18.17	/	55.0	33.7	16.50
	7.4-7.8	lapor	32.93	30.26	/	71.0	37.8	23.76
DP3	0.0-0.4	Mg- nasip	8.2	13.49	/	47.4	32.0	11.69
	0.4-2.8	CI	2.51	4.27	53	/	21.8	6.17
	2.8-4.4	Ci-fSi	8.19	10.46	131	/	26.6	8.15
	4.4-8.6	fSi	16.19	14.75	184	/	29.9	9.52
	8.6-11.2	CI	10.42	7.57	95	/	24.5	7.28
	11.2-13.8	zelo.prep.lapor	18.11	11.67	146	/	27.5	10.60
	13.8-14.8	prep. lapor	22.04	13.26	/	47.0	31.9	11.56
	14.8-15.2	lapor	47.22	27.69	/	67.9	37.1	22.21
DP4	0.0-0.4	Mg- nasip	7.46	12.67	/	45.9	31.5	11.20
	0.2-2.2	CI	2.35	3.99	30	/	21.6	5.55
	2.2-4.0	fSi s preperino	10.16	13.84	173	/	29.2	9.23
	4.0-5.4	prep. lapor	15.97	17.20	/	53.6	33.4	15.18
	5.4-6.2	lapor	28.07	26.86	/	66.9	36.9	21.72

Tabela 5:

2.3 Opazovanje nivoja talne vode

V času izvajanja sondažnih del je pojav talne precejne vode registriran v območju vrtine V1 in J2 v globini 2.8 in 1.5 m

2.4 Opis geološko geotehničnih razmer

Pri določitvi geološka opis in zgradbe so upoštevani in uporabljeni podatki iz osnovne geološke katre, list Celje L 33-55 v merilu 1:100 000 z tolmačem.

Predmetno raziskano območje predstavlja nizko gričevnato področje Savskega pogorja katero je v osnovi zgrajeno iz miocenskega laporja in apnenca z geološko oznako M²₂. Podlaga je pretežno kompaktna slabo do močno pretrta in na površini preperela ali slabše vezana. Preko hribinske podlage laporja je odložena zmerno do zelo preperela podlaga osnovne hribine laporja ter sloj glinene delno meljne preperine. Barva je svetlo rjava, sivo rjava in siva.

Glinena preperina se pojavlja kot pusta, peščena delno mastna glina (CI) ter drobnipeščeni melj (fSi) z vložki preperile hribine. Debelina glinenega, glineno meljnega in meljega pokrova je v območju sondažnih vrtin, sond in jaškov 2.8-11.2 m, debelina zmerno do zelo preperile hribine pa 0.8-3.6 m. Hribina laporja in gruščnatega apnenca, pa se nahaja v relativni globini 4.2 - 14.8 m pod površjem terena.

Terenske preiskave so pokazale, da je pretežni del glinenega pokrova v naravno odloženih oblikah lahko in srednje konsistence z prehodi v poltrdno konsistenco z enoosno tlačno trdnostjo $q_u = 32-95 \text{ kN/m}^2$, strižne lastnosti zemljin so v mejah, kot notranjega trenja $\varphi = 20.5-24.5^\circ$ pri koheziji $c=0-1 \text{ kN/m}^2$. Glineno meljni in meljni pokrova pa je pretežno težko gnetne konsistence z prehodi v poltrdno konsistenco z enoosno tlačno trdnostjo $q_u = 111-195 \text{ kN/m}^2$ z prehodi v poltrdno konsistenco $q_u = 270-350 \text{ kN/m}^2$. Strižne lastnosti zemljin so v mejah, kot notranjega trenja $\varphi = 24.5-26.6^\circ$ pri koheziji $c=0 \text{ kN/m}^2$. Preperela in slabo vezana hribina je srednje goste sestava, indeksom relativne gostote $I_D = 47-62.6 \%$, strižne lastnosti zemljin so v mejah kot notranjega trenja $\varphi = 32-35.6^\circ$ pri koheziji $c=0 \text{ kN/m}^2$. Podlaga laporja pa nastopa gosta z indeksom relativne gostote $I_D = 65.7-84.4 \%$, kjer so strižne lastnosti, kot notranjega trenja $\varphi = 36.2-42.8^\circ$ pri koheziji $c=0 \text{ kN/m}^2$.

V hidro geološkem smislu se v obravnavanem prostoru ločita praktično nepropustna podlaga in slabo vodopropustne glinaste in meljne zemljine pobočnega pokrova. Inženirsko geološke lastnosti ki pogojujejo stabilnostne karakteristike tal so v preperinskem pokrovu v glavnem dokaj dobre. Občasni pojav večje količine predvsem površinskih vod in posledičnega pojava talnih precejnih vod je obremenil pobočji pod cesto, kar je povzročilo spremembe ravnotežnih pogojev in nastanek strižne cone ter pojav zelo plitvega plazjenja oziroma zdrs z vodo prepojenega preperinskega pokrova, kar je vidno v dokaj izraziti porušitvi povrhnjice pobočja pod cesto vzhodnega usada in značilno nagubano terensko linijo in dokaj izrazit nariv zemljin.

V območju plazu se na osnovi popisa vrtin ločijo naslednje geotehnične enote:

- nasip v podlagi cestišča , debeline do 0.4 m
- paket vezanih glinastih in meljnih zemljin, debeline 2.8-11.2 m
- preperela hribina laporja, debeline 0.8-3.6 m
- podlaga: lapor, gruščnat apnenec

3.0 STABILNOSTNA PRESOJA

Za ugotovitev nivoja porušitve in pravilnost izbire sanacije je za izbrana srednja kritična pobočna profila P3 in P10 izvršena povratna stabilnostna analiza po Janbujevi analitični metodi, s supozicijo kombiniranih krožnih in poligonalnih porušnih ploskev, program Cobus- Larix 5.

Stabilnostna analiza je izvedena v skladu z SIST EN 1997-1, prevzet je projektni pristop 3, kjer so predpisani delni faktorji za vplive, parametre zemljin in odpore:

- faktorji za stalne vplive; $\gamma_{G;dst}=1.0$; za spremenljive vplive $\gamma_{G;stb}=1.30$
- faktor za odpornost; $\gamma_{R;c}=1.4$
- faktorji za parametre zemljin; $\gamma'_{(c,\varphi)}=1.25$

Izdelan je karakteristični model za analiziranja z oceno stanja pred porušitvijo, upoštevanim pojava talne precejne vode ter vidnih lomom v cestnem telesu in pobočju pod cesto. Za mejno stabilnost je predpostavljen faktor varnosti proti zdrsu $F < 1.0$.

Za stanje porušitve pri faktorju varnosti $F = 0.99$ in 0.98 , ustrezajo naslednje mehanske lastnosti zemljin pokrova podane v tabeli 6:

opis sloja	prost. teža γ (kN/m ³)	strižni kot φ (°)	kohezija c (kN/m ²)
hribina laporja	21.8	37	0
preperela hribina	19.9	32-33.4	0
glinasto meljne zemljine	18.7-19.1	24.5-26.6	0
glinaste zemljine	18.2	21.0-22.1	0-1
cestni nasip	20.0	33	0

TABELA 6:

Iz rezultatov stabilnostne presoje lahko zaključimo, da se drsne ploskve formirajo v vrhnjem sloju glinastih in delno glinasto meljnih zemljin, dokaj plitvo pod površjem terena in potekajo od robov cestišča po pobočju, kar ustreza trenutnim terenskim razmeram.

Upoštevani vhodni podatki, konfiguracijo obdelanega pobočnega profila, lega upoštevanega vodostaja ter kritična drsna ploskve z rezultati faktorjev varnosti so podani v poglavju 2.4.

4.0 ZASNOVA SANACIJE IN UREDITEV VOZIŠČA

Glede na ugotovljene stabilnostne in geotehnične razmere sta za sanacijo usadov oziroma zavarovanje cestnega telesa predvideni podporni konstrukciji. Na začetnem odseku zahodnega območja je v desnem robu ceste predvidena pilotna stena, na vzhodnem območju pa je pod cestnim robom ceste predvidena vkopana podporna kamnita zložba in nov cestni nasip.

Za zavarovanje vkopne brežine pretežnega srednjega območja je v levem robu ceste predviden oporni kamniti zid.

Uredi se globinskega odvodnjavanja- dreniranja ter uredi in obnovi površinskega odvodnjavanja cestišča. V območju sanacije usadov je obdelana še obnova vozišča z upoštevan normalni profil ceste 5.75 m, asfaltno vozišče širine 4.0 m, asfaltna mulda širine 0.50 m in bankina širine 75 cm.

4.1 Geostatična analiza podporne pilotne stene

Analiza podporne pilotne konstrukcije je izvedena z metodo mejnih ravnovesnih stanj za mejno stanje nosilnosti MSN z računalniškim program Cobus-Larix 5 z upoštevanimi mehanskimi lastnostmi zemeljskega polprostora določenega na osnovo raziskovalnih del. Analiza je izvedena za prečni profil P3, v skladu z SIST EN 1997-1 je prevzet projektni pristop 2 (DA2). Slednji predpisuje naslednje parcialne faktorje za vplive, parametre zemljin in odpore.

- faktorji za vplive: $\gamma_{G;dst}=1.35$

$\gamma_{G;dst}=1.35$ (za aktivni zem. pritisk)

$\gamma_{G;stb}=1.00$ (teža zemljine pred steno)

- faktor za odpor

$\gamma_{R;e}=1.4$ (za pasivni zem. pritisk)

- faktorji za parametre zemljin

$\gamma=1.10$

- nadomestna prometna obremenitev $P_y= 10,0 \text{ kN/m}^2$ (lahka prometna obremenitev)

Rezultati računske analize so podani v poglavju 2.5, maksimalne vrednosti notranjih sil v podporni konstrukciji so:

$M_{\max} = 88,73 \text{ kNm/m}$

$Q_{\max} = 206,35 \text{ kN/m}$

Sidrna sila – obremenitev grede $A_{\max} = 66,87 \text{ kN/m}$

4.1.1 Piloti

- vzdolžna armatura

$M_{Ed} = 88.73 \times 1.0 \times 1.4 = 124,22 \text{ kNm/m}$

Z interakcijsko analizo- diagramom (izračun v poglavju 2.5) je za glavno armaturo $8\phi 18$, S500 $A_{a,dej} = 20,32 \text{ cm}^2$, določena dovoljena faktorirano obremenitev $M_u = 198 \text{ kNm/m}' >$

$M_{\max} = 124,35 \text{ kNm/m}'$

- celotno strižno silo prevzame armatura:

$$V_{sd} = 206,35 \times 1.0 \times 1.4 = 288,89 \text{ kN}$$

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

izberem stremena S500 ϕ 10/15 cm (dvojno strižno streme $A_{sw} = 2 \times 0,79 \text{ cm}^2$, $\cot \theta = 1.20$)

$$V_{Rd} = 2 \cdot 0,79 \cdot 0,6 \cdot 0,980 \cdot 50 \cdot 1,20 / 0,15 = 323,14 \text{ kN}$$

$$V_{sd} < V_{Rd} \quad (\text{ustreza})$$

4.1.2 Geotehnična sidra

Predvidene je vgradnja navojne sidrnih palic R51/28- SIS (IBO) sidra.

Potrebna sidrna dolžina je določena po kriteriju dopustnih strižnih napetosti med sidrom in zemljino.

Parametri: $h_{sr} = 5,0 \text{ m}$

$$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_m = 25^\circ$$

$$c_m = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sila v sidru: } S_{potr} = 66,87 \text{ kN/m'}$$

$$\tau_{dop} = c_m + (\sigma_z + \sigma_y / 2) \cdot \tan \varphi_m = 122,41 \cdot 0,466 = 57,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_z = 19,05 \cdot 5,0 = 95,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_y = k_0 \cdot \sigma_z = (1 - \sin \varphi_m) \cdot \sigma_z = 54,82 \text{ kN/m}^2$$

Potrebna dolžina sidranja R51/28 -SIS sidra

$$\tau = \frac{S \cdot e_{sid}}{0,5 \cdot \pi \cdot l_s} \leq \tau_{dop}$$

$$l_s = \frac{S \cdot e_{sid}}{0,5 \cdot \pi \cdot \tau_{dop}} = \frac{66,87 \cdot 2,0}{0,051 \cdot \pi \cdot 57,04} = 14,65 \text{ m}$$

izberem dolžino sider $l_s = 15,0 \text{ m}$

4.1.3 Vezna greda

Upoštevam kriterij minimalnega procenta armiranja

$$A_s = 0,3\% \cdot A_b$$

$$A_s = 0,003 \cdot 70 \cdot 70 = 14,70 \text{ cm}^2$$

izberem glavno armaturo S 500; 11 ϕ 14 m'; $A_{a,dej} = 16,94 \text{ cm}^2$

- strižna armatura

upoštevana je maksimalna strižna sila pri napenjanju

$$V_{sd} = P_{pv} / 2 \times \cos 30^\circ = 180 / 2 \cdot 0,866 = 103,93 \text{ kN}$$

izberem stremena S500 ϕ 10/25 cm (2- strižno streme $A_{sw} = 2 \times 0,79 \text{ cm}^2$, $\cot \theta = 1.0$)
 $V_{Rd} = 2. 0,79 .0,6. 50. 1,0 /1,15 /0,25 = 164,87 \text{ kN}$
 $V_{sd} < V_{Rd}$ (ustreza)

Podporno konstrukcijo -pilotno steno sestavljajo uvrtni sidrani piloti premera 60 cm. Na osnovi dobljenih rezultatov analiz so določene potrebne dolžine pilotov, medosni razmik med piloti in potrebna globina vpenjanja.

Piloti so dolžine 9.0 m v osnem razmiku 1.0 m, temeljeni v glinasto meljnih zemljinah in prepereli hribini laporja.

