



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Tartu kolledž

MAJAPIDAMISABIHOONE PROJEKTEERIMINE JAANI KINNISTULE

PLANNING AN ANCILLARY BUILDING TO JAANI REAL ESTATE

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Mirjam Jervson

Üliõpilaskood: 131785EAEI

Juhendaja: lektor Illimar Kalk, ehitusinsener tase 7

Tartu 2018

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

“.....” 201.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Tartu kolledž
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Mirjam Jervson 131785EAEI
Õppekava, peeriala: EAEI02/12Tartu - Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine
Juhendaja: lektor Illimar Kalk (ehitusinsener tase 7)
Konsultandid: Aime Ruus, programmijuht
Jiri Tintera, lektor

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule

(inglise keeles) Planning an ancillary building to Jaani real estate

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Majapidamisabihoone projekteerimine
2. Hoone konstruktsioonide tugevusarvutuste teostamine
3. Arhitektuurse ehitusprojekti vormistamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Olemasoleva olukorraga tutvumine ja vundamendi seisukorra hindamine	30.03.18
2.	Tugevusarvutuste teostamine ja konstruktiivsed joonised	01.05.18
3.	Arhitektuurne seletuskiri ja joonised	25.05.18

Töö keel: eesti **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....."201....a

Üliõpilane: "....."201....a
/allkiri/

Juhendaja: "....."201....a
/allkiri/

Konsultant:
"....."201....a

/allkiri/

SISUKORD

EESSÕNA.....	7
Lühendite ja tähiste loetelu	8
SISSEJUHATUS	12
1 EELPROJEKTI SELETUSKIRI	14
1.1 Üldosa ja sissejuhatus	14
1.1.1 Üldandmed	14
1.2 Asendiplaan.....	15
1.2.1 Olemasolev olukord.....	15
1.2.2 Plaanilahendus	16
1.2.3 Vertikaalplaneering	16
1.2.4 Teed ja platsid	16
1.2.5 Haljastus ja heakorrastus	16
1.2.6 Krundisisene liikluskorraldus ja parkimine	17
1.3 Arhitektuurne ja konstruktiivne lahendus	17
1.4 Küte ja ventilatsioon.....	18
1.5 Veevarustus ja kanalisatsioon	19
1.6 Keskkonnakaitse ja jäätmekäitlus	19
1.7 Elekter ja nõrkvool	19
1.8 Energiatõhusus.....	19
1.9 Tuleohutusnõuded	20
2 TUGEVUSARVUTUSED	21
2.1 Üldosa.....	21
2.1.1 Kasutatud normdokumendid ja arvutiprogrammid	21
2.1.2 Arvutusalusused ja meetodika.....	22
2.2 Koormused	22
2.2.1 Omakaal.....	23
2.2.2 Lumekoormus.....	25
2.2.3 Tuulekoormus.....	25
2.2.4 Koormuskombinatsioonid	29
2.3 Katusekandjate dimensioneerimine	30
2.3.1 Elementide 1 ja 4 dimensioneerimine.....	32
2.3.2 Elemendi 2 dimensioneerimine.....	37

2.3.3 Elemendi 3 dimensioneerimine.....	39
2.4 Sõlmede dimensioneerimine	42
2.4.1 Sõlm 1	43
2.4.2 Sõlm 2	45
2.4.3 Sõlm 3	48
2.5 Seinade tugevusarvutus	50
2.5.1 Müüritise kandevõime kontroll.....	50
2.6 Sillused	55
2.6.1 Raudbetoon silluse kandevõime kontroll.....	55
2.7 Vundament.....	59
2.7.1 Kandepiiriseisundi kontroll lubatud surve järgi.....	60
KOKKUVÕTE	62
ABSTRACT.....	64
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	66
LISAD	68
Lisa 1 Koormuskombinatsioonid	69
Lisa 2 Graafiline osa	73
Joonis 1 - Olemasoleva vundamendi plaan	
Joonis 2 - Asendiplaan	
Joonis 3 - Hoone põhiplaan	
Joonis 4 - Katuse plaan	
Joonis 5 - Vaade põhjast	
Joonis 6 - Vaade lõunast	
Joonis 7 - Vaade idast ja läänest	
Joonis 8 - Hoone lõige A-A	
Joonis 9 - Vundamendi ja sokli plaan	
Joonis 10 - Lintvundamendi tüüplõiked ja sõlmed	
Joonis 11 - Seinte ja silluste plaan	
Joonis 12- Raudbetoon sillus	
Joonis 13- Seinte tüüplõiked ja -sõlmed	
Joonis 14 -Vahelaetalade plaan	
Joonis 15 - Katusekandjate plaan	
Joonis 16- Katusekandjate koostejoonis	
Joonis 17 - Katusekonstruktsioonide sõlm 1	
Joonis 18 - Katusekonstruktsioonide sõlm 2	

Joonis 19- Katusekonstruktsioonide sõlm 3

EESSÕNA

Magistritöö teema tulenes praktilisest vajadusest majapidamisabihoone projekti koostamiseks Jaani kinnistule. Töö teostamisel suunas autorit juhendaja Illimar Kalk, konsulteerisid Aime Ruus, Jiri Tintera ja Ragnar Pabort. Autor soovib tänada kõiki eelpool nimetatud ja teisi lõputöö koostamisel abistanud ja innustanud isikuid.

Käesolev projekt koosneb põhiosas arhitektuursest osast ning konstruktsioonide tugevusarvutustest. Tugevusarvutuste teostamisel on eesmärgiks seatud kogu hoone konstruktsioonide arvutamine. Lisades on välja toodud tugevusarvutuste aluseks olnud koormuskombinatsioonid ning arhitektuursed ja konstruktiivsed joonised. Eesmärgiks on ehitada hoone varasema küüni asukohale, säilitades võimalikult suure osa vundamendist, võttes arvesse tellija soove ning arvestades kokkusobimist teiste kinnistul olevate hoonetega. Tugevusarvutuste teostamise eesmärgiks on määrata kindlaks konstruktsioonide materjalid ja mõõtmed, lahendada projekteerimise staadiumis probleemsed kohad, saavutada sealjuures materjalide kokkuhoid ning tagada standardite kohane kandevõime.

Võtmesõnad: tugevusarvutused, puitkonstruktsioonid, raudbetoonkonstruktsioonid, kivikonstruktsioonid, joonised, magistritöö.

Lühendite ja tähiste loetelu

Ladina suurtähed

A	ristlõikepindala
A_{ef}	ristlõike efektiivpindala
A_k	kokkupuutepindala
A_c	survetsooni pindala
A_{s1}	tõmbearmatuuri ristlõikepindala
A_{s2}	survearmatuuri ristlõikepindala
C_e	avatustegur
C_t	soojustegur
$E_{0,mean}$	elastsusmoodul pikikiudu
$E_{0,05}$	elastsusmoodul 5% pikikiudu
$E_{90,mean}$	elastsusmoodul ristikiudu
F	koormus, jõud
F_d	koormuse arvutusväärtus
F_k	koormuse normväärtus
F_x	jõu arvutusväärtus x telje suunas
F_{res}	resultantjõud
G	alaliskoormus
G_d	alaliskoormuse arvutusväärtus
G_k	alaliskoormuse normväärtus
$G_{k,1}$	domineeriva muutuvkoormuse normväärtus
$G_{k,i}$	kaasneva muutuvkoormuse normväärtus
$I_y ; I_z$	ristlõike inertsimoment y- või z telje suhtes
L	tugedevaheline pikkus
M_{sd}	arvutuslik paindemoment
N_{sd}	arvutuslik normaaljõud
P	eelpingestuskoormuse esindusväärtus
Q	muutuvkoormus
Q_d	muutuvkoormuse arvutuslik väärtus
Q_k	muutuvkoormuse normväärtus
$Q_{k,1}$	domineeriva muutuvkoormuse normväärtus
$Q_{k,i}$	kaasneva muutuvkoormuse normväärtus
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

a	kaugus
a_1	ühes reas olevate kinnitite puidu kiududesuunaline vahekaugus
a_2	kinnituselementide ridade vaheline kaugus risti kiudud
$a_{3,c}$	kaugus kinnituselemendi ja koormamata otsa vahel
$a_{3,t}$	kaugus kinnituselemendi ja koormatud otsa vahel
$a_{4,c}$	kaugus kinnituselemendi ja koormamata serva vahel
$a_{4,t}$	kaugus kinnituselemendi ja koormatud serva vahel
b	laius
b_{ef}	efektiivne ristlõike laius
d	läbimõõt
d_k	taldmiku sügavus keskmisest maapinnas
e	ekstsentrilisus
e_a	juhuslik ekstsentrilisus
e_{hi}	vertikaalkoormuse ekstsentrilisus seinä ülemises lõikes, mis on põhjustatud horisontaalkoormuse poolt
e_i	vertikaalkoormuse ekstsentrilisus seinä ülemises lõikes
$f_{h,i,k}$	i-nda puitelemendi norm-muljumistugevus
$f_{c,0,d}$	arvutuslik survetugevus pikikiudu
$f_{c,90,d}$	arvutuslik survetugevus ristikiudu
$f_{c,90,k}$	normatiivne survetugevus ristikiudu
$f_{h,k}$	norm-muljumistugevus
$f_{m,k}$	normpainedetugevus
$f_{m,y,d}$	arvutuslik painedetugevus peatelje y suhtes
$f_{m,z,d}$	arvutuslik painedetugevus peatelje z suhtes
$f_{m,\alpha,d}$	arvutuslik painedetugevus kiudude suhtes nurga α all
$f_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu
$f_{t,0,k}$	normtõmbetugevus pikikiudu
$f_{t,90,d}$	arvutuslik tõmbetugevus ristikiudu
$f_{u,k}$	arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu

f_u	poldi normtõmbetugevus
$f_{t,0,k}$	poltide normtõmbetugevus
$f_{v,d}$	arvutuslik nihketugevus
h	elemendi ristlõikekõrgus, seina kõrgus
h_{ef}	elemendi efektiivne ristlõikekõrgus
$i_y ; i_z$	inertsiraadiused telgede y ja z suhtes
$k_{c,y} ; k_{c,z}$	ebastabiilsust arvestav tegur
k_{cr}	pragunemistegur nihkekandevõime jaoks
$k_{c,90}$	tugevuse kasvu tegur
k_{def}	deformatsioonitegur
k_{mod}	koormuse kestuse ja niiskuse mõju arvestav modifikatsioonitegur
$k_y ; k_z$	ebastabiilsustegur
l	sildeava, kontaktpikkus
l_{ef}	efektiivne pikkus
n	kinnitite arv
s	vahekaugus, samm
z_{min}	minimaalne arvutuskõrgus
t	paksus
w	teisendustegur
w_{fin}	lõplik läbipainde
w_{inst}	hetkeline läbipainde
$w_{net;fin}$	lõplik netoläbipainde

