



TALLINNA
TEHNIKAKÕRGKOO

Siim Randviir

PRIIMULA TEE ERAMU PÕHIPROJEKT

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2023



Siim Randviir

PRIIMULA TEE ERAMU PÕHIPROJEKT

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Hoonete ehituse õppekava

Juhendaja: Andres Kuningas

Tallinn 2023

Mina, Siim Randviir tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja: Andres Kuningas, */allkirjastatud digitaalselt/*

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Siim Randviir

sünnikuupäev: 14.12.1989

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Priimula tee eramu põhiprojekt

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas, 28.04.2023

/allkirjastatud digitaalselt/



Ehitusinstituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Siim Randviir**
Õpperühm: **KHE2018**
Eriala: **Hoonete ehitus (1827)**
Lõputöö teema: **Priimula tee eramu põhiprojekt**

Lähteandmed töö koostamiseks:

Tallinna Linnaplaneerimise Ameti poolt väljastatud projekteerimistingimused numbriga 2211802/06059.

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Lõputöö sisuks on koostada üksikelamu põhiprojekt. Projektis leitakse hoonele arhitektuurne lahendus koos seletuskirja ning graafilise osaga ja teostatakse olulisemate kandekonstruktsioonide tugevusarvutused.

Tugevusarvutuste koosseisu kuulub:

1. Koormuste ja kriitiliste koormuskombinatsioonide määramine.
2. HEB terastala tugevuse, stabiilsuse, jäikuse ja toesõlmede kontroll.
3. Teljel 1 asuva köögiakna silluse dimensioneerimine ning toesõlmede kontroll.
4. 1. korruse kandva müüritise tugevuskontroll valitud piirkonnas.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskirja maht ca 50-70 lehekülge. Sisaldab põhiprojekti seletuskirja ning tugevusarvutusi. Graafiline osa sisaldab üksikelamu asendiplaani, hoone lõiget, korruste plaane, erinevate sõlmede lahendusi ning hoone vaateid, maht ca. 10-15 lehekülge.

Lõputöö juhendaja:	Andres Kuningas (nimi)	 (allkiri)	27.02.2023 (kuupäev)
Lõpetaja:	Siim Randviir (nimi)	 (allkiri)	27.02.2023 (kuupäev)
Kinnitaja:	Aivars Alt ehitusinstituudi direktor	 (allkiri)	27.02.2023 (kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 27.02.2023

Lõputöö esitamise tähtaeg: 02.05.2023

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1 KASUTATUD NORMDOKUMENDID	8
2 ARHITEKTUURNE OSA	9
2.1 Hoone asukoht ja asendiplaaniline lahendus	9
2.2 Situatsiooniskeem.....	9
2.3 Hoone üldandmed.....	10
2.4 Hoone tehnilised näitajad	10
2.5 Haljastus ja heakord.....	11
3 HOONE KONSTRUKTSIOONIDE KIRJELDUS	12
3.1 Vundament.....	12
3.2 Põrand pinnasel.....	12
3.3 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid.....	13
3.4 Välisseinad.....	13
3.5 Siseseinad	14
3.6 Sillused	14
3.7 Katuslagi.....	14
4 HOONE TULEOHUTUS	15
5 ERIOSAD.....	17
5.1 Veevarustus ja kanalisatsioon.....	17
5.2 Elektrivarustus ja side.....	17
5.2.1 Elektrivarustus.....	17
5.2.2 Side.....	18
5.3 Küte ja ventilatsioon.....	18
6 KONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED	19
6.1 Koormused ja tugevusarvutused.....	19
6.1.1 Lumekoormus.....	19
6.2 Konstruktsioonide omakaalukoormused	20
6.2.1 Arvutuslik koormus teljel E oleva teise korruse seina omakaalust Gsein,d.....	20
6.2.2 Arvutuslik koormus vahelae omakaalust Glagi,d	21

6.2.3	Arvutuslik koormus edela poolse rõdu omakaalust Grõdu,d	21
6.2.4	Arvutuslik koormus katuslae omakaalust Gkatus,d	21
6.3	Koormuskombinatsioonid kandepiirseisundis.....	22
6.4	Terastala kandevõime kontroll	24
6.4.1	Terastala ristlõike kontroll	28
6.4.2	Terastala läbipainde kontroll	30
6.4.3	Tala läbipainde kontrolli järelalus.....	31
6.4.4	Terastala kiivekandevõime kontroll	31
6.4.5	Kiivekandevõime arvutuste järelalus	34
6.5	Terastalast tuleneva survepinge kontroll teljel 3 oleva müüritise toepadja all	34
6.6	Teljel 3 oleva müüritise survekandevõime üldkontroll	37
6.6.1	Müüritise lõike (i) kontroll.....	38
6.6.2	Müüritise lõike (m) kontroll.....	39
6.7	Terasest aknasilluse dimensioneerimine ja tugevusarvutused.....	41
6.7.1	Arvutuslik koormus teljel E oleva teise korruse seina omakaalust Gsein,d.....	41
6.7.2	Terasest aknasilluse dimensioneerimine	42
6.7.3	HEB200 aknasilluse kandevõime kontroll	43
6.7.4	HEB200 aknasilluse ristlõike kontroll	44
6.7.5	Aknasilluse läbipainde kontroll.....	46
6.7.6	Aknasilluse kiivekandevõime kontroll.....	46
6.8	Aknasillusest tuleneva survepinge kontroll teljel 1 oleva müüritise toepadja all.....	47
KOKKUVÕTE.....		50
SUMMARY		51
VIIDATUD ALLIKAD.....		52
GRAAFILINE OSA.....		54

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö teema sai valitud tulenevalt praktilisest vajadusest ehitada Priimula teele uus üksikelamu, kuna vana olemasolev hoonestus on ajahambale jalgu jäänud ning renoveerimine oleks liiga keeruline ning ajamahukas. Projekteerimise aluseks on Tallinna Linnaplaneerimise Ameti poolt väljastatud projekteerimistingimused numbriga 2211802/06059. Lõputöö koosneb peamiselt kolmest osast. Esimeses osas leitakse ning kavandatakse hoonele sobiv arhitektuurne lahendus graafiliste jooniste näol. Teise ossa kuulub projekti seletuskiri ning kolmandas osas teostatakse tugevusarvutused hoone peamistele kandekonstruktsioonidele.

Tulenevalt omavalituse etteantud krundi ehitustiheduse määrast ja tellija soovidest tekib eramu arhitektuurse lahenduse juures olukord, kus hoone teine korrus on mahuliselt väiksem esimesest korrusest. Teise korruse hoone mõlema poolse otsaseina toetuseks on töös ettenähtud kasutada terastalasid. Kuna hoone välisseinad on planeeritud ehitada Bauroc Ecoterm+ 500 mm plokkidest, mille survetugevus on küllaltki väike, tekib projektis kriitiline koht terastala toetamise osas müüritisele.

1 KASUTATUD NORMDOKUMENDID

Projekteerimistööde teostamisel on kasutatud ning järgitud alljärgnevaid normdokumente, õigusakte ja eeskirju:

- Eesti standard EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“;
- Majandus- ja taristuministri 21.07.2015 a. määrus nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“;
- Majandus- ja taristuministri 05.06.2015 määrus nr 57 „Ehitise tehniliste andmete loetelu ja arvestamise alused“;
- Majandus- ja taristuministri 027.08.2018 määrus nr 85 „Eluruumile esitatavad nõuded“;
- Majandus- ja taristuministri 03.12.2018 määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“;
- Eesti standard EVS 842:2003 „Ehitise heliisolatsiooninõuded, kaitse müra eest“;
- Eesti standard EVS-EN 1991-1-3:2006 „Üldkoormused. Lumekoormus“;
- Eesti standard EVS-EN 1991-1-1:2002 „Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused“;
- EVS-EN 1990:2002+NA:2002 Eurokoodeks. Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused;
- EVS 812-7:2018 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2018;
- EVS 812-7:2008 Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatava põhinõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus;
- EVS-EN 1993-1-1:2005+NA:2006 Eurokoodeks 3. Teraskonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks;
- EVS-EN 1996-1-1:2005+NA:2006 Eurokoodeks 6. Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruktsioonide projekteerimiseks.

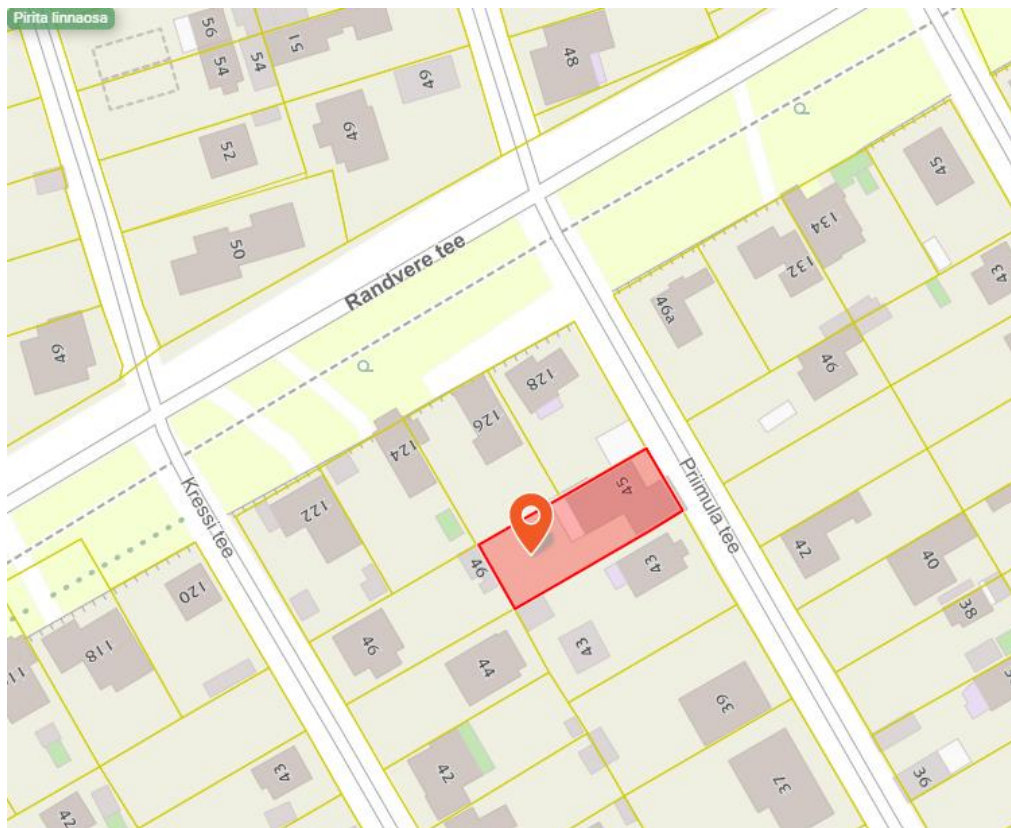
2 ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Hoone asukoht ja asendiplaaniline lahendus

Käesolev hoone on projekteeritud Harjumaale, Pirita linnaossa, Priimula teele. Kinnistu piirneb kolmest küljest naaberkinnistutega ning ühest küljest linna teemaaga. Krundi pindala on 604 m² ning täisehituse protsent vastavalt projekteerimistingimustele on 30%. Hetkel paiknevad krundil aiama ja ning garaaž, mis lammutatakse. Olemasolevate hoonete lammutamiseks koostatakse eraldi lammutusprojekt vastavalt nõuetele ja eeskirjadele.

Projekteeritav eramu hakkaks paiknema krundi loodepoolse piiri ääres 6 m kaugusel tänavast. Õueala jääks krundi edelapoolsesse külge. Kinnistule pääseb Priimula tee poolsest küljest.

2.2 Situatsiooniskeem



Joonis 1. Asukohaskeem Maa-ameti kaardirakenduse põhikaardil [1]

2.3 Hoone üldandmed

Käesolev projekt on kavandatud kahekorruselise üksikelamuna. Elamu projekteerimisel on arvestatud ilmakaarte, tellija soovide, projekteerimistingimuste, energiasäästlikkusega ning naaberelamute paiknemisega nende kruntidel. Hoone on projekteeritud kaasaegse ja funktsionaalse ruumiplaneeringuga arvestades päikese liikumist ning ruumide omavahelist ratsionaalset paiknemist üksteise suhtes. Hoone mõnevõrra ebatavaline teise korruse suurus ning paiknemine võrreldes esimese korrusega tuleneb tellija soovidest ning linnaosa poolt kehtestatud krundi ehitustiheduse määrast, milleks on 0,4 Pirita linnaosas. Hoone esimesel korrusel paiknevad avatud elutuba/köök, saun koos sauna eesruumiga, kabinet, esik koos garderoobiga, wc, majapidamisruum, tehnoruum ning talveaed. Teisel korrusel asuvad 4 magamistuba, vannituba ning eraldi wc. Lisaks mõlemal pool hoonet asuvad rõdud millele pääseb magamistubadest. Krundi eripära ning päästeameti määrusi järgides on hoone loode poolne välissein kavandatud täitma tulemüüri eesmärki mõlemapoolse tulekahju vastu. Tulemüüris paiknevad üksikud väikesed mitteavatavad EI60 tuletõkke aknad. Hoone edelapoolsele küljele on kavandatud suured maani ulatuvad aknad, millest pääseb nii talveaeda kui terrassile. Fassaadi viimistlusmaterjaliks on peamiselt erinevat halli tooni välisviimistluskrohv.

2.4 Hoone tehnilised näitajad

Tabel 1. Hoone tehnilised näitajad

Näitaja	Mõõt
Krundi pind	604 m ²
Hoone ehitusalune pindala	145,5 m ²
Hoone maapealse osa alune pind	145,5 m ²
Suletud brutopind	242 m ²
Suletud netopind	180,4 m ²
Hoone eluruumide pind	168,3 m ²
Tehnopind	12,1 m ²
Köetav pind	180,4 m ²
Ehitise maht	818 m ³
Maapealse osa maht	818 m ³
Maa pealsete korruste arv	2

Näitaja	Mõõt
Maa-aluste korruste arv	0
Hoone kõrgus	7,2 m
Hoone pikkus	13,3 m
Hoone laius	10,0 m
Tubade arv	6
Parkimiskohad	3
Krundi täisehitusprotsent	24 %
Krundi hoonestustihedus	0,40
Krundi haljastusprotsent	61 %

2.5 Haljastus ja heakord

Krundi haljastus kajastub asendiplaanil. Vastavalt Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti punktidele projekteerimistingimustes tuleb teostada kinnistul ja sellest 5 meetri ulatuses haljastuse inventeerimine. Antud projektis nähakse ette Priimula tee poolisel küljel kahe suure kuuse raiet. Selleks tuleb haljastuse inventeerimise juures välja tuua täpselt liigiliselt, arvuliselt ja väärtusklasside kaupa likvideeritav haljastus ning esitada asendusistutuse arvutus vastavalt Tallinna Linnavolikogu 11.02.2021 määrusele nr 2 „Raie- ja hoolduslõikusloa andmise kord“. Lisaks asendusistutus tuleb kavandada maksimaalselt antud kinnistule ning esitada linnale uushaljastuse lahendus [2].

Jäätmete käitlemiseks hakkavad hoone sissepääsu juures asetsema 3 konteinerit. Pakendi-, olme- ning biojäätmete kogumiseks.

3 HOONE KONSTRUKTSIOONIDE KIRJELDUS

3.1 Vundament

Hoonele on projekteeritud lintvundament rajamissügavusega 1,2 m. Kuna kinnistul maapind ei ole horisontaalne vaid langeb edela poole Priimula tee poolt, siis on projekteeritud lintvundament astmeline. Taldmik rajatakse 200 mm paksusele tihendatud killustikalusele. Taldmik on projekteeritud monoliitbetoonist laiusega 700 mm välisseinte all ning 600 mm kandvate siseseinte all. Taldmiku kõrguseks on 0,2 m. Pikisuunalise välisseina alla on kavandatud taldmikusse 4 astet kõrgusega 15 cm. Taldmiku välisperimeetri kõrvale paigaldatakse drenaažitorustik [3].

Vundamendi müüritis laotakse BBR keramsiitplokkidest. Sisemine pool laotakse 200 mm keramsiitplokist, välimine pool 150 mm plokist ning plokkide vahele on projekteeritud 100 mm Kingspan Therma soojustus. Müüritise välimine külg kaetakse kahekordse võõphüdroisolatsiooniga.

Sokkel kaetakse välisviimistluskrohviga. Sokli nähtav osa varieerub krundi languse tõttu.

3.2 Põrand pinnasel

Hoone põrand rajatakse tihendatud liivaalusele. Tihendatud liivaaluse alla rajatakse radooni tuulutustorud Uponor vent-UVS. Liivaaluse peale rajatakse 300 mm EPS100F vahtpolüstüroolplaadid, mille alumise ja keskmise kihi vahele on projekteeritud radoonitõkke kile. Radoonitõkke kile paigaldatakse lõtkuga arvestamaks põranda vajumist. Soojustuse peale paigaldatakse PE kile, mille peale valatakse 80 mm paksune betoonpõrand tugevusklassiga C30/37. Põranda ja seinte vahele jäätakse 10 mm vahe kuhu paigaldatakse enne valu vuugilint. Põranda armeerimiseks kasutatakse 8 mm 150 x 150 mm silmaga armatuurvõrku. Armatuurvõrgu külge paigaldatakse enne valu vesi põrandakütte torustik.

Kihtide kaupa põranda konstruktsioon (alt ülesse):

- olemasolev pinnas;
- tihendatud liivaalus, 200 mm;
- soojustus EPS100F, 100 mm (kolmes kihis, vuugid ülekattega);
- radoonitõkketile (esimese EPS100 kihi peal);
- PE kile, 0,2 mm;
- monoliitne raudbetoonplaat (põrandaküttetorudega), 80 mm;
- põranda viimistlus, 8-10 mm.

3.3 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid

Hoone vertikaalseteks ja horisontaalseteks konstruktsioonideks on valdavalt Bauroc ECOTERM+ 500 plokid ning erineva pikkusega vahelaepaneelid. Teise korruse konstruktsioonide kandvateks elementideks on projekteeritud esimese korruse lae- ning rõdupaneelide alla HEB300 terastalad. Uste ja akende kohal olevad sillused on valdavalt erinevat mõõtu Bauroci sillused. Kandvate seinte avade kohale on projekteeritud 200 x 200 mm raudbetoonsillused. Lisaks on projekteeritud HEB200 terastala toetuma köögi akna ava kohale, mis on dimensioneeritud töö edasises etapis, konstruktsioonide arvutuste juures. Vundamendi müüritis laotakse erineva paksusega BBR keramsiitplokkidest, mille vahel 100 mm soojustus. Astmeline lintvundament rajatakse monoliitsest raudbetoonist.

3.4 Välisseinad

Hoone välisseinad laotakse Bauroc ECOTERM+ 500 plokkidest, mis hiljem hoone nii seest kui väljast krohvitakse. Plokkide survetugevus on $1,8 \text{ N/mm}^2$.

Vastavalt standardile EVS 842:2003 loetakse hoone välispiirete heliisolatsioon piisavaks kui päeval ei ületata 35 dB ning öösel 30 dB. Vastavalt Bauroc kodulehel olevale infole, on ECOTERM+500 ploki õhumüraisolatsiooni näitaja $R_w=50 \text{ dB}$ [4].

3.5 Siseseinad

Hoone kandvateks siseseinteks on projekteeritud Bauroc Hard 200 mm plokid survetugevusega 5 N/mm^2 . Mittekandvad seinad on projekteeritud kerged kipskarkassil seinad [5].

