



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa Kollidž

**Sillamäe rannapromenaadi kaldkindlustuse
kandekonstruksioonide arvutus ja ehitustööde
organiseerimine**

Calculation of load-bearing structures of the inclined fortification of the
Sillamäe coastal promenade and organization of construction works

HOONETE E HITUSE ÖPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Andrei Mihhaltsuk

Üliõpilaskood: 131985RDBR

Juhendaja: Galina Kadnikova, lektor

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Andrei Mihhaltsuk, 131985RDBR

Õppekava, peeriala: RDBR 06/11, RDBR Hoonete ehitus

Juhendaja: Galina Kadnikova, lektor, galina.kadnikova@mail.ee

Lõputöö teema:

Sillamäe rannapromenaadi kaldkindlustuse kandekonstruktsioonide arvutus ja ehitustööde organiseerimine.

Calculation of load-bearing structures of the inclined fortification of the Sillamäe coastal promenade and organization of construction works

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Arvutada Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse kandekonstruktsioonid
2. Arvutada raudbetoonkonstruktsioonide valmistamise maksumuse
3. Kirjeldada betoonitööde teostamise tehnoloogia

Lõputöö etapid ja ajakava:

| Nr | Ülesande kirjeldus | Tähtaeg |
|----|--|------------|
| 1. | Objekti kirjeldus ja joonised | 01.04.2021 |
| 2. | Konstruktsioonide arvutus | 10.04.2021 |
| 3. | Raudbetoonkonstruktsioonide maksumuse arvutamine | 20.04.2021 |
| 4 | Tehnoloogia kirjeldus | 01.05.2021 |
| 5 | Lõputöö esitamine juhendajale | 10.05.2021 |

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: "30" mai 2021. a

Üliõpilane: Andrei Mihhaltsuk

"30" mai 2021a

/allkiri/

Juhendaja:

"30" mai 2021a

/allkiri/

AUTORIDEKLARATSIOON

Kinnitan, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem keegi kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor:

Töö vastab bakalaureuse tööle esitatud nõuetele

Juhendaja:

Kaitsmisele lubatud

Kaitsmiskomisjoni esimees

SISUKORD

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU6

EESSÕNA7

SISSEJUHATUS8

1. ÜLDANDMED9

1.1. Olemasolev olukord9

2. PROJEKTEERITUD LAHENDUSED10

2.1. ÜLDOSA10

2.2. OBJEKT L6 JA L7 (VT KA LÕIKED 6 JA 7 JOONISTEL)10

3. PÕHINÕUDED KANDEKONSTRUKTSIOONIDE11

3.1. PROJEKTEERITUD KASUTUSIGA11

3.1. TAGAJÄRGEDE JA TÖÖKINDLUSKLASS11

3.3. KOORMUSED11

3.3.1. Omakaalukoormus11

3.3.2. Kasuskoormus11

3.3.3. Varutegurid11

3.4. KANDEKONSTRUKTSIOONIDE TOLERANTSI- JA KVALITEEDIKLASSID11

3.5. NÕUDED MATERJALIDELE12

4. KONSTRUKTIIVNE OSA13

4.1. TUGISEINA ARVUTUS13

4.2. TUGISEINA ESIALGSETE MÕÕTMETE14

4.3. TUGISEINA TALDMIKU ALL MÕJUVATE SURVEPINGETE ARVUTUS15

4.3.1. Tugiseina alusele mõjuvad vertikaaljõud15

4.3.2. Tugiseinale mõjuvad horisontaaljõud17

Aktiivsurvejõud P_a (vt. Joonis 4.2) [3]:17

Passiivsurvejõud P_p (vt. joonis 4.2)18

4.3.3. Vertikaal- ja horisontaaljõudude moment talla keskme suhtes18

4.3.4. Vertikaaljõu ekstsentrilisus talla keskme suhtes18

4.4. TUGISEINA SISEJÕUDUDE ARVUTUS19

4.4.1. Sisejõud seina alumises lõikes 1-119

4.4.2. Sisejõud taldmiku esiosas seinaga külgnevas lõikes 2-219

4.4.3. Sisejõud taldmiku tagaosas seinaga külgnevas lõikes 3-319

4.5. TUGISEINA ARMATUURI DIMENSIONEERIMINE JA PÕIKJÕUKINDLUSE KONTROLL20

4.5.1. Sein armatuuri dimensioneerimine21

4.5.3. Sein pöikjõukindluse kontroll23

4.5.4. Taldmiku allpinna armatuuri dimensioneerimine24

4.5.5. Taldmiku esiserva pöikjõukindluse kontroll25

4.5.6. Taldmiku ülapinna armatuuri dimensioneerimine26

4.5.7. Taldmiku tagaserva pöikjõukindluse kontroll27

5. TEHNOLOOGILINE OSA29

5.1. RAKETIS29

5.2. SARRUS31

5.3. BETOONIMINE JA BETOON32

| | |
|---------------------------------|----|
| 5.4. BETOONI JÄRELHOOLDUS | 34 |
| 5.5. TOODETE VALMISTAMINE | 35 |
| 5.5.1. Üldist | 35 |
| 5.5.2. Ladustamine ja transport | 35 |
| 5.5.3. Paigaldamise graafik | 36 |
| 5.6. ELEMENTIDE PAIGALDUS | 36 |
| 5.6.1. Tööde teostamise plaan | 36 |
| 5.6.2. Paigaldustäpsus | 37 |
| 5.6.3. Montaaž | 37 |
| 5.7 TÖÖOHUTUS | 40 |
| 5.7.1 Montaaži tööhutus | 40 |
| 5.7.2 Tuletööhutus | 40 |
| 5.7.3 Kõrgusest kukumine | 40 |
| 6. MAJANDUSOSA | 42 |
| KOKKUVÕTE | 43 |
| SUMMARY | 44 |
| KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU | 45 |
| LISAD | 46 |

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

| | |
|------------|---|
| A | ristlõikepindala |
| A_{s1} | tõmbearmatuuri ristlõikepindala |
| b | laius |
| d | ristlõike kasuskõrgus |
| f_{cd} | betooni arvutuslik survetugevus |
| f_{ctm} | betooni tõmbetugevus |
| f_{yk} | armatuuriterase normikohane voolavustugevus |
| h | taldmiku paksus |
| e | ekstsentrilisus |
| M | vertikaal- ja horisontaaljõudude moment |
| ρ_c | betooni mahukaal |
| μ | suhteline moment |
| V | vertikaaljõud |
| V_{sd} | arvutuslik põikjõud |
| V_{Ed} | maksimaalne läbisurumispinge |
| γ | osavarutegur |
| γ_G | koormus osavarutegur |
| γ_m | materjali omaduse osavarutegur |
| ω | survetsooni suhteline arvutuskõrgus |

EESSÕNA

Lõputöö teema võeti töölt.

Autor võtis seda lõputöö tema sellepärast, et Sillamäe rannapromenaad on unikaalne ehitis Ida-Virumaal. Lõputöös otsustati tugisena arvutada, raudbetoonkonstruktsioonide maksumuse arvutada ja tehnoloogia kirjeldada.

Täna juhataja, Galina Kadnikova, kes aitas mind lõputööd kirjutada.

Promenaad, betoonkonstruktsioonid, tehnoloogia, diplomitöö.

SISSEJUHATUS

Autor valis lõputöö teemaks "Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse kandekonstruktsioonide arvutus ja ehitustööde organiseerimine".

Lõputöö aluseks on võetud põhiliselt OÜ EstKONSULT poolt koostatud projektidokumentatsiooni töö nr 19-089 [1].

Lõputöö eesmärgiks on arvutada Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse kandekonstruktsioonid, arvutada raudbetoonkonstruktsioonide valmistamise maksumus ja kirjeldada betoonitööde teostamise tehnoloogiat.

Käesoleva töö ülesanded on:

- Objekti kirjeldus ja joonised
- Konstruktsioonide arvutus
- Raudbetoonkonstruktsioonide maksumuse arvutamine
- Tehnoloogia kirjeldus

Lõputöö koosneb järgmistest osadest: objekti kirjeldus, raudbetoonkonstruktsioonide arvutus, ehitustööde tehnoloogia ja majanduslik osa. Graafilises osas on konstruktsioonide joonised ja asendiskeemid.

1. ÜLDANDMED

Käesolev projekt on koostatud Sillamäe linna kavandatava rannapromenaadi kaldakindlustuse ehituskonstruksioonide kohta. Kaldakindlustuse töömaapiiriks on Sõtke jõgi.

Projekt lähtub varem koostatud kaldakindlustuse ehituskonstruksioonide põhiprojektist (OÜ Estkonsult töö nr 19-013) [1].

1.1. Olemasolev olukord

Projekteeritud promenaad asub Sillamäe linna põhjaosas, Sõtke jõe ja mere vahelisel alal ja kulgeb Mere puiestest kuni Veski tänavani. Promenaad paikneb ida-lääne suunaliselt ja käsitletava lõigu pikkus on ligikaudu 640 m.

Promenaadi idapoolses otsas puudub eristatav kaldakindlustus – rannariba katab kiviklibu (vt foto nr 1.1). Promenaadi keskosas on olemasolev betoonplaatidest kaldakindlustus, mille seisukord on halb – plaadid on ära vajunud ja kahjustustega Promenaadi läänepoolses otsas on olemasolev graniitkividest kaldakindlustus, mille seisukord on halb – kivid paiknevad kaootiliselt ja ei täida oma funktsiooni. [1]



Foto 1.1 Promenaadi keskosa – betoonplaadid [1]

Projektiga hõlmataval alal paiknevad graniitkivid on nähtud ette taaskasutada promenaadi uute kaldakindlustuse lahenduste rajamisel. Olemasolevad betoonkonstruktsioonid on nähtud ette purustada. Purustamise käigus eemaldatakse betoonkonstruktsioonidest sarrusteras. Purustatud betoonkonstruktsioonide jämedateraline kivimaterjali kasutatakse ära lõige 2 prusside vahelise osa filterkihi väljaehitamiseks ja peeneteraline materjal läheb täitematerjaliks. [1]

2. PROJEKTEERITUD LAHENDUSED

2.1. Üldosa

Käesoleva projektiga on kavandatud Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse ehituskonstruksioonide rajamine. Konstruksioonide projekteerimisel on võetud aluseks maastikuarhitektuurne alusplaan ja teede-ehitusliku projektiosa materjalid. Projektiga kavandatud tugiseinad, trepistikud ja platvormid on mere poolset küljelt piiritletud monteeritavatest raudbetonelementidest tugiseina ja kivikindlustusega. Monteeritavaid elemente on kasutatud kõikjal, kus tugiseina rajamissügavus on allpool kõrgusmärki 0,00 m abs BK77. Tugiseinad, mis paiknevad 0,00-st kõrgemal rajatakse, kas paigalvaluna või monteeritavana. Paigalvaluna rajatakse kõik servaprussid, trepistikud ja platvormid.

Paigalvalu raudbetoonkonstruktsioonid eraldatakse deformatsioonivuukidega. Deformatsioonivuugid jagunevad tappidega ja tappideta vuukideks. Deformatsioonivuukide omavahelised kaugused max 20 m. Kõik raudbetoonkonstruktsioonid rajatakse killustikalusele $h=20$ cm. Kõik horisontaalsed betoonpinnad rajatakse 2% kaldega mere suunas kui joonisel ei ole näidatud teisiti.

Pinnaseveetaseme ühtlustumise tagamiseks nähakse ette dreniavade rajamine kõikidele tugiseintele (nii monteeritavad kui ka paigalvalu tugiseinad). Kõikide paigalvalu tugiseinte dreniavade piirkonda rajatakse geotekstiilis killustikdreenid. Dreeni ristlõige täisnurke kolmnurk – kaatetid 500x500 mm. Monteeritavate tugiseinaelementide vuukide tihendamiseks nähakse ette geotekstiilist ribade kinnitamine elementide vuugipiirkonda. Geotekstiil tuleb fikseerida nt betooninaeltega vms viisil. Kõik nähtavale jäävad betoonpinnad kaetakse grafitikindla betoonpinda kaitsva impregneeriga. [1]

2.2. Objekt L6 ja L7 (vt ka lõiked 6 ja 7 joonistel)

Vaadeldavad objektid L6 ja L7 on kõrvuti paiknevad trepikonstruktsioon ja vaateplatvormidega astmestik.

Trepikonstruktsioon koosneb neljast astmetega osast ja neljast mademest ning kivikindlustusest selle ees. Astmestik koos vaateplatvormidega koosneb eri tasapinnal paiknevatest astmetest ja platvormidest ning kivikindlustusest selle ees. Astmestiku betoonkonstruktsioon on kaetud puitlaudisega.

Promenaadi jalgtee ja astmestiku vahelise kõrguste erinevuse tagamiseks rajatakse suurema kõrguste erinevusega lõigul ankruplaatide ja tõmbidega sulundsein ning väiksema kõrguste erinevusega lõigul raudbetoonist tugisein. [1]

3. PÕHINÕUDED KANDEKONSTRUKTSIOONIDE

3.1. Projekteeritud kasutusiga

Kasutusea kategooria 5 (monumentaalsed hooned, sillad
jm ehitustehnilised rajatised)

Kasutusiga 100 aastat (teras- ja RB-konstr, kiviõlvad)

3.1. Tagajärgede ja töökindlusklass

Tagajärgede klass CC2

Töökindlusklass RC2

3.3. Koormused

3.3.1. Omakaalukoormus

Ehitise omakaal arvutatakse nimimõõtmete ja mahukaalude normväärtuste alusel ja on esindatud ühe normväärtusega. Ehitise omakaal hõlmab konstruktsiooni- ja mitte-konstruktsioonielemendid, kaasa arvatud kohtkindlad seadmed ning pinnase ja ballasti kaalu. [1]

3.3.2. Kasuskoormus

Ühtlaselt jaotatud koormus $q_{fk}=10 \text{ kN/m}^2$ [1].

3.3.3. Varutegurid

Varutegurid omakaalule $\gamma_g=1,2$;

Varutegurid kasuskoormusele $\gamma_q=1,5$.

3.4. Kandekonstruktsioonide tolerantsi- ja kvaliteediklassid

Raudbetoonkonstruktsioonid valmistatakse ja monteeritakse vastavalt normaalklassi nõuetele [1].

Betoonpindade klassid vastavalt BÜ 4-le kui arhitektuuriprojektis pole märgitud muud:

1. Paigalvalu nähtavale jäävad pinnad: klass A

- sh käidavad horisontaalpinnad (platvormid, trepid): harjapind HAR-A;
- sh nähtavad vertikaalpinnad: vormipind MUO-A;
- sh betoonprusside ülapinnad: terashõõre THI-A;

2. Elementide nähtavale jäävad pinnad: klass B

3. Kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata.

3.5. Nõuded materjalidele

| | |
|---------------------------------------|---|
| Konstr.betooni klass: | C35/45 XC4+XS3+XF4/KK4 |
| Täitebetooni klass | C16/20 |
| Sarrusterase klass: | B500B |
| Tapivardad/tõsteaasad: | S235J2 NB! Kõik paigalvalukonstr. tapivardad kuumtsingitud |
| Sulundseina teraseklass: | S355 GP |
| Tõmbide terase normatiivne voolupiir: | min 500 N/mm ² |

Tagasitäite pinnas:

- mineraalne materjal (nt liiv, kruus, kivitäide, purustatud betoon);

Tagasitäite materjaliks kasutada kohalikku sobilikku pinnast (geoloogilise uuringu aruanne kiht 2b, kruus, liivane) või juurdeveetavat mineraalset materjali.

- mahukaal 18...20 kN/m³
- sisehõõrdenurk min 33°.

Killustikalused:

- veepiirist allpool fr 32/63, purunemiskindlus LA₄₀
- veepiirist ülevalpool fr 16/32 LA₃₅

Kaldakindlustuse geotekstiil:

Kui filterkiht rajatakse ümaratest graniitkividest, siis kasutada vähemalt 4. tugevusklassi geotekstiili vastavalt NorGeoSpec2012. Kui filterkiht rajatakse purustatud betoonist või murtud pinnaga graniitkividest, siis kasutada 5. tugevusklassi geotekstiili vastavalt NorGeoSpec2012. [1]

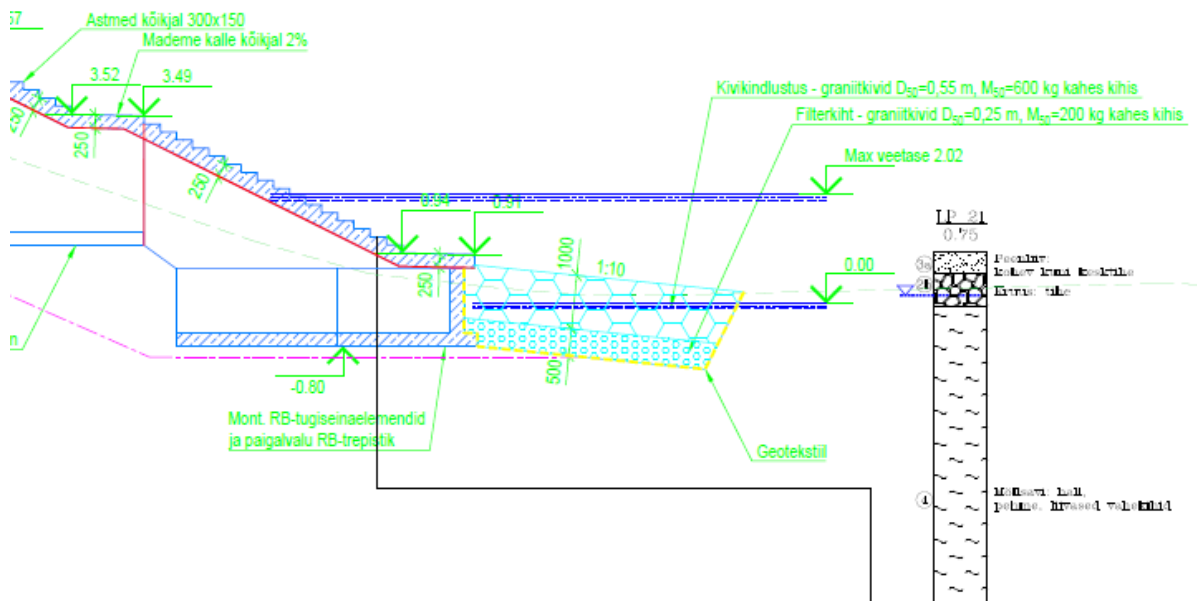
4. KONSTRUKTIIVNE OSA

4.1. Tugiseina arvutus

Lähteandmed arvutamiseks [1]:

- Raudbetoonist tugisein maapinna kõrguste vahega $\Delta h = 1,45 \text{ m}$;
- Taldmiku süvis maapinnast $d = 1,45 \text{ m}$;
- Maapinnal tugiseina taga mõõjub jaotatud koormus $q_k = 10 \text{ kN/m}^2$;
- Betooni mahukaal $\rho_c = 24 \text{ kN/m}^3$;
- Täitepinnase mahukaal on kruus-liiv mahukaaluga $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;
- Sisehõõrdenurk $\varphi' = 33^\circ$ ja nidusus $c' = 0 \text{ kPa}$.

Tugiseina skeem ja mõjuvad koormused on toodud joonisel 4.1:



Joonis 4.1. Tugiseina skeem [1].

Tabel 4.1 Pinnastele lubatud survepinge

| Pinnase kiht | Sisehõõrdenurk | Nidusus c kPa | Mahukaal $\gamma \text{ kN/m}^3$ |
|--------------|----------------|---------------|----------------------------------|
| Peenliiv | 28° | 1 | 20,0 |
| Kruus | 33° | 0 | 20,00 |
| Mõllsavi | 26° | 4 | 19,5 |

4.2. Tugiseina esialgsete mõõtmete

Tugiseina kõrgus $h = d + \Delta h = 1,2 + 0,25 = 1,45 \text{ m};$

Taldmiku laius $b = 2,6 \text{ m};$

Taldmiku paksus $h_1 = 0,25 \text{ m};$

Seina kõrgus $h_2 = 1,2 \text{ m};$

Seina paksus $b_1 = 0,25 \text{ m};$

Seina paksus allosas $b_2 = 0,25 \text{ m};$

Seina kaugus taldmiku esiservast $b_3 = 0,25 \text{ m};$

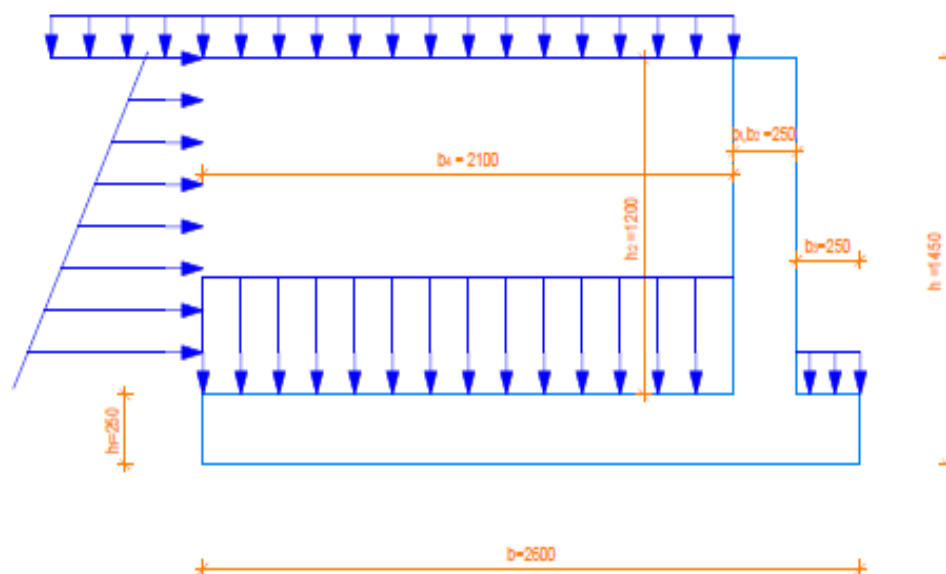
Seina taha jääva taldmikuosa laius $b_4 = 2,1 \text{ m}.$

Arvutuste lihtsustamiseks võib koormuste määramisel vaadelda seina ühtlase paksusega:

$$b_2' = 0,25 \text{ m}.$$

Seina taha jääva taldmikuosa laius $b_4' = b - b_3 - b_2' = 2,6 - 0,25 - 0,25 = 2,1 \text{ m}.$

Tugiseina skeem ja mõjuvad koormused on toodud joonisel 4.1



Joonis 4.2 Tugiseina mõõtmed

4.3. Tugiseina taldmiku all mõjuvate survepingete arvutus

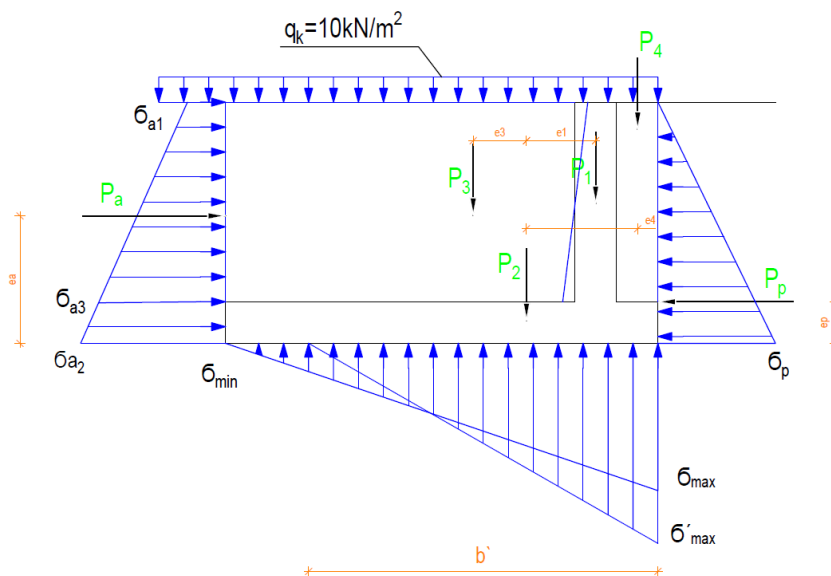
Tugiseina konstruktsioonidele mõjuvad koormused on arvatatud vastavalt Eesti Standardile EVS-EN 1991-1-1:2002.

Konstruktsiooni koormuste osavarutegurid [2]:

- alalistele koormustele $\gamma_G = 1,2$;
- ajutistele koormustele $\gamma_Q = 1,5$.

Arvutame tugiseinale mõjuvad jõud ja nende ekstsentrilisused talla keskpunkti suhtes.

Tugiseina arvutuskeem ja mõjuvad koormused on toodud joonisel 4.3:



Joonis 4.3 Arvutuskeem survete määramiseks tugiseina taldmiku all.

4.3.1. Tugiseina alusele mõjuvad vertikaaljõud

Seina kaal leitakse valemiga 4.1 [3]:

$$P_1 = h_2 \times b_2 \times \rho_c \times \gamma_G = 1,2 \cdot 0,25 \cdot 24 \cdot 1,2 = 8,64 \text{ kN} , \quad (4.1)$$

$$e_1 = \frac{b}{2} - b_3 - \frac{b_2}{2} = \frac{2,6}{2} - 1,2 - \frac{0,25}{2} = -0,025 \text{ m} , \quad (4.2)$$

kus

ρ_c - betooni mahukaal, kN/m^3 ,

γ_G - koormuse osavarutegur;

h_2 - seina kõrgus, m;

b_2 - seina paksus allosa, m;

e - ekstsentrilisus.

Taldmiku kaal leitakse valemiga 4.3 [3]:

$$P_2 = h_1 \cdot b \cdot p_c \cdot \gamma_G = 0,25 \cdot 2,6 \cdot 24 \cdot 1,2 = 18,72kN, \quad (4.3)$$

$$e_2 = 0m$$

kus

- p_c - betooni mahukaal, kN/m^3 ;
- γ_G - betooni tugevuse osavarutegur;
- h_1 - taldmiku paksus, m;
- b - taldmiku laius, m.

Pinnase kaal seinaga koos maapinnal mõjuva ajutise koormusega leitakse valemiga 4.4 [3]:

$$P_3 = h_2 \cdot b_4 \cdot \gamma \cdot \gamma_G + b_4 \cdot q_k \cdot \gamma_Q = 1,2 \cdot 2,1 \cdot 20 \cdot 1,2 + 2,1 \cdot 10 \cdot 1,5 = 91,98kN, \quad (4.4)$$

$$e_3 = \frac{b}{2} - \frac{b_4}{2} = \frac{2,1}{2} - \frac{2,6}{2} = -0,25m$$

kus

- p_c - betooni mahukaal, kN/m^3 ;
- γ_G - koormuse osavarutegur;
- q_k - maapinnal tugiseina taga mõjub muutuv lauskoormus, kN/m^2 ;
- γ_q - koormuse osavarutegur;
- h_2 - seinaga kõrgus, m;
- b_4 - seinaga taha jääva taldmikuosa laius, m;
- γ_k - betooni tugevuse osavarutegur.