Kreeka väiketähed

α	nurk ogaplaadi x-telje suuna ja jõu mõjumissuuna vahe. Nurk jõu mõjumissuuna ja puidu kiudude vahel. Nurk koormuse mõjumissuuna ja koormatud serva (või otsa) vahel
β	nurk puidukiud suuna ja jõu mõjumissuuna vahel ogaplaatliidete puhul
β_c	sirguse tegur
γ	osavarutegur
γ_M	materjali omaduse osavarutegur
λ_h	saledus
λ_y	saledus, mis vastav paindele y-telje suhtes
λ_z	saledus, mis vastav paindele z-telje suhtes

$\lambda_{rel,y}$	suhteline saledus, mis vastav paindele y-telje suhtes
$\lambda_{rel,z}$	suhteline saledus, mis vastav paindele z-telje suhtes
ρ_k	normtihedus
ρ_n	vähendustegur
ρ_w	põikarmeerimistegur
$\rho_{w,min}$	põikarmeerimisteguri miinimumväärtus
ρ_0	armeerimisteguri võrdlusväärtus
ρ	tõmbearmeerimistegur
$\sigma_{c,0,d}$	kisuunaline arvutuslik survepinge
$\sigma_{c,90,d}$	kisuunaga risti mõjuv arvutuslik survepinge
$\sigma_{c,\alpha,d}$	arvutuslik survepinge kiudude suhtes nurga α all
σ_k	keskmine surve taldmiku all
σ_{max}	maksimaalne surve taldmiku all
$\sigma_{m,y,d}$	arvutuslik paindepinge peatelje y suhtes
$\sigma_{m,z,d}$	arvutuslik paindepinge peatelje z suhtes
$\sigma_{m,\alpha,d}$	arvutuslik paindepinge kiudude suhtes nurga α all
$\sigma_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbepinge pikikiudu
$\sigma_{t,90,d}$	arvutuslik tõmbepinge ristikiudu
τ_d	arvutuslik nihkepinge
ψ_0, ψ_1, ψ_2	koormuse kombinatsioonitegurid

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö eesmärk on Järva maakonnas, Paide linnas, Vedruka külas asuva Jaani talu majapidamisabihoone projekteerimine lähtudes seal varem asunud abihoonest.

Lõputöö teema valikul oli autori sooviks teostada kõik vajalikud tugevusarvutused lähtudes hoonest kui tervikust, et kinnistada õpitud teadmisi. Kuna pakkumisi väga valida ei olnud, siis sai valituks autori lähedastele kuuluva kinnistu majapidamisabihoone projekteerimine, millele tuleb tulevikus ehitusprojekt koostada.

Ehitisregistri ja kohalike elanike andmetel on varasema abihoone nimetuseks küün. Praeguseks on küünist säilinud vaid halvas seisukorras vundament. Küüni ehitamise ja lammutamise aeg ei ole täpselt teada. Ehitisregistris on hoone siiani registreeritud.

Magistritöö eesmärk on kinnistu omaniku soovil projekteerida uus majapidamisabihoone, mis koosneks kahe auto garaazist ning kahest tööruumist. Antud magistritöö käigus on teostatud vundamendi uuring. Hoone ümberehitamisel jäädakse ehitisregistris toodud mahu sisse ning projekteerimistingimusi kohalik omavalitsus eelnevalt ei väljasta. Rajatava hoone ehitise pinnaga hoone ümberehitamiseks on vajalik esitada kohalikule omavalitsusele ehitusteatis ja ehitusprojekt. Sellest tulenevalt koosneb käesolev projekt arhitektuursest osast ning põhiosas konstruktsioonide tugevusarvutustest. Tugevusarvutuste teostamisel on eesmärgiks seatud kogu hoone konstruktsioonide arvutamine. Eesmärgiks on ehitada hoone varasema küüni asukohale, säilitades võimaliku osa vundamendist.

Eesmärkidest lähtuvalt püstitatud ülesanded:

- olemasoleva vundamendi ülesmõõdistamine ja uuring;
- arhitektuurse lahenduse väljatöötamine, võttes arvesse tellija soove, olemasolevat elamuhoonet ning varasemat abihoonet;
- arhitektuurse eelprojekti seletuskirja koostamine;
- arhitektuursete jooniste koostamine;
- tehniliste lahenduste väljatöötamine;
- hoone asukohale ja parameetritele vastavate lume- ja tuulekoormuste leidmine;
- katusekonstruktsioonide tugevusarvutuste koostamine;
- katusekonstruktsioonide sõlmede lahendamine;

- seinte tugevusarvutuste koostamine;
- avade sildamise lahendused, sealhulgas raudbetoon silluse tugevusarvutus;
- vundamendi tugevusarvutus;
- konstruktiivsete jooniste koostamine.

Magistritöö koosneb kahest põhiosast: arhitektuurne eelprojekti seletuskiri ning tugevusarvutused. Arhitektuurses seletuskirjas on lühidalt kirjeldatud olemasolevat olukorda, arhitektuurset üldkontseptsiooni, piirdetarindeid, ehitusmaterjalide valikut ning tuleohutust. Teises peatükis on koostatud tugevusarvutused projekteeritavatele puitkonstruktsioonis katusekonstruktsioonidele, kivikonstruktsioonist seintele, raudbetoonkonstruktsioonis sillustele ning vundamendile. Tugevusarvutuste tegemisel on arvestatud erinevate koormuskombinatsioonidega.

Magistritöö lisas 1 on toodud väljavõtted koormuskombinatsioonidest ning lisas 2 on esitatud arhitektuursed ja konstruktiivsed joonised. Lisas 2 esitatud konstruktiivsed joonised on joonestatud põhimõttega, et ehitajal oleks nende põhjal võimalik ka ehitada.

1 EELPROJEKTI SELETUSKIRI

1.1 Üldosa ja sissejuhatus

Seletuskirja kirjutamisel on tuginetud standardile EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“ ja määrusele nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“.

Projekt on koostatud Järva maakonnas Paide linnas Vedruka külas Jaani maaüksusel asunud küüni taastamiseks majapidamisabihooneks. Hoone on ehisregistris registreeritud (107007710), kuid säilinud on vaid vundament. Ehisregistris oleva hoone korruste arvuks on märgitud 7 ja ehitusaluseks pinnaks 172 m² [1]. Registris olevad andmed ei kattu tegelikkusega. Uus hoone ehitatakse vana asukohale. Vundament lammutatakse vastavalt vundamendi uuringule ja lammutuse plaanile (vt lisa 2 joonist 1). Hoone ümberehitamisel jäädakse ehisregistris toodud mahu sisse ning projekteerimistingimusi kohalik omavalitsus eelnevalt ei väljasta. Projekteerimise aluseks jääb alal kehtiv Roosna-Alliku valla üldplaneering, mis on kehtiv käesoleva aasta lõpuni, Eestis kehtivad ehitusnormid ja omaniku poolt esitatud soovidele. Oletatavaks majapidamisabihoone elueaks on arvestatud 50 aastat. Abihoone arhitektuurse välisilme kujundamisel on lähtutud eelkõige peahoonega kokkusobimisest ning tellija soovidest.

1.1.1 Üldandmed

Jaani kinnistu katastritunnus on 68401:004:0040 [2]. Ehitusgeodeetilised tööd on teostatud ettevõtte Geodeesia SAR OÜ poolt 13. aprillil 2016. aastal [3]. Ehitise tehnilised näitajad on esitatud tabelis 1.

Tabel 1 Projekteeritava ehitise tehnilised näitajad

Ehitisregistri kood	107007710
Otstarve	Majapidamisabihoone
Pikkus	16,01 m
Laius	8,98 m
Kõrgus	6,0 m
Ehitisealune pindala	143,77 m ²
Suletud netopindala	126,8 m ²
Suletud brutopindala	143,77 m ²
Korruselisus	1

Projekteerimisel on lähtutud järgnevatest standarditest ja õigusaktidest:

- Ehitusseadustik
- Majandus- ja taristuministri 17.07.2015 määrus nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“
- Majandus- ja taristuministri 01.10.2014 määrus nr 84 „Ehitise tehniliste andmete loetelu ja pindade arvestamise alused“
- Vabariigi valitsuse 27.10.2004 määrus nr 315 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“
- Vabariigi valitsuse 30.03.2017 määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“
- Standard EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“
- Standard EVS-EN 1990:2002+NA:2002 Eurokoodeks „Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused“
- Standard EVS 812-7:2008 „Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus“

1.2 Asendiplaan

1.2.1 Olemasolev olukord

Jaani kinnistu piirneb põhja küljest Peetri, idast Ristivälja, lõunast Kili, läänest Andrese ja loodest Kirsi katastriüksusega. Projekteeritavast elamust lõunasse jääb pööningukorrusega elumaja (ehr 107007708) ning selle taha majandushoone, ait-kuur (ehr 107007709). Kinnistu asub suhteliselt tasasel maapinnal. Vähesel määral langeb maastikuprofiil loode suunas. Absoluutkõrgused

hoonestatud alal jäävad vahemikku 79.53 ... 80.30. Suurema osa kinnistust moodustab haritav põllumaa (42 365 m²), ülejäänud osa koosneb looduslikust rohumaast (5065 m²), võsastunud pargialast (3149 m²) ning hoovialast (533 m²) [2]. Hooviala on lõuna küljelt piiratud hekiga, aeda on istutatud viljapuud ja pöösad. Juurdepääs kinnistule saab alguse Esna külast Laada tänavalt ning kulgeb läbi Jõetaguse, Heinamurru ja Ristivälja katastriüksuse [2]. Sõidutee on kruusakattega.

1.2.2 Plaanilahendus

Projekteeritav hoone ehitatakse kunagise küüni asukohale. Olemasolev vundament lammutatakse vastavalt lammutusplaanile (vt lisa 2 joonist 1). Hoone ehitatakse ilma keldrita, ühekorruseline ja viilkatusega, katuse kaldenurgaga 31°. Ruumide planeerimisel on arvestatud omaniku soove. Hoone lääne küljele ehitatakse terrass. Abihoone ehitus on üheetapiline.

1.2.3 Vertikaalplaneering

Hoone ümber planeeritakse maapind väikse langusega sademevee juhtimiseks hoonest eemale, soovituslikult 15 cm 3 m kohta. Kõrgusmärgid rajatava abihoone ümber on vahemikus 79.69 ... 80.00. Rajatava hoone +/- 0,00 = 80,20. Sademevesi juhitakse vihmaveerennide ja –torude abil hoonest eemale pinnasesse.