3.6 Sillused

Avade sillusteks on peamiselt erineva pikkusega Bauroci sillused. Kandvate seinte sillusteks on ette nähtud erineva pikkusega $200 \times 200 \text{ mm}$ raudbetoonsillused. Lisaks on projekteeritud teise korruse välisseinte alla HEB300 terastalad tugevusklassiga S355, mis toetuvad esimese korruse välisseintele. Lisaks toetub üks HEB200 tala esimese korruse köögiakna kohale. Köögiakna ning teiste olulisemate silluste arvutused on välja toodud konstruktsiooniarvutuste osas.

3.7 Katuslagi

Hoonele on projekteeritud 2° kaldega lamekatus, mille peamisteks katusekandjateks on Bauroci laepaneelid. Laepaneelide peale rajatakse aurutõke 5 mm. Seejärel rajatakse soojustusplaat Kingspan Therma TR26 200 mm. Kalde andmiseks põhisoojuste peale on ette nähtud EPS vahtpolüstüroolplaadid, mille peale omakorda rajatakse jäik tuulutussoontega mineraalvilla plaat 30 mm. Lõpetuseks rajatakse katusele kahes kihis PVC rullmaterjal [5].

Kihtide kaupa katuslae konstruktsioon (alt ülesse):

- kips ripplagi;
- bauroc laepaneel;
- Aurutõke, 5 mm;
- soojustus Kingspan Therma TR26, 200 mm;
- EPS100, 100-200mm (kalde andmiseks);
- jäik tuulutussoontega mineraalvilla plaat, 30 mm;
- kahekordne PVC rullmaterjal, 10 mm.

4 HOONE TULEOHUTUS

Hoone tuleohutuse osa on väljatoodud all olevas tabelis 2.

Tabel 2. Hoone tuleohutusnõuded [6]

Kirjeldus	Nõue
Ehitise kasutusviis	I kasutusviisiga hoone
Ehitise kasutamisetarve	11101 Üksikelamu
Tulepüsivusklass	TP3 (tuldkartev ehitis)
Kasutajate arv (inimeste arv) hoones	Tavapäraselt 4 inimest
Korruste arv	2
Maapealsete korruste arv	2
Maa-aluste korruste arv	-
Pööning, pääs pööningule	Puudub
Hoone kõrgus hoone nullist	7,6 m
Eripõlemiskoormus	Kuni 600 MJ
Siseseinte ja lagede sisepinna tuletundlikus	D-s2, d2
Välisseina välispinna tuletundlikus	D-s2, d2
Rõdu ja terrassi põranda tuletundlikus	D _{FL} -s1
Õhutuspidu välispinna tuletundlikus	D-s2, d2
Õhutuspidu sisepinna tuletundlikus	Nõudeid ei esitata
Põrandate klass	Klassinõuded puuduvad
Katusekatte tuletundlikus	Broof (D2)
Piksekaitse	Nõue puudub
Suitsu eemaldamine	Suitsu eemaldamine toimub akende ja uste kaudu.
Evakuatsioon	Teiselt korruselt trepikoja kaudu esimesele ning väljumine kas aia poolt või tänava poolt välisuksest.
Pääs katusele	Teise korruse trepikojas oleva katuseeluugi kaudu.

Kirjeldus	Nõue
Hoone jaotus tule tõkkeseksioonideks, sektsioonide piirdekonstruktsioonide tulepüsivusklass EI-60	Hoone loodepoolne sein. Lisaks pikeneb tulemüür kirde (5 m) ja edela suunda (3,8 m). Täpsem kirjeldus tabeli all.
Tuleohutusabinõud hoones	Autonoomne tulekahjusignalisatsiooniandur vähemalt ühte eluruumi. Soovituslikult igasse magamistuppa. Lisaks vingugaasiandur küttekolde lähedusse (elutuppa). Esmased tulekustutusvahendid – 6 kg pulberkustuti.
Küttesüsteem	Õhk-vesi soojuspump, põrandaküte
Kütteseadmed	Hoonesse paigaldatakse üks puukütte kamin. Sauna on planeeritud elektriküttega keris.
Korstnad	Üks metallmoodulkorsten, temperatuuriklass T600.
Ehitiste vahelised tuleohutuskujad	Kagupoolses küljes on kuja 8 m tagatud. Loodepoolsesse külge tuleb rajade tule tõkkeseksioon mõlemapoolse tulekahju vastu, tulepüsivusklassiga EI-60.
Päästemeeskonna juurdepääs hoone välisusteni	Priimula tee poolsest küljes läbi jalg-või autovärava.
Tuletõrje veevõtu koht, lähim hüdrantkaev	Lähim hüdrant asub Mugula tee ja Priimula tee ristmikul ca. 175 m kaugusel. Vee vajadus 10 Q ₀ l/s 3h jooksul on tagatud.

Ehitiste vahelised tuleohutuskujad ei ole tagatud hoone igalt küljelt. Tuleohutuskujad ei ole tagatud kahe Randvere tee kinnistutel olevate ehitiste vahel. Seoses sellega ehitatakse kaks tulemüüri naaberkinnistute abihoonete kõrvale. Projekteeritud tulemüür EI60 on mõlemapoolse tulekahju vastu. Tulemüüri eesmärk on takistada tule levikut ühelt hoonelt teisele kustutustöödest olenemata. Tulemüür peab olema ehitatud vähemalt 0,5 meetrit üle kõrgeima müüriäärse katuse, välja arvatud juhul kui katuse tulepüsivus on vähemalt REI-M60 [6].

5 ERIOSAD

5.1 Veevarustus ja kanalisatsioon

Veevarustus ning kanalisatsioon lahendatakse tsentraalse tänaval paikneva trassi baasil. Kinnistul kogutavad sajuveed tuleb hajutada kinnistu siseselt haljasalal. Sajuvete juhtimine ühiskanalisatsioonisüsteemi on keelatud. Kinnistu siseste reovee torustike ühendus liitumispunkti kaevus teha äravoolutoru põhja kõrgusel. Vastasel juhul näha ette liitumispunktiks oleva kontrolltoru asemele vaatluskaevu rajamine. Veevarustuse liitumispunktis garanteeritakse rõhk vähemalt 24 mH₂O. Kinnistu maksimaalne lubatud veetarbimine olemasoleva tarnetoru baasil on 0,4 l/s. Kinnistu ühisveevarustussüsteemiga liitumise veetoruna on soovituslik kasutada polüetüleenist survetoru mitte väiksema surveklassiga kui PN10. Liitumistorustiku ühendamisel ja jätkamisel kasutada elektrikeevisühendusi või pökk-keevitust. Kinnistu sisetorustiku ühendus liitumispunktis teostada elektrikeevismuhvi abil. Veemöödusõlm peab asetsema toiteturupoolse välisseina taga ja vastama veemöödusõlmade ehitamise, kasutamise ja veearvestite paigaldamise eeskirjadele. Veemöödusõlmade ühenduste tegemisel ei või kasutada lahtivõetavaid kiirliitmikke. Hoone sisevõrgule paigaldada tagasilöögiklapp ja arvesti kandur maandada [7].

Täpsem veevarustuse ja kanalisatsiooni lahendus, vooluhulgad ja torustike asukohad täpsustuvad veevarustuse ja kanalisatsiooni põhiprojekti raames.

5.2 Elektrivarustus ja side

5.2.1 Elektrivarustus

Elektrivarustuse tagamine kinnistule lahendatakse elektripakkuja õhuliini baasil Priimula teel asuvast mastist. Olemasolev peakaitsme nimivool tänava mastis on 30 x 40 A. Hoonele soovitud peakaitsme nimivool on 3 x 40 A. Elektripakkuja poolt ehitatud liitumispunktist kuni elektripaigaldise peakilbini ehitab liituja oma vajadustele vastava liini ja ühendab selle liitumispunkti. Liin tuleb markeerida aadressiga elektripakkuja liitumispunktis. Sisestuskaabli ristlõige peab vastama kehtivatele normidele. Rajatava sisestuskaabli ristumisel elektripakkuja liini kaitsevööndiga tuleb elektriprojekt kooskõlastada elektripakkumise ettevõttega [8].

Hoone elektripaigaldises näha ette nõuetekohaste liigkoormuskaitsete kasutamine ja samuti liigpingekaitsete kasutamine juhul, kui kasutatakse liigpingeid mittetaluvaid seadmeid [8].

Elektrienergia tarbimise alustamiseks tuleb sõlmida võrguleping ja tõendada oma elektripaigaldise nõuetekohasust auditi või ehitaja kinnituskirjaga vastavalt seadme ohutuse seadusele [8].

Täpne elektripaigaldiste skeem ning lahendus koostatakse elektripaigaldise põhiprojekti raames.

5.2.2 Side

Sidevarustus hoones lahendatakse samuti tänavalt tuleva sidepakkuja ühenduspunkti baasil. Side tööde ajal näha ette kõik vajalikud tööd varemehitatud sideehitiste kaitsmiseks, tagada normatiivsed sügavused ja vahekaugused. Sidekanalisatsiooni nõutav sügavus pinnases on 0,7 m, teekatete all 1 m. Kui uude hoonesse ei soovita optilist valguskaablit õhuliinina, siis projekteerida ja välja ehitada 50 mm sidetoru hoonest sidemastini ja paigaldada kaabel ringi. Sideehitiste kaitsevööndis on sideehitise omaniku loata keelatud igasugune tegevus, mis võib ohustada sideehitist. Hoonesse paigaldada vajalikumahuline andmesidejaotla. Sisevõrk rajada CAT6 tüüpi kaablite baasil. Jaotlasse peab olema paigaldatud elektritoide seadmete ühendamiseks 220 V elektrivõrguga [9].

5.3 Küte ja ventilatsioon

Hoonesse on planeeritud paigaldada õhk-vesi soojuspump kütteks ning tarbevee soojendamiseks. Soojus kandub hoones ruumidesse vesipõrandakütte torude kaudu. Hoone ventilatsioon on lahendatud soojustagastusega ventilatsiooni baasil.

Täpne kütte ja ventilatsiooni lahendus tuuakse välja eraldi projektiga.

6 KONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUSED

6.1 Koormused ja tugevusarvutused

6.1.1 Lumekoormus

Esmalt leian normatiivse lumekoormuse maapinnal kasutades selleks Eesti lumekoormuse kaarti. Antud projektis käsitletav hoone paikneb Tallinnas ning normatiivseks lumekoormuseks on $1,50 \text{ kN/m}^2$ [10].

Lumekoormus hoone katusel arvutatakse järgmise valemiga (1) [10]:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k, \quad (1)$$

kus s - lumekoormus hoone katusel, kN/m^2 ;
 μ_i - lumekoormuse kujutegur;
 C_e - avatustegur;
 C_t - soojustegur;
 s_k - normatiivne lumekoormus maapinnal $1,5 \text{ kN/m}^2$.

Kuna hoonele on projekteeritud kaks rõdu mõlemal hoone küljel, siis võtame arvesse ka tuule mõjul kuhjuva lume kujuteguri. Lumekoormuse kujuteguri rõdule arvutan järgmise valemiga (2) [10]:

$$\mu_i = (b_1 + b_2)/2h, \quad (2)$$

kus b_1 - katuse pikkus;
 b_2 - rõdu laius;
 h - kõrgus rõdu pinnalt katuse kõrgeima ääreni.

Arvutan lume kujuteguri rõdule valemiga (2):

$$\mu_i = (9,45\text{m} + 2,4\text{m})/2 \cdot 4,3\text{m} = 1,38.$$

Katusele mõjuva lumekoormuse kujuteguri väärtus lamekatuse puhul võetakse 0,8 [10].

Arvutustegur C_e võetakse Eestis kõikide maastikutüüpide korral 1,0.

Soojustegur C_t võtab arvesse katusele paigaldatud klaasist läbiviike, millest eraldub soojust ning mille tulemusena lumi katusel sulab. Antud projektis me seda ei arvesta ning võtame C_t väärtuseks 1,0 [10].

Arvutan lumekoormuse katusele valemiga (1) [10]:

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2.$$

Arvutan lumekoormuse hoone edelapoolsele rõdule valemiga (1):

$$s = 1,38 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,07 \text{ kN/m}^2.$$

6.2 Konstruksioonide omakaalukoormused

6.2.1 Arvutuslik koormus teljel E oleva teise korruse seina omakaalust $G_{\text{sein,d}}$

Koormused on määratud projektmõõtmete ja materjalide mahukaalude väärtuste alusel. Bauroc ECOTERM+ 500 ploki mahukaal $\gamma = 3,2 \text{ kN/m}^3$. Akna mahukaal $0,182 \text{ kN/m}^2$. Viimistluskrohvi mahukaal 17 kN/m^3 [11].

Leian teljelt E tuleva teise korruse välisseina koormuse:

- $A_{\text{sein, bruto}}: 10 \cdot 3,05 = 30,5 \text{ m}^2$;
- $A_{\text{avad}}: 2,4 \cdot 3 \cdot 2 = 16,1 \text{ m}^2$;
- $A_{\text{sein, neto}}: 30,5 - 14,4 = 16,1 \text{ m}^2$;
- $G_{\text{müüritis}}: 0,5 \cdot 3,2 = 1,6 \text{ kN/m}^2$;
- $G_{\text{krohv}}: 0,005 \cdot 17 = 0,085 \text{ kN/m}^2$;
- $G_{\text{aknad}}: 14,4 \cdot 0,182 = 2,62 \text{ kN}$;
- kokku $g_{\text{sein,k}} = 1,6 + 0,085 = 1,685 \text{ kN/m}^2$;
- $G_{\text{sein,k}} = 1,685 \cdot 16,1 = 27,15 \text{ kN}$;
- $G_{\text{sein, d}} = G_{\text{sein,k}} \cdot \gamma G = 27,15 \cdot 1,2 = 32,58 \text{ kN}$.

6.2.2 Arvutuslik koormus vahelaie omakaalust $G_{lagi,d}$

Arvutused on teostatud projektimõõtmete järgi. Lähteandmed on saadud tootjate andmedest ja erinevatest allikatest ning on alljärgnevad:

- bauroc vahelaepaneel 250 mm – $6,8 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,25 = 1,7 \text{ kN/m}^2$ [5];
- raudbetoonist põrandaplaat 80 mm – $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08 = 2,0 \text{ kN/m}^2$ [11];
- mineraalvillaplaat 30 mm – $1 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,03 = 0,03 \text{ kN/m}^2$ [11];
- põranda viimistlus 15 mm – $5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,015 = 0,08 \text{ kN/m}^2$ [11];
- kokku: $g_{lagi,k} = 3,81 \text{ kN/m}^2$;
- $G_{lagi,k} = 2,35/2 \cdot 9,3 \cdot 3,81 = 41,6 \text{ kN}$;
- $G_{lagi,d} = G_{lagi,k} \cdot \gamma_G = 41,6 \cdot 1,2 = 49,9 \text{ kN}$.

6.2.3 Arvutuslik koormus edela poolse rõdu omakaalust $G_{rõdu,d}$

Arvutused on teostatud projektimõõtmete järgi. Lähteandmed on saadud tootjate andmedest ja erinevatest allikatest ning on alljärgnevad:

- bauroc vahelaepaneel 250 mm – $6,8 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,25 = 1,7 \text{ kN/m}^2$ [5];
- raudbetoonist põrandaplaat 80 mm – $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08 = 2,0 \text{ kN/m}^2$ [11];
- soojustusmaterjal 200 mm – $0,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ kN/m}^2$ [11];
- rõdu viimistlus 20 mm – $5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02 = 0,1 \text{ kN/m}^2$ [11];
- kokku: $g_{rõdu,k} = 3,9 \text{ kN/m}^2$;
- $G_{rõdu,k} = 2,30/2 \cdot 9,3 \cdot 3,9 = 41,7 \text{ kN}$;
- $G_{rõdu,d} = G_{rõdu,k} \cdot \gamma_G = 41,7 \cdot 1,2 = 50 \text{ kN}$.

6.2.4 Arvutuslik koormus katuslae omakaalust $G_{katus,d}$

Arvutused on teostatud projektimõõtmete järgi. Lähteandmed on saadud tootjate andmedest ja erinevatest allikatest ning on alljärgnevad:

- bauroc vahelaepaneel 250 mm – $6,8 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,25 = 1,7 \text{ kN/m}^2$ [5];
- SBS aurutõke 10 mm – $0,1 \text{ kN/m}^2$ [11];
- soojustusmaterjal 300 mm – $0,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ kN/m}^2$ [11];

- mineraalvillaplaat 30 mm – $1 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,03 = 0,03 \text{ kN/m}^2$ [11];
- PVC rullmaterjal 10 mm - $0,1 \text{ kN/m}^2$ [11];
- kokku: $g_{\text{katus,k}} = 2,1 \text{ kN/m}^2$;
- $G_{\text{katus,k}} = 5,95/2 \cdot 9,3 \cdot 2,1 = 58,1 \text{ kN}$;
- $G_{\text{katus,d}} = G_{\text{katus,k}} \cdot \gamma_G = 58,1 \cdot 1,2 = 69,7 \text{ kN}$.

6.3 Koormuskombinatsioonid kandepiirseisundis

Koormuskombinatsioonide puhul vaadeldakse elemendile või konstruktsioonile mõjuvate koormuste kõige ebasoodsamat olukorda. Koormuskombinatsiooni puhul mõjub elemendile või konstruktsioonile üheaegselt üksikute koormuste kogum [12].

Kandepiirseisundites vaadeldakse ohtu konstruktsiooni purunemisele, staatilise tasakaalu ja stabiilsuse kaotusele. Kandepiirseisundi hindamiseks leitakse seosed materjali tugevuse ning elemendi ristlõigetes tekkivate sisepingete võrdlemiseks, et ei tekiks ohtu konstruktsiooni kandevõime kaotuse näol [12].

Antud töös koosneb koormuskombinatsioon lumekoormusest, eelnevalt arvatud ehitusmaterjalide omakaalust ning kasuskoormusest. Kasuskoormuse alla kuuluvad hoone kasutamisest tulenevad koormused nagu vaheseinad, mööbel, inimtegevus. Kasuskoormuse leidmiseks kasutatakse Eesti standard EVS-EN 1991-1-1:2002 „Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused“.

Leian pinnaklassi hoone kasuskoormuse määramiseks kasutades selleks Eesti standardis EVS-EN 1991-1-1:2002 välja toodud pinnaklasside määramise tabelit. Antud hoone kuulub klassi A, majapidamis-ja elamispinnad [12].

Järgnevalt tuleb arvestada nii ühtlaselt jaotatud koormuse q_k kui koondatud koormusega Q_k . Vastavalt eelnevalt leitud pinnaklassile leian pindade kasuskoormuste tabelist nii koondatud koormuse kui ühtlaselt jaotatud koormuse väärtused, milleks on A klassi pindade puhul [12]:

- vahelaed – $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$;
- trepid – $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$;
- rõdud – $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$.

Kandepiirseisundi alalise või ajutise arvutusolukordade kombinatsioonid leitakse valemiga (3) [12].

$$\sum_{j \geq i} \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_p * P + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum_{j \geq i} \gamma_{Q,i} * \Psi_{0,i} * Q_{k,i}, \quad (3)$$

kus $G_{k,j}$ - omakaalukoormus, kN/m²;
 $\gamma_p, \gamma_{G,j}$ - alalise koormuse osavarutegur;
 P - kasuskoormus, kN/m²;
 $Q_{k,j}$ - domineeriv muutuvkoormus, kN/m²;
 $Q_{k,i}$ - mitte domineeriv muutuvkoormus(ed), kN/m²;
 $\Psi_{0,i}$ - kombinatsioonitegur(id).

Arvutusolukorrad valitakse vastavalt missugustes tingimustes konstruktsioon peab oma otstarvet täitma. Eristatakse põhiliselt kolme tingimust, milleks on [12]:

- alalised – normaalsed kasutustingimused;
- ajutised – näiteks ehituse või remondiaegsed ajutised tingimused;
- erakorralised – tulekahju, kokkupõrke või lokaalse purunemise tagajärjed.

