

SIA Inženieru birojs „Kurbada tilti”
Balvu iela 5, Rīga, LV-1003
Reģistrācijas Nr. LV40003485598
Būvkomersanta reģ. Nr. 2624-R
E-pasts: info@kurbadatilti.lv,
tālrs. 67334229, fakss 67334230



inženieru birojs
KURBADA TILTI

Pasūtītājs

SIA „Vektors T”

Reģ. Nr.

LV40003542176

Adrese

Skodas iela 13, Rīga, LV-1055

Pasūtījuma Nr.

578-T20

Būves klasifikācija

CC 21510101

Projekts

***Rīgas Centrāltirgus teritorijas pilsētas kanāla
krasta nostiprinājuma avārijas stāvokļa
novērsšana***

Objekta atrašanās vieta

***Rīgas Centrāltirgus,
Zemesgabala kadastra apzīmējums 01000040086***

Projekta stadija

Aprēķina atskaite

SIA Inženieru birojs „Kurbada tilti”
valdes loceklis

Jānis Rāzna

Projekta vadītājs

Andris Razgalis

Arhīva reģistrācijas Nr.:
434-HT20

Rīga, 2020. gads

ASKAITES SATURS

1.	Ievads	3
2.	Izmantotie būvnormatīvi un standarti	3
3.	Objekta apraksts.....	3
4.	Projektēšanas izejas dati.....	3
5.	Slodzes	4
6.	Aprēķina shēma.....	4
7.	Gruntis	4
8.	Aprēķina metodika	4
9.	Tērauda korozija.....	5
10.	Nostiprinājuma konstrukcija	5
11.	Aprēķina rezultāti.....	6
11.1	Fasādes sienas nestspējas aprēķins liecē	6
11.2	Enkuri	6
11.3	Grunts pretestība fasādes sienas priekšā	6
11.4	Fasādes sienas deformācijas	6
11.5	Enkurošanas pāļu aprēķins	6
11.6	Enkursienas vertikālā nestspēja.....	7
11.7	Enkurošanas pāļa stiprinājums.....	7
12.	Pielikumi	9

1. Ievads

Atbilstoši noslēgtajam līgumam starp SIA Baltijas mākslīgo būvju projektēšanas birojs "VEKTORS T" un SIA "Inženieru birojs "Kurbada tilti"" veic atbalstsienas aprēķinu rasējuma HR-1 "Rievsienu izvietojuma plāns Raksturīgie griezumumi" griezumā IV-IV vietā. Posma garums ~ 22m.

2. Izmantotie būvnormatīvi un standarti

Atbilstošie aprēķini veikti pamatojoties uz Eirokodeksu prasībām

LVS EN 1993-1-3:2007 A 3. Eirokodekss. Tērauda konstrukciju projektēšana. 1-3. daļa: Vispārīgie noteikumi. Papildnoteikumi auksti velmētiem plānsienīņu būvelementiem un loksnēm.

LVS EN 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules.

LVS EN 1997-2. Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing.

un rekomendācijām

EAU 2012 Recommendations of the Committee for Waterfront Structures - Harbours and Waterways

3. Objekta apraksts

Ņemot vērā, ka tuvākā ģeotehniskās izpētes vieta no aprēķina krasta nostiprinājuma griezumā atradās vairāk kā 30m attālumā, avārijas stāvokļa seku novēršanas būvprojekta izstrādes laikā tika pieņemts lēmums veikt papildus ģeotehnisko izpēti, lai pārliecinātos par projektā pieņemto inženierģeoloģisko apstākļu atbilstību projekta risinājumiem. Griezumā IV-IV rajonā tika veikti statiskās zondēšanas darbi divās izpētes vietās, lai iegūtu ģeotehnisko griezumu perpendikulāri krastam.

Izpētes teritorijas ģeotehniskie apstākļi raksturojami kā sarežģīti, ģeotehniskā griezumā augšējā daļā atrodas uzbērta smilšainā slāņkopa un zem tās pagulošā smalka līdz vidēji rupja smilts ar dūņu starpslāņiem un ieslēgumiem līdz atzīmei -1,8m kas, pēc statiskās zondēšanas datiem (CPT), atrodas irdenā saguluma pakāpē. Statiskās zondēšanas gaitā augšējiem grunts slāņiem iegūtas zemas konusa pretestības vid. $Q_c = 1.4 \text{ MPa}$ līdz 2.2 MPa .

