

TORMA MÕISA RINGTALLI PÕHJAPOLSE OSA
RESTAUREERIMIS- JA
REKONSTRUEERIMISPROJEKT
LAIENDATUD ARHITEKTUURNE EELPROJEKT

RESTORATION AND RECONSTRUCTION PROJECT FOR THE NORTHERN PART
OF TORMA ESTATE ROUND STABLE
EXTENDED PRELIMINARY ARCHITECTURAL DESIGN

Magistritöö

Tööstus- ja tsiviilehituse erialal

Üliõpilane: Krista Ninaste

Juhendaja: Olev Suuder

Kaasjuhendaja: Illimar Kalk

Tartu, 2016

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite
tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt
pärinevad andmed on viidatud.

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: **105339EAEI**

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: (allkiri)

ABSTRACT

Ninaste, K. Restoration and Reconstruction Project for the Northern Part of Torma Estate Round Stable. Extended preliminary architectural design. Master's thesis. In one volume. Tartu, 2016. 115 pages, 22 figures, 7 photos, 18 tables, 30 drawings. In Estonian language.

This Master's thesis focuses on creating an architectural solution for the northern part of Torma estate round stable and on the strength calculations for timber roof construction. The idea is to reconstruct it into multi-functional building. It is important to take into consideration primal architecture of the house. Torma estate round stable is under protection of the cultural heritage.

Torma estate round stable is located in Torma Parish, Jõgeva County. It was built in the middle of the 19th century. It forms an octagonal shape around courtyard. After the fire in 2011, only brick and rubble stone walls remained, which are in a critical condition due to rain, snow, wind and other weather conditions.

The thesis is divided into three parts. The first part consist of the explanatory notes of the architectural preliminary design. The second part includes humidity calculations for the external wall. The third part is composed of the constructional calculations. In addition, technical drawings, pictures and other necessary documents are presented at the end.

The architectural drawings were designed using AutoCAD Architecture 2013 program. Internal forces of the roof structure were calculated using Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 program. Strength calculations have been carried out according to the valid Estonian standards and laws.

As the results of current Master's thesis, the base of the documentation for the restoration and reconstruction has been created.

Keywords: preliminary architectural design, round stable, strength calculation, roof structure, restoration, reconstruction, humidity calculation, cultural heritage

SISUKORD

ABSTRACT	2
SISUKORD	3
TÄHISED JA LÜHENDID	6
SISSEJUHATUS	10
1. EELPROJEKTI SELETUSKIRI	12
1.1. Üldosa.....	12
1.1.1. Üldandmed.....	12
1.1.2. Ajalooline ülevaade	12
1.1.3. Ehitise lühikirjeldus	13
1.1.4. Asendiplaan	14
1.1.5. Kasutatud normdokumendid.....	14
1.1.6. Tellija lähteülesanne	15
1.1.7. Ehitusgeodeetiliste uurimistööde andmed	15
1.1.8. Olemasoleva ehitise mõõdistusprojekti andmed.....	15
1.1.9. Olemasolevad ehitusprojektid.....	15
1.2. Arhitektuur	15
1.2.1. Üldandmed.....	15
1.2.2. Hoone tehnilised andmed.....	16
1.2.3. Olemasolev olukord	17
1.2.4. Arhitektuurne lahendus	17
1.3. Hoone konstruktsioonid	18
1.3.1. Vundament.....	18
1.3.2. Põrand pinnasel.....	19
1.3.3. Välisseinad.....	19
1.3.4. Siseseinad.....	20

1.3.5.	Vahelaed	20
1.3.6.	Katus	21
1.3.7.	Trepid.....	21
1.3.8.	Avatäited.....	21
1.4.	Küte ja ventilatsioon.....	22
1.5.	Veevarustus ja kanalisatsioon	22
1.6.	Elekter ja nõrkvool	22
1.7.	Tuleohutus.....	22
1.7.1.	Tuleohutusklass, kasutusviis ja kasutusotstarve	22
1.7.2.	Tuleohutuskujad.....	23
1.7.3.	Kande- ning tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivusajad ja põlemiskoormus	23
1.7.4.	Tuletõkkeseksioonid, tulepüsivus, tuletundlikkus	23
1.7.5.	Evakuatsioonilahendus	24
1.7.6.	Tuleohutusabinõud.....	25
2.	HOONE VÄLISSEINA DIFUSIOONIARVUTUS.....	27
2.1.	Üldosa.....	27
2.2.	Arvutusmetoodika	27
2.3.	Välisseina kondenseerumisriski arvutus	28
3.	TUGEVUSARVUTUSED	31
3.1.	Üldosa.....	31
3.1.1.	Kasutatud normdokumendid ja arvutiprogrammid.....	31
3.1.2.	Arvutusalused ja metoodika.....	32
3.2.	Koormused	32
3.2.1.	Omakaalukoormused	34
3.2.2.	Lumekoormus	37
3.2.3.	Tuulekoormus	40

3.2.4. Koormuskombinatsioonid.....	47
3.3. Katusekonstruktsioonide dimensioneerimine	49
3.3.1. Hoone B-1 osa katusekonstruktsiooni dimensioneerimine.....	51
3.3.2. Hoone B-3 osa tala dimensioneerimine	65
3.3.3. Arvutustulemused	67
KOKKUVÕTE.....	70
KASUTATUD KIRJANDUS	71
Lisa 1. Ruumide eksplikatsioon	73
Lisa 2. Ehitise olulised tehnilised andmed	74
Lisa 3. Geonik OÜ, Mõisa ringtalli geodeetiline alusplaan, töö nr Ge-164-2015.....	77
Lisa 4. OÜ Vooremaa Vara 1999.aastal koostatud Torma mõisa ringtalli põhiplaan ja lõige	78
Lisa 5. Asendiplaan.....	81
Lisa 6. 1980-1997. aastate fotod.....	81
Lisa 7. Fotod olemasolevast olukorrast	83
Lisa 8. Graafiline osa.....	85

TÄHISED JA LÜHENDID

Ladina suurtähed

A	ristlõikepindala
A_{ef}	ristlõike efektiivpindala
C_e	avatustegur
C_t	soojustegur
$E_{0,05}$	elastsusmooduli 5% väärtus
F	koormus, jõud
F_d	koormuse arvutusväärtus
F_k	koormuse normväärtus
G	alaliskoormus
G_d	alaliskoormuse arvutusväärtus
G_k	alaliskoormuse normväärtus
I_y, I_z	ristlõike inertsimoment y- või z-telje suhtes
I_v	tuule turbulentsi intensiivsus
M_{sd}	arvutuslik paindemoment
N_{sd}	arvutuslik normaaljõud
P	eelpingestuskoormuse esindusväärtus
P_{max}	veeauru maksimaalne osarõhk
P_{teg}	veeauru tegelik osarõhk
Q	muutuvkoormus
Q_d	muutuvkoormuse arvutuslik väärtus
Q_k	muutuvkoormuse normväärtus
$Q_{k,l}$	domineeriv muutuvkoormuse normväärtus
$Q_{k,i}$	kaasneva muutuvkoormus normväärtus
R_T	tarindi soojatakistus
R_n	materjalikihi soojatakistus
$S_{d,n}$	materjalikihi aurutakistus
U	tarindi soojajuhtivus
V_{sd}	arvutuslik põikjõud
W_y, W_z	vastupanumoment y- või z-telje suhtes
X_d	materjali omaduse arvutusväärtus

X_k materjali omaduse normväärtus

Ladina väiketähed

b	laius
b_{ef}	ristlõike efektiivlaius
c_0	pinnavormitegur
$c_{e(z)}$	ekspositsioonitegur
$c_{pe,10}$	välisrõhutegur
$c_{r(z)}$	karedustegur
d_n	kihi paksus
$f_{c,0,d}$	arvutuslik survetugevus pikikiudu
$f_{c,0,k}$	normatiivne survetugevus pikikiudu
$f_{m,k}$	normpainedugevus
$f_{m,y,d}; f_{m,z,d}$	arvutuslik painedugevus y- või z-telje suhtes
$f_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu
$f_{t,0,k}$	normtõmbetugevus pikikiudu
$f_{v,d}$	arvutuslik nihketugevus
$f_{v,k}$	normnihketugevus
g_k	normatiivne alaliskoormus
h	kõrgus
$i_y; i_z$	inertsiraadius
k_{cr}	pragunemistegur
$k_{c,y}; k_{c,z}$	ebastabiilsust arvestav tegur y- või z-telje suhtes
k_{def}	deformatsioonitegur
k_h	ristlõike kõrguse tegur
k_I	turbulentsitegur
k_m	tegur, mis arvestab paindepingete ümberjaotust ristlõikes
k_{mod}	modifikatsioonitegur
k_r	maastikutüübitegur
l	sildeava, pikkus
l_{ef}	nõtkepikkus, efektiivne pikkus
l_s	lumehange pikkus
p	veeauru osarõhk
p_s	küllastunud auru rõhk

q_k	normatiivne muutuvkoormus
$q_{p(ze)}$	tuule tippkiirusrõhk
r	raadius
s	vahekaugus (samm), lumekoormus katusel
s_k	normatiivne lumekoormus maapinnal
z_0	maastikutüübi karedusmõõt
z_e	arvutuskõrgus
z_{max}	maksimaalne kõrgus
z_{min}	minimaalne kõrgus
t	liimpuidu lamelli paksus
u_{fin}	lõplik deformatsioon
$u_{fin,G}$	lõplik deformatsioon alalisest koormusest G
$u_{fin,Q,l}$	lõplik deformatsioon domineerivast muutuvast koormusest Q_l
$u_{fin,Q,i}$	lõplik deformatsioon kaasnevast muutuvast koormusest Q_i
v_b	tuule baaskiiruse väärtus
$v_m(z)$	keskmise tuulekiiruse kõrgusel z
w_e	välispindadele mõjuv tuulerõhk

Kreeka väiketähed

α	katuse kaldenurk horisontaali suhtes
β_c	sirgsuse tegur
γ_G	alaliskoormuse osavarutegur, mis arvestab ka arvutusmudeli ebatäpsusi ja mõõtmete hälbeid
$\gamma_{G,inf}$	alaliskoormuse soodsa mõju osavarutegur
$\gamma_{G,sup}$	alaliskoormuse ebasoodsa mõju osavarutegur
γ_Q	muutuvkoormuse osavarutegur, mis arvestab ka arvutusmudeli ebatäpsusi ja mõõtmete hälbeid
$\gamma_{Q,inf}$	muutuvkoormuse soodsa mõju osavarutegur
$\gamma_{Q,sup}$	muutuvkoormuse ebasoodsa mõju osavarutegur
γ_M	materjali omaduse osavarutegur
Θ	kraad
Θ_a	välitemperatuur
Θ_i	sisetemperatuur

λ_n	materjali soojaerijuhtivus
$\lambda_y; \lambda_z$	saledus, mis vastab paindele y- või z-telje suhtes
$\lambda_{rel,y}; \lambda_{rel,z}$	suhteline saledus, mis vastab paindele y- või z- telje suhtes
μ_i	lumekoormuse kujutegur
μ_n	ehitusmaterjali difusioonitakistuskonstant
ρ	õhutihedus
ρ_k	normtihedus
$\sigma_{c,0,d}$	pikikiudu survepinge arvutusväärtus
$\sigma_{m,y,d}; \sigma_{m,z,d}$	arvutuslik paindepinge peatelgede y- ja z- telje suhtes
$\sigma_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbepinge pikikiudu
τ_d	arvutuslik nihkepinge
φ	relatiivne õhuniiskus
ψ_0	muutuvkoormuse kombinatsioonitegur
ψ_1	muutuvkoormuse tavaväärtuse kombinatsioonitegur
ψ_2	muutuvkoormus tõenäolise väärtuse kombinatsioonitegur

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on Jõgeva maakonnas Torma vallas Torma alevikus asuva Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekti koostamine.

19. sajandi keskel ehitatud ringtall on kaheksanurkne ning suletud siseõuega. See on üks vähestest teadaolevatest sarnase plaanilahendusega hoonetest Eesti mõisaarhitektuuris. Pärast 2011. aasta põlengut on säilinud ainult hoone vundament ja osa seintest. Hetkel on müüride ja vundamendi olukord avariiline ning edasise lagunemise peatamiseks on vaja kohest sekkumist.

Magistritöö eesmärgiks on projekteerida Torma Vallavalitsuse soovil ringtalli põhjapoolne osa mitmefunktsionaalseks, mida saab kasutada ühtse kompleksina ringtalli sisse rajatava vabaõhulavaga. Ringtalli vabaõhulava projekteerimine ja müüride konserveerimine on teostatud E. Eksini magistritöös "Torma mõisa ringtalli lääneosa ümberehitusprojekt". Käesolev projekt koosneb arhitektuursest osast ning insener-tehnilistest lahendustest. Torma mõisakompleks on ka käesoleval ajal Torma aleviku kesksel kohal ning tellija soov on võtta ringtall kasutusele kogunemispaijana, kus saab korraldada ühisüritusi, etendusi, laate, konverentse ning samuti pakkuda mugavat ööbimiskohta. Eesmärgiks on säilitada võimalikult palju olemasolevaid vundamente ja seinu ning taastada võimalikult palju algset välisilmet.

Magistritöö eesmärkidest lähtuvalt püstitati järgmised ülesanded:

- rekonstrueeritava osa ülesmõõdistamine, sest sellekohane varasem dokumentatsioon puudub;
- rekonstrueeritava osa arhitektuurse lahenduse väljatöötamine, võttes arvesse tellija soove, olemasolevat olukorda ning hoone algupärast välimust;
- toimiva ruumiprogrammi väljatöötamine – arvestades tellija soove võimaldada näitlejatel vahetada riideid, korraldada konverentse ning majutada kuni 10 inimest;
- arhitektuurse eelprojekti seletuskirja koostamine;
- arhitektuursete jooniste koostamine eelprojekti mahus;
- hoone olemasolevate konstruktsioonidega arvestavate tehniliste lahenduste väljatöötamine;

- hoone asukohale ja parameetritele vastavate lume- ja tuulekoormuste leidmine;
- katusekonstruktsioonide tugevusarvutuste teostamine;
- välisseina difusiooniarvutus kontrollimaks kondenseerumise ohtu seintes.

Magistritöö on jaotatud kolmeks osaks. Esimese peatüki moodustab arhitektuurne eelprojekti seletuskiri. Selles osas käsitletakse lühidalt ringtalli ajalugu ning kirjeldatakse arhitektuurset üldkonseptsiooni, piirdetarindeid, ehitusmaterjalide valikut ning tuleohutust. Teine peatükk koosneb välisseina difusiooniarvutustest. Kolmandas peatükis on teostatud peamised tugevusarvutused projekteeritavatele katusekonstruktsioonidele, kus arvestatakse erinevate koormuskombinatsioonidega kande- ja kasutuspiirseisundis.

Töö lisa on esitatud ruumide eksplikatsioon (vt Lisa 1), ehitise olulised tehnilised andmed (vt Lisa 2), geodeetiline alusplaan (vt Lisa 3), OÜ Vooremaa Vara 1999. aastal koostatud Torma mõisa ringtalli põhiplaan ja lõoge (vt Lisa 4), asendiplaan (vt Lisa 5), 1980-1997. aastate pildid (vt Lisa 6), pildid olemasolevast olukorrast (vt Lisa 7) ning projekti graafiline osa (vt Lisa 8).

1. EELPROJEKTI SELETUSKIRI

1.1. Üldosa

Seletuskirja koostamisel on aluseks võetud EVS 865-1:2013 "Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri". Projektis on tuginetud 2016. aastal E. Eksini poolt koostatud muinsuskaitse eritingimustele, kuna 2009. aasta M. Tuuderi poolt koostatud eritingimused on tehtud enne põlengut ja ei kajasta tänapäevast olukorda. Eelprojekti lahenduste koostamisel arvestatakse tänapäevaseid nõudeid ning üritatakse võimalikult palju säilitada ja eksponeerida olemasoleva omapärase ajaloolise hoone ehituskehandit.

Käesoleva projektiga on koostatud Jõgeva maakonnas Torma vallas Torma alevikus asuva Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt arhitektuurse eelprojekti staadiumis. Arvestatud on olemasolevat olukorda, tellija lähteülesannet, õigusakte, ametlikult kehtestatud nõudeid ja 2016. aastal koostatud muinsuskaitse eritingimusi. Torma mõisa ringtall on arhitektuurimälestisena kaitse all reg - nr 24082.

1.1.1. Üldandmed

Ehitise asukoht

- Asukoht: Jõgeva maakond, Torma vald, Torma alevik
- Katastritunnus: Reformimata maa

1.1.2. Ajalooline ülevaade

Torma mõisast varaseim kirjalik teade on pärit 1493. aastast, mil ta asus praegusest asukohast mõni kilomeeter lõuna pool. Praegusele asukohale tekkis mõis 17. sajandi II poolel. 19. sajandi jooksul ehitati välja kõik mõisakompleksi kuuluvad agro-töõnduslikud hooned, millest mitmed on säilinud tänapäevani. [1]

Ringtall on ehitatud 19. sajandi keskpaiku. Võib oletada, et hoone on olemas olnud juba 1860. aastatel, sest see on ära märgitud 1864. aasta mõisa kaardil. On teada, et 1980. aastate II poolel on hoone lõunapoolse sektsiooni puitkonstruktsioonid hävinenud tulekahjus. [2] Hiljem on ajapikku kaitseta jäänud müürid lagunened. Täielikult hävis hoone pärast 2011. aastal toimunud põlengut. Hoone põhiplaan on vundamentidega maasse markeerunud.

1.1.3. Ehitise lühikirjeldus

Teadaolevalt püstitati enamik karjahoove baltisaksa mõisates tihedalt ümber kinnise enam-vähem ruudukujulise hoone. Sisehooviga laudatüüp osutus mõistlikuks, kuna kogu mustus ja praht kogunes sisehoovi ning ümbrus jäi puhtaks. Selline lähenemine laienes ka 19. sajandil, kuid vahest rajati ka kaheksa- või isegi kaksteistnurkseid hooneid. [3] Kõnealune hoone oli kaheksanurkne ja suletud siseõuega. See on üks vähestest Eestis leiduvatest sarnase põhiplaaniga hoonetest. [4]

Ringtallist on säilinud väga vähe ajaloolisi allikaid ning sellepärast on autor tuginenud välisilme projekteerimisel ajaloolistele fotodele, millest mõned on esitatud lisas 6. Ringtall on jaotatud kaheksaks tsooniks (vt asendiskeem), millest käesolevas töös käsitletakse kahte põhjapoolset tsooni A ja B. Hoone sokkel on laotud maakividest ning tellistest. Seinad on laotud keraamilistest tellistest. Ringtalli põhjapoolse osa keskmel asub ümarkaarne sillusavaga läbikäik, kust pääses talli sisehoovi. Ümarkaarset sillusava esineb ka uste lahendustes. Hoone A osa välisküljel on säilinud originaalavade asukohad. A osa siseküljel on säilinud üks originaalava, teine ava on lahendatud analoogia põhjal. B osa välisküljel on säilinud läbikäiguava ja orienteeruvad akna asukohad. Aknad on projekteeritud A osa akende analoogia põhjal. B osa sisehoovi poolisel küljel on avad kõige rohkem hävinenud. Alles on läbikäigu originaalava. Ülejäänud kahe ava puhul on näha, et need ei ole originaalsed. Vasakpoolsel aval on seinas näha kaarsillutist, mille järgi on arvatavasti kunagi seal paiknenud uks. Antud ava on projekteeritud hoonel maakividega seina markeeritud. Paremal pool läbikäigu avast on arvatavasti samuti kunagi asunud uks. See on lahendatud analoogia põhjal vastavalt teistele ustele. Hoonel oli kõrge laastukattega katus, mille all oli ruum heintele [2]. 2009. aastal koostatud M. Tuuderi eritingimustes on kirjeldatud kaks ust, mille puhul võis olla tegu originaallehtedega. Käesoleva töö kõik ukseks on projekteeritud nende kahe ukse analoogia põhjal.

Hoone rekonstrueerimistööde käigus säilitatakse võimalikult palju olemasolevat maakivist vundamenti ja soklit ning tellisseinu. Ülejäänud hoone maapealne osa rajatakse uus, lähtudes hoone algsest ilmest.

1.1.4. Asendiplaan

Käsitletakse E. Eksini lõputöös "Torma mõisa ringtalli lääneosa ümberehitusprojekt". Asendiplaani joonis on esitatud lisas 5.

1.1.5. Kasutatud normdokumendid

Määrused

- majandus- ja taristuministri määrus nr. 97/ 17.07.2015 "Nõuded ehitusprojektile";
- majandus- ja taristuministri määrus nr. 54/ 02.06.2015 "Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded";
- majandus- ja taristuministri määrus nr. 84/ 10.10.2014 "Ehitise tehniliste andmete loetelu ja pindade arvestamise alused".

Standardid

- EVS 865-1:2013 "Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri";
- EVS 811:2012 "Hoone ehitusprojekt";
- EVS 812-7:2008 "Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus";
- EVS 812-6:2012 „Ehitise tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus“;
- EVS 908-1:2010 "Hoone piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutusjuhend. Osa 1: Välisõhuga kontaktis olev läbipaistmatu piire".

Arvutiprogrammid

- Microsoft Word 2007;
- AutoCAD Architecture 2013.

1.1.6. Tellija lähteülesanne

Torma Vallavalitsus soovib muuta Torma mõisa ringtalli paigaks, kus saab pidada üritusi, lavastada etendusi, kuulata muusikuid, korraldada laatu ja konverentse ning pakkuda ööbimiskohta. Tähtis on restaureerida ning konserveerida võimalikult palju olemasolevast hoonest ning rekonstrueerida see mitmeotstarbeliseks kasutuseks, arvestades võimalikult palju algset välisilmet.

1.1.7. Ehitusgeodeetiliste uurimistööde andmed

GeoNik OÜ poolt koostatud geodeetiline alusplaan, töö nr Ge-164-2015 (vt Lisa 3).

1.1.8. Olemasoleva ehitise mõõdistusprojekti andmed

Olemas on OÜ Vooremaa Vara 1999. aastal koostatud "Torma mõisa ringtalli põhiplaan ja lõige" (vt Lisa 4). Plaani mittevastavuse tõttu reaalse olukorraga on käesolevas töös aluseks võetud töö autori ja E. Eksini poolt teostatud ülesmõõdistused.

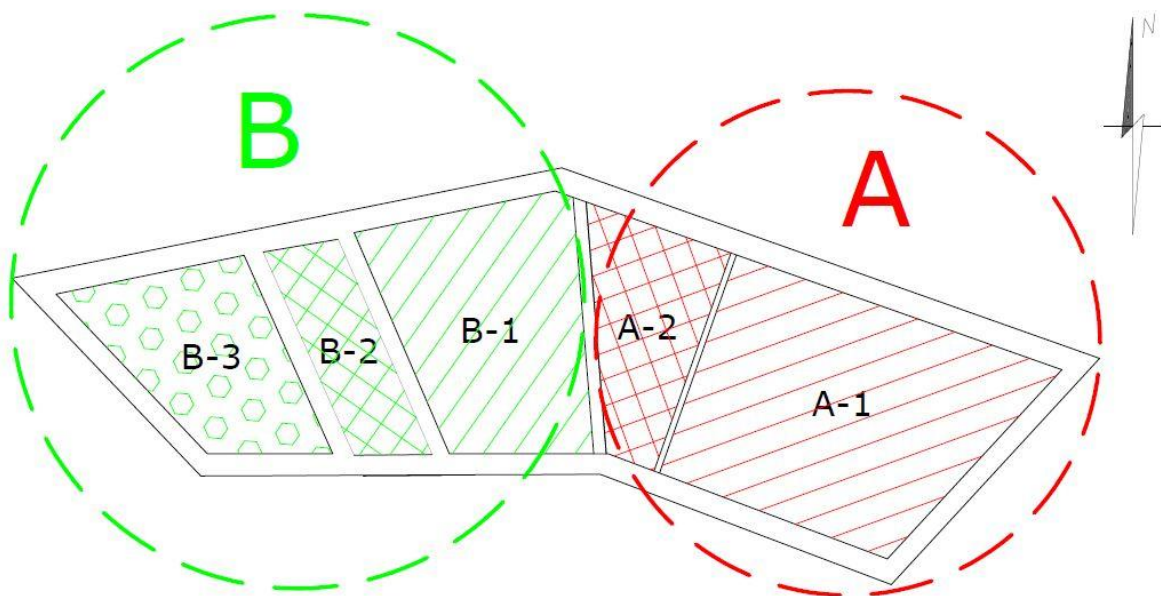
1.1.9. Olemasolevad ehitusprojektid

Andmed puuduvad.

1.2. Arhitektuur

1.2.1. Üldandmed

Rekonstrueeritav hoone on jaotatud tsoonideks A ja B (vt Joonis 1). Osa A koosneb osaliselt läbi kahe korruse ulatuvast põhikorrusest (A-1) ning garderoobist ja trepikojast (A-2). Osa B on ühe põhikorrusega ja osaliselt väljaehitatud katusekorrusega (B-1). Tsooni B-2 on soojustamata ja tsoonis B-3 soojustatud vahelaega pööning. Rekonstrueeritava hoone mõlemad osad on ebakorrapärase trapetsikujulise põhiplaaniga, mis asuvad üksteise suhtes nurga all. Mõlemat osa katab viilkatus, harjakõrgusega maapinnast 8,8 m. A osa katusekalle on 36° ja B osa 35°.



Joonis 1. Hoone jaotumine tsoonideks

1.2.2. Hoone tehnilised andmed

- Otstarve: majutus- ja meelelahutushoone
- Hoone pikkus: 43,2 m;
- Hoone laius: 16,7 m;
- Hoone kõrgus: 8,8 m;
- Hoonealune pindala: 394,2 m²;
- Korruselisus: 2K (põhikorrus + katusekorrus)
- Suletud brutopindala: 477 m²;
- Suletud netopindala: 365,2 m²;
- Kasulik pindala: 298,8 m²;
- Köetav pindala: 298,8 m²;
- Hoone maht: 2544 m³;
- Kasutusiga: 50 aastat;
- Krundi sihtotstarve: 100% Sotsiaalmaa (Ü)
- Krundi pindala: 5213,4 m²;
- Krundi täiesehitusprotsent (A ja B osad): 7,6 %;
- Krundi täiesehitusprotsent (kokku): 20,4 %.

1.2.3. Olemasolev olukord

Pärast 2011. aastal toimunud põlengut on hoonest alles jäänud ainult müüritised. Hoone on ehitatud maakividest vundamendile. Umbes 0,5 - 1 m kõrguseni maapinnast ulatub maakividest sokkel. Hoovipoolsel küljel on sokkel seinaga samas tasapinnas, kuid teisel pool pisut eenduv. Seinad on laotud keraamilistest tellistest ning sideainena on kasutatud lubimörti. Seintes esineb mitmes kohas vajumisi, pragusid, sideaine irdumist ning isegi müüri ladu varisemist. Paljudes kohtades esineb ebakvaliteetseid hiliseimaid parandusi ajastule ebasobilike materjalidega. Näiteks on müüritise ümberladumisel kasutatud silikaattellist või tuhaplokki ning parandustel kasutatud sideainena tsementmörti. Piiratud ligipääsu tõttu pole vundamendi seisukorda võimalik hinnata.

1.2.4. Arhitektuurne lahendus

Hoone paiknemine, planeeringu piirangud

Hoone paikneb krundi keskel. Hoone paiknemist ei muudeta, kuid lammutatakse A osas hiljem juurde ehitatud idapoolne küljesein ning ehitatakse uus sein selle algele kohale. Samuti lammutatakse A osas hiljem ehitatud kaks siseseina. Hoone väli gabariitide muutmine pole lubatud. Samuti on keelatud peale-, juurde- ja ümberehitused, mis muudavad hoone algset kehandit [5].

Hoone ehitusetapid ja laiendamise võimalused

Käsitlev rekonstrueeritav hoone on üks osa ringtalli rekonstrueerimisest. Samaaegselt on plaanis ümber ehitada ringtalli läänepoolsest küljest kaks osa, mida käsitletakse E. Eksini magistritöös „Torma mõisa lääneosa ümberehitusprojekt“. Tulevikus on laiendamine võimalik, kuid hetkel seda ei planeerita.

Hoone arhitektuuri üldkonseptsioon

Hoone välisilme järgib algset arhitektuuri. Hoone olemasolev algupärane vundament ja müüritised säilitatakse võimalikult suures mahus. Lagunenud või varisemisohhtlikud müüritise osad lammutatakse ning laotakse üles kas kasutades originaalset kasutamiskõlbulikku materjali või kaasaegset originaaltellistele sarnaste mõõtudega

keraamilisi telliseid. Samuti asendatakse samal põhimõttel silikaattellised ning tuhaplokid. Müüride ladumisel lähtutakse müüritise kivilao olemasolevast faktuurist ning välisilmest. Sideainena kasutatakse vähese tsemendisisaldusega lubimörti. [5]

Hoonele on projekteeritud viilkatus. A osal on katuse kaldenurk 36° ja B osal 35° . Mõlemal hooneosal asuvad hoovipoolsel katuseviilul katuseaknad. Katusele paigaldatakse sadevete ära juhtimise süsteem.

Originaalakende ja -uste asukohti ja suurusi ei muudeta. Hävinenud avade asukohad lahendatakse sarnaste olemasolevate põhjal. Funktsioonita algsed aknad ja ukсед, laotakse maakividega ning säilitatakse ava fassaadil nišina. Uste projekteerimisel lähtutakse 2009. aastal koostatud muinsuskaitse eritingimustes välja toodud kahe ukselehe VU1 ja VU2 konstruktiivsest lahendusest ja välisviimistlusest. Uste ümbrused krohvitakse lubimördiga. Aknaavad täidetakse ajastutruude puidust raamidega. [2]

Hoone ruumid

Rekonstrueeritav hoone on jaotatud tsoonideks A ja B, mis on omakorda jaotatud osadeks (vt Joonis 1). A osas asub konverentsisaal, garderoob ning trepikoda. Hoone B osa on eraldatud sisehoovi viiva käiguga kaheks. B osa põhikorruse moodustavad köök, tehniline ruum, abiruum, koridor, invatualett, meeste ja naiste tualetid ning näitlejate riietus- ja pesuruumid. Viimased on eraldatud meeste ja naiste tsoonideks ning mõlemas on olemas üks WC ning duširuum. Katusekorrusel on võimalik majutada kuni 10 inimest ning sinna pääseb garderoobis asuvast trepist. Hoone A osasse pääseb põhjaküljel asuvast peauksest. B hooneosasse pääseb kahest uksest. Näitlejate riietusruumi saab läänepoolsel küljel asuvast uksest ning teistesse põhikorrusel asuvatesse ruumidesse pääseb lõunaküljel asuvast uksest.

1.3. Hoone konstruktsioonid

1.3.1. Vundament

Halvas seisukorras konstruktsioonid lammutatakse ning asendatakse uue maakivimüüritisega. Olemasolevad heas seisukorras maakividest vundamendid ning sokli osad säilitatakse. Vundamendi perimeetri ulatuses paigaldatakse sissepoole soojustusplaat

EPS 100 paksusega 100 mm. Hoone välisperimeetril rajatakse pinnase kalded hoonest eemale.

1.3.2. Põrand pinnasel

Esimese korruse põrand on projekteeritud betoonpõrandana. Tihendatud kruusa peale paigaldatakse filterkangas ning 200 mm paksune tihendatud liivalus. Välisseina äärde liiva peale paigaldatakse 1 m ulatuses 200 mm EPS 100 soojustust ning mujale soojustusplaadid paksusega 100 mm. Soojustuse peale paigaldatakse polüetüleenkile, armatuurvõrk, põrandaküttetorud ning valatakse raudbetoonplaat paksusega 100 mm. Kuivades ruumides kaetakse raudbetoonplaat parketiga. Garderoobis ja tehnilises ruumis kaetakse põrand keraamiliste plaatidega. Märghades ruumides kaetakse betoonpõrand hüdroisolatsiooniga ning viimistletakse keraamiliste plaatidega.

1.3.3. Välisseinad

Hoonel on olemasolevad 800-900 mm paksused keraamilistest tellistest seinad. Välisseinad VS-1 ja VS-2 soojustatakse seestpoolt, et säilitada hoone algupärane välisilme. Tellisseinast sissepoole jäetakse 30 mm õhkvahe, millele lisandub roovide vahele jääv vaba vahe. Tellisseina külge kinnitatakse metallvinklitega vertikaalsed roovid 50×50 mm sammuga 600 mm, kuhu külge paigaldatakse 30 mm paksune tuuletõke RKL 31. Tuuletõkkest sissepoole paigaldatakse puitkarkass 50×125 mm sammuga 600 mm, mille vahel on 125 mm soojustus Isover KL 32. Puitkarkassi külge kinnitatakse horisontaalne roovitus 50×50 mm sammuga 400 mm, mille vahel on 50 mm soojustus Isover KL 32. Soojustuse peale paigaldatakse aurutõke ning OSB plaat. Kuivades ja niisketes ruumides paigaldatakse OSB plaadi peale kipsplaat ning viimistlus. Märghades ruumides kaetakse OSB plaat niiskuskindla kipsplaadi, hüdroisolatsiooni ning keraamiliste plaatidega.

Katusekorruse välisseinad VS-3 on ehitatud puitkarkassile 45×200 mm sammuga 600 mm, mille vahel on 200 mm Isover KL32 soojustust. Väljastpoolt katab karkassi tuuletõke Isover RKL 31 30 mm, distantssliist 25 mm ning välisvoodrilaud paksusega 23 mm. Seest katab puitkarkassi aurutõke ning tuuletõkkevahendiga töödeldud sisevoodrilauad paksusega 12 mm.

1.3.4. Siseseinad

Hoones säilitatakse üks olemasolev kandev tellistest sisesein SS-1 paksusega 500 mm. Juurde on projekteeritud õõnesbetoonplokkidest kandvad ning metallkarkassil mittekandvad siseseinad.

Esimese korruse kandvad seinad SS-2 ja SS-3 laotakse õõnesbetoonplokkidest paksusega 190 mm. Kuivades ruumides kaetakse seinad viimistluskihiga. Märgades ruumides kaetakse seinad tasanduskrohvi, hüdroisolatsiooni ning keraamiliste plaatidega.

Hoone esimese korruse mittekandvad siseseinad SS-4 ja SS-5 on ehitatud metallkarkassist 95 mm, kuhu vahele paigaldatakse 95 mm Isover KL AKU soojustust. Märgades ruumides kaetakse karkass kahekordse niiskuskindla kipsplaadiga, hüdroisolatsiooni ning keraamiliste plaatidega. Kuivades ruumis kaetakse karkass 12 mm paksuse OSB plaadi, 12,5 mm paksuse kipsplaadi ning viimistluskihiga. Niisketes ruumides kaetakse kraanikausi tagused hüdroisolatsiooni ning keraamiliste plaatidega.