4.2 Stabilnostna presoja

Za predvideno sanacijo usada z vkopano kamnito zložbo in novim cestnim nasipom je za prečni profil P10 izvedena stabilnostna presoja sanacije po Janbujevi analitični metodi, s supozicijo kombiniranih krožnih in poligonalnih porušnih ploskev, program Cobus-Larix 5, za mejno stanje nosilnosti v skladu z SIST EN 1997-1. Prevzet je projektni pristop 3, slednji predpisuje naslednje parcialne faktorje za vplive, parametre zemljin in odpore.

- faktorji za stalne vplive; $\gamma_{G;dst}=1.0$; za spremenljive vplive $\gamma_{G;stb}=1.30$
- faktor za odpornost; $\gamma_{R;c}=1.4$
- faktorji za parametre zemljin; $\gamma'_{(c,\phi)}=1.25$

V izračunu je še upoštevano:

- mehanske lastnosti kamnite zložbe: specifična teža $\gamma=23 \text{ kN/m}^3$, strižne lastnosti $\phi=35^\circ$, $c=30 \text{ kN/m}^2$
- nadomestna prometna obremenitev voznega pasu $P_y= 10,0 \text{ kN/m}^2$

Iz rezultata stabilnostne presoje podane v poglavju 2.4 je za predvideno sanacijo plaz uziroma zavarovanja cestnega telesa, dobljen minimalni faktor varnosti proti zdrsu $F_{min}=1.43$, kar zagotavlja ustrezno stabilnost in varnost sanacije.

4.3 Statični izračun opornega zidu

Zasnova oporne konstrukcije na odseku P4-P9 je kamniti zid iz kamnitih blokov povezanih z betonom. Statična analiza je izvedba s programsko opremo LARIX-5, kjer je analiziran karakteristični profil P7. V izračunu so upoštevane mehanske lastnosti zemljin tabela 6.0.

Analiza je izvedena za mejno stanje nosilnosti v skladu z SIST EN 1997-1, prevzet je projektni pristop 2, kjer so predpisani delni faktorji za vplive, parametre zemljin in odpore:

- faktorji za vplive: $\gamma_{G;dst} = 1,35$
- faktorji za parametre zemljin: $\gamma_{\phi'} = 1,25$
 $\gamma_{c'} = 1,25$
 $\gamma_{\gamma} = 1,0$
- faktorji za odpore stabilnosti pobočij: $\gamma_{R;e} = 1,10$

Z kontrolnim izračunom za kamniti zid se dokazuje:

- kontrolo zdrsa,
- kontrolo prevrnitve,
- kontrolo lege rezultante in
- kontrola obremenitve temeljnih tal

Iz rezultatov analiz podanih v poglavju 2.5, faktorji varnosti presegajo minimalno zahtevane, obremenitve tal pa so mejah dopustne nosilnosti tal.

5.0 IZVEDBA SANACIJE

5.1 Podporna pilotna stena

Podporna konstrukcija - pilotna stena je predvidena ob desnem robu ceste in jo sestavljajo uvrtni sidrani piloti premera 60 cm. Piloti so dolžine 9.0 m v osnem razmiku 1.0 m. Skupaj je predvidenih 19 pilotov, povezanih z vezno gredo, dolžina pilotne stene je 19.0 m.

Piloti se izvedejo iz vodoneprepustnega betona C25/30, armiran z armaturo S 500. Piloti so armirani z glavno vzdolžno armaturo 8 ϕ 18 mm in spiralno armaturo ϕ 10 /20 cm. Piloti so povezani z vezno gredo iz vodoneprepustnega betona C25/30 XF4 (zmrzlinso odporen) , preseka b/h=70/50 cm, armirani z glavno armaturo S500 11 ϕ 14 mm, stremena ϕ 10/20 cm. Zaščitni sloj betona je 5 cm.

Pilotna podporna stena je skozi vezno gredo sidrana z geotehničnimi sidri dolžine 15.0 m, izvedeni z naklonom navzdol 30° od horizontale, sidro z oznako S3 pa z naklonom 25°. Predvidena so SIS (IBO) samovrtalna injektirna sidra z navojno palico R 51/28 in vrtalno krono R 51/100 mm, nosilnosti 200 kN. Sidra so v osnem razmiku 1.0 m, kjer je predvidenih 9 sider, skupne dolžine 135.0 m.

Sidra morajo biti kvalitetno zalita v celotnem delu. Ležišča sidrskih plošč so predvidena na vezni gredi. Podložna plošča je jeklena dimenzij 200x 200 x12 mm, za napenjanje se uporabi tipska IBO matica. Kvalitete jekla sider mora ustrezati EN 10083-1. Sidra je potrebno napeti do nosilnosti 200 kN. Napenjanja sider se izvede 8-10 dni po vgradnji injekcijske mase.

Sidrne odprtine se armirajo s spiralno armaturo S 500 ϕ 10 /10 cm, v dolžini 71 cm.

Na temeljna tla pod vezno gredo se vgradi izravnalni sloj pustega betona C15/20 v debelini do 10 cm.

Pred izdelavo vezne grede je potrebno preveriti zveznost pilotov (PIT test), kontrolira se 5 pilotov (min. 25 % števila pilotov).

Opaži vezne grede se izdelava v kvalitetni izvedbi po tehnologiji izvajalca ter vgradijo sidrni PVC tulci ϕ 200, dolžine 71 cm.

5.2 Podporna kamnita zložba

Kamnita zložba poteka v peti desne brežine po celotnem labilnem območju. Kamnita podporna zložba je peti širine 1.60 m in skupne višine na kroni 4.10 m, pri naklonu čelnega in zalednega dela 3:1, dolžine 19.0. Zložba je grajena iz kosov grobega lomljenca volumna do 0.25 m³ z betonskim vezivom 30%, kvalitete C16/20. Na zalednem delu zložbe 40-50 cm se zložbe izvede brez betonskega veziva. Na temeljna tla se vgradi izravnalni sloj pustega betona C10/15 v debelini 20 cm.

Vzdolžna drenažna veja se izvede v notranjem robu na betonsko podlago zložbe. Za odvodno cev je izbrana trdostenska (stidren) drenažna cev DN110 mm, dolžine 31.5 m, zaščiten z enozrnatim drenažnim zasipom, debeline 30-40 cm nad temenom cevi. Drenažna odvodna cev je vgrajena iz smeri vzhoda in zahoda proti srednjem delu zložbe z vzdolžnim padcem 1-10%. Na srednjem delu je predviden zbirni slepi jašek BC ϕ 60 cm, višine 1.0 m.

Nad kamnito zložbo se v terasastem zaseku izvede delna zamenjava zemljin oziroma izgradnja novega cestnega nasipa iz drobljenega kamnitega lomljenca do kote planuma zgornjega ustroja ceste, delovni naklon izkopne brežine $n=1:1$. Končna ureditve brežine je v naklonu $n=1:1.5$.

5.3 Oporni zid

Za zavarovanje brežine nad cesto srednjega dela je predvidena izvedba kamnitega opornega zidu- kamen v betonu, kateri lokacijsko poteka v levem robu nove trase ceste. Temeljenje se izvede v prepereli in kompaktni hribini laporja na relativni globini 6.30 m pod niveleto desnega roba ceste. Skupna dolžina zidu je 43.20 m. Tlorisno je zid rahlo ukrivljen prilagojen robu ceste. V peti- temelju je zid širine 1.60 m, na kroni 0.50 m, skupne višine 1.5-3.1 m. Svetla višina zidu nad niveleto ceste levega roba je 0.5-2.0 m. Naklon čelnega dela zidu je $n= 4:1$, zaledni del je vertikalni.

Oporna konstrukcija-kamniti zid je zgrajen iz obstojnih manjših kamnitih blokov-zidnega lomljenca dolomita, tonalita ali podobno, v betonu C 15/20. Razmerje med kamniti bloki in betonom je približno 70:30. Zid se na kroni zaključuje z robnim vencem dimenzij $b=0.70$ m in višine $h=0.20$ m s previsnim robom v armiranem betonu iz vodoneprepustnega betona C 25/30 XC4, armirani z glavno armaturo in strižno armaturo S500. Zaključka zidu se izdelata s kamnitim ploskovnim trikotnim stožcem višine do 1.0 in dolžine 0.5 in 1.0 m. Vidna čelna stran zidu se obdelava z fugiranjem reg.

Na temeljna tla se vgradi izravnalni sloj pustega betona C15/20 v debelini 20 cm.

Za odvod zalednih vod opornega zidu se vgradi vzdolžna drenažna veja v notranjem robu na betonsko podlago zložbe. Za odvodno cev je izbrana trdostenska (stidren) drenažna cev DN110 mm, dolžine 44.60 m. Zasip zalednega dela zidu se izvede z enozrnatim drenažnim zasipom do $\frac{3}{4}$ višine zidu. Drenažna odvodna cev je vgrajena iz smeri vzhoda proti zahodu, iztok se uredi v vtočni jašek cevne prepusta.

5.4 Ureditev površinskega odvodnjavanja

Površinsko odvodnjavanje cestišča bo v celoti urejeno z asfaltnimi muldami. V območju podporne pilotne stene se v celoti obnovi obstoječ cevni prepust. Izvede se nov vtočni jašek BC ϕ 100, višine 1.5 m, zaščiten s pokrovom. Izvede se nov cevni prepust iz UKC cevi DN 600, dolžine 7.50 m, kateri se v celoti obbetonira. Na iztoku prepusta se izdelata kamniti zavarovanje iztoka in brežine iz kamna v betonu. Na vtoku v vtočni jašek in iztoku pod kamniti zavarovanje se obnovijo kanaletni jarki v dolžini 10 m.

V območju podporne kamnite zlozbe se izdelata nov cevni prepust. Izvede se nov vtočni jašek BC ϕ 100, višine 1.5 m, zaščiten s pokrovom. Izvede se nov cevni prepust iz UKC cevi DN 500, dolžine 9.50 m, kateri se v celoti obbetonira. Na iztoku prepusta se izdelata iztočna glava iz kamna v betonu ter izdelata jarek iz kanalov trapezne oblike dolžine 14 m.

Trapezne kanalete se vgradijo na betonsko podlago C15/20, debeline 20 cm, stiki se obdelajo s cementno malto.

5.5 Obnova in oprema ceste

V sklopu sanacije usadov je glede na zelo slabo stanje vozišča obdelana obnova ceste v dolžini 116.0 m, v normalnem profilu 5.75 m, asfaltno vozišče širine 4.0 m, asfaltna mulda širine 0.50 m in bankina širine 75 cm.

Obravnavana cesta je občinska cesta, kategorizirana kot lokalna cesta namenjena dostopu stanovalcev do stanovanjskih objektov in spada med maloprometne ceste 2. skupine, kjer je PLDP < 200 vozil na dan. Zasnovalna hitrost se pri maloprometnih cestah v tej skupini ne predpisuje.

Obnova voziščne konstrukcije se izvede z vgradnjo kamnite grede debeline 25 cm in tamponskega lomljenca debeline 25 cm, zgoščenega do $E_{v2} > 110$ MPa ter asfaltom AC 16 base B50/70 A3, debeline 8 cm. Po desnem robu je dolžini 49.8 m pod voziščno konstrukcijo predvidena vgradnja kamnite pete za stabilizacijo robnega dela vozišča, širine 1.2 m in višine 1.3 m. Vključitev v obstoječo ureditev se izvede rezanjem asfalta.

Kontrola vgrajenih materialov se vrši skladno s tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC 06.720 in TSC 06.713.

V vezno gredo pilotne stene se vgradi sidrana jeklena varnostna ograja JVO H2W4 s poševno zaključnicama dolžine 6.0 m, skupne dolžine 28.0 m.

6.0 TEHNOLOGIJA GRADNJE

6.1 Delovni plato in gradbiščna pot

Delovni plato za izvedbo podporne pilotne stene in opornega zidu je obstoječega lokalna cesta, prav tako dovozna in gradbiščna cesta.

Delovni plato za izvedbo podpornega kamnite zložbe se izvede z ukopom v obstoječo brežino pod cesto. Ukopna brežina pod cesto se izvede v naklonu $n = 1:1$.

6.2 Organizacija prometa med gradnjo

Sanacijska dela se bodo lahko pretežno izvajala ob polovični zapori ceste, občasno pa bo potrebna popolna zapora ceste. Potrebne zapore se uredijo z postavitvijo obvestilnih tabel in predpisane signalizacije ter začasno ureditvijo obvozov če je to možno.

6.3 Zemeljska dela

Izkopi za pilote se izvedejo z garnituro za izkope teh s sprotnim cevljenjem kjer je pričakovati pojav omočenih con ter uporabo rotacijske tehnike.

Izkopi za izvedbo podporne kamnite zložbe in opornega zidu se izvedejo v naklonu 3:1, v kampadah maksimalne dolžine do 5.0 m. Glede na razmere bo pri izvedbo kamnite zložbe potrebno delno zavarovanje oziroma razpiranje izkopov z uporabo box sistema. Dinamiko del je prilagoditi tako, da se v dnevno izkopanih kampadah izvede vsaj 2/3 višine konstrukcije.

Izkope pilotov in temeljna tla podporne zložbe in opornega zidu mora prevzeti pooblaščen geomehanik. Ta bo vršil kontrolo vpenjanja z določitvijo končne globine izkopov pilotov in globino temeljenja zidov glede na dejanski gostotni in strukturni sestav temeljnih tal.

Zasip cevni prepustov se do kote planuma zgornjega ustroja ceste izvede z kamnitim lomljencem vgrajenim v plasteh do optimalne gostote $E_{v2} > 60$ MPa. Vgrajevanje cestnega nasipa se izvaja v plasteh, kjer je potrebno doseči optimalno gostoto v vrednosti MPP 97% ali $E_{v2} > 80$ MPa. Kontrola vgrajenih materialov se vrši skladno s tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC 06.720 in TSC 06.713.

Površine izkopov v pobočnem delu opornega zidu se uredi z zasipom optimalno vgrajenim izkopnim materialom in strojno splanirajo ter posejanjem s travnim semenom. Površine pod podporno kamnito zložbo se izravnavo in strojno splanirajo.