Aprēķina mērķis pārbaudīt pieņemtās fasādes rievsienu raksturlielumus un tās enkurojuma risinājumu.

4. Projektēšanas izejas dati

Tabula 1.

Nr. P.k.	Dokumenta nosaukums	Autors
1	Būvprojekts "Rīgas Centrāltirgus teritorijas attīstības 1. Kārtas būvprojekta izstrāde un autorizraudzība" (2018.g.)	SIA „Baltex group”, SIA "BJGC"
2	Akts par produktu piegādes zonas zemūdens apsekošanas darbu izpildi pēc kanāla krasta stiprinājuma iegrūšanas 11.04.2019.g	SIA "Baltijas jūras ģeoloģijas centrs".
3	Tehniskās apsekošanas atzinums 13.11.2019.g	SIA "Inženieru birojs "Kurbada tilti"".
4	Inženiertopogrāfiskais plāns	SIA "METO PRO"
5	Ģeotehniskās izpētes pārskats (2018.g.)	SIA „Conversio"
6	Rīgas Centrāltirgus teritorijas pilsētas kanāla krasta nostiprinājuma avārijas stāvokļa novēršana	SIA "Inženieru birojs "Kurbada tilti"" SIA "Vektors T"

7	PĀRSKATS par statistiskās zondēšanas darbiem. (2020.g.)	SIA "Ģeo Eksperts"
8	Ģeotehniskā papildizpēte būvdarbiem Pilsētas kanāla krasta nostiprinājumiem Rīgas Centrāltirgus piegādes zonā. (2020.g.)	AS "Ceļuprojekts"

5. Slodzes

Lietderīgā slodze uz nostiprinājuma konstrukciju 30 kN/m^2 .

Nostiprinājuma konstrukcija tiek lietota, kā preču piegādes ceļš un autostāvvietā.

Slodzes aiz esošās dzelzsbetona atbalstsienas, kur atrodas tramvaja sliežu ceļi, pieņemtas atbilstoši būvprojektam [1].

6. Aprēķina shēma

Aprēķina shēmas skatīt pielikumā rasējumā HB-1.

Aprēķina shēmas tiek izskatītas ar ūdens līmeņiem:

Ūdens līmenis kanālā -0,85 (LAS), ūdens līmenis aizbēruma pusē -0.35.

Esošā dzelzsbetona atbalstsiena un grunts aiz tās aizstāta ar izkliedētu slodzi, pieņemot grunts pašsvaru 20 kN/m^3 .

Akvatorijā gultnē esošo dūņu slāni paredzēts aizstāt ar drupinātu betonu.

Enkursienas vietā saskaņā ar SIA "Ģeo Eksperts" statistiskās zondēšanas datiem līdz atzīmei -1,80 atrodas grunts ar zemu nestspēju, zemas stiprības smilšaina materiāla un organikas (dūņu) sajaukums, kas nespēj nodrošināt enkursienas stabilitāti, tāpēc slodze no fasādes sienas enkuriem tiek nodota uz grunts mikropāļiem. Enkursiena kalpo kā slodzes pārdaloša un savienojošā konstrukcija enkurstieņiem un grunts enkuriem.

Pieņemtā darbu secība:

Izbūvēta fasādes siena;

Dūņu aizstāšana ar drupinātu betonu.

Izbūvēta enkursiena;

Uzstādītas enkursavilces, izkliedsija pie enkursienas, iebūvēti mikropāļi pie enkursienas;

Sabetonēta dzelzsbetona virsbūve fasādes sienai;

Nostiprināti enkurstieņu uzgrieņi pie enkursienas;

Aizbērtā un sablīvētā būvbedre esošās dzelzsbetona atbalstsienas pusē.

Uzspriegti mikropāļi.

Būvbedres pilnīga aizbēršana.

7. Gruntis

Aprēķina vietā ģeotehniskie apstākļi ir sarežģīti. Aprēķina griezumšķēršelis veidots no triju ģeotehnisko izpēšu datiem pieņemot vidēji konservatīvus grunšu parametrus. Aprēķinā pieņemtos grunšu parametrus skatīt aprēķina shēmā.