Pinnase kaal seinaga ees leitakse valemiga 4.5 [3]:

$$P_4 = (d - h) \cdot b_3 \cdot \gamma \cdot \gamma_G = (1,45 - 0,25) \cdot 0,25 \cdot 20 \cdot 1,5 = 9,0kN,$$

(4.5)

$$e_4 = \frac{b}{2} - \frac{b_3}{2} = \frac{2,1}{2} - \frac{0,25}{2} = 0,925m$$

kus

- d - taldmiku sügavus, m;
- h_1 - taldmiku paksus, m;
- b_3 - seinaga kaugus taldmiku esiservast, m;
- γ - Täitepinnase mahukaal, kN/m^3 ;
- γ_G - koormuse osavarutegur.

Vee kaal seinaga ees leitakse valemiga 5 [3]:

$$P_5 = (d - h) \cdot b_3 \cdot \gamma_w \cdot \gamma_G = (1,45 - 0,25) \cdot 0,25 \cdot 10 \cdot 1,5 = 4,5kN,$$

kus

- d - taldmiku sügavus, m,
- h_1 - taldmiku paksus, m,
- b_3 - seinaga kaugus taldmiku esiservast, m,

- γ_w - vee mahukaal, kN/m^3 ,
 γ_G - koormuse osavarutegur.

Vertikaaljõud kokku leitakse valemiga 4.6 [3]:

$$V = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 8,64 + 18,72 + 91,98 + 9,0 + 4,5 = 132,84 \text{ kN} , \quad (4.6)$$

kus

V - Vertikaaljõud, kN.

4.3.2. Tugiseinale mõjuvad horisontaaljõud

Aktiivsurvejõud P_a (vt.Joonis 4.2) [3]:

Vertikaalsurve maapinna tasemel leitakse valemiga 4.7

Kus

$$z_1 = 0 \text{ m}$$

$$\sigma_{v1} = z_1 \cdot \gamma \cdot \gamma_G + q_k \cdot Y_Q = 0 + 10 \cdot 1,5 = 15 \text{ kPa}, \quad (4.7)$$

Vertikaalsurve taldmiku allpinna tasemel leitakse valemiga 4.7:

Kus

$$z_2 = h = 1,45 \text{ m}$$

$$\sigma_{v2} = z_2 \cdot \gamma \cdot \gamma_G + q_k \cdot Y_Q = 1,45 \cdot 20 \cdot 1,5 + 10 \cdot 1,5 = 80,25 \text{ kPa}$$

Vertikaalsurve taldmiku pealpinna tasemel leitakse valemiga 4.7:

Kus

$$z_3 = h_2 = 1,2 \text{ m}$$

$$\sigma_{v3} = z_3 \cdot \gamma \cdot \gamma_G + q_k \cdot Y_Q = 1,2 \cdot 20 \cdot 1,5 + 10 \cdot 1,5 = 69 \text{ kPa}$$

Aktiivsurvetegur leitakse valemiga 4.8:

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{33^\circ}{2} \right) = 0,28 ,$$

(4.8)

Aktiivsurve maapinna tasemel leitakse valemiga 4.9:

$$\sigma_{a1} = \sigma_{v1} \cdot K_a - 2c' \cdot \sqrt{K_a} = 15 \cdot 0,28 - 0 = 4,2 \text{ kPa} , \quad (4.9)$$

Aktiivsurve taldmiku allpinna tasemel leitakse valemiga 4.9:

$$\sigma_{a2} = \sigma_{v2} \cdot K_a - 2c' \cdot \sqrt{K_a} = 80,25 \cdot 0,28 - 0 = 22,47 \text{ kPa}$$

Aktiivsurve taldmiku pealpinna tasemel leitakse valemiga 4.9:

$$\sigma_{a3} = \sigma_{v3} \cdot K_a - 2c' \cdot \sqrt{K_a} = 69 \cdot 0,28 - 0 = 19,32 \text{ kPa}$$

Aktiivsurvejõud kogu tugiseinale leitakse valemiga 4.10:

$$P_a = (\sigma_{a1} + \sigma_{a2}) \cdot \frac{h}{2} = (4,2 + 22,47) \cdot \frac{1,45}{2} = 19,33 \text{ kN} , \quad (4.10)$$

Aktiivsurvejõu ekstsentrilisus talla keskpunkti suhtes leitakse valemiga 4.11:

$$e_a = \frac{h}{3} \cdot \frac{2\sigma_{a1} + \sigma_{a2}}{\sigma_{a1} + \sigma_{a2}} = \frac{1,45}{3} \cdot \frac{2 \cdot 4,2 + 22,47}{4,2 + 22,47} = 0,56 \text{ m} , \quad (4.11)$$

Passiivsurvejõud P_p (vt. joonis 4.2)

Vertikaalsurve taldmiku allpinna tasemel leitakse valemiga 4.12:

$$(z_p = d = 1,45 \text{ m})$$

$$\sigma_{vp} = z_p \cdot (\gamma \cdot \gamma_G + \gamma_w \cdot \gamma_w) = 1,45 \cdot (20 \cdot 1,2 + 10 \cdot 1,2) = 52,2 \text{ kPa} , \quad (4.12)$$

Vertikaalsurve taldmiku pealpinna tasemel leitakse valemiga 4.12:

$$(z = d - h_1 = 1,20 \text{ m})$$

$$\sigma_v = z \cdot \gamma \cdot \gamma_G = 1,20 \cdot 20 \cdot 1,2 = 28,8 \text{ kPa}$$

Passiivsurvetegur leitakse valemiga 4.8:

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ \left| \right. - \frac{\varphi'}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ \left| \right. + 33^\circ / 2 \right) = 3,39$$

Passiivsurve taldmiku allpinna tasemel leitakse valemiga 4.9:

$$\sigma_p = \sigma_{vp} \cdot K_p - 2c' \cdot \sqrt{K_p} = 52,2 \cdot 3,39 + 0 = 176,95 \text{ kPa}$$

Passiivsurvejõud kogu tugiseinale leitakse valemiga 4.13:

$$P_p = \sigma_p \cdot \frac{d}{2} = 176,95 \cdot \frac{1,45}{2} = 128,29 \text{ kN} , \quad (4.13)$$

Passiivsurvejõu ekstsentrilisus talla keskpunkti suhtes leitakse valemiga 4.14:

$$e_p = \frac{d}{3} = \frac{1,45}{3} = 0,48 \text{ m} , \quad (4.14)$$

4.3.3. Vertikaal- ja horisontaaljõudude moment talla keskme suhtes

$$M = P_1 \cdot e_1 + P_2 \cdot e_2 + P_3 \cdot e_3 + P_4 \cdot e_4 + P_a \cdot e_a - P_p \cdot e_p , \quad (4.15)$$

$$M = 8,64 \cdot 0,025 + 0,91,98 \cdot 0,25 + 9 \cdot 0,925 + 19,33 \cdot 0,56 - 128,29 \cdot 0,48 = 63,26 \text{ kNm}.$$

4.3.4. Vertikaaljõu ekstsentrilisus talla keskme suhtes

$$e = \frac{M}{V} = \frac{63,26}{132,84} = 0,429 \text{ m} < \frac{b}{6} = 0,433 \text{ m} , \quad (4.16)$$

Kus

V – vertikaaljõud [kN];

M – Vertikaal- ja horisontaaljõudude moment [kNm];

Järelikult on kogu taldmik surutud ja taldmiku all tekib lineaarne survejaotus pingetega

$\sigma_{max}, \sigma_{min}$ (vt. joonis 1, pidevjoon) leitakse valemiga 4.17

$$\sigma_{max} = \frac{V}{b} + \frac{6M}{b^2} = \frac{132,84}{2,6} + \frac{6 \cdot 63,26}{2,6^2} = 122,56 kPa, \quad (4.17)$$

$$\sigma_{min} = \frac{V}{b} - \frac{6M}{b^2} = \frac{132,84}{2,6} - \frac{6 \cdot 63,26}{2,6^2} = 10,27 kPa$$

(Kui $e > b/6$, siis ei ole kogu taldmik surutud ning taldmiku all tekib kolmnurkne survepingete jaotus maksimaalse pingega taldmiku esiservas σ'_{max}).

4.4. Tugiseina sisejõudude arvutus

Arvutame sisejõud tugiseina kriitilistes lõigetes (joonis 3).

4.4.1. Sisejõud seina alumises lõikes 1-1

(Tagavara kasuks võib passiivsurve mõju jätta arvestamata)

$$M_1 = \sigma_{a1} \cdot \frac{h_2^2}{2} + \frac{(\sigma_{a3} - \sigma_{a1}) \cdot h_2^2}{6}, \quad (4.18)$$

$$M_1 = 4,2 \cdot \frac{1,2^2}{2} + \frac{(19,32 - 4,2) \cdot 1,2^2}{6} = 6,65 kNm,$$

$$Q_1 = -(\sigma_{a1} + \sigma_{a3}) \cdot \frac{h_2}{2} = -(4,2 + 19,32) \cdot \frac{1,2}{2} = -14,11 kN, \quad (4.19)$$

4.4.2. Sisejõud taldmiku esiosas seinaga külgnevas lõikes 2-2

Survepinge taldmiku all lõikes 2-2 leitakse valemiga 4.20:

$$\sigma_2 = \sigma_{min} + (\sigma_{max} - \sigma_{min}) \cdot \frac{(b - b_3)}{4}, \quad (4.20)$$

$$\sigma_2 = 10,27 + \frac{(122,56 - 10,27) \cdot (2,6 - 0,25)}{4} = 26,76 kPa,$$

$$M_2 = \frac{(\sigma_2 - \sigma_v) \cdot b_3^2}{2} + \frac{(\sigma_{max} - \sigma_2) \cdot b_3}{3}, \quad (4.21)$$

$$M_2 = \frac{(56,36 - 28,8) \cdot 0,25^2}{2} + \frac{(122,56 - 56,36) \cdot 0,25}{3} = 6,37 kNm,$$

$$Q_2 = -\sigma_v \cdot b_3 + (\sigma_{max} + \sigma_2) \cdot \frac{b_3}{2}, \quad (4.22)$$

$$Q_2 = -28,8 \cdot 0,25 + \frac{(122,56 + 56,36) \cdot 0,25}{2} = 15,16 kN$$

4.4.3. Sisejõud taldmiku tagaosas seinaga külgnevas lõikes 3-3

Survepinge taldmiku all lõikes 3-3 leitakse valemiga 4.23:

$$\sigma_3 = \sigma_{min} + (\sigma_{max} - \sigma_{min}) \cdot (b - b_3 - b_2) / b, \quad (4.23)$$

$$\sigma_3 = 10,27 + \frac{(122,56 - 10,27) \cdot (2,6 - 0,25 - 0,25)}{2,6} = 100,96 kPa,$$

$$M_3 = \frac{(\sigma_{min} - \sigma_{v3}) \cdot b_4^2}{2} + \frac{(\sigma_3 - \sigma_{min}) \cdot b_4^2}{6},$$

$$M_3 = \frac{(10,27 - 69) \cdot 2,1^2}{2} + \frac{(74 - 10,27) \cdot 2,1^2}{6} = -82,65 kNm,$$

$$Q_3 = \sigma_{v3} \cdot b_4 - (\sigma_3 + \sigma_{min}) \cdot \frac{b_4}{2} = 69 \cdot 2,1 - \frac{(74 + 10,27) \cdot 2,1}{2} = 56,41 kN$$

4.5. Tugiseina armatuuri dimensioneerimine ja pöikjõukindluse kontroll

Projekteeritavate raudbetoonist konstruktsioonide tulepüsivus tagatakse betooni kaitsekihiga [5].

Käesolevas töös käsitletava hooneosa raudbetoonkonstruktsioonid rajatakse betoonist klassiga C35/45 ning armeeritakse profileeritud terasest armatuurvarrastega klassiga B500B [1].

Betooni koostis mõjutab vastupanuvõimet nii armatuuri kui ka betooni kahjustustele. Tabel 2 annab erinevate keskkonnatingimuste jaoks betooni orienteeruvad tugevusklassid. Viimased võivad kujuneda kõrgemaks konstruktsiooniarvutusest tulenevast betooni klassist. Sellisel juhul tuleks minimaalse armatuuripinna ja prao laiuse arvutamisel lähtuda kõrgema tugevusklassiga betooni keskmisest tugevusest f_{ctm} . [7, p.26].

Tabel 4.2 Orienteeruvad tugevusklassid [7, p.26]

| Keskkonnaklass tabeli 3.1 järgi | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|--------|-------------------------|-----|--------|---------------------------------|--------|-----|
| Korrosioon | | | | | | | | | | |
| | Korrosioon karboniseerumisest | | | | Korrosioon kloriididest | | | Korrosioon merevee kloriididest | | |
| | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XD1 | XD2 | XD3 | XS1 | XS2 | XS3 |
| Orienteeruv tugevusklass | C20/25 | C25/30 | C30/37 | | C30/37 | | C35/45 | C30/37 | C35/45 | |
| Betooni kahjustus | | | | | | | | | | |
| | Oht puudub | Külmumise/sulamise toime | | | Keemilised mõjurid | | | | | |
| | X0 | XF1 | XF2 | XF3 | XA1 | XA2 | XA3 | | | |
| Orienteeruv tugevusklass | C12/15 | C30/37 | C25/30 | C30/37 | C30/37 | | C35/45 | | | |

Tugiseina betooni klassiks valime C35/45 ($f_{cd} = 23,3$ MPa, $f_{ctm} = 3,2$ MPa, $f_{ck} = 35$ MPa). Kasutatava armatuuri klassiks valime B500B ($f_{yd} = 435$ MPa; $f_{yk} = 500$ MPa) [1].

Tabel 4.3 Armatuuri tegurid [5]

| Tabel 3.1 Tegurid ξ_c , ω_c , μ_c ja ξ_{c2} | | | | |
|--|---------|------------|---------|------------|
| Armatuur | ξ_c | ω_c | μ_c | ξ_{c2} |
| A-I | 0.773 | 0.618 | 0.427 | 1.414 |
| A-II | 0.733 | 0.586 | 0.414 | 1.573 |
| A-III ($f_{yk} = 500$ MPa) | 0.673 | 0.538 | 0.393 | 1.944 |
| B400 ($f_{yk} = 400$ MPa) | 0.667 | 0.534 | 0.391 | 2.000 |
| B500 ($f_{yk} = 500$ MPa) | 0.617 | 0.494 | 0.372 | 2.333 |

Betoonkaitsekiht

Betoonkaitsekiht on kaugus armatuuri pinnast kuni betooni lähima pinnani. Nimikaitsekiht on minimaalse kaitsekihi c_{min} ja kaitsekihi lubatava hälbe Δc_{dev} summana [5]:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev};$$

Tabel 4.4 Armatuuriterase kestvusest tulenevad minimaalse kaitsekihi [5]

| Keskkonnanõuded kaitsekihile $c_{min,dur}$ (mm) | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----|---------|-----|---------|---------|---------|
| Konstruktsiooniklass | Keskkonnaklass vastavalt tabelile 4.1 | | | | | | |
| | X0 | XC1 | XC2/XC3 | XC4 | XD1/XS1 | XD2/XS2 | XD3/XS3 |
| S1 | 10 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| S2 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| S3 | 10 | 10 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| S4 | 10 | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| S5 | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| S6 | 20 | 25 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |

Betoonkaitsekiht seinas ja taldmiku ülapiinnas $c = 65$ mm, taldmiku allpiinnas $c = 65$ mm [1].

4.5.1. Seinä armatuuri dimensioneerimine

Seina tagapiinnas paiknev vertikaalne töötav armatuur arvutatakse lähtudes seinä alumises lõikes 1-1 mõjuvast paindemomendist: $M_{ed} = M_1 = 6,65$ kNm.

Ristlõike kasuskõrgus (armatuuri eeldatav läbimõõt $\varnothing = 12$ mm),

$$d = h - c - \varnothing / 2 = 500 - 65 - 12 / 2 = 429 \text{ mm.}$$

Suhteline moment leitakse valemiga 24:

$$(b = 1,0 \text{ m})$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}, \quad (4.24)$$

Kus

M_{Ed} – arvutuslik paindemoment, kN·m/m;

f_{cd} – betooni arvutuslik survetugevus, MPa;

b – plaadi Laius, m;

d – ristlõike kasuskõrgus, mm.

$$\mu = \frac{6,65}{23,3 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,429^2} = 0,0015 < \mu_c = 0,372$$

Armatuurile B500B vastav tegur $\mu_c = 0,372$ [3].

Kui on täidetud tingimus $\mu \leq \mu_c$ pole arvutuslikku survearmatuur tugiseinas vaja ning tugiseina pikitõmbearmatuur leitakse valemiga 4.25:

$$a_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot d}{f_{yd}}, \quad (4.25)$$

Kus

f_{cd} – betooni arvutuslik survetugevus, MPa;

- f_{yd} – armatuuriterase arvutuslik voolavustugevus, MPa;
 b – tugiseina laius, m;
 d – ristlõike kasuskõrgus, mm;
 ω – survetsooni suhteline arvutuskõrgus;

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus ω leitakse valemiga 4.26 [3]:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu}, \quad (4.26)$$

Kus

- μ – suhteline moment;

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus ω leitakse valemiga (4.26):

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0015} = 0,0015$$

Pikitõmbearmatuuri arvutuslik ristlõikepindala tõmbetsoonis leitakse valemiga (4.25) [3]:

$$a_{s1} = \frac{0,0015 \cdot 23,3 \cdot 429 \cdot 10^3}{435} = 34,46 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Kus

- A_{s1} – tõmbearmatuuri ristlõikepind;

Pikitõmbearmatuuri minimaalne ristlõikepindala tõmbetsoonis leitakse valemiga 4.27 [3]:

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}, \quad (4.27)$$

Kus

- f_{ctm} – betooni tõmbetugevus, MPa;
 f_{yk} – armatuuriterase normikohane voolavustugevus, MPa;
 b – tõmbele töötava betooni osa laius, mm;
 d – ristlõike kasuskõrgus mm;

$$a_{s,min} = \frac{0,26 \cdot 3,2 \cdot 429 \cdot 10^3}{500} = 713 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Valime armatuuriks vardad $\emptyset 12$, mille ristlõikepindala $A_s = 113 \text{ mm}^2$, mispuhul vajalik varraste samm leitakse valemiga 4.28 [5]:

$$s = \frac{A_s}{a_{min}} = \frac{113}{713} = 0,158 \text{ m} \rightarrow \text{valime } s = 150 \text{ mm}, \quad (4.28)$$

$$a_{s,teg} = 113/0,150 = 753 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Ühes suunas töötavas plaadis tuleb ette näha jaotusarmatuur, mille ristlõikepindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri ristlõikepindalast leitakse valemiga 4.29:

$$a_{sj} = 0,2 \cdot a_{s,min} = 0,2 \cdot 713 = 142,6 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (4.29)$$

Valime armatuurvardad $\emptyset 12$, mille ristlõikepindala $A_{sj} = 113 \text{ mm}^2$, mispuhul vajalik varraste samm leitakse valemiga 4.28:

$$s_j = \frac{A_{sj}}{a_{sj}} = \frac{113}{142,6} = 0,8m \rightarrow \text{valime samm } 150 \text{ mm}$$

Armatuurvarraste suurim vahekaugus võib olla:

- töötaval armatuuril: $s_{\max} < 2h < 250 = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm}$
- Jaotusarmatuuril: $s_{\max} < 3h < 400 = 3 \cdot 500 = 1500 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm}$

Tulemus

Armeerime taldmiku ülapiina armatuurvõrguga, mille ristvarrasteks on 12 A500HW, s. 150 mm ja pikivardad 12 A500HW, s. 150 mm.

4.5.3. Seinä pöikjõukindluse kontroll

Seina pöikjõukandevõimet alumises lõikes kontrollitakse väärtusega $V_{Ed} = Q_1 = 14,11 \text{ kN}$.

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa};$$

kus

V_{Ed} - maksimaalne läbisurumispinge, MPa;

k - 2,0 vastavalt toodud tabelile, [4, p.340];

d - ristlõike kasuskõrgus mm;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{435}} = 1,67 \leq 2,0, \quad (4.30)$$

kus

$$d = 435 \text{ mm}$$

$$V_{\min} = 0,035 \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}} = 0,035 \sqrt{1,67^3 \cdot 35} = 0,44 \text{ MPa}, \quad (4.31)$$

$C_{Rd,c}$ ja V_{\min} väärtused leiatakse velemiga 4.32:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12, \quad (4.32)$$

Kus

$C_{Rd,c}$ - on leitav valemiga, kus γ_c on materjali varutegur;

$$p_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{34,67}{10^3 \cdot 435} = 0,000079 < 0,02, \quad (4.33)$$

Betooniga vastuvõetava pöikjõud leitakse valemiga 4.34:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot p_1 \cdot f_{ck} \cdot b_w \cdot d}, \quad (4.34)$$

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,67 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,000079 \cdot 35 \cdot 435} = 56,79 \text{ kN} < V_{\min} \cdot b_w \cdot d = 0,44 \cdot 435 = 191,4 \text{ kN}$$

Tugiseina baaskontroll perimeetril tuleb kontrollida tingimust:

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

Kuna $V_{ed} = 14,1 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 56,79 \text{ kN}$, siis on põikjõukindlus tagatud.

4.5.4. Taldmiku allpinna armatuuri dimensioneerimine

Taldmiku allpinnas paiknev töötav armatuur arvutatakse lähtudes seina esipinnaga määratud lõikes 2-2 mõjuvust paindemomendist $M_{Ed} = M_2 = 6,37 \text{ kNm}$.

Ristlõike kasuskõrgus (armatuuri eeldatav läbimõõt $\varnothing = 12 \text{ mm}$)

$$d = h - c - \varnothing / 2 = 500 - 65 - 12 / 2 = 429 \text{ mm}.$$

Suhteline moment ($b = 1,0 \text{ m}$) leitakse valemiga 4.24:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{6,37}{23,3 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,429^2} = 0,0014 < \mu_c = 0,32$$

Armatuurile B500B vastav tegur $\mu_c = 0,372$ [3].

Pikitõmbearmatuuri vajalik intensiivsus leitakse valemiga 4.25:

$$a_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot d}{f_{yd}} = a_{s1} = \frac{0,0014 \cdot 23,3 \cdot 429 \cdot 10^3}{435} = 32,17 \text{ mm}^2 / \text{m},$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus ω leitakse valemiga 4.26 [3]:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu},$$

kus

μ – suhteline moment;

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus ω leitakse valemiga 4.26:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0014} = 0,0014,$$

Pikitõmbearmatuuri minimaalne ristlõikepindala tõmbetsoonis leitakse valemiga 4.27:

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d,$$

$$a_{s,min} = \frac{0,26 \cdot 3,2 \cdot 429 \cdot 10^3}{500} = 713,85 \text{ mm}^2 / \text{m},$$

Kuna arvutuslik pikitõmbearmatuuri pindala $A_{s1} > A_{s,min}$, siis lähtutakse armatuuri valikul just arvutuslikult vajalikust suurusest [3]:

$$713,85 \text{ mm}^2 > 0,0013 \cdot 429 \cdot 10^3 = 557,7 \text{ mm}^2 / \text{m}.$$

Valime armatuuriks vardad $\varnothing 12$, mille ristlõikepindala $A_s = 113 \text{ mm}^2$, mispuhul vajalik varraste samm [5]:

$$s = \frac{A_s}{a_{min}} = \frac{113}{713,85} = 0,158 \text{ m} \rightarrow \text{valime } s = 150 \text{ mm}.$$

$$a_{s,teg} = 113 / 0,150 = 753 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Ühes suunas töötavas plaadis tuleb ette näha jaotusarmatuur, mille ristlõikepindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri ristlõikepindalast leitakse valemiga 4.29:

$$a_{sj} = 0,2 \cdot 713,85 = 142,77 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Valime armatuurvardad $\varnothing 12$, mille ristlõikepindala $A_{sj} = 113 \text{ mm}^2$, mispuhul vajalik varraste samm leitakse valemiga 4.28:

$$s_j = \frac{A_{sj}}{a_{sj}} = \frac{113}{142,77} = 0,79m \rightarrow \text{valime samm } 150 \text{ mm}$$

Armatuurvarraste suurim vahekaugus võib olla:

- töötaval armatuuril: $s_{\max} < 2h < 250 = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ mm} \leq 140 \text{ mm}$
- Jaotusarmatuuril: $s_{\max} < 3h < 400 = 3 \cdot 500 = 1500 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm}$

Armeerime taldmiku allpinna armatuurvõrguga, mille ristvarrasteks on $\varnothing 12 \text{ B500B}$, s. 150 mm ja pikivardad $\varnothing 12 \text{ B500B}$, s. 150 mm [1].

Ristvardad (töötav armatuur) paigaldame betooni allpinna poole.

4.5.5. Taldmiku esiserva põikjõukindluse kontroll

Seina põikjõukandevõimet alumises lõikes kontrollitakse väärtusega $V_{Ed} = Q_2 = 15,16 \text{ kN}$, leitakse valemiga 4.30:

$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{429}} = 1,68 \leq 2,0,$$

kus

$d = 435 \text{ mm}$

$$V_{\min} = 0,035 \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}} = 0,035 \sqrt{1,67^3 \cdot 35} = 0,45 \text{ MPa} ,$$

$C_{Rd,c}$ ja V_{\min} väärtused leiatakse valemiga 4.32:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12,$$

Kus $C_{Rd,c}$ – on leitav valemiga 4.32,

kus

γ_c – materjali varutegur;

$$p_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{34,67}{10^3 \cdot 429} = 0,000079 < 0,02,$$

Betooniga vastuvõetava põikjõud leitakse valemiga 4.34:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot p_1 \cdot f_{ck} \cdot b_w \cdot d}$$

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,67 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,000079 \cdot 35 \cdot 429} = 56,79 \text{ kN} < V_{\min} \cdot b_w \cdot d = 0,45 \cdot 429 = 188,76 \text{ kN}$$

Tugiseina baaskontrollperimeetril tuleb kontrollida tingimust:

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

Kuna $V_{Ed} = 15,16 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 56,79 \text{ kN}$, siis on põikjõukindlus tagatud.

4.5.6. Taldmiku ülapinna armatuuri dimensioneerimine

Taldmiku ülapinnas paiknev töötav armatuur arvutatakse lähtudes seina tagapinnaga määratud lõikes 3-3 mõjuvast paindemomendist $M_{Ed} = M_3 = 82,65 \text{ kNm}$.