Teise korruse siseseinad SS-6 on ehitatud tugevsorteeritud puitkarkassist ristlõikega 45×120 mm sammuga 600 mm. Karkassi vahel on soojustus Isover KL AKU 116 mm. Mõlemal pool seina on aurutõke, kahekordne OSB plaat ning sisevoodrilaud paksusega 12 mm.

1.3.5. Vahelaed

Rekonstrueeritava hoonel on kolm erinevat tüüpi vahelag. Kõik vahelaed ehitatakse 80×240 mm puittaladest sammuga 900 mm.

Vahelagi VL-1 asub garderoobi kohal ning majutusruumis. Puidust 80×240 mm talade vahel on mineraalvillaplaat Isover KL 32 125 mm. Talade vahele paigaldatakse 50×50 mm põiktoed sammuga 600 mm, kuhu peale toetatakse lauad, mille vahel on soojusjaotusplaadid vesipõrandaküttetorudega. Kõige peale paigaldatakse põrandalauad mõõtudega 33×145 mm. Talade alla paigaldatakse aurutõke, metallkarkassil kahekordne kipsplaat ning viimistletakse. Kommunikatsioonide jaoks jäetakse aurutõkke ja kipsplaadi vahele 200 mm vaba ruumi.

Vahelagi VL-2 asub näitlejate riietus- ja pesuruumide kohal. Vahelaetalade vahele ja peale paigaldatakse kokku 425 mm Isover KL 32 soojustust. Soojustuse peale paigaldatakse 1500 mm laiuselt räästa äärest tuuletõkkeplaat VKL 13 mm ning ülejäänud soojustus kaetakse tuuletõkkepaberiga. Talade alla paigaldatakse aurutõke ning kahekordne viimistletud rippkipsplaatlagi. Kommunikatsioonide jaoks jäetakse talade ja kipsplaadi vahele 200 mm vaba ruumi.

Vahelagi VL-3 asub hoovi viiva vahekäigu kohal, kus vahelaetalad on alumiselt poolelt üle löödud servamata välisvoodrilaudadega 21×220 mm.

1.3.6. Katus

Hoonel on soojustatud KL-1 ja soojustamata KL-2 katus. Katusekattematerjaliks on tsingitud valtsplekk, mis on paigaldatud roovitusele 22×100 mm sammuga 300 mm. Roovituse all on kahes kihis distantssliistud 25×50 mm, mille vahel on aluskate. Soojustatud katuse KL-1 sarikaid katab pealt tuuletõke Isover VKL 13 mm ning vahele on paigaldatud soojustust 200 mm. Sarikatest seespool on aurutõke, horisontaalroovitus 50×50 mm sammuga 600 mm, vertikaalroovitus 50×50 mm sammuga 400 mm ning horisontaalne tuletõkkevahendiga töödeldud sisevoordilaud paksusega 12 mm. Soojustamata katusel KL-2 paigaldatakse aluskatte alla distantssliist mõõtmetega 38×50 mm.

1.3.7. Trepid

Hoone põhikorruselt teisele korrusele viiv sisetrepp valmistatakse puidust. Trepiastme laius on 300 mm ja kõrgus 178 mm. Korruse kõrgus on 4480 mm, mille korral tõuse on 24 tükki. Trepimarsi laius on 900 mm. Käsipuu kõrgus on 1000 mm.

1.3.8. Avatäited

Uksed VU-1, VU-2, VU-3 ja VU-4 on kahepoolsed kaarja ülaosaga seinaga tasapindsed väravuksed. VU-1, VU-3 ja VU-4 uste ukselehed on viimistletud horisontaalsete profileeritud laudadega. Uks VU2 on viimistletud diagonaalsete profileeritud laudadega moodustades mõlemal ukselehel nn. "kalasaba" mustri. Kõik ukselehed püsivad

latthingedel, mille lati osa on peidetud. Ukse VU2 ukselehtede kokkupuutekohta katab katteliist.

Aknad on projekteeritud kuuese jaotusega, kahekordse klaasiga ning puidust raamidega. Majutusruumi ja konverentsisaali hoovipoolsetesse katuseviiludesse paigaldatakse puidust katuseaknad.

1.4. Küte ja ventilatsioon

Hoonele on ette nähtud tsentraalne keskküte. Ruumide kütmine on lahendatud vesipõrandaküttega.

Ventilatsiooni sissepuhe on ette nähtud konverentsisaalis, garderoobis, majutusruumis ning koridoris. Sundventilatsiooni väljatõmme on ette nähtud kööki, WC-desse ja pesuruumidesse.

Kütte ja ventilatsiooni osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.5. Veevarustus ja kanalisatsioon

Rekonstrueeritav hoone ühendatakse Torma aleviku olemas olevasse tsentraalvee ja – kanalisatsiooni võrku.

Veevarustuse ja kanalisatsiooni osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.6. Elekter ja nõrkvool

Elektri osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.7. Tuleohutus

1.7.1. Tuleohutusklass, kasutusviis ja kasutusotstarve

Rekonstrueeritav hoone kuulub II ja IV kasutusviisi, kuna teist korrust kasutatakse inimeste majutamiseks ning esimest korrust kasutatakse inimeste kogunemispaijana. II kasutusviis on kriitilisem, järelkult rakendame seda tervele hoonele. Hoone kuulub TP2

tuleohutusklassi. Piisav turvalisuse tase saavutatakse ehitise seinte, lagede ja põrandate pinnakihtide omadustele nõuete püstitamisega [6, p. 11]. TP2 klassi puhul II ja IV kasutusviisis ei või tegelike korruseid olla rohkem kui kaks. Hoone maksimaalkõrgus võib olla kuni 9 m. [6, p. 12] Korruse kogupindalale kahekorruselise ehitise puhul piiranguid ei seata [6, p. 67]. Käesolevas hoones on üks põhikorrus ja pööning ning kogu kõrgus on 8,8 m.

1.7.2. Tuleohutuskujad

Rekonstrueeritava ja ümbritsevate hoonete vaheline kuja on vähemalt 8 m.

1.7.3. Kande- ning tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivusajad ja põlemiskoormus

Vastavalt TP2 klassi hoonetele esitatud piirangutele, on kandekonstruktsioonide tulepüsivusaeg II kasutusviisis R30 [6, p. 68]. Põlemiskoormus on alla 600 MJ/m^2 [6, p. 16].

1.7.4. Tuletõkkeseksioonid, tulepüsivus, tuletundlikkus

Projekteeritud hoone jaguneb viieks tuletõkkeseksiooniks. Esimese moodustab konverentsisaal, teise garderoob ning trepikoda, kolmanda majutusruum, neljanda moodustavad köök, tehno- ja abiruum, koridor ning WC-d, viienda moodustavad näitlejate riietus- ja pesuruumid.

Tuletõkketarindite tulepüsivus [6, p. 74]:

- tuletõkkekonstruktsioonid pealmaakorrusel: EI30;
- osadeks jagatavad konstruktsioonid (II kasutusviisiga ehitise seinad ja ukсед): EI15;
- tuletõkkekonstruktsioonid pööningul ning pööninguluuk: EI30.

Tuletõkkeuksed on isesulguvad, avatavad võtmeta ning tavaolukorras suletud [7].

Ehitismaterjalide tuletundlikkus on valitud kriitilisema ehk II kasutusviisi järgi [6, pp. 71-73].

- siseseinad ja laed: B-s1,d0;

- põrandad: D_{FL-s1} .
- mittekasutatav pööning: B-s1,d0;
- katusekate: B_{ROOF} ;
- välisseina ja õhutuspiilu välispind ning õhutuspiilu sisepind: D-s2,d2;
- evakuatsioonikoridori seinad ja laed: B-s1,d0.

TP2-klassi kuuluva ehitise konstruktsiooni pinnakihtide ülesandeks on kaitsta konstruktsioone süttimise, söestumise või muu riknemise eest tulekahju korral vähemalt 15 minuti jooksul.

1.7.5. Evakuatsioonilahendus

Maksimaalne inimeste arv

II kasutusviisi maksimaalne lubatud inimeste arv TP2 kahekorruselise ehitise puhul on 50. IV kasutusviisi kahekorruselise ehitise puhul on lubatud 250 inimest. [6, p. 67] Kuna teisel korrusel on 10 majutuskohta, siis maksimaalne lubatud hoones viibivate inimeste arv vastavalt standardile on 210 [6, p. 59]. Reaalne viibivate inimeste arv kasutusotstarbe järgi on 120.

Evakuatsiooniteed ja hädaväljapääsud

Esimesel korrusel näitlejate riietus- ja pesuruumidest toimub evakuatsioon B osa otsaseinas asuvast uksest. Hädaväljapääsuks saab kasutada B osa põhjaküljes asuvat akent kõrgusega 790 mm ning laiusega 1100 mm.

Esimesel korrusel asuvast konverentsisaalist, köögist, tehnoruumist, abiruumist ning WC-dest toimub evakuatsioon kas A osa välis- või siseküljel asuvatest udest.

Teise korruse majutusruumist pääseb esimesele korrusele trepist. Evakuatsioon toimub A osa välisküljel asuvast uksest. Teise korruse majutusruumis saab hädaväljapääsuna kasutada alt avatavaid katuseaknaid ava kõrgusega 600 mm ning laiusega 780 mm. Aken asub 1200 mm kõrgusel põrandast. Katusele kinnitatakse kohtkindel redel. Redel on valmistatud metallist. Redeli laius on 700 mm ning pulkade vahe 300 mm [6, p. 56].

Nõutud evakuatsiooniteede maksimaalsed pikkused 30 m on tagatud. Evakuatsioonitee ja uste laius on vähemalt 1200 mm, kõrgus on vähemalt 2100 mm.

Evakuatsiooniüksed konverentsisaalis ning koridoris avanevad evakuatsiooni suunas, kuna ruumist võib korraga evakueeruda üle 30 inimese [7].

1.7.6. Tuleohutusabinõud

Tuleohutuspaigaldised

Hoones on automaatne tulekahjusignalisatsioon.

Suitsuärastus

Suitsu eemaldamine konverentsisaalist ja trepikojast toimub kaugjuhitavate katuseaknende kaudu, mille akna ava suurus on 0,5 m². Katuseakende juhtimispuldinupp asub garderoobi välisukse juures. Majutusruumi katuseaknad on käsitsi avatavad ning akna ava suurus on 0,5 m². Esimese korruse ruumidest toimub suitsuärastus käsitsi avatavate akende ja uste kaudu.

Kommunikatsioonide läbiviigid tuletõkketarinditest

Tuletõkkeseksioone läbivate läbiviikude tulepüsivusaeg peab olema vähemalt 50% tuletõkke konstruktsioonile esitatud tulepüsivusajast [7].

Tulekustutid

Kuue kilogrammine tulekustuti paigaldatakse näitlejate riietusruumi, konverentsisaali, koridori ning kaks tükki majutusruumi.

Piksekaitse

Hoonele tuleb paigaldada piksekaitsesüsteem, mis lahendatakse eraldi projektiga.

Päästemeeskonna juurdepääs ehitisele

Päästemeeskond pääseb hoonele ligi Pargi ja Mõisa teedega, mis on ühenduses läänes asuva Tartu maanteeaga. Sisehoovi saab autoga ligi ringtalli lõunaosas asuvast läbikäigust. Pääs katusele on tagatud hoone sisehoovi pool asuvast kohtkindlast redelist. Teisele korrusele saab hoone sees asuvast trepist või sisehoovi pool asuvatest katuseakendest. Ligipääs külmale pööningule toimub vahekäigus asuva laeluugi kaudu.

Väline tulekustutusvesi

Lähim tuletõrje veevõtukoht asub hoonest 100 m kaugusel tiigis. Tiigi äärde paigaldada veevõtukaev. Ehitise välise tulekustutusvee minimaalne normvooluhulk on 10 l/s [8, p. 9].

2. HOONE VÄLISSEINA DIFUSIOONIARVUTUS

2.1. Üldosa

Käesolevas töö osas on koostatud seestpoolt soojustatud tellisseintele Glaseri meetodi abil kondenseerumisrisi arvutused. Selle järgi on võimalik kontrollida kondensvee tekkekohta piirdes. Arvutused on teostatud vastavalt juhendmaterjalile ET-2 0404-0764 "Välisseina difusiooni arvutus".

2.2. Arvutusmetoodika

Veeauru osarõhk ehk partsiaalrõhk p [Pa] ruumis arvutatakse valemiga [9, p. 6]:

$$p = p_s \cdot \varphi, \quad (1)$$

kus p_s – küllastunud auru rõhk Pa, mis on maksimaalne võimalik õhus sisalduva veeauru rõhk antud temperatuuril, kui relatiivne niiskus on 100 %;

φ – relatiivne õhuniiskus %, mis on veeauru koguse suhe veeauru küllastuskogusesse või vastavalt veeauru osarõhu suhe küllastusrõhku.

Küllastunud auru rõhk p_s [Pa] arvutatakse temperatuuridel 0 kuni +30 °C valemiga [9, p. 6]:

$$p_s = 288,68 \cdot \left(1,098 + \frac{\theta}{100}\right)^{8,02}, \quad (2)$$

kus θ – temperatuur °C.

Küllastunud auru rõhk p_s [Pa] arvutatakse temperatuuridel -20 kuni 0 °C valemiga [9, p. 6]:

$$p_s = 4,689 \cdot \left(1,486 + \frac{\theta}{100}\right)^{12,30}. \quad (3)$$

Materjalikihi aurutakistus $S_{d,n}$ [m] arvutatakse valemiga [9, p. 7]:

$$S_{d,n} = \mu_n \cdot d_n, \quad (4)$$

kus μ_n – difusioonitakistuskonstant;

d_n – kihi paksus m.

Materjalikihi soojatakistus R_n [$\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}$] arvutatakse valemiga:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n}, \quad (5)$$

kus λ_n – materjali soojaerijuhtivus $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Materjali temperatuuridiferents $\Delta\theta$ [K] arvutatakse valemiga [9, p. 7]:

$$\Delta\theta = R_n \cdot (\theta_i - \theta_a) \cdot U, \quad (6)$$

kus θ_i – sisetemperatuur $^{\circ}\text{C}$;

θ_a – välistemperatuur $^{\circ}\text{C}$;

U – tarindi soojajuhtivus $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$.

Tarindi soojajuhtivus U arvutatakse valemiga:

$$U = \frac{1}{R_T}, \quad (7)$$

kus R_T – tarindi soojatakistus ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$).

2.3. Välisseina kondenseerumisriski arvutus

Projekteeritud hoone välisseina tuulutusavade pindala on suurem kui 1500 mm^2 , mille tõttu jäetakse nii õhkvahe kui ka sellest väljaspool paiknev tellissen soojapidavuses arvestamata. Sellisel juhul võetakse välispinna soojatakistuseks $0,15 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$. [10, p. 154]

Arvutuste tegemisel võetakse juhendmaterjali järgi arvesse, et talvel on väliskliima temperatuur $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ning õhu relatiivne niiskus on 80%. Suvel on temperatuur $+20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ning relatiivne niiskus on 50%.

Materjali soojuserijuhtivused on võetud standardist EVS 908-1:2010.

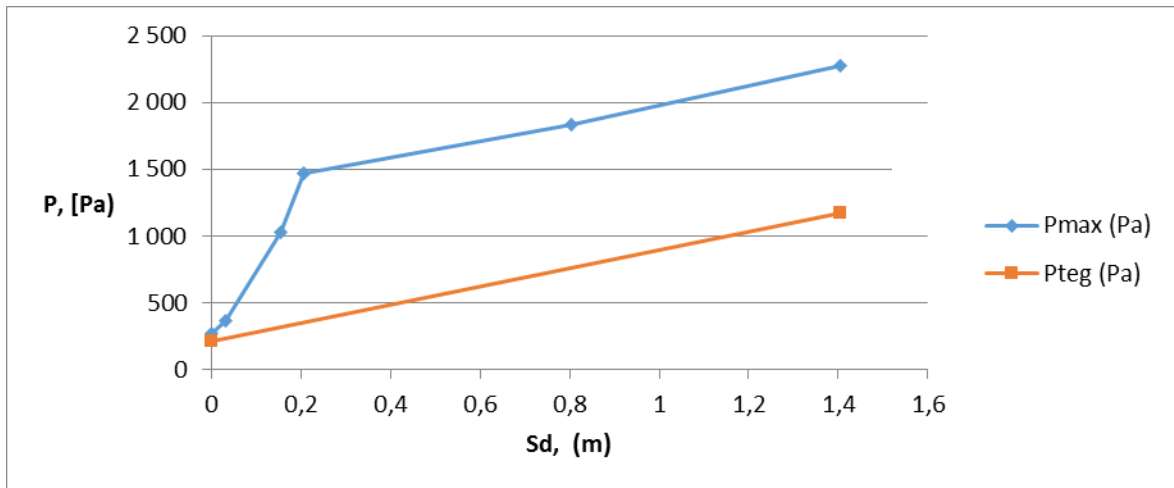
Tabel 1. Glaseri meetodi arvutustabel

Seina kiht	d_n [m]	λ_n [W/m·K]	R [m ² ·K/W]	R %	välisemp	sisetemp	μ_n	S_d [m]	P_{teg} (Pa)	P_{max} (Pa)	ΣS_d [m]
					-10	20				260	
					Δt	-10 °C				260	
Välispind			0,15	1,72	0,52	-9,48			207,90	272	0
Tuuletõke	0,030	0,031	0,97	11,10	3,33	-6,15	1	0,030	-	364	0,030
Soojustus	0,125	0,032	3,91	44,81	13,44	7,29	1	0,125	-	1 023	0,155
Soojustus	0,050	0,032	1,56	17,93	5,38	12,67	1	0,050	-	1 467	0,205
Aurutõke	-	-	-	-	-	12,67	-	-	-	1 467	0,210
OSB	0,012	0,012	1,00	11,47	3,44	16,11	50	0,600	-	1 832	0,810
Kipsplaat	0,012	0,012	1,00	11,47	3,44	19,55	50	0,600	-	2 274	1,410
Sisepind			0,13	1,49	0,45	20,00			1169,09	2 338	
		R[(m ² ·K)/W]	8,72	100,00							
		U [W/m ² ·K]	0,11								

Veeauru osarõhud sees ja väljas, Pa

	sees	väljas	vahe
Veeauru max osarõhk P_{max} , (Pa)	2 338	260	
Suhteline õhuniiskus, %	50	80	
Tegelik veeauru osarõhk P_{teg} , (Pa)	1169,09	207,90	961,19

P_{teg} (Pa)	ΣS_d , [m]
207,90	0
1169,09	1,405



Joonis 2. Piirde difusioonigraafik

Kondenseerumisoht tekib siis, kui tegeliku veeauru osarõhk P_{teg} on suurem kui maksimaalse veeauru osarõhk P_{max} . Graafikult on näha, et kondenseerumise ohtu piirides pole.

3. TUGEVUSARVUTUSED

3.1. Üldosa

Käesolevas töös teostatakse projekteeritavate katusekonstruktsiooni puitelementide tugevuskontroll kande- ja kasutuspiirseisundis. Käesolevas lõputöös ei käsitleta katusekonstruktsiooni sõlmede arvutusi ning seinte ja vundamendi tugevusarvutusi.

3.1.1. Kasutatud normdokumendid ja arvutiprogrammid

Standardid

- EVS-EN 1990:2002+NA:2002 "Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused";
- EVS-EN 1991-1-3:2006 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus“;
- EVS-EN 1991-1-4:2007 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus“;
- EVS-EN-1-1:2002+NA:2002 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused“;
- EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 „Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks“.

Abimaterjalid

- Ehituskonstruktorigi käsiraamat.

Arvutiprogrammid

- AutoCAD Architecture 2013;
- Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 (ARSAP2015);
- Microsoft Word 2007;

- Microsoft Excel 2007.

3.1.2. Arvutusalused ja meetodika

Konstruksiooni arvutustega kontrollitakse, et ei ületataks kande- ja kasutuspiiriseisundi tingimusi. Kandepiiriseisund seostub olukordadega, millest tulenevad konstruktsiooni kandevõime kaotus ning oht inimestele. Näiteks konstruktsiooni purunemine, staatilise tasakaalu ning stabiilsuse kaotus. Kasutuspiiriseisund lähtub konstruktsiooni normaalse kasutamise nõuetest, inimeste mugavusest ning ehitise välimusest (deformatsioonid, mitte kandvate elementide kahjustused jms). Kasutuspiiriseisundi deformatsioonid saavad olla taastumatud või taastuvad, lähtuvalt sellest, kas koormustest põhjustatud muutused konstruktsioonis jäävad alles pärast koormuse mõju eemaldamist või mitte. [11]

Sisejõudude leidmiseks on katusekonstruktsioon jaotatud arvutusskeemideks, mis on sisestatud arvutiprogrammi ARSPA 2015. Tüüpskeemidel on koormused sisestatud joonkoormustena. Neelukonstruktsioonil on lisaks kasutatud punktkoormust kohtades, kus teised sarikad ja talad toetuvad selle peale. Pärast koormuskombinatsioonide määramist esitab programm sisejõudude ning deformatsioonide graafikud.

3.2. Koormused

Käesolevas töös liigitatakse koormused järgmiselt:

- alalised ehk püsikoormused (G) - konstruktsioonide omakaal;
- muutuvkoormused (Q) - tuulekoormus, lumekoormus ja kasuskoormus vahelagedele.

Piiriseisundi kontrollimisel lähtutakse koormuse normväärtusest F_k , mis määratakse nimiväärtusena standardist. Arvutuses kasutatakse arvutusväärtusi, mis saadakse normväärtuse korrutamisel osavaruteguriga. Osavarutegur võtab arvesse koormuse võimalikku hälvet normväärtusest ebasoodsamas suunas. Koormuste rakendamiseks arvutustes kasutatakse koormuskombinatsioone vastavalt valitud piirolukordadele ja koormusjuhtudele. Koormuskombinatsioonis korrutatakse muutuvkoormuse arvutusväärtus kombinatsiooniteguriga, et arvestada samaaegselt mõjuvate muutuvkoormuste kõige ebasoodsamate väärtuste samaaegse mõjumise tõenäosust. [10, p. 180]

Koormuse arvutusväärtuse, koormuskombinatsioonide üldvalemid, koormuste osavarutegurid ning koormuste kombinatsioonitegurid on võetud standardist EVS-EN-1990:2002+NA:2002.

Koormuse F (kN) arvutusväärtuse F_d (kN) üldkuju on [11, p. 37]:

$$F_d = \psi \cdot \gamma_d \cdot F_k, \quad (8)$$

kus ψ – kombinatsioonitegur;

γ_d – koormuse osavarutegur;

F_k – koormuse normväärtus kN.

Kandepiirseisundi alaliste või ajutiste arvutusolukordade koormuskombinatsioon [11, p. 43]:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}, \quad (9)$$

kus "+" ja Σ – tähistavad samaaegselt ühes kombinatsioonis mõjumist;

γ – koormuse osavarutegur vastavalt indeksile;

$G_{k,j}$ – alaliskoormus;

P – eelpingestuskoormuse esindusväärtus;

$Q_{k,1}$ – domineeriv muutuvkoormus;

$Q_{k,i}$ – muu muutuvkoormus;

ψ – koormuse kombinatsioonitegur.

Käesolevas töös kasutatakse kasutuspiirseisundi puhul normkombinatsiooni, mida üldjuhul rakendatakse taastumatute kasutuspiirseisundite puhul [11, p. 45]:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}. \quad (10)$$

Koormuste osavarutegurid [11, p. 89]:

- ainult alaliskoormuse ebasoodne mõju $\gamma_{G,sup} = 1,35$;
- alaliskoormuse ebasoodne mõju $\gamma_{G,sup} = 1,20$;
- alaliskoormuse soodne mõju $\gamma_{G,inf} = 1,00$;
- muutuvkoormuse ebasoodne mõju $\gamma_{Q,sup} = 1,50$;
- muutuvkoormuse soodne mõju $\gamma_{Q,inf} = 0,00$.

Kasuskoormuse arvutamisel on arvestatud klassi A kuuluvate kombinatsiooniteguritega, kuna teisel korrusel asub majutusruum. Koormuste kombinatsioonitegurid on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Koormuste kombinatsioonitegurid [11, p. 88]

Koormus	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klass A: eluruumid	0,7	0,5	0,3
Lumekoormus	0,5	0,2	0,0
Tuulekoormus	0,6	0,2	0,0

3.2.1. Omakaalukoormused

Konstruksioonide omakaalud on leitud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-1:2002 "Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused".

Käesolevas töös on hoone katuse ja vahelaie omakaalukoormused leitud ristlõigete ja mahukaalude järgi. Erinevate katusekonstruktsioonide järgi on hooned jaotatud tsoonideks. Tsoonideks jagunemine on näidatud joonisel 1.

Tsoonides A-1, A-2 ja B-1 asub soojustatud katus. Tsoonides B-2 ja B-3 on soojustamata katus. Tsoonis A-1 asub läbi kahe korruse avatud ruum, kus vahelaetalad on eksponeeritud. Käidavad vahelaed on projekteeritud hoone osadesse A-2 ja B-1. Tsoonis B-2 on laudisega kaetud vahelaetalad. Tsoonis B-3 on soojustatud pööning. Lauskoormus ja joonkoormus on esitatud ilma puitkonstruktsiooni elementide omakaaluta, kuna programm ARSAP2015 arvestab need sisejõudude leidmisel ise automaatselt juurde.

Tabelites 3 kuni 7 on esitatud konstruktsioonides esinevad materjalid ja nende omakaalukoormused.

Tabel 3. Katuse omakaal tsoonides A-1, A-2 ja B-1

Materjal	Paksus	Laius	Mahukaal	Sam m	Normatiivne koormus
	h	b	γ	s	G_k
	m	m	kN/m ³	m	kN/m ²
Valtsplekk	-	-	-	-	0,052
Roovitis	0,022	0,10	5,0	0,3	0,037
Tuulutusliist	0,025	0,05	5,0	0,9	0,007
Aluskate	-	-	-	-	0,001
Distantisliist	0,025	0,05	5,0	0,9	0,007
Tuuletõkkeplaat	0,013	-	1,2	-	0,016
Sarikad	0,240	0,08	4,2	0,9	0,090
Soojustus	0,200	-	0,5	-	0,100
Aurutõke	-	-	-	-	0,001
Horisontaalne roovitus	0,050	0,05	5,0	0,4	0,031
Vertikaalroovitus	0,050	0,05	5,0	0,4	0,031
Sisevoodrilaud	0,012	-	5,0	-	0,060
Lauskoormus sarikale Σg_k (kN/m²):					0,343

Tabel 4. Katuse omakaal tsoonides B-2 ja B-3

Materjal	Paksus	Laius	Mahukaal	Sam m	Normatiivne koormus
	h	b	γ	s	G_k
	m	m	kN/m ³	m	kN/m ²
Valtsplekk	-	-	-	-	0,052
Roovitis	0,022	0,10	5,0	0,3	0,037
Distantisliist	0,025	0,05	5,0	0,9	0,007
Aluskate	-	-	-	-	0,001
Distantisliist	0,038	0,05	5,0	0,9	0,011
Sarikas	0,240	0,08	4,2	0,9	0,090
Lauskoormus sarikale Σg_k (kN/m²):					0,108

Tabel 5. Vahelae omakaal tsoonides A-2 ja B-1

Materjal	Paksus	Laius	Mahukaal	Sam	Normatiivne koormus
	h	b	γ	s	G_k
	m	m	kN/m ³	m	kN/m ²
Põrandalaud	0,033	0,145	5,0	-	0,165
Soojusjaotusp lat + põrandaküttetor ud	-	-	-	-	0,001
Põiktugi	0,050	0,050	5,0	0,6	0,021
Vahelaetala	0,240	0,080	4,2	0,9	0,090
Soojustus	0,125	-	0,5	-	0,063
Aurutõke	-	-	-	-	0,001
Kipslagi	-	-	-	-	0,280
Lauskoormus talale Σg_k (kN/m²):					0,530

Tabel 6. Vahelae omakaal tsoonis B-2

Materjal	Paksus	Laius	Mahukaal	Sam	Normatiivne koormus
	h	b	γ	s	G_k
	m	m	kN/m ³	m	kN/m ²
Vahelaetala	0,240	0,08	4,2	0,9	0,090
Servamata voodrilaud	0,021	0,22	5,0	-	0,105
Lauskoormus talale Σg_k (kN/m²):					0,105

Tabel 7. Vahelae omakaal tsoonis B-3

Materjal	Paksus	Laius	Mahukaal	Sam	Normatiivne koormus
	h	b	γ	s	G_k
	m	m	kN/m ³	m	kN/m ²
Ehituspaber	-	-	-	-	0,001
Soojustus	0,300	-	0,5	-	0,100
Vahelaetala	0,240	0,08	4,2	0,9	0,090
Soojustus	0,125	-	0,5	-	0,113
Aurutõke	-	-	-	-	0,001
Kipslagi	-	-	-	-	0,280
Lauskoormus talale Σg_k (kN/m²):					0,495

Tabel 8. Katuse omakaalukoormused tsoonide kaupa

	A		B		
	A-1	A-2	B-1	B-2	B-3
Tüüplõige (vt Lisa 8)	KL-1	KL-1	KL-1	KL-2	KL-2
Lauskoormus Σg_k (kN/m²):	0,343	0,343	0,343	0,108	0,108
Joonkoormus sarikale $\Sigma g_k \cdot s$ (kN/m):	0,309	0,309	0,309	0,097	0,097

Tabel 9. Vahelagede omakaalukoormused tsoonide kaupa

	A	B		
	A-2	B-1	B-2	B-3
Tüüplõige (vt Lisa 8)	VL-1	VL-1	VL-2	VL-3
Lauskoormus Σg_k (kN/m²):	0,530	0,530	0,105	0,495
Joonkoormus sarikale $\Sigma g_k \cdot s$ (kN/m):	0,477	0,477	0,095	0,446

3.2.2. Lumekoormus

Lumekoormuse arvutused on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006 "Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus".

Lumekoormus mõjub katusepiirkonnas horisontaalprojektsiooni suhtes vertikaalselt [12, p. 18]. Käesolevas töös on leitud ühtlase ja kuhjunud lume koormused viilkatusele. Lisaks on arvatud katuseneelus mõjuv lumekoormus. Lume alla libisemine katuselt ei ole takistatud.

Lumekoormus katusele arvutatakse alalise arvutusolukorra puhul järgneva valemiga [12, p. 18]:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k, \quad (11)$$

kus s – lumekoormuse normsuurus kN/m²;

μ_i – lumekoormuse kujutegur;

C_e – avatustegur, mille väärtuseks soovitatakse Eestis võtta 1,0 [12, p. 52];

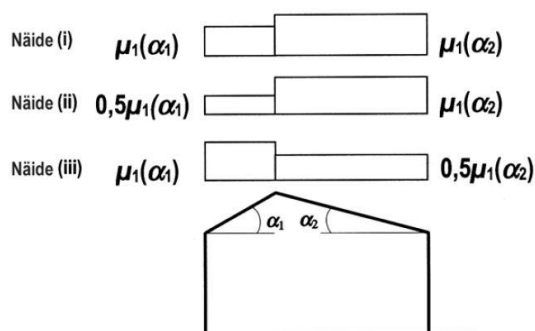
C_t – soojustegur, mille soovituslik väärtus on soojust tugevasti mitteedastavate katuste puhul 1,0 [12, p. 19];

s_k – normatiivne lumekoormus maapinnal kN/m^2 .

Torma vallas mõjuv lumekoormus maapinnale on määratud vastavalt standardi EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006 Eesti rahvusliku lisa joonisele NA.4.1:

$$s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2.$$

Kahekaldelise katuse lumekoormuse koormusvariandid ja kujutegurid määratakse vastavalt standardi EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006 joonise 5.3 järgi (vt Joonis 3).



Joonis 3. Kahekaldelise katuse koormusvariandid ja kujutegurid [12, p. 21]

Projekteeritav hoone on jaotatud A ja B osadeks (vt Joonis 1). Tegemist on kahe erineva laiuse katusega, mis asetsevad üksteise suhtes 152° nurga all. A osa katuse laius on 13 m ja kaldenurk α on 36° . B osa katuse laius on 13,6 m ja kaldenurk α on 35° . Lumi võib kuhjuda neelupiirkonda.

Ühtlaselt sadanud lume korral, kui katuse kaldenurk α jääb vahemikku $30^\circ < \alpha < 60^\circ$, on μ_i väärtused leitud valemiga [12, p. 20]:

$$\mu_1 = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30}. \quad (12)$$

Kuhjunud lume korral, kui ühel katusepoolel mõjub rohkem lund kui teisel, võetakse ühel pool katust arvesse pool ühtlaselt sadanud lumekoormusest.

Katuse A osa lumekoormus

Katuse kaldenurk α on 36° .

Lumekoormuse kujutegur $\mu_{1,A}$ ühtlaselt sadanud lume korral arvutatakse valemiga (12):

$$\mu_{1,A} = \frac{0,8 \cdot (60 - 36)}{30} = 0,640.$$

Normatiivne lumekoormus katusele $s_{1,A, \text{ühtlane}}$ [kN/m²] arvutatakse valemiga (11):

$$s_{1,A, \text{ühtlane}} = 0,64 \cdot 1,50 = 0,96 \text{ kN/m}^2.$$

Joonkoormus $q_{k, \text{lumi}, A, \text{ühtlane}}$ [kN/m] sarikale:

$$q_{k, \text{lumi}, A, \text{ühtlane}} = s_{1,A, \text{ühtlane}} \cdot s_{\text{sarikas}} = 0,96 \cdot 0,9 = 0,864 \text{ kN/m},$$

kus s_{sarikas} – sarika samm 0,9 m.

Lumekoormuse kujutegur $\mu_{1,A, \text{kuhjunud}}$ lume kuhjumisel katusele:

$$\mu_{1,A, \text{kuhjunud}} = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,64 = 0,32.$$

Normatiivne lumekoormus $s_{1,A, \text{kuhjunud}}$ [kN/m²] lume kuhjumisel katusele vastavalt valemile (11):

$$s_{1,A, \text{kuhjunud}} = 0,32 \cdot 1,5 = 0,48 \text{ kN/m}^2.$$

Joonkoormus $q_{k, \text{lumi}, A, \text{kuhjunud}}$ [kN/m] sarikale:

$$q_{k, \text{lumi}, A, \text{kuhjunud}} = s_{1,A, \text{kuhjunud}} \cdot s_{\text{sarikas}} = 0,48 \cdot 0,9 = 0,432 \text{ kN/m}.$$

Katuse B osa lumekoormus

Katuse kaldenurk α on 35°.