Arvutused tehakse arvutusväärtustega, mis saadakse normväärtuste korrutamisel osavaruteguritega. Osavarutegur arvestab koormuse võimalikku kõrvale kallet normväärtusest ebasoodsamas suunas [12].

Allolevalt on välja toodud kandepiirseisundi osavarutegurid, kus määravaks saab materjali tugevus [12]:

- alaline koormus γ_G ebasoodsa mõju korral – 1,2;
- alaline koormus γ_G soodsa mõju korral – 1,0;
- muutuvkoormus γ_Q ebasoodsa mõju korral – 1,5;
- muutuvkoormus γ_Q soodsa mõju korral – 0.

Koormuskombinatsioonis korrutatakse veel lisaks muutuvkoormuse väärtus kombinatsiooniteguriga. Kombinatsioonitegur arvestab sama aegselt mõjuvate muutuvkoormuste kõige ebasoodsamate väärtuste samal ajal mõjumise tõenäosust [12].

Allolevalt on välja toodud Eestis kasutatavad kombinatsioonitegurid [12]:

- kasuskoormus klass A (eluruumid) puhul $\Psi_0 = 0,7$;
- kasuskoormus klass A (eluruumid) puhul $\Psi_1 = 0,5$;
- kasuskoormus klass A (eluruumid) puhul $\Psi_2 = 0,3$;
- lumekoormuse puhul $\Psi_0 = 0,5$;
- lumekoormuse puhul $\Psi_1 = 0,2$;
- lumekoormuse puhul $\Psi_2 = 0$.

6.4 Terastala kandevõime kontroll

Kontroll teostatakse teljel E olevale teise korruse välisseina all olevale HEB300 terastalale, mille tugevusklass on S355. Terastala omakaal on 1,17 kNm. Kogu terastala omakaal on 10,9 kN [11].

Vastavalt valemile (3) leian esmalt koormuse kandepiir seisundis, kus dominveerivaks muutuvkoormuseks on lumi katusel ning kuhjunud lumi rõdul:

$$\rho_d = 1,2 \cdot (65 + 49,9 + 50 + 69,7 + 10,9) + 1,5 \cdot 42,2 + 1,5 \cdot 33,2 + 0,7 \cdot 22 = 423,1 \text{ kN},$$

$$\rho_d = \frac{423,1}{9,3} = 45,5 \text{ kN/m}.$$

Järgnevalt leian koormuskombinatsiooni kandepiir seisundis kui domineerivaks muutuvkoormuseks on teise korruse vahelaelt tulev kasuskoormus:

$$\rho_d = 1,2 \cdot (65 + 49,9 + 50 + 69,7 + 10,9) + 0,5 \cdot 42,2 + 0,5 \cdot 33,2 + 1,5 \cdot 22 = 365,3 \text{ kN},$$

$$\rho_d = \frac{365,3}{9,3} = 39,3 \text{ kN/m}.$$

Kasutuspiir seisundi normkombinatsioon leitakse valemiga (4) [12]:

$$\sum_{j \geq i} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{j \geq i} \Psi_{0,i} * Q_{k,i}. \quad (4)$$

Vastavalt valemile (4) arvutan kasutuspiirseisundi normatiivse koormuskombinatsiooni, kus domineerivaks muutuvkoormuseks on kasuskoormus [12]:

$$\rho_k = 245,5 + 22 + 42,2 + 0,5 \cdot 33,2 = 326,3 \text{ kN},$$

$$\rho_k = \frac{326,3}{9,3} = 35,1 \text{ kN/m}.$$

Arvutan kasutuspiirseisundi normatiivse koormuskombinatsiooni, kus domineerivaks muutuvkoormuseks on lumi katusel ning rõdul:

$$\rho_k = 245,5 + 0,5 \cdot 22 + 42,2 + 33,2 = 331,9 \text{ kN},$$

$$\rho_k = \frac{331,9}{9,3} = 35,7 \text{ kN/m}.$$

Viimaseks arvutan kasutuspiirseisundi tavalise koormuskombinatsiooni, mida kasutatakse üldjuhul taastuvate piirseisundite puhul. Selles kombinatsioonis eemaldan lumekoormuse ning leian koormuskombinatsiooni:

$$\rho_k = 245,5 + 0,5 \cdot 33,2 = 262,1 \text{ kN},$$

$$\rho_k = \frac{262,1}{9,3} = 28,2 \text{ kN/m}.$$

Brutoristlõike arvutuslik plastne tõmbekandevõime leitakse valemiga (5) [11]:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_0}, \quad (5)$$

kus A - ristlõike pindala, cm^2 ;
 f_y - ülemine voolavuspiir, N/mm^2 ;
 γ_{m0} - osavarutegur, 1.

Ristlõike arvutuslik survekandevõime leitakse valemiga (6) [11]:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_0}, \quad (6)$$

kus A - ristlõike pindala, cm^2 ;
 f_y - terase voolavuspiir, N/mm^2 ;
 γ_{m0} - osavarutegur, 1.

Ristlõike arvutuslik paindekandevõime leitakse valemiga (7) [11]:

$$M_{c,Rd} = \frac{W \cdot f_y}{\gamma_0}, \quad (7)$$

kus W - vastavalt ristlõikeklassile vastupanumoment, cm^3 ;
 f_y - terase voolavuspiir, N/mm^2 ;
 γ_{m0} - osavarutegur, 1.

Ristlõike arvutuslik põikjõukandevõime leitakse valemiga (8) [11]:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_0}, \quad (8)$$

kus A_v - ristlõike lõikepindala, cm^2 ;
 f_y - terase voolavuspiir, N/mm^2 ;
 γ_{m0} - osavarutegur, 1.

Ristlõike lõikepindala A_v leitakse vastavalt terasprofiilile järgmise valemiga (9) [11]:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f, \quad (9)$$

kus t_f - tala ülemise vöö paksus, mm;
 t_w - tala keskmise vöö paksus, mm;
 b - tala laius, mm.

Vastavalt valemile (5) arvutan ristlõike tõmbekandevõime:

$$N_{pl,Rd} = \frac{149,1 \cdot 355 \cdot 10^2}{1} \cdot 10^{-3} = 5293,1 \text{ kN.}$$

Määran sein ristlõikeklassi [11]:

$$\frac{c}{t} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{300 - 2(19 + 27)}{11} = 18,9 < 33 \cdot 1 = 33.$$

Sein kuulub 1. ristlõikeklassi.

Määran terastala vöö ristlõikeklassi [11]:

$$\frac{c}{t} = \frac{\frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} = \frac{\frac{300}{2} - \frac{11}{2} - 27}{19} = 6,2 < 9 \cdot 1 = 9.$$

Vöö kuulub samuti 1. ristlõikeklassi.

Vastavalt valemile (6) arvutan ristlõike arvutusliku survekandevõime:

$$N_{pl,Rd} = \frac{149,1 \cdot 355 \cdot 10^2}{1} \cdot 10^{-3} = 5293,1 \text{ kN.}$$

Arvutan vastavalt valemile (9) ristlõike lõikepindala:

$$A_v = 149,1 \cdot 10^2 - 2 \cdot 300 \cdot 19 + (11 + 2 \cdot 27) \cdot 19 = 4825 \text{ mm}^2.$$

Selgitan välja sein nihkestabiiluse kontrolli vajaduse [13]:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{300 - 2(19 + 27)}{11} = 18,9 < \frac{72\varepsilon}{\eta} = \frac{72 \cdot 1,0}{1,2} = 60.$$

Seina nihkestabiilsus on tagatud.

Arvutan ristlõike põikjõukandevõime kasutades valemit (8):

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{4825 \cdot 355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} \cdot 10^{-3} = 989 \text{ kN}.$$

Määran ristlõike paindekandevõime ristlõikeklassid [11]:

- seina ristlõikeklass;

$$\frac{c}{t} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{300 - 2(19 + 27)}{11} = 18,9 < 72 \cdot \varepsilon = 72,$$

- vöö ristlõikeklass;

$$\frac{c}{t} = \frac{\frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} = \frac{\frac{300}{2} - \frac{11}{2} - 27}{19} = 6,2 < 9 \cdot \varepsilon = 9.$$

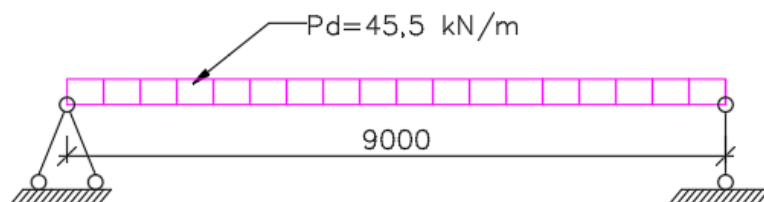
Tervikuna kuulub ristlõige 1. ristlõikeklassi.

Leian ristlõike arvutusliku paindekandevõime kasutades valemit (7):

$$M_{c,Rd} = \frac{1870 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,0} \cdot 10^{-6} = 663,9 \text{ kNm}.$$

6.4.1 Terastala ristlõike kontroll

Teostan terastala tugevuskontrolli vastavalt kandepiirseisundi koormuskombinatsioonile, kus domineerivaks muutuvkoormuseks on lumi.



Joonis 2. Terastala arvutusskeem

Teostan tala ristlõikekontrolli toel.

Arvutuslikud sisejõud:

- $M_{Ed} = 0,0 \text{ kNm}$;
- $V_{Ed} = 204,75 \text{ kN}$.

Kuna toel puudub paindemoment, teostan lõikekontrolli vastavalt tugevustingimusele [11]:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{204,75}{989} = 0,21 < 1,0.$$

Ristlõike põikjõukandevõime toel on tagatud.

Teostan ristlõikekontrolli tala keskel ($l = 4,5 \text{ m}$).

Arvutuslikud sisejõud:

- $M_{Ed} = 460,7 \text{ kNm}$;
- $V_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$.

Kuna ava keskel puudub põikjõud teostan paindekontrolli vastavalt tugevustingimusele [11]:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{460,7}{663,9} = 0,7 < 1,0.$$

Ristlõike paindekandevõime ava keskel on tagatud.

Teostan tala ristlõike kontrolli kohas $l = 2 \text{ m}$.

Arvutuslikud sisejõud:

- $M_{Ed} = 294,8 \text{ kNm}$;
- $V_{Ed} = 122,9 \text{ kN}$.

Kuna ristlõikes esineb korraga nii põikjõud kui paindemoment, tuleb arvesse võtta nende jõudude koosmõju. Kui põikjõud on väiksem kui pool plastse arvutusmudeli kohasest põikjõukandevõimest (ehk $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$), võib selle mõju paindekandevõimele arvestamata jätta [11].

Määran põikjõu mõju arvutusmudelis:

$$V_{Ed} = 122,9 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 0,5 \cdot 989 = 494,5 \text{ kN}.$$

Põikjõu mõju võib jätta arvestamata.

Teostan ristlõike kontrolli paindele kohas $l = 2 \text{ m}$:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{294,8}{663,3} = 0,44 < 1,0.$$

Ristlõike kandevõime asukohas $l = 2 \text{ m}$ on tagatud.

6.4.2 Terastala läbipainde kontroll

Terastala läbipainde kontrolli viin läbi kasutuspiirseisundi koormuskombinatsiooni suurema väärtusega, milleks on 35,7 kNm. Võtan tala lubatud läbipaindeks $L/250$. Ühtlaselt jaotatud koormuse korral leitakse läbipaine valemiga (10) [11]:

$$W_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 35,7 \cdot 9000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 25166 \cdot 10^4} = 57,7 \text{ mm}, \quad (10)$$

$$W_{max} = 57,7 \text{ mm} > W_{lub} = \frac{9000}{250} = 36 \text{ mm}.$$

Nõue ei ole täidetud.

Viin läbi terastala läbipainde kontrolli kasutades tavalise koormuskombinatsiooni väärtust, millest on eemaldatud lumekoormus:

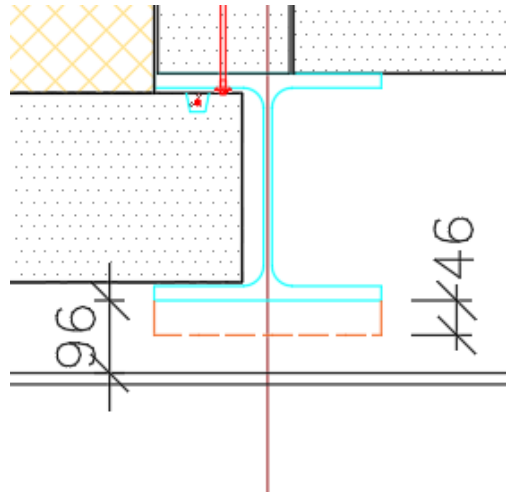
$$W_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 28,2 \cdot 9000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 25166 \cdot 10^4} = 45,6 \text{ mm},$$

$$W_{max} = 45,6 \text{ mm} > W_{lub} = \frac{9000}{250} = 36 \text{ mm}.$$

Nõue ei ole ka tavalise koormuskombinatsiooni puhul täidetud.

6.4.3 Tala läbipainde kontrolli järelendus

Tala läbipainde piirsuurus $L/250$ on võetud eeldusel, et tala liigne läbipaine mõjuks ruumis ebaesteetiliselt. Arhitektuursetelt joonistelt nähtub, et tala hakkaks paiknema ripplae taga, mistõttu ei oleks ruumis visuaalselt terastala näha.



Joonis 3. Terastala läbipainde skeem

Juhul kui visuaalselt tala näha jääb, tuleks kasutada suurema tugevusega HEM300 terastala või koostöös tellijaga näha ette post terastala alla silde vähendamiseks ning seejuures läbipainde vähendamiseks.

6.4.4 Terastala kiivekandevõime kontroll

Teostan terastala kiivekandevõime kontrolli kasutades üldjuhtumi arvutusmetoodikat, mille alusel võib arvutada kõiki profiile [13].

Arvutuslik tala kiivekandevõime (üldstabiilsusest lähtuv paindekandevõime) leitakse valemiga (11) [11]:

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{y,pl} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}, \quad (11)$$

kus χ_{LT} - kiivetegur, mis sõltub tala tingsaledusest kiivel λ_{LT} ;

$W_{y,pl}$ - ristlõikeklassile vastav vastupanumoment.

Kiivetegur leitakse valemiga (12) [11]:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0, \quad (12)$$

kus ϕ_{LT} - kiiveteguri abisuurus;

λ_{LT} - kiivetingsaledus.

Kiiveteguri abisuurus leitakse valemiga (13) [11]:

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2], \quad (13)$$

kus α_{LT} - h lbetegur 0,21 [v etud allolevast tabelist (tabel 3)];

λ_{LT} - kiivetingsaledus.

Tabel 3. Kiivek verate h lbetegurid [11]

Kiivek�ver	a	b	c	d
H�lbetegur α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

J rgnevalt leian allolevast tabelist (tabel 4) kiivek vera tunnuse.

Tabel 4. Kiivek verate valiku tabel [11]

Ristl�ige	P�irid	Kiivek�ver �ldjuhtumil
Valtsitud I-profiilid	$h/b \leq 2$	a
	$h/b \geq 2$	b
Keevitatud I-profiilid	$h/b \leq 2$	a
	$h/b \geq 2$	b
Muud ristl�iked	-	d

Sirgetele valtsitud I- ja H-profiiliga taladele tugevusklassiga S355, mille toed on väändekindlalt kinnitatud, võib kiivetingaleduse λ_{LT} arvutada veaga tagavara kasuks alloleva valemi (14) järgi [11]:

$$\lambda_{LT} = \frac{L/i_z}{85}. \quad (14)$$

Leian kiivetingaleduse vastavalt valemile (14) [11]:

$$\lambda_{LT} = \frac{9000/(7,58 \cdot 10)}{85} = 1,4.$$

Arvutan kiiveteguri abisuuruse kasutades valemit (13) [11]:

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,4 - 0,2) + 1,4^2] = 1,6.$$

Arvutan kiiveteguri kasutades valemit (12) [11]:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{1,6 + \sqrt{1,6^2 - 1,4^2}} = 0,42 \leq 1,0.$$

Leian tala arvutusliku kiivekandevõime valemiga (11):

$$M_{b,Rd} = \frac{0,42 \cdot 1870 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,0} \cdot 10^{-6} = 278,8 \text{ kNm}.$$

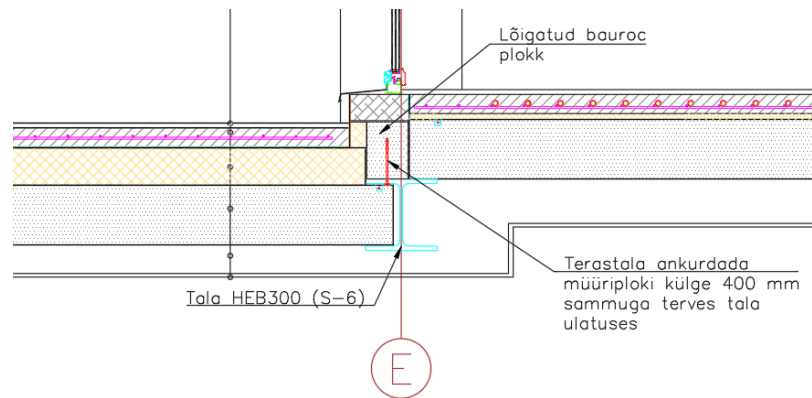
Määran kiivekandevõime stabiilsustingimuse:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{460,7}{278,8} = 1,65 > 1,0.$$

Tala kiivekandevõime ei ole tagatud.

6.4.5 Kiivekandevõime arvutuste järeltus

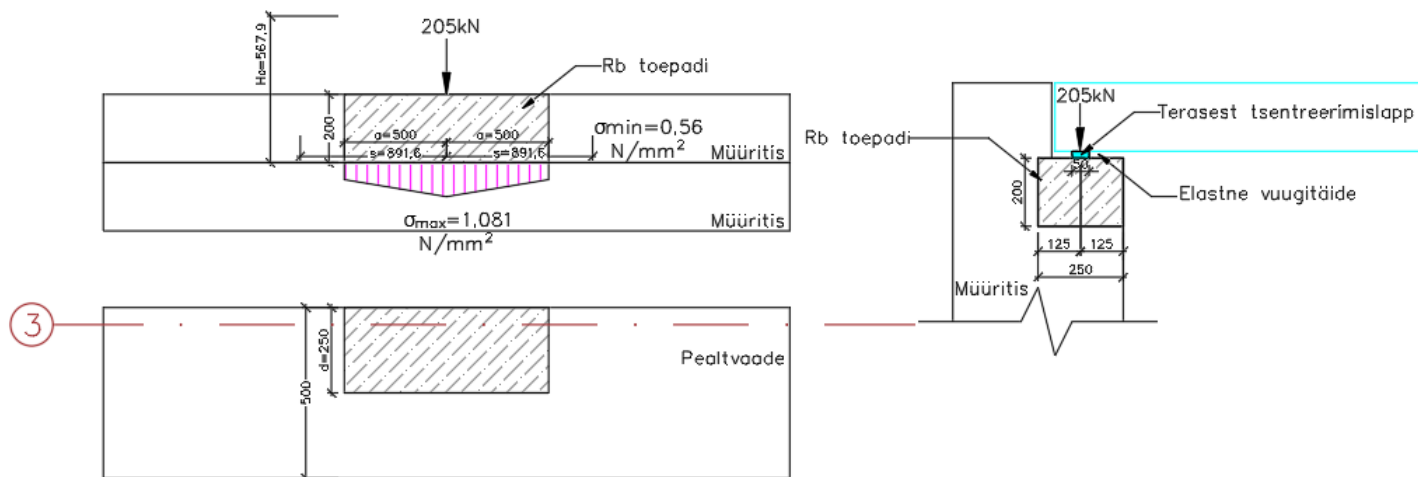
Selleks, et tala kiivekandevõime oleks tagatud näeksin ette tala ankurdamise tala peal asetsevate plokkide külge.