Ristlõike kasuskõrgus (armatuuri eeldatav läbimõõt $\varnothing = 12 \text{ mm}$

$$d = h - c - \varnothing / 2 = 500 - 65 - 12 / 2 = 429 \text{ mm}.$$

Suhteline moment ($b = 1,0 \text{ m}$) leitakse valemiga 4.24:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{82,65}{23,3 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,429^2} = 0,019 < \mu_c = 0,372,$$

Armatuurile B500B vastav tegur $\mu_c = 0,372$ [3].

Pikitõmbearmatuuri vajalik intensiivsus leitakse valemiga 4.25:

$$a_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot d}{f_{yd}} = a_{s1} = \frac{0,019 \cdot 23,3 \cdot 429 \cdot 10^3}{435} = 436,53 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} < a_{smin} ,$$

Ristlõige on normaalarmeeritud. Ristlõike suhteline arvutuskõrgus leitakse valemiga 4.23 [3]:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} ,$$

Kus

μ – suhteline moment;

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus ω leitakse valemiga 4.26:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,019} = 0,019 ,$$

Pikitõmbearmatuuri ristlõikepindala ei tohiks olla väiksem suurustest ($b = 1 \text{ m}$):

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d ,$$

$$a_{s,min} = \frac{0,26 \cdot 3,2 \cdot 429 \cdot 10^3}{500} = 710,52 \text{ mm}^2/\text{m} > 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 429 \cdot 10^3 = 557,7 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Valime armatuuriks vardad $\varnothing 12$, mille ristlõikepindala $A_s = 113 \text{ mm}^2$, mispuhul vajalik varraste samm [5]:

$$s = \frac{A_s}{a_{min}} = \frac{113}{710,52} = 0,159 \text{ m} \rightarrow \text{valime } s = 150 \text{ mm}.$$

$$a_{s,teg} = 113 / 0,150 = 753,33 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Ühes suunas töötavas plaadis tuleb ette näha jaotusarmatuur, mille ristlõikepindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri ristlõikepindalast:

$$a_{sj} = 0,2 \cdot 436,53 = 87,30 \text{ m}^2/\text{m}$$

Valime armatuurvardad $\varnothing 12$, mille ristlõikepindala $A_{sj} = 113 \text{ mm}^2$, mispuhul vajalik varraste samm:

$$s_j = \frac{A_{sj}}{a_{sj}} = \frac{113}{87,30} = 0,129 \text{ m} \rightarrow \text{valime samm } 150 \text{ mm}$$

Armatuurvarraste suurim vahekaugus võib olla:

- töötaval armatuuril: $s_{\max} < 2h < 250 = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ mm} \leq 140 \text{ mm}$
- Jaotusarmatuuril: $s_{\max} < 3h < 400 = 3 \cdot 500 = 1500 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm}$

Armeerime taldmiku ülapiinna armatuurvõrguga, mille ristvarrasteks on Ø12 B500B, s. 150 mm ja pikivardad Ø12 B500B, s. 140 mm [1].

Ristvardad (töötav armatuur) paigaldame betooni allpinna poole.

4.5.7. Taldmiku tagaserva põikjõukindluse kontroll

Seina põikjõukandevõimet alumises lõikes kontrollitakse väärtusega $V_{Ed} = Q_3 = 56,41 \text{ kN}$.

$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{429}} = 1,68 \leq 2,0,$$

kus $d = 429 \text{ mm}$

$$V_{\min} = 0,035 \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}} = 0,035 \sqrt{1,68^3 \cdot 35} = 0,45 \text{ MPa},$$

$C_{Rd,c}$ ja V_{\min} väärtused leiatakse valemiga 4.32:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12,$$

kus

$C_{Rd,c}$ - leitav valemiga 4.32

kus

γ_c - materjali varutegur.

$$P_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{436,53}{10^3 \cdot 429} = 0,0010 < 0,02$$

Betooniga vastuvõetava põikjõud leitakse valemiga 4.34:

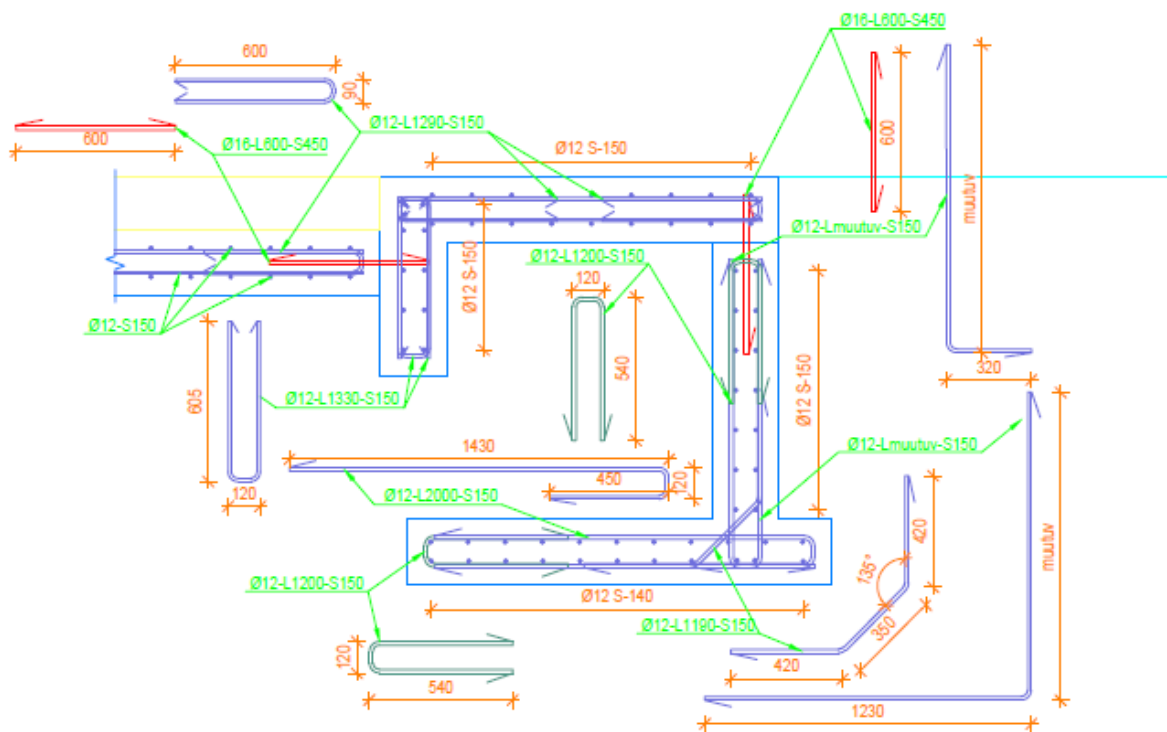
$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot p_1 \cdot f_{ck} \cdot b_w \cdot d},$$

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,68 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,0010 \cdot 35 \cdot 429} = 132,35 \text{ kN} < V_{\min} \cdot b_w \cdot d = 0,45 \cdot 429 = 193,05 \text{ kN}$$

Tugiseina baaskontrollperimeetril tuleb kontrollida tingimust:

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

Kuna $V_{Ed} = 56,41 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 132,35 \text{ kN}$, siis on põikjõukindlus tagatud.



Joonis 4.3 Tugiseina armeerimine [1].

5. TEHNOLOOGILINE OSA

Betoonkonstruktsioonide projekteerimisel, valmistamisel ja paigaldamisel tuleb järgida kõiki kehtivaid normdokumente, määrusi ja head ehitustava, lisaks peab täitma kõiki projekteerija poolt esitatud juhiseid ja nõudeid.

5.1. Raketis

Raketis ja selle tugikonstruktsioon tuleb teha lahenduses, mis talub värske betoonisegu omakaalu ja paigaldusaegseid lisakoormusi selliselt, et oleks tagatud konstruktsioonile esitatavate tolerantsi, pinnasileduse ja tugevusnõuete täitmine. Raketise materjal peab võimaldama betoonipinna viimistlemist projektis ettenähtud viisi ja kvaliteediklassi kohaselt. [1]

Raketis peab olema valmistatud vastavuses tarindi kujujoonisega, sisepind ja liited tagama esitatud pinnaklassi nõuete täitmise. Raketise kinnitused ja fiksaatorid ei tohi üldjuhul jätta nähtavatele betoonpindadele jälgi ja peavad olema eemaldatavad ilma betooni struktuuri või pinda rikkumata. [8]

Raketis peab olema tihe, liitekohtades ei tohi olla pinnakõrguse erinevusi. Raketise sisepinnad peavad olema puhtad, lahtirakestamise hõlbustamiseks kasutatav raketisemääre ei tohi tekitada betoonipinna värvimuutusi [1].

Konstruktsioonide nähtavad servad on vastavalt tööjoonistele faasitud [1].

Valmis raketis tuleb mõõdistada. Geomeetria vastavuse korral annab järelevalve loa betoonivõi sarrusetöödeks [1].

Sellel objektil kasutas autor üle 2 meetri kõrguste radiaalsete ja sirgete seinte ehitamiseks Doka AS-i moodulraketist. Autor on eelnevalt saatnud kõigi konstruktsioonide joonised, mille ta kavatses selle raketise abil püstitada, et saada raketise paigalduse täpne kujundus ja selle kogus. Üle 2 kõrguse radiaalsete seinte ehitamiseks kasutas autor vajaliku raadiuse saamiseks Doka moodulraketist mõõtmetega 90x270 cm. Radiaalsete seinte ehitamisel alla 2 meetri kasutas autor oma toodetud niiskuskindlast vineerist valmistatud raketist, kuna see valik on odavam kui moodulraketise kasutamine ja kõiki raudbetoonkonstruktsioone ei saa moodulraketistest valmistada mittestandardne geomeetria.



Foto 1.2 Radiaal sein, raketise paigaldamine Doka 90x270



Foto 1.3 Radiaal sein, puitraketis

5.2. Sarrus

Kasutatav sarrusteras peab vastama standardile EN 10080-1.

Konstruksioonid sarrustatakse tööjooniste ja esitatud nõuete järgi ning fikseeritakse viisil, mis tagab paigalpüsivuse betoonimistööde ajal. Kõikidel konstruktsioonijoonistel on sarruste painutusmõõdud antud välimiste painutusmõõtudena (tähis „PD“-painutusdiameeter, sarruse painutustabelis). [1]

Sarrusvarraste painutusdiameetrid vastavad külmaltpainutamise nõuetele. Ebaõigelt painutatud varraste ümberpainutamine ei ole lubatud. Kuumaltpainutamine on lubatav ehitusjärelvalve ja/või projekteerija loal. [1]

Sarruse vajalikud kaitsekihid on märgitud konstruktsiooni tööjoonisele või vastavad tähistatud keskkonna ja betooni tugevusklassile [1].

Sarruse fikseerimine (tugistamine) tuleb kavandada ja teostada selliselt, et vajalik kaitsekihi paksus ja nõuded betoonpindadele oleksid tagatud [1].

Sarrusvarraste toetamiseks raketises kasutatakse spetsiaaltugesid ning vardad seotakse omavahel tihedusega, mis tagab pärast betoneerimist sarruse paiknemise projektijärgses kohas arvestades lubatud hälbeid [1].

Kõik sissebetoneeritavad terasosad tuleb eelnevalt puhastada rasvast, õlist, roostest jms. Keelatud on elektrikaablite isolatsioonitorude jms. paigaldamine sarruse kaitsekihi tsooni, samuti torude pikisuunaline paiknemine töösarruse vahetus läheduses. [1]

Betooniteraste keevitustööd tuleb teha vastavalt klassi WC (standard EN ISO 5817:2003) nõuetele [1].

Keevisühendustes kasutatavate elektroodide klass peab vastama liidetavate elementide terase margile [1].

Armatuuri ostmiseks odavama hinnaga saatis autor hinnapakkumise taotluse mitmele metalli müüvale ettevõttele. Soodsamat hinda pakkus Elme metall OÜ Kohtla-Järve.

Kuna selles projektis oli palju armeeringust painutatud osi, otsustas autor need kohapeal valmistada, selleks renditi soodsatel tingimustel armatuuri külmaks painutamiseks mõeldud masin.



Foto 1.4 Painutuspink

5.3. Betoonimine ja betoon

Kasutatavad materjalid peavad vastama kõigile seonduvatele normidele, eeskirjadele ja instruktsioonidele ning täitma projekteerija poolt esitatud nõudeid.

Nõuded betoonile on toodud standardis EVS-EN 206. Konstruksioonides kasutatavate betoonide tugevus ja keskkonnaklassid on toodud konstruksiooni joonistel.

Poore tekitava lisandi betooni tugevust vähendav mõju peab olema tsemendi hulga määramisel arvesse võetud ja vesi-tsementtegur hoitud võimalikult madal.

Betooni konsistents ja tihendamise meetod tuleb valida selliselt, et elemendi kvaliteet oleks tagatud ühtlaselt kogu toote ulatuses ja mahukahnemine viidud miinimumini [1].

Enne betoneerimise algust kontrollis autor iga rajatisse saabunud betoonisegisti saatelehti, veendumaks, et betoon tarniti õigesse klassi, ka betoonisegisti pikema

saadetise korral suurendas autor ajavahemik masinate vahel. Seinte betoneerimisel valas autor betooni kihtidena 30-50 cm ja tihendati kõrgsagedusliku sügava vibraatoriga. Sügava vibraatori betoonisegusse kastmisel tuleks kihtide paremaks segunemiseks seda eelnevalt paigaldatud kihti süvendada 10-15 cm võrra. Autor jälgis, et betoonisegu ei langeks raketisse vabalt üle 1 meetri kõrguselt. [1]



Foto 1.5 Kõrgsagedus vibronui

5.4. Betooni järelhooldus

Betooni kivistumise ajal tuleb hoida betooni kuivamisest. Betooni temperatuur kivistumise ajal ei tohi ületada 60 °C. Betooni tuleb kaitsta külmumise eest kuni betooni tugevuse saavutamiseni, mille juures külmumisel tekkivad jääkristallid ei lõhu enam betooni struktuuri. [1]

Enne betoneerimistöödega alustamist peab ehitaja esitama tellijale tööseletuse kasutatavatest meetoditest, kuidas vältitakse betooni liigset kuivamist, ülekuumenemist ja külmumist, võimalike pragude teket ja jälgitakse betooni kivistumise kulgu [1].

Pärast betoneerimise lõpetamist 2-3 tunni pärast temperatuuril +15 valati kõik betooni nähtavad pinnad veega ja kaeti niiskuse eest kaitsmiseks presendiga. Katmata betoonpindu tuleks hoida niiskena, kuni betoon saavutab 75% selle kavandatud tugevusest. Kui õhutemperatuuril 0 - +5 kraadi ei ole vaja betooni kasta. Kui keskmine õhutemperatuur on päeval +5 või langeb 0 kraadini, siis loetakse seda talvisteks betoneerimistingimusteks. Talvistes betoneerimistingimustes tellis autor eelsoojendatud betooni, pärast betoneerimise lõppu kaeti betoon presendiga ja paigaldati elektrikerised, keemilisi lisandeid saab kasutada ka betooni kivistumise kiirendamiseks. [1]

5.5. Toodete valmistamine

5.5.1. Üldist

Toodete valmistamisel juhinduda standardist EVS-EN 13369 Betoonvalmistoodete üldeeskirjad.

Tooted peavad olema sarrustatud vastavalt tootejoonistele. Sarrusvardad peavad paiknema täpselt joonisel näidatud kohas ja olema fikseeritud, et vältida paigalt nihkumist betoneerimise ja tihendamise ajal. Sarruse tugistus (distsantsihoidjad) peab olema kavandatud ja paigaldatud selliselt, et oleks tagatud nõutav kaitsekihti paksus ja betoonipinna kvaliteet. [1]

Teraselemendid (ankrud, aasad, taridetailid jms) paigaldatakse vastavalt tootejoonistele. Kõik tooted märgistatakse tootenumbri ja/või partiinumbri. Informatsioon tegelike mõõtmete erinevusest projekteerituga tuleb edastada ehitusplatsile vastavalt kokkulepitud tingimustele. [1]

Nähtavale jäävad betoonipinnad tuleb puhastada võimalikust mustusest, vormimäärdest, roostest jms[9]. Elementidele tuleb teha kõik vajalikud mõõtmised veendumaks toodangu vastavuses projektsetele nõuetele.

5.5.2. Ladustamine ja transport

Vaja on ette näha abinõud, mis kaitseksid elemente määrdumise (pori) ja vihma eest transportimise ja paigaldamise ajal. Elementide tugevus ja kinnitused peavad tagama ohutuse nii transportimisel ja ladustamisel kui ka paigaldamisel. Erilist tähelepanu tuleb osutada toodangu virnastamisel püsivusele, ilmastiku mõju eest kaitsmisele, alustugede horisontaalsusele. [1]

Enne objektile transpordi või autokraana tellimist peate kliendiga kokku leppima kuupäeva ja kellaaja, et juurdepääsuteed oleksid vabad ja ei tekitaks liiklusummikut.

5.5.3. Paigaldamise graafik

Elementide paigaldaja koostab montaaži plaani ja graafiku, selliselt, et valmistoodang saabuks ehitusplatsile vastavuses paigaldusgraafikule. Montaaži ajagraafik peab olema kooskõlas ehituse üldise graafikuga. Lõplik tööde teostamise plaan peab olema vastavuses ehitusosa projektiga. Kui tööde teostamise plaani koostajal tekib küsimusi monteeritavate elementide transportimise, tõstmise, kinnitamise vms kohta, siis lisainformatsiooni saamiseks on soovitatav pöörduda konstruktsioonide projekterija poole. [1]

Enne montaaži algust tuleb veenduda, et tööde teostaja on tutvunud tööde teostamise plaaniga ja omab piisavat kogemust antud tööde tegemiseks [1].

5.6. Elementide paigaldus

5.6.1. Tööde teostamise plaan

Töövõtja koostab enne ehitustööde algust tööprogrammi ja kvaliteedi tagamise plaani. Tööprogrammis nähakse ette põhiliste ehitustööde kirjeldused, sealhulgas elementide montaažitööde tehnoloogiline kirjeldus. Tööde teostamisel arvestatakse konstruktsiooniosa ja elementide projekterija ning toodete valmistaja poolt antud juhiseid ja nõudeid, mis puudutavad ehitise tugevust, stabiilsust ja ühendussõlmede kandevõimet ehituse erinevates staadiumides. Juurdepääsuteed ja ajutised laoplatsid on näidatud Töövõtja töömaa plaanil. Töövõtja koostab montaažitöödeks paigalduse ajagraafiku. Suurekaaluliste elementide (raskem kui 10t) paigaldustöödeks koostatakse vajadusel eritööde plaan. [1]

5.6.2. Paigaldustäpsus

Elementide paigaldustäpsus ja tolerantsid peavad vastama EVS-EN 13670 klass 1 (normaaltolerantsid) nõuetele, kui joonistel pole nõutud teisiti. Toodete paigaldamisel tuleb arvestada, et ei tekiks elementide ja paigaldamise hälvete kuhjumist (summeerumist). [1]

5.6.3. Montaaž

Enne paigaldustööde algust tuleb kontrollida aluskonstruksioonide mõõtmeid ja kõrgusmärke.

Elementide paigaldusmeetod peab olema valitud selliselt, et see ei halvendaks toodete ja materjalide kvaliteeti ja väljanägemist. Eriti keerukate tõstetööde ja kahe kraana samaaegsel kasutamisel ühe raskuse tõstmiseks koostatakse alati eraldi projekt. Kui koormus jaguneb tõstmisel ebavõrdselt, peab see projektis olema arvesse võetud. Tooted tuleb kinnitada ja tugistada selliselt, et nihkejõudude või tuule mõjul nad ei kukuks ümber ega alla. [1]

Paigaldustöödeks ja materjali ehitusplatsile toimetamiseks ostis autor veoauto Volvo FM koos Fassi F450AXP hüdrokraanaga, kaubaplatvormi suurusega 2500x8500 mm, kuna see auto suudab erinevalt koormat tõsta, aga ka kaupa transportida. autokraana.



Foto 1.6 Veoauto

Via dei Carmelitani, 2
 24021 Albino BG
 tel. ++39 35 776400
 fax ++39 35 755020
 www.fassigroup.com
 fassi@fassigroup.com

LOAD DIAGRAM HYDRAULIC EXTENSIONS WITH LIFTING MOMENT LIMITING DEVICE

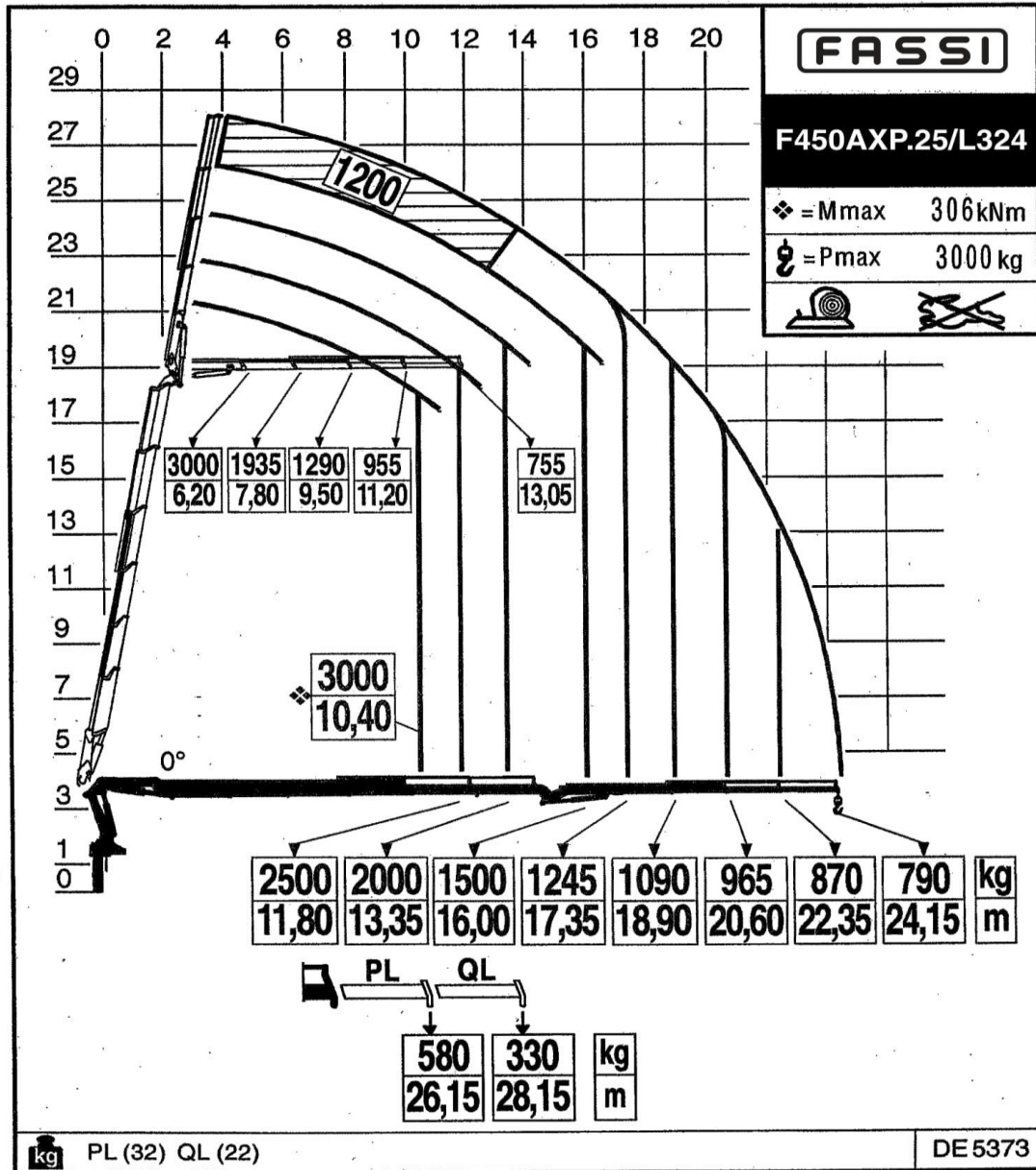


Diagramm 1.1

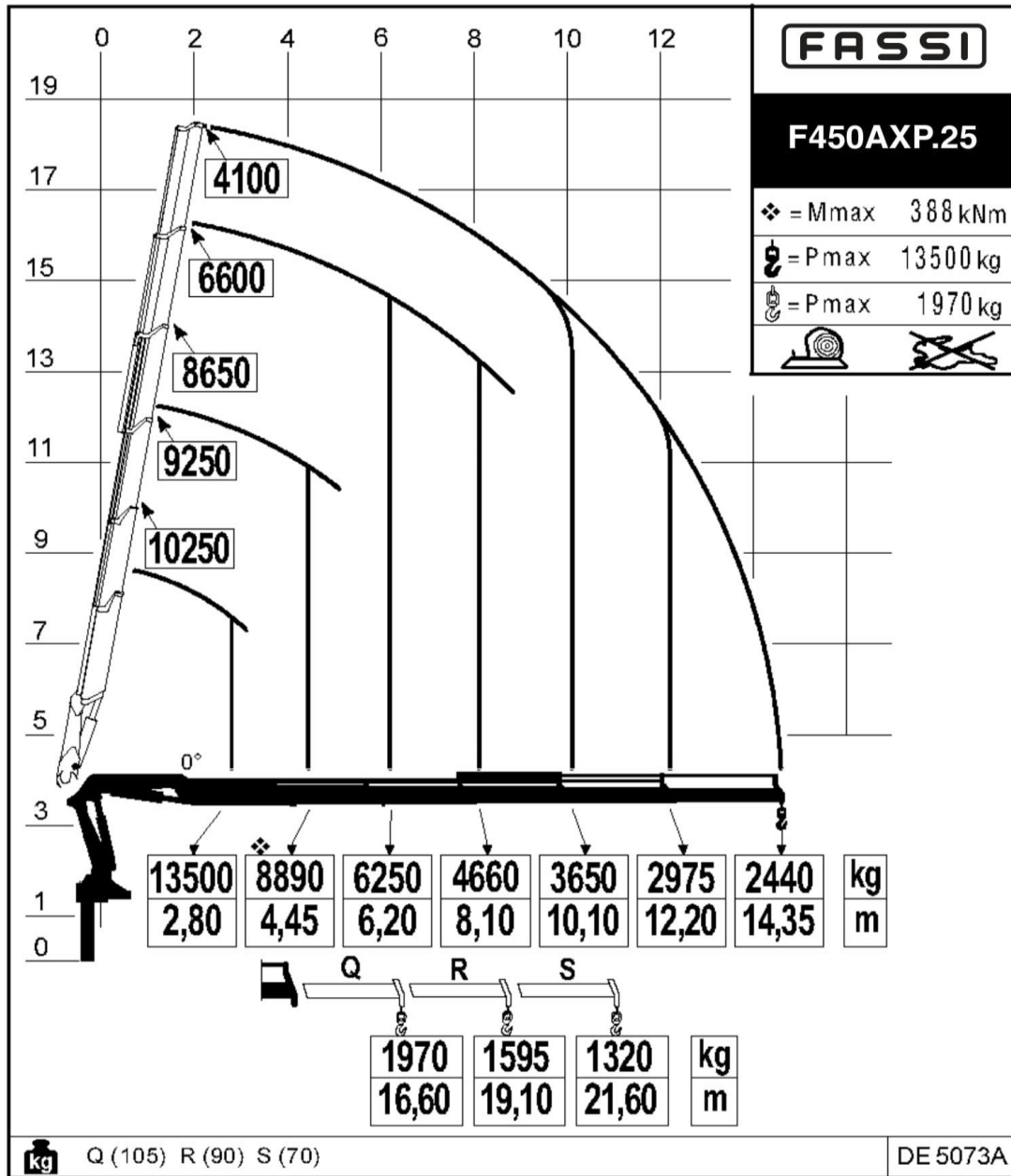


Diagramm 1.2

5.7 Tööohutus

5.7.1 Montaaži tööohutus

Tingituna toodete, seadmete ja ehitismehhanismide ümber või allakukkumise ohust, tuleb märgistada ja eraldada piisava suurusega ohutsoon, kaasa arvatud juurdesõiduteed ja platsid, kus kõrvaliste isikute viibimine ja muude tööde tegemine on keelatud [1].