Lumekoormuse kujutegur $\mu_{1,B}$ ühtlaselt sadanud lume korral arvutatakse valemiga (12):

$$\mu_{1,B} = \frac{0,8 \cdot (60 - 35)}{30} = 0,667.$$

Normatiivne lumekoormus katusele $s_{1,B, \text{ühtlane}}$ [kN/m²] arvutatakse valemiga (11):

$$s_{1,B, \text{ühtlane}} = 0,667 \cdot 1,5 = 1,0 \text{ kN/m}^2.$$

Joonkoormus $q_{k, \text{lumi}, B, \text{ühtlane}}$ [kN/m] sarikale:

$$q_{k, \text{lumi}, B, \text{ühtlane}} = s_{1,B, \text{ühtlane}} \cdot s_{\text{sarikas}} = 1,0 \cdot 0,9 = 0,9 \text{ kN/m}.$$

Lumekoormuse kujutegur $\mu_{1,B,kuhjunud}$ lume kuhjumisel katusele:

$$\mu_{1,B,kuhjunud} = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,667 = 0,334.$$

Normatiivne lumekoormus $s_{1,B,kuhjunud}$ [kN/m²] lume kuhjumisel katusele arvutatakse valemiga (11):

$$s_{1,B,kuhjunud} = 0,334 \cdot 1,5 = 0,501 \text{ kN/m}^2.$$

Joonkoormus $q_{k,lumi,A,kuhjunud}$ sarikale:

$$q_{k,lumi,A,kuhjunud} = s_{1,B,kuhjunud} \cdot s_{sarikas} = 0,501 \cdot 0,9 = 0,451 \text{ kN/m}.$$

Katuse neeluosa lumekoormus

A ja B katuseosade ühenduskohta tekib neelukoht. Kuna standard ei käsitle viilkatuse neeluosas mõjuvat lumekoormusest, leitakse käesolevas töös lumekoormuse kujutegur katusele arvestades olukorda, et lume alla libisemine katusel on takistatud. Sellisel juhul ei tohi kujutegur μ_l olla väiksem kui 0,8. [12, p. 21]

$$\mu_l = 0,8.$$

Normatiivne lumekoormus $s_{1,neelusarikas}$ [kN/m²] neelusarikale arvutatakse valemiga (11):

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

Joonkoormus $q_{k,neelusarikas}$ sarikale:

$$q_{k,neelusarikas} = s_{1,neelusarikas} \cdot s_{sarikas} = 1,2 \cdot 0,9 = 1,08 \text{ kN/m}.$$

Hange pikkuseks l_s [m] võetakse eendite ja takistuste ümbruses koguneva lume hange arvutuste järgi minimaalne pikkus vahemikus $2 \text{ m} \leq l_s \leq 6 \text{ m}$ ehk $l_s = 2 \text{ m}$ [12, p. 52]. Käesolevas töös võetakse 1 m kummalegi poole neelusarikat. Valitakse minimaalne pikkus, kuna tegelikult ei kuhju lumi kogu neelu ulatuses ühtlaselt ning käesoleva töö autori arvates on arvutus teostatud tagavara kasuks.

3.2.3. Tuulekoormus

Tuulekoormus arvutatakse vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-4:2007 "Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus". Tuulekoormus esitatakse risti konstruktsiooni pinnaga mõjuva tuulerõhuna [10, p. 192].

Kõigepealt tuleb arvutada tippkiirusrõhk $q_p(z_e)$ [kN/m²], seejärel välisrõhutegurid c_{pe} ning lõpuks tuulerõhk w_e [kN/m²]. Käesolevas töös käsitleb tuulekoormuse arvutus ainult katusele mõjuvat jõudu.

Katuse jaotumine tsoonideks on kujutatud joonisel 1. Kuna tuulega koormatud pinnad on suuremad kui 10 m², vaadeldakse ainult välisrõhutegurit $c_{pe,10}$. Välisrõhutegurid on lineaarselt interpoleeritud standardi tabelist [13, p. 43] ning antud tabelites 10, 11 ja 14. Nendes tabelites on antud nii positiivsed kui ka negatiivsed väärtused, kuna katusel nurgaga $\alpha=36^\circ$ ja $\alpha=35^\circ$ võib ristisihis puhuva tuule puhul rõhk muutuda mõlema väärtuse vahel. Selliste katuste puhul on arvestatud, et ühel katuseküljel ei oleks samaaegselt kasutatud erimärgilisi väärtusi. [13, p. 43]

Tippkiirusrõhk q_p [kN/m²] arvutatakse valemiga [13, p. 23]:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z), \quad (13)$$

kus ρ – õhu tihedus, mille soovituslik väärtus on 1,25 kg/m³;

$v_m(z)$ – keskmine tuulekiirus kõrgusel z maapinnast, mis sõltub maapinna karedusest, pinnavormidest ja tuule baaskiirusest v_b . Keskmine tuulekiirus v_m [m/s] arvutatakse valemiga [13, p. 19]:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b, \quad (14)$$

kus v_b – tuule põhilise baaskiiruse väärtus, mis Eestis võetakse rahvusliku lisa järgi 21 m/s;

c_0 – pinnavormitegur, mille väärtus tasase maastiku puhul on 1,0;

$c_r(z)$ – karedustegur, mis arvutatakse valemiga [13, p. 19]:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0), \text{ kui } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}, \quad (15)$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}), \text{ kui } z < z_{\min}, \quad (16)$$

kus z_0 – karedusmõõt;

z_{\min} – 5 m (maastikutüüp III, EVS-EN 1991-1-4:2007 tabeli 4.1);

z_{\max} – maksimumkõrgus, mis võetakse 200 m;

k_r – maastikutüübitegur, mis arvutatakse valemiga [13, p. 20]:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}, \quad (17)$$

kus $z_{0,II}=0,05$ m (maastikutüüp II, EVS-EN 1991-1-4:2007 tabeli 4.1).

$I_v(z)$ – turbulentsi intensiivsus, mis arvutatakse valemiga [13, p. 22]:

$$I_v(z) = \left(\frac{k_I}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \right), \text{ kui} \quad (18)$$

$$z_{\min} \leq z \leq z_{\max},$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}), \text{ kui } z < z_{\min}, \quad (19)$$

kus k_I – turbulentsitegur, mille soovituslik väärtus on 1,0.

Standardi EVS-EN 1991-1-4:2005 tabeli 4.1 järgi asub projekteeritav hoone III maastikutüübi alal, seega $z_0=0,3$; $z_{0,II}=0,05$ ja $z_{\min}=5$ m. Hoone on kõrgem kui 5 m, järelikult võetakse välisrõhu arvutuskõrguseks hoone kõrguse ehk $z=h=8,8$ m.

Välispindadele mõjuv tuulerõhk w_e [kN/m²] arvutatakse valemiga:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad (20)$$

kus $q_p(z_e)$ – kiirusrõhk kN/m²;

z_e – arvutuskõrgus m;

c_{pe} – välisrõhutegur.

Tippkiirusrõhu arvutamise lahendus:

Tuuleturbulentsi intensiivsus I_v arvutatakse vastavalt valemile (18), sest kehtib seos

$z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ ehk $5 < 8,8 < 200$:

$$I_v(z) = \left(\frac{1,0}{1,0 \cdot \ln(8,8/0,3)} \right) = 0,296.$$

Maastikutüübi tegur k_r arvutatakse valemiga (17):

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215.$$

Maastiku karedustegur c_r arvutatakse valemiga (15), sest kehtib seos $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$

$5 < 8,8 < 200$:

$$c_r(z) = 0,215 \cdot \ln(8,8/0,3) = 0,726.$$

Tuulekiiruse keskvaartus v_m [m/s] arvutatakse valemiga (14):

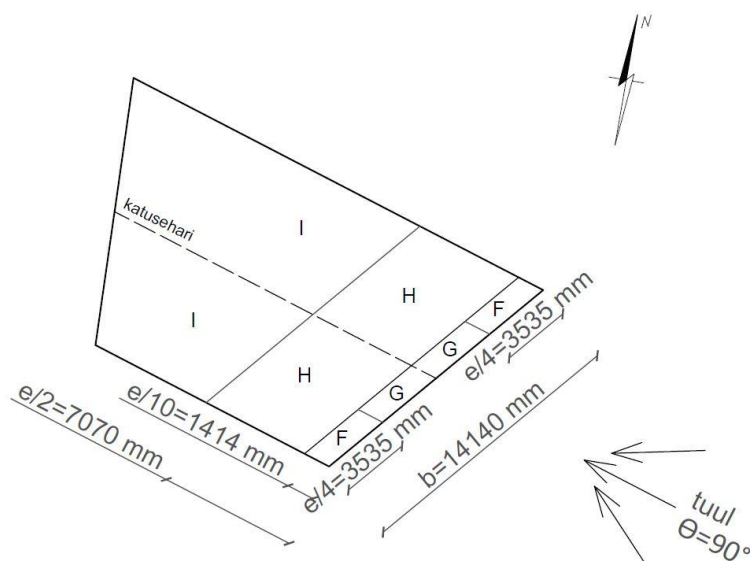
$$v_m(z) = 0,726 \cdot 1,0 \cdot 21 = 15,246 \text{ m/s.}$$

Tippkiirusrõhu normatiivne väärtus q_p [kN/m²] arvutatakse valemiga (13):

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot 0,296] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 15,246^2 = 0,446 \text{ kN/m}^2.$$

A osa katuse tuulekoormus

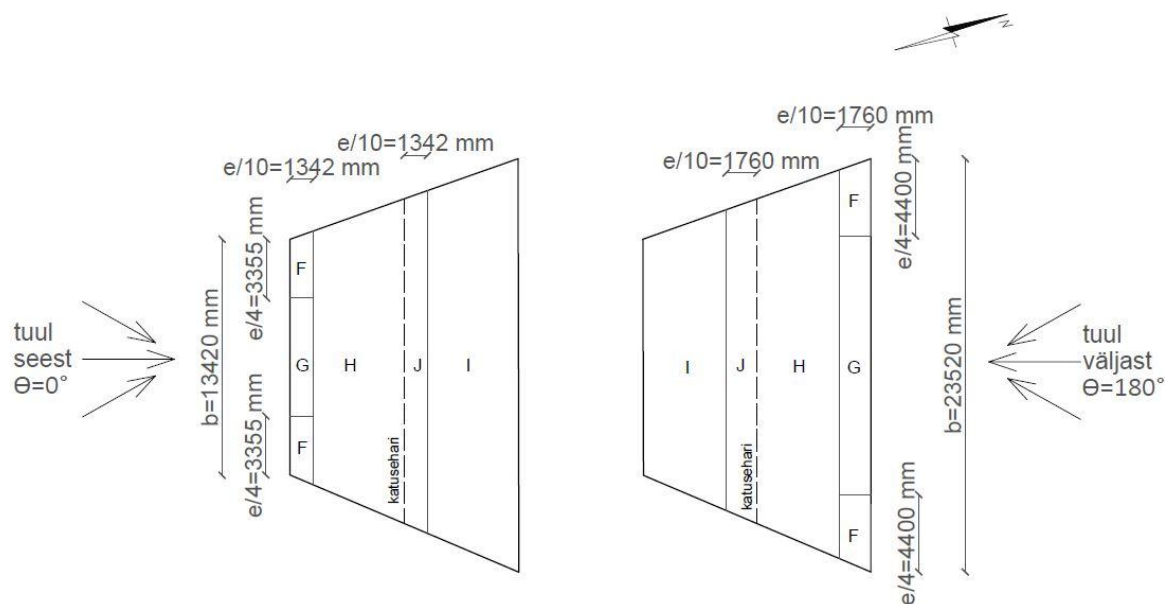
Projekteeritava hoone A osal on kahekaldeline katus nurgaga $\alpha = 36^\circ$. Tuule suuna 90° puhul on tuule ristisihis hoone mõõt $b = 14140$ mm. Hoone kõrgus $h = 8800$ mm. Kahekaldelise katuse puhul tuleb võtta $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem [13, p. 42]. Järelikult tuule suuna 90° puhul $e = b = 14140$ mm.



Joonis 4. A osa kahekaldelise katuse koormustsoonid ja arvutuskõrgused, tuule suund $\Theta = 90^\circ$ [13, p. 42]

Tuule suuna 0° puhul on tuule ristisihis hoone mõõt $b = 13420$ mm. Hoone kõrgus $h = 8800$ mm. Kahekaldelise katuse puhul tuleb võtta $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem [13, p. 42]. Järelikult tuule suuna 0° puhul $e = b = 13420$ mm.

Tuule suuna 180° puhul on tuule ristisihis hoone mõõt $b = 23520$ mm. Hoone kõrgus $h = 8800$ mm. Kahekaldelise katuse puhul tuleb võtta $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem [13, p. 42]. Järelikult tuule suuna 180° puhul $e = 2h = 17600$ m.



Joonis 5. A osa kahekaldelise katuse koormustsoonid ja arvutuskõrgused, tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 180^\circ$ [13, p. 42]

Tabel 10. A osa kahekaldelise katuse tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ suunaga $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 180^\circ$ [13, p. 43]

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 180^\circ$				
	F	G	H	I	J
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
30	-0,50	-0,50	-0,20	-0,40	-0,50
	0,70	0,70	0,40	0,00	0,00
36	-0,30	-0,30	-0,12	-0,32	-0,42
	0,70	0,70	0,48	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,30
	0,70	0,70	0,60	0,00	0,00

Tabel 11. A osa kahekaldelise katuse tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ suunaga $\theta = 90^\circ$ [13, p. 44]

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta = 90^\circ$			
	F	G	H	I
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
30	-1,10	-1,40	-0,80	-0,50
36	-1,10	-1,40	-0,84	-0,50
45	-1,10	-1,40	-0,90	-0,50

Välispindadele mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga (20). Joonkoormus sarikale leitakse tuulerõhu korrutamisel sarika sammuga $s = 900$ mm. Tulemused on esitatud tabelites 12 ja 13.

Tabel 12. A osa koormustsoonide tuulerõhud suunaga $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 180^\circ$

Tsoon	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 180^\circ$							
	F		G		H		I	J
Tuulerõhutegur $c_{pe,10}$	-0,3	+0,7	-0,3	+0,7	-0,12	+0,48	-0,32	-0,42
Tuulerõhk w_e (kN/m²)	-0,134	+0,312	-0,134	+0,312	-0,054	+0,214	-0,143	-0,187
Joonkoormus sarikale (kN/m)	-0,121	+0,281	-0,121	+0,281	-0,049	+0,193	-0,129	-0,168

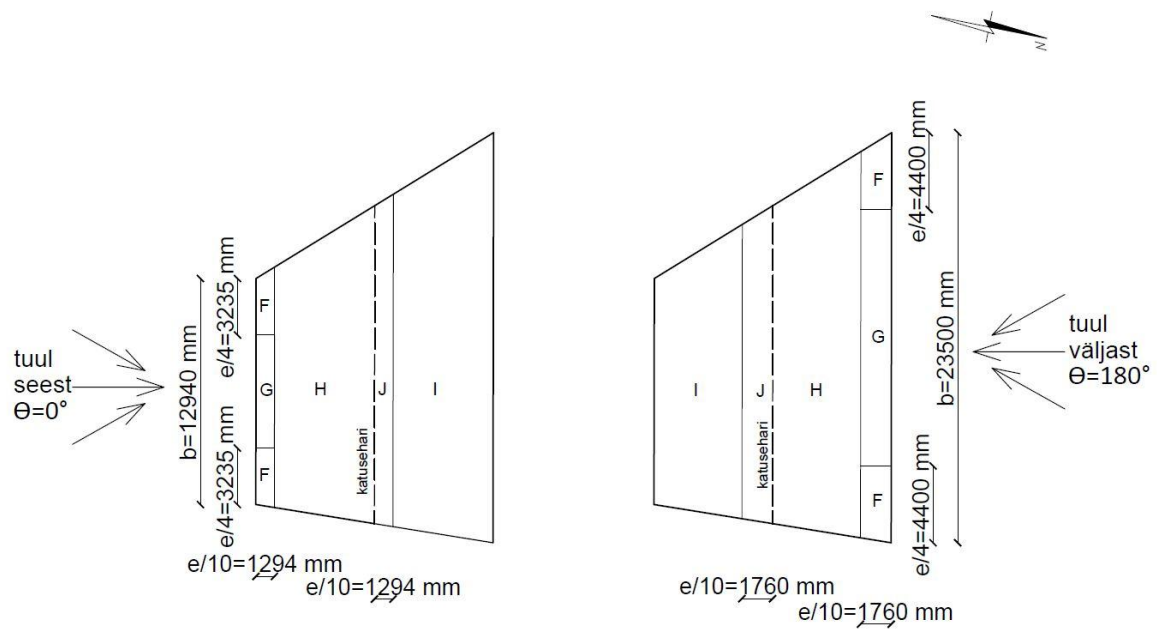
Tabel 13. A osa koormustsoonide tuulerõhud suunaga $\theta = 90^\circ$

Tsoon	Tuule suund $\theta = 90^\circ$			
	F	G	H	I
Tuulerõhutegur $c_{pe,10}$	-1,1	-1,4	-0,84	-0,5
Tuulerõhk w_e (kN/m²)	-0,491	-0,624	-0,375	-0,223
Joonkoormus sarikale (kN/m)	-0,442	-0,562	-0,338	-0,201

B osa katuse tuulekoormus

Projekteeritava hoone B osal on kahekaldeline katus nurgaga $\alpha = 35^\circ$. Tuule suuna 0° puhul on tuule ristisihis hoone mõõt $b = 12940$ mm. Hoone kõrgus $h = 8800$ mm. Kahekaldelise katuse puhul tuleb võtta $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem [13, p. 42]. Järelikult tuule suuna 0° puhul $e = b = 12904$ mm.

Tuule suuna 180° puhul on tuule ristisihis hoone mõõt $b = 23500$ mm. Hoone kõrgus $h = 8800$ mm. Kahekaldelise katuse puhul tuleb võtta $e = b$ või $2h$, olenevalt kumb väärtus on väiksem [13, p. 42]. Järelikult tuule suuna 180° puhul $e = 2h = 17600$ mm.



Joonis 6. B osa kahekaldelise katuse koormustsoonid ja arvutuskõrgused, tuule suund $\Theta = 0^\circ$ ja $\Theta = 180^\circ$ [13, p. 42]

Tabel 14. B osa kahekaldelise katuse tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$ suunaga $\Theta = 0^\circ$ ja $\Theta = 180^\circ$ [13, p. 43]

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\Theta = 0^\circ$ ja $\Theta = 180^\circ$				
	F	G	H	I	J
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
30	-0,50	-0,50	-0,20	-0,40	-0,50
	0,70	0,70	0,40	0,00	0,00
35	-0,33	-0,33	-0,13	-0,33	-0,43
	0,70	0,70	0,47	0,00	0,00
45	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,30
	0,70	0,70	0,60	0,00	0,00

Välispindadele mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga (20). Joonkoormus sarikale leitakse tuulerõhu korrutamisel sarika sammuga $s = 900$ mm. Tulemused on esitatud tabelis 15.

Tabel 15. B osa koormustsoonide tuulerõhud suunaga $\Theta = 0^\circ$ ja $\Theta = 180^\circ$

Tsoon	Tuule suund $\Theta = 0^\circ$ ja $\Theta = 180^\circ$							
	F		G		H		I	J
Tuulerõhutegu $r_{c_{pe,10}}$	-0,330	+0,700	-0,330	+0,70 0	-0,130	+0,47 0	-0,330	-0,430
Tuulerõhk w_e (kN/m ²)	-0,147	+0,312	-0,147	+0,31 2	-0,058	+0,21 0	-0,147	-0,192
Joonkoormus sarikale (kN/m)	-0,132	+0,281	-0,132	+0,28 1	-0,052	+0,18 9	-0,132	-0,173

3.2.4. Koormuskombinatsioonid

Antud konstruktsioonide puhul kontrollitakse kande- ja kasutuspiirseisundit. Vastavalt mõlemale olukorrale koostatakse kriitiliseimad koormuskombinatsioonid, mis toovad esile suurimad sisejõud vaadeldavates elementides, arvestades koormuste ebasoodsaima paiknemise võimalusega.

Kande- ja kasutuspiirseisundi koormuskombinatsioonid

Kandepiirseisundi koormuskombinatsiooni üldvalem (9) on esitatud punktis 3.2. Käesolevas töös kontrolliti järgmisi koormuskombinatsioone:

1) KK1 - omakaalukoormuse ebasoodne mõju:

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k = 1,35 \cdot G_k, \quad (21)$$

kus $\gamma_{G,sup}$ – alalise koormuse ebasoodsast mõjust tulenev osavarutegur;
 G_k – normatiivne omakaalukoormus kN/m.

2) KK2 - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus:

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,sup} \cdot q_{k,lumi} = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,lumi}, \quad (22)$$

kus $\gamma_{Q,sup}$ – muutuva koormuse ebasoodsast mõjust tulenev osavarutegur;
 $q_{k,lumi}$ – normatiivne lumekoormus kN/m.

3) KK3 - omakaalukoormuse ja tuulekoormuse ankurduse vajaduse kontroll:

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,sup} \cdot q_{k,tuul} = 0,9 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,tuul}, \quad (23)$$

kus $q_{k,tuul}$ – normatiivne tuulekoormus kN/m;

- KK8a - omakaalukoormus + tuulekoormus seest;

- KK8b - omakaalukoormus + tuulekoormus väljast;
- KK8c - omakaalukoormus + tuulekoormus 90 kraadi.

4) KK4 - omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mitte domineeriv lumekoormus:

$$\gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_k + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot q_{k,\text{kasus}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{lumi}} = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,\text{kasus}} + 1,50 \cdot 0,5 \cdot q_{k,\text{lumi}}, \quad (24)$$

kus $q_{k,\text{kasus}}$ – normatiivne kasuskoormus kN/m;

ψ_0 – mittedomineeriva muutuvkoormuse kombinatsioonitegur (vt Tabel 2).

5) KK5 - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus:

$$\gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_k + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot q_{k,\text{lumi}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{kasus}} = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,\text{lumi}} + 1,50 \cdot 0,7 \cdot q_{k,\text{kasus}}. \quad (25)$$

6) KK6 - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv tuulekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus:

$$\begin{aligned} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_k + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot q_{k,\text{lumi}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{tuul}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{kasus}} = \\ = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,\text{lumi}} + 1,50 \cdot 0,6 \cdot q_{k,\text{tuul}} + 1,50 \cdot 0,7 \cdot q_{k,\text{kasus}}, \end{aligned} \quad (26)$$

- KK6a - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv tuulekoormus seest + mitte domineeriv kasuskoormus;
- KK6b - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv tuulekoormus väljast + mitte domineeriv kasuskoormus;
- KK6c - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv tuulekoormus 90 kraadi + mitte domineeriv kasuskoormus.

7) KK7 - omakaalukoormus + domineeriv tuulekoormus + mitte domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus

$$\begin{aligned} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_k + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot q_{k,\text{tuul}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{lumi}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{kasus}} = \\ = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,\text{tuul}} + 1,50 \cdot 0,6 \cdot q_{k,\text{lumi}} + 1,50 \cdot 0,7 \cdot q_{k,\text{kasus}} \end{aligned} \quad (27)$$

- KK7a - omakaalukoormus + domineeriv tuulekoormus seest + mitte domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus;
- KK7b - omakaalukoormus + domineeriv tuulekoormus väljast + mitte domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus;

- KK7c - omakaalukoormus + domineeriv tuulekoormus 90 kraadi + mitte domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus.

8) KK8 - omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mitte domineeriv tuulekoormus + mitte domineeriv lumekoormus:

$$\begin{aligned} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot G_k + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot q_{k,\text{kasus}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{tuul}} + \gamma_{Q,\text{sup}} \cdot \psi_0 \cdot q_{k,\text{lumi}} = \\ = 1,20 \cdot G_k + 1,50 \cdot q_{k,\text{kasus}} + 1,50 \cdot 0,6 \cdot q_{k,\text{tuul}} + 1,50 \cdot 0,5 \cdot q_{k,\text{lumi}} \end{aligned} \quad (28)$$

- KK8a - omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mitte domineeriv tuulekoormus seest + mitte domineeriv lumekoormus;
- KK8b - omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mitte domineeriv tuulekoormus väljast + mitte domineeriv lumekoormus;
- KK8c - omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mitte domineeriv tuulekoormus 90 kraadi + mitte domineeriv lumekoormus.

Kasutuspiirseisundi üldvalem (3) on esitatud punktis 2. Käesolevas töös on kasutuspiirseisundis kontrollitud koormuskombinatsioone:

9) KK9 - omakaalukoormus + domineeriv kasuskoormus + mitte domineeriv lumekoormus:

$$G_k + q_{k,\text{kasus}} + \psi_0 \cdot q_{k,\text{lumi}} = G_k + q_{k,\text{kasus}} + 0,5 \cdot q_{k,\text{lumi}} \quad (29)$$

10) KK10 - omakaalukoormus + domineeriv lumekoormus + mitte domineeriv kasuskoormus:

$$G_k + q_{k,\text{lumi}} + \psi_0 \cdot q_{k,\text{kasus}} = G_k + q_{k,\text{lumi}} + 0,7 \cdot q_{k,\text{kasus}} \quad (30)$$

3.3. Katusekonstruktsioonide dimensioneerimine

Projekteeritava hoone katusekonstruktsioonide tugevuskontrollide teostamisel on lähtutud standarditest EVS-EN 1990:2002+NA:2002, EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 ja Ehituskonstruktori käsiraamatust.

Projekteeritaval hoonel moodustavad katusekonstruktsiooni sarikad, tala, penn ja postid. Sarikad on omavahel ühendatud tala ja penniga ning on toetatud müüridele toetuvate postidega. Konstruktsioonipuiduks on valitud sõrmjätkatud saepuit tugevusklassiga C24. Vertikaalsed jõud katusekonstruktsioonide toesõlmedes võtavad vastu kandvad välis- ja

siseseinad. Horisontaalsed jõud võtavad vastu vahelaetalad, mis on seotud sarikatega ning on kinnitatud seintele.

Käesolevas töös on vormistatud B-1 katusekonstruktsioonide arvutused. Valitud on B-1 tsoonis asuv katusekonstruktsioon, kuna seal mõjuvad maksimaalsed koormused nii sarikatele kui ka talale. Lisaks on vormistatud B-3 tsooni talale teostatud lõplike deformatsioonide kontroll. B-3 tsooni tala on valitud sellepärast, et sellel on kõige pikem üleulatuv tala konsoolne osa. Teiste tsoonide kriitiliste katusekonstruktsioonide ning neelusarika arvutused on teostatud ning tulemused on esitatud tabelis (vt Tabel 18). Vahelaetalade läbipainet kasutuspiir seisundis ei vormistata, kuna vastav olukord ei osutu määravaks.

Sarikat tuleb kontrollida kandepiir seisundis maksimaalsele survele koos paindega ning põikjõule. Penni ja posti tuleb kontrollida nõtkele. Vahelaetala tuleb kontrollida tõmbele koos paindega ning põikjõule.

Materjali omaduste arvutusväärtused X_d leitakse valemiga [14, p. 24]:

$$X_d = k_{mod} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M}, \quad (31)$$

kus k_{mod} – tugevusparameetri modifikatsioonitegur, mis arvestab koormuse kestuse ja konstruktsiooni niiskuse mõju;

X_k – tugevusomaduse normväärtus;

γ_M – materjali omaduse osavarutegur.

Käesolevas töös eeldatakse soojustatud ruumides katusekonstruktsioonide kasutusklassiks 1 ja külma pööningu sarikatele, pennile ning postidele kasutusklassiks 2. Tegur k_{def} arvestab roome deformatsioone vastavas kasutusklassis. K_{def} väärtused on esitatud tabelis 17. Materjali osavarutegur γ_M soovitatavad väärtus saepuidule vastavalt standardi tabelile NA.2.3 on $\gamma_M = 1,30$. K_{mod} väärtused võetakse lühima kestusklassiga koormuse järgi ja on esitatud tabelis 16. [14, p. 24]

Tabel 16. k_{mod} väärtused [14, p. 27]

Materjal	Kasutusklass	Koormuse kestusklass				
		Alaline koormus	Pikaajaline koormus	Keskmise kestusega koormus	Lühiajaline koormus	Hetkeline koormus
Saepuit	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10

Tabel 17. k_{def} väärtused [14, p. 29]

Materja	Kasutusklass		
	1	2	3
Saepuit	0,6 0	0,80	2,00

Materjali normatiivsed omadused

Okaspuust saematerjali tugevusklassiga C24 normatiivsed omadused on saadud Ehituskonstruktori käsiraamatust [10, p. 506] tabelist 14.5:

Tugevus:

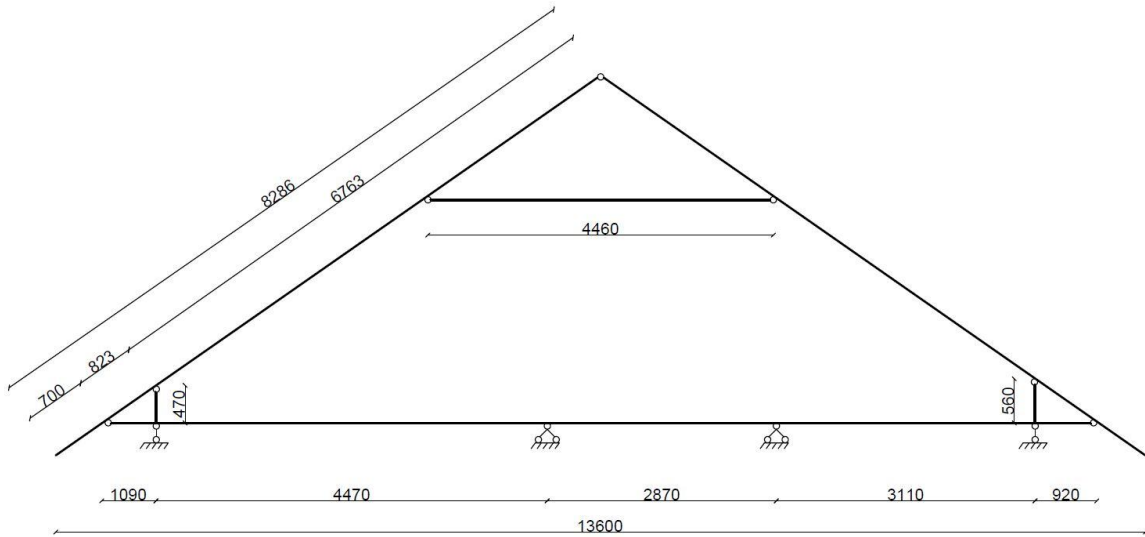
- paindetugevus $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$;
- tõmbetugevus pikikiudu $f_{t,0,k} = 14,0 \text{ N/mm}^2$;
- survetugevus pikikiudu $f_{c,0,k} = 21,0 \text{ N/mm}^2$;
- nihketugevus $f_{v,k} = 4,0 \text{ N/mm}^2$.

Jäikus:

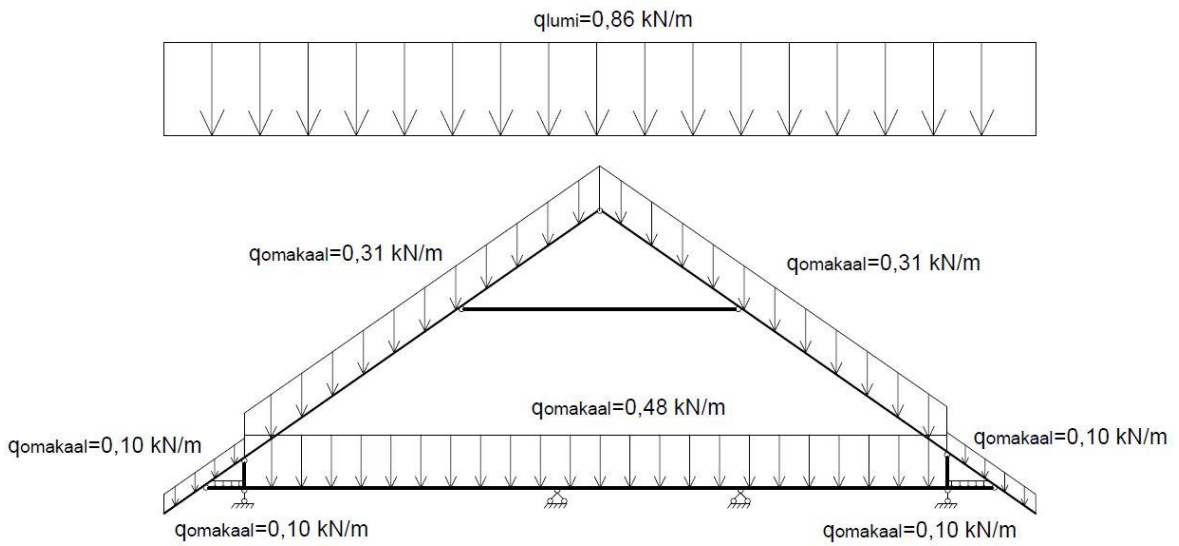
- Elastsusmoodul 5% pikikiudu $E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$.

3.3.1. Hoone B-1 osa katusekonstruktsiooni dimensioneerimine

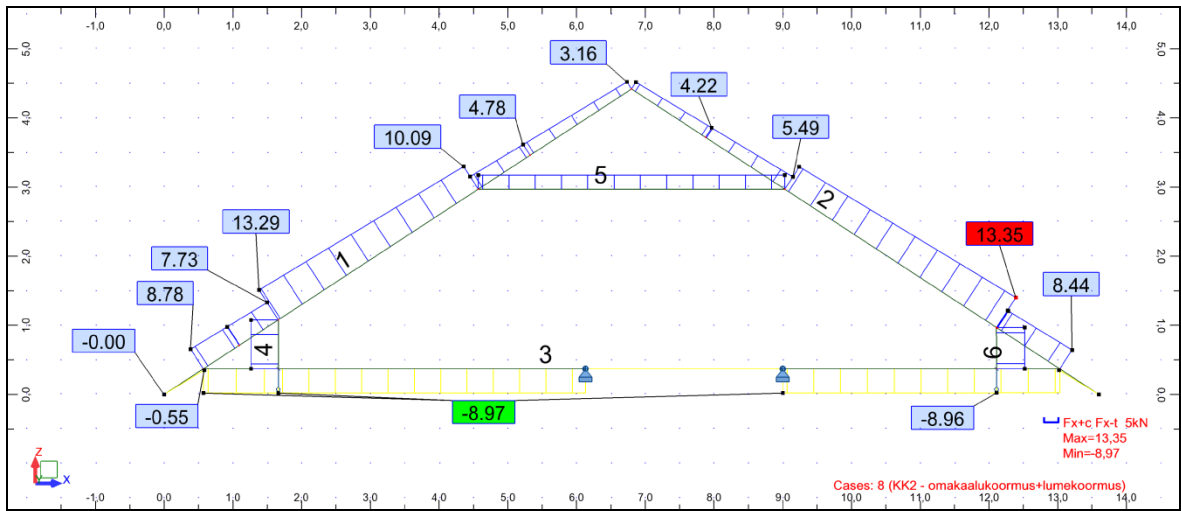
Hoone B-1 osas kasutatakse nii sarikatel kui ka taladel konstruktsioonipuitu ristlõikega 80×240 mm. Pennid ja postid on ristlõikega 80×120 mm. Kõik elemendid paigaldatakse sammuga 900 mm. Määravaks sai koormuskombinatsioon KK2, kus mõjub omakaalu- ning lumekoormus. Lumekoormus on keskmise kestusega ehk k_{mod} väärtus võetakse 0,8 (vt Tabel 16). Kontrolliti ühtlaselt sadanud ja kuhjunud lume olukordi ning kriitiliseks osutus ühtlaselt sadanud lumi.