1.2.4 Teed ja platsid

Olemasolev krundisisene tee on kaetud killustikuga. Elamu ja abihoone vaheline ala kaetakse munga tänavakividega, mis ümbritsetakse äärekividega (vt lisa 2 joonist 2).

1.2.5 Haljastus ja heakorrastus

Ehituse käigus kannatada saanud murukate taastatakse. Olemasoleva vundamendi vahele kasvanud puud säilitatakse. Käesolev projekt ei sisalda piirdeaia ja väravate paigaldust.

1.2.6 Krundisisene liikluskorraldus ja parkimine

Juurdepääs kinnistule saab alguse Esna külast Laada tänavalt ning kulgeb üle Jõetaguse, Heinamurru ja Ristivälja katastriüksuse. Hoonesse on ette nähtud kaks parkimiskohta. Vajadusel on parkimine võimalik ka kahe hoone vahelisel platsil. Parkimiskohtade arv tuleneb tellija soovist.

1.3 Arhitektuurne ja konstruktiivne lahendus

Vundamendid

Olemasolev vundament lammutatakse vastavalt lammutusplaanile (vt lisa 2 joonist 1). Säilitatavale vundamendi osale rajatakse terrass. Vundamendi alt eemaldatakse orgaaniline pinnas. Hoone lintvundament rajatakse paekivi pinnasele, betooniga C25/30, keskkonnaklass XC2, armatuuriga 500B (vt lisa 2 joonist 9). Vundamendi seinad laotakse Fibo 3 plokkidest olenevalt seinast 200 või 250 mm paksustest (vt lisa 2 joonist 10). Sokkel viimistletakse halli tooni krohviga.

Põrand pinnasel

Aluspõranda alt eemaldatakse orgaaniline pinnas. Aluspõrand rajatakse tihendatud 150 mm liivapadjale valatud 100 mm paksusest armeeritud raudbetoonist põrandaplaadist. Korstna alune põrandaplaat valada 200 mm paksusena. Põrandaviimistluseks jäetakse naturaalne betoonpind.

Vahelagi

Kandvaks konstruktsiooniks on saepuidust vahelaetalad ristlõikega 2x80x240 mm (vt lisa 2 joonist 14). Vahelaetalad kinnitatakse mõlemale poole sarikat. Vahelage ei soojustata ning talad kaetakse altpoolt tulekaitsevärvi viimistletud laudisega.

Katus

Rajatava hoone katuseks on projekteeritud 31° kaldega viilkatus. Katusekatteks on Ruukki Classic profiiplekk, värvitoon tumehall RR23. Paigaldatakse roovitus, distantssliist ja katuse aluskate. Kandvaks konstruktsiooniks on penniga sarikatalad. Katusekonstruktsiooni puitelemendid on C24 saepuidust. Sarikatalade ristlõige on 50x200 mm, pennid 75x150 mm (vt lisa 2 joonist 15). Harjasõlme ehitamisel pöörata tähelepanu sellele, et oleks tagatud katuse tuulutus ning et vihma- ja lumesulamise vesi ei pääseks konstruktsioonideni. Katus varustatakse plekiga sama tooni

lumetõkete, katuseredeli ja vihmaveesüsteemidega. Vihmaveerennid ja –torud on ümara profiiliga. Korsten laotakse punastest tellistest.

Välisseinad

Välisseinte kandekonstruktsiooniks on laotud Fibo 3 ja 5 plokid paksusega 250 ja 200 mm (vt lisa 2 joonist 11 ja 13). Garaažiuste sillused valatakse raudbetoonist betooniga C25/30, keskkonnaklass XC2, armatuuriga 500B (vt lisa 2 joonist 12). Müüritis kaetakse 30 mm tuuletõkkeplaadiga ning viimistletakse alusroovitusel fassaadilaudisega. Laudise toon on heleroheline RAL 120 90 20. Piirdeliistud hoone nurkades ja akende ümber on tumerohelised RAL 130 50 20. Seestpoolt viimistletakse müüritis savikrohviga.

Mittekandvad siseseinad

Mittekandvad siseseinad ehitatakse sarnaselt välisseintele 100 mm Fibo 3 plokkidest, mis viimistletakse savikrohviga.

Avatäited

Aknad on kahekordse klaaspaketiga puitraamidega. Aknaplekid on tumehallid, värvitooniga RR 23. Välisukseks paigaldatakse heleroheline tahveldatud puituks. Garaažiuksed on puitraamid helerohelise laudisega kaetud ukсед. Ukсед ja aknad raamistatakse tumeroheliste liistudega.

Hoone välisperimeetril asuvad konstruktsioonid

Ukseeleine trepiaste on betoonist, naturaalse halli viimistlusega. Garaažiuste ette valatakse betoonist pandus 6% kaldega. Hoone lääneküljele on planeeritud puitkonstruktsioonist olemasolevale ja postvundamendile toetuv terrass. Kattematerjalina kasutatakse immutatud terrassilauda mõõduga 28x95 mm. Käesolev projekt ei sisalda väliköögi ehitamist ja tehnilisi lahendusi.

1.4 Küte ja ventilatsioon

Projekteeritavat hoonet igapäevaselt kütma ei hakata. Tellija soovil on planeeritud soojamüüriaga kamin, mida saab soovi korral kasutada. Hoonet ventileeritakse loomulikult.

1.5 Veevarustus ja kanalisatsioon

Käesoleva projektiga ei ole antud hoonesse planeeritud veevarustust ja kanalisatsiooni. Kinnistule on rajatud puurkaev (ehr 220784473). Vajaduse tekkimisel saab hoone või väliköögi ala varustada veega. Jaani kinnistu elamu rekonstrueerimise projektis on arvestatud biopuhasti Klaro 5 paigaldamisega. Vajaduse tekkimisel saab abihoone reovesi kanaliseeritud.

1.6 Keskkonnakaitse ja jäätmekäitlus

Ehitusalasse jäävate puude kaitseks tuleb ehitusperioodiks katta puude tüved laudisega. Pinnase koorimisest ja väljakaevamisest tekkinud pinnast kasutada tagasitäiteks ja hoone ümbruse planeerimiseks. Lammutuse ja kaevetööde käigus tekkinud betooni jäätmed ja kivipraht sorteerida ning utiliseerida. Ehitustööde lõppedes koristatakse töömaa ehitusprahist, süvendid täidetakse ning tasandatakse.

1.7 Elekter ja nõrkvool

Kõikidesse ruumidesse on ette nähtud valgustid, lülitid ja pistikupesad arvestades ruumi iseloomu. Jaotusliinid ehitatakse välja. Elektriprojekt tellitakse eraldi ehitustööde käigus.

1.8 Energiatõhusus

Käesolevale abihoonele energiatõhususe nõudeid ei esitata

1.9 Tuleohutusnõuded

Juurdepääs kinnistule saab alguse Esna külast Laada tänavalt ning kulgeb üle Jõetaguse, Heinamurru ja Ristivälja katastriüksuse. Projekteeritav ühekorruseline majapidamisabihoone kuulub I kasutusviisi ning tulepüsivuse klassi TP3. Maksimaalne hoones viibijate arv on kuni 10. Tulekaitsetase I kasutusviisile ja tulepüsivust kandekonstruktsioonidele ei normeerita. Põrandate klassi TP3 hoonele ei normeerita. Siseseinte ja lagede pinnakihi süttivustundlikkuse ja tulelevikuklass on D-s2,d2, garaažis B-s1,d0. Välisseinte pinnakihi süttivustundlikkuse klass on D-s2,d2. Katusekatte klass on B_{ROOF}. Garaaž moodustab eraldi tuletõkkeseptsiooni. Sektsiooni eraldav sein ja uks on tulepüsivusklassiga EI30 [4]. Hoonest evakueerumine toimub uste kaudu, vajadusel ka akende. Suitsuärastus toimub avatavate uste ja akende kaudu. Kaminasuu ette paigaldada plekk 75 cm koldest, ulatudes kolde servast vähemalt 15 cm eemale. Tulekolde ees on keelatud hoida 1,5 m ulatuses kergestisüttivaid materjale. Soovitav on paigaldada hoonesse tulekustuti min 6 kg. Katusele pääseb maapinnalt redeli abil. Katusele paigaldatakse statsionaarne katuseredel. Projekteeritava hoone tuleohutuskaja 8 m on varuga tagatud. [5, 6, 7, 4]

2 TUGEVUSARVUTUSED

2.1 Üldosa

Käesolevas töös koostatakse projekteeritavate katusekonstruktsioonide puitelementide tugevuskontroll kandepiir seisundis. Samuti käsitletakse antud töös katusekonstruktsioonide sõlmede, seinte, silluste ja vundamendi tugevusarvutusi.

2.1.1 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-1991-1-1:2002+NA:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused;
- EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks;
- EVS-EN 1996-1-1:2005+A1:2012/NA:2013 Eurokoodeks 6: Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruktsioonide projekteerimiseks. Eesti standardi rahvuslik lisa;
- EVS-EN 1996-2:2006+NA:2009 Eurokoodeks 6: Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 2: Projekteerimise alused, materjalide valik ja tööde tegemine;
- EVS-EN 1992-1-1/NA:2007 Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid ja reeglid hoonetele. Eesti standardi rahvuslik lisa.

Abimaterjalid

- Ehituskonstruktori käsiraamat.

Arvutiprogrammid

- AutoCAD LT 2017;
- Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 (ARSAP);
- Microsoft Word 2016;
- Microsoft Excel 2016;
- SMath Studio.

2.1.2 Arvutusalused ja meetoodika

Konstruksiooni arvutustega kontrollitakse kande- ja kasutuspiiriseisundi tingimuste täitmist. Kandepiiriseisundi saavutamine tähendab konstruktsiooni purunemist, varisemist või muid kahjustusi, millega kaasneb konstruktsiooni kandevõime kaotus. Kasutuspiiriseisund kaasneb, kui konstruktsiooni või konstruktsioonelemendi normaalseks kasutamiseks kehtestatud nõuded ei ole enam täidetud. Kasutuspiiriseisund võib olla kas taastumatu või taastuv, lähtuvalt sellest, kas tagajärjed jäävad alles ka pärast koormuse mõju eemaldamist või mitte [8].