Joonis 4. Terastala ankurdamine müüriploki külge

6.5 Terastalast tuleneva survepinge kontroll teljel 3 oleva müüritise toepadja all

Kui tala toereaktsiooni väärtus on $N \geq 100$ kN tuleks kasutada koormuse jaotamiseks müüritisele jaotusmehhanismi, tavaliselt toepadja. Toepadja abil jaotatakse talalt tulev survejõud suuremale müüritise alale [11].



Joonis 5. Toepadja arvutuskeem

Tingliku müüritise kihi kõrgus H_0 leitakse valemiga (15) [14]:

$$H_0 = 2 \sqrt[3]{\frac{E_p I_p}{E_m d}}, \quad (15)$$

kus E_p - toepadja elastsusmoodul, N/mm²;
 I_p - padja ristlõike inertsimoment paindetasandiga risti;
 E_m - müüritise elastsusmoodul, N/mm²;
 d - toepadja laius, mm.

Toepadja elastsusmoodul E_p leitakse valemiga (16) [14]:

$$E_p = 0,85 E_c, \quad (16)$$

kus E_c - betooni algelastsusmoodul, N/mm².

Müüritise elastsusmoodul E_m leitakse valemiga (17) [14]:

$$E_m = 0,6 K_E f_k, \quad (17)$$

kus K_E - 1000;
 f_k - müüritise normatiivne survetugevus, N/mm².

Padja ristlõike intertsimoment I_p leitakse valemiga (18) [14]:

$$I_p = \frac{dh^3}{12}, \quad (18)$$

kus h - toepadja kõrgus, mm.

Võtan betooni tugevusklassiks C30/37 ning leian toepadja elastsusmooduli E_p valemiga (16):

$$E_p = 0,85 \cdot 32000 = 27200 \text{ N/mm}^2.$$

Bauroc müüritise normatiivne survetugevus on $1,32 \text{ N/mm}^2$. Leian müüritise elastsusmooduli E_m valemiga (17) [14]:

$$E_m = 0,6 \cdot 1000 \cdot 1,32 = 792 \text{ N/mm}^2.$$

Leian padja ristlõike intersimomendi I_p valemiga (18):

$$I_p = \frac{250 \cdot 200^3}{12} = 166666666,7 \text{ mm}^4.$$

Leian tingliku müüritise kihi kõrguse H_0 valemiga (15):

$$H_0 = 2 \sqrt[3]{\frac{27200 \cdot 200 \cdot 200^3}{792 \cdot 250 \cdot 12}} = 567,9 \text{ mm}.$$

Järgnevalt leian kauguse s , kus pinge muutub nulliks (mõlemal pool jõu mõjusirget) valemiga (19) [14]:

$$s = 0,5\pi z = 1,57 \cdot 567,9 = 891,6 \text{ mm}, \quad (19)$$

kus z - H_0 , ehk pingete leidmise nivoo tinglikus müüritises (tegeliku padja all), mm.

Kui $a \geq s$, mahub kolmnurkne pingejaotus toepadja alla. Kui $a \leq s$, ei mahu kolmnurkne pingejaotus toepadja alla. Meie olukorras on tegemist lühikese toepadjaga ning $300 < 891,6 \text{ mm}$, millest selgub, et pingete jaotus vastab kaksiktrapestile.

Pinge maksimumväärtus $\sigma_{\max}$ kaksiktrapetsikujuline pingeepüüri puhul leitakse valemiga (20) [14]:

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 = \frac{N_{sd}}{2ad} \left(1 + 0,41 \frac{a^2}{z^2} \right). \quad (20)$$

kus N_{sd} - talalt tulev koondatud koormus, kN.

Pinge minimaalsed väärtused $\sigma_{\min}$ kaugustel a leitakse valemiga (21) [14]:

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 = \frac{N_{sd}}{2ad} \left(1 - 0,41 \frac{a^2}{z^2} \right). \quad (21)$$

Leian pinge maksimumväärtuse $\sigma_{\max}$ valemiga (20):

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 = \frac{205 \cdot 10^3}{2 \cdot 500 \cdot 250} \left(1 + 0,41 \frac{500^2}{567,9^2} \right) = 1,081 \text{ N/mm}^2.$$

Leian pinge minimaalse $\sigma_{\min}$ väärtuse valemiga (21):

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 = \frac{205 \cdot 10^3}{2 \cdot 500 \cdot 250} \left(1 - 0,41 \frac{500^2}{567,9^2} \right) = 0,56 \text{ N/mm}^2.$$

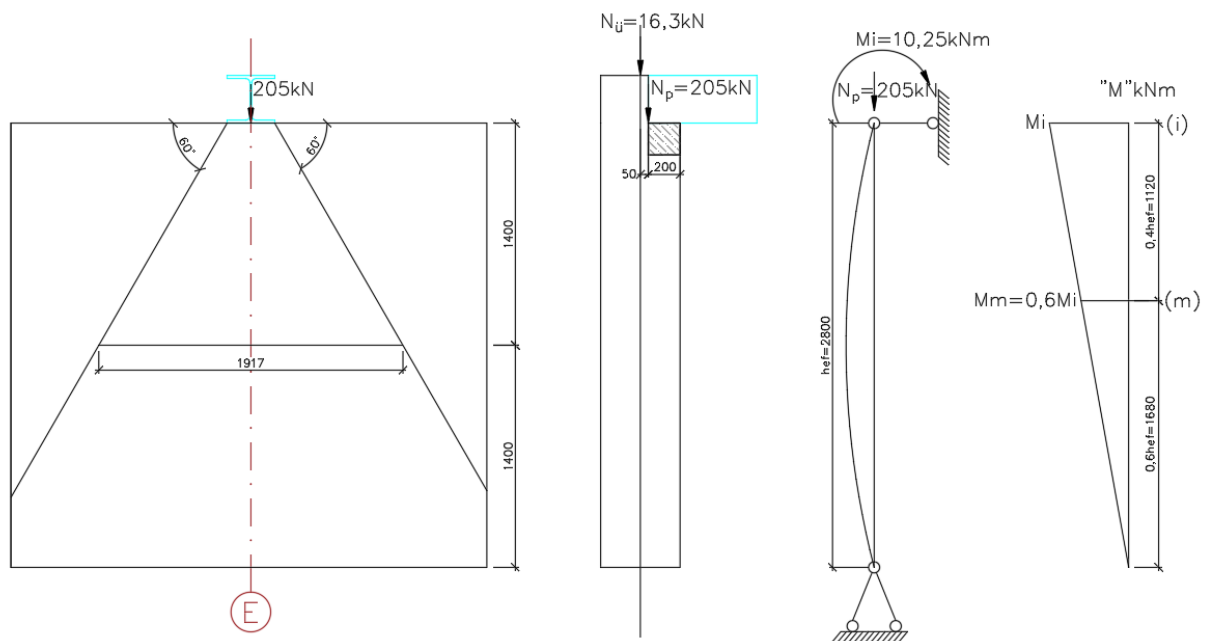
Teostan kontrolli tugevustingimusele, mis arvestab toepadja minimaalset kõrgust 200 mm:

$$\sigma_{\max} \leq 1,5 \frac{f_k}{\gamma_m} = 1,081 < 1,16.$$

Müüritise tugevus toepadja all on tagatud.

6.6 Teljel 3 oleva müüritise survekandevõime üldkontroll

Bauroc Ecoterm ploki normsurvetugevus $f_k = 1,32 \text{ N/mm}^2$ [5].



Joonis 6. Müüritise arvutuskeem

6.6.1 Müüritise lõike (i) kontroll

Koormuste kirjeldus:

- $N_{\bar{u}} = 16,3 \text{ kN}$ – tsentriline koormus;
- $N_{\text{eksts}} = N_p = 205 \text{ kN}$; $e_p = 0,05 \text{ m}$ – ekstsentriline koormus;
- $N_{\text{Sd},i} = N_i = N_{\bar{u}} + N_p = 16,3 + 205 = 221,3 \text{ kN}$ – mõlemad jõud suruvad ristlõikele;
- $M_{\text{Sd},i} = M_i = N_p \cdot e_p = 205 \cdot 0,05 = 10,25 \text{ kNm}$ – ekstsentriline jõud pöörab (annab momendi).

Jõud $N_{\text{Sd},i}$ nihutatakse ristlõike raskuskeskmest ekstsentrilisuse e_i võrra valemiga (22) [14]:

$$e_i = e_{0,i} + e_a = \frac{M_i}{N_i} + \frac{h_{ef}}{450} = \frac{10,25}{205} + \frac{2,8}{450} = 0,056 \text{ m}, \quad (22)$$

$$0,056 \text{ m} > 0,05t = 0,05 \cdot 0,3 = 0,015 \text{ m}.$$

Saadud jõu $N_{\text{Sd},i}$ ekstsentrilisus e_i ületab lõikes (i) minimaalselt nõutavat, järelikult $e_i = 0,056 \text{ m}$.

Järgnevalt leian survele kaasatõitava tsooni pindala $A_{c,i}$ valemiga (23) [14]:

$$A_{c,i} = (t - 2e_i)b = (0,3 - 2 \cdot 0,056) \cdot 1,92 = 0,361 \text{ m}^2. \quad (23)$$

Stabiiluskao ohtu lõikes (i) ei esine, kuna vaadeldava seina ülapind on seotud vahelaega : $X_i = 1$ [14].

Teostan lõikes (i) kandevõime kontrolli kasutades valemit (24) [14]:

$$N_{\text{Rd},i} = \frac{X_i A_{c,i} f_k}{\gamma_m} = \frac{1,0 \cdot 0,361 \cdot 1,3 \cdot 10^3}{1,7} = 280,3 \text{ kN} > N_{\text{Sd},i} = 221,3 \text{ kN}, \quad (24)$$

$$\frac{N_{\text{Sd},i}}{N_{\text{Rd},i}} = \frac{221,3}{280,3} \cdot 100 = 78,9\%.$$

Antud ekstsentrilisuse korral on kasutatud 78,9% müüritise ristlõike survekandevõimest. Lõikes (i) on survekandevõime tagatud.

6.6.2 Müüritise lõike (m) kontroll

Arvutan seina (i)-(m) arvutusliku koormuse:

$$\Delta N_d = (0,5 \cdot 2,8 \cdot 1,92) \cdot 3,2 \cdot 1,2 = 10,3 \text{ kN}.$$

Lõikes (i) vaadeldud koormuste $N_{Sd,i}$ ja $M_{Sd,i}$ kaudu saame avaldada lõikes (m) vastavad suurused:

- $N_{Sd,m} = N_m = N_{Sd,i} + \Delta N_d = 221,3 + 10,3 = 231,6 \text{ kN}$ – survejõud;
- $M_{Sd,m} = M_m = 0,6 \cdot M_{Sd,i} = 0,6 \cdot 10,25 = 6,15 \text{ kNm}$ – paindemoment lõikes (m).

Liigutan jõudu $N_{Sd,m}$ ristlõike raskuskeskmest ekstsentrilisuse e_m võrra valemiga (22) [14]:

$$e_m = e_{0,m} + e_a = \frac{M_i}{N_i} + \frac{h_{ef}}{450} = \frac{0,6 \cdot 10,25}{231,6} + \frac{2,8}{450} = 0,033 \text{ m}.$$

Ekstsentrilisusele e_m ei kehtestata lõikes (m) minimaalset väärtust ning survetsooni pindala määrame eelnevast valemis arvutatud tulemuse järgi [11], [14].

Leian survele kaasatöötava tsooni pindala valemiga (23):

$$A_{c,m} = (t - 2e_i)b = (0,3 - 2 \cdot 0,033) \cdot 1,92 = 0,449 \text{ m}^2.$$

Lõikes (m) on survejõu ekstsentrilisus väiksem kui lõikes (i) ehk survejõu resultant on ristlõike raskuskeskmele lähemal. Kuna survele kaasatöötav ristlõikepind (survetsoon) kujuneb ümber survejõu resultandi selliselt, et viimane rakendub survetsooni keskmesse, on survetsooni pindala lõikes (m) suurem kui lõikes (i) [11], [14].

Arvestan lõikes (m) stabiilsuskaoga ning leian nõtketeguri X_m . Nõtketeguri leidmiseks nihutatakse koormus ristlõike raskuskeskmest ekstsentrilisuse e_{mk} võrra [11], [14].

Arvutan roome mõju arvestamise olukorra valemiga (25) [14]:

$$\lambda_h = \frac{h_f}{t_{ef}} = \frac{2,8}{0,3} = 9,3 < \lambda_c = 15. \quad (25)$$

Roome mõjust võib loobuda ($e_k = 0$).

Nihutan koormust ekstsentrilisuse e_{mk} võrra valemiga:

$$e_m = e_m + e_k = 0,033 + 0 = 0,033 > 0,05t = 0,05 \cdot 0,3 = 0,015 \text{ m.}$$

Saadud ekstsentrilisus ületab minimaalselt nõutavat, järelikult määratud nõtketeguri $e_{mk} = 0,033$ m järgi.

Leian nõtketeguri abisuuruse valemiga (26) [14]:

$$u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{9,3 - 2}{23 - 37 \frac{0,033}{0,3}} = 0,386. \quad (26)$$

Leian nõtketeguri valemiga (27) [14]:

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = e^{-\frac{0,386^2}{2}} = 0,928. \quad (27)$$

Teostan lõikes (i) kandevõime kontrolli kasutades valemit (24) [14]:

$$N_{Rd,i} = \frac{X_m A_{c,m} f_k}{\gamma_m} = \frac{0,928 \cdot 0,449 \cdot 1,32 \cdot 10^3}{1,7} = 323,5 \text{ kN} > N_{Sd,i} = 231,6 \text{ kN},$$

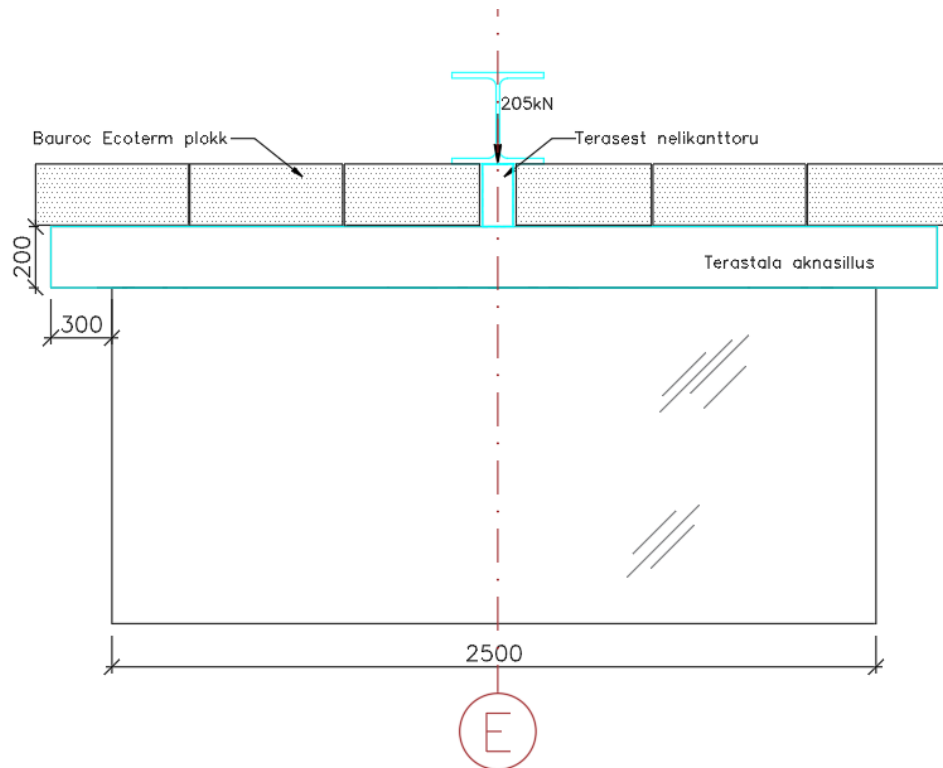
$$\frac{N_{Sd,i}}{N_{Rd,i}} = \frac{231,6}{323,5} 100 = 71,6\%.$$

Antud ekstsentrilisuse korral on kasutatud 71,6% müüritise ristlõike survekandevõimest. Lõikes (m) on survekandevõime tagatud.

Nii lõikes (i) kui lõikes (m) on müüritise üldine kandevõime tagatud ja kontrolltingimused rahuldatud.

6.7 Terasest aknasilluse dimensioneerimine ja tugevusarvutused

Silluse dimensioneerimine ja kontroll teostatakse esimese korruse elutoa/köögi telg 1/E olevale aknasillusele, kuhu toetub eelnevalt vaadeldud HEB300 terastala ning lisaks konstruktsioonide omakaalu koormused silluse pealt.



Joonis 6. Aknasilluse skeem

6.7.1 Arvutuslik koormus teljel 1 oleva teise korruse seina omakaalust $G_{sein,d}$

Koormused on määratud projektmõõtmete ja materjalide mahukaalude väärtuste alusel. Bauroc ECOTERM+ 500 ploki mahukaal $\gamma = 3,2 \text{ kN/m}^3$. Akna mahukaal $0,182 \text{ kN/m}^2$. Viimistluskrohvi mahukaal 17 kN/m^3 [11], [5].

Leian teljelt 1 tuleva seina koormuse aknasillusele:

- $A_{sein, \text{bruto}}: 2,1 \cdot 3,9 + 1,2 \cdot 1,2 = 9,6 \text{ m}^2$;
- $A_{avad}: 1,0 \cdot 1,4 = 1,4 \text{ m}^2$;
- $A_{sein, \text{neto}}: 9,6 - 1,4 = 8,2 \text{ m}^2$;
- $G_{müüritis}: 0,5 \cdot 3,2 = 1,69 \text{ kN/m}^2$;

- $G_{\text{krohv}}: 0,005 \cdot 17 = 0,09 \text{ kN/ m}^2$;
- $G_{\text{aknad}}: 1,4 \cdot 0,18 = 0,25 \text{ kN}$;
- kokku: $g_{\text{sein,k}} = 1,6 + 0,09 = 1,69 \text{ kN/ m}^2$;
- $G_{\text{sein,k}} = 1,69 \cdot 8,2 = 13,9 + 0,25 = 14,15 \text{ kN}$;
- $G_{\text{sein, d}} = G_{\text{sein,k}} \cdot \gamma G = 14,15 \cdot 1,2 = 17 \text{ kN}$.

Rõdult, laelt ning vahelaelt vaadeldav terastala koormusi vastu ei võta. Samuti ei mõju talale muutuvkoormused, mistõttu tala arvutustes arvestan ainult välisseinalt tuleva jaotatud koormusega.

Leian aknasillusele tuleva koormuse seinalt:

$$\rho_d = \frac{17}{2,5} = 6,8 \text{ k N/m}.$$

6.7.2 Terasest aknasilluse dimensioneerimine

Esmalt avaldan tugevustingimuse valemist (28) vastupanumomendi. Saadud vastus näitab milline peab tala ristlõike vastupanumoment minimaalselt olema. Võtan tala tugevuseks S355 [13]:

$$\sigma_x = \frac{M}{W} \leq f \rightarrow W \geq \frac{M}{f} = \frac{205 \cdot 10^6}{355} = 577465 \text{ mm}^2. \quad (28)$$

Kuna tabelites on vastupanumomendid cm^3 teisendan saadud vastuse, milleks on $57,7 \text{ cm}^3$. Järgnevalt leian valitud profiiliklassi seast tala, mille vastupanumoment oleks suurem kui $57,7 \text{ cm}^3$. Valin tabelist HEB200 terastala, mille vastupanumoment on $61,3 \text{ cm}^3$ ning teostan järgnevad arvutused valitud HEB200 talaga [11].