6.4 Deponije

Izkopni material se v celoti deponira v trajni deponiji. Za deponiranje mora izvajalec del pridobiti potrebna soglasja upravljalca.

6.5 Ravnanje z gradbenimi odpadki

Glede odpadkov, ki nastanejo pri gradnji, mora investitor zagotoviti, da izvajalci gradbenih del gradbene odpadke oddajo zbiralcu gradbenih odpadkov oz. morajo se upoštevati določbe Uredbe o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Ur. 1. RS 34/08). Tudi transport odpadkov mora biti primerno zavarovan.

7.0 POPIS DEL IN PREDIZMERE

Popis del in projektantski predračun je izdelan za sanacijo usadov in dela cestišča v območju sanacije. Za obnovo cestišča ostalega območja pa ta ni izdelan.

8.0 KOLIČBENI PODATKI

Tehnični geodetski posnetek, kateri je služil za izdelavo načrta je vezan na državni koordinatni sistem D96, višine so absolutne. Zakoličbo elementov sanacije je izvesti skladno z predvideno sanacijo usadov in je vezana na elemente obdelane obnove ceste. Ppodatki so podani v tabeli gradbene situacije.

Količbeni podatki koordinat prečnih profilov v osi:

Profil	Stacionaža	Vzhod	Sever	Smerni_kot
P1	0.0+6.488	520568.907	113432.575	75d10'43"
P2	0.0+16.723	520578.802	113435.193	75d10'43"
P3	0.0+20.556	520582.507	113436.173	75d10'43"
P4	0.0+27.103	520588.973	113436.870	95d39'53"
P5	0.0+32.130	520593.809	113435.579	114d14'47"
P6	0.0+40.709	520600.700	113430.527	130d18'22"
P7	0.0+52.063	520609.525	113423.396	123d38'0"
P8	0.0+62.841	520619.190	113418.700	108d11'39"
P9	0.0+71.716	520627.858	113416.883	95d28'56"
P10	0.0+80.726	520636.863	113416.671	91d44'3"
P11	0.0+87.059	520643.182	113416.262	94d15'36"
P12	0.1+0.632	520656.717	113415.254	94d15'36"
P13	0.1+11.179	520667.235	113414.470	94d15'36"
P14	0.1+22.818	520678.834	113414.784	80d20'34"

9.0 ZAKLJUČKI

Dela je izvajati skladno s tehnično dokumentacijo, kvaliteta vgrajenega materiala mora v vseh kvalitetnih parametrih ustrezati veljavnim predpisom in standardom.

Pri izvajanju sanacijskih del je obvezna prisotnost projektantskega in geomehanskega nadzora, kateri bo ugotavljal dejansko stanje ter podajal eventualna potrebna nadaljnja navodila glede na razmere v času izvede ter projektne rešitve sanacije.

Maribor, november 2020

Sestavil:
Danilo Muhič, dipl.inž.grad.

2.4 Stabilnostne analize

Resistance factor (1)

Name	LS 1 [-]	LS 2 [-]	LS 3 [-]	Serviceability [-]	global [-]
Prestressed anchor		1,00	1,00		1,00
Shear resistance		1,30	1,30		1,00
Soil reinforcement element		1,00	1,00		1,00
Friction angle $\gamma_{M\phi}$		1,25	1,25		1,00
Cohesion γ_{Mc}		1,25	1,25		1,00

Analysis parameters (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global	
Partial safety factor ultimate resistance		1,000	1,000		1,400	-

Actions (1)

Name	Type	Set	LS Type 1		LS Type 2		LS Type 3		ψ -Factors
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Dead load	permanent		1,10	0,90	1,35	0,80	1,00	1,00	

LS Type 1 : Limit state type 1

LS Type 2 : Limit state type 2

LS Type 3 : Limit state type 3

 ψ -Factors : Reduction factors**Actions (2)**

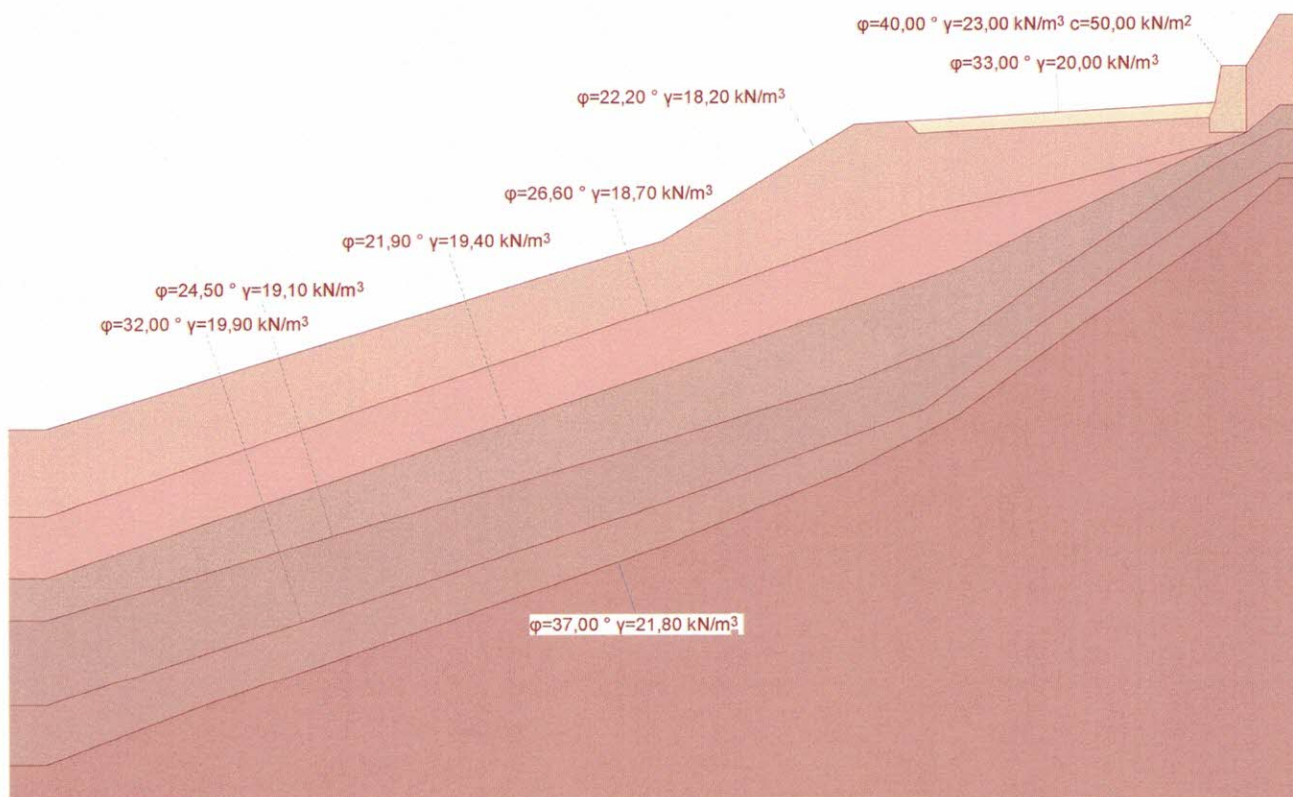
Name	ψ -Factors			u
	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	$\psi_{1'}$ [-]	
Dead load				Yes

 ψ -Factors : Reduction factors

u : Action is used

Geotechnical model

Scale 1 :247,3 (-1.00,-3.00..41.00,31.00)



GEOTECHNICAL MODEL

Soil layer boundaries

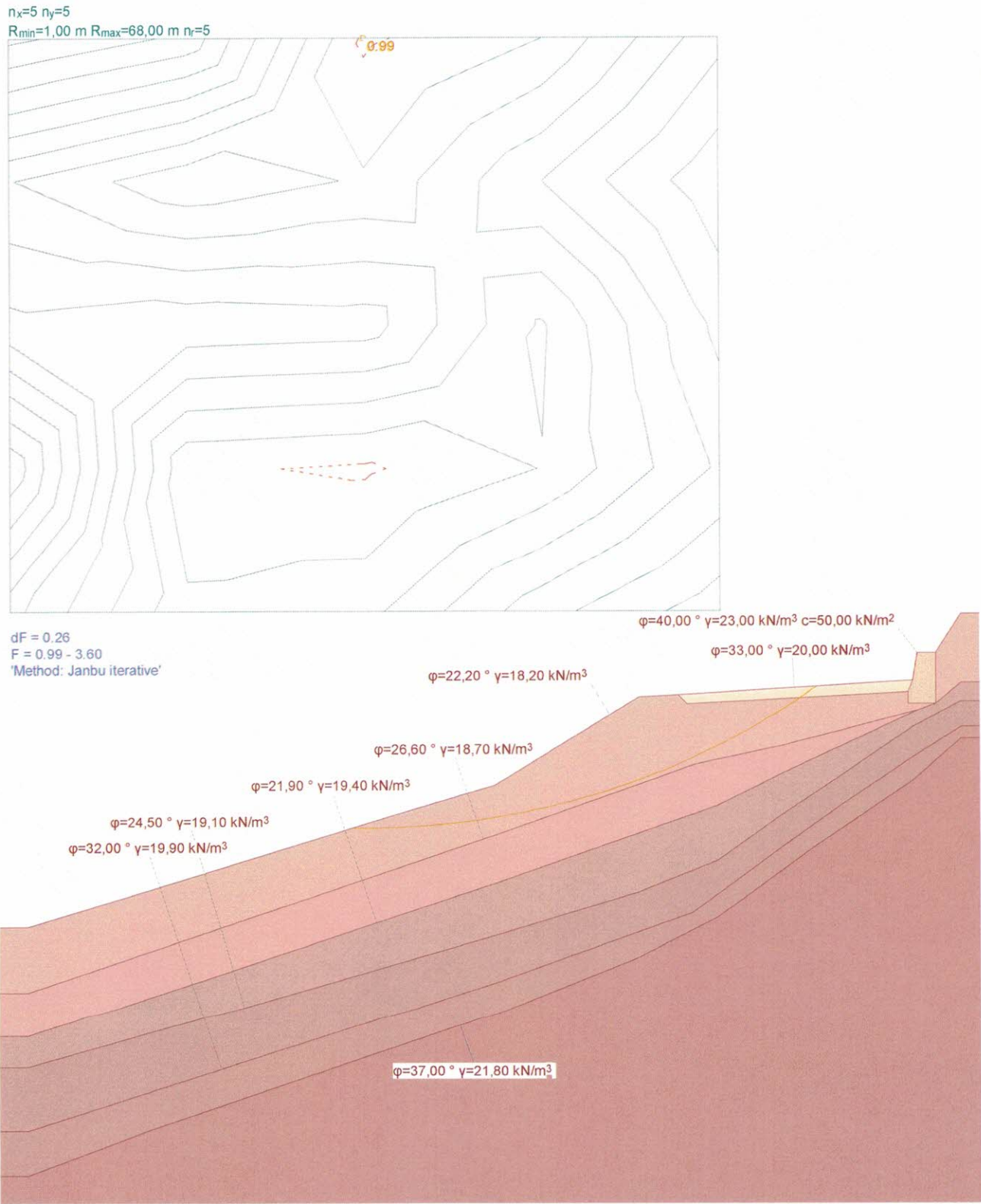
Description	Parameters			Polygon points						
	ϕ [°]	γ [kN/m³]	c [kN/m²]	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]	
	33,00	20,00	0	1	0,00	9,10	2	16,30	14,10	
				3	20,30	15,30	4	26,60	19,10	
				5	28,30	19,20	6	38,50	19,80	
				7	38,70	21,00	8	39,50	21,00	
				9	40,60	22,70				
	40,00	23,00	50,00	1	0,00	9,10	2	16,30	14,10	
				3	20,30	15,30	4	26,60	19,10	
				5	28,30	19,20	6	28,70	18,80	
				7	38,30	19,30	8	38,50	19,80	
				9	38,70	21,00	10	39,50	21,00	
	22,20	18,20	0	11	40,60	22,70				
				1	0,00	9,10	2	16,30	14,10	
				3	20,30	15,30	4	26,60	19,10	
				5	28,30	19,20	6	28,70	18,80	
				7	38,30	19,30	8	38,30	18,80	
	26,60	18,70	0	9	39,50	18,80	10	39,50	21,00	
				11	40,60	22,70				
				1	0,00	6,20	2	20,30	13,10	
3				29,00	16,20	4	32,80	17,00		
5				38,70	18,50	6	39,50	18,80		
21,90	19,40	0	7	40,60	19,70					
			1	0,00	4,20	2	20,30	11,00		

Nr.:

Description	Parameters			Polygon points					
	ϕ [°]	γ [kN/m ³]	c [kN/m ²]	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]
	24,50	19,10	0	3	30,00	14,40	4	32,80	15,80
				5	38,70	18,50	6	39,50	18,80
				7	40,60	19,70			
				1	0,00	2,80	2	20,30	8,70
				3	26,50	10,60	4	30,00	12,00
				5	32,80	14,00	6	38,50	17,80
				7	40,60	18,90			
	32,00	19,90	0	1	0	0	2	20,30	6,60
				3	28,90	9,70	4	32,80	12,60
				5	35,50	14,50	6	38,50	16,50
				7	40,60	17,80			
				1	-0,00	-2,00	2	5,20	0
				3	20,30	5,20	4	26,50	7,70
				5	30,00	9,50	6	34,20	12,60
	37,00	21,80	0	7	38,50	15,50	8	40,60	17,30

IULS type 3, AC 1
Critical slip surface

Scale 1 :249,5 (-1.00,-3.00..41.00,55.00)



!ULS type 3, AC 1**Slip circle with minimum safety**

Circle No.	x [m]	y [m]	R [m]	point of constraint	Anchor	F _{ex} [-]	L _{req} [m]	L _{min} [m]	Remark see footnotes	
113	14,73	47,94	34,50			0,99			1)	