Hoone katusekandjate dimensioneerimiseks on dimensioneeritud pennist, vahelaetaladest ja sarikatalast element, mille kandevõime tagamisel loetakse tagatuks ka kõik ülejäänud sarnased katusekonstruktsiooni elemendid (vt lisa 2 joonist 16). Sisejõudude leidmiseks on kirjeldatud elemendist koostatud tasapinnaline mudel arvutiprogrammis ARSAP, mille arvutusskeemile on kantud elementidele mõjuvad joonkoormused. Joonkoormuste saamiseks on pinnakoormused läbi korrutatud sarikate sammuga $s = 0,9 \text{ m}$. Elementidele mõjuvatest koormustest koostatakse koormuskombinatsioonid. Pärast koormuskombinatsioonide määramist programmis saadakse sisejõudude ja deformatsioonide graafikud. Leitakse kriitiline kombinatsioon, kus elemendi sisejõudude mõju on suurim ning tehakse vastavalt sellele kandevõime arvutused.

2.2 Koormused

Käesolevas töös liigitatakse koormuseid alalisteks koormusteks (G), nagu konstruktsiooni omakaal ja muutuvkoormusteks (Q), milleks on tuule- ja lumekoormus. Piiriseisundi kontrollimisel

lähtutakse koormuse normväärtusest F_k , mis määratakse nimiväärtusena standardist. Arvutused viiakse läbi arvutusväärtustega, mille saamiseks korrutatakse normväärtused läbi osavaruteguritega, võttes arvesse koormuse võimalikku hälvet normväärtusest ebasoodsamas suunas. Koormuste rakendamiseks arvutustes kasutatakse koormuskombinatsioone vastavalt valitud koormusjuhtudele ja piirilukordadele. Koormuskombinatsioonides korrutatakse muutuvkoormuste arvutusväärtused kombinatsiooniteguritega, mis on esitatud tabelis 2. Kombinatsioonitegurid arvestavad korraga mõjuvate muutuvkoormuste kõige ebasoodsamate väärtuste samaaegse mõjumise tõenäosust. [9]

Koormuste arvutusväärtused, koormuskombinatsioonide üldvalemid ja koormuste osavarutegurid ning kombinatsioonitegurid on võetud standardist EVS-EN1990:2002+NA:2002 [8].

Kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid alaliste või ajutiste arvutusolukordade puhul [8]:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (1)$$

Koormuste osavarutegurid [8]:

- 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 $\gamma_{G,sup} = 1,50$;
- muutuvkoormuse soodne mõju $\gamma_{G,inf} = 0,00$.

Tabel 2 Kombinatsioonitegurid [8]

Koormus	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Lumekoormus	0,5	0,2	0
Tuulekoormus	0,6	0,2	0

2.2.1 Omakaal

Katuse- ja vahelaekonstruktsioonide omakaalud on leitud vastavalt standardile EVS-EN-1991-1-1:2002+NA:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused.

Katus

Katusekonstruktsioonid on kogu hoone lõikes samasugused. Lauskoormus ja joonkoormus on esitatud ilma puitkonstruktsioonist elementide omakaaluta, arvestades, et programm ARSAP liidab need sisejõudude leidmisel ise automaatselt juurde.

Tabelis 3 on esitatud katusekonstruktsioonis esinevad materjalid ja nende omakaalud. Roovlaudade mõõdud sõltuvad katusepleki profiili paksusest ja sarikate sammust [10].

Tabel 3 Katuse omakaal [11]

Materjal	Kõrgus	Laius	Mahukaal	Samm	Lauskoormus	Joonkoormus fermile
	h	b	γ	s	G_k	
	M	m	kN/m^3	m	kN/m^2	kN/m
Katuse plekk 0,6mm	-	-	-	-	0,051	
Roovitus	0,025	0,10	5,0	0,3	0,042	
Aluskate					-	
Roovitus	0,025	0,050	5,0	0,9	0,007	
				Kokku:	0,100	0,09

Vahelagi

Ka vahelae konstruktsioonid on kogu hoone lõikes samasugused. Vahelaetala omakaal on esitatud tabelis 4, kus lauskoormus ja joonkoormus on esitatud ilma tala omakaaluta, arvestades, et prorgamm ARSAP liidab need sisejõudude leidmisel ise automaatselt juurde.

Tabel 4 Vahelae omakaal [11]

Materjal	Kõrgus	Laius	Mahukaal	Samm	Lauskoormus	Joonkoormus talale
	h	b	γ	s	G_k	
	M	m	kN/m^3	m	kN/m^2	kN/m
Roovitus	0,025	0,050	5,0	0,300	0,021	
Põrandalauad	0,033	0,145	5,0	-	0,165	
				Kokku:	0,186	0,167

2.2.2 Lumekoormus

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

Lumekoormus mõjub katuse horisootaalprojektsioonile jaotatud vertikaalkoormusena. Lumekoormuse arvutusväärtus leitakse Eesti ehitusliku lumekoormuse kaardi abil. Lumekoormuste kaardi järgi asub Vedruka küla piirkonnas, kus lumekoormuse normväärtus on $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$. [12] Arvestades katuse kaldenurgaga $\alpha = 31^\circ$ saadakse viilkatuse lumekoormuse kujutegur:

$$\mu_1 = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,8 \cdot (60 - 31)}{30} = 0,77$$

Katusel kasutatakse lumetökkeid, mistõttu võetakse lumekoormuse kujuteguri väärtuseks $\mu_1 = 0,8$ ning avatus- ja soojusteguri väärtuseks Eestis soovitatavalt $C_e = 1,0$ ja $C_t = 1,0$. Sellest tulenevalt saadaks katusele mõjuv arvutuslik lumekoormus [12]:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Leitud lumekoormus arvestatakse mõjuvaks mõlemale viilkatuse tahule. Fermile mõjuv joonkoormus leitakse, korrutades lume pinnakoormus läbi sarikate sammuga $s = 0,9 \text{ m}$.

$$q_s = 1,2 \cdot 0,9 = 1,08 \text{ kN/m}$$

2.2.3 Tuulekoormus

Käesolevas töös käsitletakse tuulekoormuse mõjumist nii katusele kui ka seintele. Katusekonstruktsioonidele ja seintele mõjuvad tuulekoormused on arvutatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-4:2007 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus.

Tuulekoormus esitatakse risti konstruktsiooni pinnaga mõjuva tuulerõhuna [9]. Tuulekoormuse arvutuse aluseks on võetud lähteandmed tabelist 5.

Tabel 5 Tuulekoormuse arvutuse lähteandmed

Valitud maastikutüüp [13]	II; ($z_{\min}=2$)
Hoone kõrgus, m:	$z=6$

Kiirusrõhk

Kiirusrõhk II maastikutüübi puhul [9]:

$$q_p = 9,96 \cdot \ln^2 \frac{z}{0,05} + 69,75 \cdot \ln \frac{z}{0,05} = 9,96 \cdot \ln^2 \frac{6}{0,05} + 69,75 \cdot \ln \frac{6}{0,05} = 0,562 \text{ kN/m}^2$$

Katuse tuulerõhutegurid

Konstruksiooni välispindadele mõjuv tuulerõhk [13]:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (2)$$

Tuulega koormatud pinnad on suuremad kui 10 m², mistõttu vaadeldakse ainult välisrõhutegurit $c_{pe,10}$. Välisrõhutegurid on lineaarselt interpoleeritud standardi EVS-EN 1991-1-4:2007 tabelitest 7.4a ja 7.4b ning antud tabelis 6 [13]. Projekteeritava hoone katuse kaldenurk $\alpha = 31^\circ$.

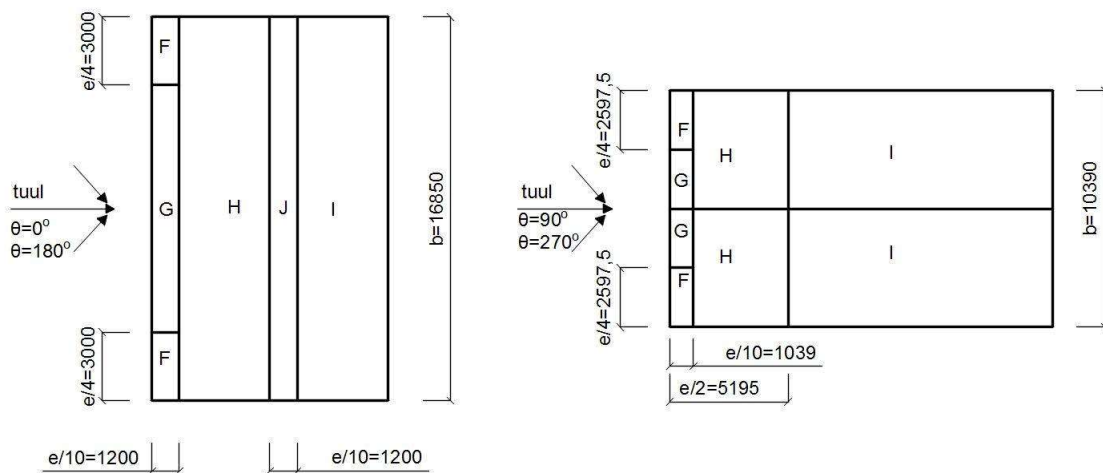
Katuse jaotumine tsoonideks on kujutatud joonisel 1, kus

$$e = \min \begin{cases} b = 16,85 \text{ m} \\ 2 \cdot h = 2 \cdot 6 = 12 \text{ m} \end{cases} \text{ – kui tuule suund } \Theta=0^\circ \text{ ja } \Theta=180^\circ$$

$$e = \min \begin{cases} b = 10,39 \text{ m} \\ 2 \cdot h = 2 \cdot 6 = 12 \text{ m} \end{cases} \text{ – kui tuule suund } \Theta=90^\circ \text{ ja } \Theta=270^\circ$$

Tabel 6 Kahekaldelise katuse kaldenurgaga $\alpha=31^\circ$ tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$

Katuse kalde- nurk α	Tuule suund 0°/180°					Tuule suund 90°/270°			
	F	G	H	I	J	F	G	H	I
30°	-0,500	-0,500	-0,200	-0,400	-0,500	-1,100	-1,400	-0,800	-0,500
	0,700	0,700	0,400	0,000	0,000				
31°	-0,467	-0,467	-0,187	-0,387	-0,487	-1,100	-1,400	-0,807	-0,500
	0,700	0,700	0,413	0,000	0,000				
45°	0,000	0,000	0,000	-0,200	-0,300	-1,100	-1,400	-0,900	-0,500
	0,700	0,700	0,600	0,000	0,000				



Joonis 1. Katuse koormustsoonid olenevalt tuule suunast

Valemi 2 järgi arvutatud tuulerõhud on toodud allpool olevas tabelis 7. Joonkoormus fermile leitakse tuulerõhu korrutamisel sarikate sammuga $s = 0,9 \text{ m}$.