Dati par grunti akvatorijā pieņemti pēc SIA "Conversio" 2018.g. izpētes. Krasta daļā griezumšķēršelis pieņemts pēc statistiskās zondēšanas datiem AS "Ceļuprojekts" CPT1 un SIA "Ģeoeļeksports" CPT3.

8. Aprēķina metodika

Atbilstoši projektēšanas uzdevumam nostiprinājuma konstrukcijas tiek pārbaudītas uz:

- fasādes sienas un enkursienas nestspēja liecē;
- enkurstieņu nestspēja;
- grunts pretestība fasādes sienas priekšā;
- fasādes sienas izlieces.

Aprēķinā pieņemti sekojoši daļējie drošības koeficienti atbilstoši EAU 2004 un (Eurocode):

LS 1B Konstrukcijas vai to daļu nestspējas robežstāvoklis (GEO STR metode 2)

Pastāvīgas iedarbes $\gamma_G=1.35$

Nelabvēlīgas mainīgas iedarbes $\gamma_Q=1.5$

Grunts pretestība $\gamma_{Ep}=1.4$

LS 1C Globāla noturības zaudēšana (GEO STR metode 3)

Pastāvīgas iedarbes $\gamma_G=1.0$

Nelabvēlīgas mainīgas iedarbes $\gamma_Q=1.3$

Grunts parametri $\gamma_\phi=1.25; \gamma_c; \gamma_{cu}=1.4$

LS 2Lietojamības robežstāvoklis (SLS)

Pastāvīgas iedarbes $\gamma_G=1.0$

Nelabvēlīgas mainīgas iedarbes $\gamma_Q=1.0$

Grunts parametri $\gamma_\phi; \gamma_c; \gamma_{cu}=1.0$

9. Tērauda korozija

Korozijas ātrums pieņemts saskaņā ar EN 1993-5:2009 Tabulas 4.1 in 4.2
Tabula 2.

Vide	50 gados, mm
Gruntī	1,2
Ūdenī	0,9

10. Nostiprinājuma konstrukcija

Nostiprinājuma konstrukcijai izvēlēti raksturīgie aprēķina profili, kuri doti būvprojekts [6]
rasējumā HR-1 "Rievsienu izvietojuma plāns. Raksturīgie griezumumi".

Enkursiena un frontālā siena

Fasādes un enkursiena – Larssen 605

Tērauda klase saskaņā - $f_{yn}=270$ MPa

Aprēķina pretestība $f_y=f_{yn}/\gamma_m=270/1.05=257$ MPa

Tabula 3.

Pieņemtā profila korozija, mm	Inerces moments I, mm ⁴ /m	Attālums no smaguma centra h, mm	Pretestības moments $W_{el}=I/h$, mm ³ /m	Nestspēja $M_{c,Rd}=\beta_B \cdot W_{el} \cdot R_y / \gamma_{M0}$, kNm/m
1.2	40968972.2	207	197917,7	406,9
0.9	43956161.1	207	212348,6	467,2

β_B – koeficients, kas ievērtē bīdi profilu savienojumos (EN 1993-5 2007 5.2.2 (2)).

Koeficients pieņemts $\beta_B=0.8$, $\gamma_{M0}=1.0$.

Enkursaites Ø35 (shēma IV-IV)

Saskaņā ar SAS thread bars 670/800-grade 97 $f_{yk}=670$ N/mm², $\gamma_m=1.1$, $\gamma_m=1.25$,
 $k_t=0.55$

Tabula 4.

Enkursaites diametrs, mm	35
Enkursaites diametrs ņemot vērā koroziju, mm	$35-2 \cdot 1.2=32,6$
Šķēsgriezums A, mm ²	834,7
$F_{tg,Rd}=A_g \cdot f_{yk} / \gamma_m$, kN	508,4
$F_{tt,Rd}=k_t \cdot ((f_{ua} A_s) / \gamma_{m2})$, kN	294

Enkuru solis 2.4m.

11. Aprēķina rezultāti

Konstrukciju vai to daļu nestspējas izlietojums noteikt izmantojot GGU-retain datorprogrammu.