F_{ex} : existing safety, required safety F_{req} = 1.00
 L_{req} : calculated required free anchor length between L_{min} - L_{max}
 L_{min} : input minimum free anchor length

LC 200141 Lasko- Ojstro

Analiza porusitve (P10)

Page 1

09.11.20, 17:32

GPROCOCOM D.O.O., 2000 Maribor

Larix-5 - Version 2.01

Resistance factor (1)

Name	LS 1 [-]	LS 2 [-]	LS 3 [-]	Serviceability [-]	global [-]
Prestressed anchor		1,00	1,00		1,00
Shear resistance		1,30	1,30		1,00
Soil reinforcement element		1,00	1,00		1,00
Friction angle $\gamma_{M\phi}$		1,25	1,25		1,00
Cohesion γ_{Mc}		1,25	1,25		1,00

Analysis parameters (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global	
Partial safety factor ultimate resistance		1,000	1,000		1,400	-

Actions (1)

Name	Type	Set	LS Type 1		LS Type 2		LS Type 3		ψ -Factors	
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	ψ_0 [-]	
Dead load	permanent		1,10	0,90	1,35	0,80	1,00	1,00		

LS Type 1 : Limit state type 1

LS Type 2 : Limit state type 2

LS Type 3 : Limit state type 3

ψ -Factors : Reduction factors

Actions (2)

Name	ψ -Factors			u
	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	ψ_1' [-]	
Dead load				Yes

ψ -Factors : Reduction factors

u : Action is used

Geotechnical model

Scale 1 :250,3 (-0.50,-1.00..42.00,20.00)

Nr.:

C:\Users\Uporabnik\Documents\LARIX DATOTEKE\LARIX Dokument 1\LA\KO- LC 200141 Lasko- Ojstro (analiza porusitve P10)-2.L5S

GEOTECHNICAL MODEL

Soil layer boundaries

Description	Parameters			Point	Polygon points					
	ϕ [°]	γ [kN/m ³]	c [kN/m ²]		x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]	
	21,00	18,20	1,00	1	0,00	2,00	2	7,60	4,00	
				3	17,10	7,90	4	29,40	12,90	
				5	34,80	13,10	6	36,50	13,60	
				7	38,60	15,00				
	26,00	19,00	0	1	0,00	0,60	2	9,60	3,40	
				3	22,70	7,90	4	30,30	10,00	
				5	34,80	10,80	6	38,60	11,70	
	33,40	19,40	0	1	0,00	0,60	2	9,60	3,40	
				3	22,20	7,20	4	34,80	10,00	
	37,00	20,20	0	5	38,60	10,80				
				1	0	0	2	17,20	4,80	
				3	21,30	5,90	4	34,80	8,80	
			5	38,60	9,50					

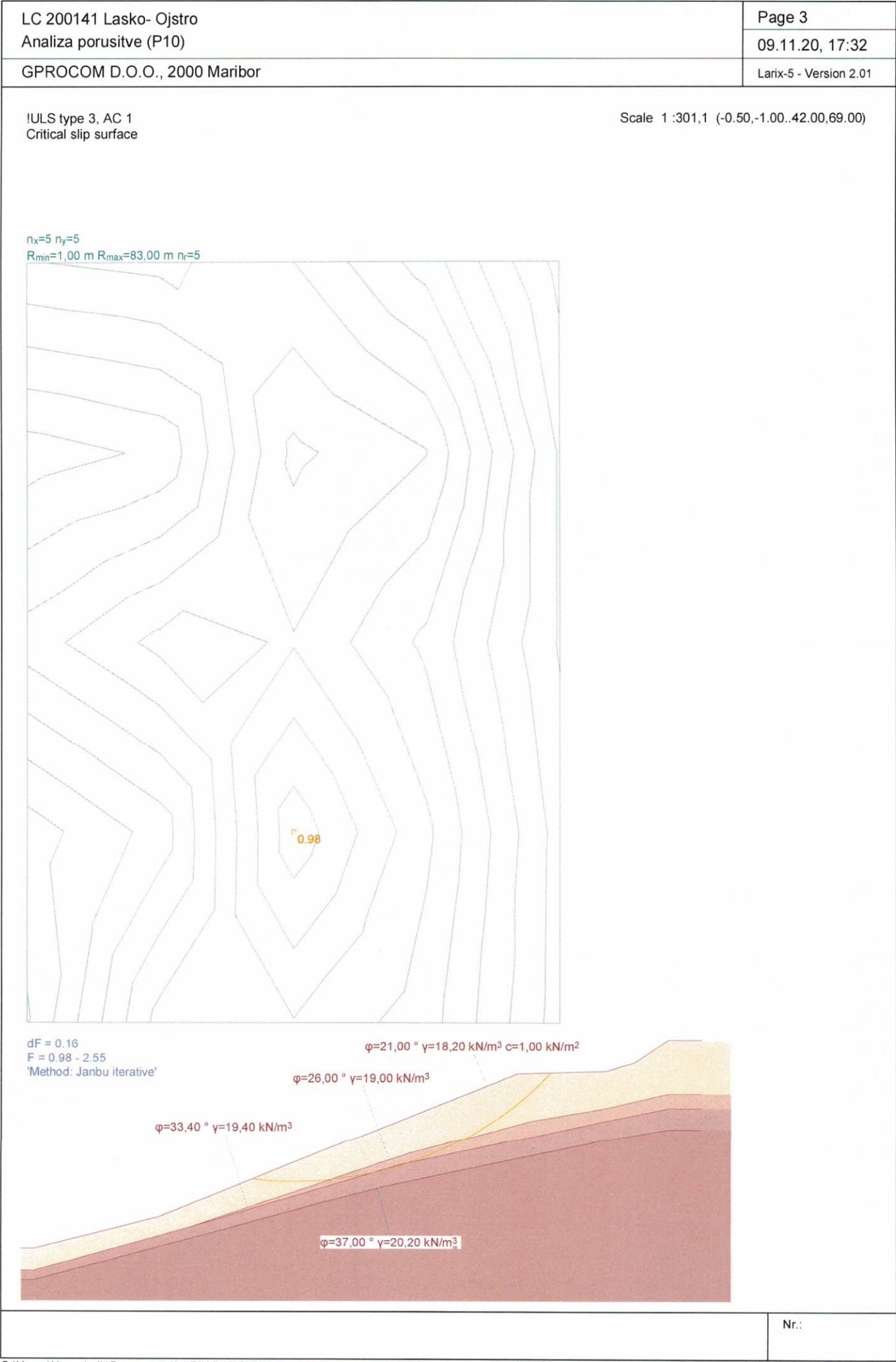
Water table

Dead load

γ_w [kN/m ³]	Parameters		Polygon points									
	State	u	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]	
10.00	active	dynamic	1	0.00	0.60	2	22.13	7.71	3	38.66	13.12	

State : Groundwater active or inactive in the analysis

u : Pore pressure calculated hydrodynamically or hydrostatically



!ULS type 3, AC 1

Slip circle with minimum safety

Circle No.	x [m]	y [m]	R [m]	point of constraint	Anchor	F _{ex} [-]	L _{req} [m]	L _{min} [m]	Remark see footnotes	
37	15,78	27,69	21,50			0,98			1.)	

F_{ex} : existing safety, required safety F_{req} = 1.00
 L_{req} : calculated required free anchor length between L_{min} - L_{max}
 L_{min} : input minimum free anchor length

LC 200141 Lasko- Ojstro
Sanacija (P10)

GPROCOT D.O.O., 2000 Maribor

Page 1

09.11.20, 17:37

Larix-5 - Version 2.01

Resistance factor (1)

Name	LS 1 [-]	LS 2 [-]	LS 3 [-]	Serviceability [-]	global [-]
Prestressed anchor		1,00	1,00		1,00
Shear resistance		1,30	1,30		1,00
Soil reinforcement element		1,00	1,00		1,00
Friction angle $\gamma_{M\phi}$		1,25	1,25		1,00
Cohesion γ_{Mc}		1,25	1,25		1,00

Analysis parameters (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global	
Partial safety factor ultimate resistance		1,000	1,000		1,400	-

Actions (1)

Name	Type	Set	LS Type 1		LS Type 2		LS Type 3		ψ -Factors
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Dead load	permanent		1,10	0,90	1,35	0,80	1,00	1,00	0,70
Live load	variable		1,50		1,50		1,30		

LS Type 1 : Limit state type 1

LS Type 2 : Limit state type 2

LS Type 3 : Limit state type 3

ψ -Factors : Reduction factors

Actions (2)

Name	ψ -Factors			u
	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	ψ_1' [-]	
Dead load				Yes
Live load	0,70	0,70	1,00	Yes

ψ -Factors : Reduction factors

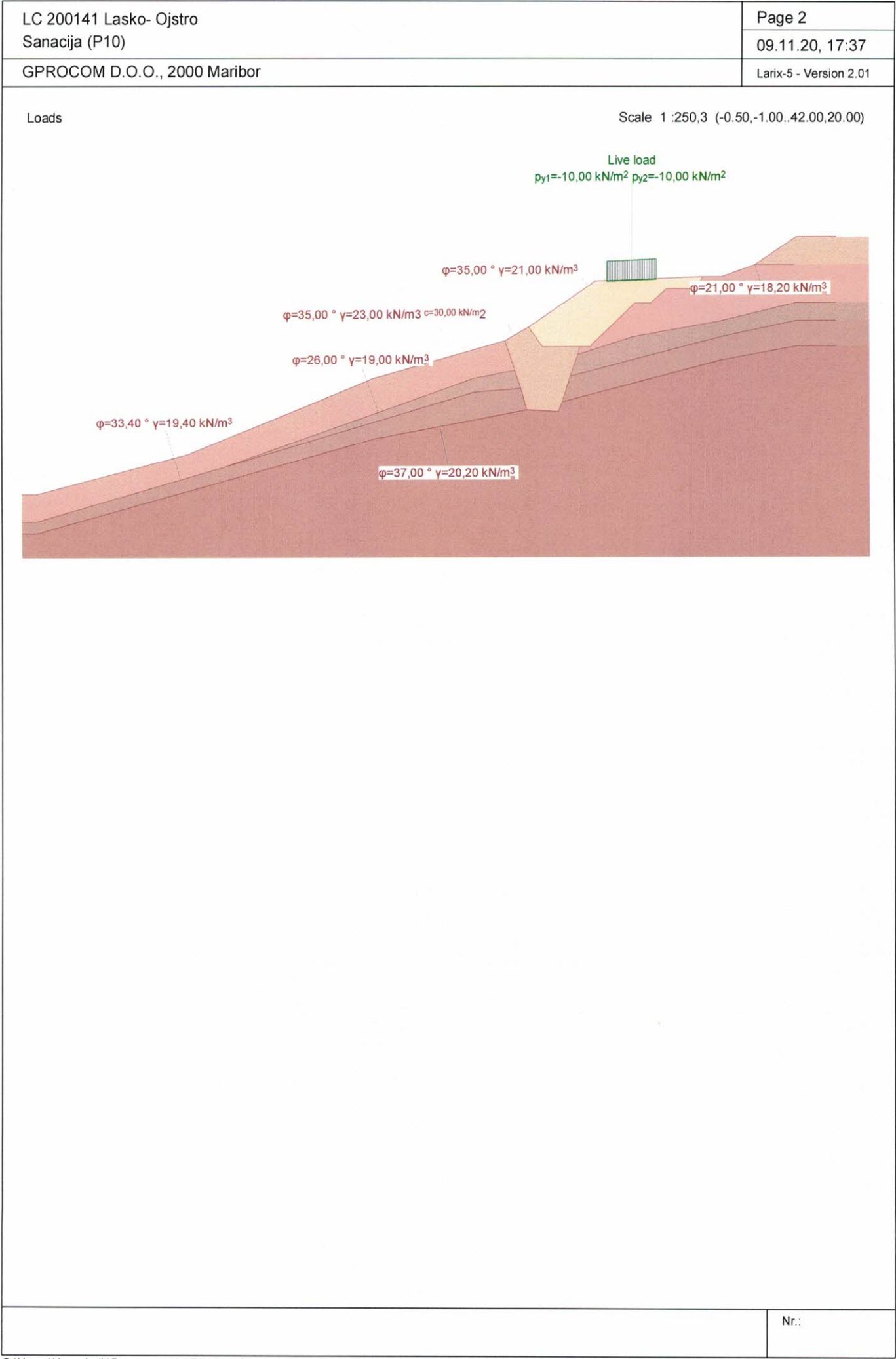
u : Action is used

Geotechnical model

Scale 1 :250,3 (-0.50,-1.00..42.00,20.00)

Nr.:

C:\Users\Uporabnik\Documents\LARIX DATOTEKE\LARIX Dokument 1\LAKO- LC 200141 Lasko- Ojstro (sanacija P10).L5S