Tabel 7 Kahekaldelise katuse koormustsoonide tuulerõhud

Tsoon	Tuule suund 0°/180°					Tuule suund 90°/270°			
	F	G	H	I	J	F	G	H	I
Tuulerõhutegur $c_{pe,10}$	-0,467	-0,467	-0,187	-0,387	-0,487	-1,100	-1,400	-0,807	-0,500
	0,700	0,700	0,413	0,000	0,000				
Tuulerõhk $w_e \text{ (kN/m}^2\text{)}$	-0,262	-0,262	-0,105	-0,217	-0,274	-0,618	-0,787	-0,454	-0,281
	0,393	0,393	0,232	0,000	0,000				
Tuulerõhk $w_e \text{ (kN/m)}$	-0,236	-0,236	-0,095	-0,196	-0,246	-0,556	-0,708	-0,408	-0,253
	0,354	0,354	0,209	0,000	0,000				

Seinte tuulerõhutegurid

Välisrõhutegurid on lineaarselt interpoleeritud standardi EVS-EN 1991-1-4:2007 tabelist 7.1 ning antud tabelis 8 [13].

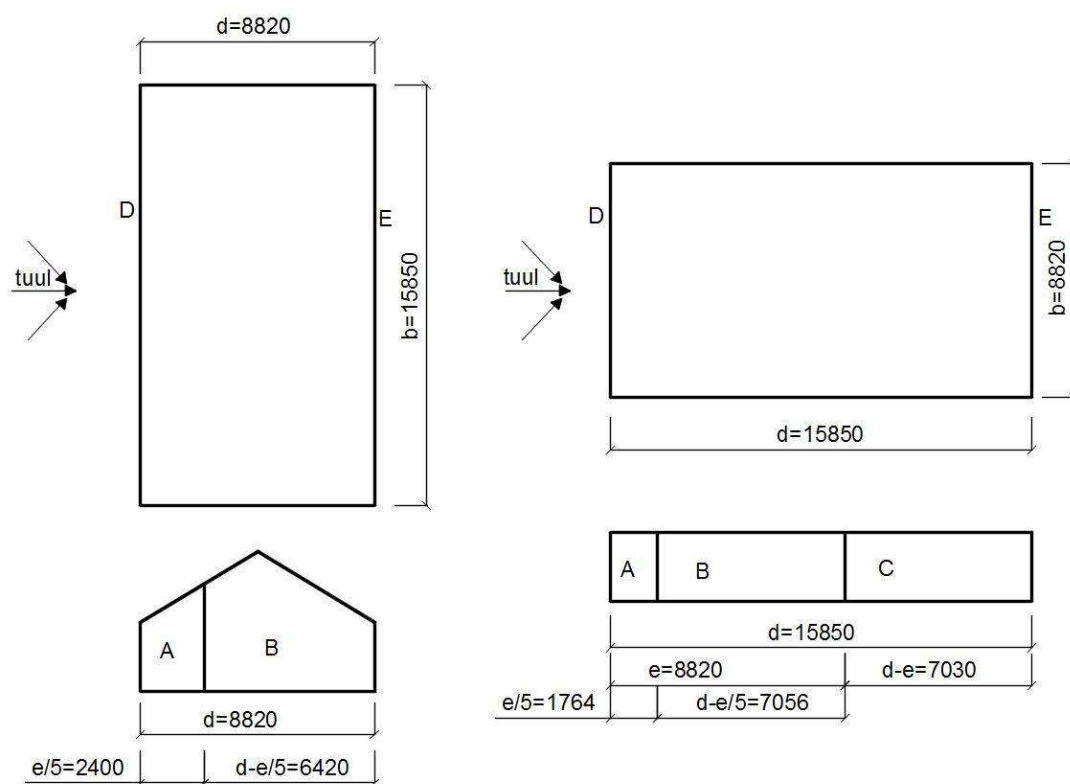
Tabel 8 Välisrõhutegurid hoone vertikaalsetele seintele

h/d	≤ 0,25	0,37	0,67	1
A	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
B	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
C	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
D	+0,7	+0,715	+0,756	+0,8
E	-0,3	-0,329	-0,412	-0,5

Seinte jaotumine tsoonideks on kujutatud joonisel 2, kus

$$e = \min \left\{ \begin{array}{l} b = 15,85 \text{ m} \\ 2 \cdot h = 2 \cdot 6 = 12 \text{ m} \end{array} \right. \text{ - tuule mõjumisel pikemale seinale}$$

$$e = \min \left\{ \begin{array}{l} b = 8,82 \text{ m} \\ 2 \cdot h = 2 \cdot 6 = 12 \text{ m} \end{array} \right. \text{ - tuule mõjumisel lühemale seinale}$$



Joonis 2. Seinte koormustsoonid olenevalt tuule suunast

Valemi 2 järgi arvutatud tuulerõhud on toodud allpool olevas tabelis 9. Joonkoormus seinale leitakse tuulerõhu korrutamisel vaadeldava seinalõigu pikkusega $l = 5,2 \text{ m}$.

Tabel 9 Tuulerõhk seintele

Tuulerõhk w_e (kN/m ²)			Tuulerõhk w_e (kN/m)	
	Tuul pikemale seinale	Tuul lühemale seinale	Tuul pikemale seinale	Tuul lühemale seinale
A	-0,674	-0,674	-3,507	-3,507
B	-0,450	-0,450	-2,338	-2,338
C	-	-0,281	-	-1,461
D	0,402	0,425	2,090	2,209
E	-0,185	-0,232	-1,711	-1,204

2.2.4 Koormuskombinatsioonid

Koormuskombinatsioonide koostamise aluseks on võetud standard EVS-EN-1991-1-1:2002+NA:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasukoormused. Käesolevas töös kontrollitakse konstruksioonide kandepiirseisundit. Koostatakse koormuskombinatsioonid, mis toovad esile suurimad sisejõud katusekonstruksioonelementides, arvestades sealjuures koormuste ebasoodsaimat mõju.

Kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid

Kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid on koostatud üldvalemi 1 järgi [11]:

- 1) KK1 – omakaalukoormus:

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k = 1,35 \cdot G_k$$

- 2) KK2 – omakaalukoormus + domineeriv suruv tuul + mittedomineeriv lumi

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

- 3) KK3 – omakaalukoormus + domineeriv lumi + mittedomineeriv suruv tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul}$$

- 4) KK4 – omakaalukoormus + lumi

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

- 5) KK5 – omakaalukoormus + tõstev tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} = 0,9 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul}$$

- 6) KK6 – omakaalukoormus + tuulekoormus 90°

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} = 0,9 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul}$$

- 7) KK7 – omakaalukoormus + domineeriv pool lund + mittedomineeriv suruv tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul}$$

- 8) KK8 – omakaalukoormus + domineeriv suruv tuul + mittedomineeriv pool lund

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

- 9) KK9 – omakaalukoormus + domineeriv pool lund + mittedomineeriv tõstev tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul}$$

- 10) KK10 – omakaalukoormus + domineeriv tõstev tuul + mittedomineeriv pool lund

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_0 \cdot Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

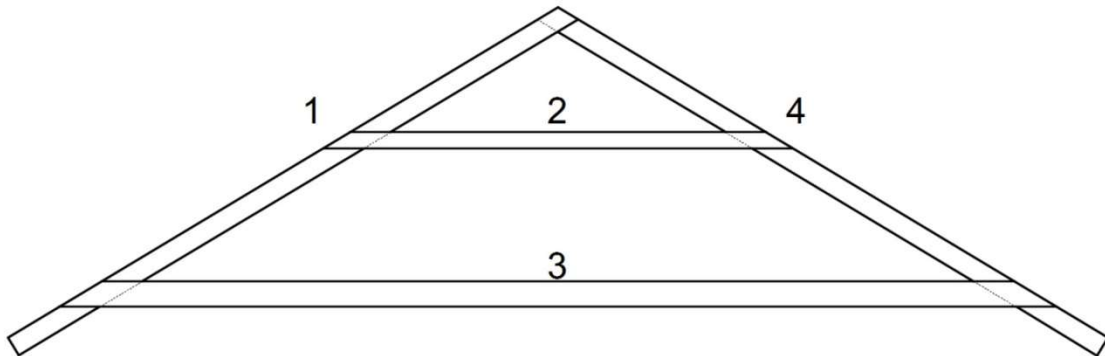
- 11) KK11 – omakaalukoormus + domineeriv suruv tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul}$$

2.3 Katusekandjate dimensioneerimine

Katusekandjate kandevõime leidmisel on välja toodud arvutuskäik katusekonstruktsiooni tüüpelemendile, mis omakorda koosneb neljast puitelemendist (vt lisa 2 joonist 16). Sarikatalad, elemendid 1 ja 4, töötavad koormamisel peamiselt painde- ja surveolukorras. Ülevalt toestab sarikatalasid survele töötav penn, element 2. Alt seob sarikaid tõmbele töötav tala, element 3. Samas tasapinnas asuvad elemendid 1 ja 4. Elemendid 2 ja 3 kinnitatakse sarikatalade külge puitpuiduga poltliitega. Täpsed sõlmede lahendused on välja toodud peatükis 2.4. Katusekonstruktsiooni elemendid on kujutatud joonisel 3. Konstruktsiooni sisejõudude epüürid on leitud kasutades programmi ARSAP.

Kõikide elementide ning sõlmede tugevusarvutused on koostatud Eesti puitkonstruktsioonide projekteerimise standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 alusel. Kasutatud valemid ning tegurite väärtused on võetud nimetatud standardist.



Joonis 3. Katusekonstruktsiooni tüüpelemendid

Elemendid 1 ja 4 on ristlõikega 50x200 mm. Element 2 on ristlõikega 75x150 mm. Element 3 on kaheosaline ristlõikega 2x80x240 mm. Kõik katuse konstruktsioonielemendi on C24 sõrmjätkatud konstruktsioonipuidust.

Antud katusekonstruktsiooni kasutusklass on 2. Saepuidu osavarutegur $\gamma_M = 1,3$. Koormuse kestuse ja niiskusesisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegur $k_{mod} = 0,8$ [14].

Okaspuidust saematerjali tugevusklassiga C24 omadused on saadud Ehituskonstruktori käsiraamatust tabelist 14.5 ning esitatud tabelis 10.