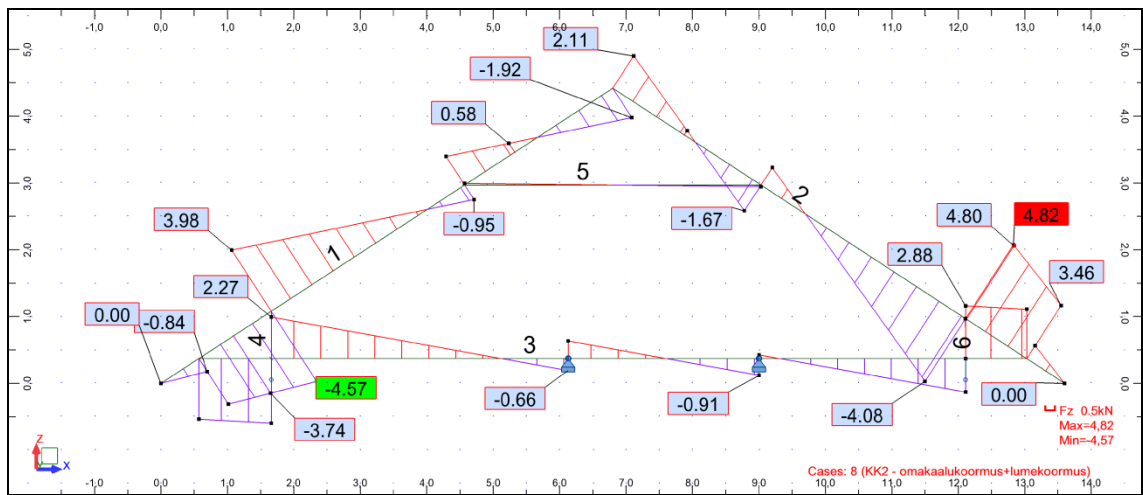
Joonis 7. Katusekonstruktsiooni arvutuskeem, mm



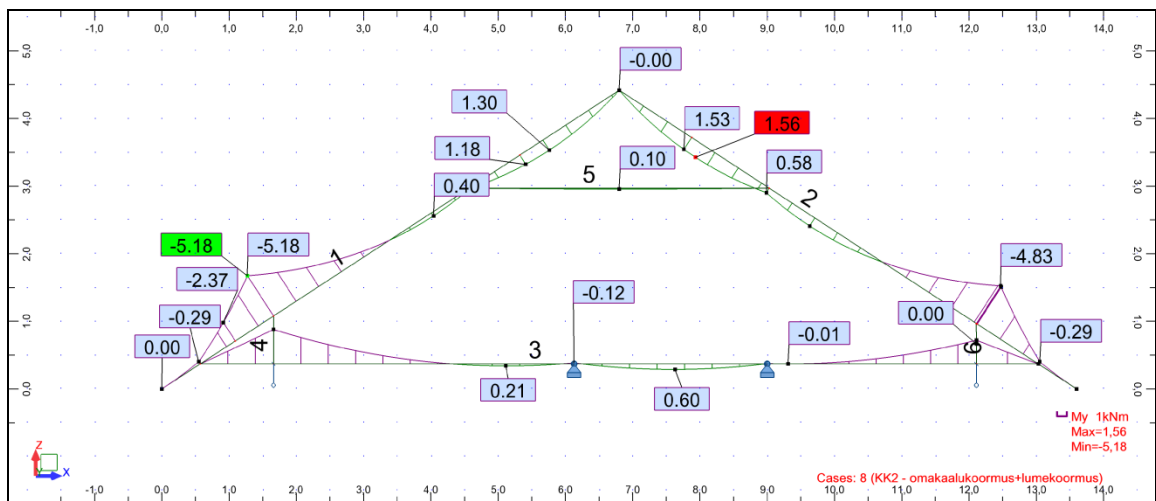
Joonis 8. Katusekonstruktsiooni normatiivsed koormused, kN/m



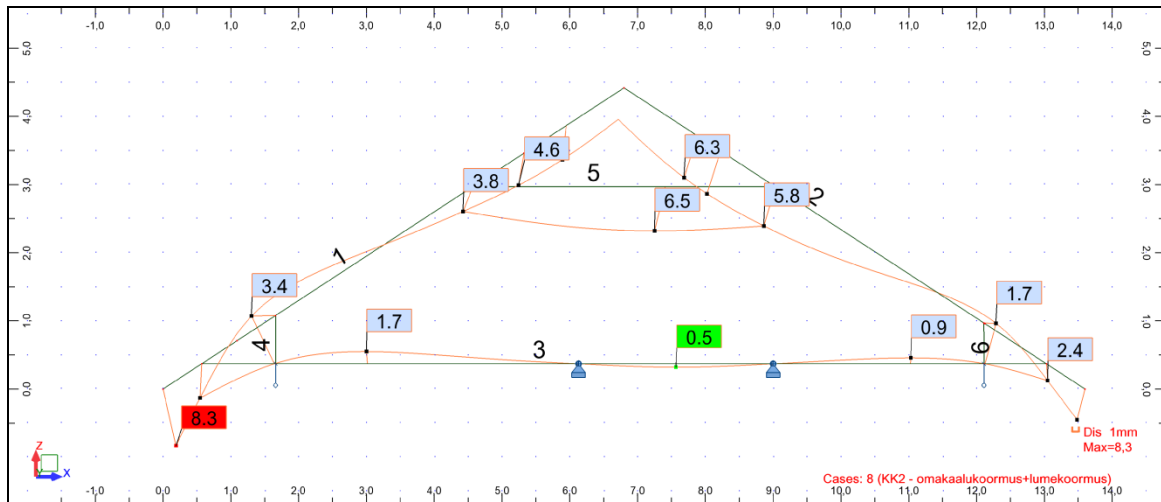
Joonis 9. Katusekonstruktsiooni pikijõu epüür N_{sd} , kN



Joonis 10. Katusekonstruktsiooni põikjõu epüür V_{sd} , kN



Joonis 11. Katusekonstruktsiooni paindemomendi epüür M_{sd} , kNm



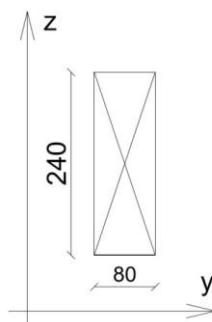
Joonis 12. Katusekonstruktsiooni deformatsioonid, mm

Sarika kandevõime kontroll survele koos paindega

Sarika kandevõime kontrolli survele koos paindega teostatakse standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 järgi.

Kontrollitakse sarikat 80×240 mm kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsioonis KK2. Peatükis 3.3.1 esitatud joonistel 9 kuni 11 on näha, et kriitiliseks osutuvad kohad, kus sarikad toetuvad postidele. Maksimaalne paindemoment y-telje suhtes on $M_{sd}=5,18$ kNm ning pikijõud samas lõikes on $N_{sd}=13,29$ kN. Paindemomenti ja pikijõudu z-telje suhtes ei esine.

Sarika kandevõime kontrollil lähtutakse surutud ja painutatud posti arvutusmeetodist [14, pp. 40-41]. Sarikat katavad roovid, mis ei lase z-telje suhtes nõtkuda. Järelikult nõtket z-telje suhtes ei arvestata.



Joonis 13. Sarika ristlõige 80×240 mm

Kontrollitakse, kas tegu on saleda vardaga.

Saleda varda korral peab olema täidetud tingimus [14, p. 40]:

$$\lambda_{rel} > 0,3, \quad (32)$$

kus λ_{rel} – suhteline saledus.

Suhteline saledus λ_{rel} arvutatakse valemiga [10, p. 515]:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{E_{0,05}}}, \quad (33)$$

kus λ – saledus;

$f_{c,o,k}$ – normatiivne survetugevus pikikiudu N/mm²;

$E_{0,05}$ – elastsusmooduli 5% väärtus.

Saledus λ arvutatakse valemiga [10, p. 515]:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i}, \quad (34)$$

kus l_{ef} – nõtkepikkus mm;

i – inertsiraadius mm.

Inertsiraadius i [mm] arvutatakse valemiga [10, p. 26]:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}, \quad (35)$$

kus I – ristlõike inertsimoment mm⁴;

A – ristlõike pindala mm².

Ristlõike pindala A [mm²] arvutatakse valemiga:

$$A = b \cdot h, \quad (36)$$

kus h – ristlõike kõrgus mm;

b – ristlõike laius mm.

Inertsimoment I [mm⁴] arvutatakse valemitega [10, p. 26]:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12}, \quad (37)$$

$$I_z = \frac{b^3 \cdot h}{12}. \quad (38)$$

Inertsimoment I_y [mm⁴] y-telje suhtes arvutatakse valemiga (37):

$$I_y = \frac{80 \cdot 240^3}{12} = 92,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4.$$

Inertsiraadius i [mm] y-telje suhtes arvutatakse valemiga (35):

$$i_y = \sqrt{\frac{92,16 \cdot 10^6}{19200}} = 69,3 \text{ mm}.$$

Sarika saledus λ_y y-telje suhtes arvutatakse valemiga (34):

$$\lambda_y = \frac{5410}{69,3} = 78,1.$$

Suhteline saledus $\lambda_{rel,y}$ y-telje suhtes arvutatakse valemiga (33):

$$\lambda_{rel,y} = \frac{78,1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,324 > 0,3.$$

järelikult on tegemist saleda vardaga.

Saleda varda survele koos paindega peavad olema täidetud järgmised tingimused [14, p. 41]:

- nõtke ümber y-telje

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad (39)$$

- nõtke ümber z-telje

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad (40)$$

kus $f_{c,0,d}$ – pikikiudu survetugevuse arvutusväärtus N/mm²;

$f_{m,y,d}; f_{m,z,d}$ – paindetugevuse arvutusväärtus N/mm²;

$\sigma_{c,0,d}$ – pikikiudu survepinge arvutusväärtus N/mm²;

$\sigma_{m,y,d}; \sigma_{m,z,d}$ – paindepinge y- või z- telje suhtes N/mm²;

$k_{c,y}; k_{c,z}$ – nõtketegurid peatelgede suhtes;

k_m – tegur, mis arvestab pingete ümberjagunemist ja materjali mittehomoogeensust. Täisnurkse ristlõike korral $k_m=0,7$ [14, p. 37].

Arvutuslikud paindetugevuse ja survetugevuse väärtused leitakse valemiga:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2,$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2,$$

kus k_{mod} – koormuse kestuse ja niiskuse mõju arvestav modifikatsioonitegur;

$f_{m,k}$ – normpaindetugevus N/mm^2 ;

γ_m – materjali osavarutegur.

Ristlõike pindala A_{ef} [mm^2] arvutatakse valemiga (36):

$$A_{ef} = 80 \cdot 240 = 19200 \text{ mm}^2.$$

Nõtkepikkused jätkuva varda äärmisel sildel, millel on põikkoormus, kuid puuduvad kinnitusmomendid, arvutatakse valemiga [10, p. 519]:

$$l_{ef} = 0,8 \cdot s, \quad (41)$$

kus s – sille mm.

Nõtkepikkus l_{ef} [mm] y-telje suhtes postist harjani arvutatakse valemiga (41) :

$$l_{ef,y} = 0,8 \cdot 6763 = 5410 \text{ mm}.$$

Ebastabiilsustegur k_y arvutatakse valemiga [14, p. 41]:

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2], \quad (42)$$

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,324 - 0,3) + 1,324^2] = 1,479.$$

kus β_c – tegur, mis saepuidu puhul on 0,2 [14, p. 51].

Nõtketegur $k_{c,y}$ arvutatakse valemiga [14, p. 41]:

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}, \quad (43)$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{1,479 + \sqrt{1,479^2 - 1,324^2}} = 0,468.$$

Arvutuslik survepinge $\sigma_{c,0,d}$ [N/mm²] leitakse valemiga [10, p. 517]:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{sd}}{A}, \quad (44)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{13,29 \cdot 10^3}{19200} = 0,69 \text{ N/mm}^2.$$

Arvutuslik paindepinge $\sigma_{m,y,d}$ [N/mm²] leitakse valemiga [10, p. 517]:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{sd}}{W_y}, \quad (45)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{5,18 \cdot 10^6 \cdot 6}{80 \cdot 240^2} = 6,74 \text{ N/mm}^2.$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile (39):

$$\frac{0,69}{0,468 \cdot 12,92} + \frac{6,74}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{0}{0} = 0,57 < 1.$$

Tugevustingimused on täidetud. Järelikult on sarika kandevõime survele koos paindega tagatud.

Sarika kandevõime kontroll nihkele

Sarika kandevõimekontrolli nihkele teostatakse standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 järgi.

Suurim põikjõud sarikas on $V_{sd}=4,82$ kN.

Nihkele peab olema tagatud tingimus [14, p. 37]:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \quad (46)$$

kus τ_d – arvutuslik nihkepinge N/mm²;

$f_{v,d}$ – arvutuslik nihketugevus N/mm².

Ristkülikristlõike puhul arvutatakse arvutuslik nihkepinge τ_d [N/mm²] valemiga [14, p. 49]:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{sd}}{b_{ef} \cdot h}, \quad (47)$$

- kus b_{ef} – ristlõike efektiivlaius mm;
 V_{sd} – põikjõud kN;
 h – ristlõike kõrgus mm.

Ristlõike efektiivlaius b_{ef} [mm] arvutatakse valemiga [14, p. 127]:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b, \quad (48)$$

$$b_{ef} = 0,67 \cdot 80 = 53,6 \text{ mm},$$

- kus k_{cr} – pragunemistegur, mille soovituslik väärtus saepuidul on 0,67 [14, p. 127].

Arvutuslik nihkepinge τ_d [N/mm²] arvutatakse valemiga (47):

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot 4,82 \cdot 10^3}{53,6 \cdot 240} = 0,56 \text{ N/mm}^2.$$

Arvutuslik nihketugevus $f_{v,d}$ [N/mm²] arvutatakse valemiga:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m}, \quad (49)$$

$$f_{v,d} = 0,8 \cdot \frac{4,0}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2.$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile (46):

$$\frac{0,56}{2,46} = 0,23 < 1.$$

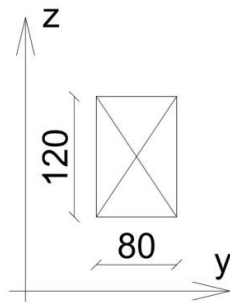
Tugevustingimus on täidetud. Järelikult on sarika kandevõime nihkele tagatud.

Penni kandevõime kontroll survele

Penni kandevõimet survele kontrollitakse standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 järgi.

Kontrollitakse penni 80×120 mm survele kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsioonis KK2. Pennis mõjuv pikijõud on $N_{sd}=6,38$ kN. Paindemomenti $M_{sd}=0,10$ kNm arvesse ei võeta, kuna see on oluliselt väiksem ning lõpptulemuses märkimisväärseid muutusi ei too. Paindemomenti ja pikijõudu z-telje suhtes ei esine.

Kuna penni saledus on suurem y-telje suhtes ning nõtkepikkused on mõlema telje suhtes samad, siis on kriitilisem nõtke ümber z-telje.



Joonis 14. Penni ristlõige 80×120 mm

Kontrollitakse, kas tegu on saleda vardaga.

Inertsimoment I_z [mm⁴] y-telje suhtes arvutatakse valemiga (37):

$$I_z = \frac{80^3 \cdot 120}{12} = 5,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4.$$

Inertsiraadius i [mm] y-telje suhtes arvutatakse valemiga (35):

$$i_z = \sqrt{\frac{5,12 \cdot 10^6}{9600}} = 23,1 \text{ mm}.$$

Sarika saledus λ_z z-telje suhtes arvutatakse valemiga (34):

$$\lambda_z = \frac{4460}{23,1} = 193,1.$$

Suhteline saledus $\lambda_{rel,z}$ z-telje suhtes arvutatakse valemiga (33):

$$\lambda_{rel,z} = \frac{193,1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 3,27 > 0,3.$$

järelikult on tegemist saleda vardaga.

Saleda varda puhul peavad olema täidetud tingimused (39) ja (40), kus paindemomenti arvesse ei võeta ehk:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1, \quad (50)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (51)$$

Arvutuslikud surve- ja paindetugevuse väärtused arvutatakse valemiga:

$$f_{c,0,d} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2,$$

Ristlõike pindala A [mm²] arvutatakse valemiga (36):

$$A_{ef} = 80 \cdot 120 = 9600 \text{ mm}^2.$$

Kahest otsast liigendkinnitusega posti efektiivne nõtkepikkus l_{ef} [mm] arvutatakse valemiga [10, p. 518]:

$$l_{ef} = 1 \cdot l, \quad (52)$$

kus l – penni pikkus,

$$l_{ef,z} = 1 \cdot 4460 = 4460 \text{ mm}.$$

Tegur k_z arvutatakse valemiga (42):

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (3,27 - 0,3) + 3,27^2] = 6,16.$$

Tegur $k_{c,z}$ arvutatakse valemiga (43):

$$k_{c,z} = \frac{1}{0,616 + \sqrt{0,616^2 - 0,327^2}} = 0,088.$$

Puidu arvutuslik survepinge $\sigma_{c,0,d}$ [N/mm²] arvutatakse valemiga (44):

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{6,38 \cdot 10^3}{9600} = 0,665 \text{ N/mm}^2.$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile (51):

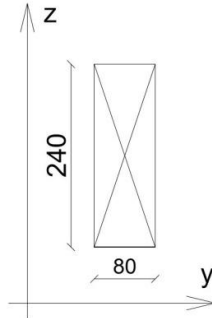
$$\frac{0,665}{0,088 \cdot 12,92} = 0,52 < 1.$$

Tugevustingimus on täidetud. Järelikult on penni kandevõime nõtkele tagatud.

Vahelaetala kandevõime kontroll tõmbele koos paindega

Tala kandevõimet tõmbele koos paindega kontrollitakse EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 järgi.

Kontrollitakse penni 80×120 mm tõmbele koos paindega kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsioonis KK2. Maksimaalne paindemoment mõjub kohas, kus sarikas toetub postile. Paindemomendi väärtus on $M_{sd}=5,92$ kNm, samas lõikes mõjub pikijõud suurusega $N_{sd}=10,35$ kN. Paindemomendi ja pikijõudu z-telje suhtes ei esine. Kiiveohtu ei esine, kuna talade jäikus on külgsuunas tagatud põrandakihtidega.



Joonis 15. Vahelaetala ristlõige 80×240 mm

Tala kandevõime kontrollimisel tõmbele koos paindega peab olema täidetud järgmine tingimus [14, p. 39]:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1. \quad (53)$$

Saepuitu, mille laius tõmbele on väiksem kui 150 mm, suurendatakse normtugevusi $f_{m,k}$ ja $f_{t,0,k}$ teguriga k_h [14, p. 26]:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} (150/b)^{0,2} \\ 1,3 \end{array} \right., \quad (54)$$

kus b – tõmbe elemendi laius mm,

$$k_h = (150/80)^{0,2} = 1,13 \rightarrow \min.$$

Arvutuslik paindetugevus $f_{m,y,d}$ [N/mm²] arvutatakse valemiga:

$$f_{m,y,d} = 0,8 \cdot \frac{1,13 \cdot 24}{1,3} = 16,69 \text{ N/mm}^2.$$

Arvutuslik tõmbetugevus $f_{t,0,d}$ [N/mm²] arvutatakse valemiga:

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m}, \quad (55)$$

$$f_{t,0,d} = 0,8 \cdot \frac{1,13 \cdot 14}{1,3} = 9,74 \text{ N/mm}^2.$$

Ristlõike pindala A [mm²] arvutatakse valemiga (36):

$$A_{ef} = b \cdot h = 80 \cdot 240 = 19200 \text{ mm}^2.$$

Arvutuslik tõmbepinge $\sigma_{t,0,d}$ [N/mm²] arvutatakse valemiga [10, p. 514]:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A_{ef}}, \quad (56)$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{10,35 \cdot 10^3}{19200} = 0,539 \text{ N/mm}^2.$$

Arvutuslik paindepinge $\sigma_{m,y,d}$ [N/mm²] arvutatakse valemiga (45):

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{5,92 \cdot 10^6}{76,8 \cdot 10^4} = 7,71 \text{ N/mm}^2.$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemile (53):

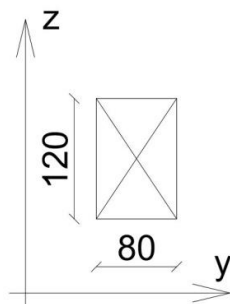
$$\frac{0,539}{9,74} + \frac{7,71}{16,69} = 0,46 < 1$$

Tugevustingimus on täidetud. Järelikult tala kandevõime tõmbele koos paindega on tagatud.

Posti kandevõime kontroll survele

Posti kandevõimet survele kontrollitakse EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 järgi.

Post kannab sarikate koormust üle seintele ja töötab trennilisele survele. Kontrollitakse posti 80×120 mm kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsioonis KK2. Postile mõjuv pikijõud on $N_{Sd}=10,63$ kN.



Joonis 16. Posti ristlõige 80×120 mm

Arvutuslikud survetugevuse $f_{c,0,d}$ [N/mm²] väärtused arvutatakse valemiga:

$$f_{c,0,d} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2.$$

Ristlõike pindala A [mm²] arvutatakse valemiga (36):

$$A_{ef} = 80 \cdot 120 = 9600 \text{ mm}^2.$$

Inertsimomendid I [mm⁴] telgede suhtes arvutatakse valemiga (37):

$$I_y = \frac{120^3 \cdot 80}{12} = 11,52 \cdot 10^6 \text{ mm}^4.$$

$$I_z = \frac{80^3 \cdot 120}{12} = 5,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4,$$

Inertsiraadiused i [mm] telgede suhtes arvutatakse valemiga (35):

$$i_y = \sqrt{\frac{11,52 \cdot 10^6}{9600}} = 34,64 \text{ mm},$$

$$i_z = \sqrt{\frac{5,12 \cdot 10^6}{9600}} = 23,09 \text{ mm}.$$

Kontrollida tuleb posti saledust. Nõtkte määravaks osutumisel, tuleb tugevustingimuste kontrollil arvestada nõtketegurit k_c .

Nõtkepikkus l_{ef} [mm] arvutatakse valemiga (52):

$$l_{ef,z} = l_{ef,y} = 1 \cdot 600 = 600 \text{ mm}.$$

Posti saledused λ y - ja z -telgede suhtes arvutatakse valemiga (34):

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{600}{34,66} = 17,32,$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{600}{23,09} = 25,98.$$

Suhtelised saledused λ_{rel} y - ja z -telgede suhtes arvutatakse valemiga (33):

$$\lambda_{rel,y} = \frac{17,32}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 0,294 < 0,3.$$

Järelikult ei ole tegu saleda postiga.

$$\lambda_{rel,z} = \frac{25,98}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 0,441 > 0,3.$$

Järelikult on tegu saleda postiga.

Tegur k_z arvutatakse valemiga (42):

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,441 - 0,3) + 0,441^2] = 0,611 .$$

Tegur $k_{c,z}$ arvutatakse valemiga (43):

$$k_{c,z} = \frac{1}{0,611 + \sqrt{0,611^2 - 0,441^2}} = 0,967 .$$

Arvutuslik survepinge $\sigma_{c,0,d}$ [N/mm²] pikikiudu leitakse valemiga (44):

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{10,63 \cdot 10^3}{9600} = 1,107 \text{ N/mm}^2 .$$

Tugevustingimuse kontroll vastavalt valemitele (39) ja (40):

$$\frac{1,107}{12,92} = 0,09 < 1,$$

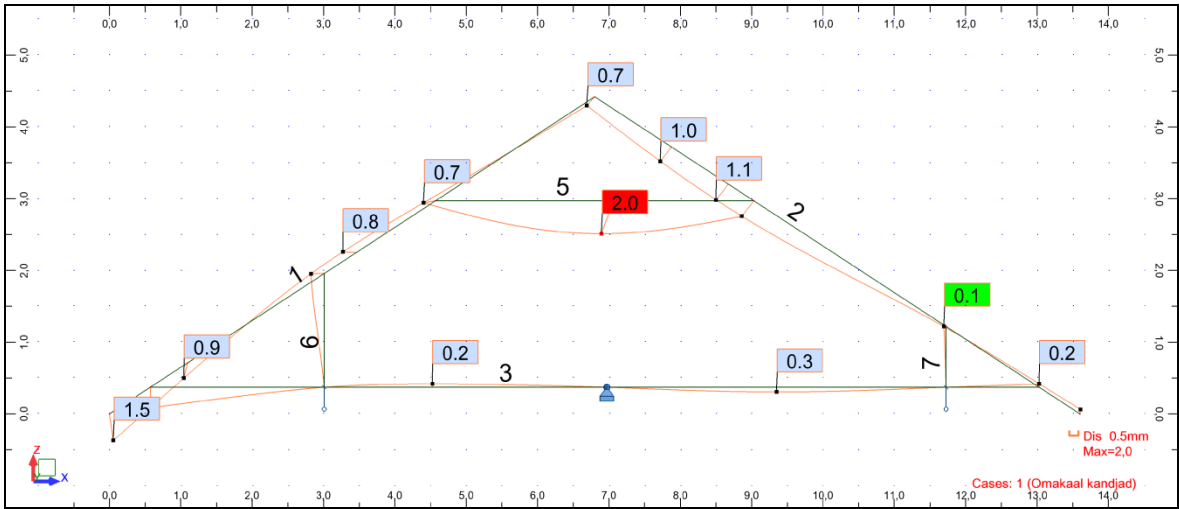
$$\frac{1,107}{0,967 \cdot 12,92} = 0,09 < 1.$$

Järelikult on tugevustingimused mõlema telje suhtes täidetud.

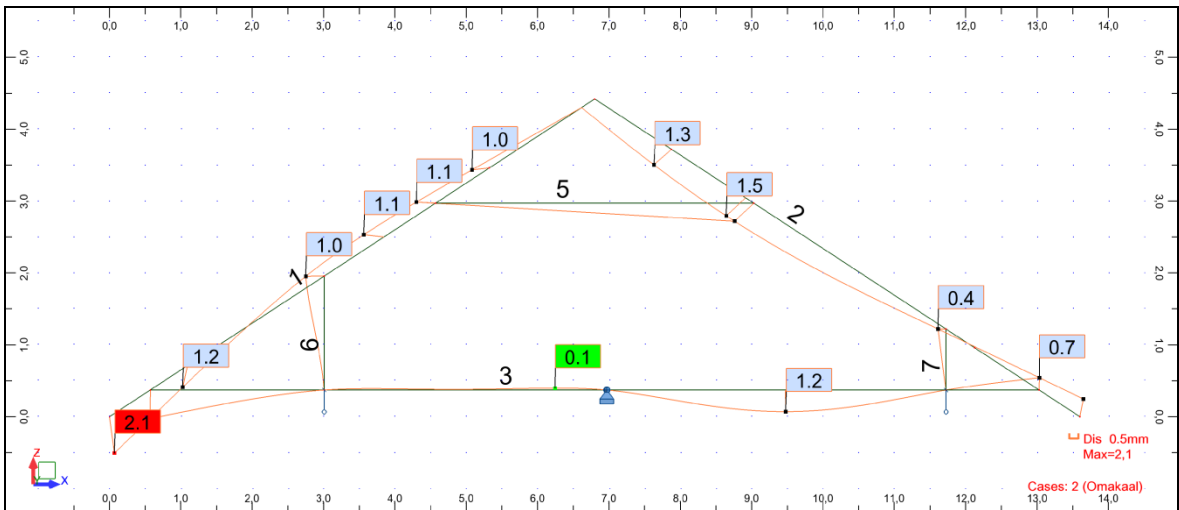
3.3.2. Hoone B-3 osa tala dimensioneerimine

Tala otsa lõplike deformatsioonide kontroll

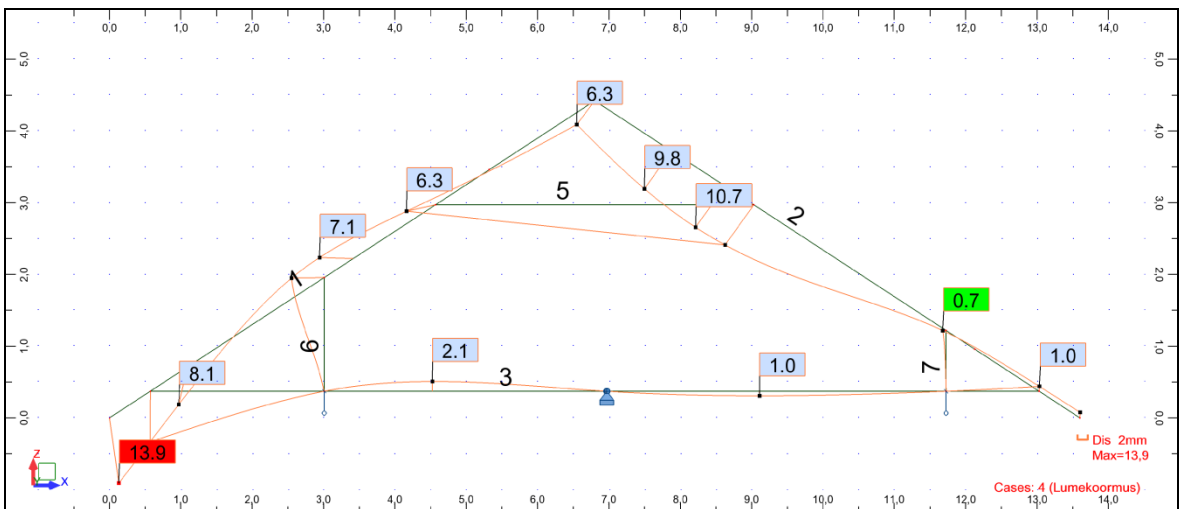
Koormuse mõjust ning niiskusest tingitud konstruktsiooni deformatsioonid peavad jääma lubatud piiridesse. Tala deformeerumist kandepiirsesundis on arvatud standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 järgi. Tala ots kandepiirsesundis paindub omakaalukoormusest ja lumekoormusest. Tala otsa tuleb käsitleda konsooltalana.



Joonis 17. Tala omakaalust põhjustatud deformatsioonid, mm



Joonis 18. Talale mõjuvatest omakaalukoormustest põhjustatud deformatsioonid, mm



Joonis 19. Talale mõjuvast lumekoormusest põhjustatud deformatsioonid, mm

Lõplik deformatsioon u_{fin} [mm] arvutatakse valemiga [14, p. 20]:

$$u_{fin} = u_{fin,G,1} + u_{fin,G,2} + u_{fin,Q}, \quad (57)$$

kus u_{fin} – lõplik deformatsioon mm;

$u_{fin,G,i}$ – lõplik deformatsioon alalisest koormusest G mm;

$u_{fin,Q}$ – lõplik deformatsioon muutuvast koormusest Q mm.

Lõplik deformatsioon u_{fin} [mm] alalisest koormusest G ehk omakaalust arvutatakse valemiga [14, p. 20]:

$$u_{fin,G} = u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}), \quad (58)$$

$$u_{fin,G,1} = 1,5 \cdot (1 + 0,6) = 2,4 \text{ mm},$$

$$u_{fin,G,2} = 2,1 \cdot (1 + 0,6) = 3,36 \text{ mm}.$$

Lõplik deformatsioon u_{fin} [mm] muutuvast koormusest Q ehk lumekoormusest arvutatakse valemiga [14, p. 20]:

$$u_{fin,Q} = u_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}), \quad (59)$$

$$u_{fin,Q} = 13,9 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 16,40 \text{ mm},$$

kus $\psi_{2,1}$ – muutuva koormus kombinatsiooniteguri tõenäoline esindussuurus.

Lõplik deformatsioon u_{fin} [mm] arvutatakse valemiga (57):

$$u_{fin} = 2,40 + 3,36 + 16,40 = 22,16 \text{ mm}.$$

Lubatud lõplik deformatsioon u_{fin} [mm] konsooltalal on arvutatud valemiga [14, p. 128]:

$$u_{fin} = \frac{l}{100}, \quad (60)$$

$$u_{fin} = \frac{3010}{100} = 30,10 \text{ mm} > 22,16 \text{ mm}.$$

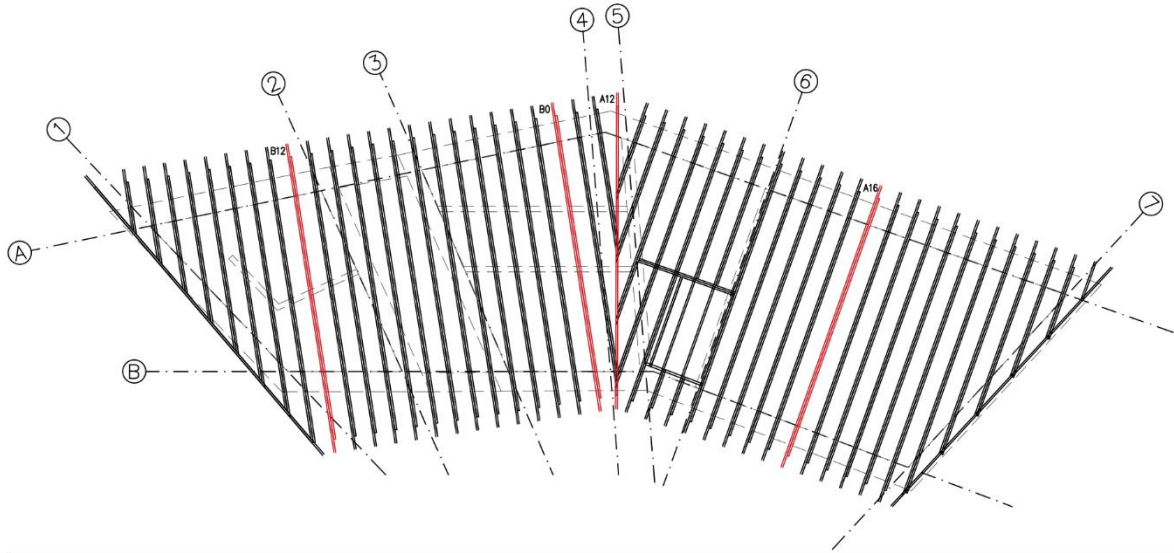
Järelikult jäävad deformatsioonid lubatud piiridesse.