Tööde teostamise käigus lähtutakse vastavate tööoperatsioonide juures kehtestatud ohutustehnika juhistest vastavale tööle ja ametkondade juhenditest, kelle vastutusalas töötatakse [1].

5.7.2 Tuletööohutus

Tuletöö hõlmab tootmistoiminguid, mis on seotud lahtise tule kasutamisega, sädemete ja kuumutamise temperatuurini, mis võib põhjustada materjalide ja struktuuride süttimist:

- elektri- ja gaasikeevitus; jootetööd;
- töötada bituumeni kuumutamisel, osade kuumutamisel lahtise leegiga;
- kõik muud tööd, mis kasutavad ettevõtte territooriumil lahtist tuld.

Tuletöö tegemiseks lubatakse töötajaid, kes on läbinud ettenähtud viisil töökaitse ja tuleohutuse alase koolituse ja teadmiste kontrollimise, kellel on kvalifikatsioonitunnistus.

Tuletöö tegemisel on keelatud kasutada õli, bensiini ja muude tuleohtlike vedelike jälgedega kombinesooni.

Keevitamine ja gaasilõikamine on keelatud ilma kombinesoonide, kaitseprillide, spetsiaalsete kilpideta.

5.7.3 Kõrgusest kukkumine

Kõrgusest kukkumise ohu vältimiseks tuleb kaitsepiirded paigaldada koheselt, kui on tekkinud kukkumise oht. Piirded peavad vastama ohutustehnika nõuetele, ülemine käsipuu peab olema 1m kõrgusel, vahepiire 0,5m kõrgusel ning all jalaäärelaud. Piirete paigaldamisel tuleb jälgida, et kasutatav materjal oleks kvaliteetne ja piirded saaksid piisavalt tugevad. Puitpiitere ehitamisel ei ole seetõttu lubatud kasutada kipsikruvisid. Piirded tuleb paigaldada igal juhul kui kukkumiskõrgus on 2m või rohkem, juhul kui kukkumiskõrgus on väiksem kui 2m kuid kukkumisel võivad olla täiendavad ohud (püstised armatuurvardad vms) tuleb samuti paigaldada piirded. Kukkumisohuga kohtades, kuhu pole võimalik piirdeid paigaldada, tuleb vastavas töotsoonis töötajal teha kõik võimalik, et hoida ära õnnetusjuhtumeid (tähistada hoiatusmärkidega, hoiatuslintidega, kasutada turvarakmeid). Turvarakmete kasutamisel peab alltöövõtja tööohutuse eest vastutav isik kontrollima enne tööde alustamist kinnituspunktide korrektsust ja tugevust ning fikseerima selle ehitustööde päevikus. Redeleid võib ajutisel kõrgtööl kasutada töötamiskohana üksnes erandjuhul, kui tellingute või töölavade

kasutamine ei ole õigustatud vähese ohu, lühikese kasutusaja või kohapealsete olude tõttu. Redelil seistes ei tohi töötada korraga kauem kui 30 minutit ega rohkem kui kolmandiku tööpäeva pikkusest. Keelatud on seista kõrgemal kui ülalt kolmandal pulgal või astmel. Üldjuhul ei tohi redelil töötada kõrgemal kui 5 meetrit aluspinnast. Juurdepääsuredel peab olema piisavalt pikk, et ulatuda vähemalt ühe meetri võrra üle juurdepääsutasandi. Enne tellingute kasutuselevõttu tuleb kontrollida nende nõuetekohasust ja vormistada kontrolli akt. Tellinguid, mis paiknevad sõidukite või mehhanismide liikumisteede juures, tuleb võimalusel kaitsta võimalike vigastuste eest.

6. MAJANDUSOSA

Tabel 6.1 Sillamäe rannapromenaadi hinnapakumine

| Ehitusobjekt: Sillamäe rannapromenaad | | | | | AVM Building OÜ | 20.02.2020 |
|---|---|------|------|--------------|-------------------------------|-------------|
| Aadress: Sõtke üldmaa, Sillamäe linn, Ida-Virumaa | | | | | Hinnapakumine | 2120 |
| Jrk nr | Töö nimetus | Ühik | Maht | Ühikhind | Maksumus, EUR (ilma km-ta) | Alltöövõtja |
| | Pruulikoja trepistik kohtvalu ja muud tööd | | | | | |
| | Trepiplaat | m3 | 325 | 432,00 | 140 400,00 | |
| | Seinad, prussid | m3 | 43 | 550,00 | 23 650,00 | |
| | Trepi vundament (taldmik, sein) | m3 | 14 | 550,00 | 7 700,00 | |
| | Trepp | m3 | 16 | 620,00 | 9 920,00 | |
| | Sulundseina lõikamine, jaotusvöö, tõmbide ja ankruplaatide paigaldus (ei sisalda materjale, sisaldab ekskavaatori tööd) | töö | 1 | | 0,00 | |
| | Ääretala ja koorik sulundseinale | m3 | 97 | 990,00 | 96 030,00 | |
| | Ülemiste L-elementide monoliitne ääretala | m3 | 20 | 497,00 | 9 940,00 | |
| | | | | | | |
| | Kajaka pandus kohtvalu | | | | | |
| | Panduse plaat | m3 | 147 | 435,00 | 63 945,00 | |
| | Seinad, prussid | m3 | 105 | 570,00 | 59 850,00 | |
| | Panduse vundament (taldmik, sein) | m3 | 30 | 570,00 | 17 100,00 | |
| | | | | | | |
| | Majakovski trepistik | | | | | |
| | Trepp | m3 | 117 | 720,00 | 84 240,00 | |
| | | | | | | |
| | Mere pst talad | | | | | |
| | Prussid, vundamendid | m3 | 132 | 550,00 | 72 600,00 | |
| | | | | | | |
| | | | | KOKKU | 585 375,00 | |

Tabel 6.2 Töögraafik

| Ehitusobjekt: Sillamäe rannapromenaad | | | | |
|---|--|----------------|---------------------|---------------------|
| Aadress: Sõtke üldmaa, Sillamäe linn, Ida-Virumaa | | | | |
| Jrk | Tööde nimetus | Kestus | Algus | Lõpp |
| 5.1.8 | Pruulikoja alumised L-lemendid (paigaldus peale Pruulikoja tugimüüri ehitust) | 10 days | Wed 18.03.20 | Thu 02.04.20 |
| 5.1.8.1 | Elementid TE-7T (6 tk - Pruulikoja trepistik, 1. rida, tagumised) -- Enne ankrute tööde lõpetamist tee kinni, liikumine VÄRAV 2-st | 2 days | Wed 18.03.20 | Thu 19.03.20 |
| 5.1.8.2 | Elementid TE-8T (2 tk - Pruulikoja trepistik, 1. rida, idapoolne nurk) | 1 day | Fri 20.03.20 | Fri 20.03.20 |
| 5.1.8.3 | Elementid TE-7JR (1 tk - Pruulikoja trepistik, 2. rida, läänepoolne) | 1 day | Mon 23.03.20 | Mon 23.03.20 |
| 5.1.8.4 | Elementid TE-8T (1 tk - Pruulikoja trepistik, 2. rida, idapoolne) | 1 day | Tue 24.03.20 | Tue 24.03.20 |
| 5.1.8.5 | Pruulikoja plaadi aluse ettevalmistus (tehnoloogiline varu) | 5 days | Wed 25.03.20 | Thu 02.04.20 |
| 5.1.9 | Tugimüüri ehitus (Pruulikoja trepistiku sulundsein) | 22 days | Tue 25.02.20 | Wed 25.03.20 |
| 5.1.9.1 | Sulund | 9 days | Tue 25.02.20 | Fri 06.03.20 |
| 5.1.9.2 | Jaotusvöö ja ankrud | 10 days | Mon 09.03.20 | Fri 20.03.20 |
| 5.1.9.3 | Survetoru vaatluskaev D2000 mm | 3 days | Mon 23.03.20 | Wed 25.03.20 |
| 5.1.10 | Pruulikoja ülemised L-lemendid (peale sulundseina paigaldamist) | 3 days | Mon 23.03.20 | Wed 25.03.20 |
| 5.1.10.1 | Elementid TE-12JR (6 tk) | 2 days | Mon 23.03.20 | Tue 24.03.20 |
| 5.1.10.2 | Elementid TE-13JR (5 tk) | 1 day | Wed 25.03.20 | Wed 25.03.20 |
| 5.1.11 | Paigalvalu raudbetoonkonstruktsioonid | 99 days | Wed 29.01.20 | Mon 22.06.20 |
| 5.1.11.1 | Mere pst servaprussid (132 m3) | 43 days | Wed 29.01.20 | Tue 31.03.20 |
| 5.1.11.2 | Sulundseina ääretala ja koorik (97 m3) | 25 days | Thu 26.03.20 | Mon 04.05.20 |
| 5.1.11.3 | Pruulikoja ülemiste L-elementide monoliitne ääretala (20 m3) | 25 days | Thu 26.03.20 | Mon 04.05.20 |
| 5.1.11.4 | Kajaka prussid, taldmikud, seinad, plaat (276 m3) | 52 days | Mon 02.03.20 | Fri 15.05.20 |
| 5.1.11.5 | Majakovski trepistik (123 m3) | 20 days | Fri 17.04.20 | Fri 15.05.20 |
| 5.1.11.6 | Pruulikoja plaat, seinad, prussid, trepp (398 m3) | 55 days | Fri 03.04.20 | Mon 22.06.20 |

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö käigus töötas autor põhjalikult läbi raudbetoonkonstruktsioonide arvutamise meetodika.

Lähteandmetena kasutas töö autor OÜ EstKONSULT poolt koostatud tööprojekti " Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse ehitusprojekt OÜ Kaurits'le.

Vastavalt koostatud tööprojektile on lõputöös kirjeldatud põhjalikult Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse arhitektuurset üldkontseptsiooni, konstruktiivset lahendust ja ehitusel kasutatud materjale.

Lähteandmete osas on antud ehitise projektlahendus ja kvaliteedinõuded ulatuses, mis on aluseks ehitustööde teostamiseks.

Konstruktiivses osas on teostatud tugiseina arvutus. Arvutuste käigus kontrolliti kandevõimet, teostati vajalikud deformatsioonide arvutused.

Majanduslikus osas arvutatakse raudbetoonkonstruktsioonide valmistamise ja paigaldamise maksumus.

Tehnoloogilises osas on toodud põhilised tehnoloogilised lahendused kaldakindlustuse ehituskonstruktsioonide montaažiks.

Graafiline osa sisaldab põhilisi asendiskeeme, lõikeid ja sõlmi.

Kokkuvõtvalt võib väita, et käesoleva lõputöö eesmärk ning ülesanded on täidetud vastavalt püstitatud lähteülesandele.

SUMMARY

In the course of this thesis, the author thoroughly developed the methodology for calculating reinforced concrete structures.

The author of the dissertation used the work project "Sillamäe beach promenade shore protection construction project for OÜ Kaurits prepared by OÜ EstKONSULT as a source of data.

According to the work project, the general architectural concept, constructive solution, and materials used in the construction of the shore protection of the Sillamäe beach promenade have been thoroughly described in the dissertation.

Regarding the source data, the design solution and quality requirements of the building are given to the extent that is the basis for the performance of construction works.

In the structural part, the calculation of the retaining wall has been performed. The author performed the calculation of the retaining wall at the request of OÜ Kaurits to check the load-bearing capacity of the retaining wall. During the calculations, the load-bearing capacity was checked, and the necessary deformation calculations were performed.

In the economic part, the costs of manufacturing and installing reinforced concrete structures are calculated.

In the technological part, the main technological solutions for the assembly of shore protection building structures are presented.

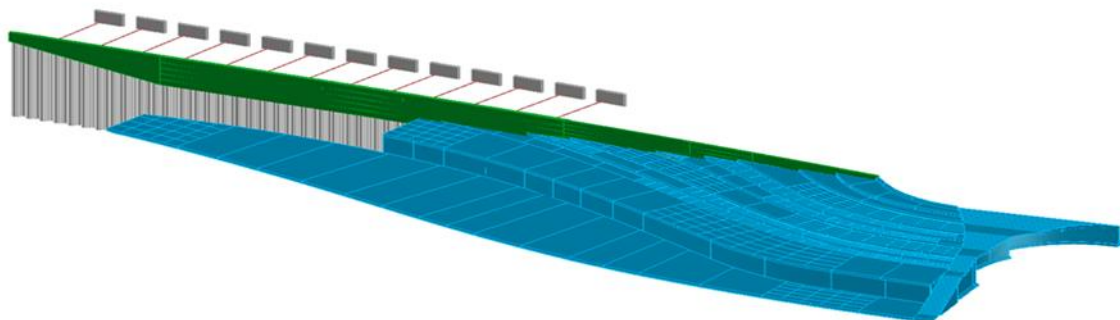
The graphical part contains the basic position diagrams, sections, and nodes.

In summary, it can be stated that the aim and tasks of this thesis have been fulfilled following the set initial task.

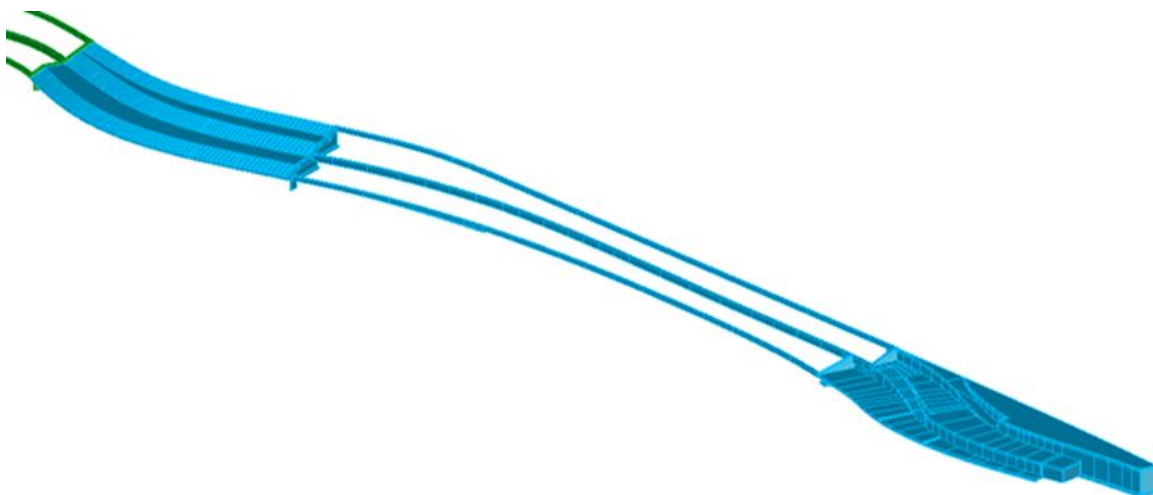
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Tööprojekt nr 19-089 „ Sillamäe rannapromenaadi kaldakindlustuse ehitusprojekt”.
2. EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused 3. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. 2002. Eesti Standardikeskus.
3. Dots. J. Valgur. Raudbetoonkonstruksioonid II. Loengukonspekt. Tartu 2014.
4. T. Masso, Ehituskonstruktorigi käsiraamat, Tallinn: Ehitame, 2010, p. 577.
5. EVS-EN 1992-1-1:2007 Eurokoodeks 2: Betoonkonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid ja reeglid hoonetele.
6. V.Voltri. Kivikonstruksioonid. Loengukonspekt. TTÜ 2003.
7. Vello Otsmaa. Johaness Pello. Raudbetoonkonstruksioonide üldkursus I – Loengukonspekt. Tartu, 2011.
8. Keila pargi 2 koolihoone laienduse ehituprojekt
[Microsoft Word - 2029_PP_EK-3-01_SELETUSKIRI \(keila.ee\)](#)
9. MAGISTRITÖÖ_Vahur_Vask.pdf (D52852015)

LISAD



Joonis 6.1 Pruulikoja trepistik



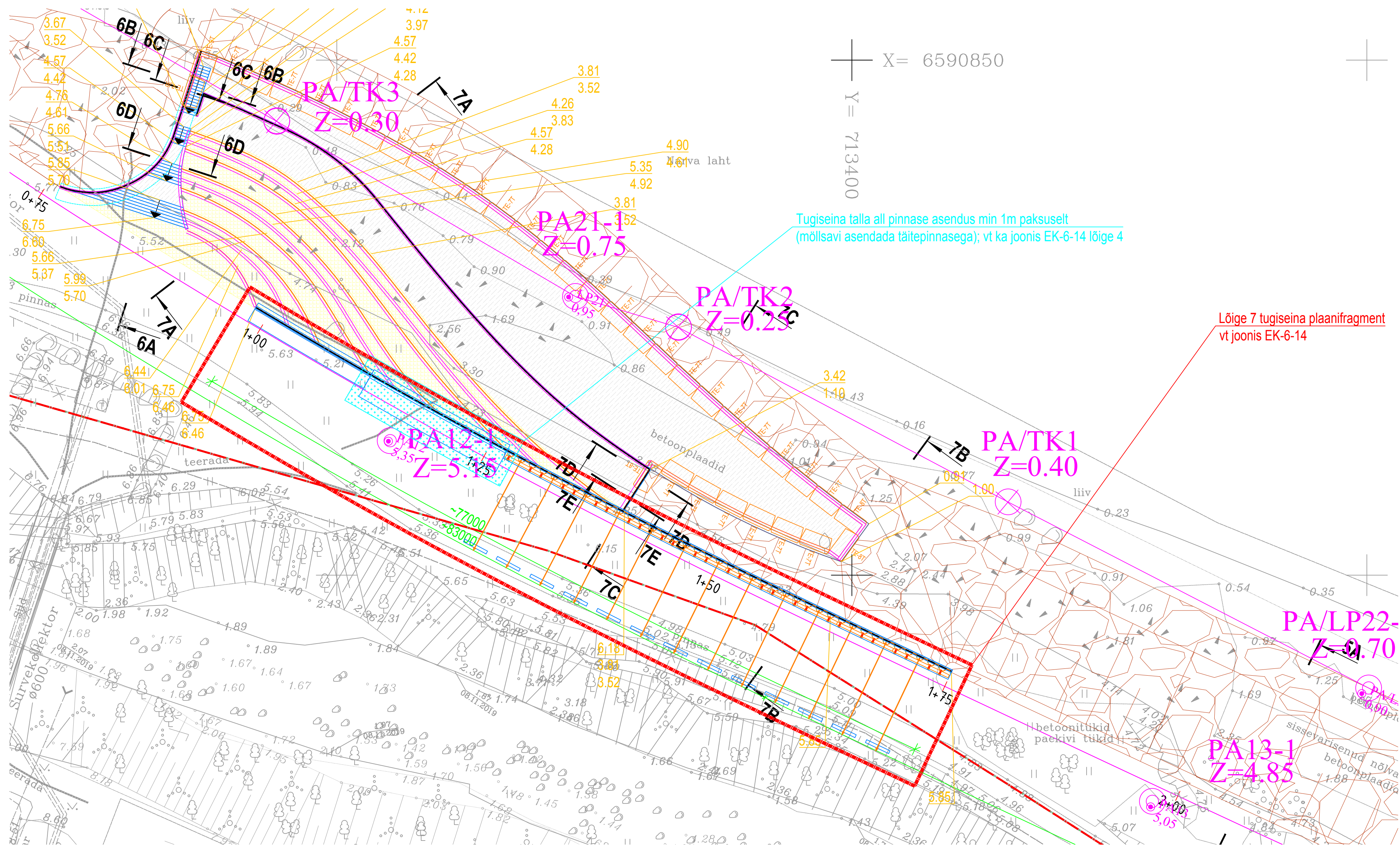
Joonis 6.2 Majakovski trepistik ja Kajaka pandus

GRAAFILINE OSA

| | |
|---------|-------------------------|
| Leht 1 | Asukohaskeem |
| Leht 2 | Lõiged |
| Leht 3 | Lõiged |
| Leht 4 | Lõige 6D |
| Leht 5 | A sarrustamine |
| Leht 6 | 7A, 7D, 7E sarrustamine |
| Leht 7 | Lõige 7TS |
| Leht 8 | Lõige 7A, 7B |
| Leht 9 | Lõige 7TS def.vuugid |
| Leht 10 | Lõiged |
| Leht 11 | Sulund.vuuk |
| Leht 12 | Sõlm 2 sarrustamine |

ASUKOHASKEEM

X= 6590850
Y= 7134000



Tugiseina talla all pinnase asendus min 1m paksuselt (mõllsavi asendada täitepinnasega); vt ka joonis EK-6-14 lõige 4

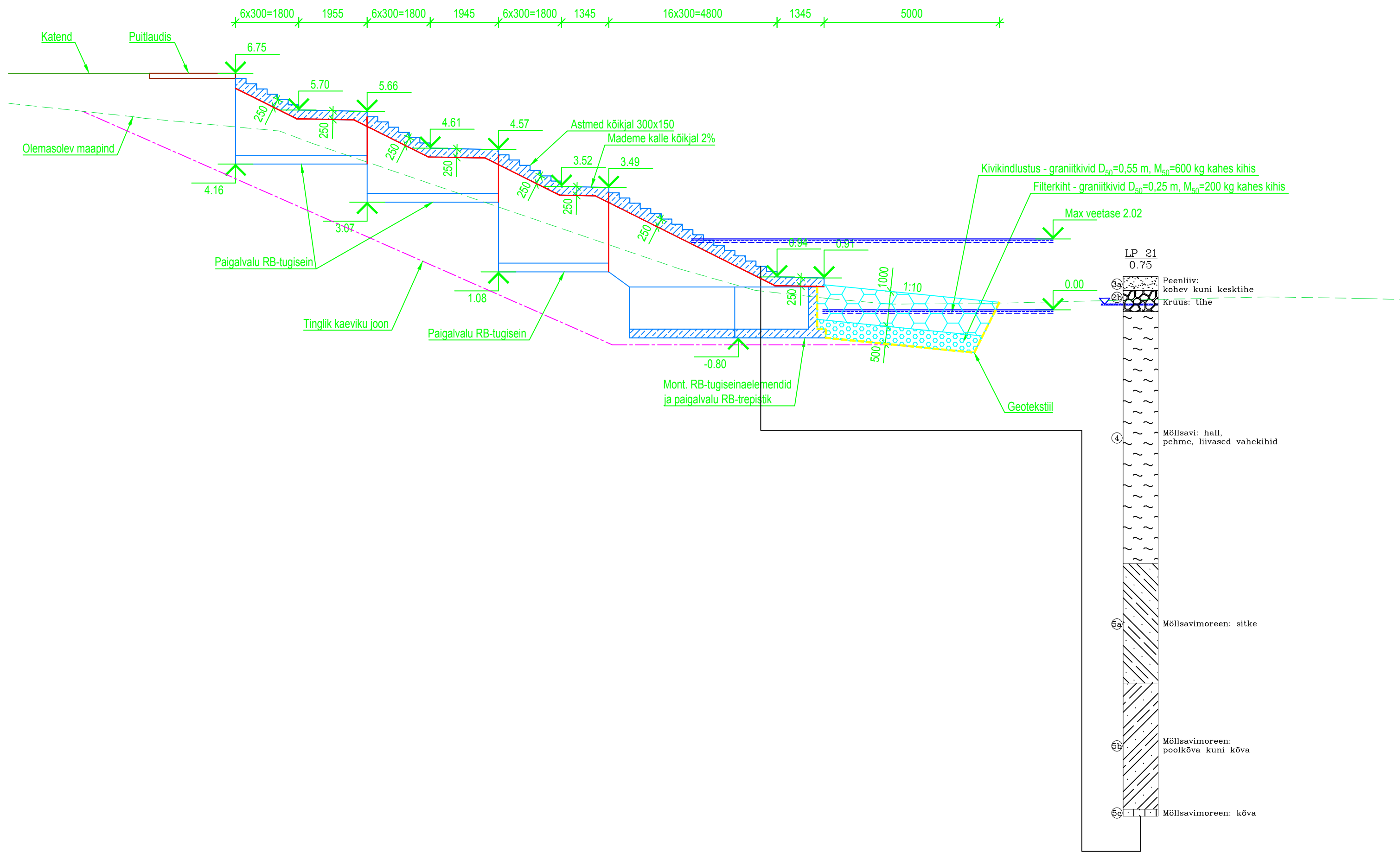
Lõige 7 tugiseina plaanifragment vt joonis EK-6-14

| | | | |
|---|--|---------------|-----------------------------|
| Address | Sillamäe linn, Ida-Viru maakond | Stadium | Tööprojekt |
| Ehitusprojekt | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE EHITUSPROJEKT | Joonise nimi | PLAANIJOOINIS LEHT 1 |
| Ehitis | Ehitise nr | Töö nr | Osa |
| | | 19-089 | EK |
| | | Joonise nr | Muudatus |
| | | 5-01 | |
| | | Kuupäev | |
| | | 23.10.2019 | |
| OÜ EstKONSULT Sõpruse pst 151 sissepääs A 13417 Tallinn | | Projektijuht | M. Pihl |
| tel 664 6730, e-post admin@estkonsult.ee | | Projekteeris | M. Pihl |
| | | Joonestas | M. Pihl |
| | | Kontrollis | P. Põldre |
| | | Mõõtkaava | 1:200 |
| | | Formaat | |

| | | | | |
|------------------------|-------------|------------|--|------------------|
| | | | | Mõõtkaava 1:1000 |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 1 | ASUKOHASKEEM |