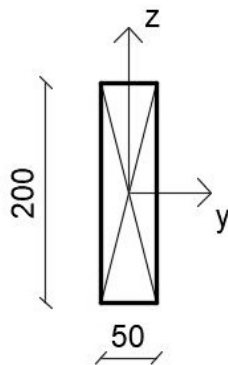
Tabel 10 Okaspuidust saematerjali tugevusklassiga C24 omadused [9]

Paindetugevus	$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$
Tõmbetugevus pikikiudu	$f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$
Tõmbetugevus ristikiudu	$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$
Survetugevus pikikiudu	$f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$
Survetugevus ristikiudu	$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$
Nihketugevus	$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$
Elastsusmoodul pikikiudu	$E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$
Elastsusmoodul 5% pikikiudu	$E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa}$
Elastsusmoodul ristikiudu	$E_{90,mean} = 0,37 \text{ GPa}$
Nihkemoodul	$G_{mean} = 0,69 \text{ GPa}$
Tihedus	$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
Tihedus (keskmine)	$\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

2.3.1 Elementide 1 ja 4 dimensioneerimine

Elementide 1 ja 4 dimensioneerimisel on aluseks võetud standard EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks.

Elemente 1 ja 4 võib käesolevas töös vaadelda võrdsetena. Tugevusarvutused koostatakse elemendile 4, kuna selle paindemoment on kriitilisem. Ühe elemendi kandevõime tagamisel loetakse kandevõime tagatuks ka teisel elemendil. Töös esitatakse kandevõimekontroll painde ja surve koosmõjul kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsioonis. Sarikat katavad roovid, mis välistavad nõtkumise z telje suhtes, mistõttu nõtket z telje suhtes ei arvestata. Kuna sarikatalasse on tehtud sisselõige müüri latile toetamiseks, kontrollitakse ka nõrgestatud ristlõiget. Samuti teostatakse kontroll põikjõule ning sarikatala muljumisele müüri latile. [14] Elementide 1 ja 4 ristlõige on näidatud joonisel 4.



Joonis 4. Elementide 1 ja 4 ristlõige

Kontroll nõtketele ja paindele

Kõige kriitilisemaks kombinatsiooniks osutus koormuskombinatsioon 9, milleks on omakaalu koormus domineeriva lume (arvestades poolt lumekoormusest) ja mittedomineeriva tõstva tuulega (vt lisa 1 joonist 8 ja 10). Sellises olukorras deformeerub sarikas ebasoodsas suunas.

[14] Vastavalt sellele on elemendis mõjuvad jõud järgmised:

$$M_y = 1,99 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_z = 0 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad F_x = 7,91 \text{ kN}$$

Inertsiraadiuste leidmine:

$$l_{ef,y} = 0,8 \cdot s = 0,8 \cdot 5 = 4 \text{ m}$$

$$A = b \cdot h = 50 \cdot 200 = 10000 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{50 \cdot 200^3}{12} = 33,33 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{33,33 \cdot 10^6}{10000}} = 57,74 \text{ mm}$$

Suhtelised saledused telgede suhtes:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{4000}{57,74} = 69,28$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\Pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{69,28}{\Pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^3}{7,4 \cdot 10^6}} = 1,175$$

Ebastabiilsust arvestavad tegurid:

Elemendi sirgust arvestav tegur saepuidu korral $\beta_c = 0,2$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,175 - 0,3) + 1,175^2) = 1,278$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,278 + \sqrt{1,278^2 - 1,175^2}} = 0,562$$

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y telje suhtes:

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{50 \cdot 200^2}{6} = 333\,333 \text{ mm}^3$$

Elementi kontrollitakse nõtketele koos paindega. Täidetud peab olema tingimus, kus $k_m = 0,7$ täisnurkse ristlõike korral:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (3)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (4)$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_x}{A} = \frac{7,91 \cdot 10^3}{10000} = 0,79 \text{ MP}$$

Elemendile mõjuv paindepinge y suhtes:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,99 \cdot 10^6}{333\,333} = 5,97 \text{ MPa}$$

Arvutuslikud surve- ja paindetugevused:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

Kandevõime kontroll survele koos paindega teostatakse y telje suhtes valemi 3 järgi. Kuna sarikas z telje suhtes paindemomenti ei esine, siis $\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = 0$. Sellest lähtuvalt:

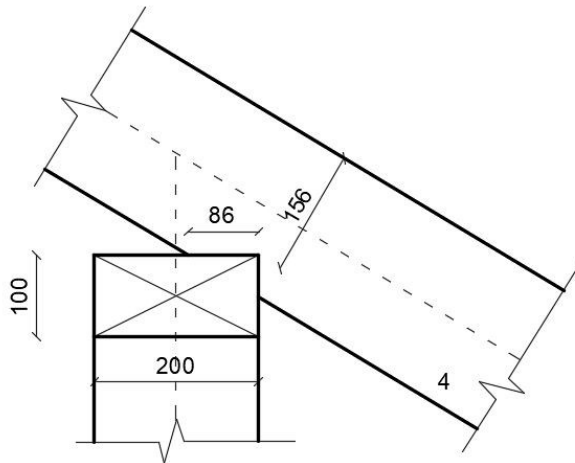
$$\frac{0,79}{0,562 \cdot 12,92} + \frac{5,97}{14,77} = 0,51 < 1$$

Kontroll valemi 3 järgi jäetakse tähelepanuta. Antud olukord ei ole kriitilisem, kuna nõtket z telje suhtes ei ole ja täisnurkse ristlõike korral on $k_m = 0,7$.

Kandevõime on tagatud.

Nõrgestatud ristlõike kontroll

Sarika toetamiseks müüriatile on tehtud elementi sisselõige (vt joonis 5). Elementi 4 kontrollitakse paindele ja survele nõrgestatud olukorras. [14] Kriitilisemaks ostus koormuskombinatsioon 4, milleks on omakaalukoormus ja lumi (vt lisa 1 jooniseid 3 ja 5).



Joonis 5. Sarika toetumine müüriatile

$$M_y = 0,69 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_z = 0 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad F_x = 12,07 \text{ kN}$$

Leitakse nõrgestatud ristlõike inerts- ja vastupanumoment, arvestades nõrgestatud ristlõiget:

$$I_{y,n} = \frac{b \cdot h_{ef}^3}{12} = \frac{50 \cdot 156^3}{12} = 15,82 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{y,n} = \frac{b \cdot h_{ef}^2}{6} = \frac{50 \cdot 156^2}{6} = 202\,800 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m,y,d,n} = \frac{M_y}{W_{y,n}} = \frac{0,69 \cdot 10^6}{202\,800} = 3,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,n} = \frac{F_x}{b \cdot h_{ef}} = \frac{12,07 \cdot 10^3}{50 \cdot 156} = 1,55 \text{ MPa}$$

Elementi kontrollitakse paindele koos survega. Saledust ei arvestata ja täidetud peavad olema tingimused:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,n}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,n}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,n}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (5)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,n}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,n}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d,n}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6)$$

Kontroll teostatakse vaid valemile 5. Valem 6 jäetakse tähelepanuta. Kuna nõtket z telje suhtes ei ole ja täisnurkse ristlõike korral on $k_m = 0,7$ ei ole antud olukord kriitilisem.

$$\left(\frac{1,55}{12,92}\right)^2 + \frac{3,4}{14,77} = 0,24 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Põikjõu kontroll

Elemendi 1 nõrgestatud ristlõike geomeetria on sama, kuid mõjuv põikjõud suurem kui elemendis 4. Seega kontrollitakse põikjõu kandevõimet elemendis 1. [14] Koormuskombinatsiooni 9 korral on nõrgestatud ristlõikes sarikatala põikjõud $F_z = 2,77 \text{ kN}$ (vt lisa 1 joonis 9).

Arvutuslik nihketugevus:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Efektívne ristlõike kõrgus, arvestades et tegur $k_{cr} = 0,67$ saepuidu korral:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 50 = 33,5 \text{ mm}$$

Leitakse nihkepinge elemendis, arvestades, et sisselõige on toe vastasküljel:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot F_z}{b_{ef} \cdot h_{ef}} = \frac{1,5 \cdot 2,77 \cdot 10^3}{33,5 \cdot 156} = 0,80 \text{ MPa}$$

Kontroll nihkele:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,80}{2,46} = 0,29 < 1$$

Sarika muljumise kontroll müürilatile

Müürilati mõõt on 100x200mm. Müürilatile mõjuv survepinge sarikast koormuskombinatsiooni 4 korral on $F_z = 9,38 \text{ kN}$ (vt lisa 1 joonis 4). Teostatakse sarika muljumise kontroll müürilatile. Sarika ja müürilati kokkupuutepindala leidmisel on kontaktpikkust suurendatud ühes suunas 30mm võrra. [14] Kokkupuutepind talaga (vt Joonis 5) $A_k = (50 + 30) \cdot 86 = 6880 \text{ mm}^2$.

Elemendile mõjuv survepinge valemi:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_z}{A_k} = \frac{9,38 \cdot 10^3}{6880} = 1,36 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevuse leidmisel risti kiudu võetakse arvesse, et tugevuse kasvu tegur lühikesel koormatud alal on $k_{c,90} = 1,25$.

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,25 \cdot 1,5 = 1,875 \text{ MPa}$$

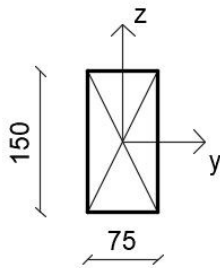
Kandevõime kontroll:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{1,36}{1,875} = 0,73 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

2.3.2 Elemendi 2 dimensioneerimine

Elemendi 2 dimensioneerimisel on aluseks võetud standard EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. Element 2 lisab stabiilsust sarikataladele ja töötab tsentrilisele survele. Kandevõime kontroll teostatakse nõtkele. [14] Kriitilisemaks kombinatsiooniks osutus koormuskombinatsioon 4, milleks on omakaalukoormus ja lumi. Sellise koormuskombinatsiooni korral on elemendis mõjuv pikijõud $F_x = 7,41 \text{ kN}$ (vt lisa 1 joonis 3).



Joonis 6. Elemendi 2 ristlõige

Inertsiraadiuste leidmine:

$$l_{ef,z} = l_{ef,y} = 1 \cdot l = 1 \cdot 3,80 = 3,80 \text{ m}$$

Elemendi ristlõige $A = b \cdot h = 75 \cdot 150 = 11\,250 \text{ mm}^2$ on kujutatud joonisel.