11.1 Fasādes sienas nestspējas aprēķins liecē

Aprēķina profils	Aprēķina modeļa nosaukums	Apr. lieces moments M_{Ed} kNm/m	Robežnestspēja M_{crd} , kNm/m	Izlieto-juma pakāpe
Griezums IV-IV	Griezums IV-IV.vrb	90,8	467,2	0,19

11.2 Enkuri

Aprēķina profils	Aprēķina modeļa nosaukums	Aprēķina vērtība uz 1m, kN/m	Aprēķina vērtība uz 1 enkuru, kN	Robežnestspēja, kN	Izlietojuma pakāpe
Griezums IV-IV	Griezums IV-IV.vrb	79,3	190,3	294	0.65

Enkuru solis 2.4m, Enkurs $d=35\text{mm}$ SAS670/800-grade 97.

11.3 Grunts pretestība fasādes sienas priekšā

Aprēķina profils	Aprēķina modeļa nosaukums	Iespīlējums
Griezums IV-IV	Griezums IV-IV.vrb	0,68

11.4 Fasādes sienas deformācijas

Aprēķina profils	Aprēķina modeļa nosaukums	Izliece, mm	Deformāciju robežvērtība $(H/100)$, mm
Griezums IV-IV	Griezums IV-IV.vrb	6,5	76

Par izlieču robežvērtību pieņemta 1/100 no rievsiņas apakšas līdz enkuram.

11.5 Enkurošanas pāļu aprēķins

Enkurošanai paredzēts izmantot mikropāļus. Tos pieņemts izbūvēt starp enkurspāļiem ar soli 2,4m, 30° slīpumā pret horizontu.

Ass spēks enkurstieņu līmenī $F_d=79,3\text{kN/m}$.

Ass spēks mikropāļos $F_{dM}=F_d/\cos(30) \cdot 2,4=220\text{kN}$.

Izvēlēts enkurs Titan 40/20 ar aprēķina nestspēju $R_{md}=324\text{kN}$.

Mikropāļi tiks enkuroti smiltis slānī Nr. 8-3. Grunts slāņi 1-A un 1-B zemās nestspējas dēļ netiek ņemti vērā.

Grunts slānis	Statiskās zondes konusa pretest., MPa, q_c	Sānu berzes pretestība, $q_{s,k}$, kN/m ² .
8-3Vidēji rupja SMILTS, vidēji blīva	6,7	125

Sānu berzes pretestība pieņemta atbilstoši Recommendationson Piling (EA-Pfähle) tabulai 5.29.

Urbšanas galvas diametrs 110mm, urbuma paplašinājums $a=20\text{mm}$, enkura aprēķina diametrs 130mm.

$\gamma_{s,t}=1.15$ - parciālais faktors atbilstoši no EC7-1 A.7 tabulas stiepes pāļiem R1.

$\gamma_{s,d}=1.25$ (ηM) - EC7-1 NA2.7 modeļa korekcijas koeficients.

$\xi_3=1.35$ – korelācijas faktors atkarībā grunts pārbaužu skaita EC7-1 A.10

$$\text{Nepieciešamais enkurojums slānī } 8-3 \ l_b = \frac{F_{dM}}{\pi \cdot (d+a) \cdot \frac{q_{s,k}}{\gamma_{s,t} \gamma_{s,d} \xi_3}} = 8.4m.$$

Kopējais mikropāļa garums pieņemot stiprinājuma garumu 0,5m sastāda 15m.

Mikropāļi izbūvēji atbilstoši standartam LVS EN 14199 "Īpašu ģeotehnisko darbu veikšana. Mikropāļi". Pēc izbūves pāļus uzspriegt ar spēku 137kN. Diviem pāļiem veikt pārbaudi ar statisku slodzi 220kN. Pāļu pārbaudi un uzspriegšanu veic ne ātrāk kā pēc 7 dienām. Pāļu pārbaude ar slodzi veicam atbilstoši LVS EN 1537 E.2.1 punktam.

11.6 Enkursienas vertikālā nestspēja

Vertikālā slodze, kas jāuzņem enkursienai $F_{dR} = F_d \cdot \text{tg}(30) = 45.8 \text{ kN/m}$.