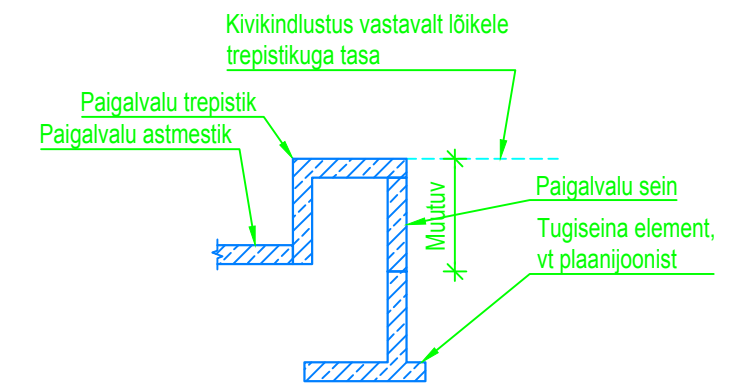
LÕIGE 6A

1:100



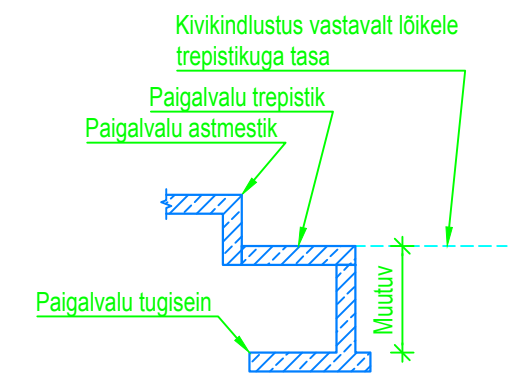
LÕIGE 6B

1:100



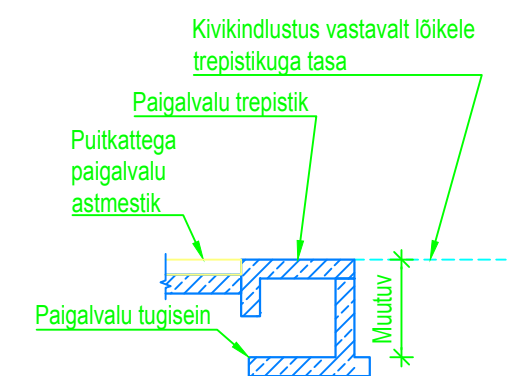
LÕIGE 6C

1:100

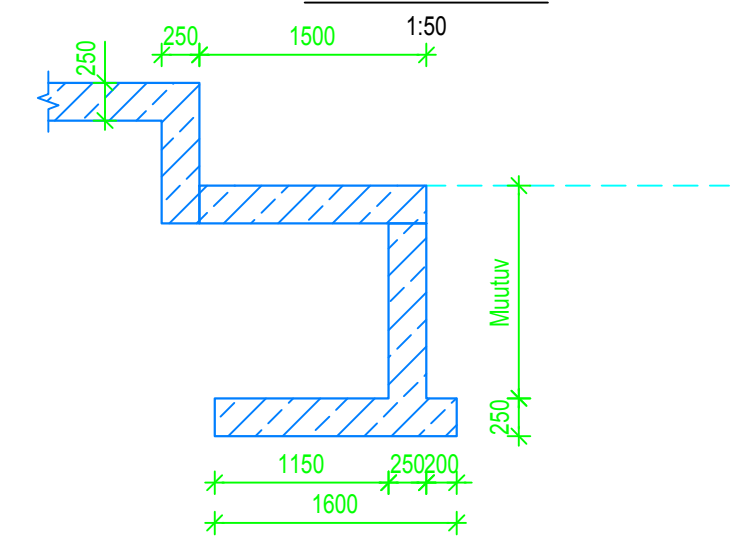


LÕIGE 6D

1:100

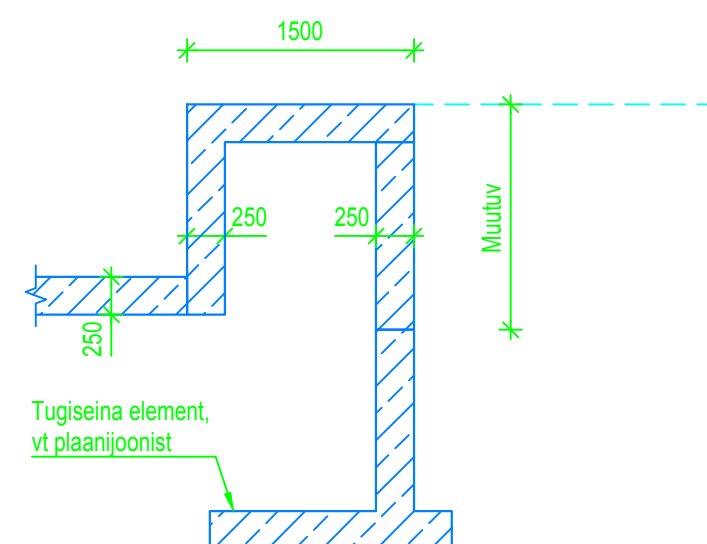


LÕIGE 6C KUJU



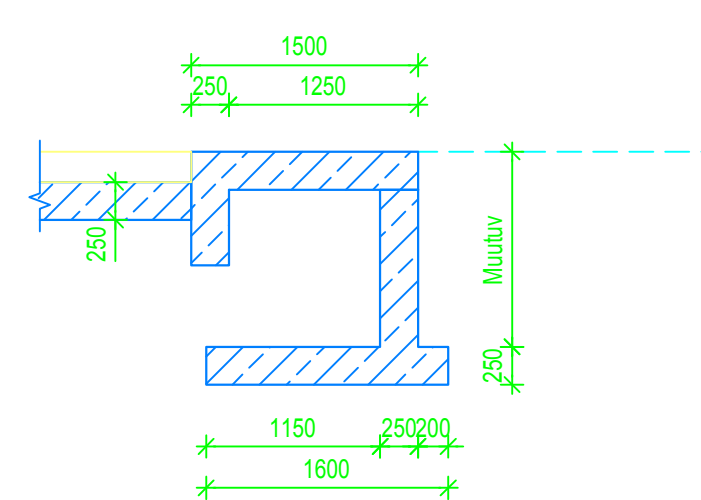
LÕIGE 6B KUJU

1:50



LÕIGE 6D

1:100



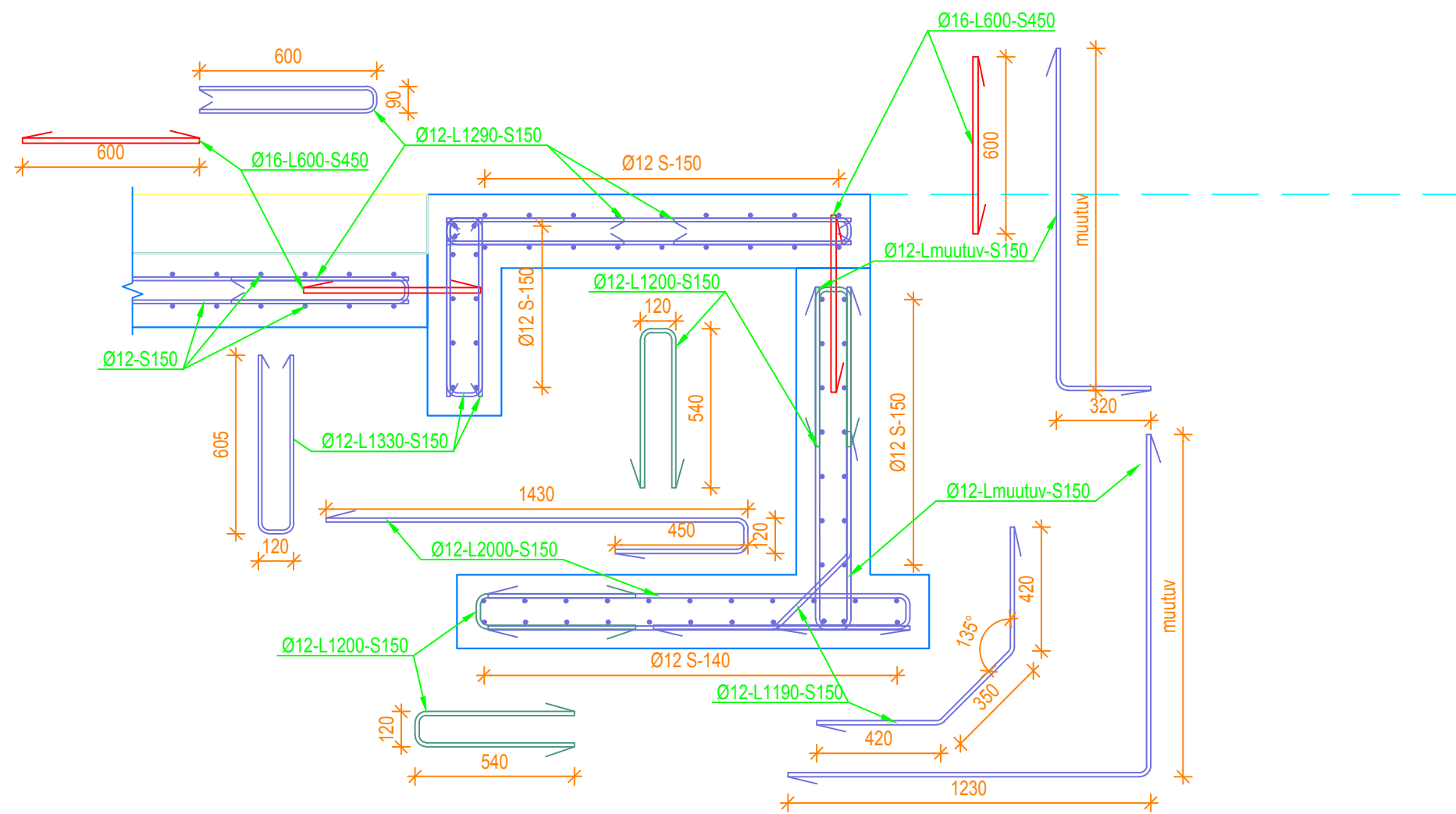
JUHISED:

1. Sidusjoonised:
 - 1.1. Plaanijoonised EK-5-01...04
 - 1.2. Kuju lõiked EK-6-01...07
 - 1.3. Sarrustamise lõiked EK-6-08...14
 - 1.4. Tüüpsõlmed EK-6-15
 - 1.5. Tugiseinaelemendid EK-7-01...
2. Kõik mõõtmed on millimeetrites kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
3. Kõik kõrgusmärgid EH2000 süsteemis.
4. Betooni klass C35/45 XC4+XS3+XF4/KK44 (EVS-EN 206).
5. Sarrustuse klass B500B (EVS-EN 10080).
6. Sarrustuse nominaalne kaitsekiht 65 mm, kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
7. Betoonkonstruktsioonide valmistamise ja monteerimise tolerantsid vastavalt normaaltolerantsidele ehk klass 1 nõuetele (EVS-EN 13670).
8. Betoonpindade viimistlus kui arhitektuuriprojektis ei ole näidatud teisiti:
 - 8.1. paigalvalu nähtavale jäävad pinnad: klass A
 - sh käidavad horisontaalpinnad (platvormid, trepid): harjapind HAR-A
 - sh nähtavad vertikaalpinnad: vormipind MUO-A
 - sh betoonprusside ülapiinad: terashõõre THI-A
 - 8.2. elementide nähtavale jäävad pinnad: klass B
 - 8.3. kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata
9. Kõik nähtavale jäävad betoonservad faasitud 20x20 mm.
10. Detailsemad ehitustööde- ja materjalinõuded on esitatud projekti seletuskirjas EK-3-01.

| | | | | |
|------------------------|-------------|------------|---|----------------|
| | | | | Möötkava 1:100 |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 2 | LÕIGED |

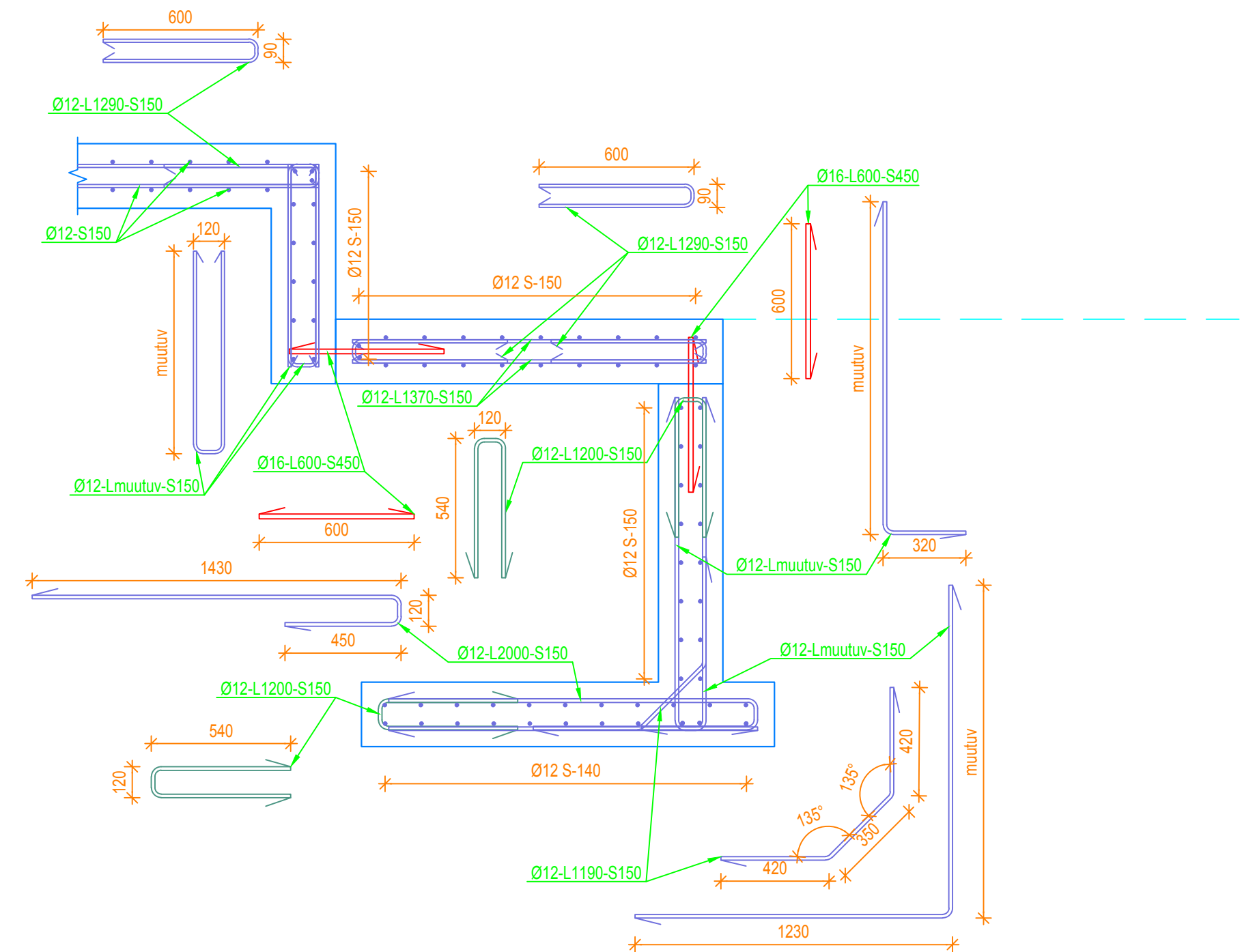
LÕIGE 6D SARRUSTAMINE

1:20



LÕIGE 6C SARRUSTAMINE

1:20



JUHISED:

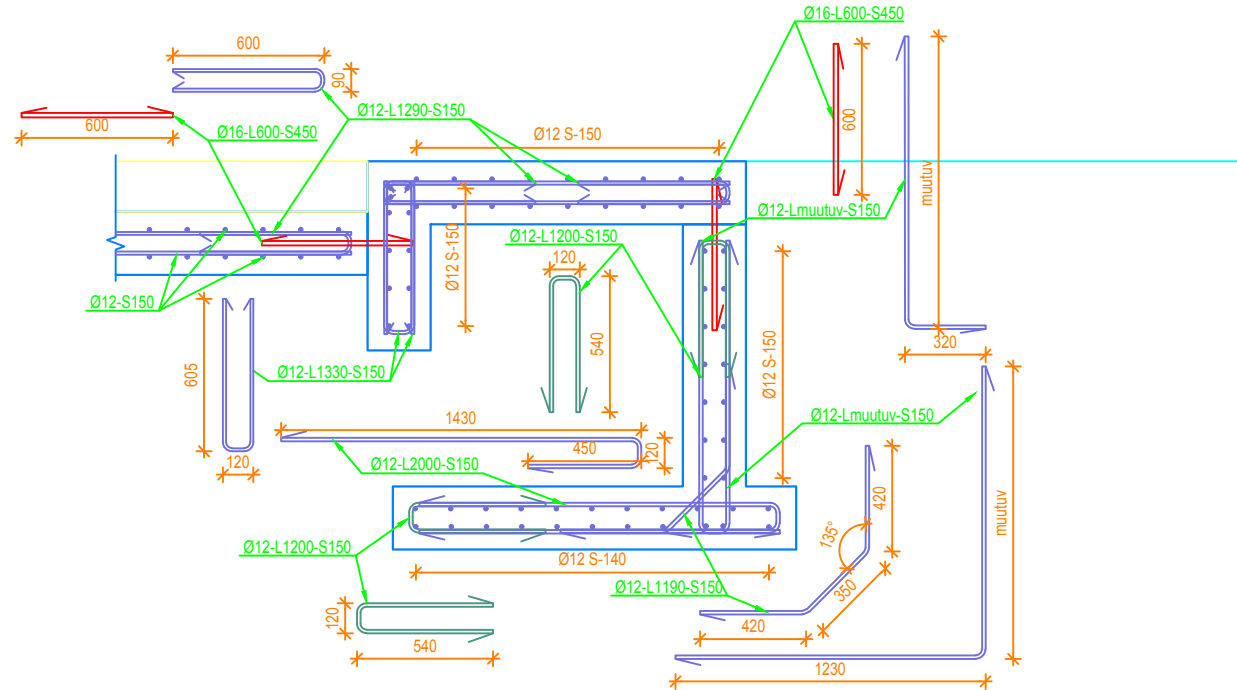
- Sidusjoonised:
 - Plaanijoonised EK-5-01...04
 - Kuju lõiked EK-6-01...07
 - Sarrustamise lõiked EK-6-08...14
 - Tüüpsõlmed EK-6-15
 - Tugiseinaelemendid EK-7-01...
- Kõik mõõtmed on millimeetrites kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
- Kõik kõrgusmärgid EH2000 süsteemis.
- Betooni klass C35/45 XC4+XS3+XF4/KK44 (EVS-EN 206).
- Sarrustuse klass B500B (EVS-EN 10080).
- Sarrustuse nominaalne kaitsekiht 65 mm, kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
- Betoonkonstruktsioonide valmistamise ja monteerimise tolerantsid vastavalt normaaltolerantsidele ehk klass 1 nõuetele (EVS-EN 13670).
- Betoonpindade viimistlus kui arhitektuuriprojektis ei ole näidatud teisiti:
 - paigalvalu nähtavale jäävad pinnad: klass A
 - sh käidavad horisontaalpinnad (platvormid, trepid): harjapind HAR-A
 - sh nähtavad vertikaalpinnad: vormipind MUO-A
 - sh betoonprusside ülapinnad: terashõõre THI-A
 - elementide nähtavale jäävad pinnad: klass B
 - kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata
- Kõik nähtavale jäävad betoonservad faasitud 20x20 mm.
- Detailsemad ehitustööde- ja materjalinõuded on esitatud projekti seletuskirjas EK-3-01.


| PAINUTUSMÕÖTMED | | SARRUSE TÄHISTAMINE | | | | | |
|--|-----------------------|--|----|----|----|----|----|
| VÄLISMÕÖTMED JA PAINUTUSSPLINDI LÄBIMÕÖT | | 3 15Ø16-B500B-L3000-S200-EP1 ASUKOHT (VAJADUSEL) SAMM mm (VAJADUSEL) PIKKUS mm (VAJADUSEL) KLASS (VAJADUSEL) DIAMEETER mm ARV k POSITSIOONI NUMBER EVS-EN ISO 3766 | | | | | |
| SARRUSE PIKKUS L - MEETOD A | | SARRUSE PAINUTAMINE | | | | | |
| KUI JOONISEL POLE NÄIDATUD MUUD | SARRUSE LÄBIMÕÖT d mm | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 |
| | PAINUTUSSPLINDI | 4d | 4d | 4d | 4d | 4d | 4d |
| | MIN LÄBIMÕÖT PD mm | 20 | 24 | 32 | 40 | 48 | 64 |

| | | | | | | | |
|------------------------|-------------|------------|---|--|--------|----------------|--|
| | | | | | | Mõõtkava 1:100 | |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE | | | | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | | | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 3 | | LÕIGED | | |

LÕIGE 6D SARRUSTAMINE

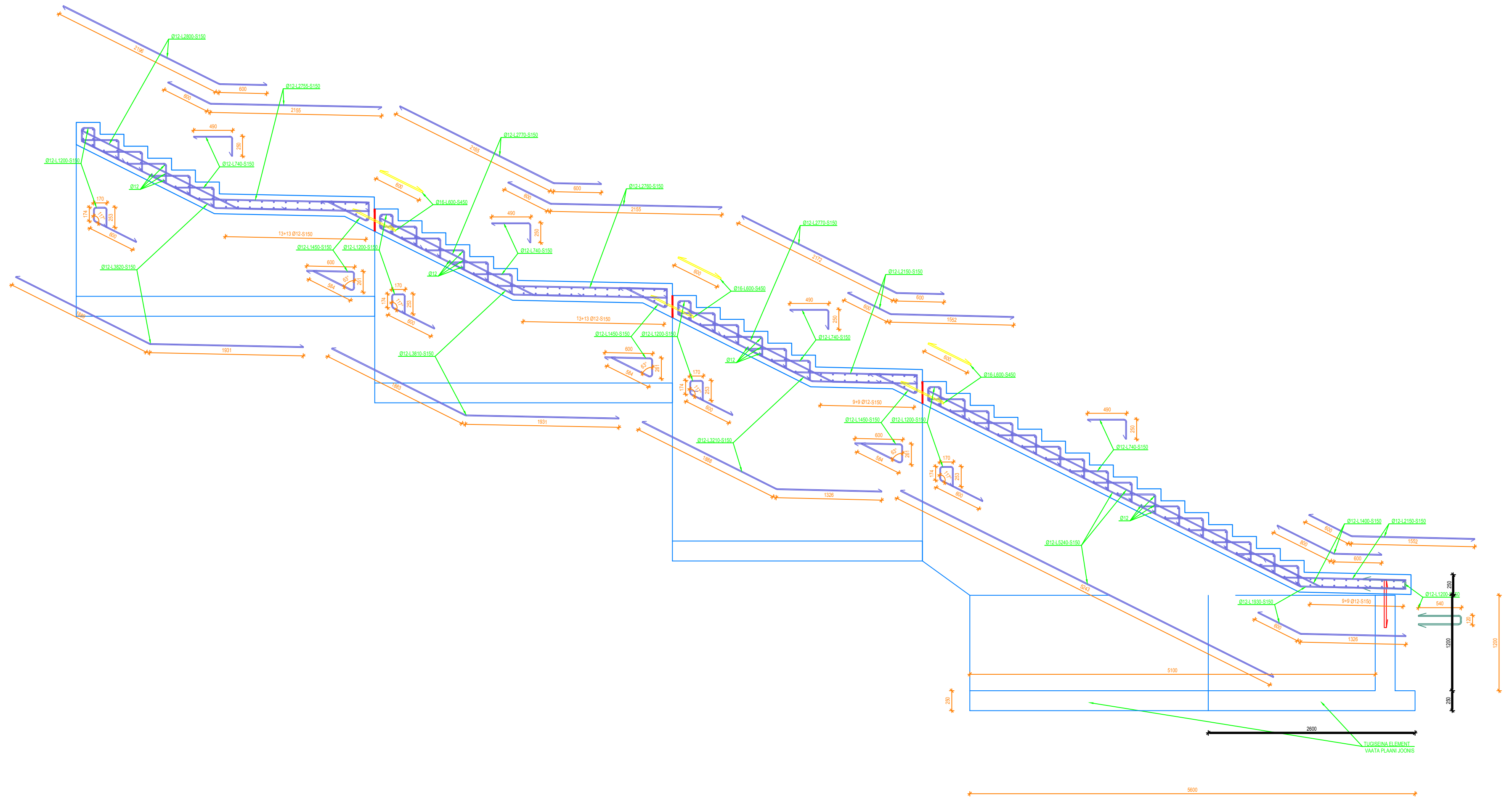
1:20



| | | | | | |
|---|--------------|------------|---|-----------------------|---------------|
|  <small>TALLINNA TEHNIKALIKOOL INSENERITEADUSKOND Virumaa kolledz</small> | | | | | Mõõtkava 1:20 |
| Koostaja | A.Mihhaltsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | | | |
| | | | Leht 4 | LÕIGE 6D SARRUSTAMINE | |

LÕIGE 6A SARRUSTAMINE

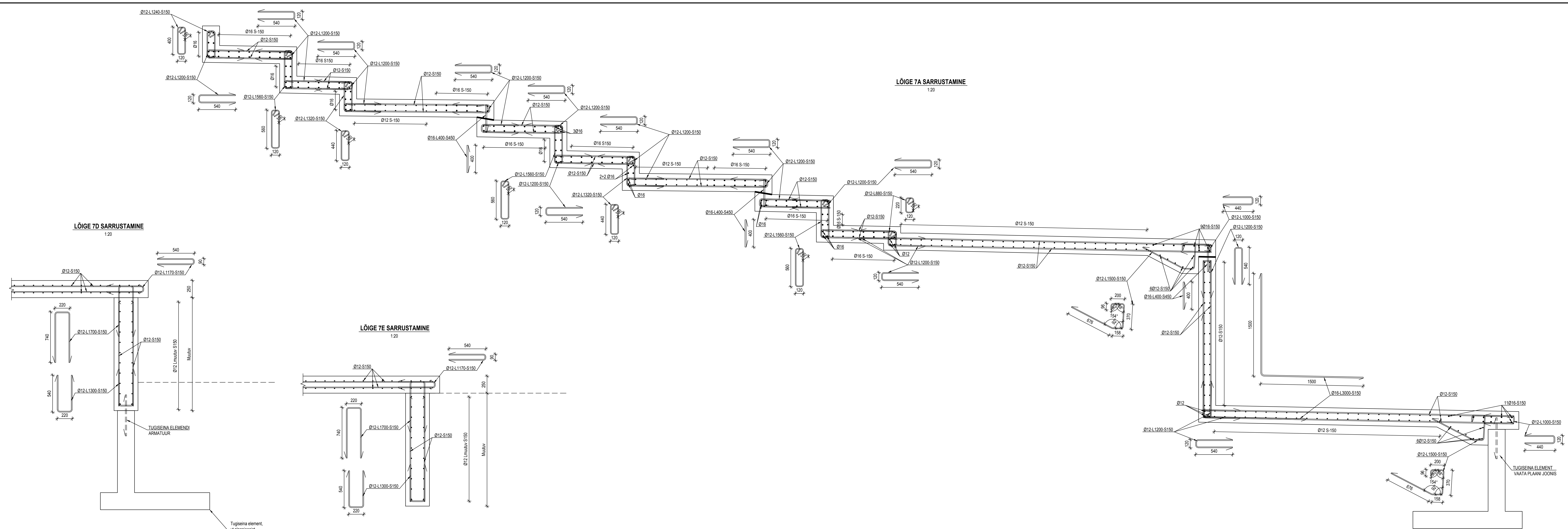
1:40



| PAINUTUSMÕÖTMED | | SARRUSE TÄHISTAMINE | |
|--|------------------------------------|---------------------|----|
| VALISMÕÖTMED JA PAINUTUSPLIINDI LÄBIMÕÖT | | | |
| SARRUSE PİKUS L. MEETOD A | | EVS-EN ISO 3786 | |
| SARRUSE PAINUTAMINE | | | |
| KUI JOONISEL POLE NÄIDATUD MUUD | SARRUSE LÄBIMÕÖT d mm | 5 | 6 |
| | PAINUTUSPLIINDI MIN LÄBIMÕÖT PD mm | 40 | 40 |
| | | 8 | 10 |
| | | 12 | 16 |
| | | 4d | 4d |
| | | 4d | 4d |
| | | 4d | 4d |
| | | 4d | 4d |

- JUHISED:
- Sidusjoonised:
 - Plaanjoonised EK-5-01...04
 - Kuju lõiked EK-6-01...07
 - Sarrustamise lõiked EK-6-08...14
 - Tugispliinid EK-8-15
 - Tugiselementide EK-7-01...
 - Kõik mõõtmised millimeetrites kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
 - Kõik kõrgusmärgid EHZ2000 süsteemis.
 - Betooni klass C35/45 XC4+XS3+XF4KK44 (EVS-EN 206).
 - Sarrustuse klass B500B (EVS-EN 10080).
 - Sarrustuse nominaalne kaltsiinkihv 65 mm, kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
 - Betoonkonstruktsioonide valmistamise ja monteerimise tolerantsid vastavalt normaaltolerantsidele ehk klass 1 nõuetele (EVS-EN 13670).
 - Betoonpindade viimistlus kui arhitektuuriprojektis ei ole näidatud teisiti:
 - paigalvatu nähtavale jäävad pinnad: klass A
 - sh käidavad horisontaalpinnad (platvormid, trepid): harjapind HAR-A
 - sh nähtavad vertikaalpinnad: vormpind MUC-A
 - sh betoonpindade ülepinnad: terasnõude TH-A
 - elementide nähtavale jäävad pinnad: klass B
 - Kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata
 - Kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata
 - Kõik nähtavale jäävad betoonervad faasitud 20x20 mm.
 - Detalised ehitus- ja materjalnõuded on esitatud projekti seletuskirjas EK-3-01.