Teostan valitud ristlõike pingekontrolli valemiga (29) [13]:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_z} = \frac{205 \cdot 10^6}{643 \cdot 10^3} = 318,4 \text{ N/mm}^2 < 355 \text{ N/mm}^2. \quad (29)$$

Ristlõike tugevustingimus on täidetud.

6.7.3 HEB200 aknasilluse kandevõime kontroll

Vastavalt valemile (5) arvutan ristlõike tõmbekandevõime:

$$N_{pl,Rd} = \frac{78,1 \cdot 355 \cdot 10^2}{1} \cdot 10^{-3} = 2772,6 \text{ kN.}$$

Määran sein ristlõikeklassi [11]:

$$\frac{c}{t} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{200 - 2(10 + 18)}{11} = 13,1 < 33 \cdot 1 = 33.$$

Sein kuulub 1. ristlõikeklassi.

Määran terastala vöö ristlõikeklassi [11]:

$$\frac{c}{t} = \frac{\frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} = \frac{\frac{200}{2} - \frac{9}{2} - 18}{10} = 7,75 < 9 \cdot 1 = 9.$$

Vöö kuulub samuti 1. ristlõikeklassi.

Vastavalt valemile (6) arvutan ristlõike arvutusliku survekandevõime:

$$N_{pl,Rd} = \frac{78,1 \cdot 355 \cdot 10^2}{1} \cdot 10^{-3} = 2772,6 \text{ kN.}$$

Arvutan vastavalt valemile (9) ristlõike lõikepindala:

$$A_v = 78,1 \cdot 10^2 - 2 \cdot 200 \cdot 10 + (9 + 2 \cdot 18) \cdot 10 = 4260 \text{ mm}^2.$$

Selgitan välja sein nihkestabiiluse kontrolli vajaduse [13]:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{200 - 2(10 + 18)}{9} = 16,0 < \frac{72\varepsilon}{\eta} = \frac{72 \cdot 1,0}{1,2} = 60.$$

Seina nihkestabiilsus on tagatud.

Arvutan ristlõike põikjõukandevõime kasutades valemit (8):

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{4260 \cdot 355}{\sqrt{3} \cdot 1,0} \cdot 10^{-3} = 873,1 \text{ kN.}$$

Määran ristlõike paindekandevõime ristlõikeklassid [11]:

- seina ristlõikeklass:

$$\frac{c}{t} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{200 - 2(10 + 18)}{9} = 16,0 < 72 \cdot \varepsilon = 72;$$

- vöö ristlõikeklass:

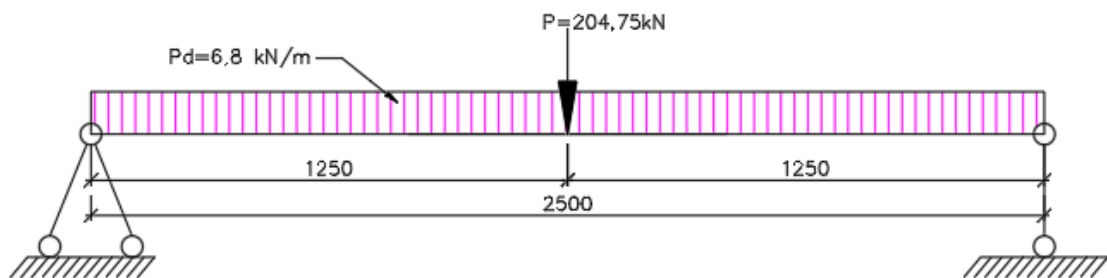
$$\frac{c}{t} = \frac{\frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} = \frac{\frac{200}{2} - \frac{9}{2} - 18}{10} = 7,75 < 9 \cdot \varepsilon = 9.$$

Tervikuna kuulub ristlõige 1. ristlõikeklassi.

Leian ristlõike arvutusliku paindekandevõime kasutades valemit (7):

$$M_{c,Rd} = \frac{643 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,0} \cdot 10^{-6} = 228,3 \text{ kNm.}$$

6.7.4 HEB200 aknasilluse ristlõike kontroll



Joonis 7. Aknasilluse terastala arvutuskeem

Teostan tala ristlõikekontrolli toel.

Arvutuslikud sisejõud:

- $M_{Ed} = 0,0 \text{ kNm}$;
- $V_{Ed} = 110,9 \text{ kN}$.

Kuna toel puudub paindemoment, teostan lõikekontrolli vastavalt tugevustingimusele [11]:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{110,9}{873,1} = 0,13 < 1,0.$$

Ristlõike põikjõukandevõime toel on tagatud.

Teostan ristlõikekontrolli tala keskel ($l = 1,25 \text{ m}$).

Arvutuslikud sisejõud:

- $M_{Ed} = 133,28 \text{ kNm}$;
- $V_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$.

Kuna ava keskel puudub põikjõud teostan paindekontrolli vastavalt tugevustingimusele [11]:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{133,3}{228,3} = 0,58 < 1,0.$$

Ristlõike paindekandevõime ava keskel on tagatud.

Teostan tala ristlõike kontrolli kohas $l = 0,625 \text{ m}$.

Arvutuslikud sisejõud:

- $M_{Ed} = 67,97 \text{ kNm}$;
- $V_{Ed} = 106,63 \text{ kN}$.

Kuna ristlõikes esineb korraga nii põikjõud kui paindemoment, tuleb arvesse võtta nende jõudude koosmõju. Kui põikjõud on väiksem kui pool plastse arvutusmodeli kohasest põikjõukandevõimest (ehk $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$), võib selle mõju paindekandevõimele arvestamata jätta [11].

Määran põikjõu mõju arvutusmodelis:

$$V_{Ed} = 106,63 \text{ kN} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 0,5 \cdot 873,1 = 436,6 \text{ kN}$$

Põikjõu mõju võib jätta arvestamata.

Teostan ristlõike kontrolli paindele kohas $l = 0,625 \text{ m}$:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{67,97}{228,3} = 0,3 < 1,0.$$

Ristlõike kandevõime asukohas $l = 0,625 \text{ m}$ on tagatud.

6.7.5 Aknasilluse läbipainde kontroll

Tala läbipainde kontrolli viin läbi tingimusega $L/250$ ning leian tala läbipainde valemiga (10) [11]:

$$W_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 205 \cdot 2500^4}{384 \cdot 210000 \cdot 5696 \cdot 10^4} = 8,7 \text{ mm}.$$

$$W_{max} = 8,7 \text{ mm} > W_{lub} = \frac{2500}{250} = 10 \text{ mm}.$$

Nõue on täidetud.

6.7.6 Aknasilluse kiivekandevõime kontroll

Teostan terastala kiivekandevõime kontrolli kasutades üldjuhtumi arvutusmetoodikat, mille alusel võib arvutada kõiki profiile [13].

Leian kiivetingsaleduse vastavalt valemile (14) [11]:

$$\lambda_{LT} = \frac{2500/(5,07 \cdot 10)}{85} = 0,58.$$

Arvutan kiiveteguri abisuuruse kasutades valemit (13) [11]:

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,58 - 0,2) + 0,58^2] = 0,71.$$

Arvutan kiiveteguri kasutades valemit (12) [11]:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,58^2}} = 0,89 \leq 1,0.$$

Leian tala arvutusliku kiivekandevõime valemiga (11):

$$M_{b,Rd} = \frac{0,89 \cdot 643 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,0} \cdot 10^{-6} = 203,2 \text{ kNm}.$$

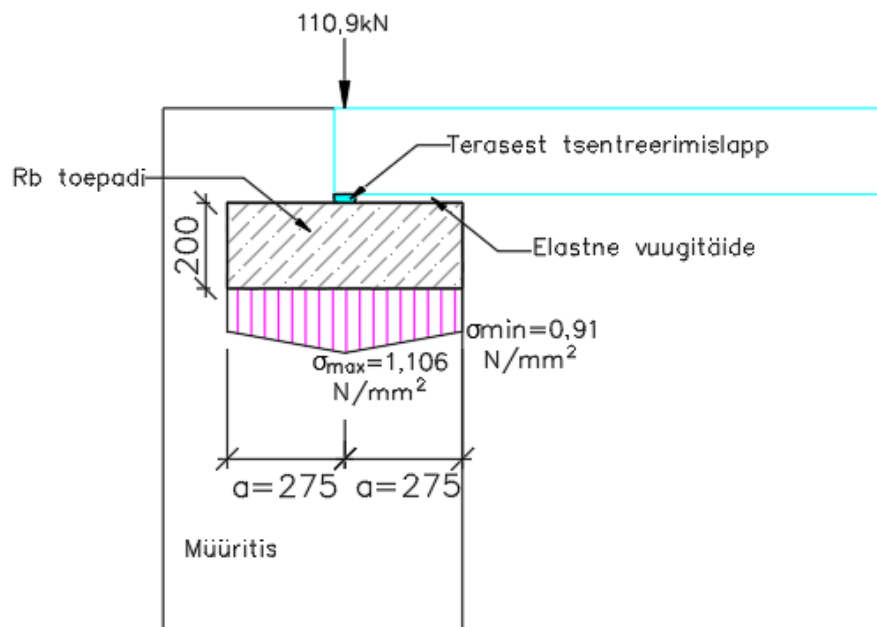
Määran kiivekandevõime stabiilsustingimuse:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{133,28}{203,2} = 0,66 < 1,0.$$

Tala kiivekandevõime on tagatud.

6.8 Aknasillusest tuleneva survepinge kontroll teljel 1 oleva müüritise toepadja all

Kuna talalt tulev koormus on suurem kui 100 kN tuleb müüritise peal kasutada jällegi toepadja. Lisaks tuleb kasutada terasest tsentreerimislappi terastala ja toepadja vahel.



Joonis 8. Teljel 1 oleval toepadja arvutusskeem

Võtan betooni tugevusklassiks C30/37 ning leian toepadja elastsusmooduli E_p valemiga (16):

$$E_p = 0,85 \cdot 32000 = 27200 \text{ N/mm}^2.$$

Bauroc müüritise normatiivne survetugevus on $1,32 \text{ N/mm}^2$. Leian müüritise elastsusmooduli E_m valemiga (17) [14], [5].

$$E_m = 0,6 \cdot 1000 \cdot 1,32 = 792 \text{ N/mm}^2.$$

Leian padja ristlõike intersimomendi I_p valemiga (18) [14]:

$$I_p = \frac{200 \cdot 200^3}{12} = 133333333,3 \text{ mm}^4.$$

Leian tingliku müüritise kihi kõrguse H_0 valemiga (15) [14]:

$$H_0 = 2 \sqrt[3]{\frac{27200 \cdot 200 \cdot 200^3}{792 \cdot 200 \cdot 12}} = 567,9 \text{ mm}.$$

Järgnevalt leian kauguse s , kus pinge muutub nulliks (mõlemal pool jõu mõjusirget) valemiga (19) [14]:

$$s = 0,5\pi z = 1,57 \cdot 567,9 = 891,6 \text{ mm}.$$

Antud olukorras on tegemist lühikese toepadjaga ning $400 < 891,6 \text{ mm}$, millest selgub, et pingete jaotus vastab kaksiktrapestile [11].

Leian pinge maksimumväärtuse $\sigma_{\max}$ valemiga (20) [11]:

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 = \frac{110,9 \cdot 10^3}{2 \cdot 275 \cdot 200} \left(1 + 0,41 \frac{275^2}{567,9^2} \right) = 1,106 \text{ N/mm}^2.$$

Leian pinge minimaalse $\sigma_{\min}$ väärtuse valemiga (21) [11]:

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 = \frac{110,9 \cdot 10^3}{2 \cdot 275 \cdot 200} \left(1 - 0,41 \frac{275^2}{567,9^2} \right) = 0,91 \text{ N/mm}^2.$$

Teostan kontrolli tugevustingimusele, mis arvestab toepadja minimaalset kõrgust 200 mm [11]:

$$\sigma_{max} \leq 1,5 \frac{f_k}{\gamma_m} = 1,106 < 1,16.$$

Müüritise tugevus toepadja all on tagatud.

KOKKUVÕTE

Võttes arvesse projekteerimistingimusi, tellija soove, omavalitsuse määrusi ning krundi eripärasei sai projektis käsitletud hoone lahendatud. Kriitilisteks punktideks oli optimaalse ja funktsionaalse ruumiprogrammi välja töötamine jäädes seejuures tellija soovide ja omavalituse määruste ning tingimuste raamidesse. Põhiliseks murekohaks peale arhitektuursete jooniste välja töötamist sai teise korruse toetamine esimese korruse välisseintele terastalade abil. Töös valiti kõige kriitilisemaks kohaks elutoa ning köögi kohal oleva üheksa meetrise sildega terastala. Antud terastalale teostati tugevuse, stabiilsuse ning jäikuse kontroll. Lisaks kontrolliti terastala toetumist müüritisele. Kuna terastala üks ots toetus müüritisele ning teine ots köögiakna kohal olevale aknasillusele sai töös ka antud aknasillus dimensioneeritud ning arvutatud. Lisaks teostati kontroll aknasilluse tugevusele, jäikusele ning stabiilsusele. Samuti kontrolliti ka aknasilluse toetumist müüritisele. Töös väljatoodud arvutuste järeldustest nähtub, et terastalad suudavad oma ülesannet täita ning tugevustingimused on täidetud. Toesõlmede kontrollis leiti järeldus, et tuleb kasutada raudbetoonist toepatja müüritise ja terastala vahel, kuna mõlema tala puhul mõjuvad otse müüritisele liiga suured koormused, mida müüritis ei suuda üksi vastu võtta.

SUMMARY

Main Project of Private House on Priimula tee

The topic of this thesis was chosen due to the practical need to build a new detached house on Priimula tee, as the old existing building is outdated and renovation would be too complicated and time-consuming. The design is based on design conditions under number 2211802/06059, issued by the Tallinn Urban Planning Department. The thesis consists mainly of three parts. The first part identifies and designs a suitable architectural solution for the building in the form of graphic drawings. The second part includes an explanatory memorandum, and the third part includes strength calculations for the main load-bearing structures of the building.

Taking into account the design conditions, the client's wishes, the municipal regulations, and the particularities of the plot, a solution was found for the building covered in the project. Critical points were the development of an optimal and functional spatial plan, while remaining within the wishes of the client and the regulations and conditions of the local government. The main concern, after developing the architectural drawings, was how to support the second floor on the ground floor exterior walls with the aid of steel beams. The most critical part of the work was the steel beam with a nine-metre bridge over the living room and kitchen. Strength, stability, and stiffness tests were carried out on this steel beam. In addition, the support of the steel beam on the masonry was checked. Since one end of the steel beam rested on the masonry and the other end on the window sill above the kitchen window, the window sill was also dimensioned and calculated. In addition, the strength, stiffness, and stability of the window sill were checked. The support of the window sill on the masonry was also checked. From the conclusions of the calculations presented in the paper, it can be seen that the steel beams are able to perform their function and the strength conditions have been met. A check of the support nodes concluded that a reinforced concrete support beam should be used between the masonry and the steel beam, as both beams are subjected to excessive loads directly on the masonry which the masonry alone cannot support.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Maa-ameti kaardirakendus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo>. [Kasutatud 11. märts, 2023].
- [2] Tallina Linnaplaneerimise Amet, „Projekteerimistingimused nr 2211802/06059“. 7. detsember 2022. [Kasutatud 2. veebruar 2023].
- [3] E. Talviste, Toim., "Hooned", Tallinn: Valgus kirjastus, 1974, p. 384.
- [4] EVS 842:2003 Ehitise heliisolatsiooninõuded, kaitse müra eest, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2003.
- [5] Bauroc AS, "Tehnilised näitajad", [Võrgumaterjal]. Available: <https://bauroc.ee/projekteerijale/tehnilised-naitajad/>. [Kasutatud 08. veebruar, 2023].
- [6] EVS 812-7:2018 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2018.
- [7] Esmar Vesi OÜ, „TEHNILISED TINGIMUSED kinnistu ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga liitumise torustike projekteerimiseks“. 28. september 2022. [Kasutatud 08. veebruar, 2023].
- [8] Elektrilevi OÜ, „Tehnilised tingimused nr 427498“. 10. aprill 2022. [Kasutatud 08. veebruar, 2023].
- [9] Telia Eesti AS, „Telekommunikatsioonialased tehnilised tingimused N19352“. 10. juuni 2022. [Kasutatud 08. veebruar, 2023].
- [10] EVS-EN 1991-1-1-1:2002+NA:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused, mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
- [11] T. Masso, Toim., "Ehituskonstruktori käsiraamat", Tallinn: Ehitame kirjastus, 2014, p. 577.
- [12] EVS-EN 1991-1-3:2006+A1:2016+NA:2016 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused: Osa 1-3: Üldkoormused, lumekoormus, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2016.
- [13] EVS-EN 1993-1-1:2005+NA:2006 Eurokoodeks 3. Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks.

- [14] V. Voltri, Toim., "Hoonete projekteerimine columbiakivist", Tallinn: AS Columbia-kivi, 2002, p. 46.
- [15] EVS-EN 1996-1-1:2005+NA:2006 Eurokoodeks 6. Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruktsioonide projekteerimiseks.