Inertsimomendid ja -raadiused:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{75 \cdot 150^3}{12} = 21,09 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{75^3 \cdot 150}{12} = 5,27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{21,09 \cdot 10^6}{11250}} = 43,30 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{5,27 \cdot 10^6}{11250}} = 21,65 \text{ mm}$$

Leitakse elementide saledused telgede suhtes:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3800}{43,30} = 87,76$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{3800}{21,65} = 175,52$$

Elemendi saledus on suurem y telje suhtes, ümber z telje. Kuna nõtkepikkused on mõlema telje suhtes samad, on kriitilisem nõtkes ümber z telje. Kandevoimet kontrollitakse nõtkes ümber z telje. Sellest tulenevalt leitakse elemendi suhteline saledus:

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\Pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{175,51}{\Pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^3}{7,4 \cdot 10^6}} = 2,98$$

Leitakse ebastabiilsust arvestavad tegurid, võttes arvesse elemendi sirgust arvestavat tegurit saepuidu korral on $\beta_c = 0,2$:

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,98 - 0,3) + 2,98^2) = 5,20$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{5,20 + \sqrt{5,20^2 - 2,98^2}} = 0,106$$

Elemendi arvutuslik survetugevus ja survepinge:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{Y_m} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_x}{A} = \frac{7,41 \cdot 10^3}{11250} = 0,66 \text{ MPa}$$

Kandevõime kontroll nõtkele:

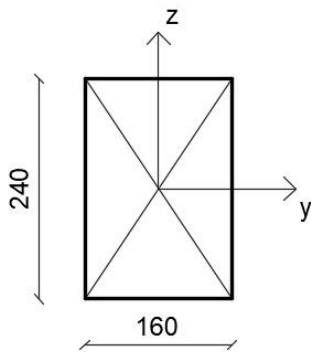
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{0,66}{0,106 \cdot 12,92} = 0,48 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

2.3.3 Elemendi 3 dimensioneerimine

Elemendi 3 dimensioneerimisel on aluseks võetud standard EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks.

Vahelaetala koosneb kahest saepuidust talast ristlõikega 80x240mm. Vahelae kandevõimet kontrollitakse ristlõikele 160x240mm (vt Joonis 7), sest vahelaetalad töötavad peamiselt tõmbele ja on lisaks külgsuunas fikseeritud roovitusega ning neil puudub paine telje z ümber. Kandevõime kontrollimisel ei võeta arvesse kasuskoormust, kuna pööningut ei hakata kasutama. Vahelaetalad on kogu hoone ulatuses sama lahendusega. Teostatakse kontroll paindele koos tõmbega, tala muljumise kontroll müüriatilile ja läbipaindele. [14]



Joonis 7. Elemendi 3 ristlõige

Kriitilisem koormuskombinatsioon on 4, milleks on omakaal ja lumi (vt lisa 1 jooniseid 3 ja 5).

Elemendis mõjuvad jõud:

$$F_x = 9,39 \text{ kN} \quad M_y = 3,30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Kontroll paindele koos tõmbega [14]

Kuna z telje ümber painet ei esine, siis tugevustingimus lihtsustub:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1 \tag{7}$$

Leitakse ristlõike inerts- ja vastupanumoment:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{160 \cdot 240^3}{12} = 18,43 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{160 \cdot 240^2}{6} = 1,54 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Arvutuslik paindetugevus valemist 3:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

Elemendis mõjuv tõmbetugevus valemist 3:

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{14}{1,3} = 8,62 \text{ MPa}$$

Ristlõike pindala on $A = b \cdot h = 160 \cdot 240 = 38400 \text{ mm}^2$.

Arvutuslik paindepinge:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{3,30 \cdot 10^6}{1,54 \cdot 10^6} = 2,14 \text{ MPa}$$

Arvutuslik tõmbepinge pikikiudu:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_x}{A} = \frac{9,39 \cdot 10^3}{38400} = 0,24 \text{ MPa}$$

Kontrollitakse tingimuse 7 täitmist:

$$\frac{0,24}{8,62} + \frac{2,14}{14,77} = 0,17 < 1$$

Kandevõime on tagatud ja talade dimensioneerimisel on saanud määravaks läbipaine.

Tala muljumise kontroll müürilatile

Tala põikjõud tuleneb müürilati toereaktsioonist, sellest tulenevalt kontrollitakse tala ja müürilatti muljumisele koormuskombinatsiooni 4 korral, kui elemendis mõjuv põikjõud on $F_z = 1,55 \text{ kN}$ (vt lisa 1 joonist 4). [14] Müürilati mõõtmed on 100x200mm.

Kokkupuutepind talaga on $A_k = 200 \cdot 160 = 32000 \text{ mm}^2$.

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_z}{A_k} = \frac{1,55 \cdot 10^3}{32000} = 0,05 \text{ MPa}$$

Leitakse elemendi survetugevus, arvestades tugevuse kasvu teguriga lühikesel koormatud alal

$k_{c,90} = 1,25$:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,25 \cdot 1,54 = 1,925 \text{ MPa}$$

Kandevõime kontroll valemiga 23:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{0,05}{1,925} = 0,03 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll läbipaindele

Vahelaetala läbipainet kontrollitakse arvestades vaid omakaalu. Sellest tulenevalt on arvutus lihtsustatud. Tala tugede vaheline pikkus $L = 8638 \text{ mm}$. Vahelaetala omakaal koos põrandakonstruktsiooniga on $g_k = 0,359 \text{ kN/m}$. Saepuidu deformatsioonitegur kasutusklassi 2 puhul on $k_{def} = 0,8$. [14]

Hetkeline läbipaine:

$$w_{inst} \leq \frac{L}{400}$$

$$w_{inst} = \frac{5 \cdot g_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 0,359 \cdot 8638^4}{384 \cdot 11000 \cdot 18,43 \cdot 10^7} = 12,84 \text{ mm} < \frac{8638}{400} = 21,60 \text{ mm}$$

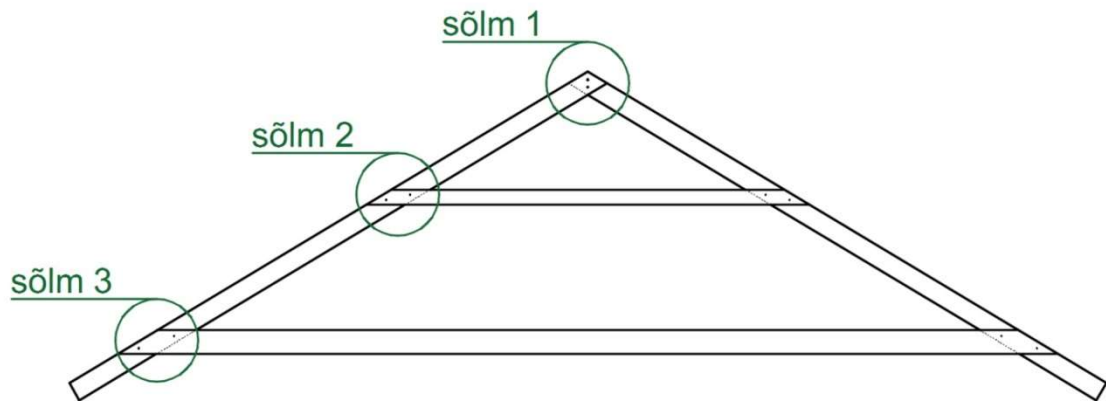
Lõplik läbipaine:

$$w_{net.fin} \leq \frac{L}{300}$$

$$w_{fin} = w_{inst.G} \cdot (1 + k_{def}) = 12,84 \cdot (1 + 0,8) = 23,11 \text{ mm} < \frac{8638}{300} = 28,79 \text{ mm}$$

2.4 Sõlmede dimensioneerimine

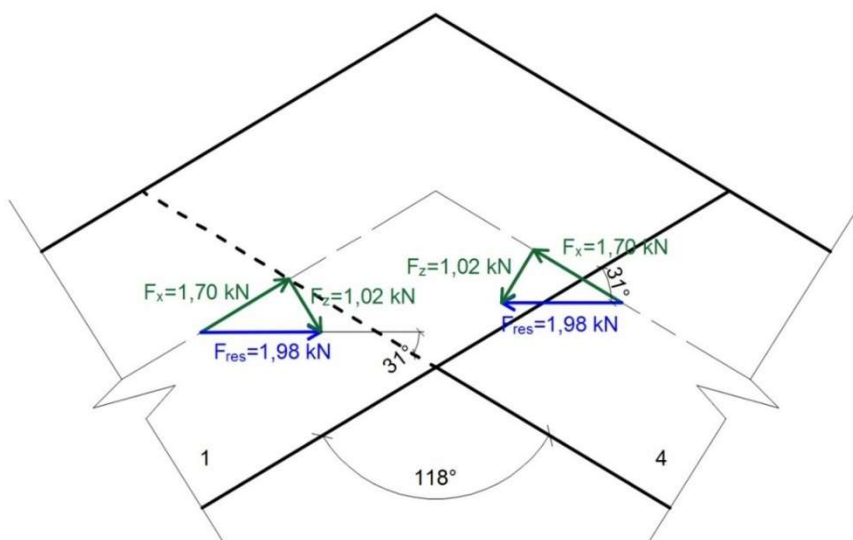
Käesolevas töös teostatakse katusekonstruktsiooni tüüpelemendi sõlmede tugevusarvutused vastavalt standardile EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. Sõlmed on märgitud joonisel. Harjasõlmes kasutatakse naelliidet, penni ja vahelaetala sidumisel sarikaga poltliidet M10 poltidega. Lisas 2 joonisel 16 on toodud katusekandjate koostejoonis, lisas 2 joonistel 17, 18 ja 19 on toodud sõlmede lahendused.



Joonis 8. Sõlmed 1 - 3

2.4.1 Sõlm 1

Harjasõlmes on omavahel ühendatud kaks C24 saepuidust sarikatala. Mõlema tala otsa on tehtud poole tala ulatuses sisselõige. Talasid külg-küljega ühendades jäävad talad ühte tasapinda. Domineeriva lume korral võtab sõlm koormuse vastu muljumise abil. Tuulega olukorras on vajalik kasutada kinniteid. Joonisel 9 on kujutatud leitud resultantjõud sõlmes domineeriva lume puhul kõige kriitilisemaks saanud koormuskombinatsiooni 4 puhul, milleks on omakaalu ja lumekoormuse koosmõju (vt lisa 1 jooniseid 3 ja 4). Arvutatakse välja sõlmes olevate elementide kinnitamiseks vajalik naelte ja nende asetus. Samuti teostatakse kontroll kiudude suhtes nurga all mõjuvatele survejõududele. [14]



Joonis 9. Jõud sõlmes domineeriva lume puhul

Resultantjõud $F_{res} = 1,98 \text{ kN}$ mõjub kiudude suhtes 31° nurga all.