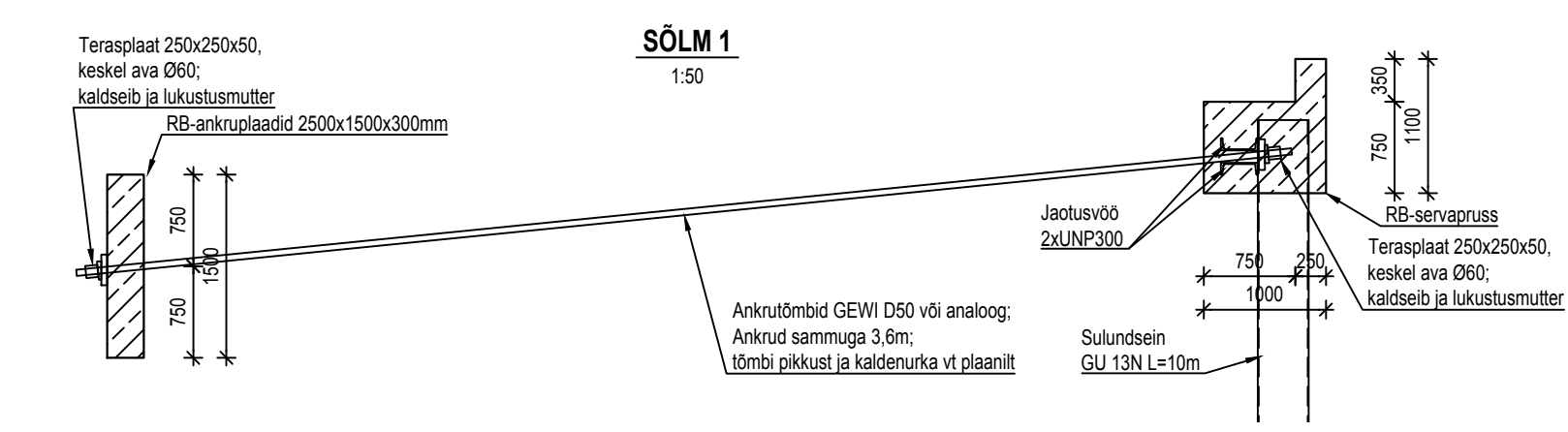
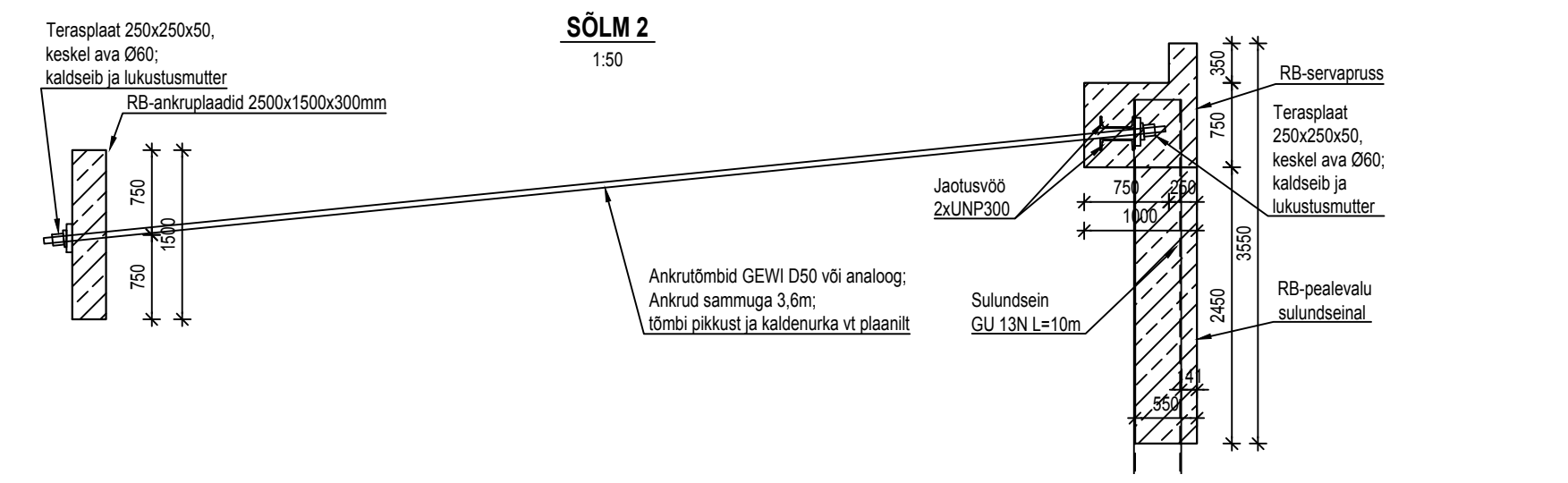
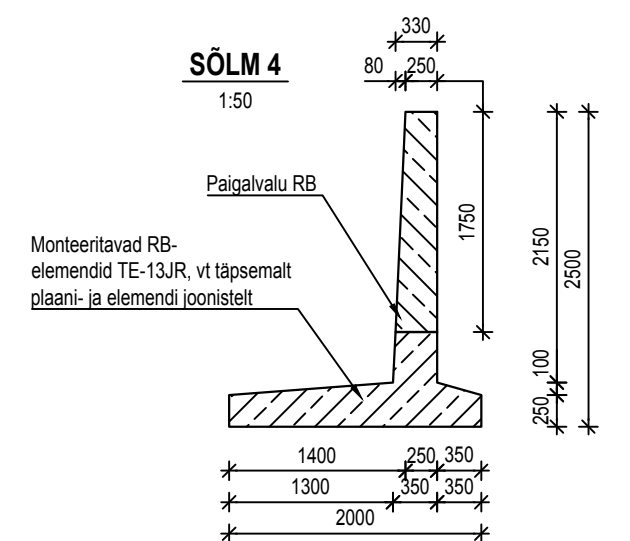
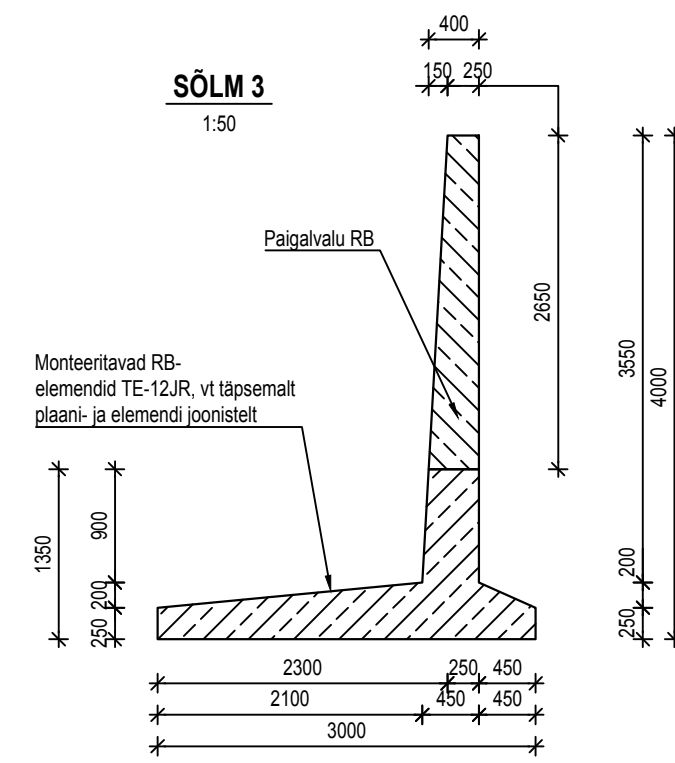
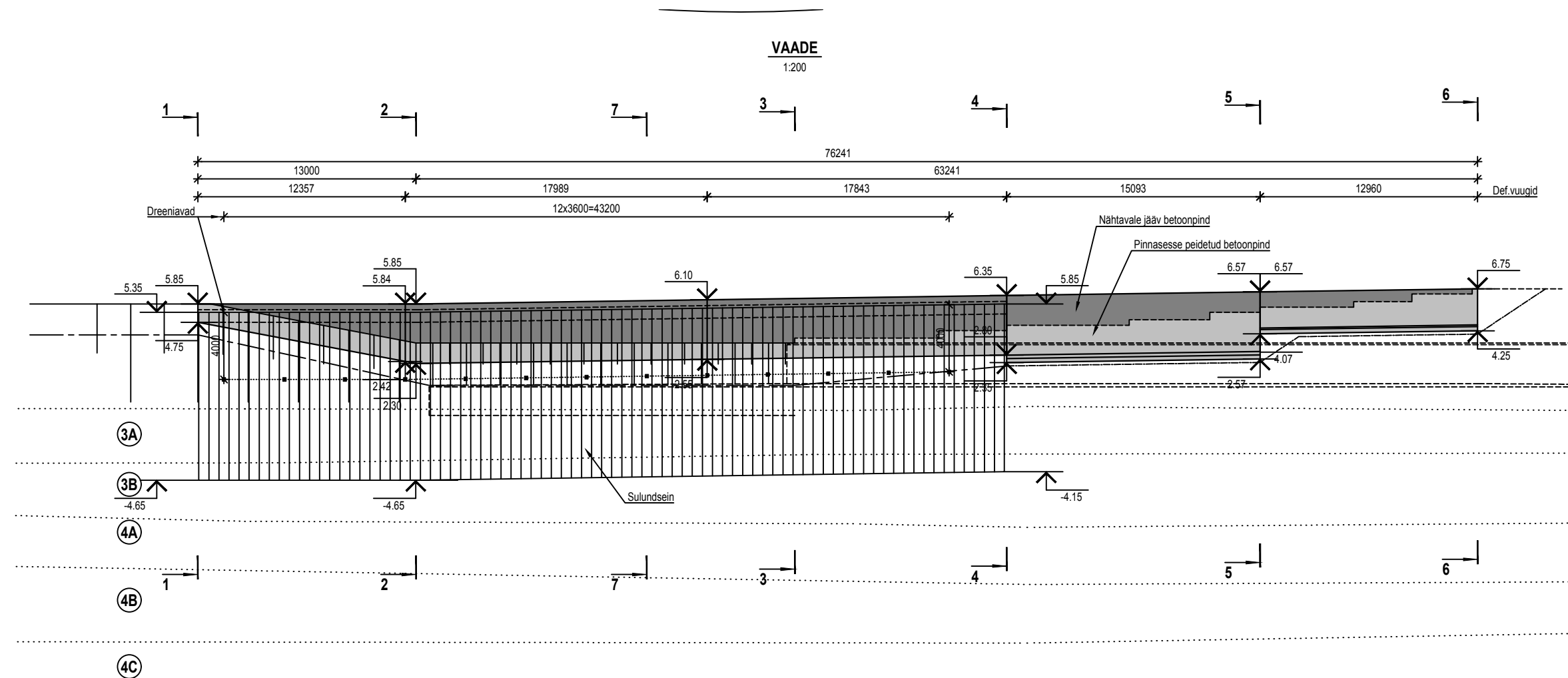
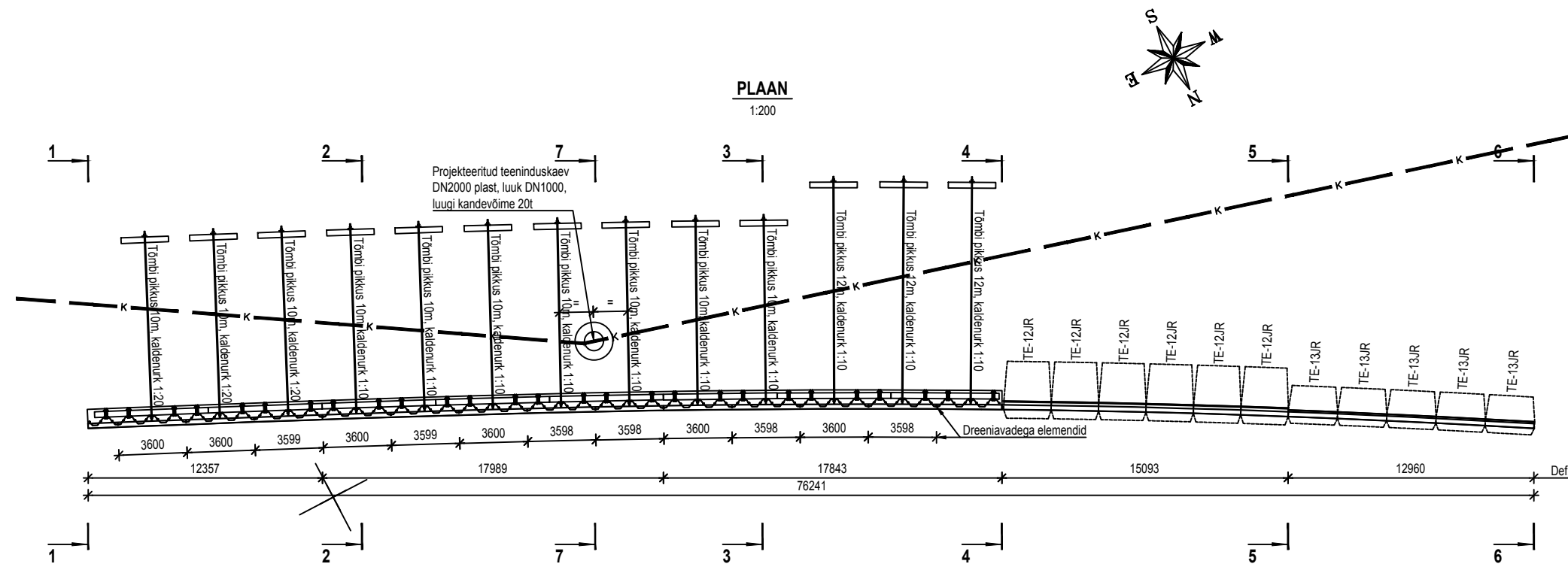
LÕIGE 7A SARRUSTAMINE
1:20




LÕIGE 7D SARRUSTAMINE
1:20

LÕIGE 7E SARRUSTAMINE
1:20

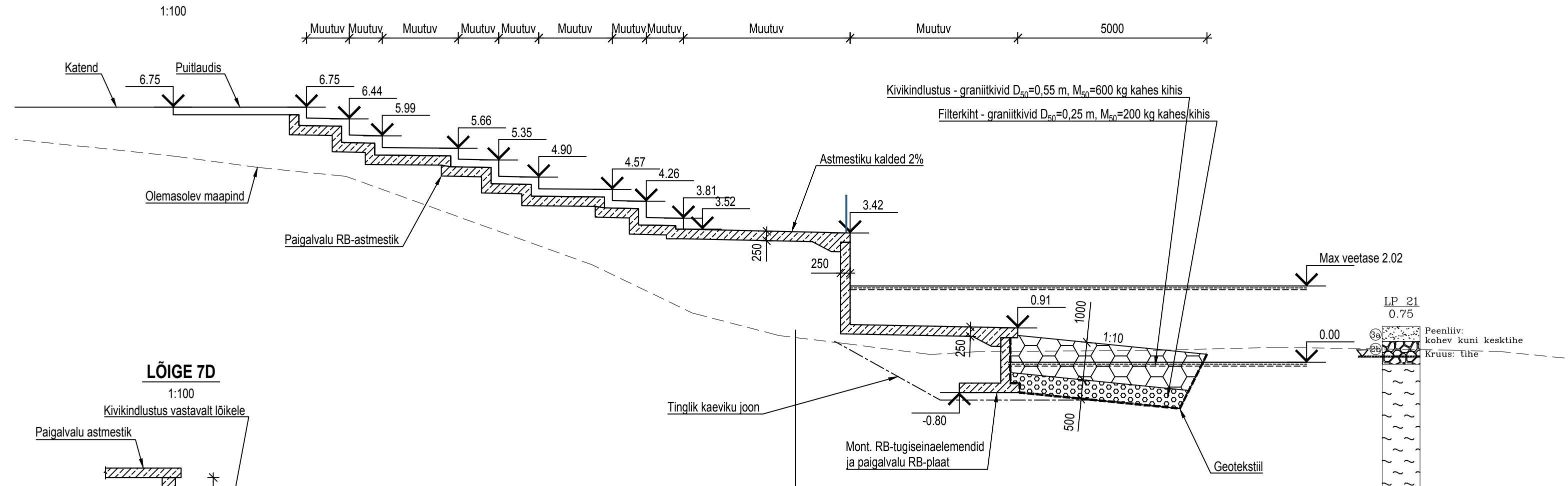
| | |
|------------------------|---|
| Mõõkava 1:20 | |
| Koostaja | A.Mihhalsuk 2021-05-20 |
| Juhendaja | G.Kadnikova 2021-05-20 |
| TTÜ Virumaa Kolledz | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED |
| Leht 6 | LÕIGED 7A, 7D, 7E SARRUSTAMINE |



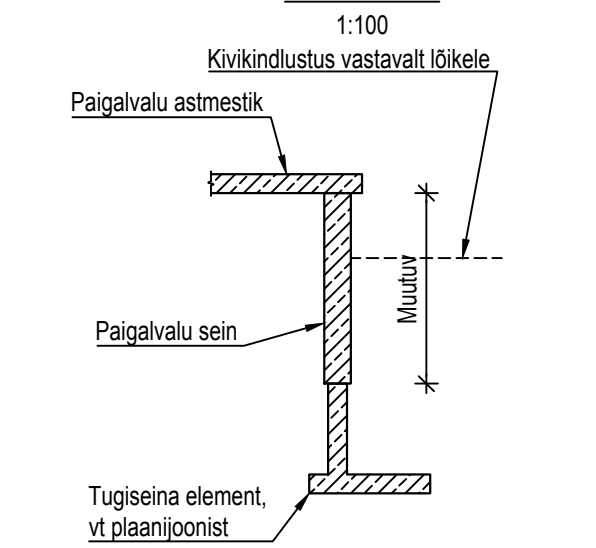
- JUHISED:**
- Sidusjoonised:
 - Plaanijoonised EK-5-01...04
 - Kuju lõiked EK-6-01...07
 - Sarrustamise lõiked EK-6-08...14
 - Tüüpsõlmed EK-6-15
 - Tugiseinaelemendid EK-7-01...
 - Kõik mõõtmed on millimeetrites kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
 - Kõik kõrgusmärgid EH2000 süsteemis.
 - Sulundseina teraseklass S 355 GP.
 - Tõmbide terase normatiivne voolupiir min 500 N/mm².
 - Betooni klass C35/45 XC4+XS3+XF4/KK44 (EVS-EN 206).
 - Sarrusterase klass B500B (EVS-EN 10080).
 - Sarrusterase nominaalne kaitsekiht 65 mm, kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
 - Betoonkonstruktsioonide valmistamise ja monteerimise tolerantsid vastavalt normaalolerantsidele ehk klass 1 nõuetele (EVS-EN 13670).
 - Betoonpindade viimistlus kui arhitektuuriprojekti ei ole näidatud teisiti:
 - paigalvalu nähtavale jäävad pinnad: klass A
 - sh käidavad horisontaalpinnad (platvormid, trepid): harjapind HAR-A
 - sh nähtavad vertikaalpinnad: vormipind MUO-A
 - sh betoonprusside ülapiinad: terashõõre THI-A
 - elementide nähtavale jäävad pinnad: klass B
 - kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata
 - Kõik nähtavale jäävad betoonservad faasitud 20x20 mm.
 - Detailsemad ehitustööde- ja materjalinõuded on esitatud projekti seletuskirjas EK-3-01.

| | | | |
|---|-------------|---------------|---|
|  | | Mõõtka: 1:200 | |
| | | Mõõtka: 1:50 | |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 9 |
| | | | SÖLMED JA LÕIGED |