Rievsienu pašsvars $\gamma = 1.39 \text{ kN/m}^2$, $L = 4.5 \text{ m}$, $W = \gamma \cdot L = 6.3 \text{ kN/m}$

$N_d = 45.8 + 6.3 = 52.2 \text{ kN/m}$

Pāļu nestspēja noteikta izmantojot Piling handbook, 9th edition 6 nodaļu.

Rievsienu jāiedzen slānī 8-3 vismaz 1m.

Grunts slānis	Slāņa biezums, m	Efektīvais grunts tūlumsvars, γ' , kN/m^3	Iekšējais berzes leņķis, φ	Spriegums gruntī, $\sigma_{v,b}$, kN/m^2	Berezantzeva koeficients N_q	Raksturīgā pāļa gala pretestība $q_{b,k} = N_q \sigma'_{v,b}$, kN/m^2	Raksturīgā pāļa sānu berzes pretestība $q_{s,k} = N_{q/50} \sigma'_{v,b} \cdot \text{tg} \varphi$, kN/m^2
1-3	0.8	17.9	33	14.3			
1-A	1.9	7.1	24	27.8			
1-B	1.5	7.1	26	38.5			
8-3	1.0	7.8	35	46.3	59	2729	35

Rievpāļa TKL 605 1m šķērsgriezuma laukums $A_b = 174.2 \text{ cm}^2/\text{m}$, sānu virsmas laukums $A_s = 1.3 \text{ m/m}$.

korelācijas faktors pāļa nestspējas noteikšanai $\xi_4 = 1.4$.

Parciālā faktora vērtība $\gamma_t = 1.1$.

Pāļa apakšējā gala pretestība:

$F_{\text{base}} = q_{b,k} \cdot A_b = 47.5 \text{ kN/m}$.

Aprēķina pāļa sānu virsmas pretestību

$F_{\text{shaft}} = q_{s,i,k} \cdot A_s = 91.0 \text{ kN/m}$.

Pāļa kopējā nestspēja:

$R_{c,\text{cal}} = F_{\text{shaft}} + F_{\text{base}} = 138.5 \text{ kN/m}$.

Pāļa raksturīgā nestspēja

$R_{c,k} = R_{c,\text{cal}} / \xi_4 = 99.0 \text{ kN/m}$.

Pāļa aprēķina pretestība

$R_{c,d} = R_{c,k} / \gamma_t = 90.0 \text{ kN/m}$.

$F_s = R_{c,d} / N_d = 1.92$ rievsienu vertikālā nestspēja ir nodrošināta.

11.7 Enkurošanas pāļa stiprinājums

Mikropāļus pie rievsienu stiprināt ar standarta paplāksni 220x220x40mm un tērauda lodi leņķa korekcijai.

Papildus paplāksnes biezums slodzes pārdalīšanai noteikts pēc Ischebeck Titan rekomendācijām 14mm.

Nepieciešamais šuves garums, lai nostiprinātu enkropāļa paplāksni pie rievsienu.

Rievpāļa tērauda klase S270GP, $f_u = 410 \text{ N/mm}^2$.

Metinājuma šuves biezums $a = 5 \text{ mm}$.

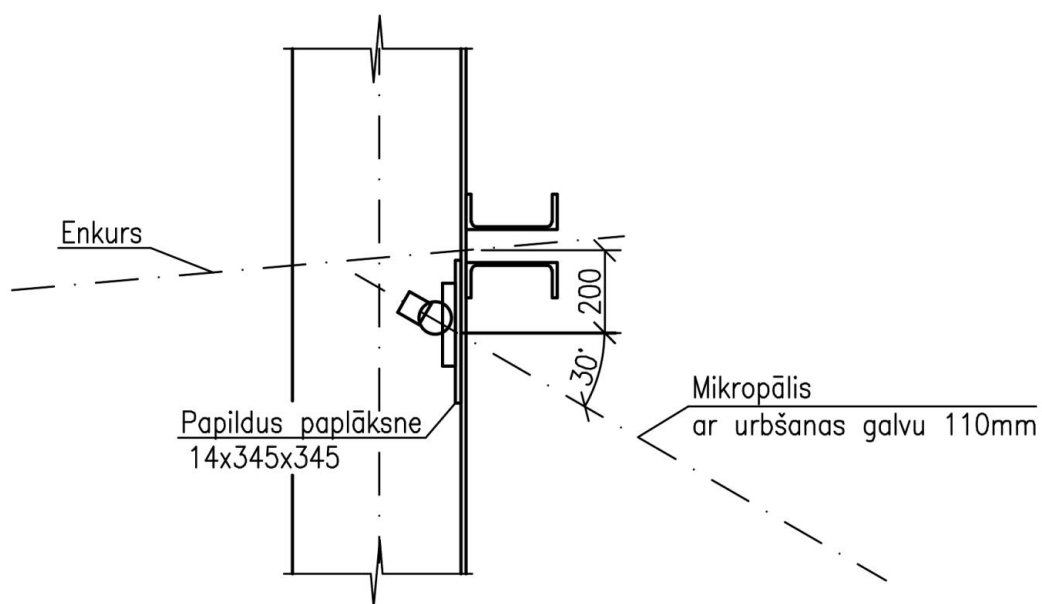
Korelācijas faktors $\beta_w = 0.9$.