3.3.3. Arvutustulemused

Käesolevas töös on teostatud tugevusarvutused katusekonstruktsioonidele, kasutades sisejõudude leidmiseks arvutiprogrammi ARSAP2015. Katuse koosneb paljudest elementidest, mille arvutuskäik on sama. Selle tõttu on diplomitöös välja toodud iga tsooni

kriitilisema sarika, tala, posti ja penni kandevõimearvutused, mis on esitatud tabelis 18. Kriitiliseks osutunud elementide asukohad on kujutatud punaselt joonisel 20.

Puitelemendid on üle dimensioneeritud, et sõlmede arvutustes ning elementide tugevuskontrollil nõrgestatud ristlõikes oleks elementide kandevõime tagatud.



Joonis 20. Kriitiliseks osutunud elementide asukohad

Tabel 18. Tugevusarvutuste koondtabel

Hoone tsoon	Nr.	Element	Tugevus-klass	Ristlõige (mm)	Koormus-kombinatsioon	Määrav piir seisund	Telg	Tugevus-tingimus
A-2	A16	Sarikas	C24	80×240	KK1	surve + paine	y-telg	0,57 < 1
						nihke- kandevõime	-	0,23 < 1
		Penn	C24	80×120	KK1	surve + paine	z-telg	0,52 < 1
		Post	C24	80×120	KK1	surve	y-telg	0,09 < 1
							z-telg	0,09 < 1
Tala	C24	80×240	KK2b	paine + tõmme	y-telg	0,46 < 1		
B-1	B0	Sarikas	C24	80×240	KK1	surve + paine	y-telg	0,57 < 1
						nihke- kandevõime	-	0,23 < 1
		Penn	C24	80×120	KK2a	surve + paine	z-telg	0,52 < 1
		Post	C24	80×120	KK1	surve	y-telg	0,09 < 1
							z-telg	0,09 < 1
Tala	C24	80×240	KK2b	paine + tõmme	y-telg	0,46 < 1		
B-3	B12	Sarikas	C24	80×240	KK1	surve + paine	y-telg	0,71 < 1
						nihke- kandevõime	-	0,24 < 1
		Penn	C24	80×120	KK1	surve + paine	z-telg	0,15 < 1
		Post	C24	80×120	KK1	surve	y-telg	0,10 < 1
							z-telg	0,17 < 1
Tala	C24	80×240	KK1	paine + tõmme	y-telg	0,33 < 1		
Neelu- sarikas	A12	Sarikas	C24	120×240	KK1	surve + paine	y-telg	0,80 < 1
						nihke- kandevõime	-	0,52 < 1
		Penn	C24	120×240	KK1	surve + paine	z-telg	0,19 < 1
		Post	C24	80×120	KK1	surve	y-telg	0,38 < 1
							z-telg	0,39 < 1
Tala	C24	120×240	KK10	paine + tõmme	y-telg	0,43 < 1		

KOKKUVÕTE

Magistritöö tulemusena koostati Jõgeva maakonnas Torma vallas Torma alevikus asuva Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt laiendatud arhitektuurse eelprojekti staadiumis. Käesolev töö ning E. Eksini poolt koostatud magistritöö "Torma mõisa ringtalli lääneosa ümberehitusprojekt" moodustavad koos ühtse terviku. Antud magistritöös on käsitletud hoone arhitektuurilist lahendust, välisseina difusiooni arvutust ning katusekonstruktsioonide tugevusarvutusi. Projekti koostamisel on lähtutud Torma Vallavalitsuse soovidest ning 2016. aastal E. Eksini poolt koostatud muinsuskaitse eritingimustest.

Magistritöö tegemise käigus on teostatud olemasolevate müüritiste ülesmöödistamine, kuna sellekohane varasem täpne dokumentatsioon puudus. Hoone ruumiprogrammi väljatöötamisel suheldi tihedalt tellijaga, kes soovib kasutada hoonet erinevatel eesmärkidel. Näiteks peavad olema olema ruumid näitlejate riietumiseks ja pesemiseks, konverentside korraldamiseks ning kuni kümne inimese majutamiseks. Hoone projekteerimisel on olemasolevate vundamentide ja seintega arvestades välja töötatud sobivad tehnilised lahendused. Lisaks on käsitletud välisseina difusiooni arvutust, kuna hoone seestpoolt valesti soojustamine võib tekitada vee kondenseerumist tarindis.

Magistritöös leiti hoonele sobiv katusekonstruktsiooni lahendus ning teostati arvutused konstruktsioonelementide ristlõigete leidmiseks. Dimensioneeriti sarikaid, penne, talasid ning sarikaid toetavaid poste. Kõik elemendid on projekteeritud sõrmjätkatud puidust tugevusklassiga C24. Tavasarikad ja talad valiti ristlõikega 80×240 mm ning penn ja postid ristlõikega 80×120 mm. Neelusarikas ja seda ühendav tala ning penn valiti ristlõikega 120×240 mm ja postid 80×120 mm.

Töö lisades on välja toodud projekteeritud hoone ruumide eksplikatsioon, ehitise olulised tehnilised andmed, geodeetiline alusplaan, 1999. aastal koostatud Torma mõisa ringtalli põhiplaan ning lõige, asendiplaan, fotod aastatest 1980-1997 ning olemasolevast olukorrast ja töö autori poolt koostatud vajalikud arhitektuursed joonised.

Käesolev magistritöö omab praktilist väärtust, kuna see on aluseks edasistele projekteerimistele ning toetuste taotlemiseks. Töö arendusena tuleb lahendada konstruktiivsed sõlmed, arvutada energiamärgis, koostada põhi- ning tööprojekt.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] O. Suuder, *Ettekirjutused Torma mõisa korrastamiseks*. KRPI, Tallinn: A-1452, 1985.
- [2] M. Tuuder, *Torma mõisa ringtalli muinsuskaitse eritingimused restaureerimistöodeks*, Tallinn, 2009.
- [3] A. Hein, Eesti mõisaarhitektuur. Historitsismist juugendini, Tallinn: Hattorpe, 2003, p. 272.
- [4] E. Kangilaski, *Ajalooline õiend. Torma mõis*. RUPI "Eesti Ehitusmälestised", Tallinn: A-2869, 1991.
- [5] E. Eksin, *Põlengujärgsed restaureerimise eritingimused. Torma mõisa ringtall*., Tartu, 2016.
- [6] *EVS 812-7:2008 "Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamise projekteerimise ja ehitamise käigus"*, Eesti Standardikeskus, 2008.
- [7] Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded, Riigi Teataja I, 54, 2015.
- [8] *EVS 812-6:2012 "Ehitise tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus"*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012.
- [9] A. Piirfeld, *ET-2 0404-0764 "Välisseina difusiooni arvutus"*, OÜ Ehitusteave, 2009.
- [10] K. Õiger, J. Rohusaar, R. Mägi, I. Talvik, V. O. V. Jaaniso ja jt, Ehituskonstruktori käsiraamat, Tallinn: Ehitame kirjastus, 2014.
- [11] *EVS-EN 1990:2002+NA:2002 "Eurokoodeks. Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused"*, Eesti Standardikeskus, 2003.
- [12] *EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus“*, Eesti Standardikeskus, 2006.
- [13] *EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus“*, Eesti Standardikeskus, 2007.
- [14] *EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2 „Eurokoodeks 5: Puitkonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreegliid ja reegliid hoonete projekteerimiseks“*, Eesti Standardikeskus, 2015.

- [15] O. Suuder, *Ettekirjutused Torma mõisa (Jõgeva raj.) korrastamiseks*, 1985: KRPI.
- [16] *Eesti NSV mõisaarhitektuur. M-1379*, Tallinn: ENSV Riiklik Ehituskomitee Kultuurimälestiste Riiklik Projekteerimise Instituut.
- [17] „Kultuurimälestiste riiklik register,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=imagegallery&id=24082>. [Kasutatud 28 04 2016].
- [18] Nõuded ehitusprojektile, Riigi Teataja I, 97, 2015.
- [19] *EVS 811:2012 "Hoone ehitusprojekt"*, Eesti Standardikeskus, 2012.
- [20] *EVS 865-1:2013 "Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri"*, Eesti Standardikeskus, 2013.
- [21] *EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused“*, Eesti Standardikeskus, 2003.
- [22] *Ehitise tehniliste andmete loetelu ja pindade arvestamise alused*, Riigi Teataja I, 152, 2014.
- [23] E. Eksin, *Torma mõisa ringtalli lääneosa ümberehitusprojekt*, Tartu, 2016.

Lisa 1. Ruumide eksplikatsioon

RUUMI NUMBE R	RUUMI NIMETUS	SULETUD NETOPIND	
		ELURUUMIDE PIND, m ²	MITTEELURUUMID E PIND, m ²
1	Konverentsisaal		98,6
2	Garderoob		25,7
3	Koridor		16,9
4	Köök		14,1
5	Tehnoruum		7,2
6	Abiruum		6,8
7	Inva WC		7,8
8	WC 1		2,2
9	WC 2		2,3
10	Riietusruum 1		15,8
11	WC 3		1,5
12	Duširuum 1		1,9
13	Duširuum 2		1,9
14	WC 4		1,5
15	Riietusruum 2		11,0
16	Koridor		2,6
Esimene korrus kokku:			217,8
17	Majutusruum	57,6	
18	Trepikoda		23,4
19	Pööning		66,4
Teine korrus kokku:		57,6	89,8

Ehitusalune pind	394,2 m ²
Suletud netopind	365,2 m ²
Kinnistu pindala	5213,4 m ²
Täisehituse protsent	7,6 %

Lisa 2. Ehitise olulised tehnilised andmed

1. Ehitise üldised olulised tehnilised andmed

ehitisealune pindala	394,2	m ²	kõrgus	8,8	m
hoone suletud netopind	365,2	m ²	Pikkus	43,2	m
rajatise avatud brutopind	477,0	m ²	Laius	16,7	m
minimaalne korruste arv	1		maht	2544	m ³
maksimaalne korruste arv	2		kõetav pind	298,8	m ²

2. Ehitise materjalid (märkida X, "muu" korral)

vundament

- puudub
 madalvundament
 vaivundament

 muu

kandekonstruksioon

- puudub
 asfaltbetoon
 bituumeniga töödeldud kruus
 kruus
 killustik
 stabiliseeritud kruus või killustik
 kergmetall
 malm
 teras
 looduslik kivi
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon
 plastmass
 puit
 suurpaneel
 suurplokk
 tellis, väikeplokk
 tehisplaat

 muu

jäigastavad ja piirdekonstruktsioonid

- puudub
 eterniit
 keraamika
 kergmetall
 teras
 looduslik kivi
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon
 plastmass
 puit

 muu

vahe- ja katuslaed

- puudub
 kergmetall
 teras
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon
 puit

 muu

välissein

- puudub
 looduslik kivi
 profileeritud metall
 puit
 suurpaneel
 suurplokk
 tellis, väikeplokk

 muu

katuse kate

- puudub
 eterniit
 kivi
 plekk
 profileeritud metall
 puitlaast
 roog
 rullmaterjal

 muu

välisviimistlus

- puudub
 lihtkrohv
 looduslik kivi
 profileeritud metall
 puhasvuuk
 puit
 terrasiitkrohv

 muu

suurpaneel
 suurplokk
 tellis, väikeplokk
 tehisplaat
 _____ muu

3. Ehitise tehnosüsteemid (märkida X või "muu" korral materjal)

elekter <input type="checkbox"/> puudub <input checked="" type="checkbox"/> 220 V <input checked="" type="checkbox"/> 380 V <input type="checkbox"/> 20 kV <input type="checkbox"/> 35–110 kV <input type="checkbox"/> 220–330 kV _____ muu	küttesüsteem <input type="checkbox"/> puudub <input checked="" type="checkbox"/> kaugküte <input type="checkbox"/> lokaalne keskküte <input type="checkbox"/> elektriküte <input type="checkbox"/> maaküte <input type="checkbox"/> ahju- või kaminaküte <input type="checkbox"/> õhksoojuspump-küte _____ muu
---	---

vesi <input type="checkbox"/> puudub <input checked="" type="checkbox"/> võrk <input type="checkbox"/> lokaalne kanalisatsioon <input type="checkbox"/> puudub <input checked="" type="checkbox"/> võrk <input type="checkbox"/> lokaalne _____ muu	kütte liik <input checked="" type="checkbox"/> puudub <input type="checkbox"/> vedelkütus <input type="checkbox"/> küttegaas <input type="checkbox"/> tahke <input type="checkbox"/> elekter <input type="checkbox"/> maaküte _____ muu
---	---

pesemisvõimalus <input type="checkbox"/> puudub <input checked="" type="checkbox"/> vann/dušš <input type="checkbox"/> saun liftide arv _____ - köökide arv _____ 1 kööginišside arv _____ - tualettruumide arv _____ 5	küttegaas <input checked="" type="checkbox"/> puudub <input type="checkbox"/> võrk <input type="checkbox"/> lokaalne küttegaasipaigaldiste arv _____ - rõdude arv ja kogupind _____ - , _____ - m ² lodžade arv ja kogupind _____ - , _____ - m ² terasside arv ja kogupind _____ - , _____ - m ²
---	--

4. Ehitise kasuliku pinna spetsifikatsioon [m²]

Kasutamise otstarve: majutus- ja meelelahutushoone

	kasulik pind	elamispind	abiruumide pind	lahuspind	üldkasutatav pind	mitteeluruumide pind
1.	298,8	57,6				241,2
2.						
	kokku					
	298,8	57,6				241,2

5. Ehitise ruumide spetsifikatsioon

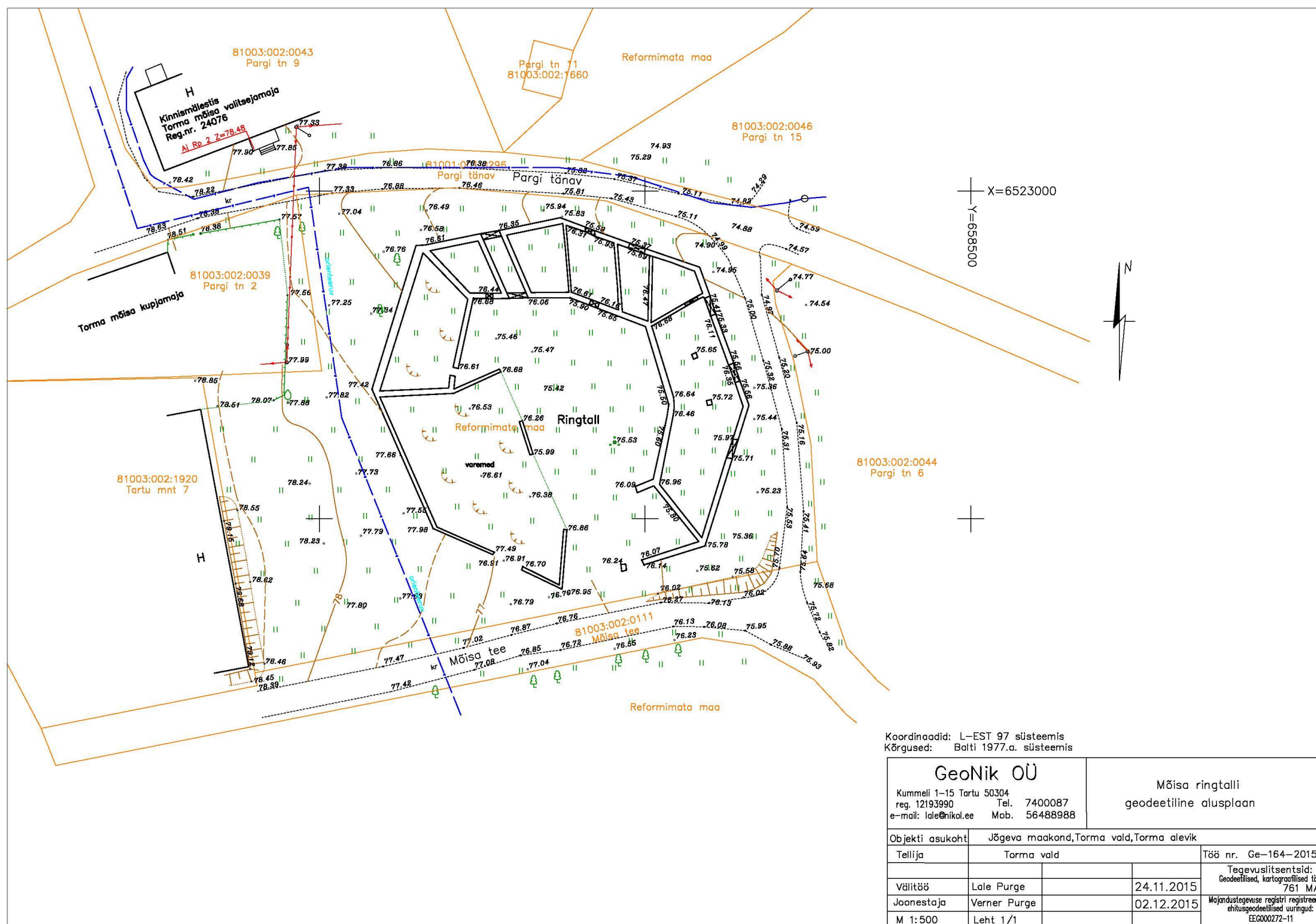
eluruumid (sh korterid)	arv	pindala
1-toaline	x	m ²
2-toaline		m ²
3-toaline		m ²
4-toaline		m ²
5-toaline		m ²
6-toaline		m ²
7-toaline		m ²
8 ja enama toaline		m ²
kokku	1	57,6 m ²
mitteeluruumide arv	18	
tubade arv	19	

6. Ehitise muud olulised andmed

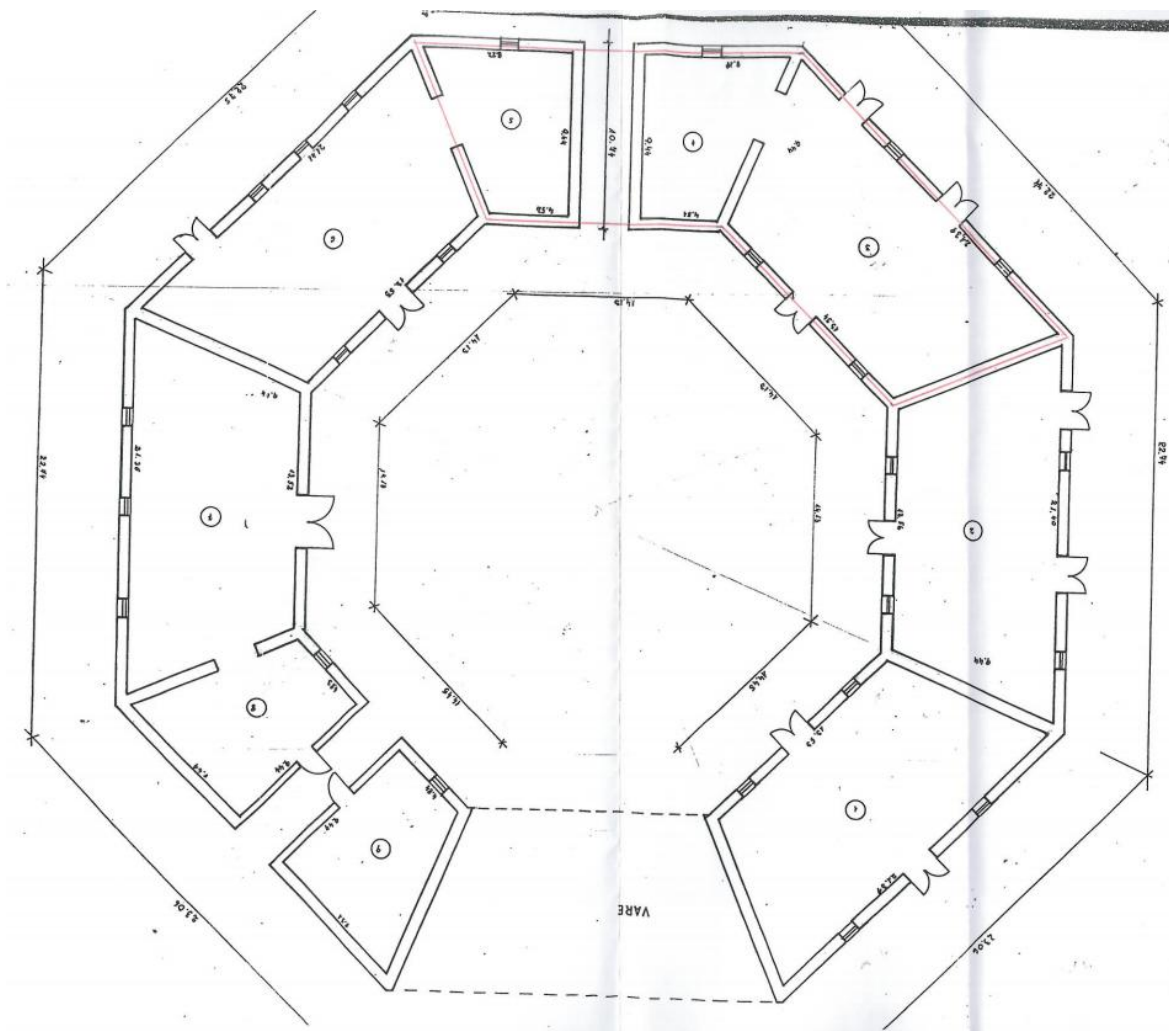
<i>nimetus</i>	<i>väärtus</i>	<i>mõõtühik</i>
<i>nimetus</i>	<i>väärtus</i>	<i>mõõtühik</i>
<i>nimetus</i>	<i>väärtus</i>	<i>mõõtühik</i>
<i>nimetus</i>	<i>väärtus</i>	<i>mõõtühik</i>
<i>nimetus</i>	<i>väärtus</i>	<i>mõõtühik</i>

7. Märkused ehitise kohta

Lisa 3. Geonik OÜ, Mõisa ringtalli geodeetiline alusplaan, töö nr Ge-164-2015

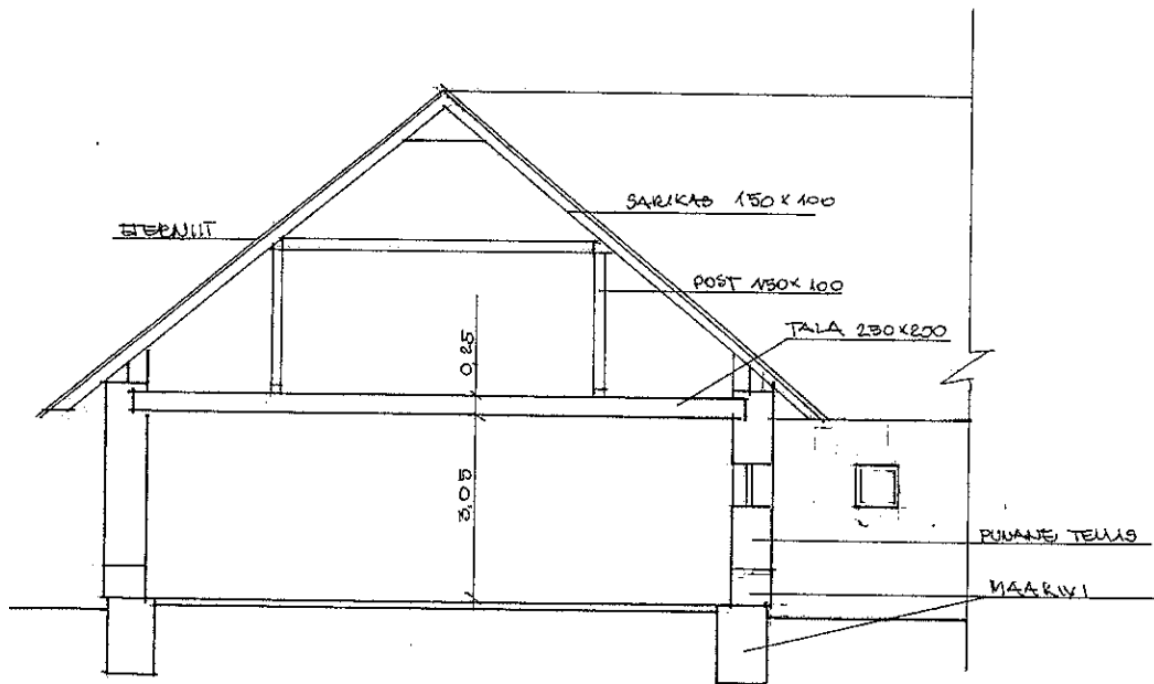


Lisa 4. OÜ Vooremaa Vara 1999.aastal koostatud Torma mõisa ringtalli põhiplaan ja lõige

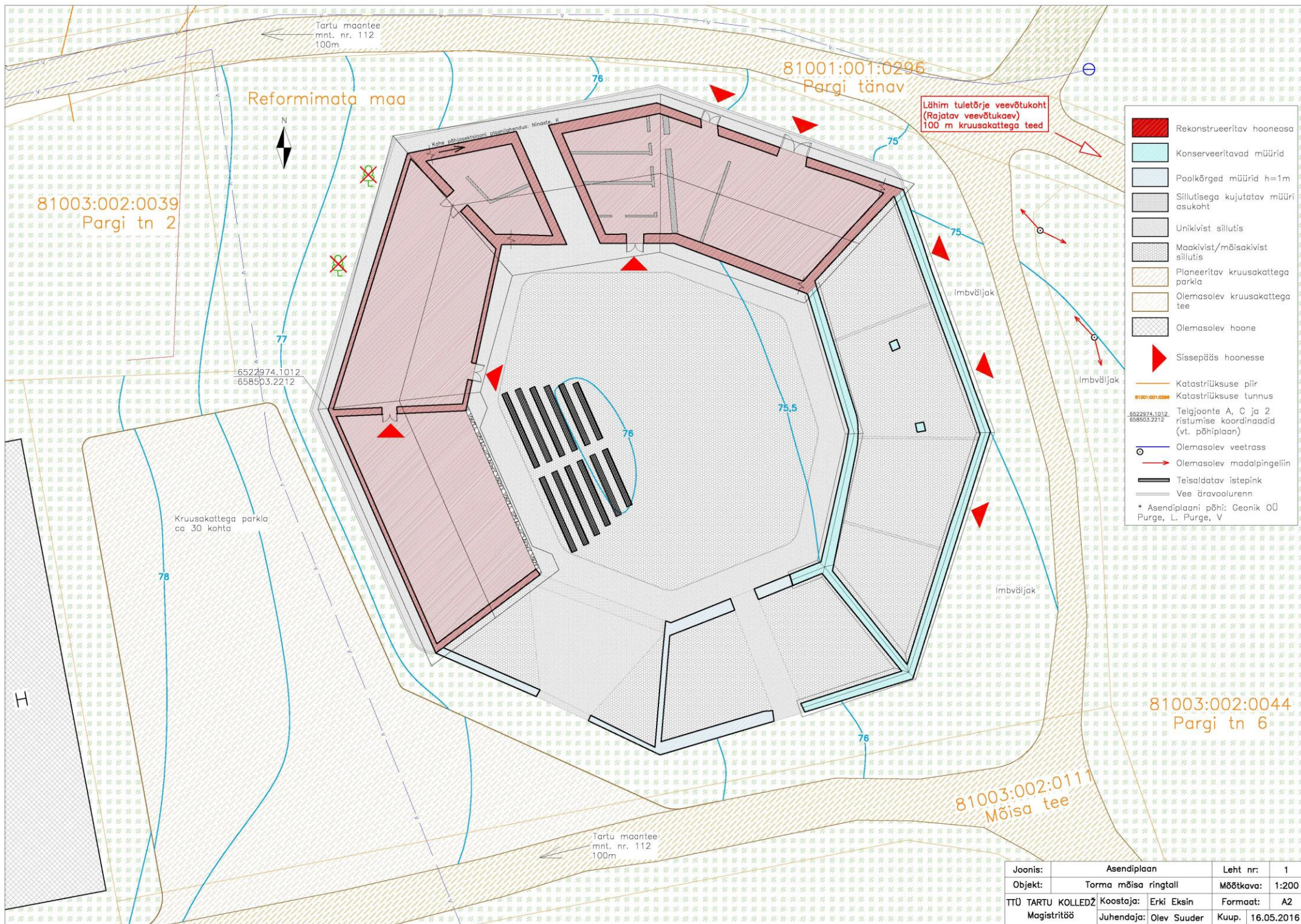


Joonis 21. OÜ Vooremaa Vara poolt 1999. aastal koostatud Torma mõisa ringtalli põhiplaan

LÕIGE I-I M1:100



Joonis 22. OÜ Vooremaa Vara poolt 1999. aastal koostatud Torma mõisa ringtalli lõige



Joonis:	Asendiplaan	Leht nr:	1
Objekt:	Torma mõisa ringtall	Mõõtkava:	1:200
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö	Koostaja: Erki Eksin	Formaat:	A2
	Juhendaja: Olev Suuder	Kuup.:	16.05.2016

Lisa 6. 1980-1997. aastate fotod



Foto 1. Torma mõisa ringtalli sisevaade tsoonile A ja B, V. Ranniku, 1965 [15]



Foto 2. Vaade idast, A. Soonsein, 1976 [16]



Foto 3. Torma mõisa ringtalli vaade kirdest, J. Vali, 1997 [17]

Lisa 7. Fotod olemasolevast olukorrast



Foto 4. Tsooni A välisvaade, K. Ninaste, 2015



Foto 5. Tsooni A sisehoovi poolne vaade, K. Ninaste, 2015



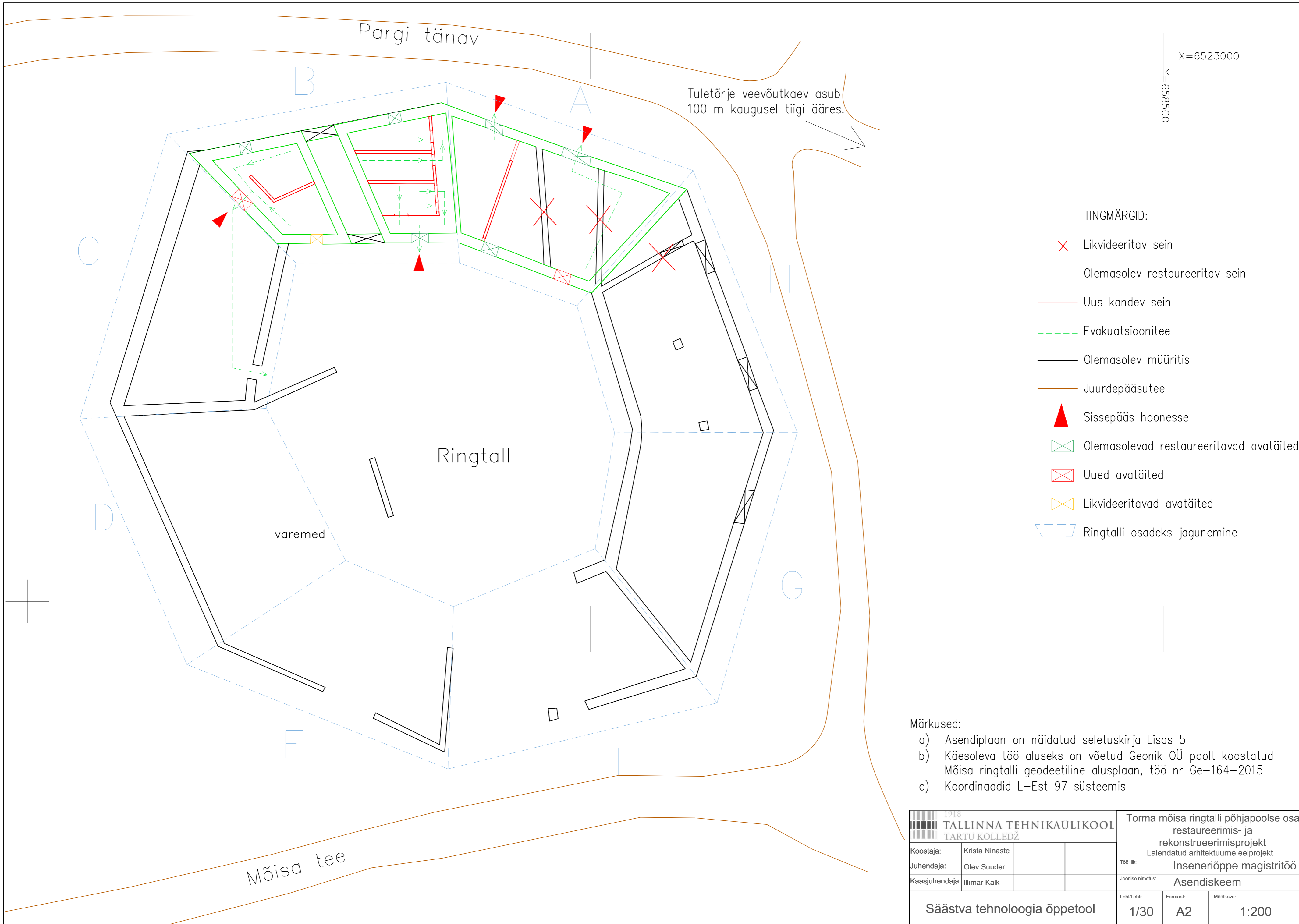
Foto 6. Tsooni B välisvaade, K. Ninaste, 2015



Foto 7. Tsooni B sisehoovi poolne vaade, K. Ninaste, 2015

Lisa 8. Graafiline osa

Joonis 1.	ASENDISKEEM	M 1:200
Joonis 2.	ESIMESE KORRUSE PLAAN	M1:100
Joonis 3.	TEISE KORRUSE PLAAN	M1:100
Joonis 4.	A OSA VÄLISVAADE	M1:100
Joonis 5.	B OSA VÄLISVAADE	M1:100
Joonis 6.	A OSA SISEVAADE	M1:100
Joonis 7.	B OSA SISEVAADE	M1:100
Joonis 8.	LÕIGE A-A	M1:100
Joonis 9.	SARIKATE PLAAN	M1:100
Joonis 10.	VAHELAE TALADE PLAAN	M1:100
Joonis 11.	KATUSEPLAAN	M1:100
Joonis 12.	VÄLISSEINA TÜÜPLÕIGE VS-1	M1:10
Joonis 13.	VÄLISSEINA TÜÜPLÕIGE VS-2	M1:10
Joonis 14.	VÄLISSEINA TÜÜPLÕIGE VS-3	M1:10
Joonis 15.	PÕRANDA TÜÜPLÕIGE PP-1	M1:10
Joonis 16.	PÕRANDA TÜÜPLÕIGE PP-2	M1:10
Joonis 17.	SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-1	M1:10
Joonis 18.	SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-2	M1:10
Joonis 19.	SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-3	M1:10
Joonis 20.	SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-4	M1:10
Joonis 21.	SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-5	M1:10
Joonis 22.	SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-6	M1:10
Joonis 23.	VAHELAE TÜÜPLÕIGE VL-1	M1:10
Joonis 24.	VAHELAE TÜÜPLÕIGE VL-2	M1:10
Joonis 25.	VAHELAE TÜÜPLÕIGE VL-3	M1:10
Joonis 26.	KATUSE TÜÜPLÕIGE KL-1	M1:10
Joonis 27.	KATUSE TÜÜPLÕIGE KL-2	M1:10
Joonis 28.	SOKLISÕLM	M1:20
Joonis 29.	RÄÄSTASÕLM	M1:20
Joonis 30.	OTSASEINA SÕLM	M1:20



X=6523000
Y=6585000

Tuletõrje veevõutkaev asub
100 m kaugusel tiigi ääres.