GEOTECHNICAL MODEL**Soil layer boundaries**

Description	Parameters			Polygon points						
	ϕ [°]	γ [kN/m ³]	c [kN/m ²]	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]	
	35,00	21,00	0	1	0,00	2,00	2	7,60	4,00	
				3	17,10	7,90	4	23,80	9,80	
				5	25,00	10,50	6	28,40	12,80	
				7	33,80	13,00	8	34,80	13,00	
				9	36,50	13,60	10	38,60	15,00	
	35,00	23,00	30,00	1	0,00	2,00	2	7,60	4,00	
				3	17,10	7,90	4	23,80	9,80	
				5	25,00	10,50	6	25,70	9,50	
				7	27,60	9,50	8	28,10	9,50	
				9	30,40	11,70	10	31,20	11,70	
	21,00	18,20	0	11	32,00	12,40	12	33,60	12,40	
				13	33,80	13,00	14	34,80	13,00	
				15	36,50	13,60	16	38,60	15,00	
				1	0,00	2,00	2	7,60	4,00	
				3	17,10	7,90	4	23,80	9,80	
	26,00	19,00	0	5	24,30	8,30	6	24,60	7,40	
				7	24,90	6,30	8	26,50	6,20	
				9	26,70	6,70	10	27,10	8,00	
				11	27,50	9,10	12	27,60	9,50	
				13	28,10	9,50	14	30,40	11,70	
	33,40	19,40	0	15	31,20	11,70	16	32,00	12,40	
				17	33,60	12,40	18	33,80	13,00	
				19	34,80	13,00	20	36,50	13,60	
				1	0,00	0,60	2	9,60	3,40	
				3	22,20	7,90	4	24,30	8,30	
	37,00	20,20	0	5	24,60	7,40	6	24,90	6,30	
				7	26,50	6,20	8	26,70	6,70	
				9	27,10	8,00	10	27,50	9,10	
				11	30,30	10,00	12	34,80	10,80	
				13	38,60	11,70				
				1	0,00	0,60	2	9,60	3,40	
				3	22,20	7,20	4	24,60	7,40	
				5	24,90	6,30	6	26,50	6,20	
				7	26,70	6,70	8	27,10	8,00	
				9	34,80	10,00	10	38,60	10,80	
				1	0	0	2	17,20	4,80	
				3	24,90	6,30	4	26,50	6,20	
				5	26,70	6,70	6	34,80	8,80	
				7	38,60	9,50				

Water table**Dead load**

γ_w [kN/m³]	Parameters		Polygon points								
	State	u	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]	Point	x [m]	y [m]
10,00	active	dynamic	1	26,70	6,70	2	37,91	11,54			

State : Groundwater active or inactive in the analysis

u : Pore pressure calculated hydrodynamically or hydrostatically

LOADS**Distributed load**

Description	Action	x ₁ [m]	y ₁ [m]	x ₂ [m]	y ₂ [m]	p ₁ [kN/m ²]	p ₂ [kN/m ²]	Orientation
	Live load	29,00	12,80	31,50	12,90	-10,00	-10,00	y



LC 200141 Lasko- Ojstro Sanacija (P10)										Page 5	
GPROCOM D.O.O., 2000 Maribor										09.11.20, 17:37	
										Larix-5 - Version 2.01	
!ULS type 3, AC 1											
Slip circle with minimum safety											
Circle No.	x	y	R	point of constraint	Anchor	F _{ex}	L _{req}	L _{min}	Remark		
	[m]	[m]	[m]			[-]	[m]	[m]	see footnotes		
37	15,78	27,69	21,50			1,43					
F _{ex}	: existing safety, required safety F _{req} = 1.00										
L _{req}	: calculated required free anchor length between L _{min} - L _{max}										
L _{min}	: input minimum free anchor length										
										Nr.:	

2.5 Statične analize konstrukcij

Resistance factor (1)

Name	LS 1 [-]	LS 2 [-]	LS 3 [-]	Serviceability [-]	global [-]
ME value				1,00	1,00
Shear force in key		1,40		1,00	1,00
Friction angle $\gamma_{M\phi}$		1,25		1,00	1,00
Unit weight γ_{My}		1,00		1,00	1,00
Cohesion γ_{Mc}		1,25		1,00	1,00
Partial safety factor overturning γ_R	1,00				1,50
Partial safety factor sliding γ_R		1,00			1,50
Partial safety factor bearing capacity γ_R		1,00			2,00

Analysis parameters (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global	
Part due to earth pressure at rest	0	0		1,000	0	-
Base rotation				2,000	2,000	‰
Minimum earth pressure	5,000	5,000		0	0	kN/m ²
Enlargement fact. for section forces γ_L					1,500	-

Analysis options (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global
Active wall friction angle	Yes	Yes		Yes	Yes

Actions (1)

Name	Type	Set	LS Type 1		LS Type 2		LS Type 3		ψ -Factors
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Dead load	permanent		1,10	0,90	1,35	0,80	1,00	1,00	
Earth pressure permanent	permanent		1,25	0,80	1,25	0,70	1,00	1,00	

LS Type 1 : Limit state type 1
LS Type 2 : Limit state type 2
LS Type 3 : Limit state type 3
 ψ -Factors : Reduction factors

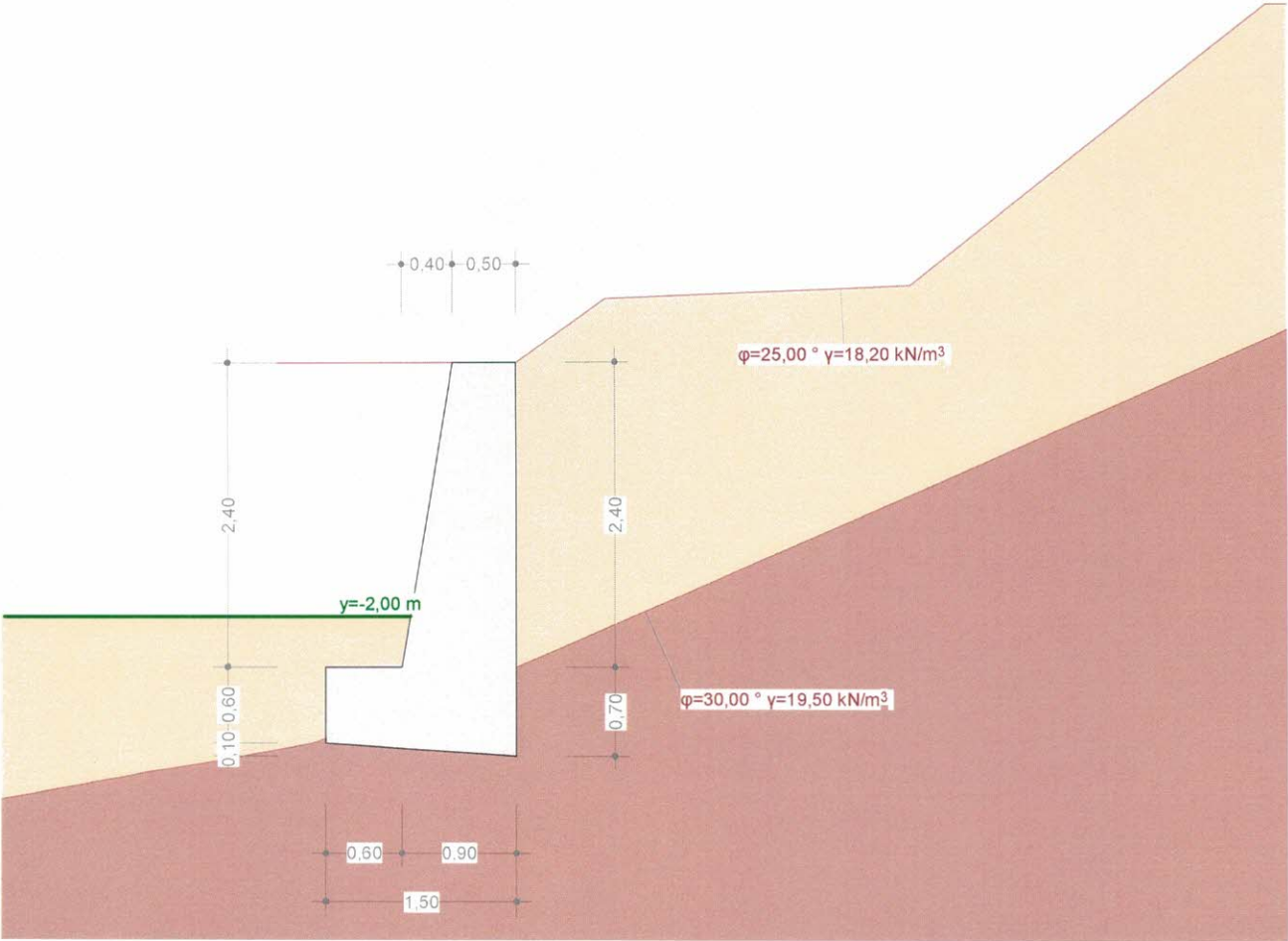
Actions (2)

Name	ψ -Factors			u
	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	$\psi_{1'}$ [-]	
Dead load				Yes
Earth pressure permanent				Yes

ψ -Factors : Reduction factors
u : Action is used

Geotechnical model

Scale 1 :58,9 (-4.00,-4.50..6.00,4.00)