GRAAFILINE OSA

Joonis 1. Vundamendi plaan ja sõlmed

Joonis 2. Esimese korruse plaan

Joonis 3. Teise korruse plaan

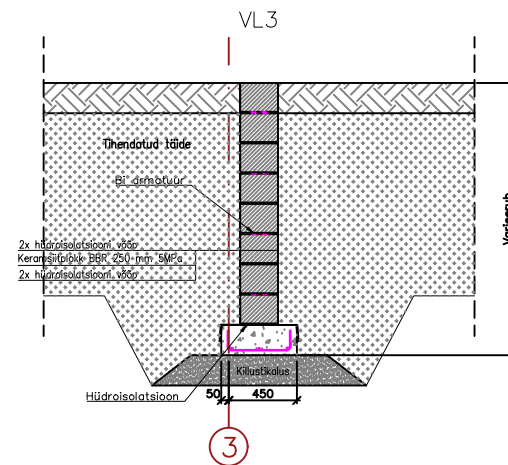
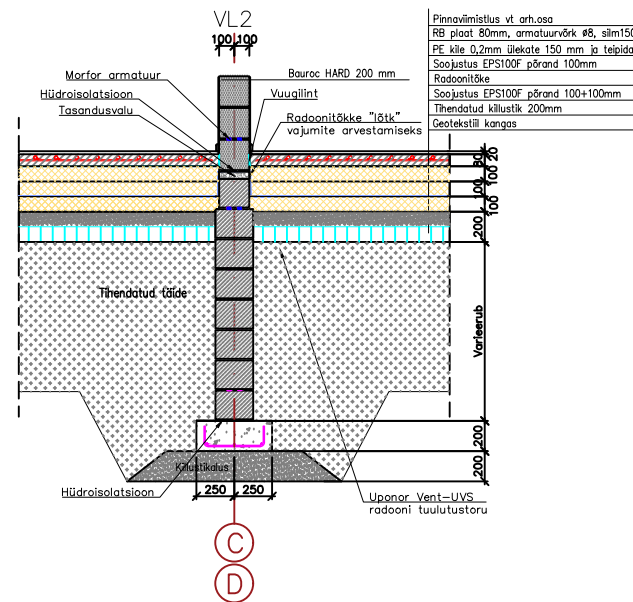
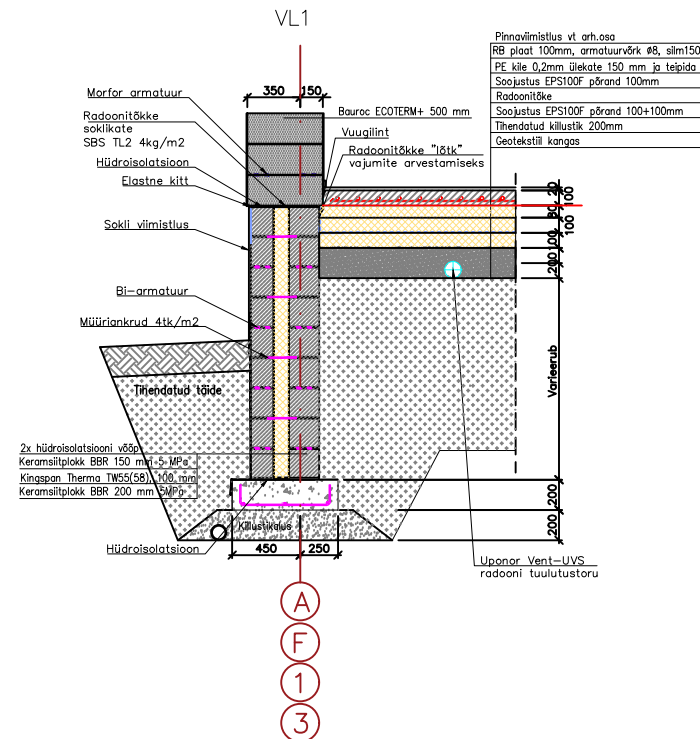
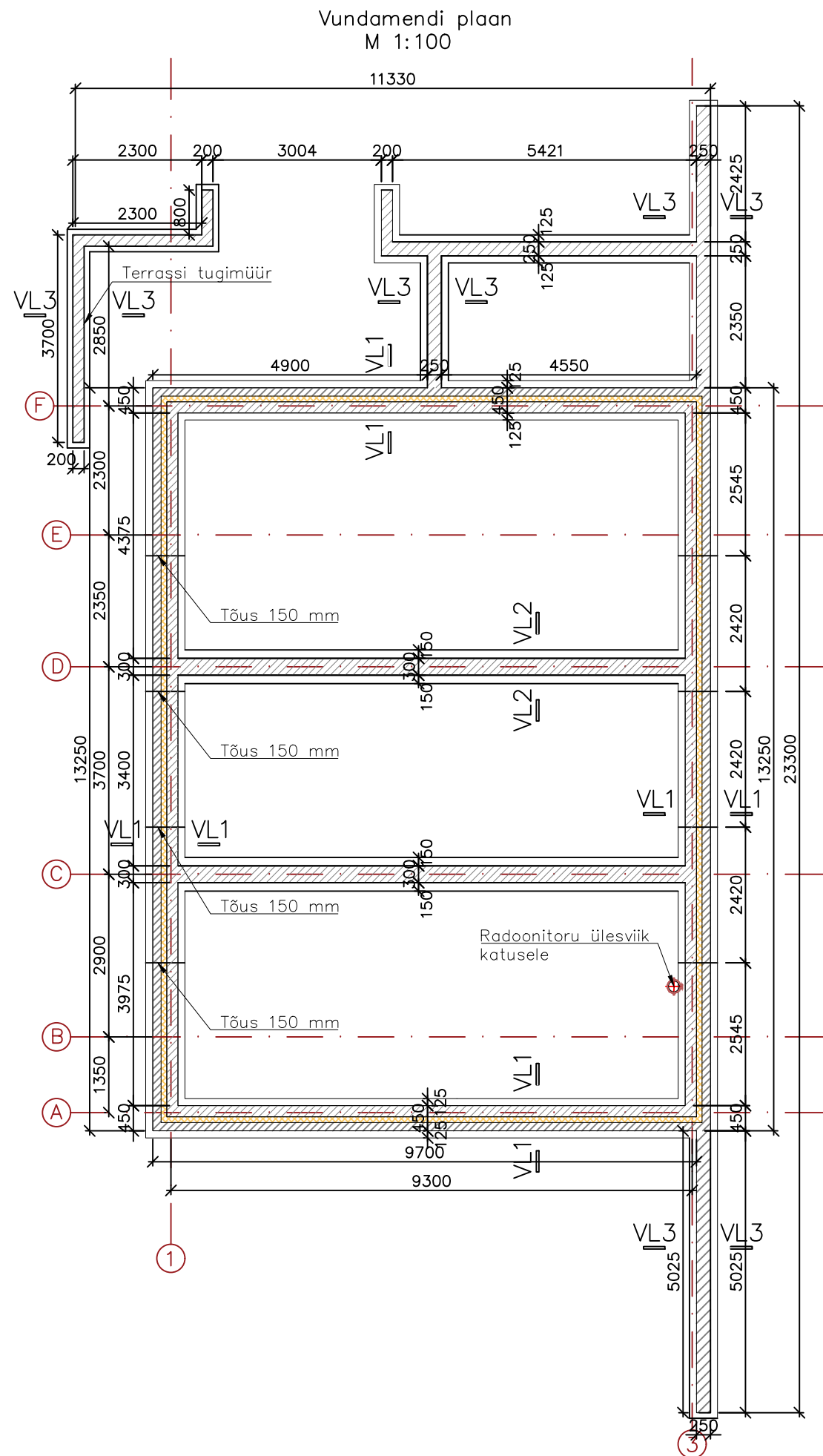
Joonis 4. Katuse plaan

Joonis 5. Vahe- ja katuslae plaanid ja sõlmed

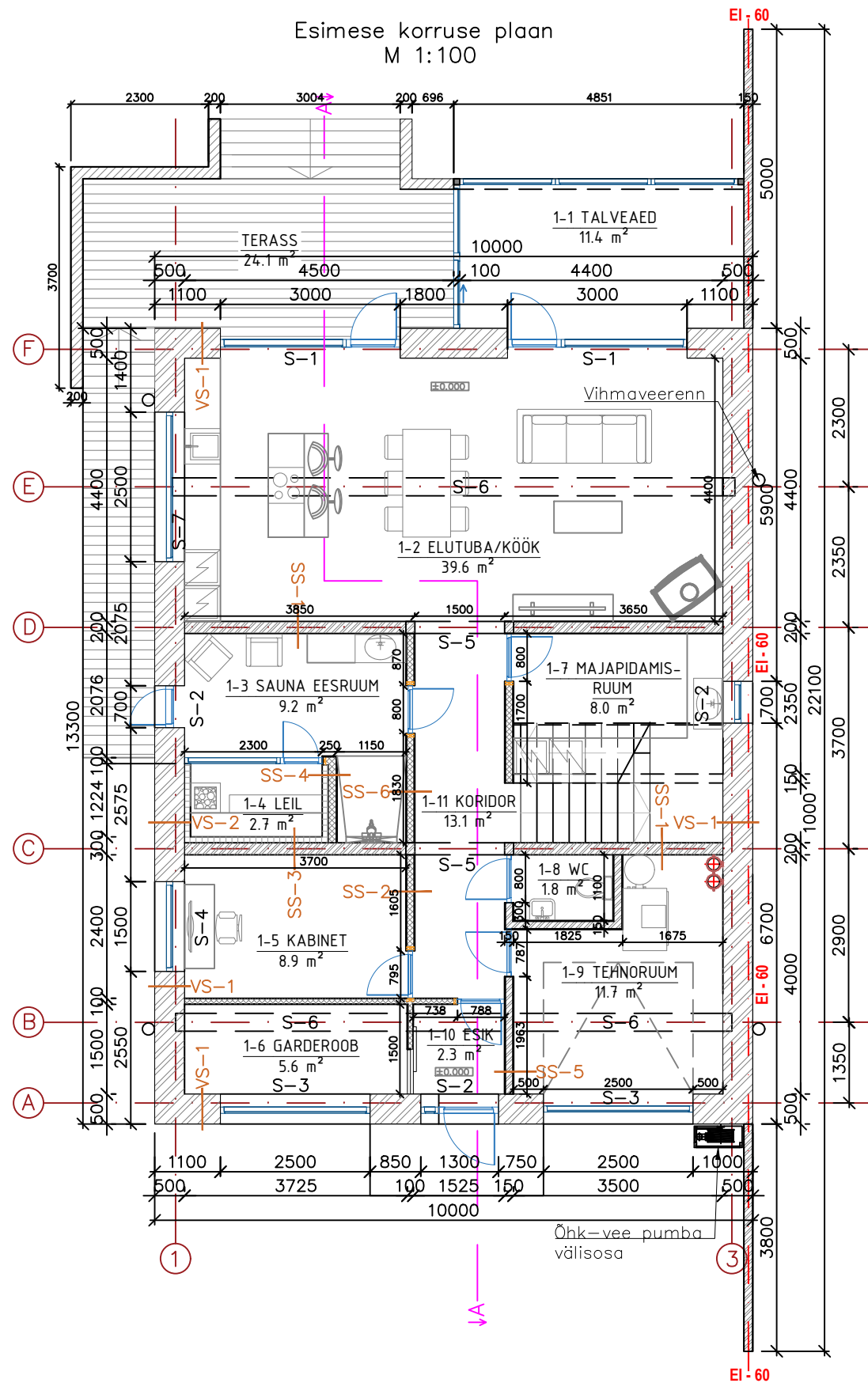
Joonis 6. Lõige A-A

Joonis 7. Hoone vaated

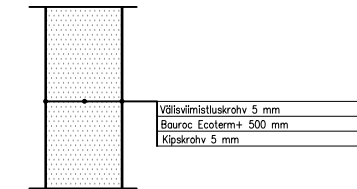
Joonis 8. Asendiplaan



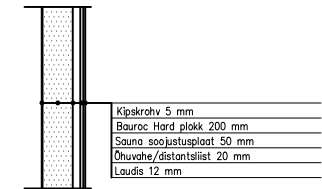
		Priimula tee eramu põhiprojekt		
Koostas:	Siim Randviir	Joonise nimetus Vundamendi plaan ja sõlmed		
Juhendas:	Andres Kuningas			
Juhendas:		Joonise nr 1	Töö nr EHE037	Õpperühm: KHE2018
TALLINN	29.02.2023	Skaala M 1:100	Leht: 1	Lehti: 8



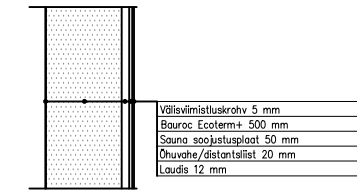
Välissein VS-1



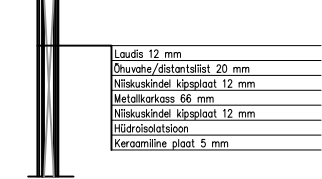
Sisesein SS-3



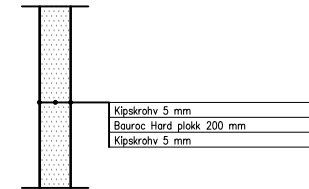
Välissein VS-2



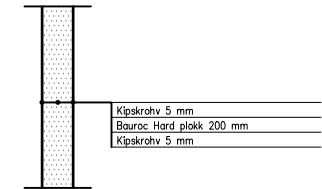
Sisesein SS-4



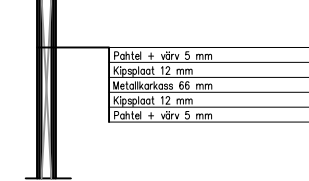
Sisesein SS-1



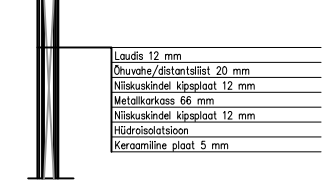
Sisesein SS-5



Sisesein SS-2



Sisesein SS-6



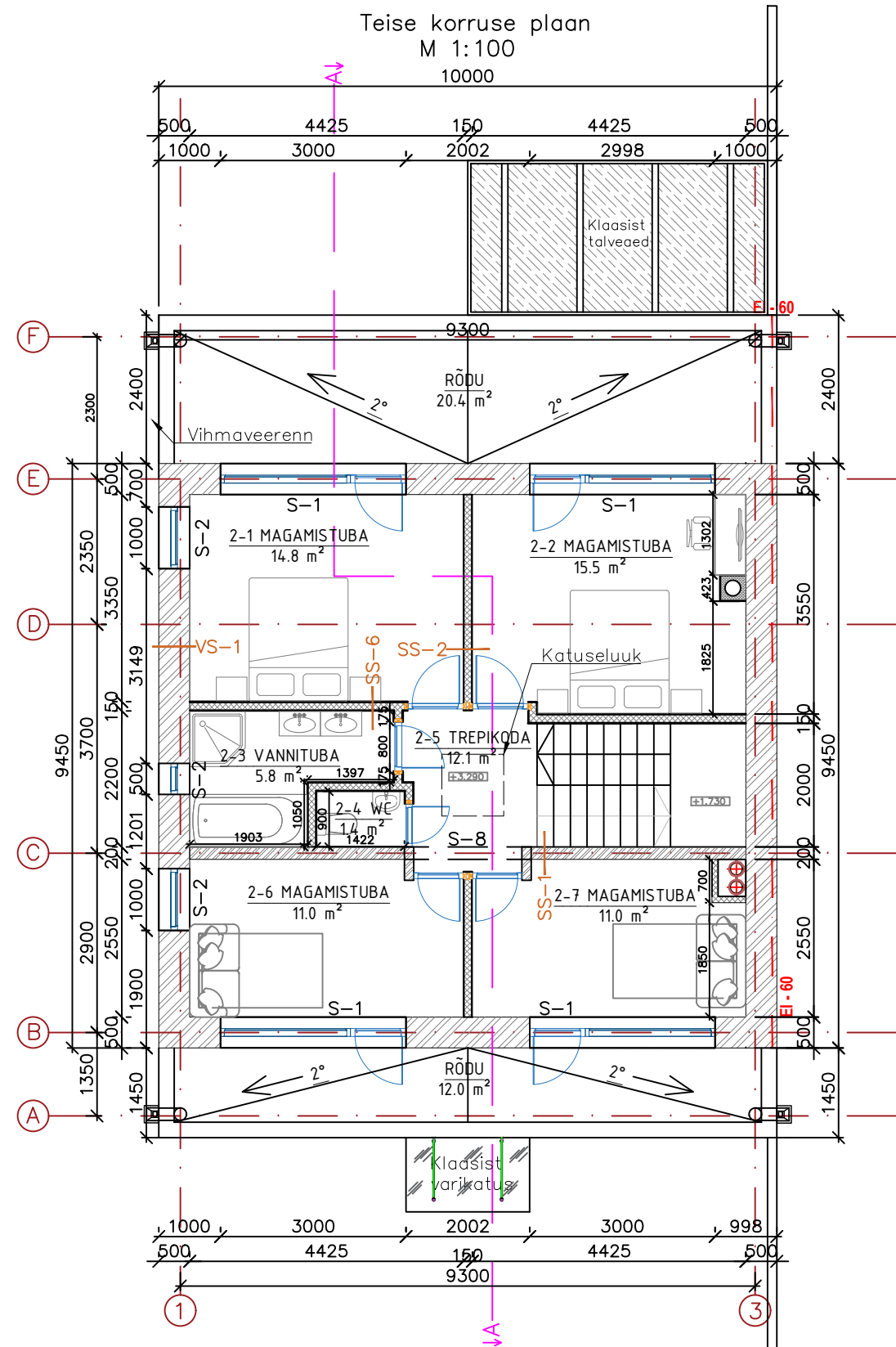
Ruumi nr	Ruumi nimetus	Ruumi pind m²
1-1	Talveaed	11,4
1-2	Elutuba/Köök	39,6
1-3	Sauna eesruum	9,2
1-4	Leiliruum	2,7
1-5	Kabinet	8,9
1-6	Garderoob	5,6
1-7	Majapidamisruum	8,0
1-8	WC	1,8
1-9	Tehnoruum	11,7
1-10	Esik	2,3
1-11	Koridor	13,1
Kokku:		114,3

Tähta Joonisel	Silluse skeem	Tähta Joonisel	Silluse skeem
S-1		S-5	
S-2		S-6	
S-3		S-7	
S-4		S-8	

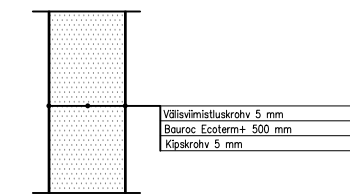


Priimula tee eramu põhiprojekt

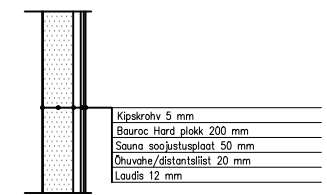
Koostas:	Siim Randviir	Joonise nimetus Esimese korruse plaan		
Juhendas:	Andres Kuningas			
Juhendas:		Joonise nr 2	Töö nr EHE037	Õpperühm: KHE2018
TALLINN	29.02.2023	Skaala M 1:100	Leht: 2	Lehti: 8



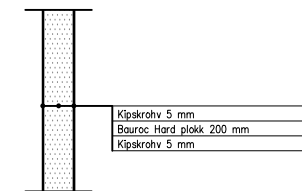
Välissein VS-1



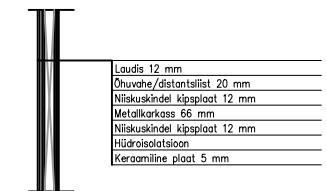
Sisesein SS-3



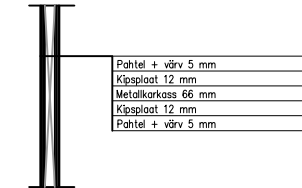
Sisesein SS-1



Sisesein SS-6



Sisesein SS-2



Tõhise Joonisel	Silluse skeem	Tõhise Joonisel	Silluse skeem
S-1		S-5	
S-2		S-6	
S-3		S-7	
S-4		S-8	

Ruumi nr	Ruumi nimetus	Ruumi pind m ²
2-1	Magamistuba	14,8
2-2	Magamistuba	15,5
2-3	Vannituba	5,8
2-4	WC	1,4
2-5	Trepikoda	12,1
2-6	Magamistuba	11,0
2-7	Magamistuba	11,0
Kokku:		71,6



Koostas: Siim Randviir

Juhendas: Andres Kuningas

Juhendas:

TALLINN 29.02.2023

Priimula tee eramu põhiprojekt

Joonise nimetus Teise korruse plaan

Joonise nr 3

Skaala M 1:100

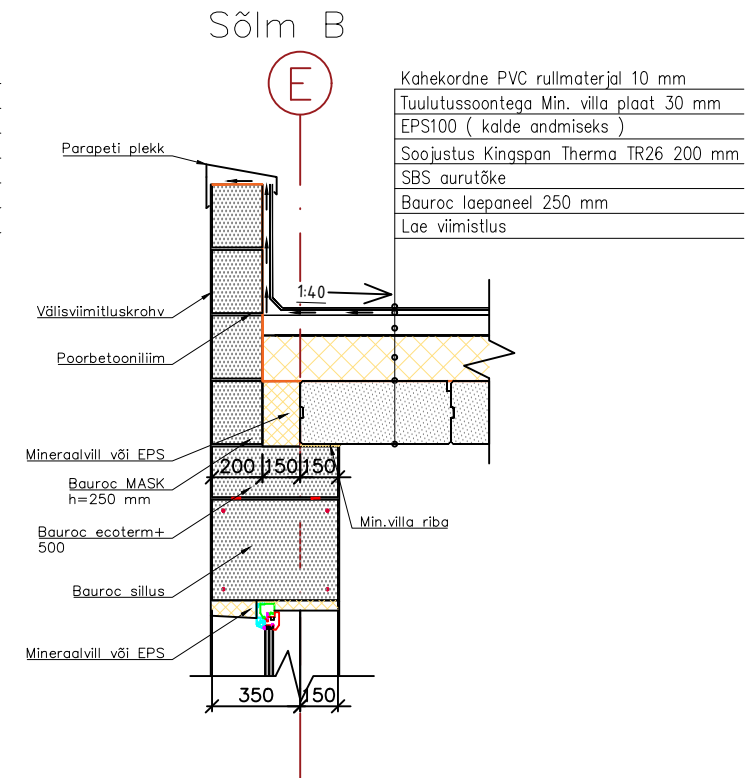
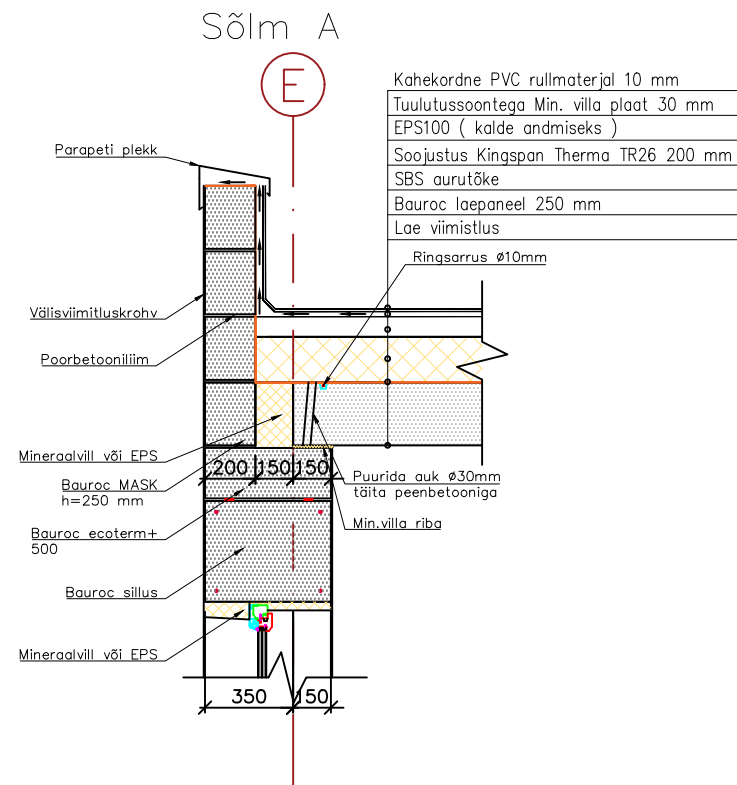
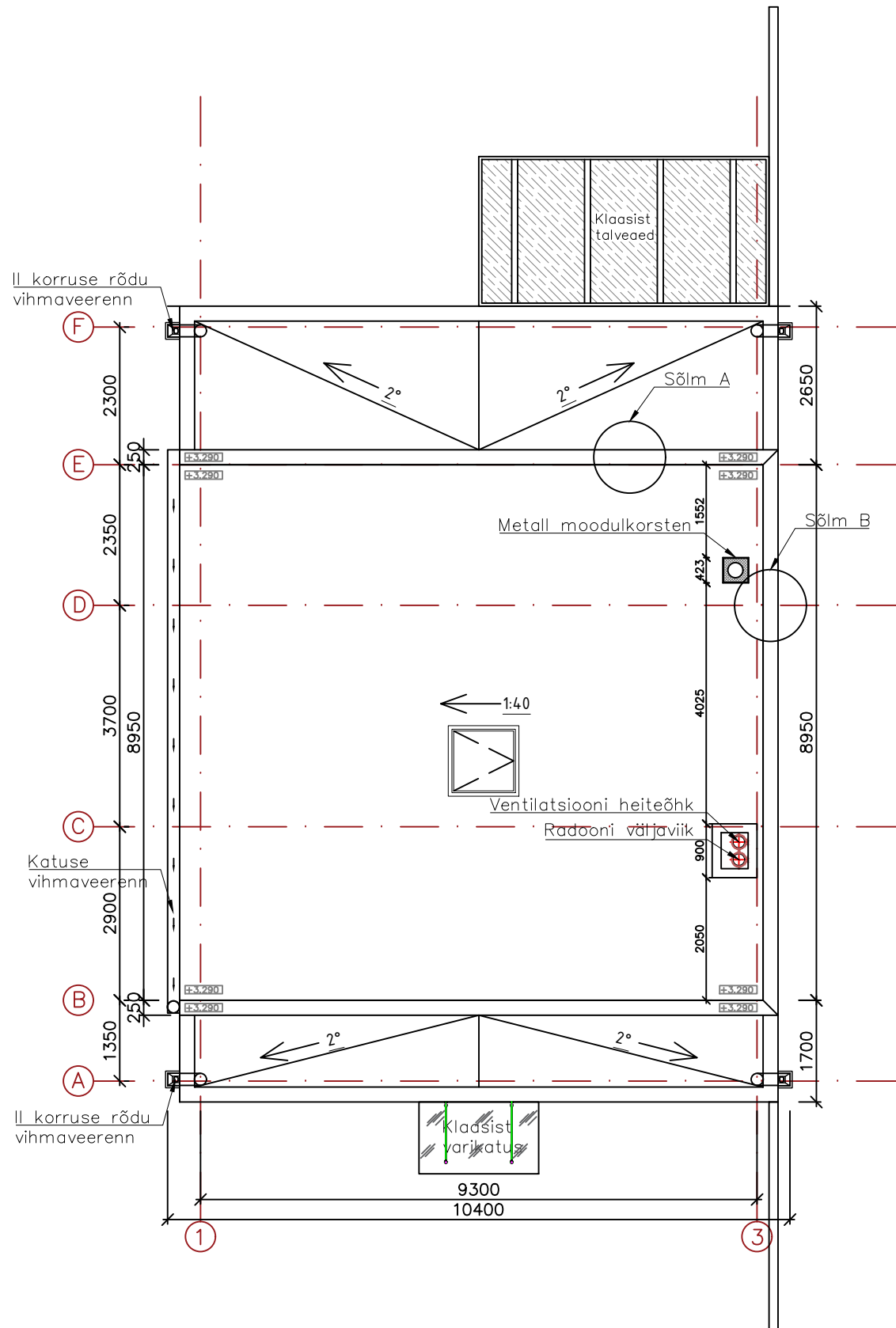
Töö nr EHE037

Leht: 3

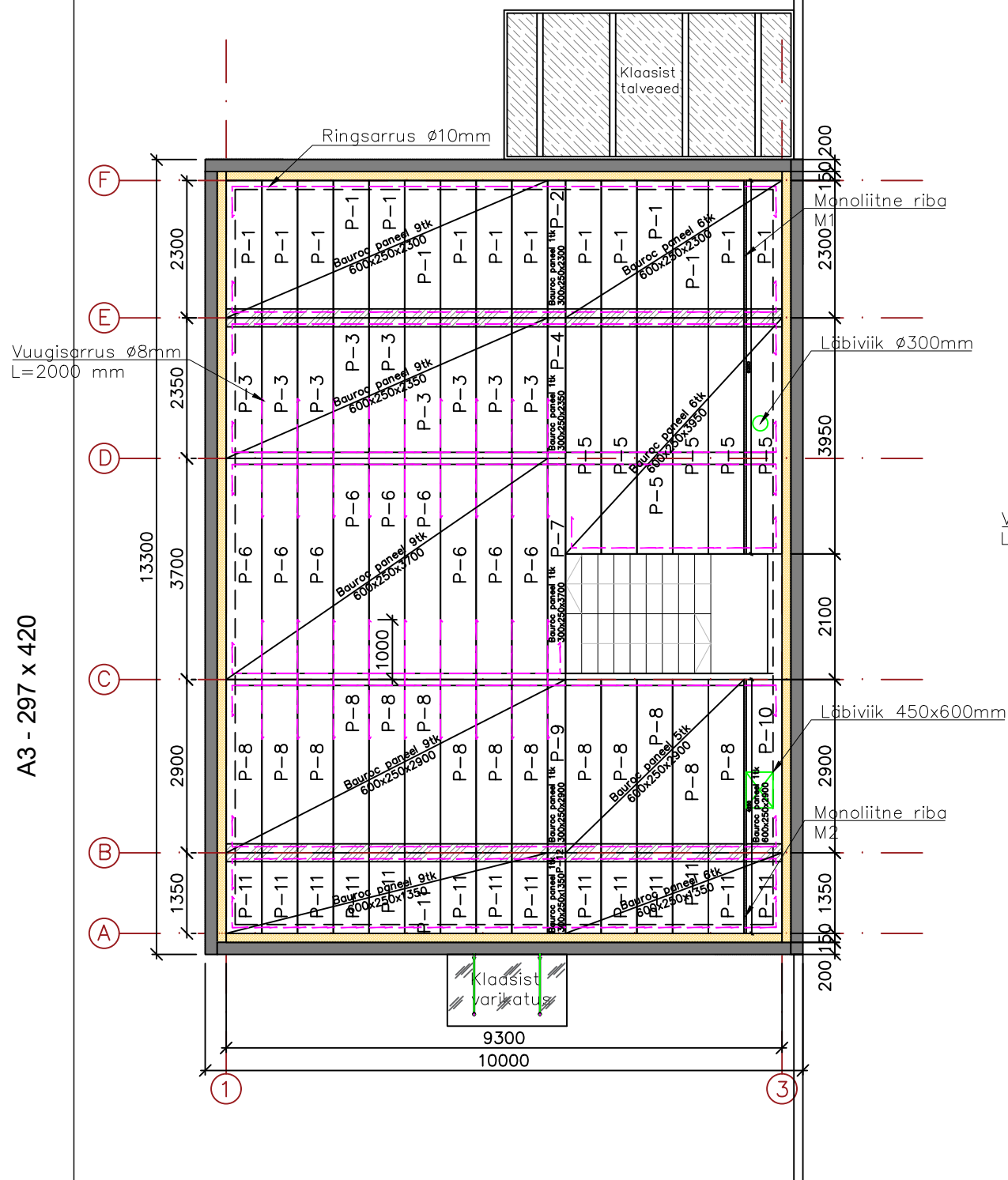
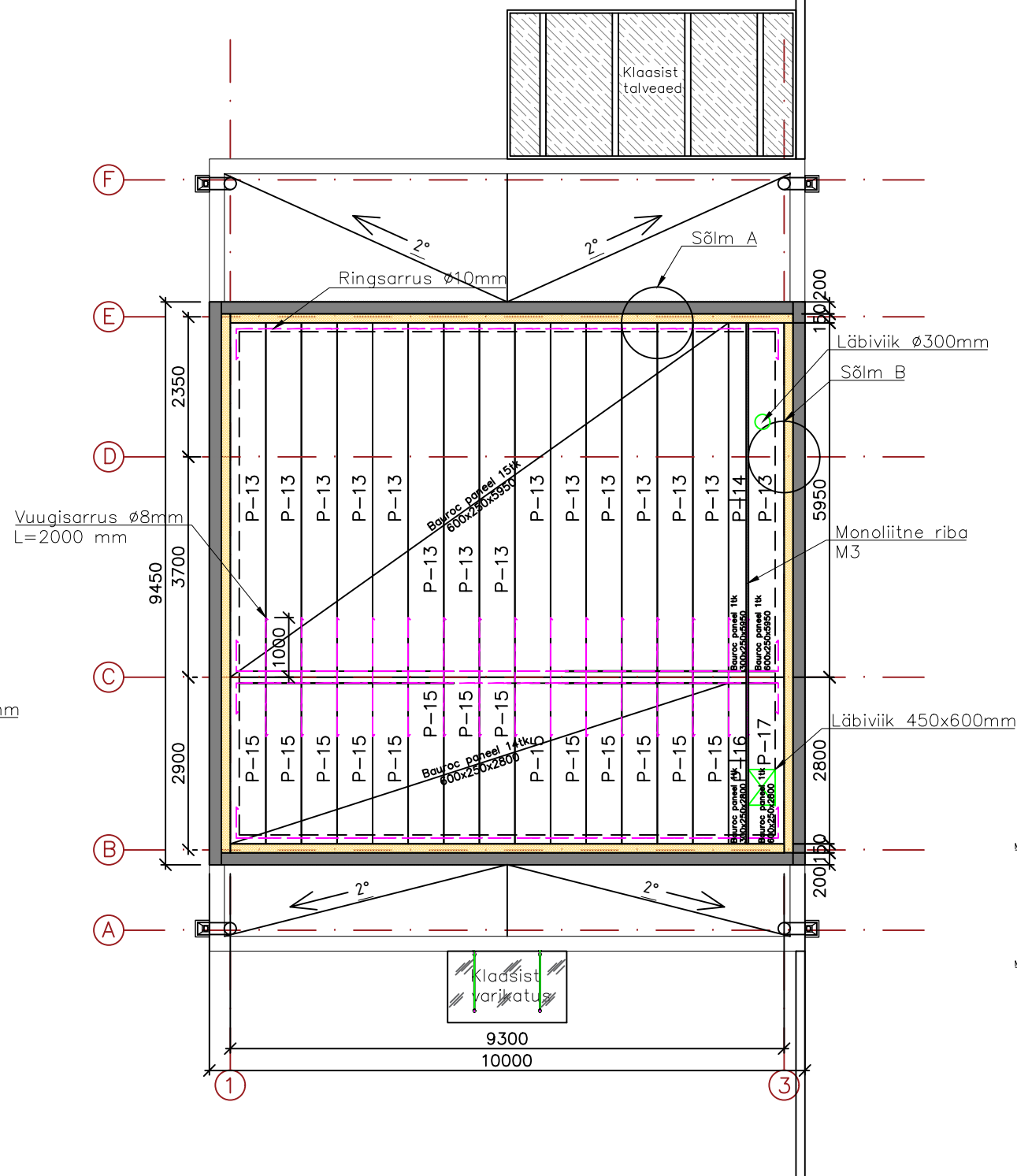
Õpperühm: KHE2018

Lehti: 8

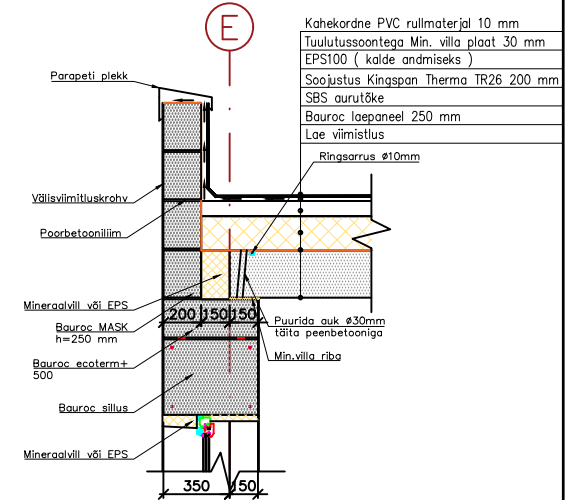
KATUSE PLAAN
M 1:100



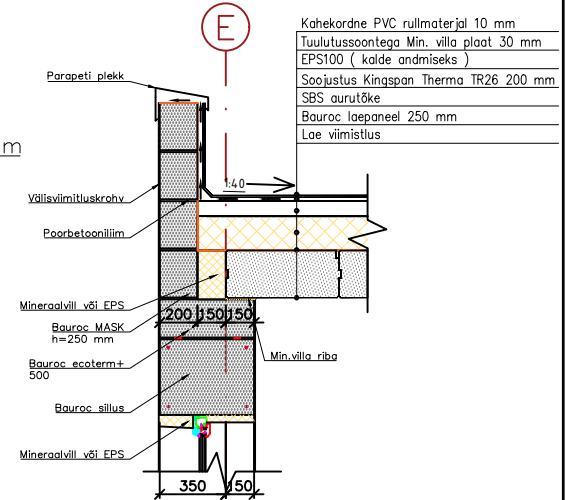
 TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOOL		Priimula tee eramu põhiprojekt		
Koostas: Siim Randviir		Joonise nimetus Katuse plaan ja sõlmed		
Juhendas: Andres Kuningas				
Juhendas:		Joonise nr 4	Töö nr EHE037	Õpperühm: KHE2018
TALLINN	29.02.2023	Skaala M 1:100	Leht: 4	Lehti: 8

VAHELAE PANEELIDE PLAAN
M 1:100KATUSLAE PANEELIDE PLAAN
M 1:100

Sõlm A



Sõlm B



Tähts Joonisel	Mark	Latus (a)	Pikkuse (l)	Kõrgus (h)	Arv (tk)	Maht (m3)	Tähts Joonisel	Mark	Latus (a)	Pikkuse (l)	Kõrgus (h)	Arv (tk)	Maht (m3)
P-1	Baurac paneel	600	2300	250	15	5,2	P-10	Baurac paneel	600	2900	250	1	0,44
P-2	Baurac paneel	300	2300	250	1	0,17	P-11	Baurac paneel	600	1350	250	15	3,04
P-3	Baurac paneel	600	2350	250	9	3,2	P-12	Baurac paneel	300	1350	250	1	0,2
P-4	Baurac paneel	300	2350	250	1	0,18	P-13	Baurac paneel	600	5950	250	15	13,4
P-5	Baurac paneel	600	3950	250	6	3,56	P-14	Baurac paneel	300	5950	250	1	0,45
P-6	Baurac paneel	600	3700	250	9	5	P-15	Baurac paneel	600	2800	250	14	12,5
P-7	Baurac paneel	300	3700	250	1	0,28	P-16	Baurac paneel	300	2800	250	1	0,21
P-8	Baurac paneel	600	2900	250	14	6,1	P-17	Baurac paneel	600	2800	250	1	0,42
P-9	Baurac paneel	300	2900	250	1	0,22	M1		35	6250	250	1	0,06
							M2		35	4250	250	1	0,04
							M3		35	8750	250	1	0,08



Priimula tee eramu põhiprojekt

Koostas: Siim Randvür

Joonise nimetus Vahe- ja katuslae plaanid ja sõlmed

Juhendas: Andres Kuningas

Juhendas:

Joonise nr 5

Töö nr EHE037

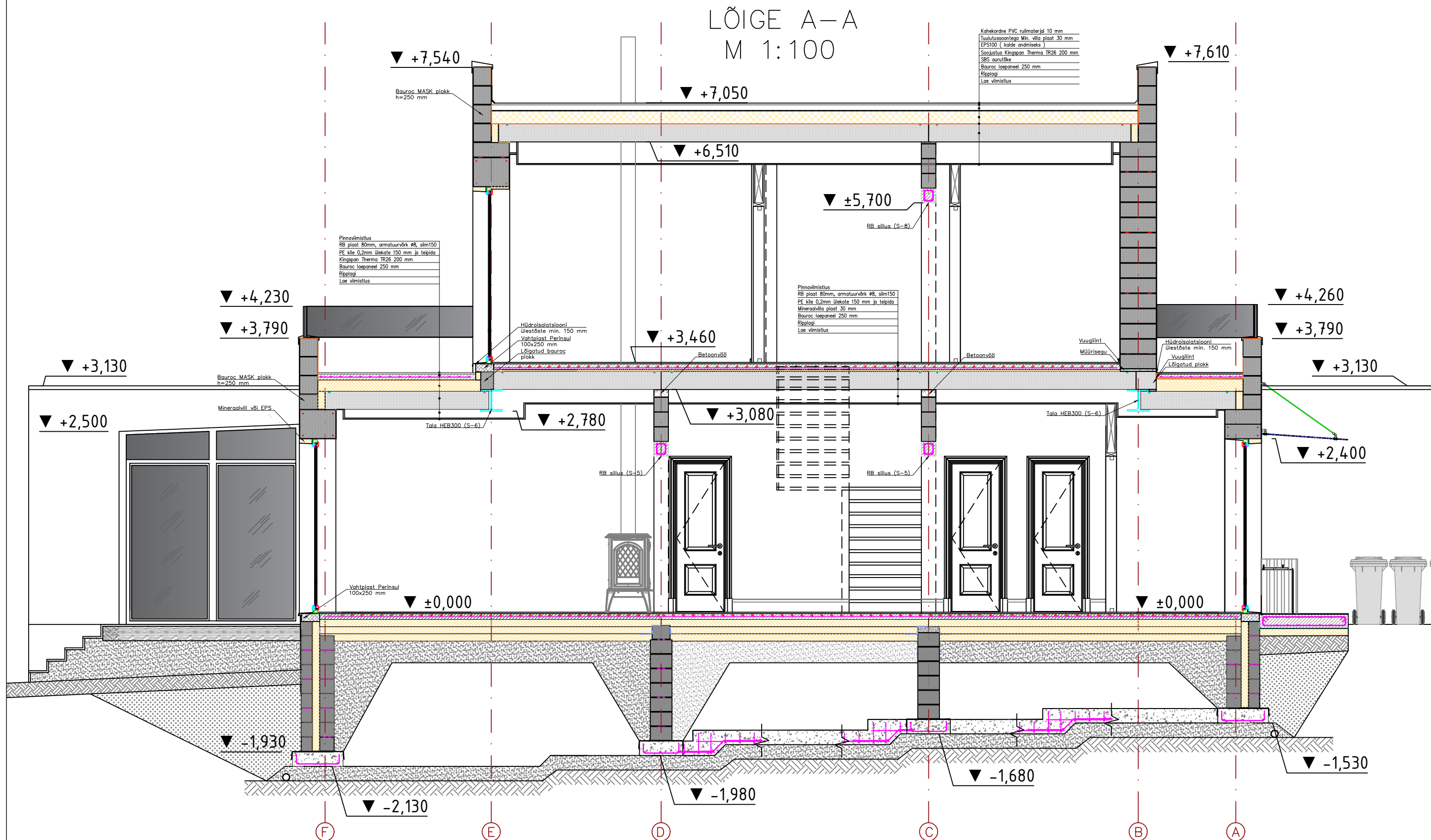
Õpperühm: KHE2018

TALLINN 29.02.2023

Skaala M 1:100

Leht: 5

Lehti: 8



Priimula tee eramu põhiprojekt

Koostas: Siim Randviir

Joonise nimetus Lõige A-A

Juhendas: Andres Kuningas

Juhendas:

Joonise nr 6

Töö nr EHE037

Õpperühm: KHE2018

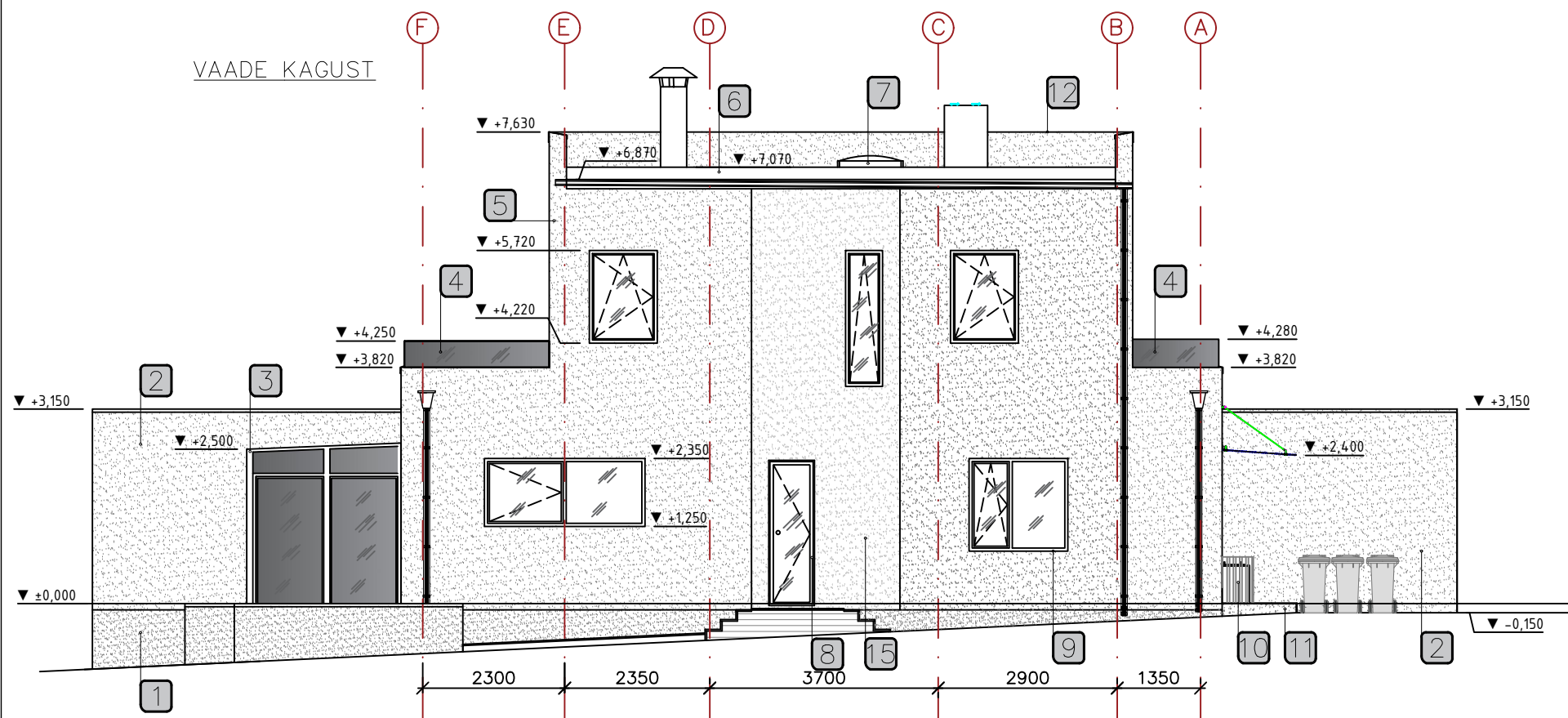
TALLINN 29.02.2023

Skaala M 1:100

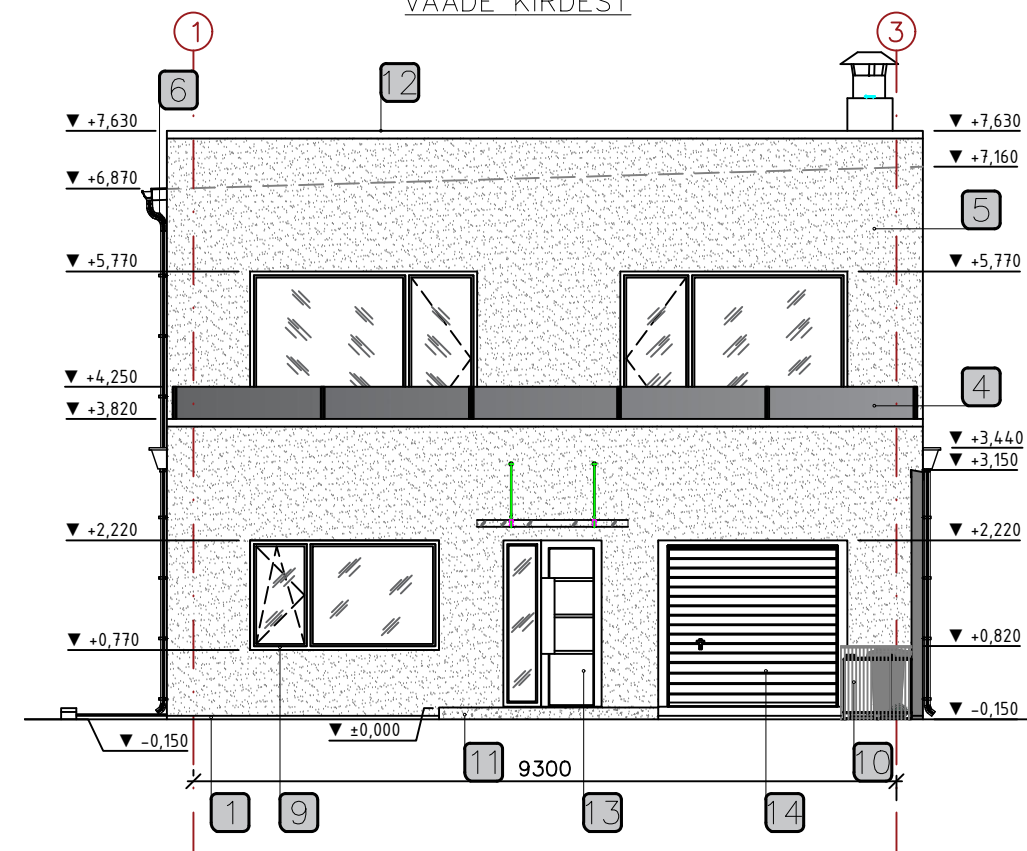
Leht: 6

Lehti: 8

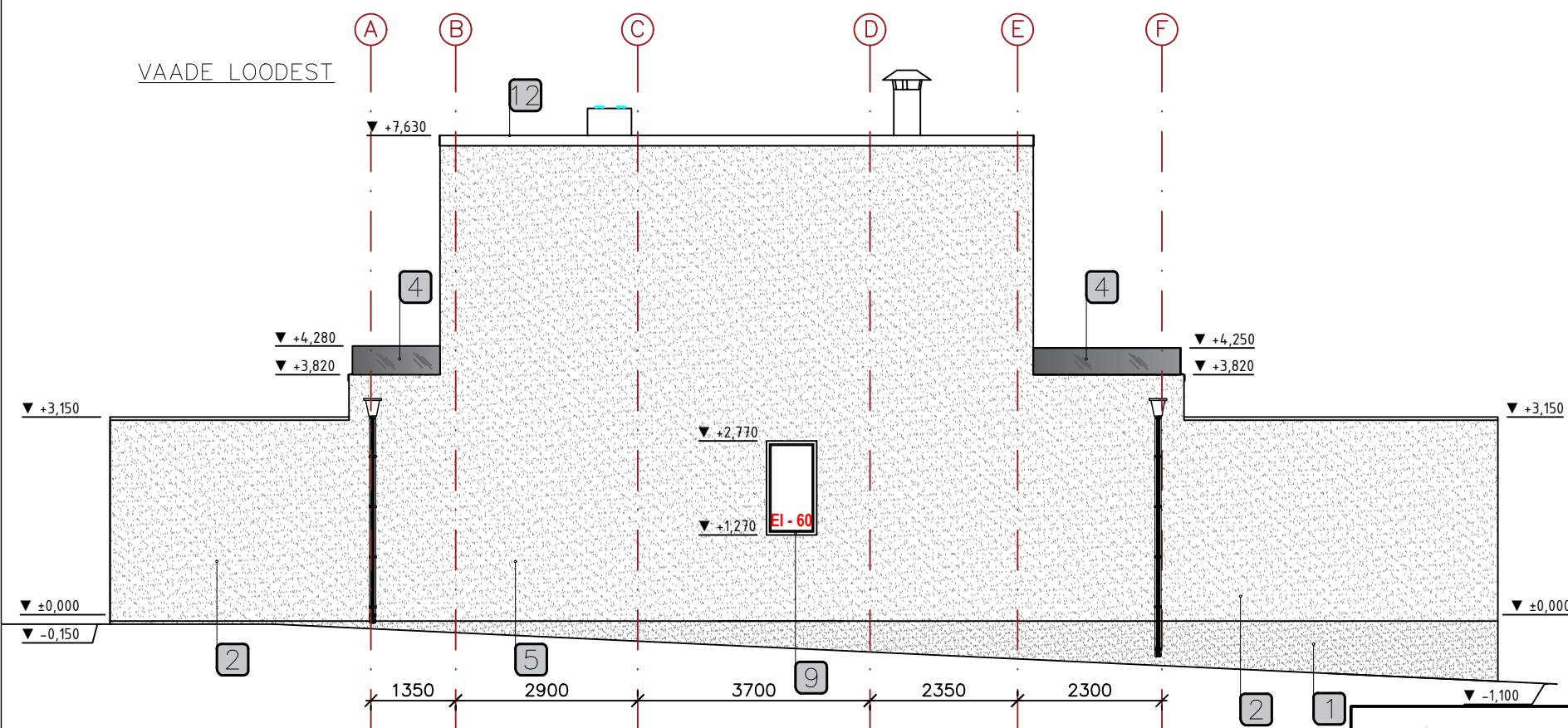
VAADE KAGUST



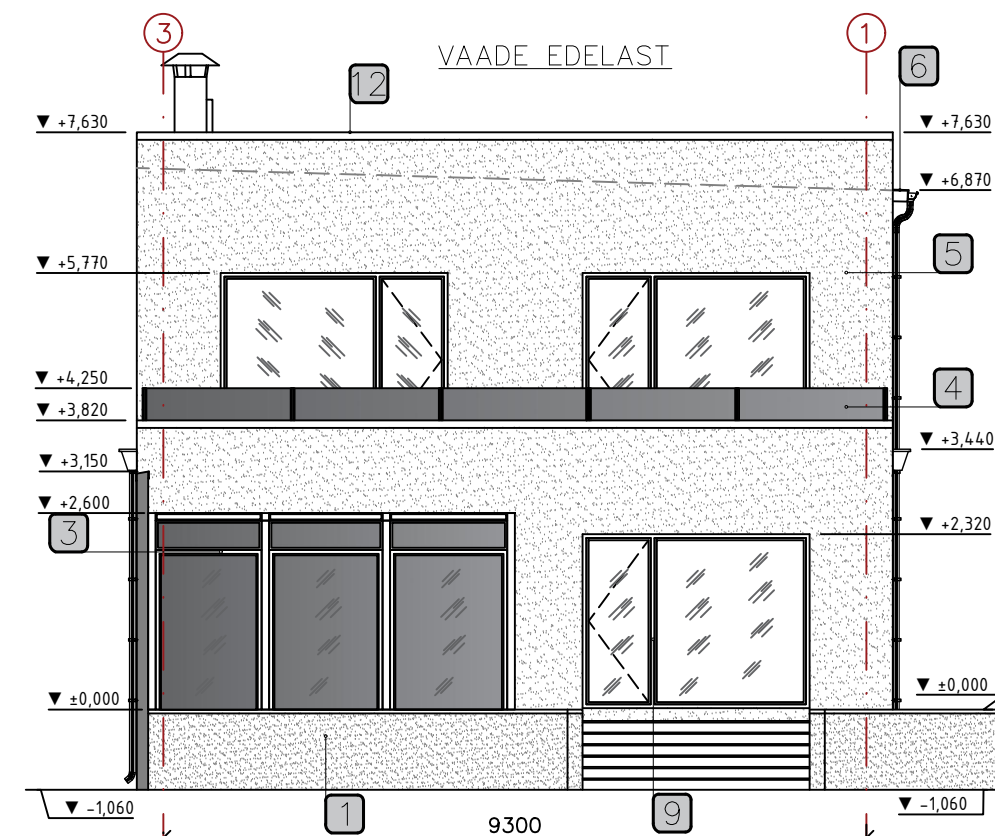
VAADE KIRDEST



VAADE LOODEST



VAADE EDELAST



- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 SOKKEL - KROHV - TOON TUMEHALL | 9 AKEN - TOON TUMEHALL |
| 2 FASSAAD - KROHV - TOON TUMEHALL | 10 PUITVÕRE - TOON TUMEPRUUN |
| 3 TALVEAED - TOON TUMEHALL | 11 VÄLISTREPP - TOON HALL |
| 4 RÕDUPIIRE - KLAAS - TOON HALL | 12 PARAPETI PLEKK - TOON TUMEHALL |
| 5 FASSAAD - KROHV - TOON TUMEHALL | 13 VÄLISUKS - TOON TUMEHALL |
| 6 KATUS - RULLMATERJAL - TOON MUST | 14 GARAAŽIUKS - TOON TUMEPRUUN |
| 7 KATUSELUUK - TOON HALL | 15 FASSAAD - KROHV - TOON HELEHALL |
| 8 VÄLISUKS - TOON TUMEPRUUN | |



Koostas: Siim Randvür
Juhendas: Andres Kuningas
Juhendas:
TALLINN 29.02.2023

Priimula tee eramu põhiprojekt

Joonise nimetus Hoone vaated

Joonise nr 7

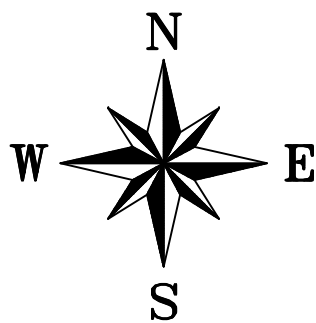
Töö nr EHE037

Õpperühm: KHE2018

Skaala M 1:100

Leht: 7

Lehti: 8



X=6594900
Y=549500

A3 - 297 x 420

Randvere tee 126
78402:203:6661

Randvere tee 128
78402:203:0049

Priimula tee 46a
78402:203:4851

Priimula tee 46
78402:203:4051

Priimula tee 44
78402:203:2511

Randvere tee 124
78402:203:4741

Kressi tee 46
78402:203:7660

Kressi tee 44
78402:203:3291

Priimula tee 45
78402:203:8530

Priimula tee 43
78402:203:0464

Randvere tee T5
78402:203:0354

TINGMARGID

- Kinnistu piir
- Projekteeritud üksikelamu
- Projekteeritud sõidu- ja kõnnitee betoonkivist
- Projekteeritud mahaõit killustikkattega
- Sissepääs hoonesse
- Juurdepääs krundile
- Projekteeritud parkimiskoht
- Projekteeritud prügikonteineri koht (sillutatud alusel)
- Projekteeritud metallaed h=1.5 m
- Projekteeritud võrkpiire h=1.5 m
- Projekteeritud automaatne liugvärav
- Olemasolev likvideeritav kõrghaljastus
- Olemasolev veetorustik
- Olemasolev kanalisatsiooni torustik
- Olemasolev gaasitorustik
- Olemasolev likvideeritav õhuliin
- Olemasolev likvideeritav side õhuliin

TEHNILISED NÄITAJAD:

KRUNDI PIND	604 m ²
PROJEKTEERITAV ÜKSIKELAMU	
EHITISEALUNE PIND	145.5 m ²
MAAPEALSE DSA ALUNE PIND	145.5 m ²
SULETUD BRUTOPIND	242 m ²
SULETUD NETOPIND	180.4 m ²
HOONE ELURUUMIDE PIND	168.3 m ²
TEHNOPIND	12.1 m
ÜLDKASUTATAV PIND	0 m
KÄETAV PIND	180.4 m ³
EHITISE MAHT	818 m ³
MAAPEALSE DSA MAHT	818 m ³
MAAPEALSETE KORRUSTE ARV	2
MAA-ALUSTE KORRUSTE ARV	0
KÕRGUS	7.2 m
PIKKUS	17.0 m
LAIUS	10.0 m
SÜGAVUS	0 m
KORTERITE ARV	1
TUBADE ARV	6
PARKIMISKOHAD	3
TULEPOSIVUSASTE	TP-3
KRUNDI TÄISEHITUSPROTSENT	24 %
KRUNDI HOONESTUSTIHEDUS	0.40
KRUNDI HALJASTUSPROTSENT	61 %

Märkused:

Alusplaanina on kasutatud OÜ AderGeo poolt koostatud Maa-ala plaani tehnovõrkudega, töö nr. M070222.
Mõõdistamise ajal lumekatte paksus ca 10 cm, tee servad osaliselt jää all.
Koordinaadid L-Est 97 süsteemis.
Kõrgused EH2000 süsteemis.
Piirid saadud Maa-ameti geoportaalist seisuga 20.02.2022.a.

OÜ AderGeo MTR reg. EEG000465 Harjumaa Harku vald, Kumna aimeader@gmail.com Tel.51974786, 58077391	Priimula tee 45 78402:203:8530 2022	
	Tallinn, Pirita linnaosa	LEHT 1 LEHTI 1
Koostas A.Ader (geodeet 5) 20.02.22	Maa-ala plaan tehnovõrkudega M 1:500	Töö nr M070222
Allkirjastatud digitaalselt		

 TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOOLOO		Priimula tee eramu põhiprojekt		
Koostas:	Siim Randviir	Joonise nimetus Asendiplaan		
Juhendas:	Andres Kuningas			
Juhendas:		Joonise nr 8	Töö nr EHE037	Õpperühm: KHE2018
TALLINN	29.02.2023	Skaala M 1:500	Leht: 8	Lehti: 8