Parciālais koeficients $\gamma_{M2}=1.25$.

Šuves aprēķina stiprība $f_{vw,d}=210.41 \text{ N/mm}^2$.

Šuves aprēķina garums $L_W=F_{rd}/a \cdot f_{vw,d}=43.5\text{mm}$.

Pieņemu šuves garumu 100mm un biezumu 7 (ņemot vērā koroziju).



1. Att. Enkuru stiprināšanas shēma.

Sastādīja:

A.Razgalis
Sert.nr.3-01631

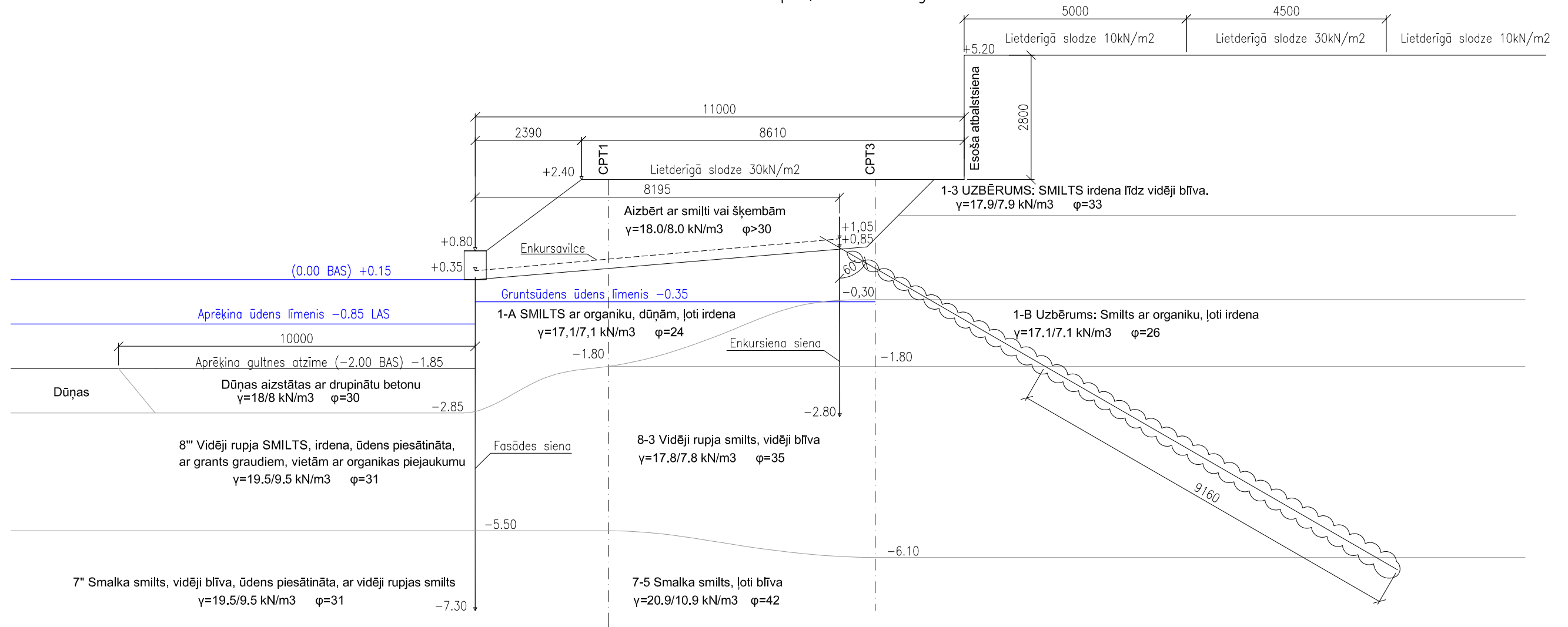
Pārbaudīja:

I.Rubļevskis
Sert.nr.3-01694

12.Pielikumi

1. Aprēķina shēma IV-IV
2. Aprēķina modeļu izdruka

Aprēķina shēma griezumam IV–IV



Piezīmes:

1. Izmēri doti milimetros. Augstuma atzīmes metros (LAS).

Izpildītājs  inženieru birojs KURBADA TILTI Balvu iela 5, Rīga LV 1003 Tālr.67334229, Mob.29439933 e-pasts: info@kurbadatilti.lv		Pasūtītājs SIA "Vektors T"	
		Projekta nosaukums Rīgas Centrālirgus teritorijas pilsētas kanāla krasta nostiprinājuma avārijas stāvokļa novēršana	
Amats	Uzvārds	Paraksts	Datums Rasējums
Projektēja	A.Razgalis		2020.04.16. Aprēķina shēma griezumam IV-IV
Pārbaudīja	I.Rubļevskis		2020.04.16. Pasūtījuma nr. Arhīva nr. Mērogs Stadija Ras. nr.
			578-T20 434-HT20 1:100 - HB-1

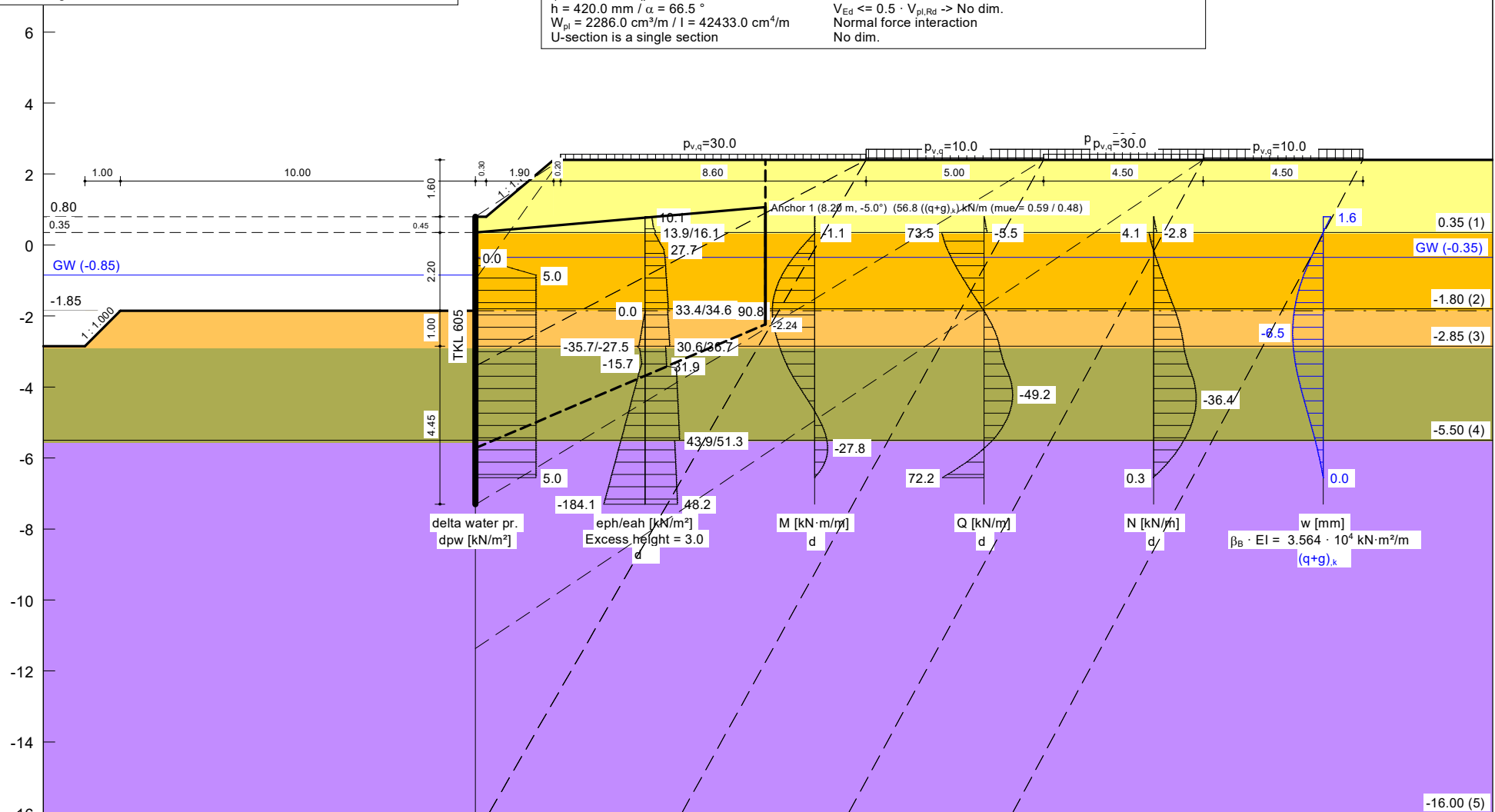
Tirgus
Standard: EC 7
Sheet pile wall
TKL 605
Active ep according to: DIN 4085
Equivalent ep coefficient mit $\varphi = 40^\circ$
Passive ep to: DIN 4085:2017 plan. slip surf.
Degree of fixity = 0.679
Req. section length = 8.10 m