TINGMÄRGID:

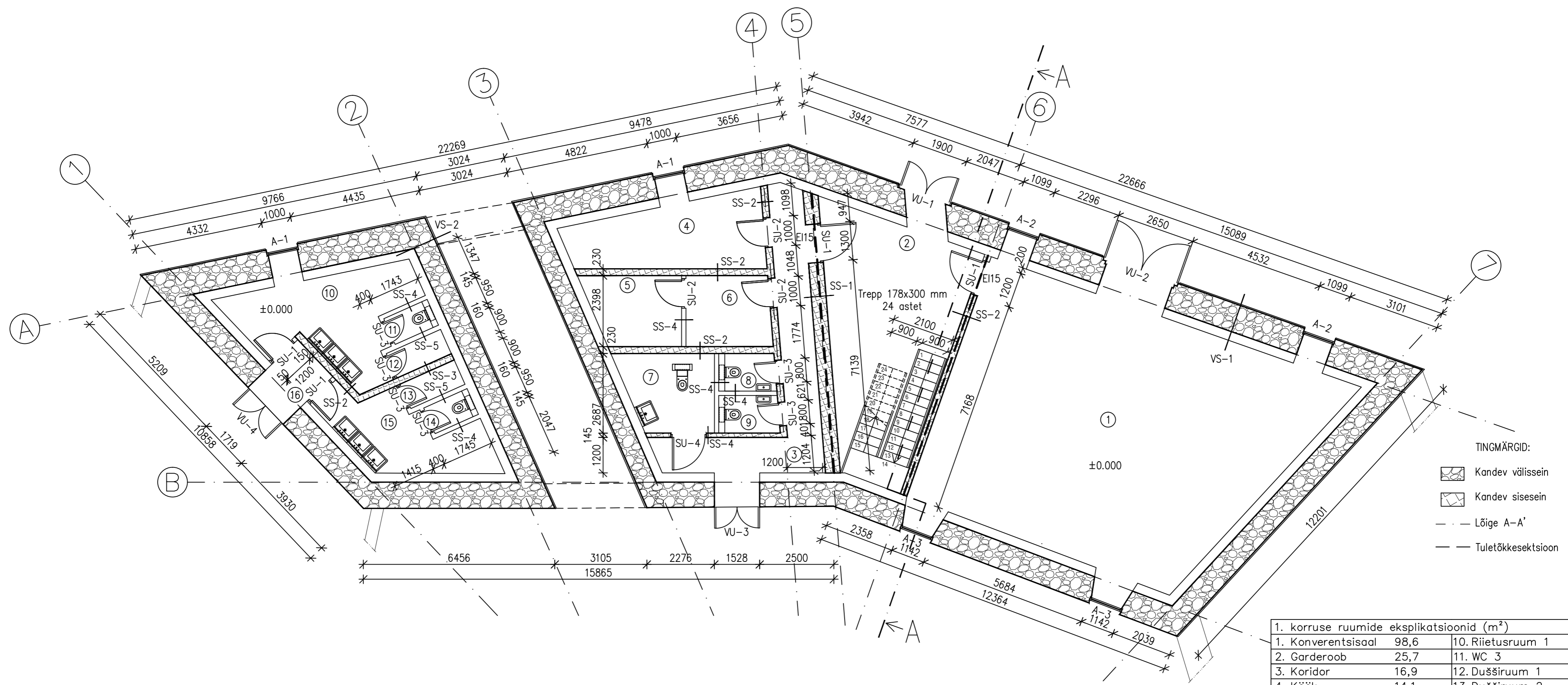
- ✕ Likvideeritav sein
- Olemasolev restaureeritav sein
- Uus kandev sein
- - - - Evakuatsioonitee
- Olemasolev müüritis
- Juurdepääsutee
- ▲ Sissepääs hoonesse
- ⊠ Olemasolevad restaureeritavad avatäited
- ⊠ Uued avatäited
- ⊠ Likvideeritavad avatäited
- - - - Ringtalli osadeks jagunemine

Märkused:

- a) Asendiplaan on näidatud seletuskirja Lisas 5
- b) Käesoleva töö aluseks on võetud Geonik OÜ poolt koostatud Mõisa ringtalli geodeetiline alusplaan, töö nr Ge-164-2015
- c) Koordinaadid L-Est 97 süsteemis

		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder	Joonise nimetus:	Asendiskeem
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Leht/Lehti:	1/30
Säästva tehnoloogia õppetool		Formaat:	A2
		Mõõkava:	1:200

1. KORRUSE PLAAN

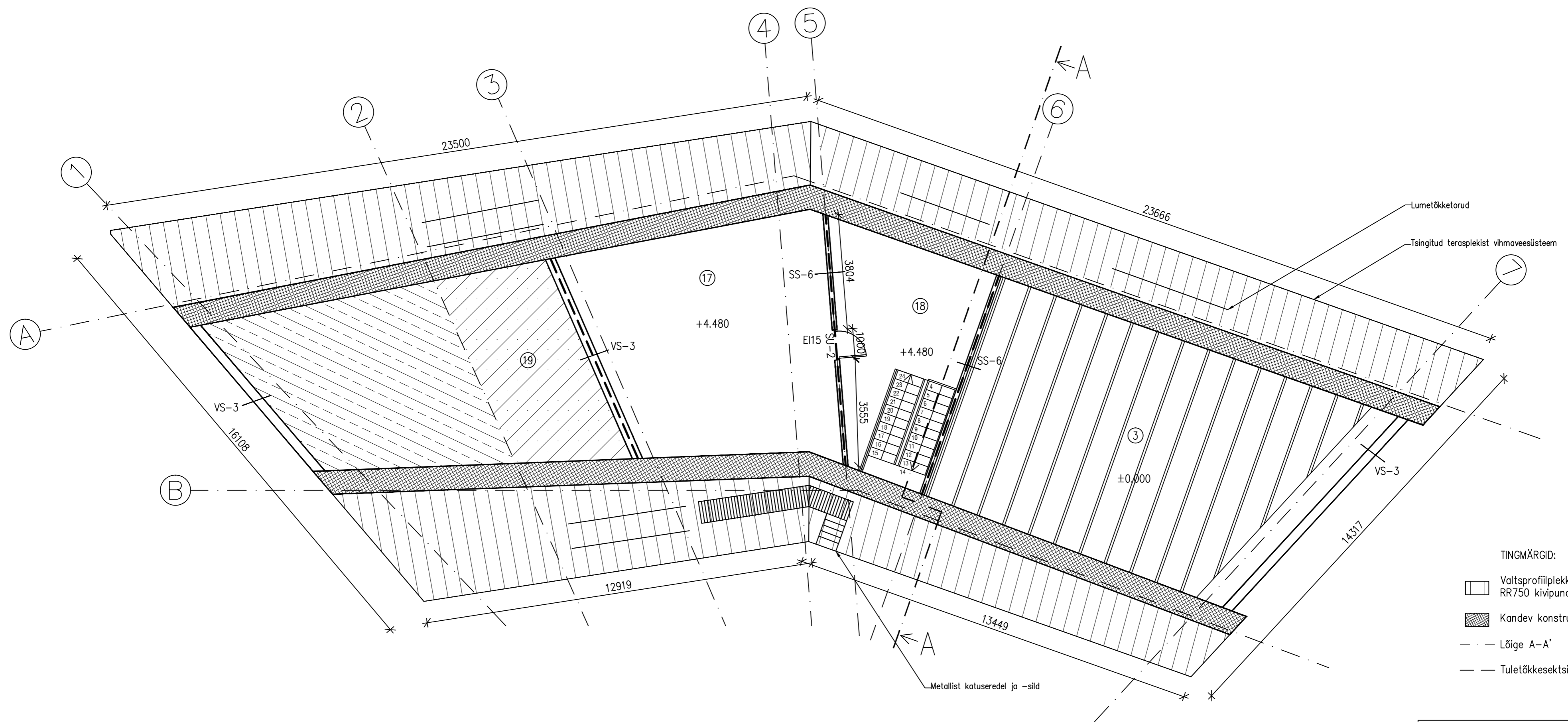


- TINGMÄRGID:
- Kandev välissein
 - Kandev sissein
 - Lõige A-A'
 - Tuletõkkeseksioon

1. korruse ruumide eksplikatsioonid (m ²)			
1. Konverentsisaal	98,6	10. Riietusruum 1	15,8
2. Garderoob	25,7	11. WC 3	1,5
3. Koridor	16,9	12. Dušširuum 1	1,9
4. Köök	14,1	13. Dušširuum 2	1,9
5. Tehnoruum	7,2	14. WC 4	1,5
6. Abiruum	6,8	15. Riietusruum 2	11,0
7. Inva WC	7,8	16. Koridor	2,6
8. WC 1	2,2	Kokku:	210,6
9. WC 2	2,3		

		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	
Juhendaja:	Olev Suuder	Inseneriõppe magistritöö	
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Joonise nimetus:	
		1.korruse plaan	
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti:	Formaat:
		2/30	A2
		Mõõkava:	1:100

2. KORRUSE PLAAN

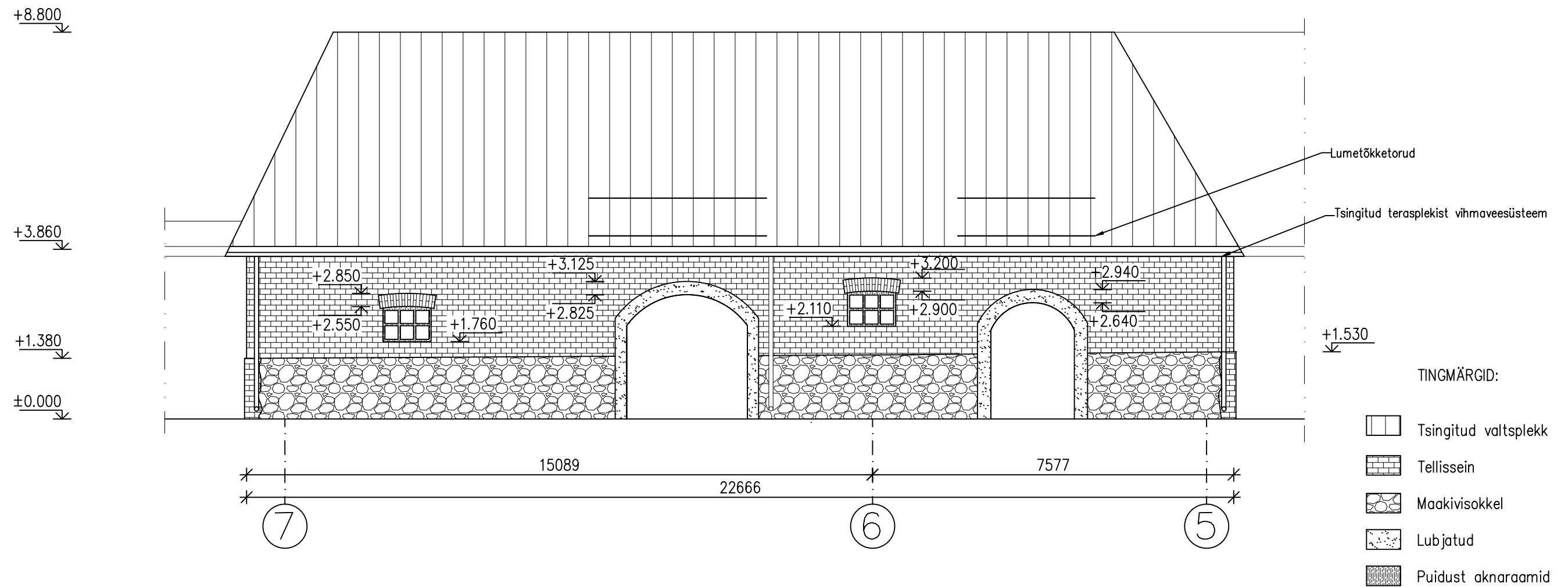


- TINGMÄRGID:
- Valtspriifilekk RR750 kivipunane
 - Kande konstruktsioon
 - Lõige A-A'
 - Tuletõkkeseksioon

2. korruse ruumide eksplikatsioonid (m ²)	
17. Majutusruum	57,6
18. Trepikoda	23,4
19. Pööning	66,4
Kokku:	147,4

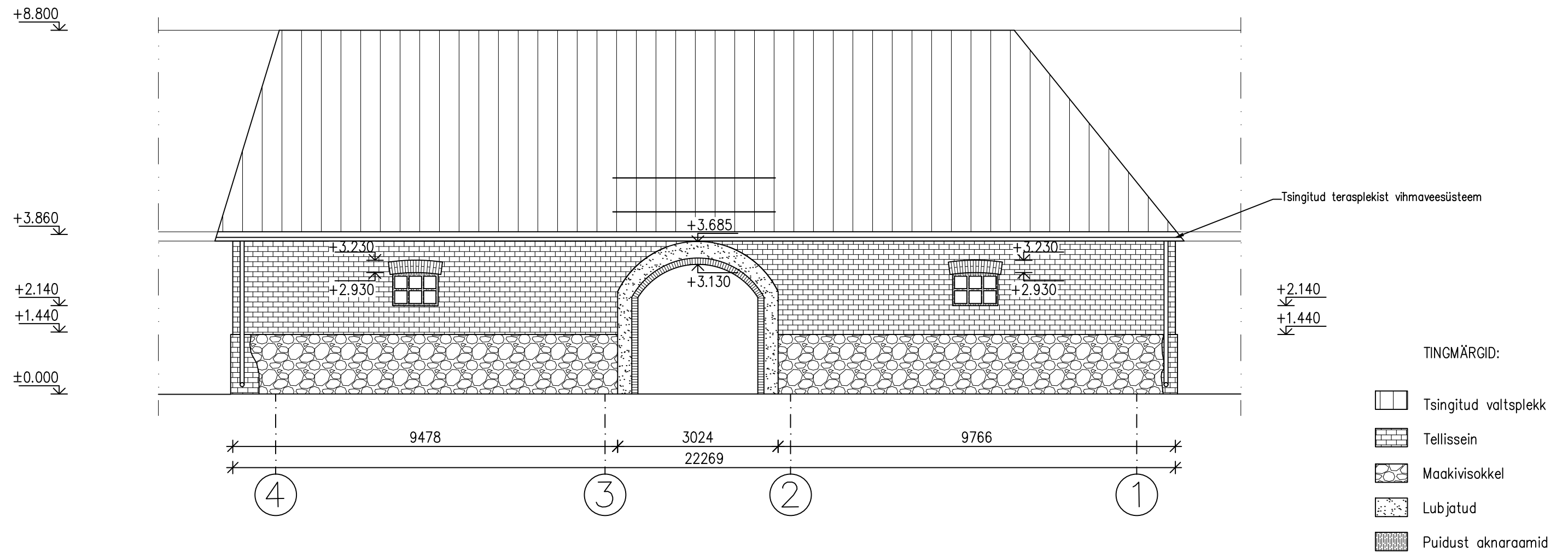
		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder	Joonise nimetus:	2. korruse plaan
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Leht/Lehti:	3/30
Säästva tehnoloogia õppetool		Formaat:	A2
		Mõõkava:	1:100

A OSA VÄLISVAADE



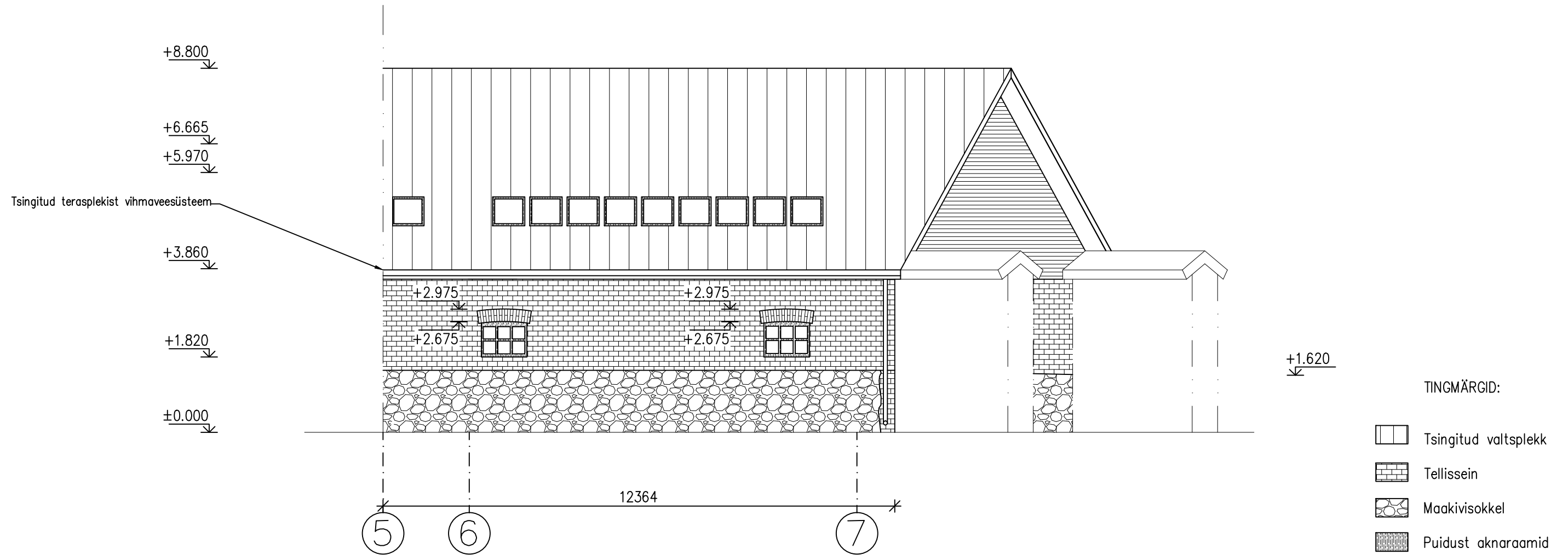
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		Töö liik: Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus: A osa välisvaade
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti: 4/30	Formaat: A3
		Mõõtkava: 1:100	

B OSA VÄLISVAADE



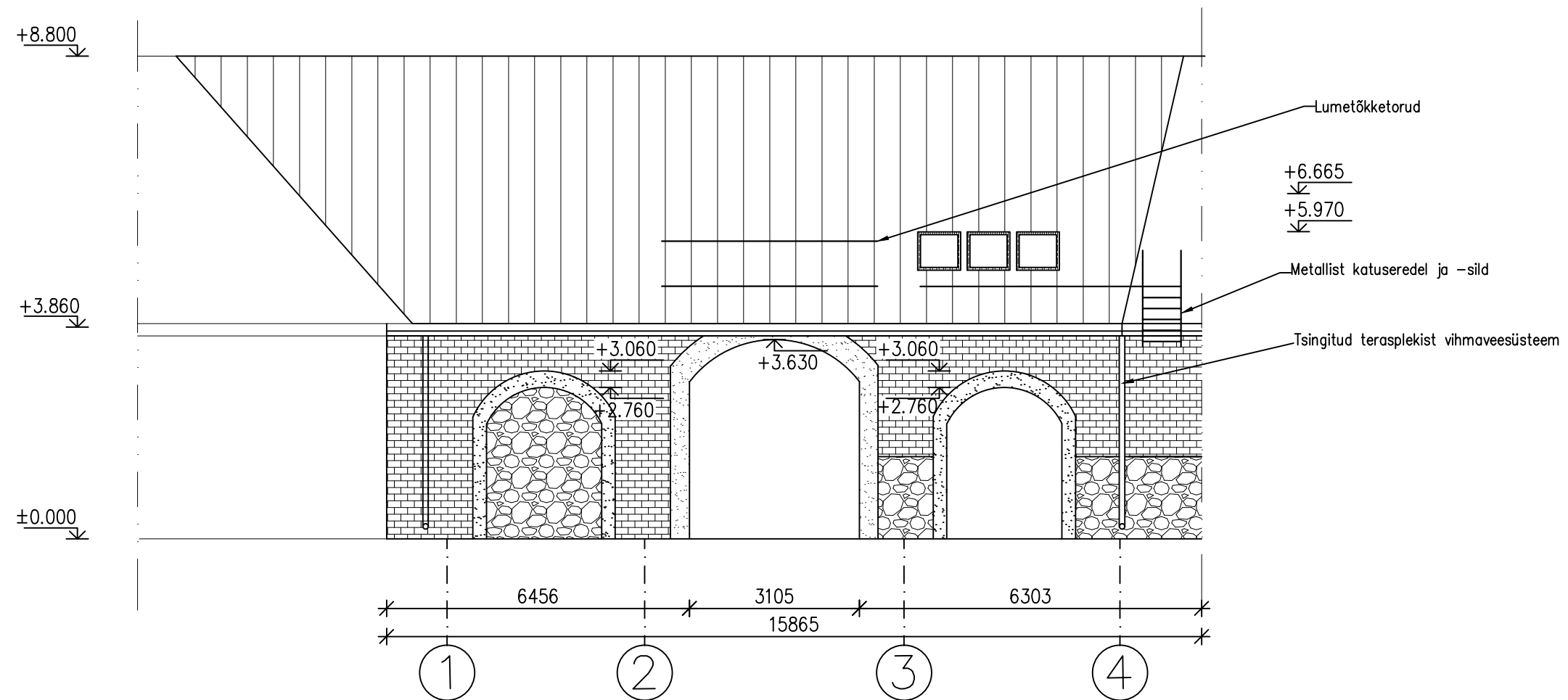
1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		Töö liik: Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus: B osa välisvaade
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti: 5/30	Formaat: A3
		Mõõtkava: 1:100	

A OSA SISEVAADE



1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja:	Krista Ninaste		Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder		Joonise nimetus:	A osa sisevaade
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Leht/Lehti:	6/30
Säästva tehnoloogia õppetool		Formaat:	A3	Mõõtkava:
				1:100

B OSA SISEVAADE

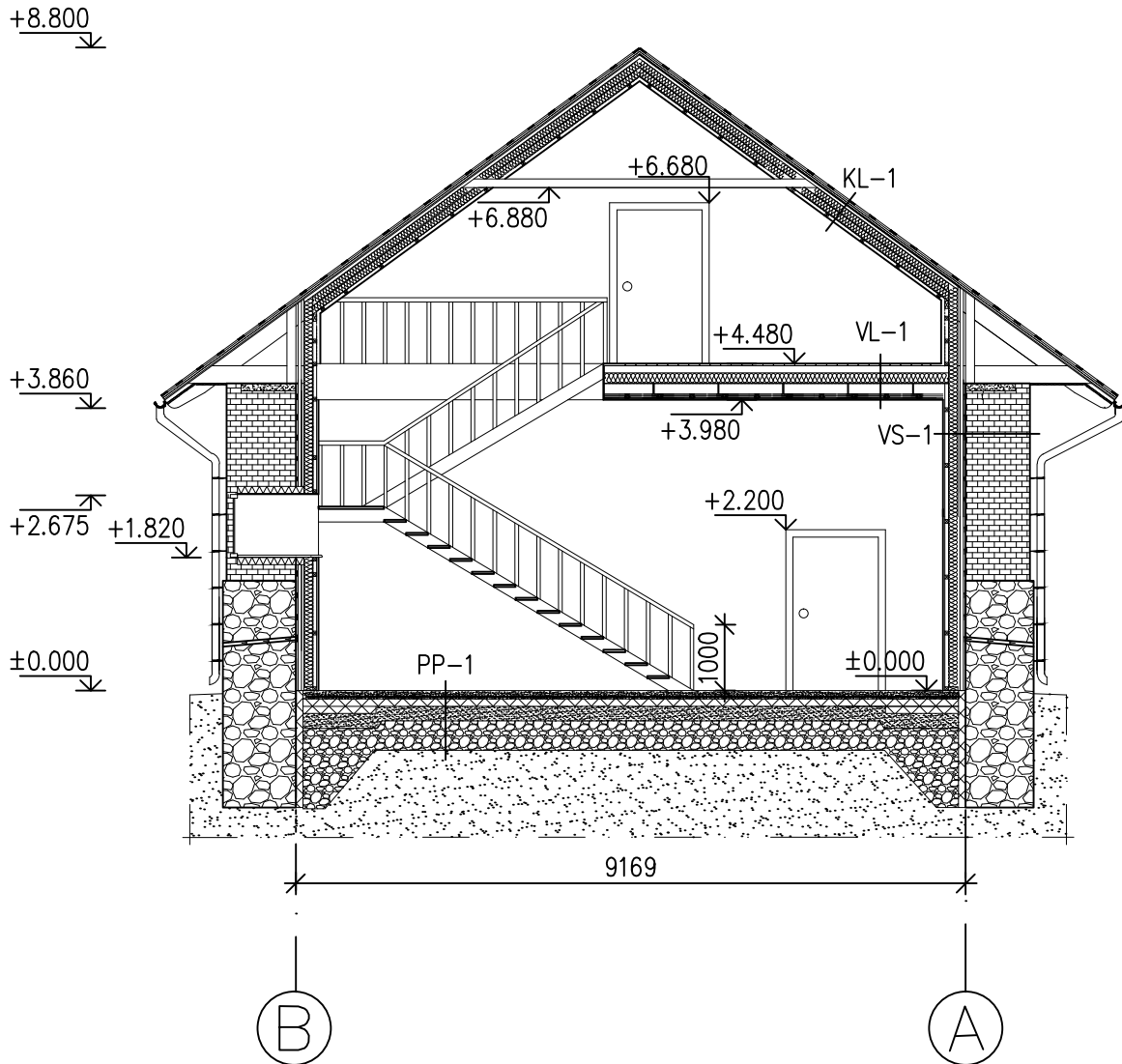


TINGMÄRGID:

-  Tsingitud valtsplekk
-  Tellissein
-  Maakivisokkel
-  Lubjatud
-  Puidust aknaraamid

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		Töö liik: Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus: B osa sisevaade
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti: 7/30	Formaat: A3
		Mõõtkava: 1:100	

LÕIGE A-A



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti:	8/30
		Formaat:	A4
		Möötkava:	1:100

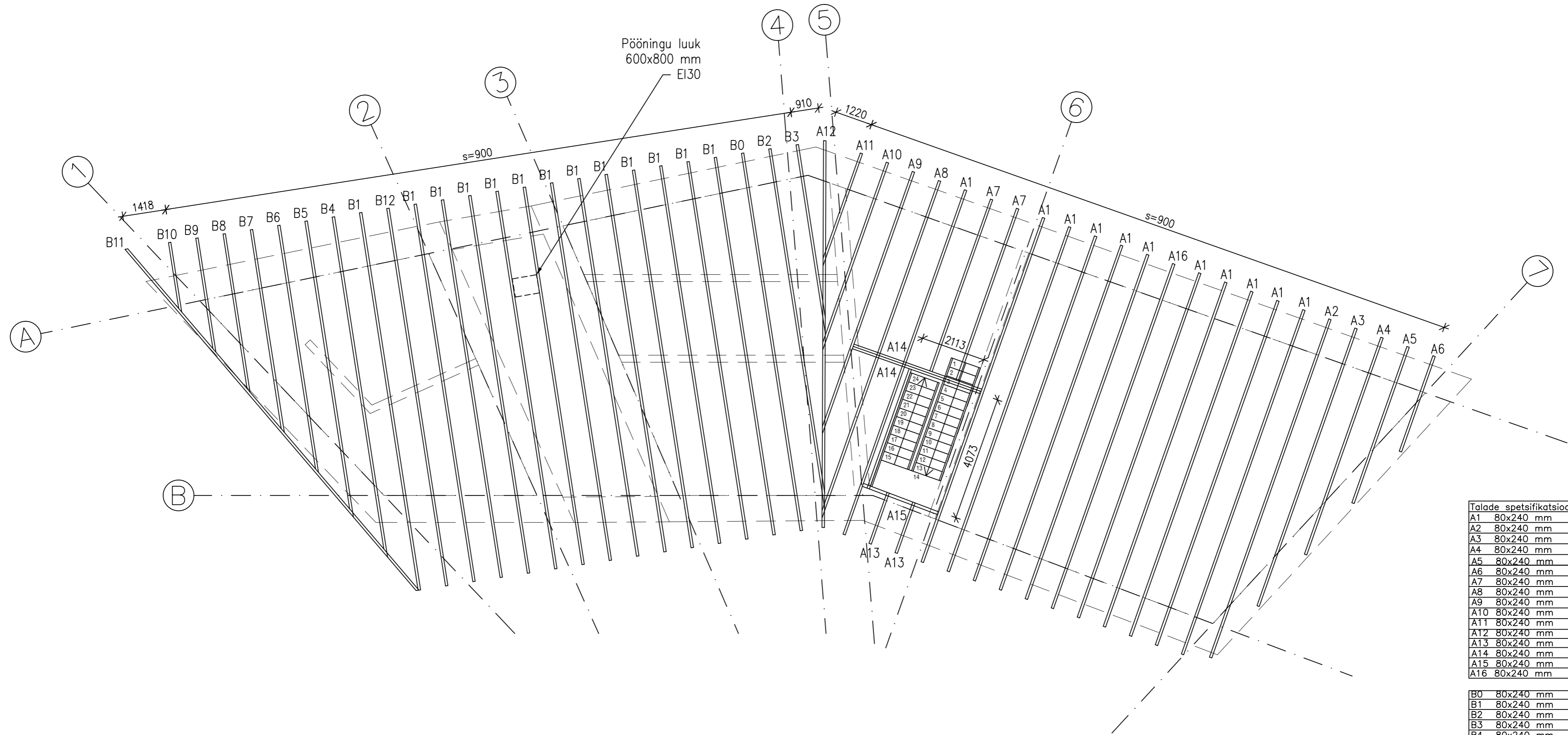
Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa
 restaureerimis- ja
 rekonstrueerimisprojekt
 Laiendatud arhitektuurne eelprojekt

Töö liik: **Inseneriõppe magistritöö**

Joonise nimetus: **Lõige A-A**

Leht/Lehti: **8/30** Formaat: **A4** Möötkava: **1:100**

VAHELAETALADE PLAAN

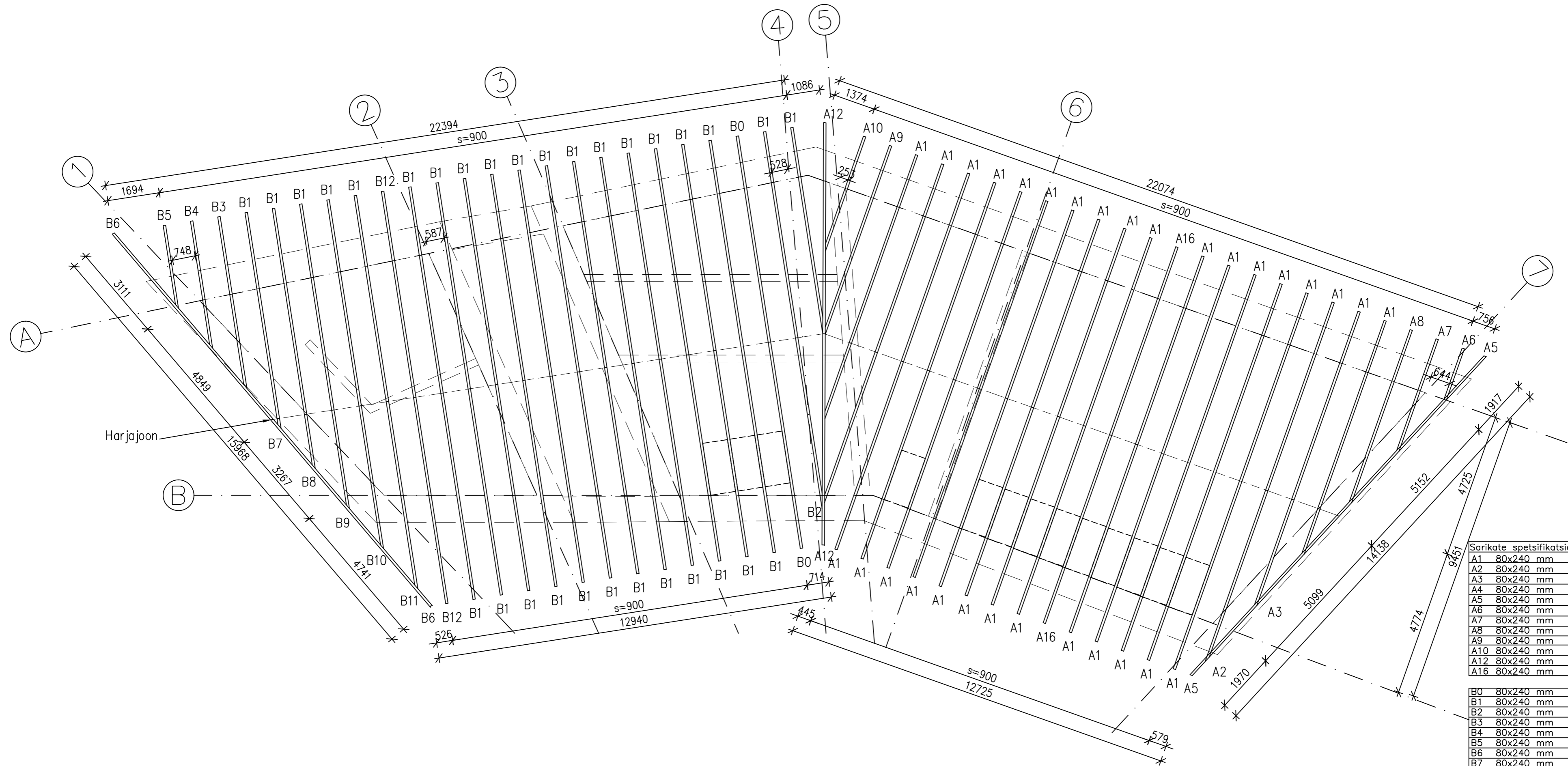


Talade spetsifikatsioon:

A1	80x240 mm	C24	L=11900 mm	12tk
A2	80x240 mm	C24	L=11500 mm	1tk
A3	80x240 mm	C24	L=9400 mm	1tk
A4	80x240 mm	C24	L=7300 mm	1tk
A5	80x240 mm	C24	L=5200 mm	1tk
A6	80x240 mm	C24	L=3110 mm	1tk
A7	80x240 mm	C24	L=5920 mm	2tk
A8	80x240 mm	C24	L=11625 mm	1tk
A9	80x240 mm	C24	L=9040 mm	1tk
A10	80x240 mm	C24	L=6455 mm	1tk
A11	80x240 mm	C24	L=3870 mm	1tk
A12	80x240 mm	C24	L=12600 mm	1tk
A13	80x240 mm	C24	L=1640 mm	2tk
A14	80x240 mm	C24	L=4420 mm	2tk
A15	80x240 mm	C24	L=2620 mm	1tk
A16	80x240 mm	C24	L=11900 mm	1tk
B0	80x240 mm	C24	L=12450 mm	1tk
B1	80x240 mm	C24	L=12450 mm	14tk
B2	80x240 mm	C24	L=11330 mm	1tk
B3	80x240 mm	C24	L=5700 mm	1tk
B4	80x240 mm	C24	L=11230 mm	1tk
B5	80x240 mm	C24	L=9770 mm	1tk
B6	80x240 mm	C24	L=8155 mm	1tk
B7	80x240 mm	C24	L=6690 mm	1tk
B8	80x240 mm	C24	L=5230 mm	1tk
B9	80x240 mm	C24	L=3770 mm	1tk
B10	80x240 mm	C24	L=2300 mm	1tk
B11	80x240 mm	C24	L=14620 mm	1tk
B12	80x240 mm	C24	L=12450 mm	1tk

		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder	Joonise nimetus:	Vahelaetalade plaan
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Leht/Lehti:	9/30
Säästva tehnoloogia õppetool		Formaat:	A2
		Mõõkava:	1:100

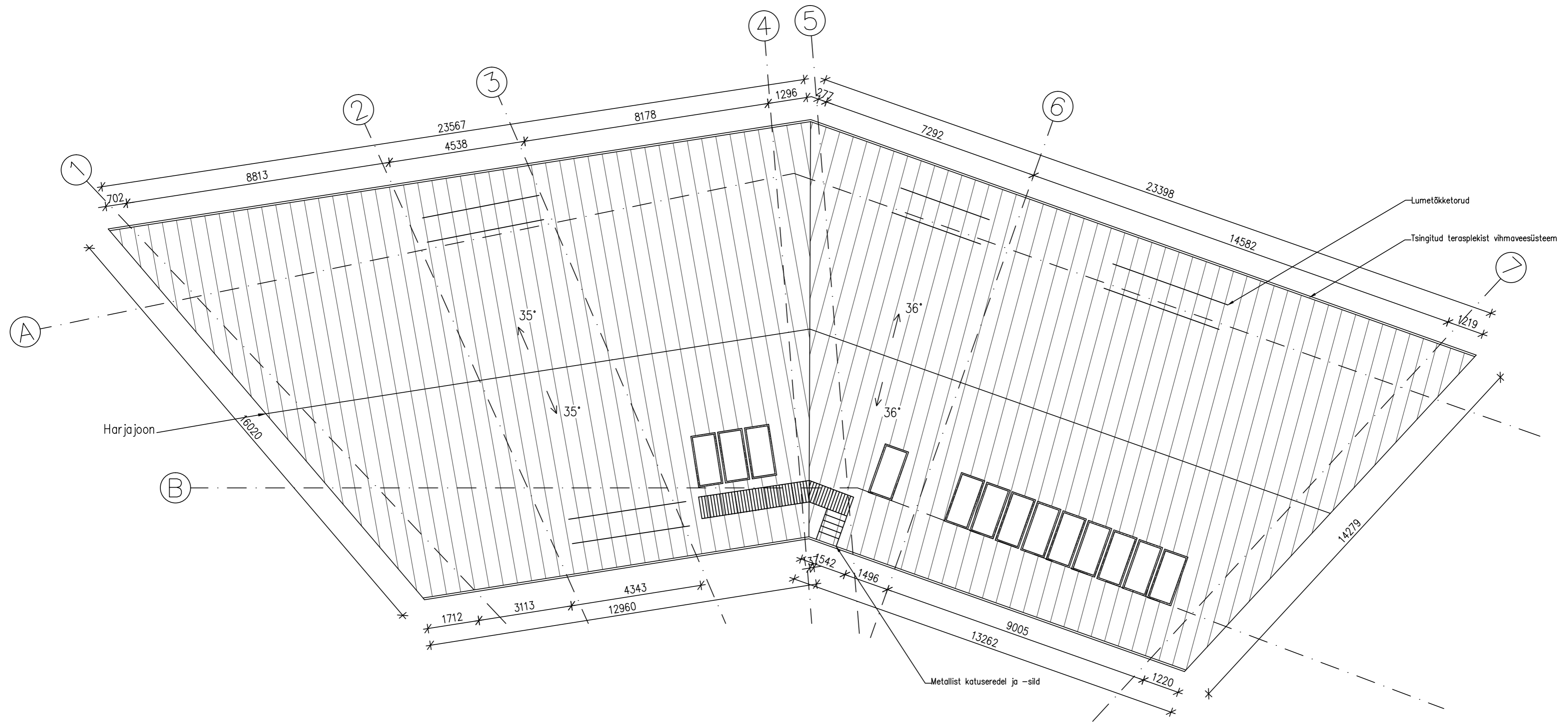
KATUSESARIKATE PLAAN



Sarikate spetsifikatsioon:			
A1	80x240 mm	C24	L=8040 mm 33tk
A2	80x240 mm	C24	L=7140 mm 1tk
A3	80x240 mm	C24	L=4540 mm 1tk
A4	80x240 mm	C24	L=1930 mm 1tk
A5	80x240 mm	C24	L=8510 mm 2tk
A6	80x240 mm	C24	L=2160 mm 1tk
A7	80x240 mm	C24	L=4770 mm 1tk
A8	80x240 mm	C24	L=7370 mm 1tk
A9	80x240 mm	C24	L=8040 mm 1tk
A10	80x240 mm	C24	L=4860 mm 1tk
A12	80x240 mm	C24	L=8355 mm 2tk
A16	80x240 mm	C24	L=8040 mm 2tk
B0	80x240 mm	C24	L=8285 mm 2tk
B1	80x240 mm	C24	L=8285 mm 32tk
B2	80x240 mm	C24	L=6870 mm 1tk
B3	80x240 mm	C24	L=6920 mm 1tk
B4	80x240 mm	C24	L=5135 mm 1tk
B5	80x240 mm	C24	L=3355 mm 1tk
B6	80x240 mm	C24	L=9280 mm 2tk
B7	80x240 mm	C24	L=415 mm 1tk
B8	80x240 mm	C24	L=2200 mm 1tk
B9	80x240 mm	C24	L=3980 mm 1tk
B10	80x240 mm	C24	L=5760 mm 1tk
B11	80x240 mm	C24	L=7545 mm 1tk
B12	80x240 mm	C24	L=8285 mm 2tk

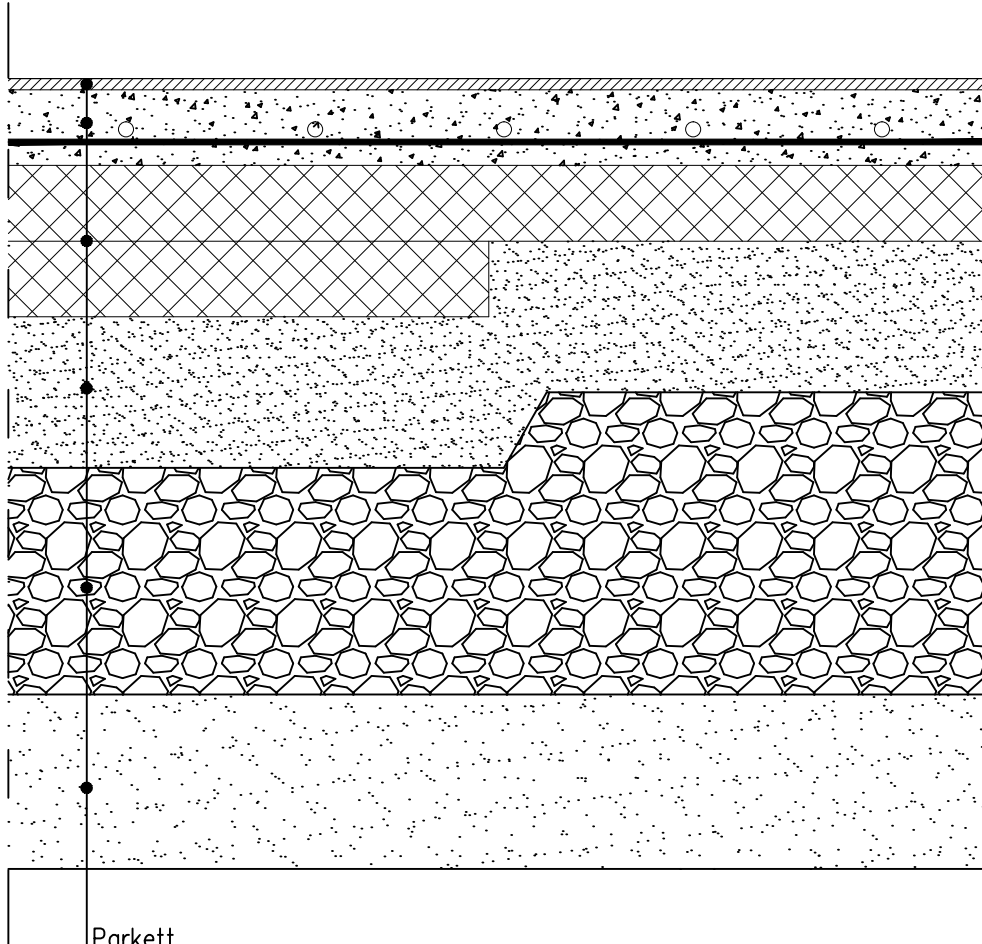
		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	
Juhendaja:	Olev Suuder	Inseneriõppe magistritöö	
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Joonise nimetus:	
Säästva tehnoloogia õppetool		Katusesarikate plaan	
Leht/Lehti:	10/30	Formaat:	A2
Mõõkava:	1:100		

KATUSEPLAAN



		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		Töö liik:
Juhendaja:	Olev Suuder		Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus:
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti:	Formaat:
		11/30	A2
		Mõõkava:	1:100

PÕRANDA TÜÜPLÕIGE PP-1



Parkett

Raudbetoon C20/25, 100 mm
+ põrandaküttetorud

Polüetüleenkile

Soojustus EPS 100, 100 mm

Tihendatud liiv, 200 mm

Filterkangas

Tihendatud kruus, ø6...16 mm

Aluspind

Märkused:

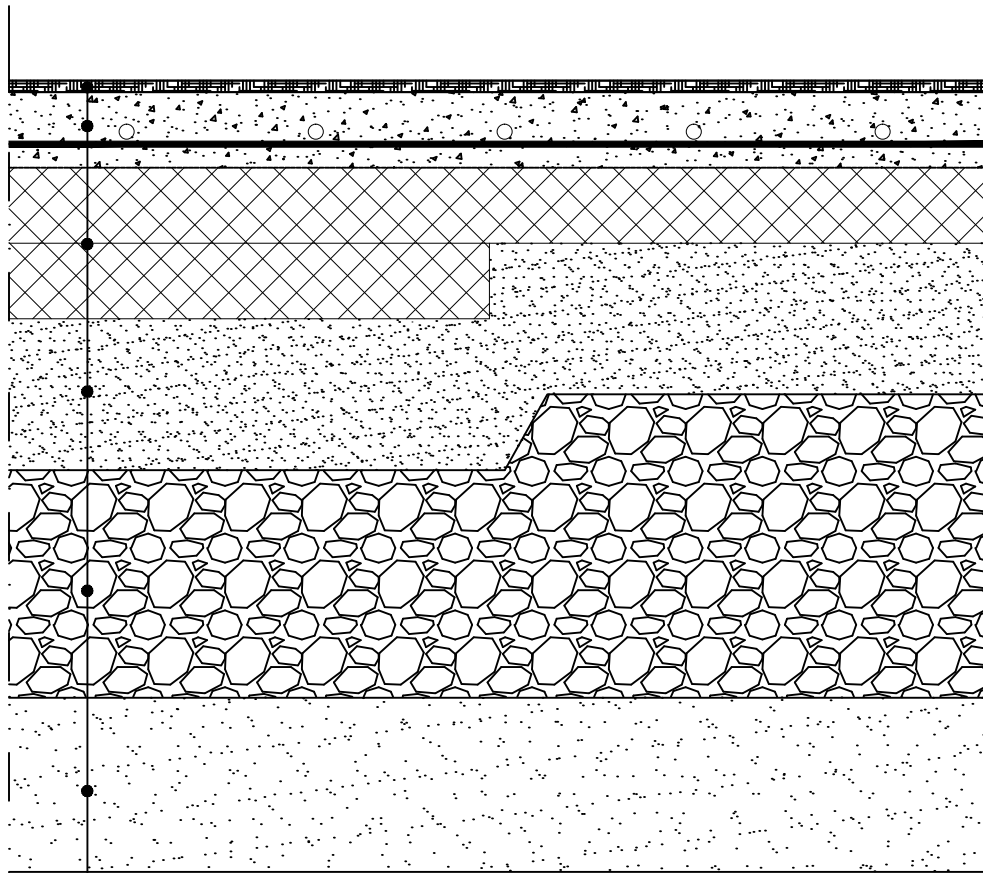
- a) Soojustus paigaldada välisseina ääres 1 m kauguseni 200mm.

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti:	12/30
		Formaat:	A4
		Möötkava:	1:10

Töö liik: **Inseneriõppe magistritöö**

Joonise nimetus: **Põranda tüüplõige PP-1**

PÕRANDA TÜÜPLÕIGE PP-2



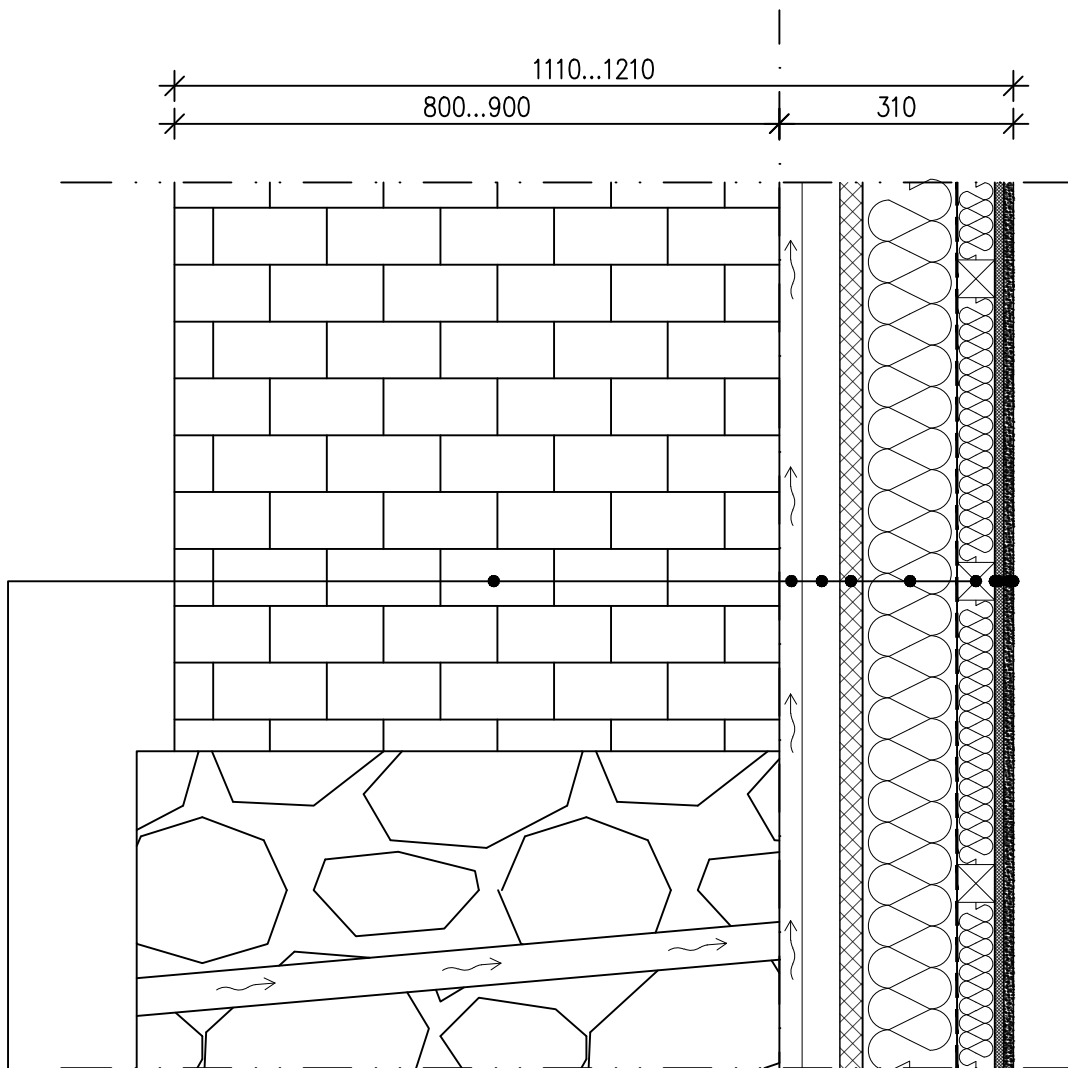
Keraamilised plaadid
Hüdroisolatsioon
Raudbetoon C20/25, 100 mm + põrandaküttetorud
Polüetüleenkile
Soojustus EPS 100, 100 mm
Tihendatud liiv, 200 mm
Filterkangas
Tihendatud kruus, Ø6...16 mm
Aluspind

Märkused:

- a) Soojustus paigaldada välisseina ääres 1 m kauguseni 200mm.

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		Töö liik: Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus: Põranda tüüplõige PP-2
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti: 13/30	Formaat: A4
		Möötkava: 1:10	

VÄLISSEINA TÜÜPLÕIGE VS-1

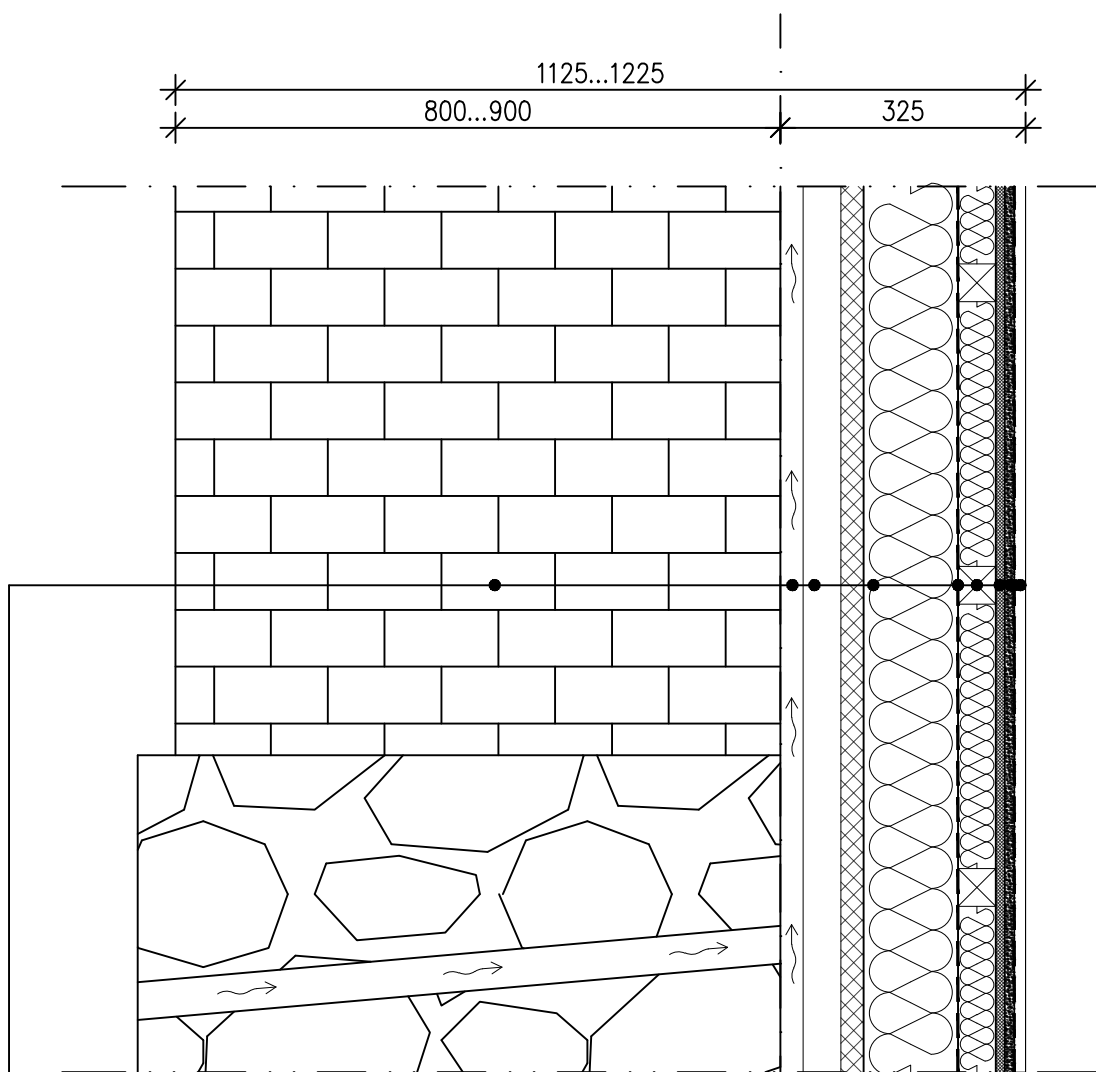


Tellissein 800...900 mm
Õhuvähe 30 mm
Vertikaalsed roovid 50x50, s=600
Tuuletõke Isover RKL31 30 mm
Puitkarkass 50x125 s=600/ soojustus Isover KL32 125 mm
Horisontaalne roovitus 50x50 s=400/ soojustus Isover KL32 50mm
Aurutõke
OSB plaat 12 mm
Kipsplaat 12,5 mm
Viimistluskiht

Tulepüvisusklass: REI 30

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder	Joonise nimetus:	Välisseina tüüplõige VS-1
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Leht/Lehti:	14/30
Säästva tehnoloogia õppetool		Formaat:	A4
		Möötkava:	1:10

VÄLISSEINA TÜÜPLÕIGE VS-2

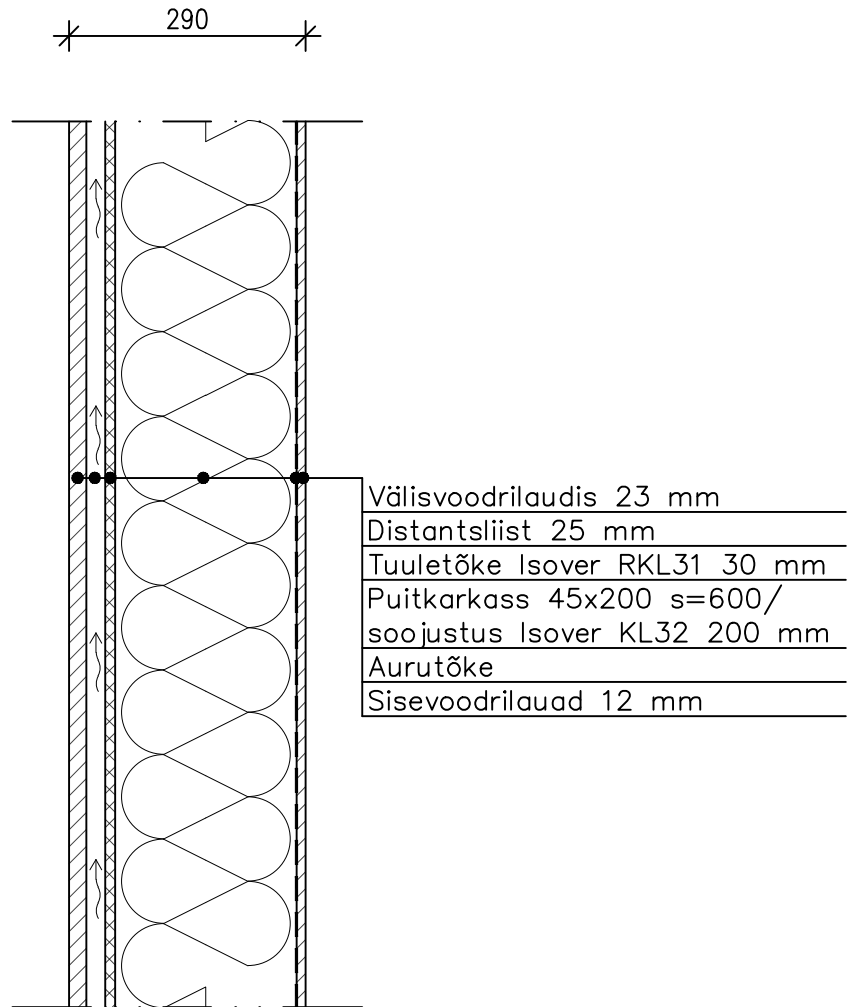


Tellisein 800...900 mm
Õhuvähe 30 mm
Vertikaalsed roovid 50x50, s=600
Tuuletõke Isover RKL31 30 mm
Puitkarkass 50x125 s=600/ soojustus Isover KL32 125 mm
Horisontaalne roovitus 50x50 s=400/ soojustus Isover KL32 50mm
Aurutõke
OSB plaat 12 mm
Niiskuskindel kipsplaat 12,5 mm
Hüdroisolatsioon
Keraamilised plaadid

Tulepüsisusklass: REI 30

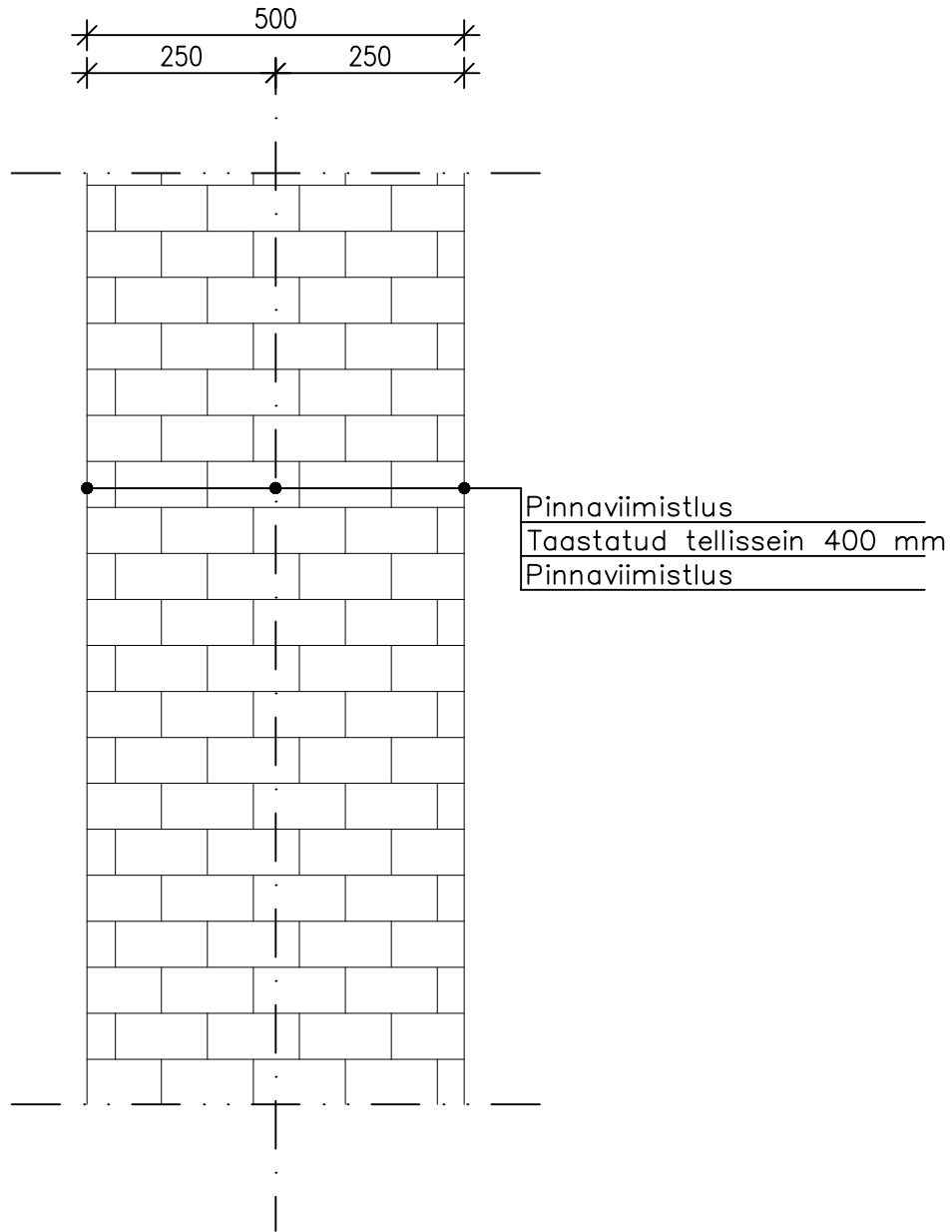
 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste	Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder	Joonise nimetus:	Välisseina tüüplõige VS-2
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk	Leht/Lehti:	15/30
Säästva tehnoloogia õppetool		Formaat:	A4
		Möötkava:	1:10

VÄLISSEINA TÜÜPLÕIGE VS-3



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		Töö liik: Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus: Välisseina tüüplõige VS-3
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti:	Formaat:
		16/30	A4
		Möötkava:	1:10

SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-1



Pinnaviimistlus
 Taastatud tellissein 400 mm
 Pinnaviimistlus

Tulepüsisusklass: REI 30



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
 TARTU KOLLEDŽ

Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa
 restaureerimis- ja
 rekonstrueerimisprojekt
 Laiendatud arhitektuurne eelprojekt

Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		

Töö liik: **Inseneriõppe magistritöö**

Joonise nimetus: **Siseseina tüüplõige SS-1**

Säästva tehnoloogia õppetool

Leht/Lehti:

17/30

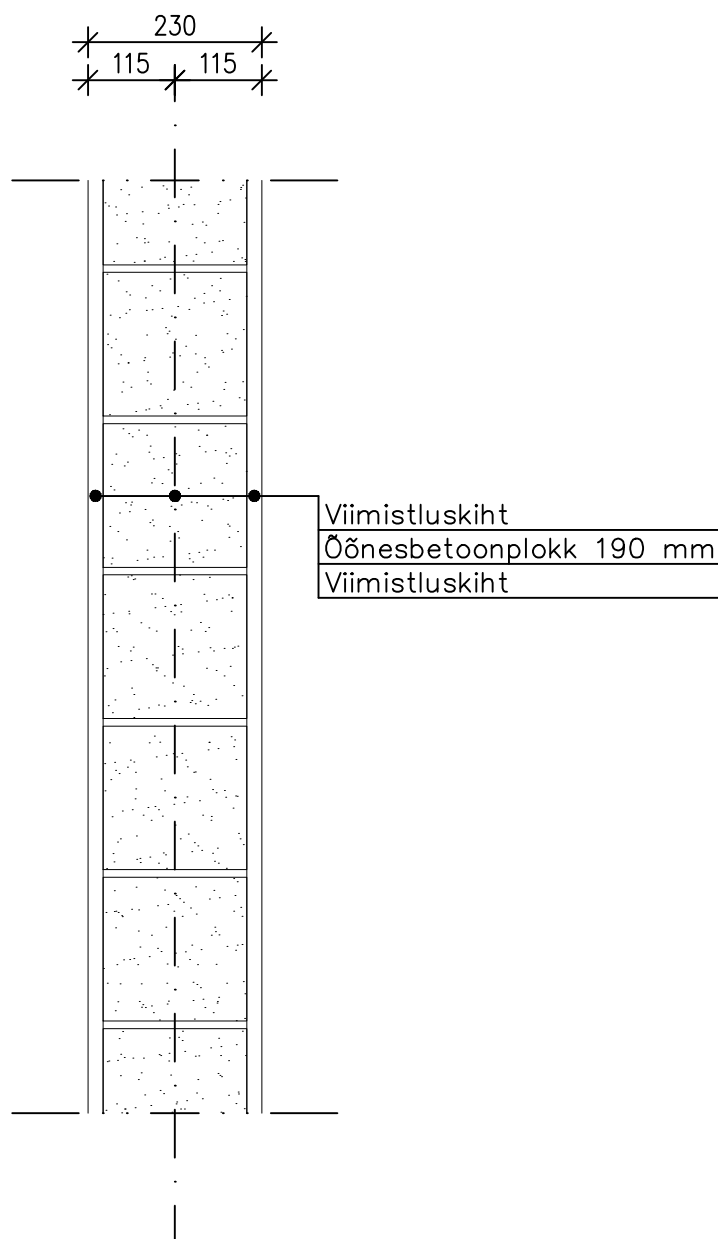
Formaat:

A4

Möötkava:

1:10

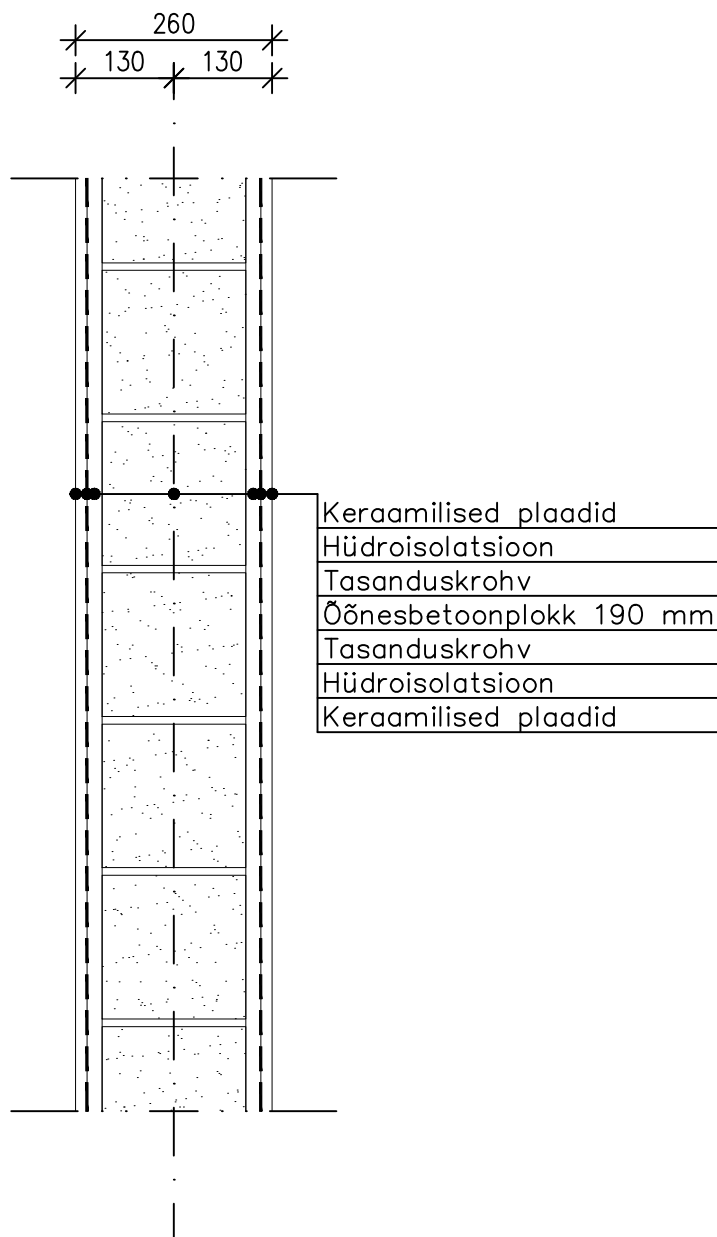
SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-2