GEOTECHNICAL MODEL

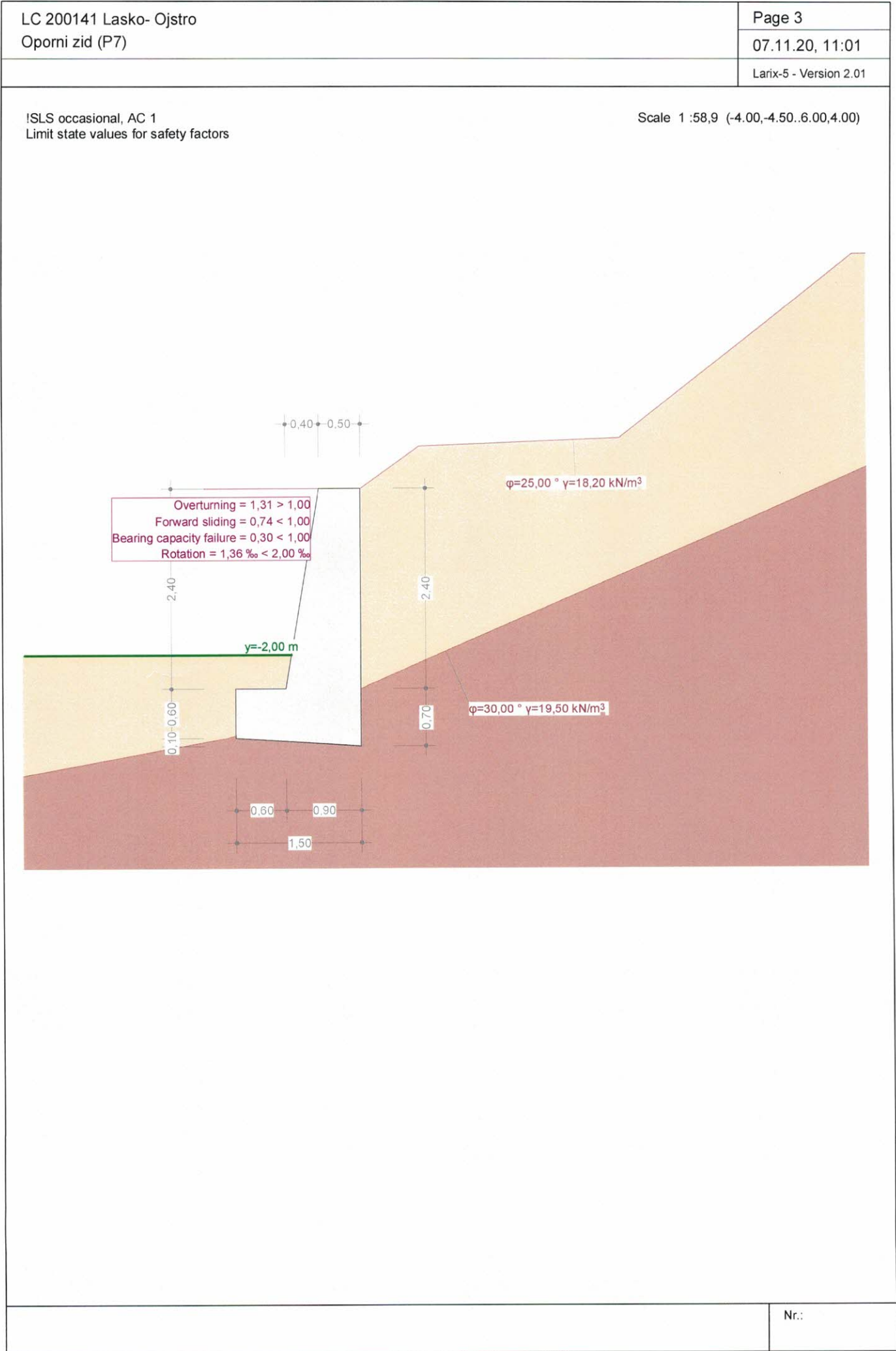
Soil layer boundaries

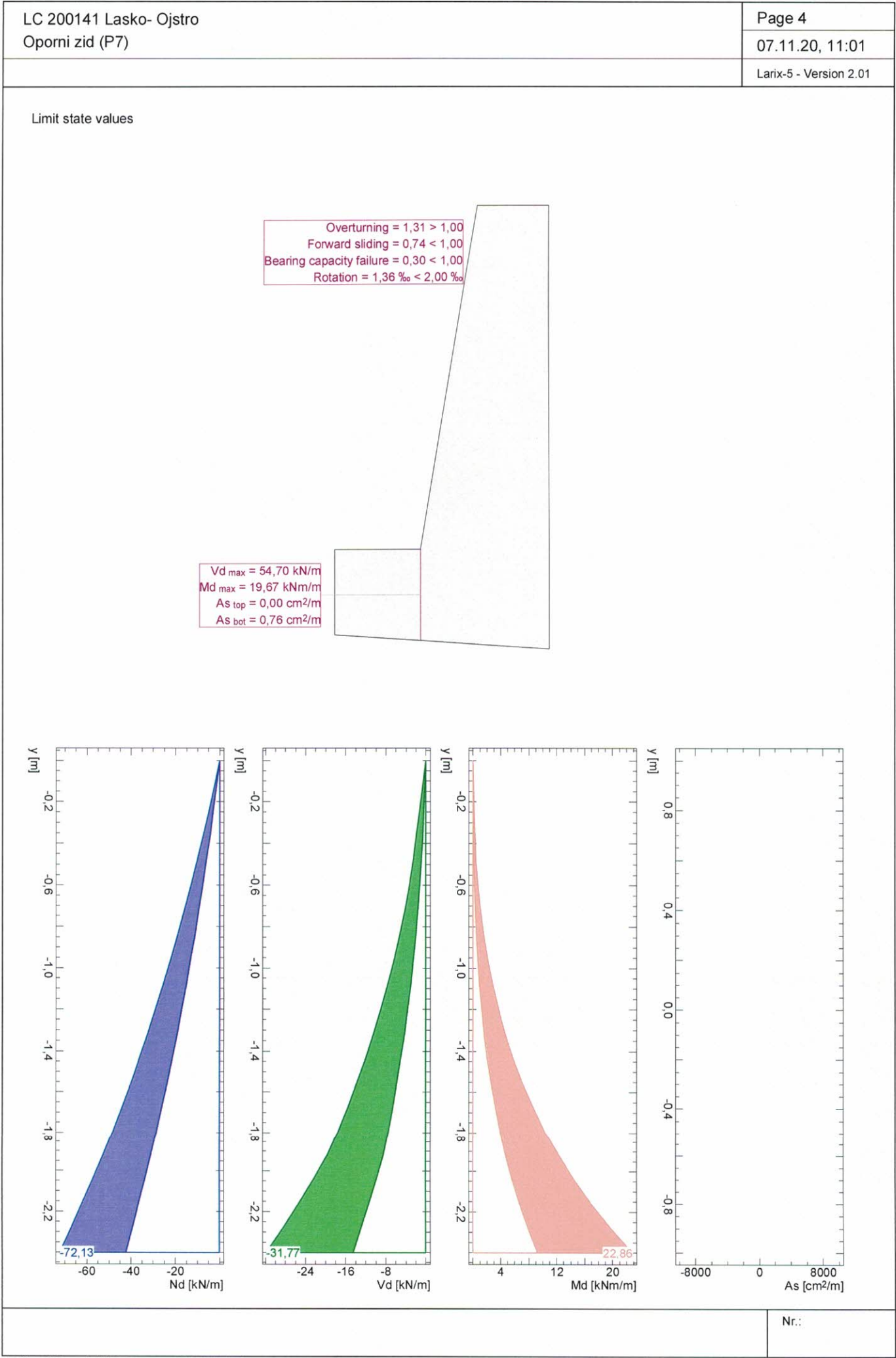
Description	Parameters			Point	x [m]	Polygon points			
	φ [°]	γ [kN/m³]	c [kN/m²]			y [m]	Point	x [m]	y [m]
	25,00	18,20	0	1	0	0	2	0,70	0,50
	30,00	19,50	0	3	3,10	0,60	4	5,90	2,80
				1	-4,07	-3,46	2	-1,60	-3,00
				3	0	-2,40	4	6,30	0,34

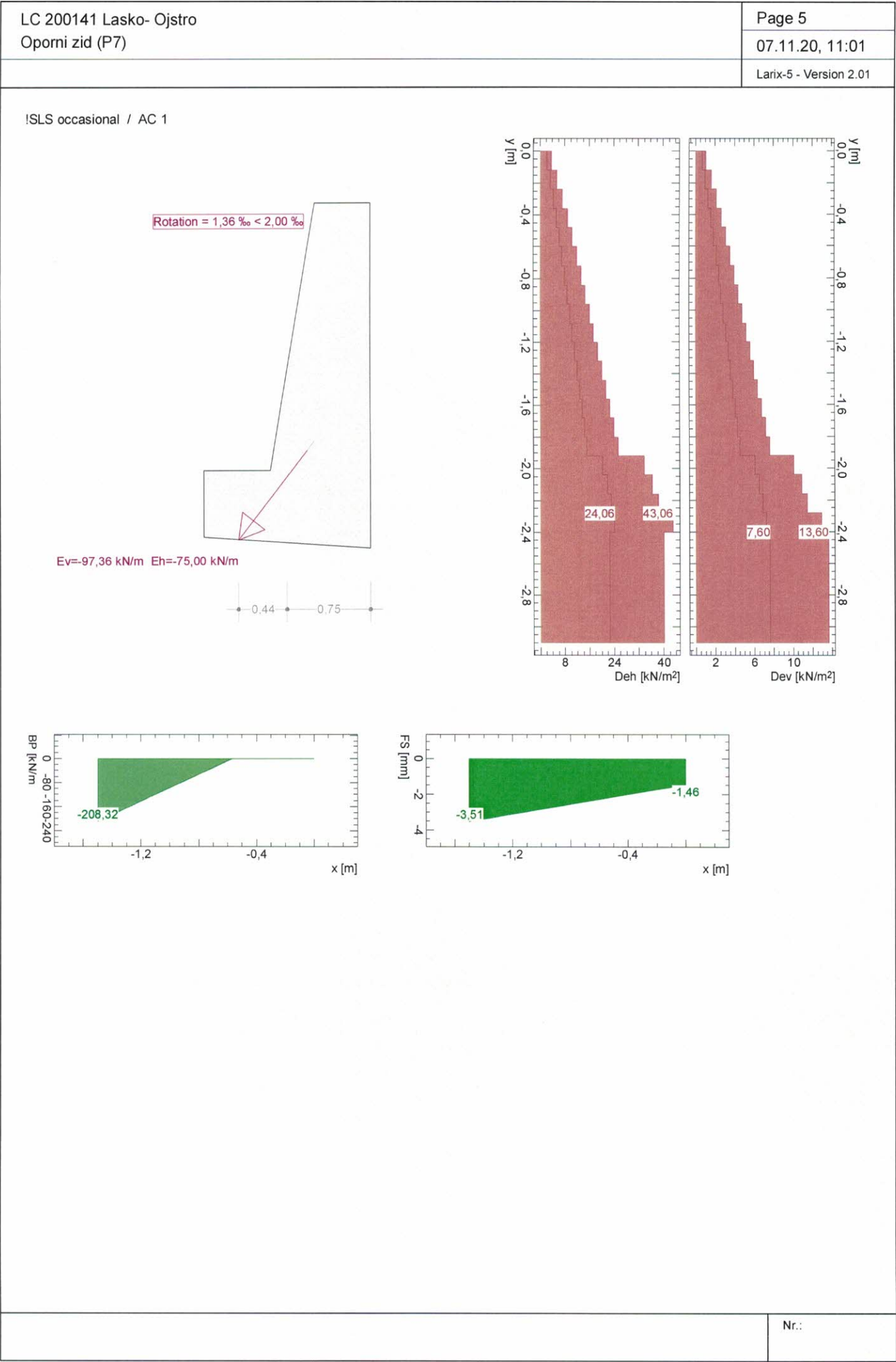
Ground surface below wall

y [m]	dx [m]	β [°]
-2,00	0	0

dx : Horizontal part of berm
β : Slope of berm







Resistance factor (1)

Name	LS 1 [-]	LS 2 [-]	LS 3 [-]	Serviceability [-]	global [-]
Earth resistance closed wall		1,40		1,00	1,50
Earth resistance open wall		1,40		1,00	2,00
Flexural stiffness EI		1,10		1,00	1,00
Modulus of subgrade reaction ksh		1,50		1,00	1,50

Analysis parameters (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global	
Part due to earth pressure at rest		0		1,000	0	-
Minimum earth pressure		5,000		0	0	kN/m ²
Factor of earth pressure redistribution					1,300	-
Hydraulic failure $\gamma_{G,inf}$	0,900					-
Hydraulic failure $\gamma_{G,sup}$	1,600					-
Hydraulic failure $\gamma_{R,HG}$					2,000	-
Model factor of horizontal equilibrium		1,500		1,500	1,500	-
Enlargement fact. for section forces γ_L					1,500	-
Factor for internal pile resistance η_i		1,000			1,000	-

Analysis options (1)

Name	LS 1	LS 2	LS 3	Serviceability	global
Active wall friction angle		Yes		Yes	Yes
passive wall friction angle		Yes		Yes	Yes

Actions (1)

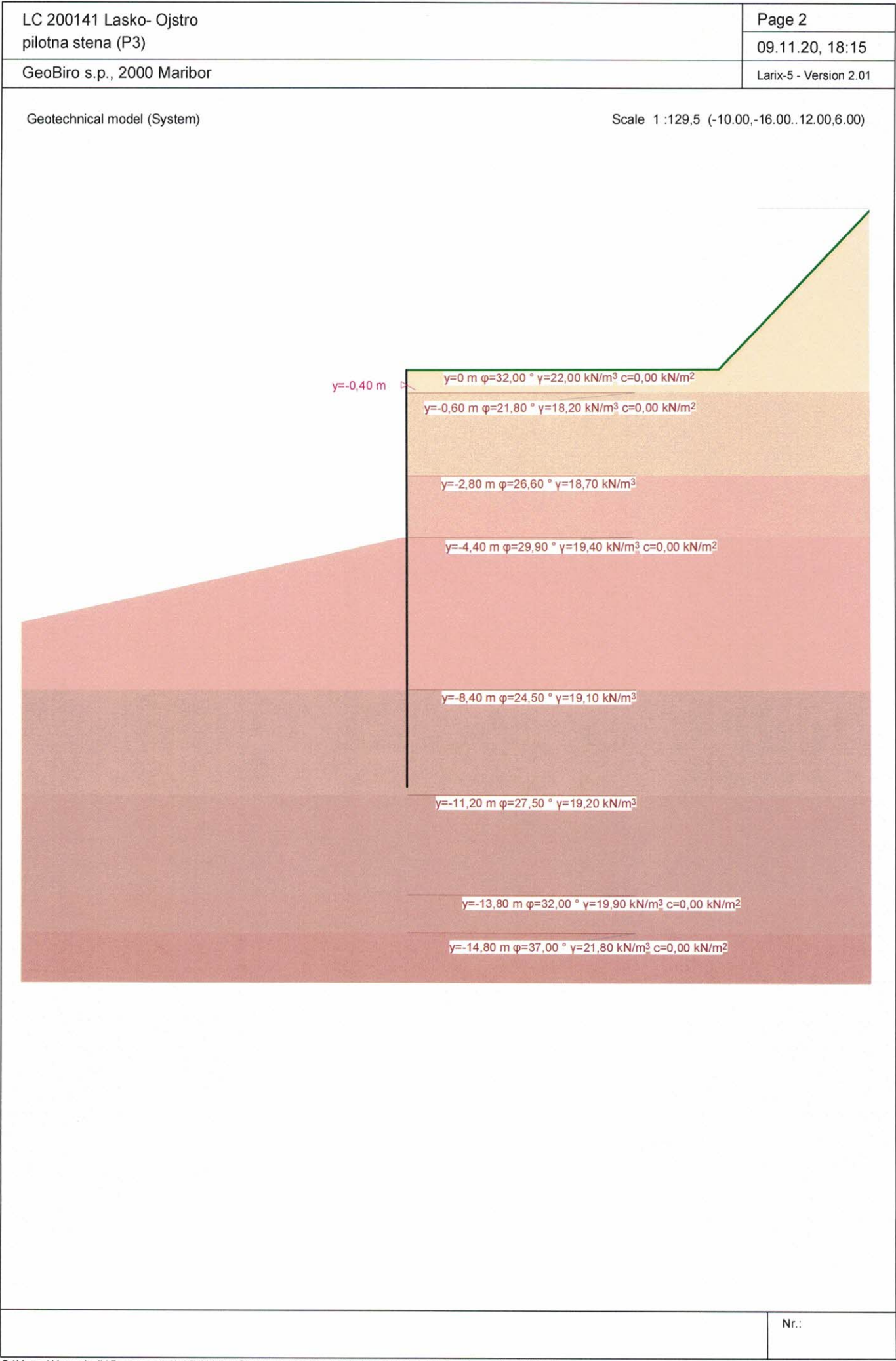
Name	Type	Set	LS Type 1		LS Type 2		LS Type 3		ψ -Factors
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Dead load	permanent		1,10	0,90	1,35	0,80	1,00	1,00	0,70
Live load	variable		1,50		1,50		1,30		
Earth pressure permanent	permanent		1,35	0,80	1,35	0,70	1,00	1,00	

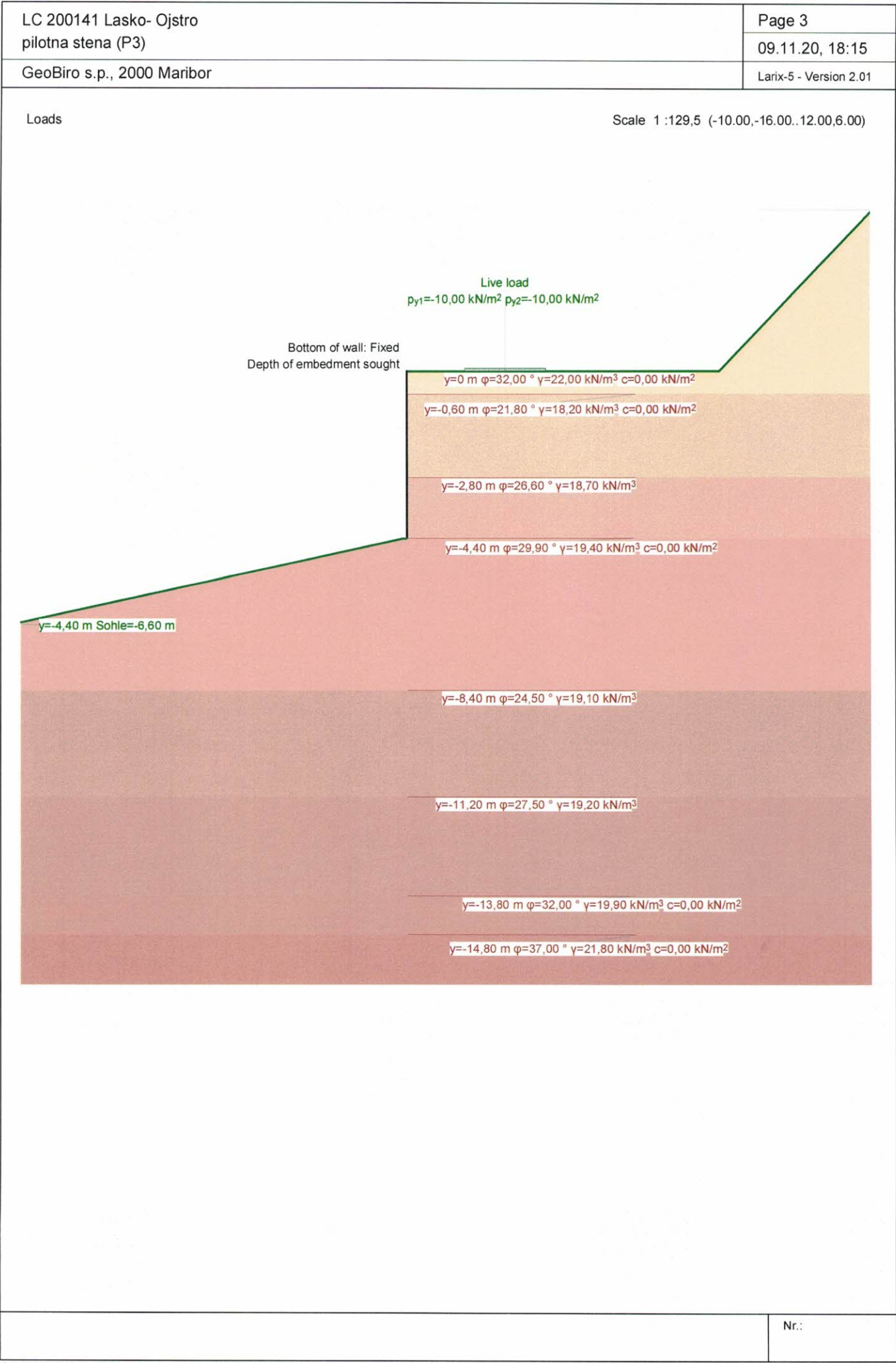
LS Type 1 : Limit state type 1
 LS Type 2 : Limit state type 2
 LS Type 3 : Limit state type 3
 ψ -Factors : Reduction factors