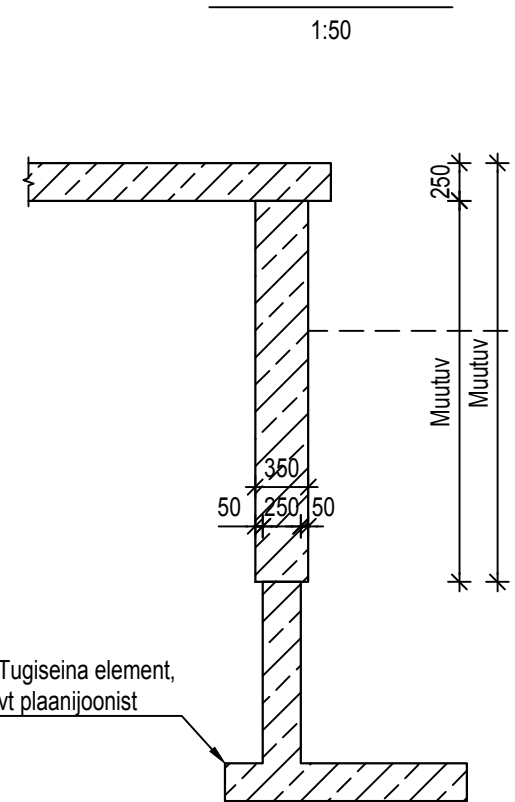
LÕIGE 7A
1:100



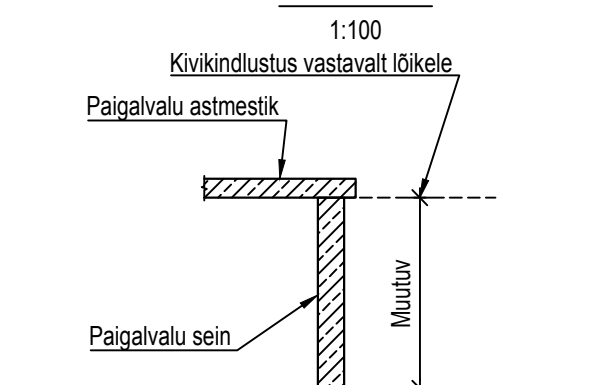
LÕIGE 7D
1:100



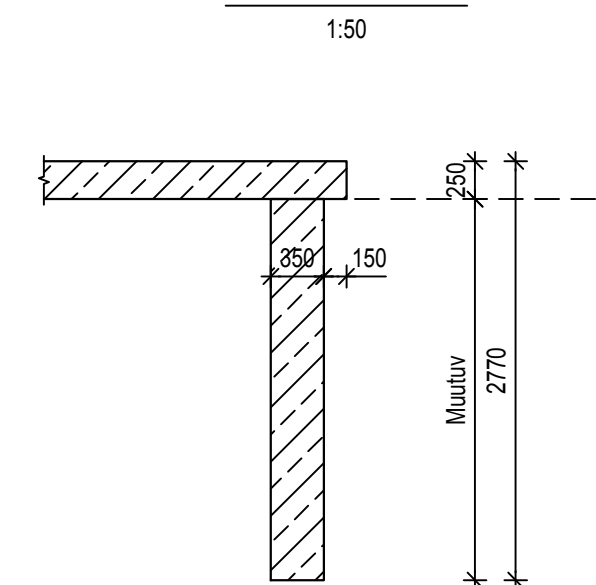
LÕIGE 7D KUJU
1:50



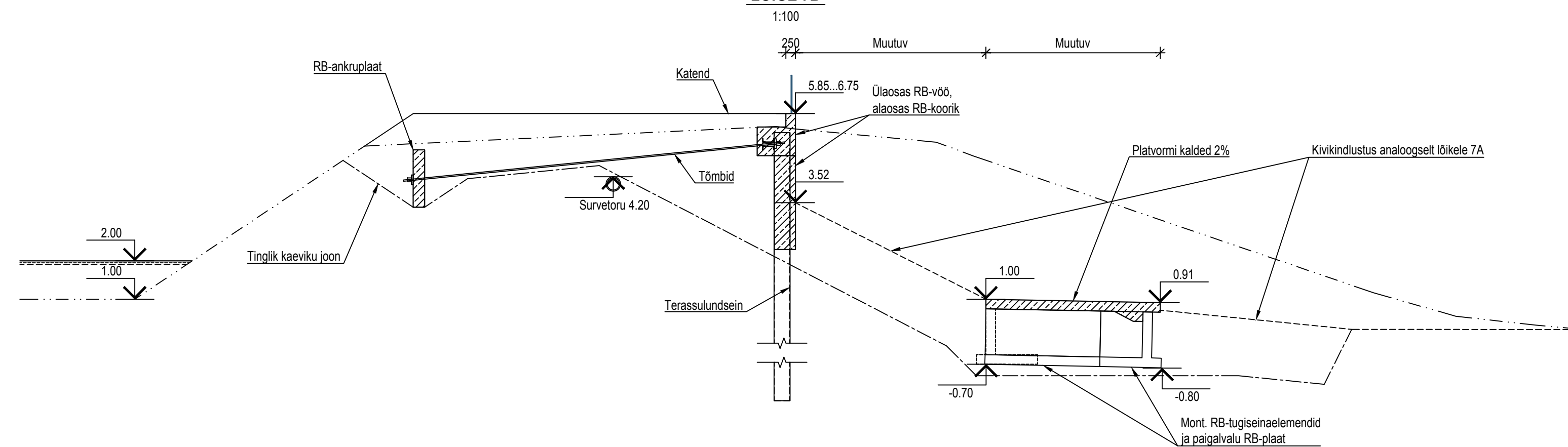
LÕIGE 7E
1:100



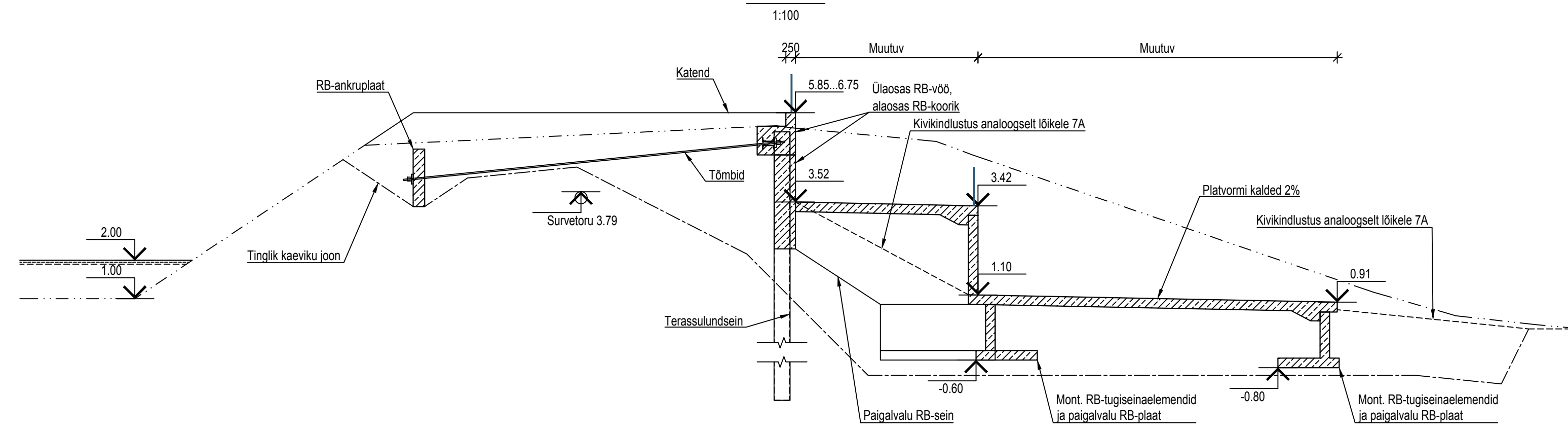
LÕIGE 7E KUJU
1:50



LÕIGE 7B
1:100



LÕIGE 7C
1:100

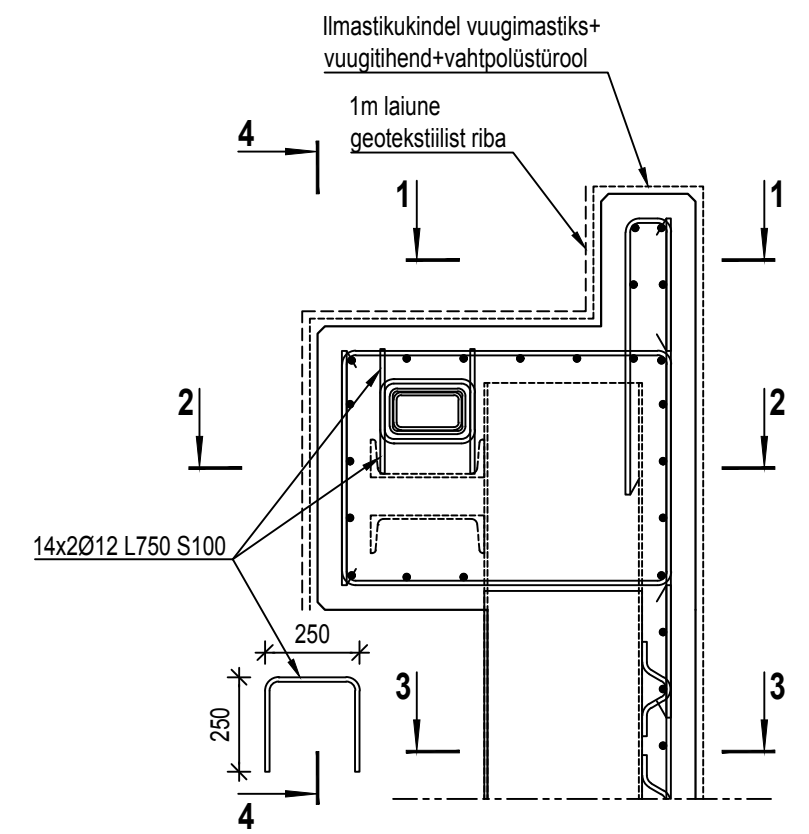


- JUHISED:**
- Sidusjoonised:
 - Plaanijoonised EK-5-01...04
 - Kuju lõiked EK-6-01...07
 - Sarrustamise lõiked EK-6-08...14
 - Tüüpsõlmed EK-6-15
 - Tugiseinaelemendid EK-7-01...
 - Kõik mõõtmed on millimeetrites kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
 - Kõik kõrgusmärgid EH2000 süsteemis.
 - Betooni klass C35/45 XC4+XS3+XF4/KK44 (EVS-EN 206).
 - Sarrustase klass B500B (EVS-EN 10080).
 - Sarrustase nominaalne kaitsekiht 65 mm, kui joonisel ei ole näidatud teisiti.
 - Betoonkonstruktsioonide valmistamise ja monteerimise tolerantsid vastavalt normaaltolerantsidele ehk klass 1 nõuetele (EVS-EN 13670).
 - Betoonpindade viimistlus kui arhitektuuriprojektis ei ole näidatud teisiti:
 - paigalvalu nähtavale jäävad pinnad: klass A
 - sh käidavad horisontaalpinnad (platvormid, trepid): harjapind HAR-A
 - sh nähtavad vertikaalpinnad: vormipind MUO-A
 - sh betoonprusside ülapiinad: terashõõre THI-A
 - elementide nähtavale jäävad pinnad: klass B
 - kõik varjatud pinnad: nõudeid ei esitata
 - Kõik nähtavale jäävad betoonservad faasitud 20x20 mm.
 - Detailsemad ehitusõude- ja materjalinõuded on esitatud projekti seletuskirjas EK-3-01.

| | | | |
|----------------------------------|--|--|--|
| | | Mõõtkava: 1:100 | |
| | | Koostaja A.Mihhalsuk 2021-05-20 | |
| Juhendaja G.Kadnikova 2021-05-20 | | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | Leht 8 | |
| | | LÕIGE 7A, LÕIGE 7B | |

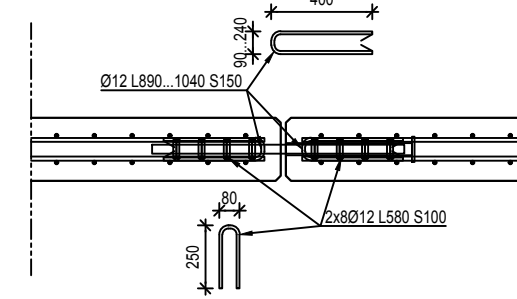
SULUND-SULUND DEF.VUUK

1:20



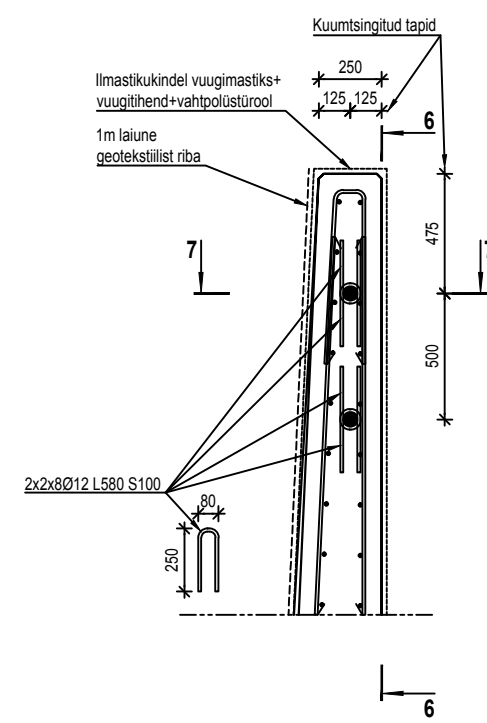
7-7

1:20



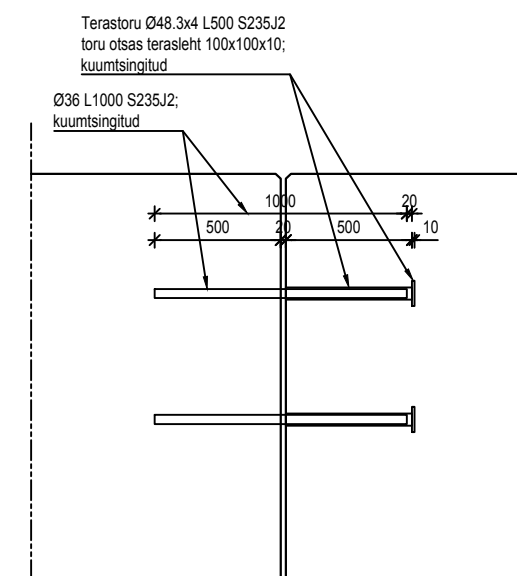
TUGISEIN-TUGISEIN DEF.VUUK

1:20



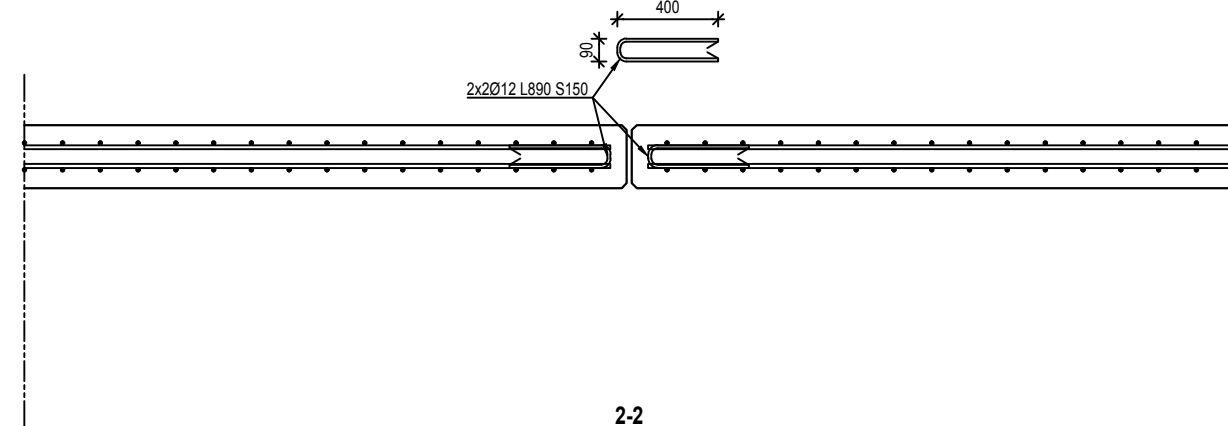
6-6

1:20



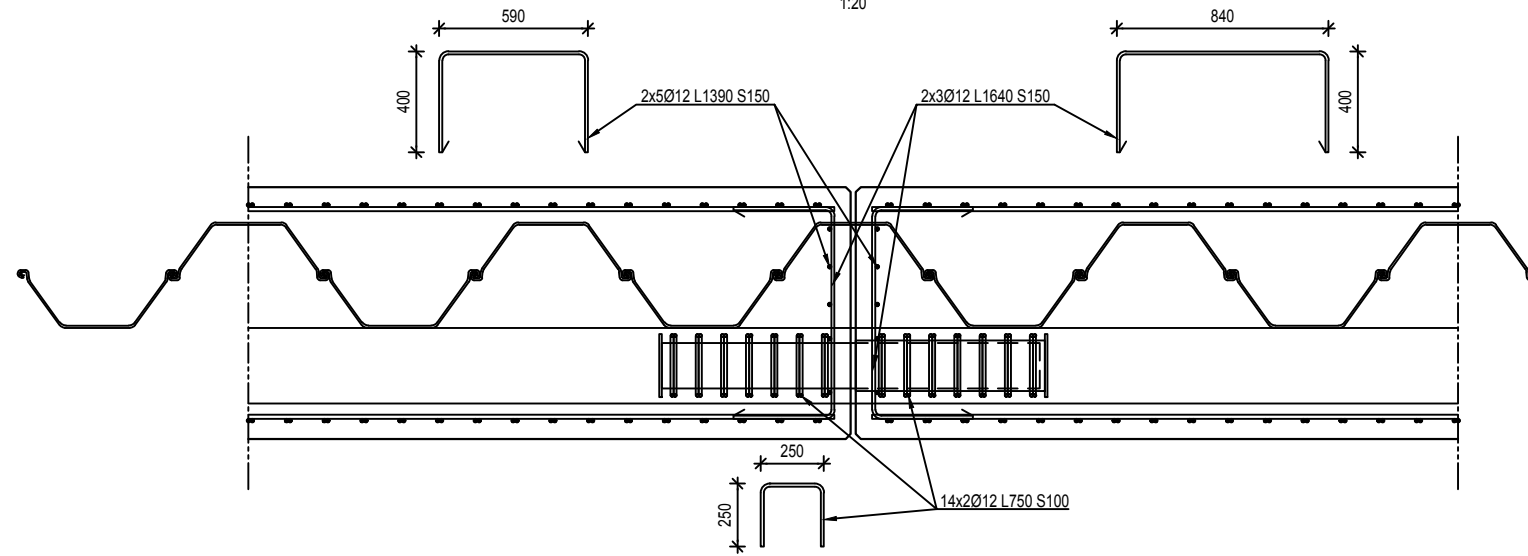
1-1

1:20



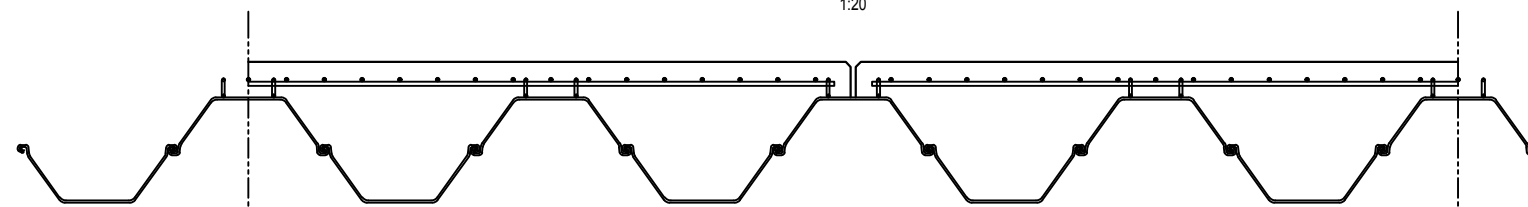
2-2

1:20



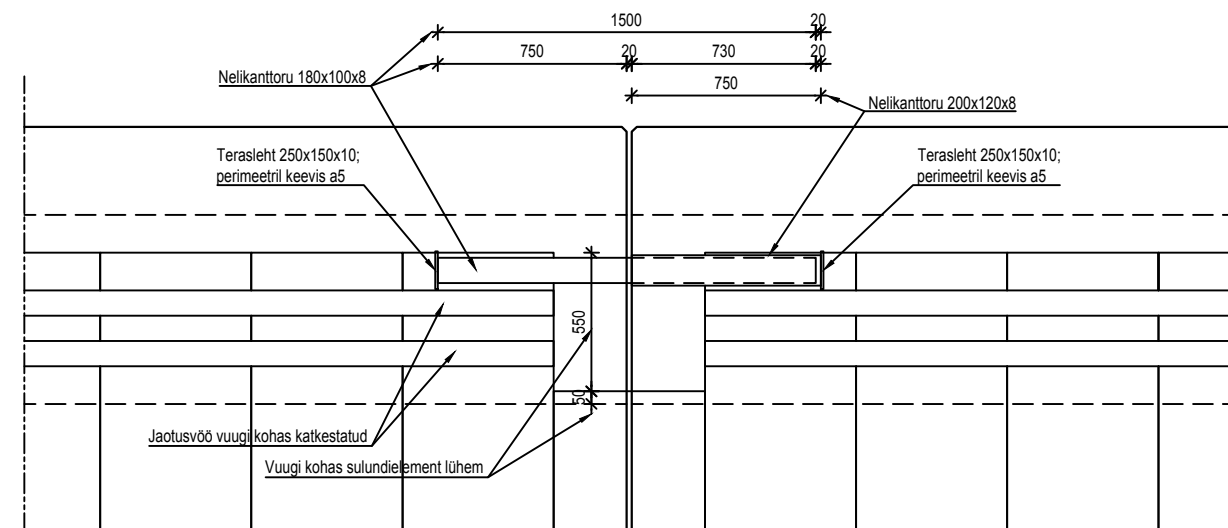
3-3

1:20



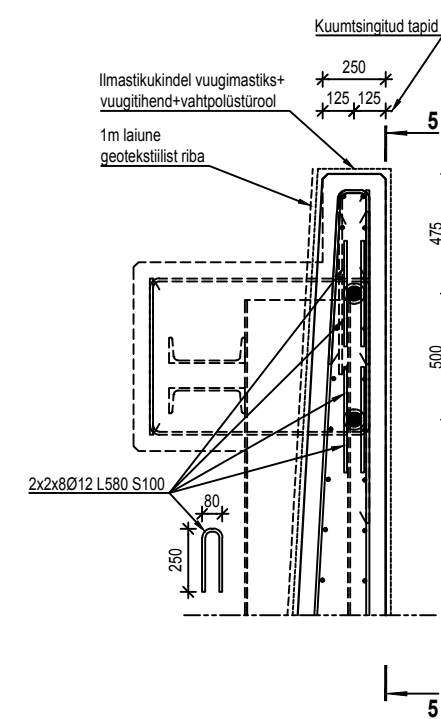
4-4

1:20



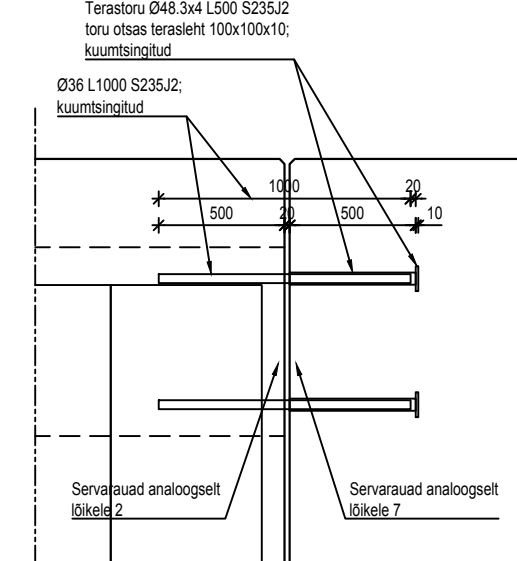
SULUND-TUGISEIN DEF.VUUK

1:20



5-5

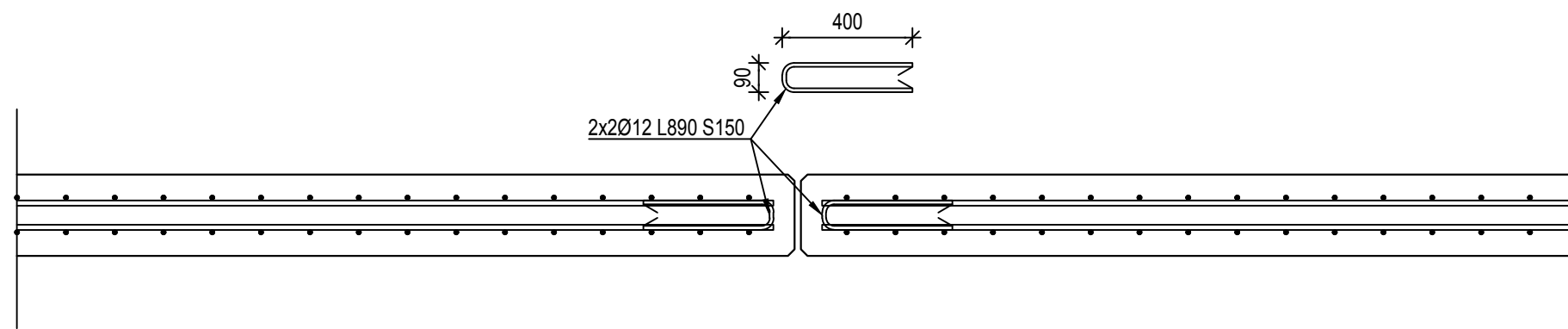
1:20



| | | | | |
|------------------------|-------------|------------|---|--------------------------------|
| | | | | Mõõtka: 1:20 |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 9 | TUGISEINA DEFORMATSIOONIVUUGID |