Req. embedment depth = 5.45 m
DS: DIN EN 1997-1: BS-P
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
Mob. Ep met/ $\mu = 0.80$
Vertical capacity not verified

Design:
Design to EC 3 (el.-pl.)
Design situation: Max. M,gq
 $M_{Ed} = 90.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{Ed} = 0.7 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} = -18.4 \text{ kN/m}$ (Compression)
Section: TKL 605 Steel quality: S 270 GP
 $b = 600.0 \text{ mm} / b_f = 363.0 \text{ mm}$
 $t_f = 12.3 \text{ mm} / t_w = 9.2 \text{ mm} / A = 174.2 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $h = 420.0 \text{ mm} / \alpha = 66.5^\circ$
 $W_{pl} = 2286.0 \text{ cm}^3/\text{m} / I = 42433.0 \text{ cm}^4/\text{m}$
U-section is a single section

$\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 0.930 \rightarrow b_f / t_f / \varepsilon = 31.7$
Cross-section class: 2
 $\beta_B = 0.600 / \beta_D = 0.400$
 $f_{y,red} = 270.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{c,Rd} = 370.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $V_{pl,Rd} = 974.5 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.001$)
 $N_{pl,Rd} = 4703.4 \text{ kN/m}$ ($\mu = 0.004$)
Shear force interaction
 $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd} \rightarrow$ No dim.
Normal force interaction
No dim.

Verification M_{Rd}
 $M_{c,Rd} = 370.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.245$
Buckling length = 6.09 m
 $N_{cr} = 9485.2 \text{ kN/m}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.002 \leq 0.04$
 $\rightarrow$ No buckling analysis
max $\mu = 0.245$



Soil pas/act	γ_k [kN/m³]	γ'_{k1} [kN/m³]	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/φ passive	δ/φ active	q_c [MN/m²]	$c_{u,k}$ [kN/m²]	Designation
18.0/18.0	8.0/8.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	Smilts aizberums
17.1/17.1	7.1/7.1	24.0/24.0	3.0/3.0	-0.667	0.667	10.00	0.00	0.00	1-A
18.0/18.0	8.0/8.0	30.0/30.0	0.0/0.0	-0.500	0.500	6.70	0.00	0.00	Grunts nomaina/8-3
19.5/17.8	9.5/7.8	31.0/35.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	6.70	0.00	0.00	8"/ 8-3
19.5/20.9	9.5/10.9	31.0/42.0	0.0/0.0	-0.667	0.667	37.70	0.00	0.00	7"/ 7-5