Actions (2)

Name	ψ -Factors			u
	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	ψ_1' [-]	
Dead load				Yes
Live load	0,70	0,70	1,00	Yes
Earth pressure permanent				Yes

ψ -Factors : Reduction factors
 u : Action is used





C:\Users\Uporabnik\Documents\LARIX DATOTEKE\LASKO,LC 200141 Lasko- Ojstro (sanacija P3).L5G

SYSTEM

Excavation support walls

Wall type	Parameters		Top of wall		Inclination
	δ_a	δ_p	x [m]	y [m]	α [°]
Closed	0,67	-0,50	0	0	0

δ_a : Active wall friction angle as fraction of soil friction angle for determining the active earth pressure coefficients

δ_p : Passive wall friction angle as fraction of soil friction angle for determining the earth resistance coefficients

Wall system cross section, secant pile wall

Description	Materials, stiffness		Description	Geometry	
	Value	Unit		Value	Unit
Concrete	C25/30		Pile spacing a_p	1,00	[m]
Reinforcing steel	S500		Pile diameter d_p	0,60	[m]
Bending stiffness EI	161694	[kNm ² /m]	Distance to edge a_{RP}	50,0	[mm]
min reinforcement content ρ_{min}	0,50	[%]			

Concrete

Material class	$-f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	E_{cm} [kN/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	τ_{Rd} [N/mm ²]	$f_{ck,cubg}$ [N/mm ²]
C25/30	-25,0	30,5	2,6	0,3	30,0

Reinforcement steel

Material class	$-f_{yk}$ [N/mm ²]	E_s [kN/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	ε_{uk} [‰]	f_{tk} [N/mm ²]
S500	-500,0	200,0	500,0	20,0	500,0

Ground surface

Level y [m]	Variation			Description	Vertical surcharge Action	p [kN/m ²]	As e. pr.
	d_{x1} [m]	d_{x2} [m]	d_{y1} [m]				
0	8,20	4,00	4,20			0	No

As e. pr. : Earth pressure due to surcharge treated as usual earth pressure (redistribution, min. earth pressure, load factor)

Soil layers

Description	Level	Parameters			Further attributes					
	y [m]	ϕ [°]	γ [kN/m ³]	c_a [kN/m ²]	c_p [kN/m ²]	k [m/s]	γ' [kN/m ³]	K_{ah} [-]	K_{Oh} [-]	K_{ph} [-]
	0	32,00	22,00	0,00						
	-0,60	21,80	18,20	0,00						
	-2,80	26,60	18,70	0,00						
	-4,40	29,90	19,40	0,00						
	-8,40	24,50	19,10	0,00						
	-11,20	27,50	19,20	0,00						
	-13,80	32,00	19,90	0,00						
	-14,80	37,00	21,80	0,00						

c_a : Cohesion of soil layer to determine earth pressure

c_p : Cohesion of soil layer to determine earth resistance

k : Permeability of soil layer

γ' : Quoyant unit weight of soil (without seepage force)

Props

Level y [m]	Inclination α [°]	dh [m]	Support	f [kN/m ²]	Support movement on activation dx [m]	Type
-0,40	-30,00	0	Rigid		Acc. to last stage	Anchor

dh : Support height above which the section forces are smoothed

f : Spring constant

LOADS Stage 1: Final state

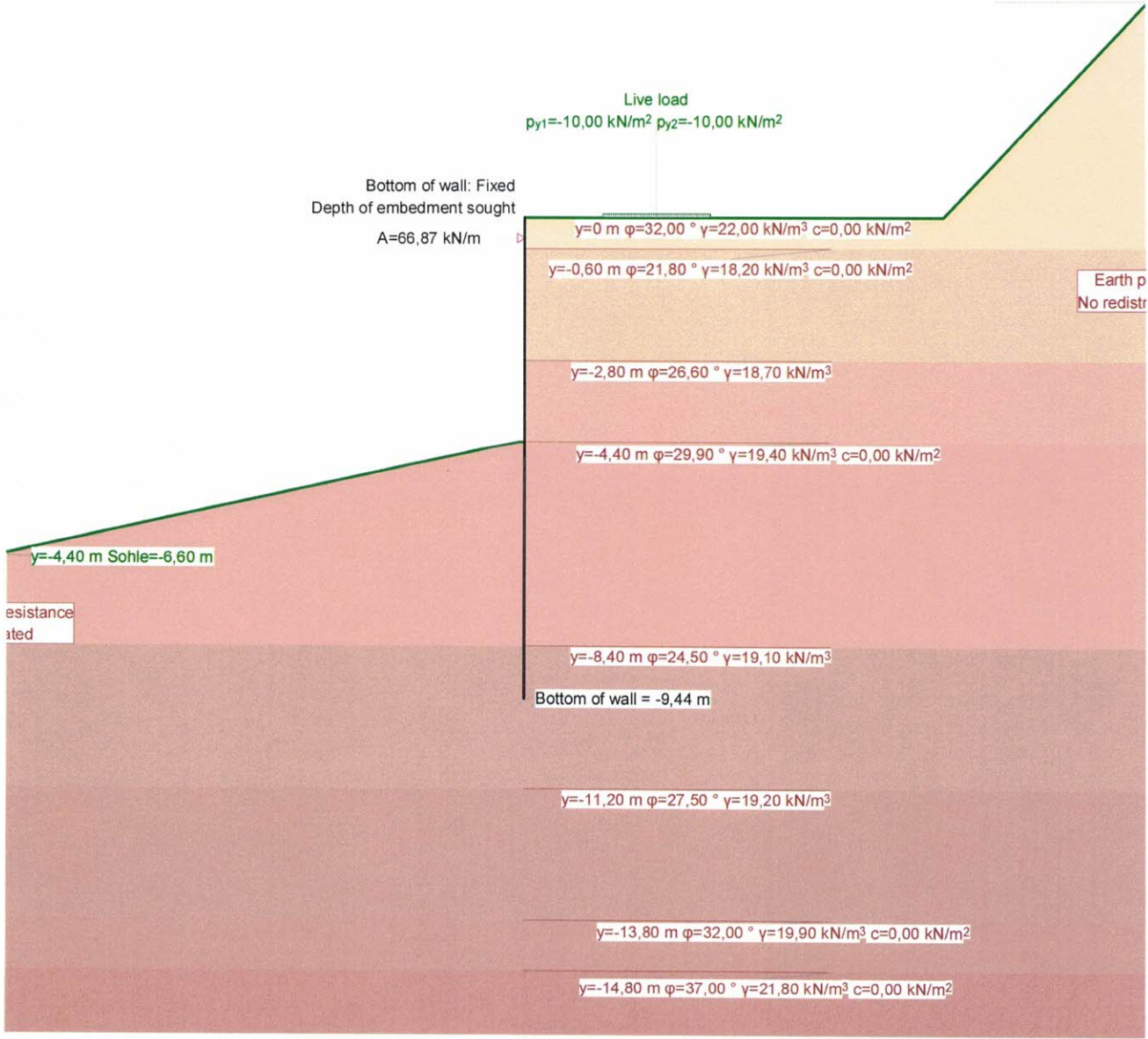
Distributed loads on soil

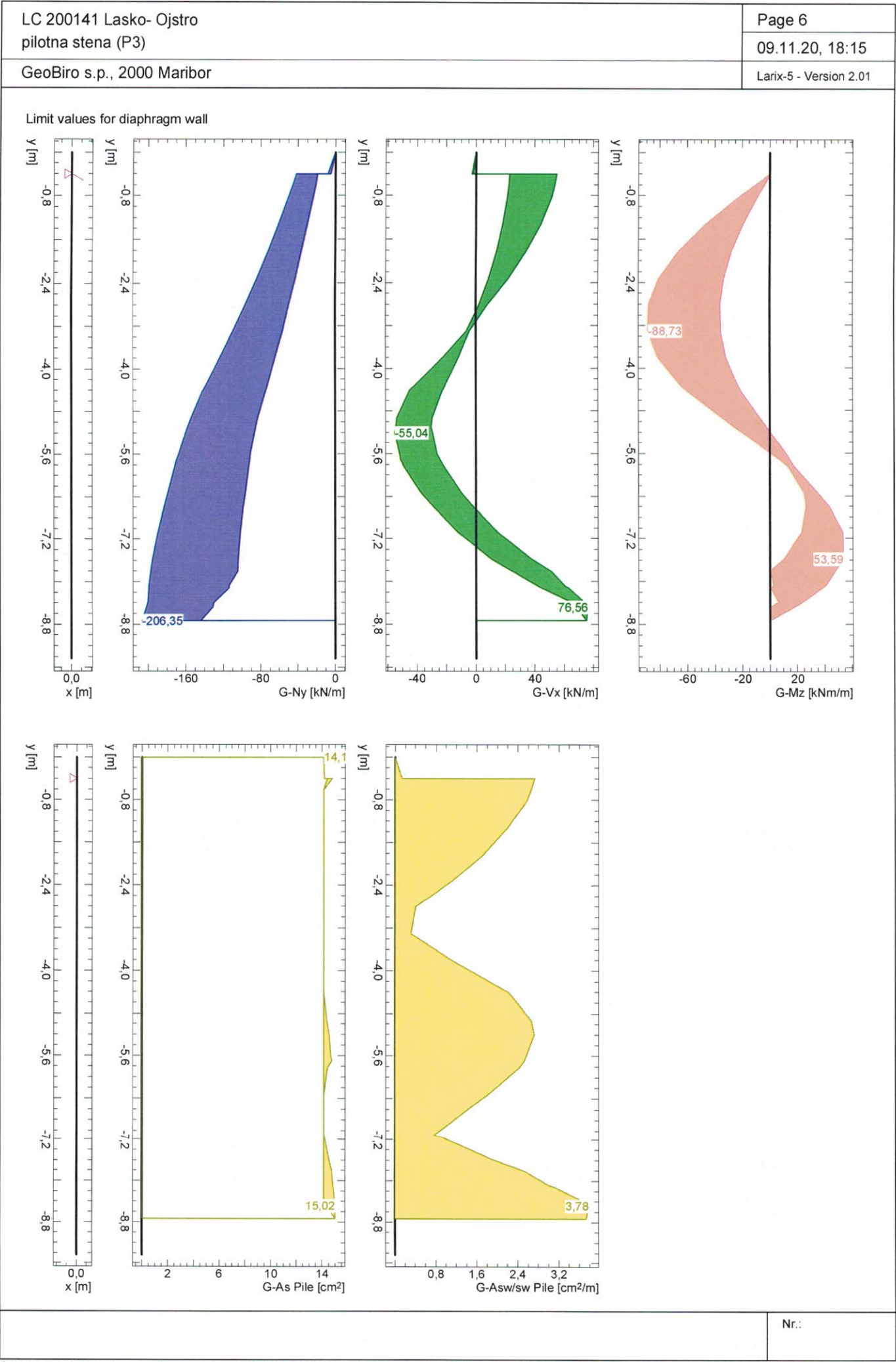
Description	Action	X ₁ [m]	Y ₁ [m]	X ₂ [m]	Y ₂ [m]	p ₁ [kN/m ²]	p ₂ [kN/m ²]	As e. pr.
	Live load	1,53	0	3,64	0	-10,00	-10,00	No