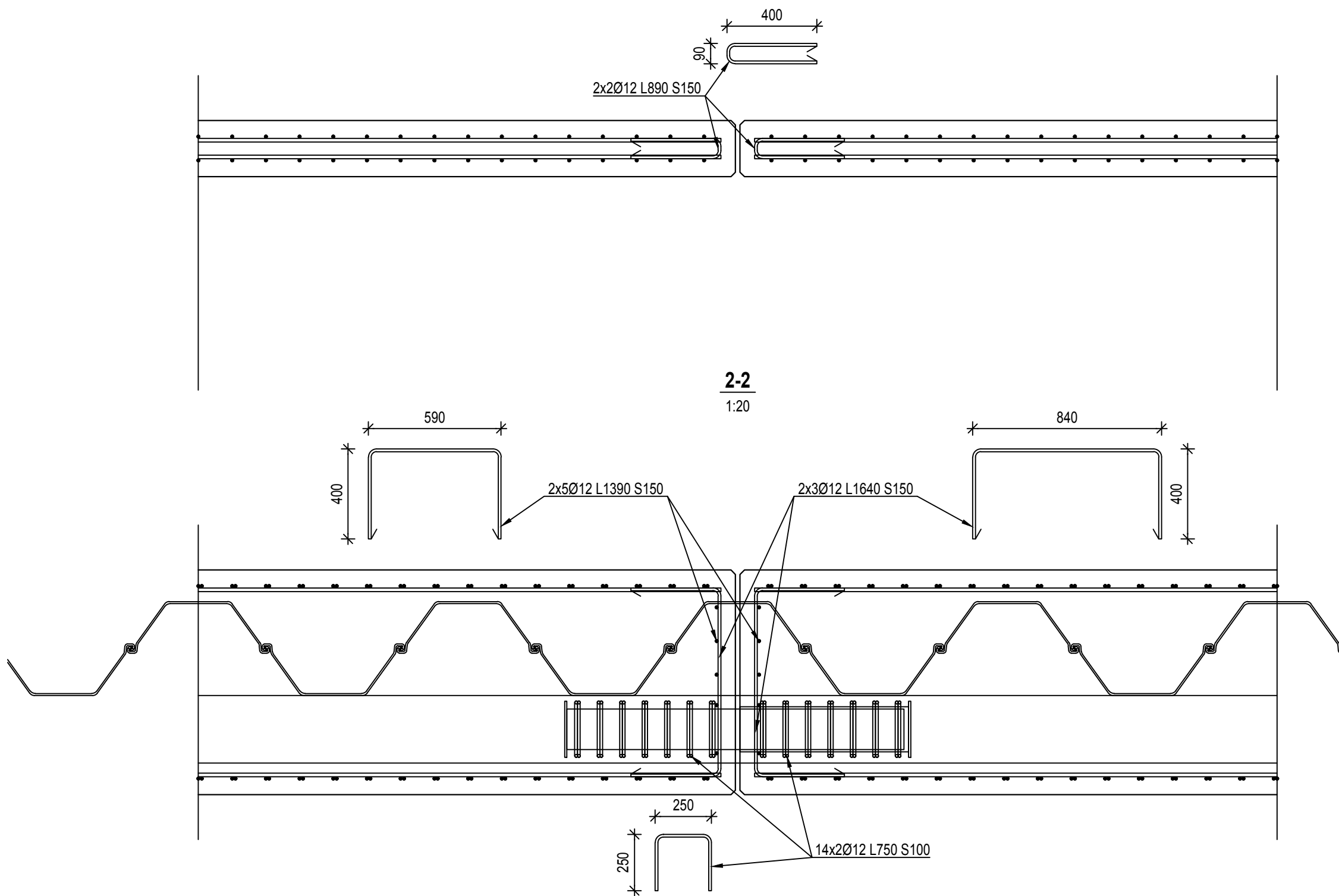
1-1

1:20



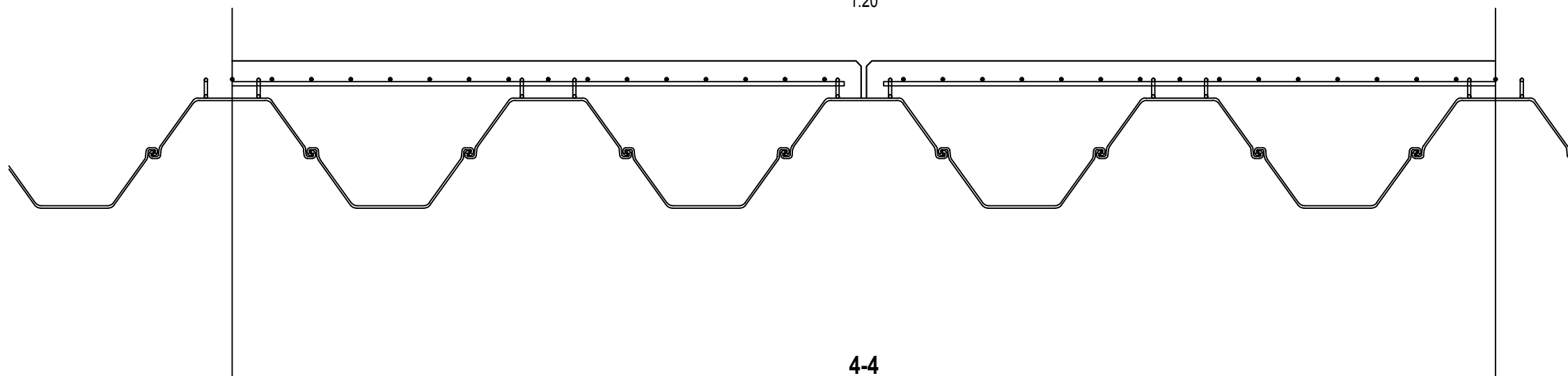
2-2

1:20



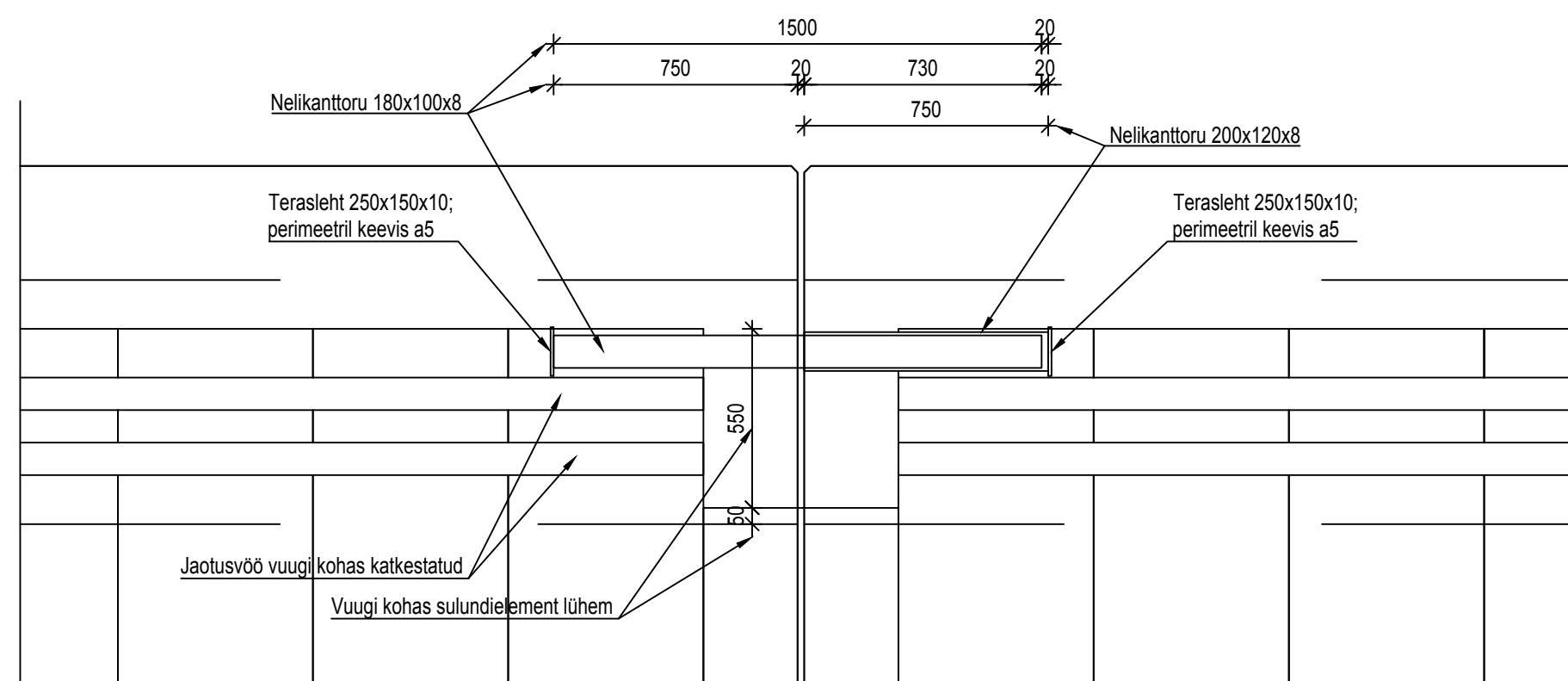
3-3

1:20



4-4

1:20



| | | |
|-----------|-------------|------------|
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 |

TTÜ
Virumaa Kolledz

SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE
KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED

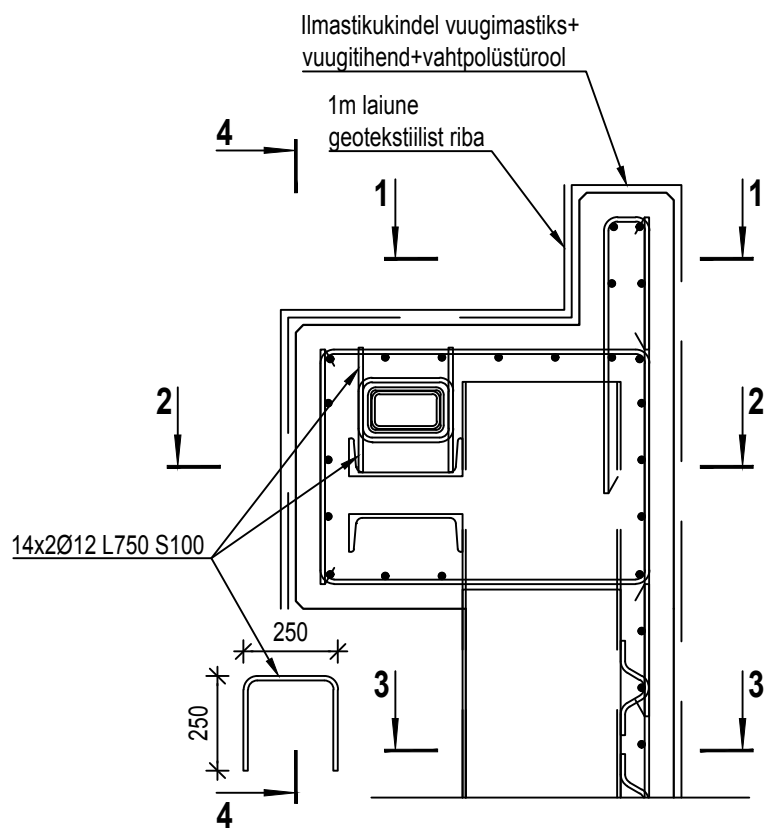
Leht 10

LÕIGED

Mõõtkava 1:20

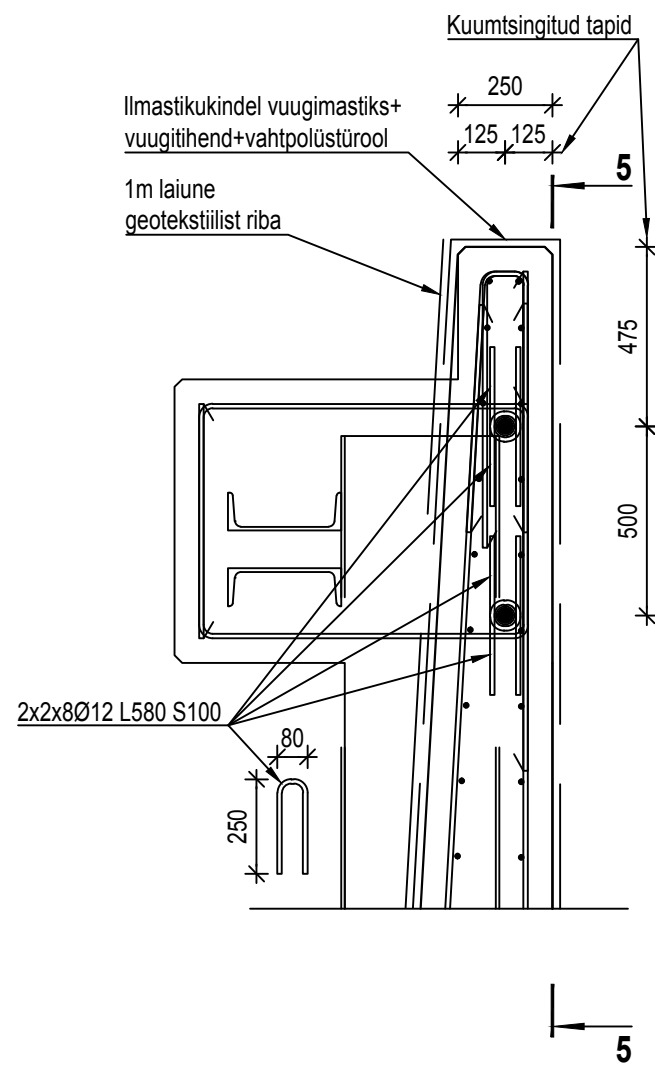
SULUND-SULUND DEF.VUUK

1:20



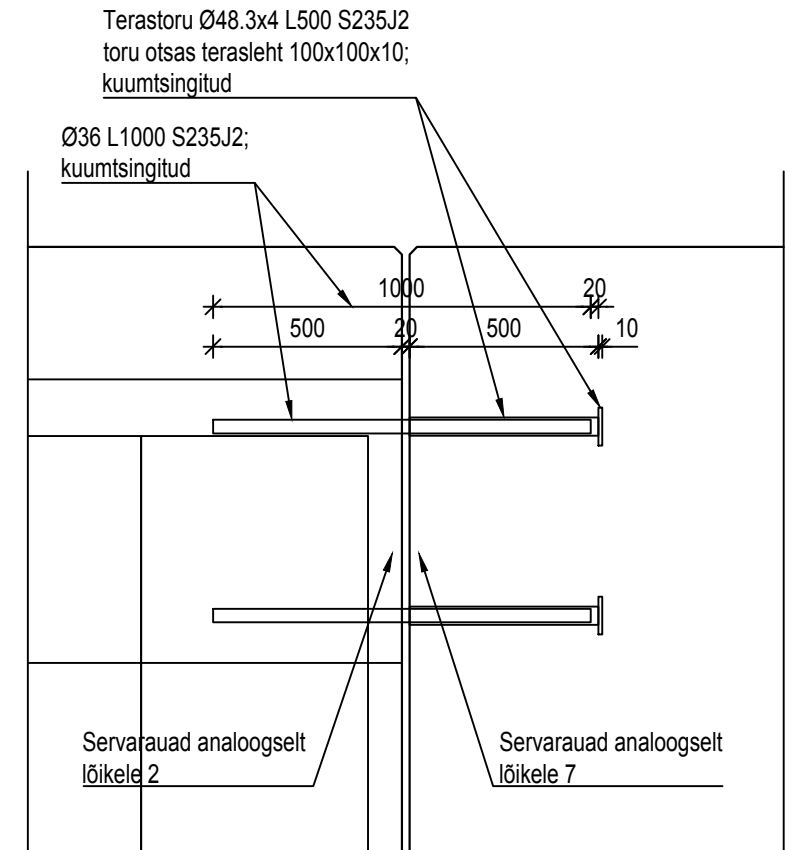
SULUND-TUGISEIN DEF.VUUK

1:20



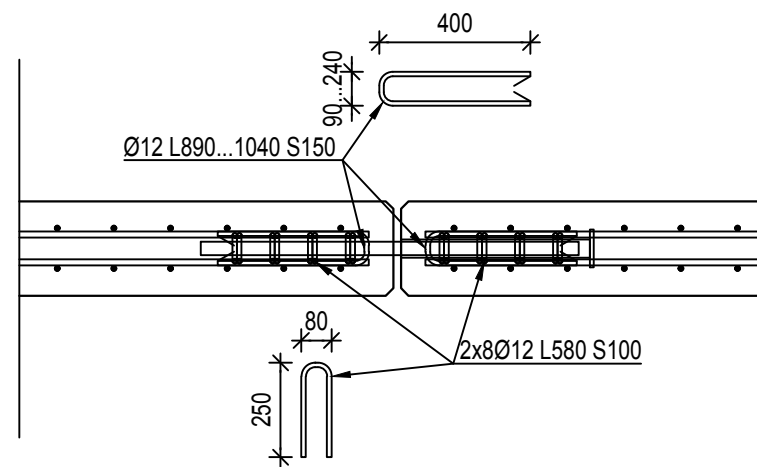
5-5

1:20



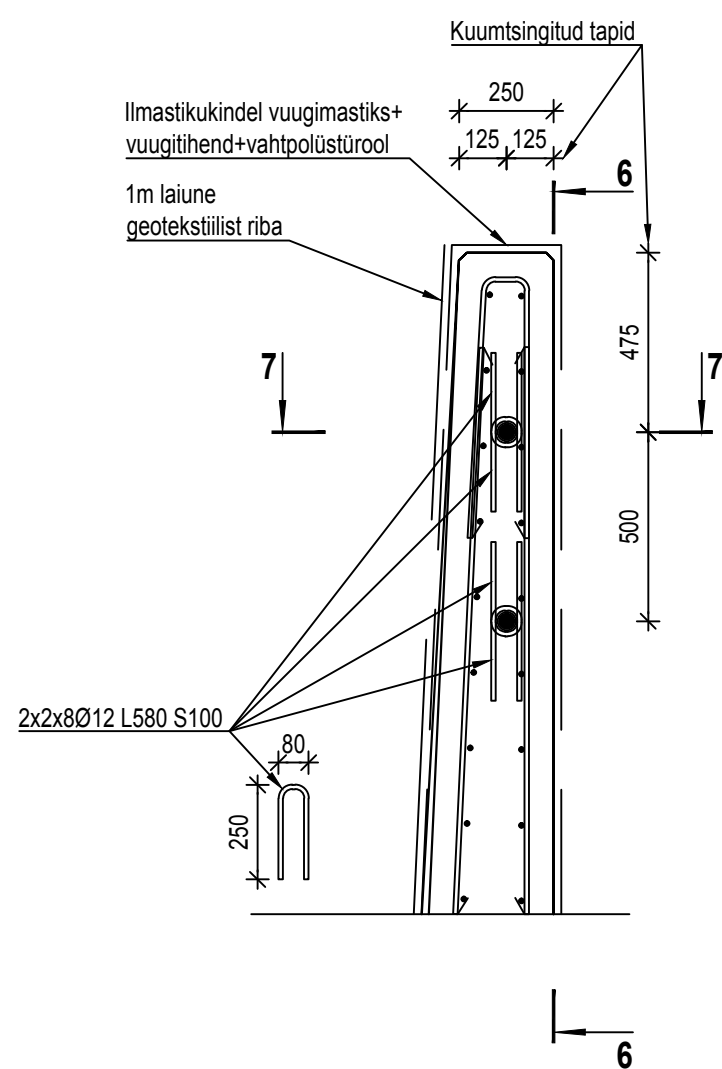
7-7

1:20



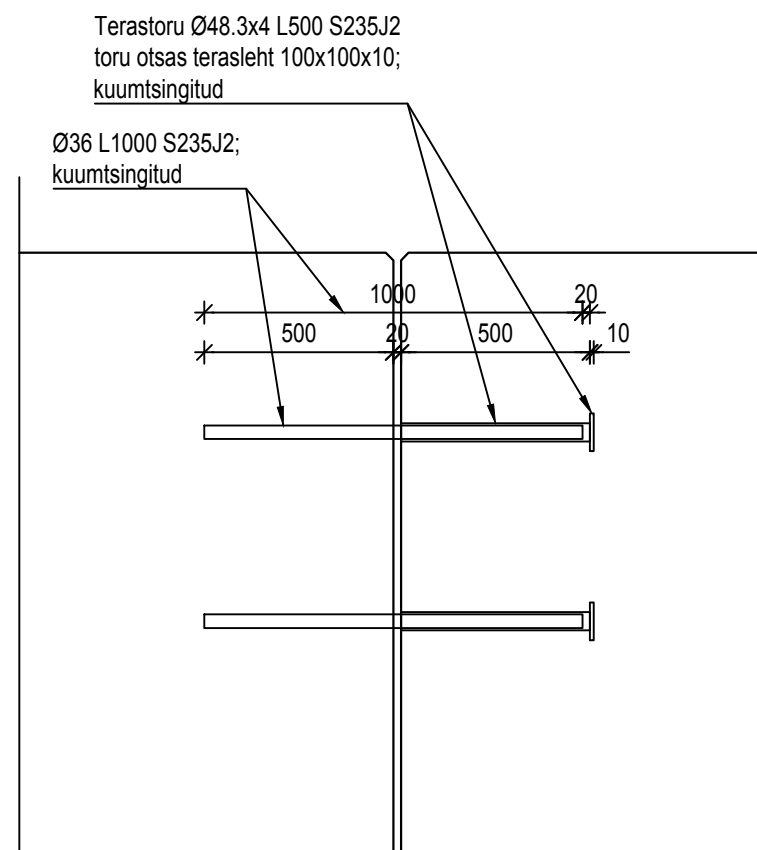
TUGISEIN-TUGISEIN DEF.VUUK


1:20

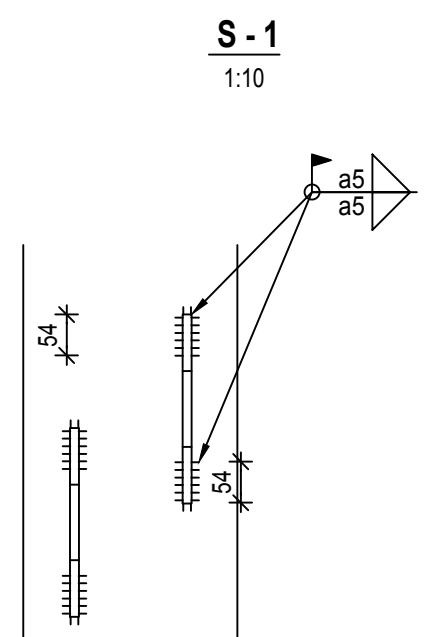
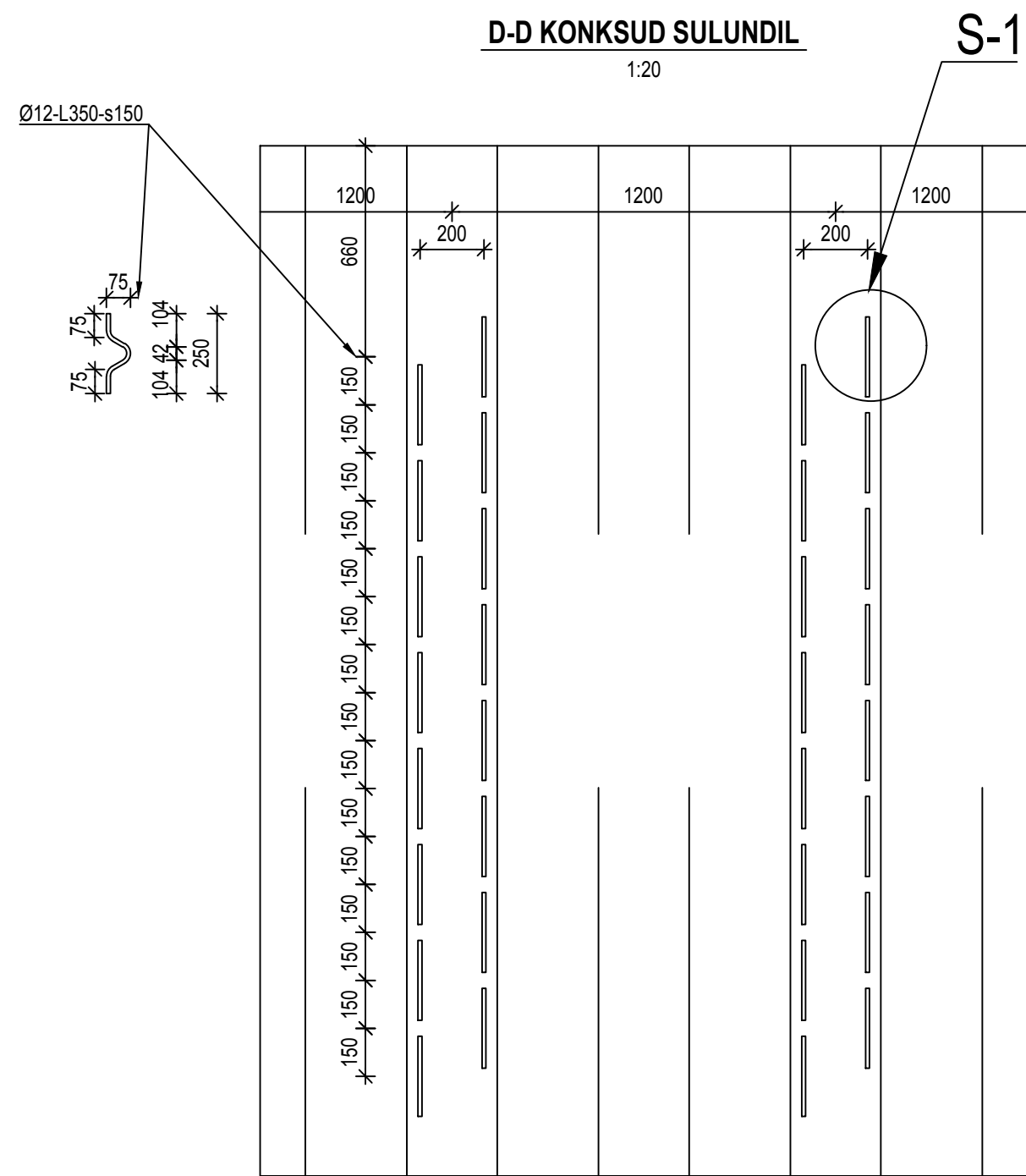
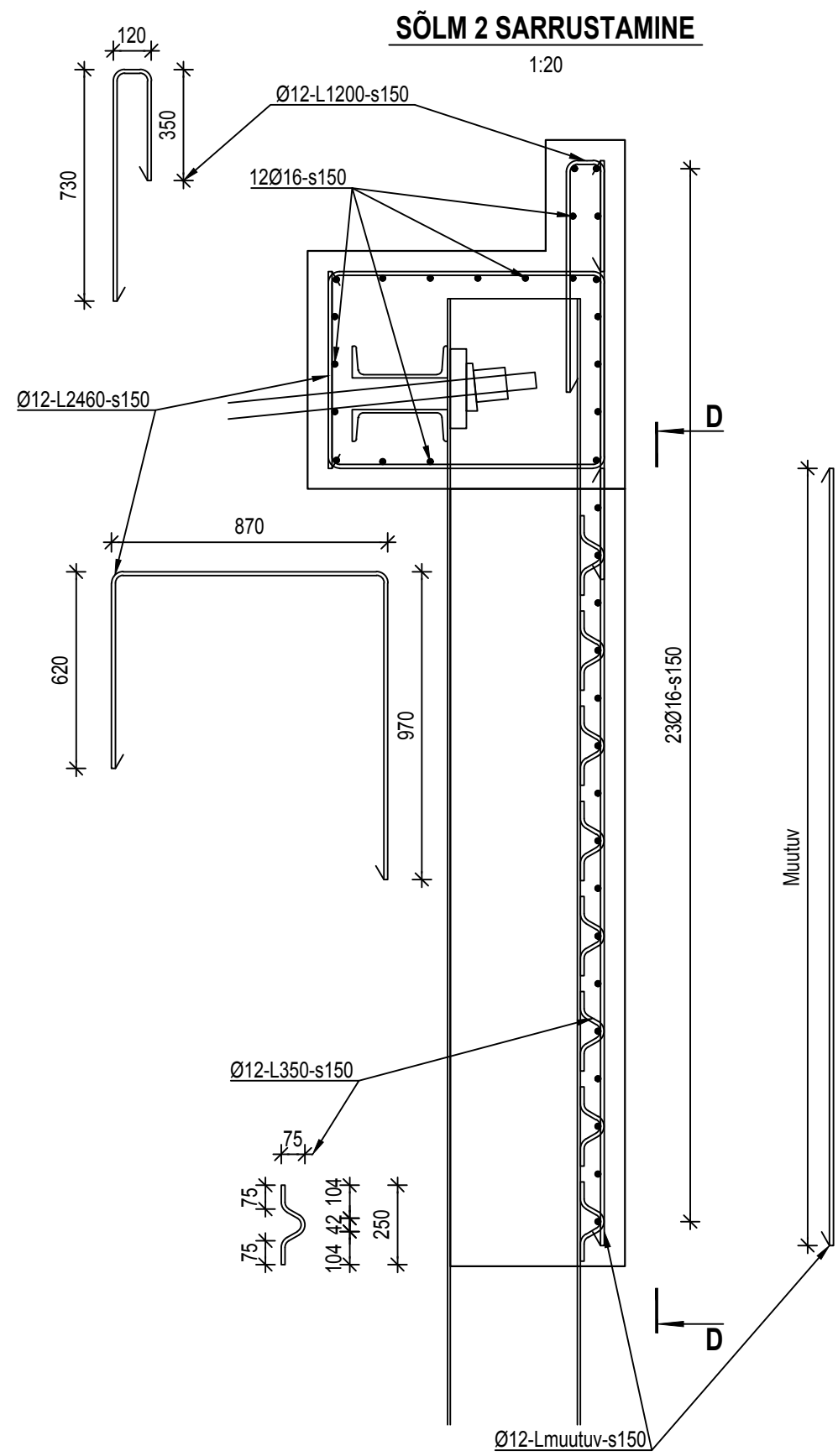



6-6

1:20



| | | | | | |
|---|-------------|------------|---|------------------------|---------------|
|  | | | | | Möötkava 1:20 |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 11 | SULUND-SULUND DEF.VUUK | |



| | | | | | |
|---|-------------|------------|---|---|---------------|
|  | | | | | Mõõtkava 1:20 |
| Koostaja | A.Mihhalsuk | 2021-05-20 | SILLAMÄE RANNAPROMENAADI KALDAKINDLUSTUSE KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED | | |
| Juhendaja | G.Kadnikova | 2021-05-20 | | | |
| TTÜ Virumaa Kolledz | | | Leht 12 | SÕLM 2 SARRUSTAMINE. D-D KONKSUD SULUNDIL | |