Tulepüisivusklass: REI 30

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		Töö liik:
Juhendaja:	Olev Suuder		Inseneriõppe magistritöö
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		Joonise nimetus:
Säästva tehnoloogia õppetool		Leht/Lehti:	Siseseina tüüplõige SS-2
		18/30	Formaat:
		A4	Möötkava:
			1:10

SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-3



Tulepüvisusklass: REI 30



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TARTU KOLLEDŽ

Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa
restaureerimis- ja
rekonstrueerimisprojekt
Laiendatud arhitektuurne eelprojekt

Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		

Töö liik: **Inseneriõppe magistritöö**

Joonise nimetus: **Siseseina tüüplõige SS-3**

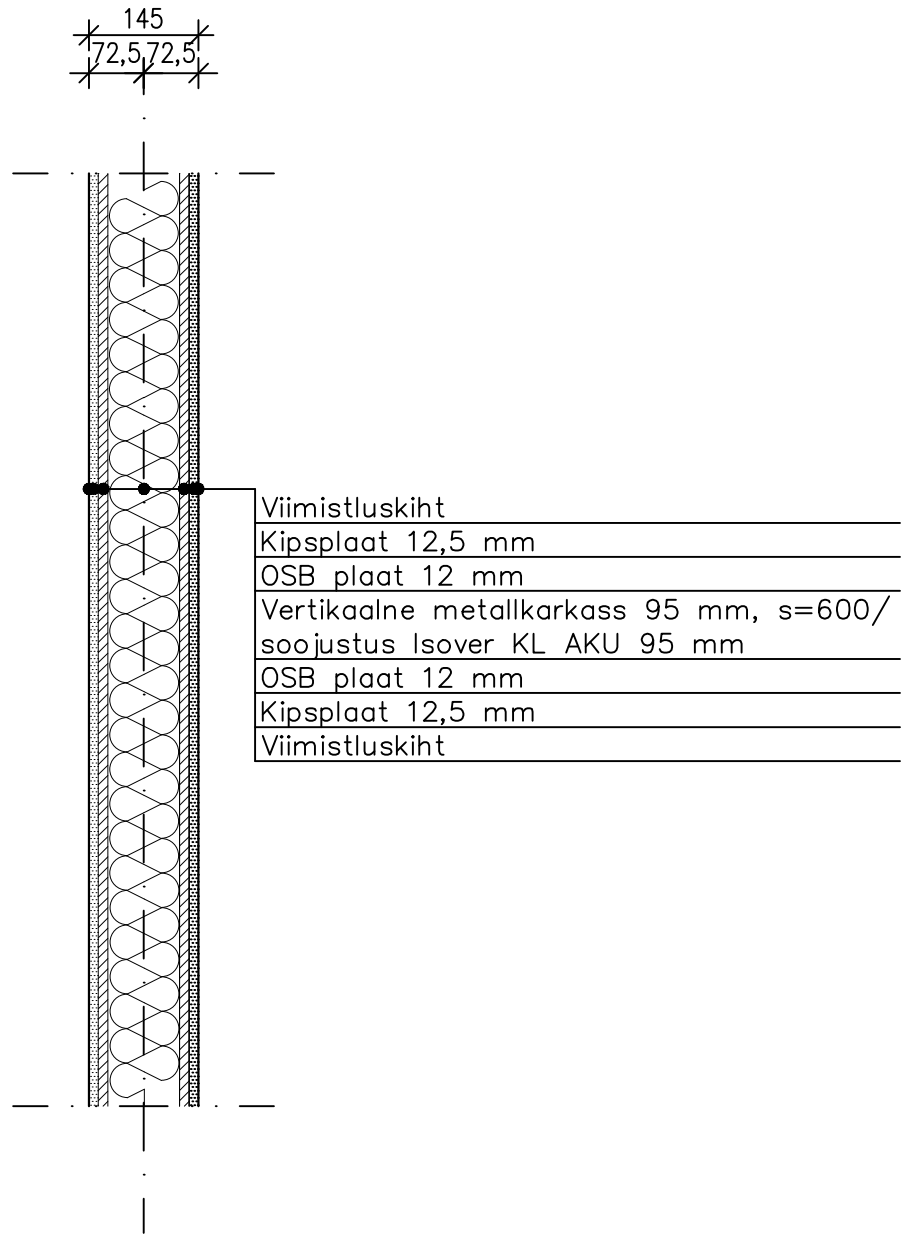
Säästva tehnoloogia õppetool

Leht/Lehti:
19/30

Formaat:
A4

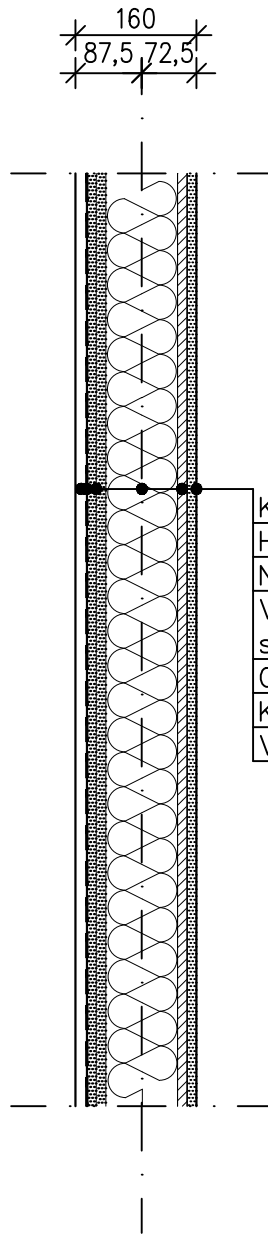
Möötkava:
1:10

SISESEINA TÜÜPLÖIGE SS-4



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus:	Siseseina tüüplöige SS-4
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	20/30
Säästva tehnoloogia õppetool				Formaat:	A4
				Möötkava:	1:10

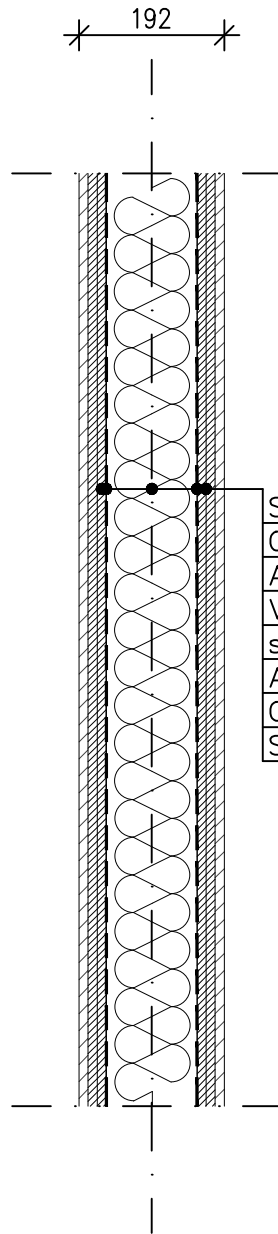
SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-5



Keraamilised plaadid
Hüdroisolatsioon
Niiskuskindel kipsplaat 2x12,5 mm
Vertikaalne metallkarkass 95 mm, s=600/ soojustus Isover KL AKU 95 mm
OSB plaat 12 mm
Kipsplaat 12,5 mm
Viimistluskiht

		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		
Säästva tehnoloogia õppetool		Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
		Joonise nimetus:	Siseseina tüüplõige SS-5
		Leht/Lehti:	Formaat:
		21/30	A4
			Mõõtkaava:
			1:10

SISESEINA TÜÜPLÕIGE SS-6



Sisevoodrilauad 12 mm
OSB plaat 2x12 mm
Aurutõke
Vertikaalne puitkarkass 45x120, s=600/
soojustus Isover KL AKU 116 mm
Aurutõke
OSB plaat 2x12 mm
Sisevoodrilauad 12 mm

Tulepüsimusklass: EI30

1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
 TARTU KOLLEDŽ

Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa
 restaureerimis- ja
 rekonstrueerimisprojekt
 Laiendatud arhitektuurne eelprojekt

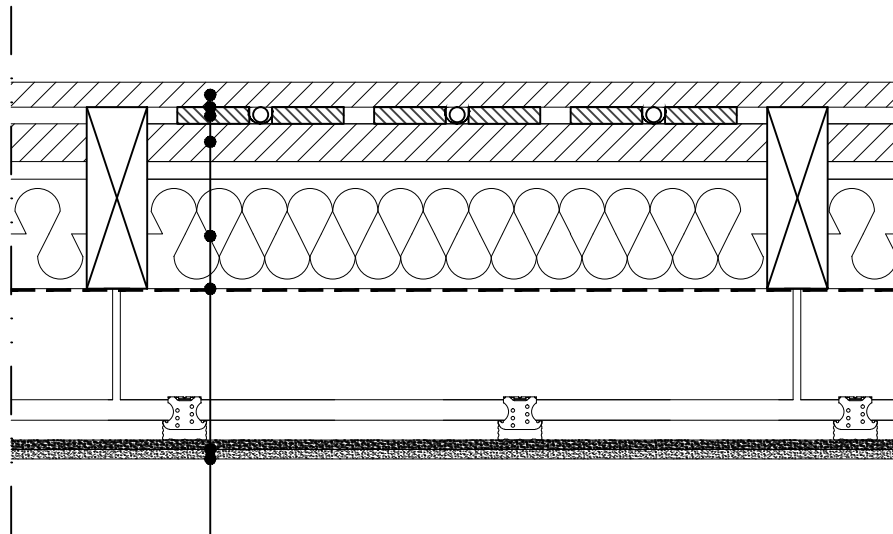
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		

Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Joonise nimetus:	Siseseina tüüplõige SS-6

Säästva tehnoloogia õppetool

Leht/Lehti:	Formaat:	Möötkava:
22/30	A4	1:10

VAHELAE TÜÜPLÕIGE VL-1

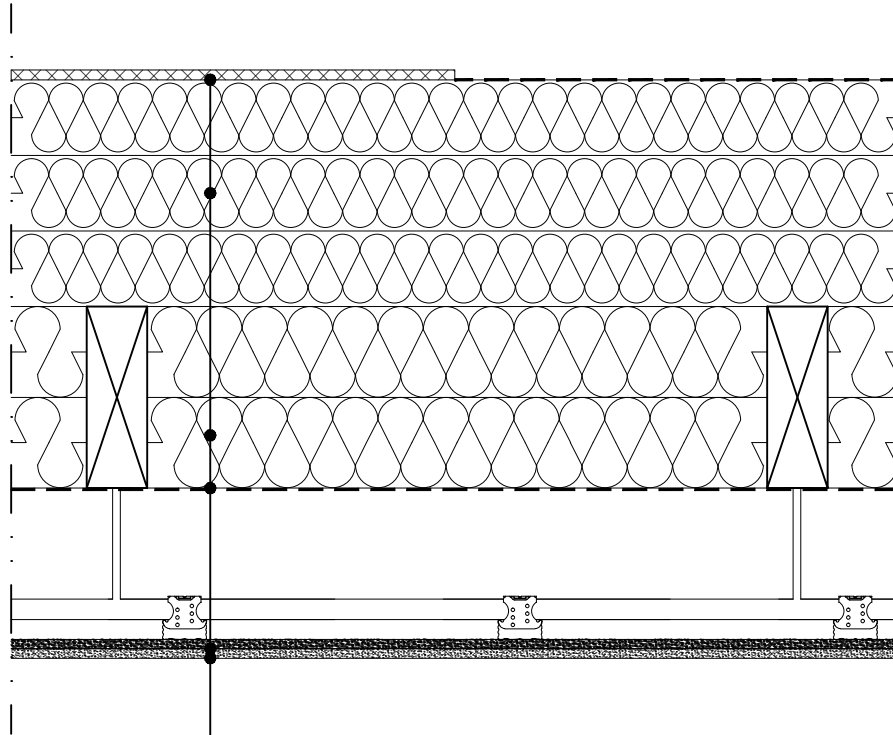


Põrandalaud 33x145 mm
Vesipõrandaküte+soojusjaotusplaat
Põiktugi 50x50 s=600 mm
Puitvahelaetalad 80x240 s=900/ soojustus Isover KL32 125 mm
Aurutõke
Kipsriiplagi 2x12,5 mm
Viimistluskiht

Tulepüisivusklass: REI 30

			Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja: Krista Ninaste					
Juhendaja: Olev Suuder			Joonise nimetus: Vahelae tüüplõige VL-1		
Kaasjuhendaja: Illimar Kalk			Leht/Lehti: 23/30	Formaat: A4	Mõõtkava: 1:10
Säästva tehnoloogia õppetool					

VAHELAE TÜÜPLÕIGE VL-2



Tuuletõkkeplaat VKL 13 mm või -paber
Soojustus Isover KL32 300 mm
Puitvahelaetalad 80x240 s=900/ soojustus Isover KL32 125 mm
Aurutõke
Kipsriiplagi 2x12,5 mm
Viimistluskiht

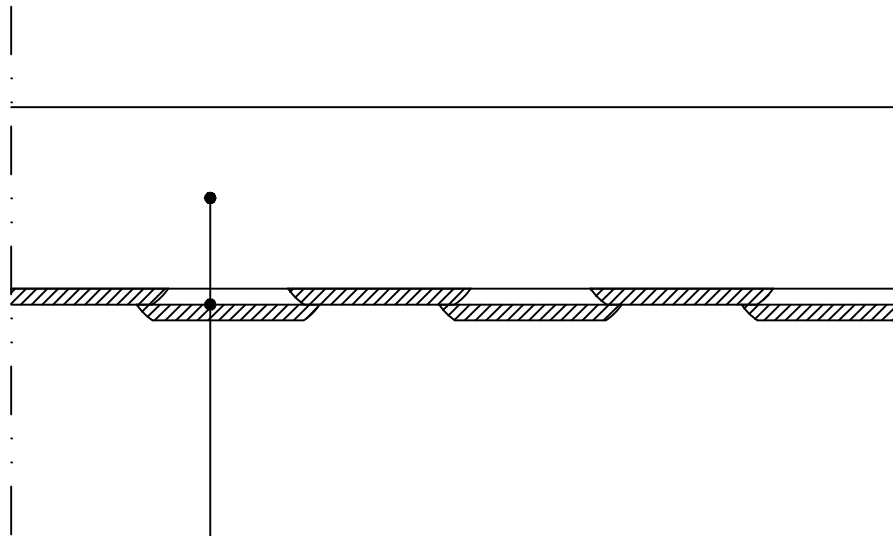
Märkused:

a) Tuuletõkkeplaat paigaldada räästa äärest 1,5 m kauguseni.

Tulepüisivusklass: REI 30

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ		Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus:	Vahelae tüüplõige VL-2
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	24/30
Säästva tehnoloogia õppetool				Formaat:	A4
				Möötkava:	1:10

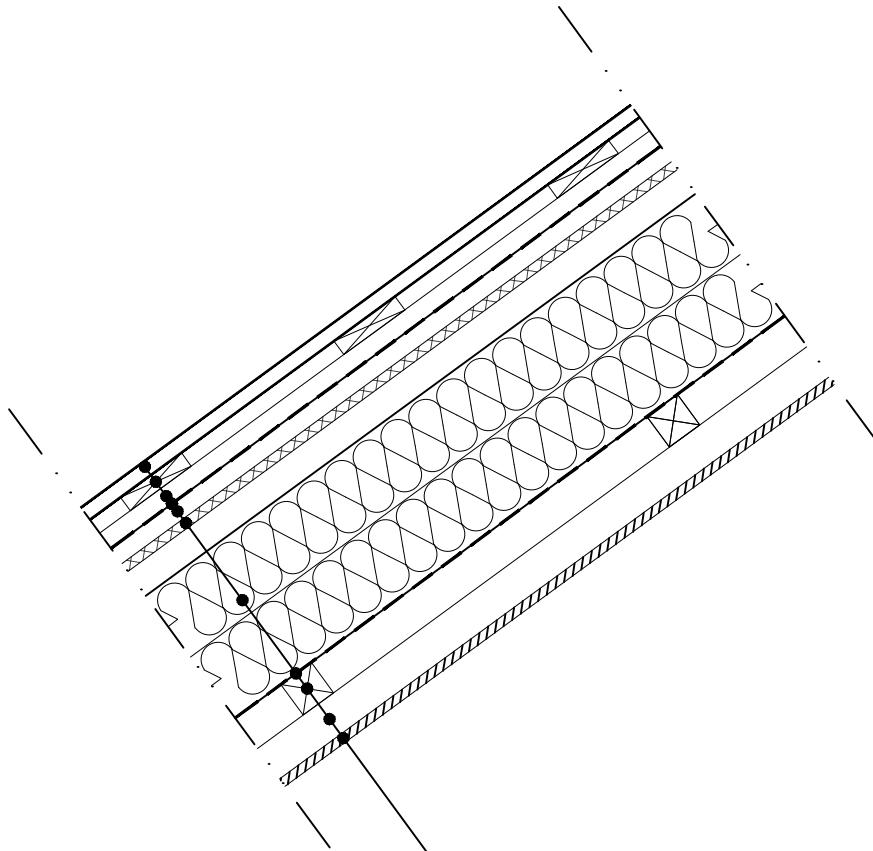
VAHELAE TÜÜPLÕIGE VL-3



Puitvahelaetalad 80x240 s=900
 Servamata välisvoodrilauad 21x220 mm

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ			Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt			
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö	
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus:	Vahelae tüüplõige VL-3	
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	25/30	
Säästva tehnoloogia õppetool			Formaat:	A4	Möötkava:	1:10

KATUSE TÜÜPLÕIGE KL-1

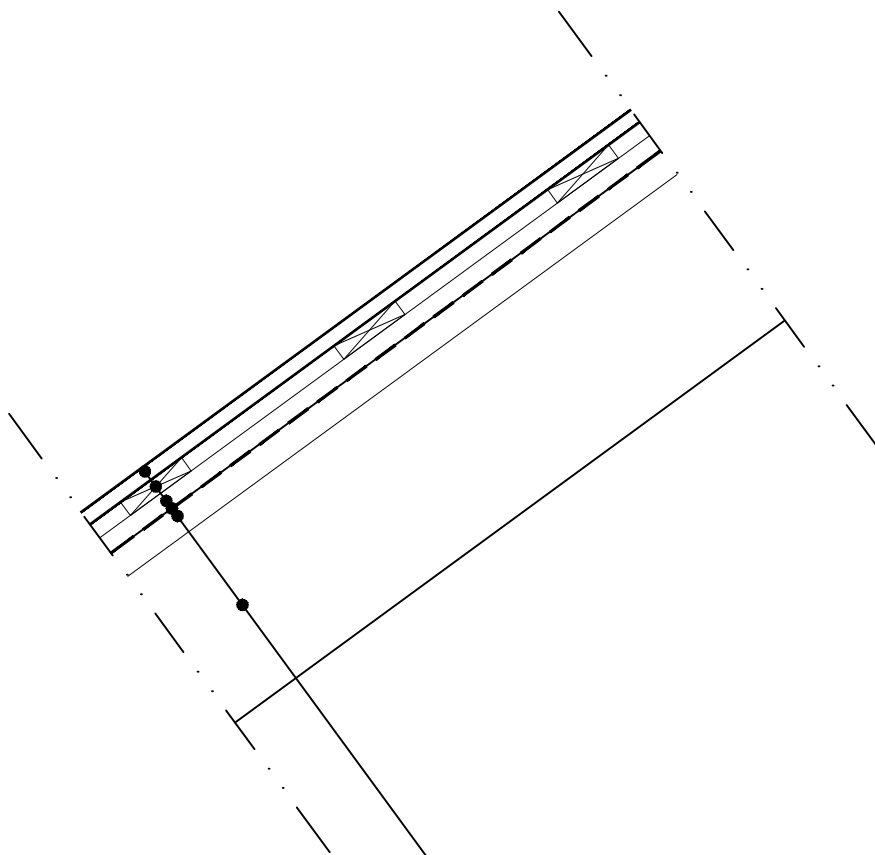


Valtsprofiilplekk
Roovitus 22x100, s=300
Distantслиist 25x50
Aluskate
Distantслиist 25x50
Tuuletõke Isover VKL 13 mm
Sarikad 80x240, s=900/ Isover KL32 200 mm
Aurutõke
Horisontaalroovitus 50x50, s=600
Vertikaalroovitus 50x50, s=400
Sisevoodrilauad 12 mm

Tulepüisivusklass: REI 30

 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ			Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus:	Katuse tüüplõige KL-1
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	26/30
Säästva tehnoloogia õppetool			Formaat:	A4	Möötkava:
			1:10		

KATUSE TÜÜPLÕIGE KL-2



Valtsprofiilplekk
Roovitus 22x100, s=300
Distantssliist 25x50
Aluskate
Distantssliist 38x50
Sarikad 80x240, s=900

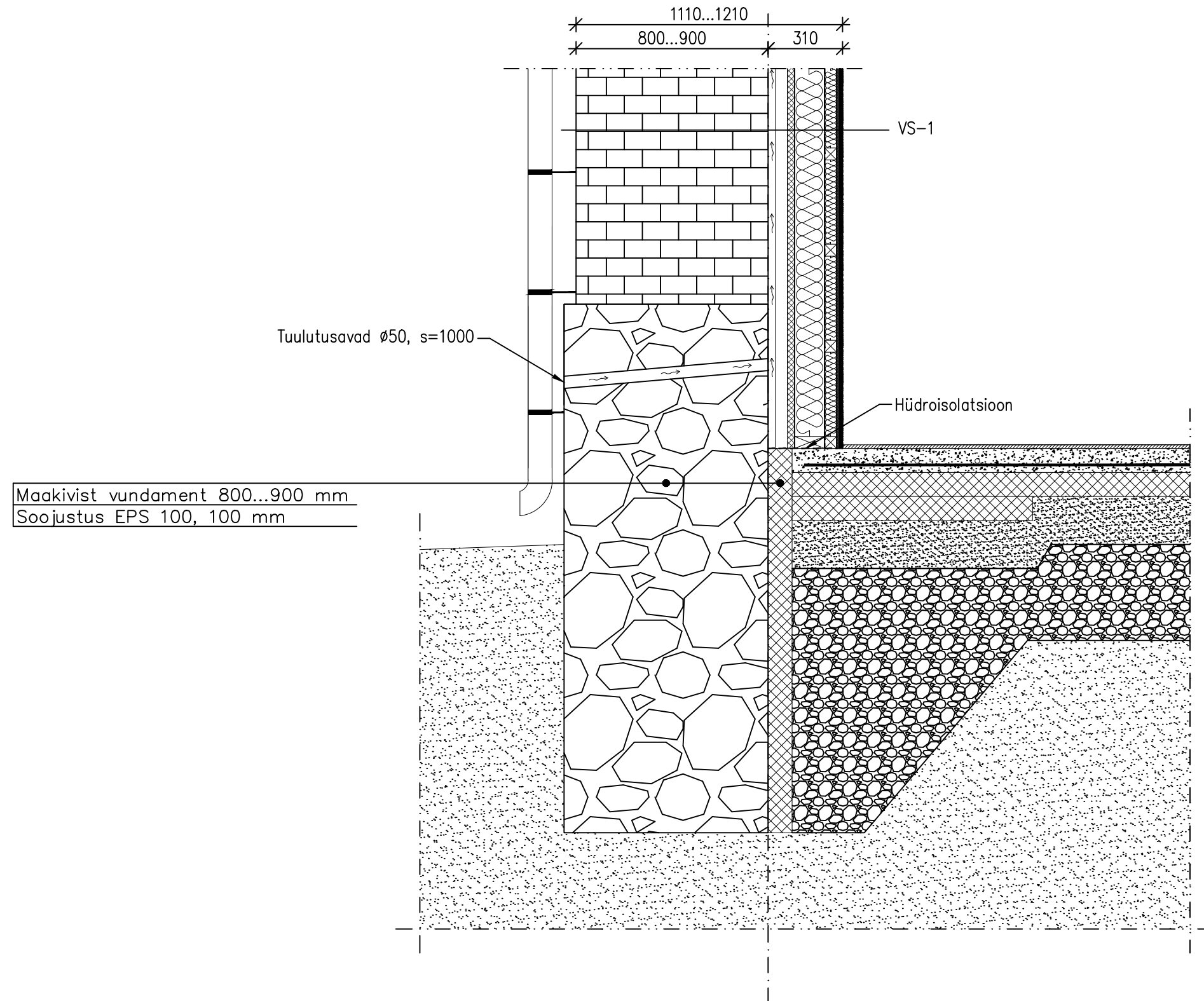
Tulepüisivusklass: REI 30

<p>1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ</p>		<p>Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt</p>	
Koostaja:	Krista Ninaste		
Juhendaja:	Olev Suuder		
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk		
<p>Säästva tehnoloogia õppetool</p>		Leht/Lehti:	27/30
		Formaat:	A4
		Möötkava:	1:10

Töö liik: **Inseneriõppe magistritöö**

Joonise nimetus: **Katuse tüüplõige KL-2**

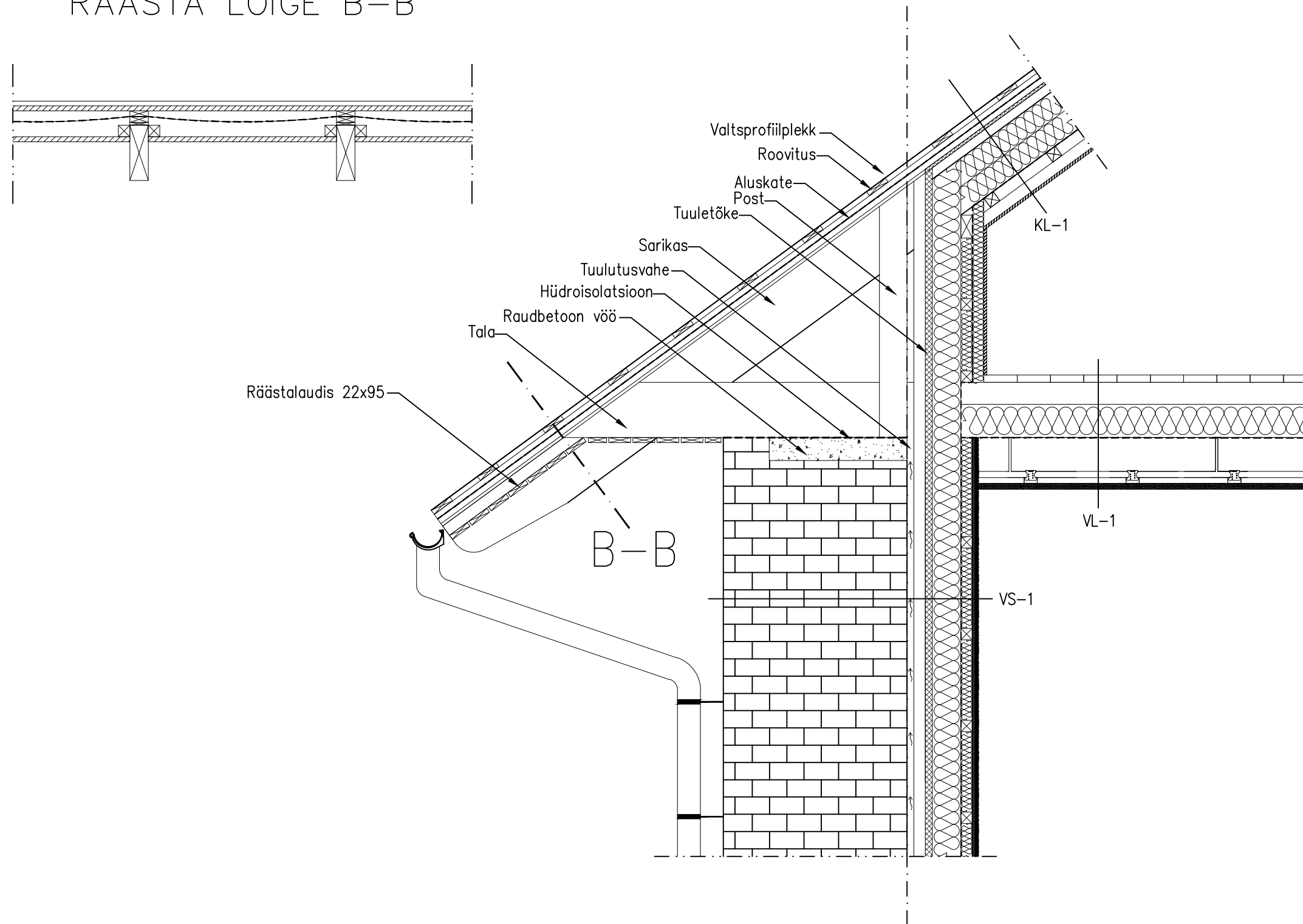
SOKLISÕLM



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ			Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus:	Soklisõlm
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	28/30
Säästva tehnoloogia õppetool			Formaat:	A3	Mõõtkava:
					1:20

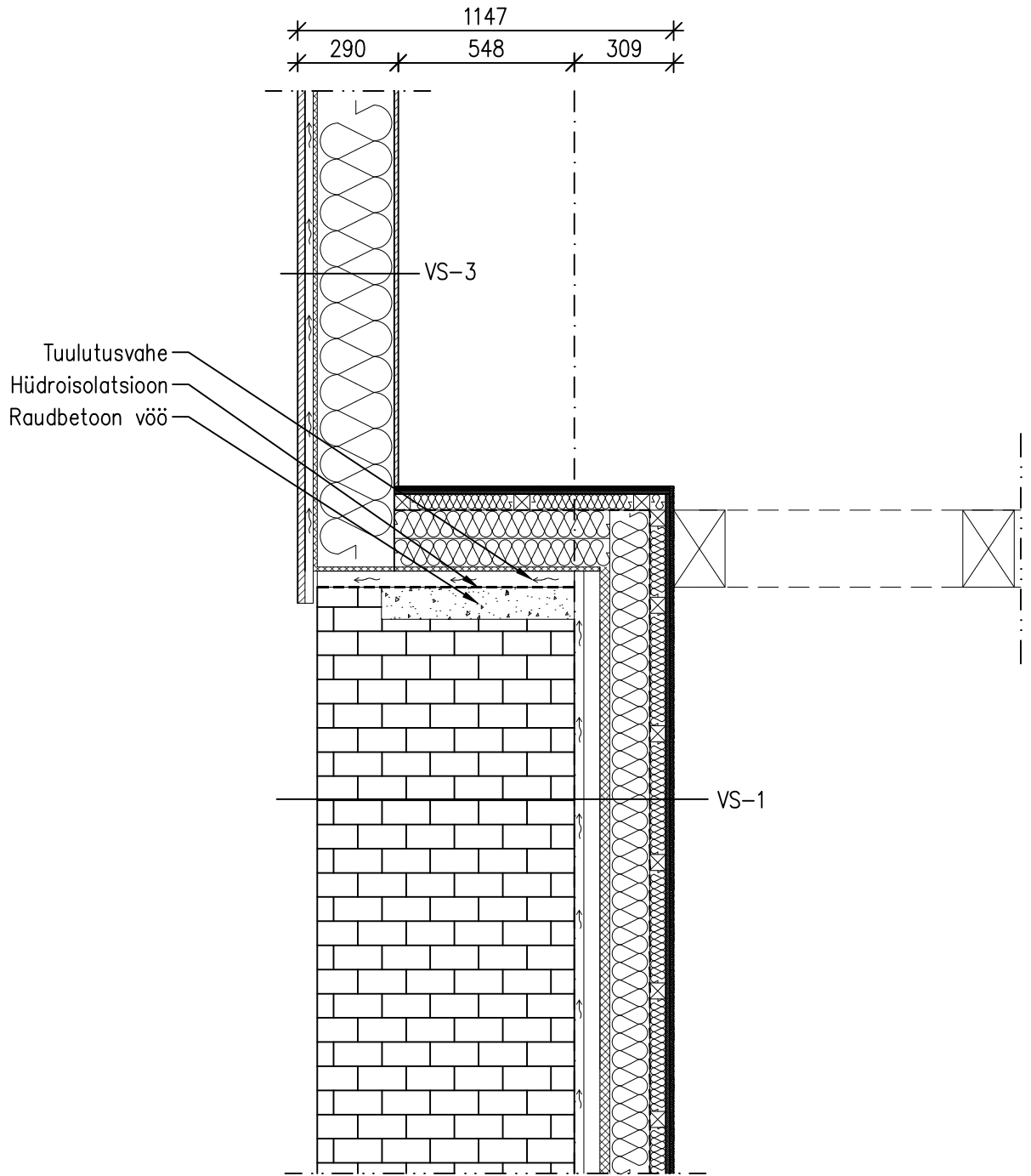
RÄÄSTA ÜLDSÕLM


RÄÄSTA LÕIGE B-B



1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ			Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik: Inseneriõppe magistritöö	
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus: Räästasõlm ja lõige B-B	
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	Formaat:
Säästva tehnoloogia õppetool			29/30	A3	Mõõtkava: 1:20

OTSASEINA SÕLM



 1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TARTU KOLLEDŽ			Torma mõisa ringtalli põhjapoolse osa restaureerimis- ja rekonstrueerimisprojekt Laiendatud arhitektuurne eelprojekt		
Koostaja:	Krista Ninaste			Töö liik:	Inseneriõppe magistritöö
Juhendaja:	Olev Suuder			Joonise nimetus:	Otsaseina sõlm
Kaasjuhendaja:	Illimar Kalk			Leht/Lehti:	30/30
Säästva tehnoloogia õppetool			Formaat:	A4	Möötkava:
			1:20		