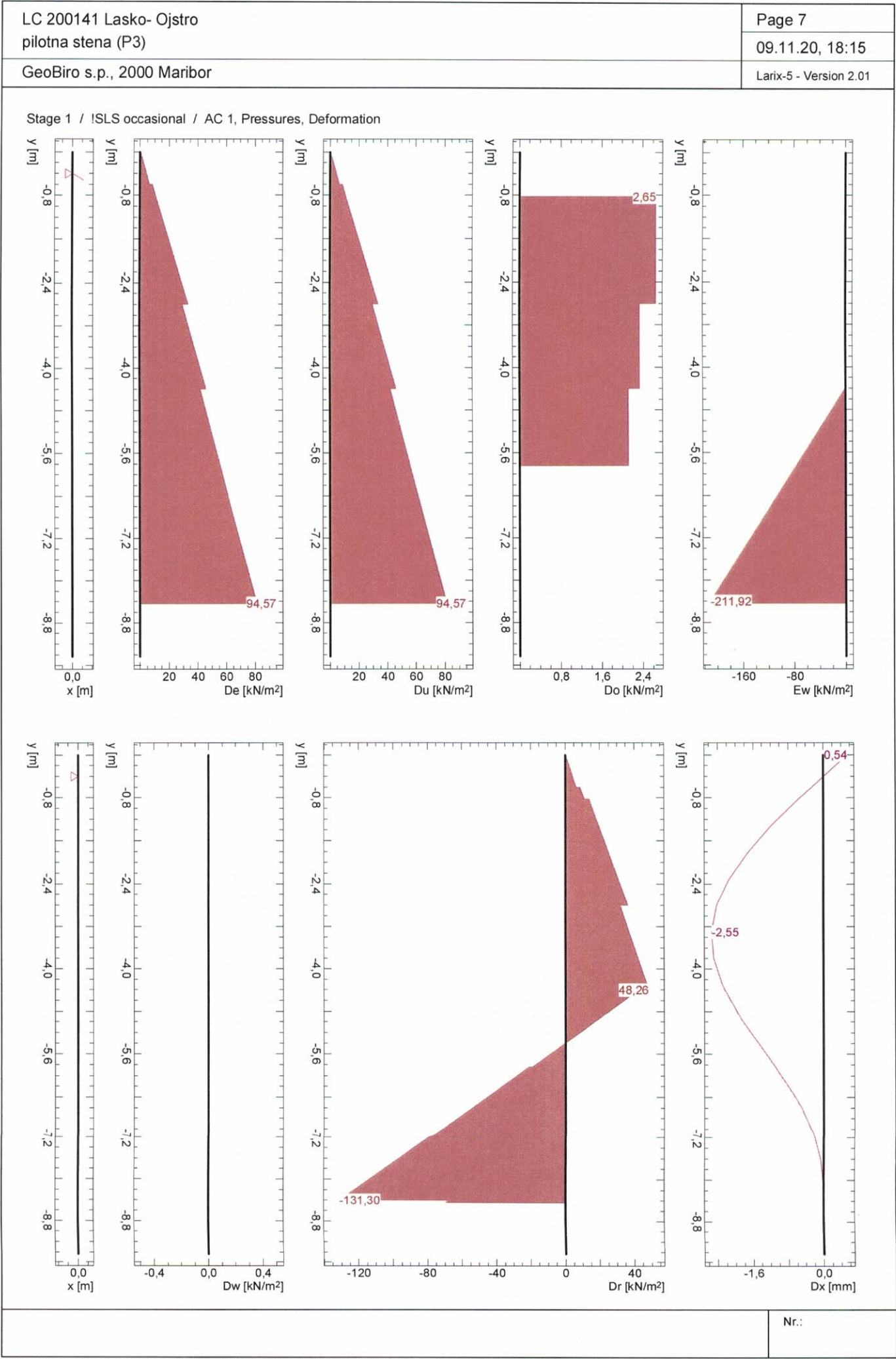
As e. pr. : Excess earth pressure treated as usual earth pressure (redistribution, min. earth pressure, load factor)

Stage 1 ISLS occasional, AC 1
Limit state value for wall length / force in prop

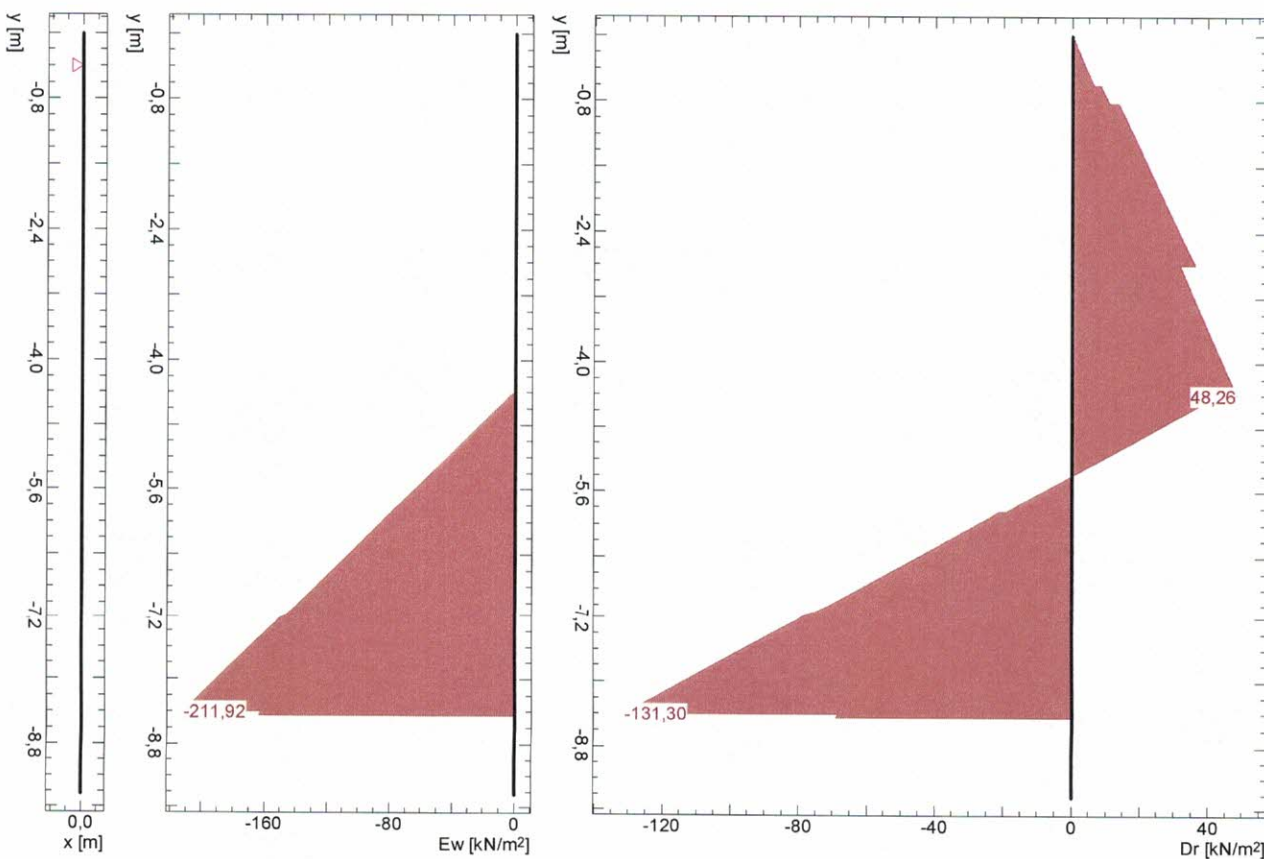
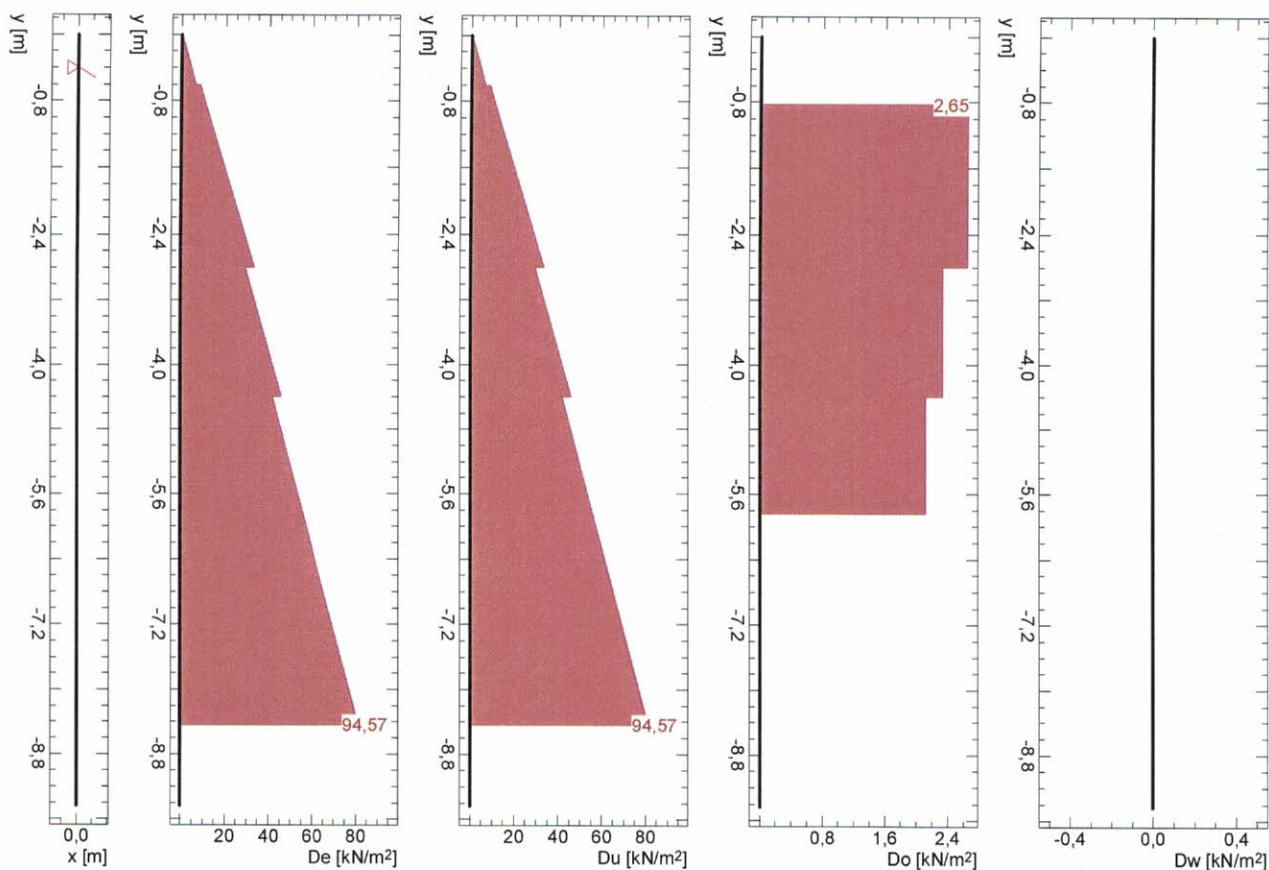
Scale 1 :129,5 (-10.00,-16.00..12.00,6.00)







Stage 1 / !SLS occasional / AC 1, Pressures



Nr.:



Job Title LC 200141 Lasko- Ojstro
Client Obcina Lasko

General

Design code: Eurocode 2
Analysis: Failure surface

Loads: N , M_x

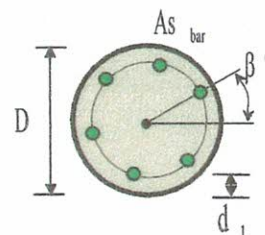
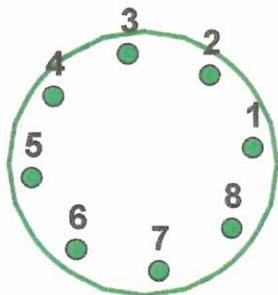
$N > 0$ is compression !

Section

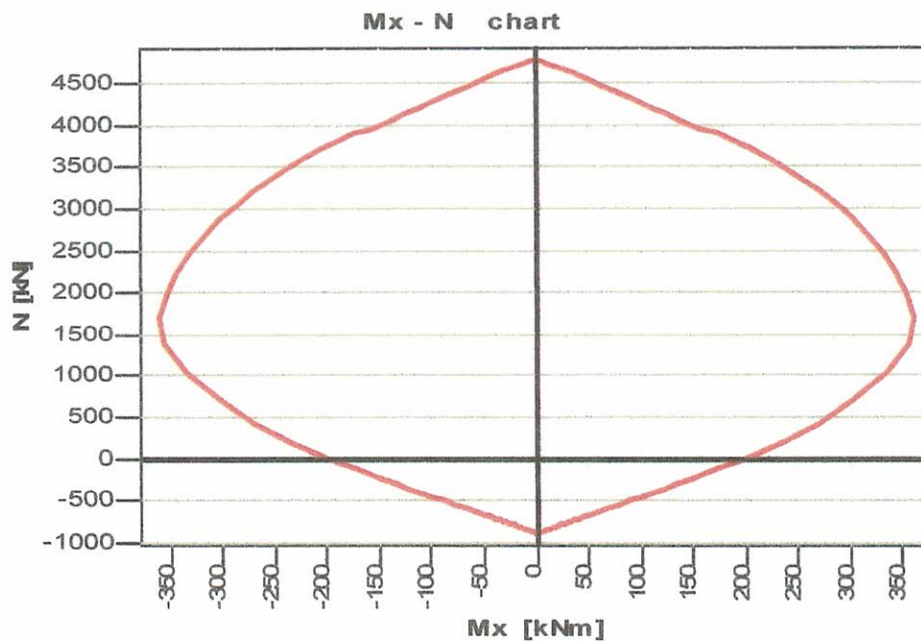
Data [cm]

$D = 60$

$d_1 = 5$



Results



Materials

Concrete: C25/30
SSR: Parabolic - linear

$f_{ck} = 25.00$ MPa
 $E_c = 30471.58$ MPa
 $ec2u = -3.500$ o/o
 $ec2 = -2.000$ o/o
 $n = 2.00$

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

$f_{yk} = 500.00$ MPa
 $E_s = 200000.00$ MPa
 $esu = 10.000$ o/o

Factors

Concrete: $\gamma_{c} = 1.50$
Steel: $\gamma_{s} = 1.15$



Reinforcement

Bars =8
beta = 8.00 deg
As,bar =2.54cm²

Solve data

II order moments: No

Section properties

Reinforcement :

As,tot = 20.32 cm²

Concrete section:

Ac = 2822.27 cm²
Ic,x = 633850.86 cm⁴
Ic,y = 633850.86 cm⁴

R/C section:

Ared = 2935.32 cm²
Ired,x = 669179.05 cm⁴
Ired,y = 669179.05 cm⁴
rx = 15.10 cm
ry = 15.10 cm