Leitakse kiudude suhtes nurga all mõjuv survetugevus:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$f_{c,31,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{1 \cdot f_{c,90,d}} \cdot (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)} = \frac{12,92}{\frac{12,92}{1 \cdot 1,54} \cdot \sin^2 31^\circ + \cos^2 31^\circ} = 4,36 \text{ MPa}$$

Ühe toetuspinna külje pikkus:

$$d = \frac{200}{\sin(180^\circ - 118^\circ)} = 226,5 \text{ mm}$$

Toetuspinna kogupindala:

$$A = 2 \cdot \frac{b}{2} \cdot d = 2 \cdot \frac{50}{2} \cdot 226,5 = 11326 \text{ mm}^2$$

Leitakse toetuspinnas mõjuv survepinge:

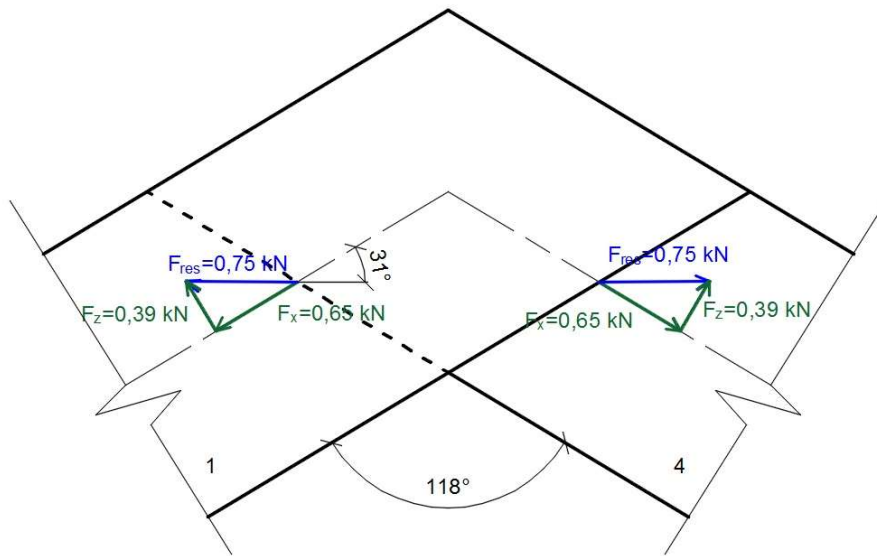
$$\sigma_{c,31,d} = \frac{F_{res}}{A} = \frac{1980}{11326} = 0,17 \text{ MPa}$$

Kandevõime kontroll:

$$\frac{\sigma_{c,31,d}}{f_{c,31,d}} = \frac{0,17}{4,36} = 0,04 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Ainult tuulega olukorras on kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks 6, milleks on omakaalu soodne mõju ja tuul 90° (vt lisa 1 jooniseid 6 ja 7). Sõlmes mõjuvate jõudude minimaalsuse tõttu on arvutuskäik jäetud vormistamata. Sõlmes mõjuvad sisejõud on esitatud joonisel 10. Kuna antud olukorras mõjub sõlmes elemente lahku ajava suunaga koormus, liidetakse elemendid kinnititega. Arvutustest selgus, et elementide liitmiseks kasutatakse kahte naela läbimõõduga 3mm, pikkusega 50mm, ilma aukude ettepuurimiseta. [14] Sõlme 1 lahendus on toodud lisa 2 joonisel 17.

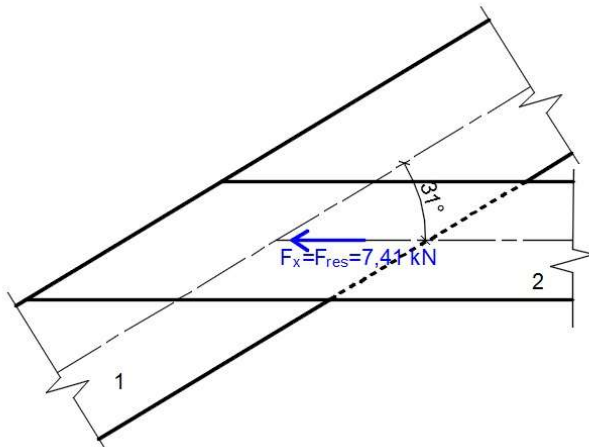


Joonis 10. Jõud sõlmes domineeriva tuule puhul

2.4.2 Sõlm 2

Sõlm 2 on sarikatala ja penni ühendus. Mõlemad elemendid on C24 saepuidust. Penn on sarikatalade külge kinnitatud poltliitega, mistõttu ei asu elemendid samas tasapinnas. Tegemist on puit-puiduga ühelõikelise liitega. Kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks on 4, milleks on omakaalukoormus koos lumekoormusega (vt lisa 1 jooniseid 3). Arvutatakse välja sõlmes olevate elementide kinnitamiseks vajalik poltide arv ja nende asetus (vt lisa 2 joonis 18). Samuti teostatakse kontroll kiudude suhtes nurga all mõjuvatele jõududele. [14]

Sõlme 2 puhul võetakse resultantjõuks elemendis mõjuv pikijõud $F_{res} = 7,41 \text{ kN}$ ning varda enda omakaalust tulenev põikjõud jäetakse arvestamata oma väikse väärtuse tõttu. Sõlmes mõjuv jõud on esitatud joonisel 11. Element 1 suhtes mõjub resultantjõud kiudude suhtes 31° nurga all.



Joonis 11. Sõlm 2

Leitakse muljumistugevuse arvutusväärtuse elemendile 1 ja 2:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) \cdot 350 = 25,83 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 10 = 1,5$$

$$f_{h,1,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = \frac{25,83}{1,5 \cdot \sin^2 31^\circ + \sin^2 31^\circ} = 22,80 \text{ MPa}$$

$$f_{h,1,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{h,1,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{22,8}{1,3} = 14,03 \text{ MPa}$$

$$f_{h,2,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = \frac{25,83}{1,5 \cdot \sin^2 0^\circ + \sin^2 0^\circ} = 25,83 \text{ MPa}$$

$$f_{h,2,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{h,2,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{25,83}{1,3} = 15,90 \text{ MPa}$$

Poltideks valitakse M10. Elementide kinnitamisel poltidega puuritakse augud ette. Poldi normtõmbetugevus $f_u = 800 \text{ N/mm}^2$, terase osavarutegur $\gamma_M = 1,1$.

M10 poldi voolavus:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 800 \cdot 10^{2,6} = 95545,7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Paindemomendi arvutusväärtus:

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_M} = \frac{95\,545,7}{1,1} = 86860 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Leitakse ühe poldi arvutuslik kandevõime ühes lõikes, arvestades elementide paksustega $t_1 = 50 \text{ mm}$ ja $t_2 = 75 \text{ mm}$ ning puitelementide muljumistugevuste suhtega $\beta = \frac{f_{h,2,d}}{f_{h,1,d}} = \frac{15,90}{14,03} = 1,13$:

$$\min \left\{ \begin{array}{l} F_{v,Rd,1} = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d = 14,03 \cdot 50 \cdot 10 = 7017 \text{ N} \\ F_{v,Rd,2} = f_{h,2,d} \cdot t_2 \cdot d = 15,90 \cdot 75 \cdot 10 = 11\,921,5 \text{ N} \\ F_{v,Rd,3} = \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \cdot \left(\sqrt{(\beta + 2 \cdot \beta^2) \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2\right)} + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^2 - \beta \cdot \left(1 + \frac{t_2}{t_1}\right) \right) = \\ \frac{14,03 \cdot 50 \cdot 10}{1+1,13} \cdot \left(\sqrt{(1,13 + 2 \cdot 1,13^2) \cdot \left(1 + \frac{75}{50} + \left(\frac{75}{50}\right)^2\right)} + 1,13^3 \cdot \left(\frac{75}{50}\right)^2 - 1,13 \cdot \left(1 + \frac{75}{50}\right) \right) = \\ = 5702,5 \text{ N} \\ F_{v,Rd,4} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,Rd}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right) = \\ = 1,05 \cdot \frac{14,03 \cdot 50 \cdot 10}{2+1,13} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot 1,13 \cdot (1 + 1,13) + \frac{4 \cdot 1,13 \cdot (2+1,13) \cdot 86860}{14,03 \cdot 10 \cdot 50^2}} - 1 \right) = 4130,2 \text{ N} \\ F_{v,Rd,5} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d}{2+\beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1+2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rd}}{f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right) = \\ = 1,05 \cdot \frac{14,03 \cdot 75 \cdot 10}{2+1,13} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot 1,13^2 \cdot (1 + 1,13) + \frac{4 \cdot 1,13 \cdot (1+2 \cdot 1,13) \cdot 86860}{14,03 \cdot 10 \cdot 75^2}} - 1,13 \right) = 5404,3 \text{ N} \\ F_{v,Rd,6} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rd} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,13}{1+1,13}} \cdot \sqrt{2 \cdot 86860 \cdot 14,03 \cdot 10} = \\ = 5852,1 \text{ N} \end{array} \right.$$

Elementide 1 ja 2 kinnitamiseks vajalik poltide arv:

$$n = \frac{F_{res}}{F_{v,Rd,4}} = \frac{7410}{4130,2} = 1,8 \sim 2$$

Kontroll kiudude suhtes nurga all:

$$F_z = 1,95 \text{ kN}$$

$$F_{90,Rk} = 14 \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} = 14 \cdot 50 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{140}{\left(1 - \frac{140}{200}\right)}} = 15,12 \text{ kN}$$

kus w on teisendustegur, h_e ristlõike efektiivkõrgus.

$$F_{90,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{90,Rk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{15,12}{1,3} = 9,30 \text{ kN} > 1,95 \text{ kN}$$

Elementide kinnitamiseks valitakse 2 polti. Poltide asetust kontrollitakse standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 tabelis 8.4 toodud valemite järgi. [14]

Poltide ridade minimaalne vahekaugus ristikiudu:

$$a_2 = 4 \cdot d = 4 \cdot 10 = 40 \text{ mm} < 50 \text{ mm ja } 80 \text{ mm OK}$$

Poltide minimaalne kaugus koormatud otsast:

$$\max \begin{cases} a_{3,t} = 7 \cdot d = 7 \cdot 10 = 70 \text{ mm} \\ a_{3,t} = 80 \text{ mm} \end{cases} < 116 \text{ mm OK}$$

Poltide minimaalne kaugus koormatud servast:

$$\max \begin{cases} a_{4,t} = (2 + 2 \cdot \sin \alpha) \cdot d = (2 + 2 \cdot \sin 31^\circ) \cdot 10 = 30,3 \text{ mm} \\ a_{4,t} = 3 \cdot d = 3 \cdot 10 = 30 \text{ mm} \end{cases} < 60 \text{ mm OK}$$

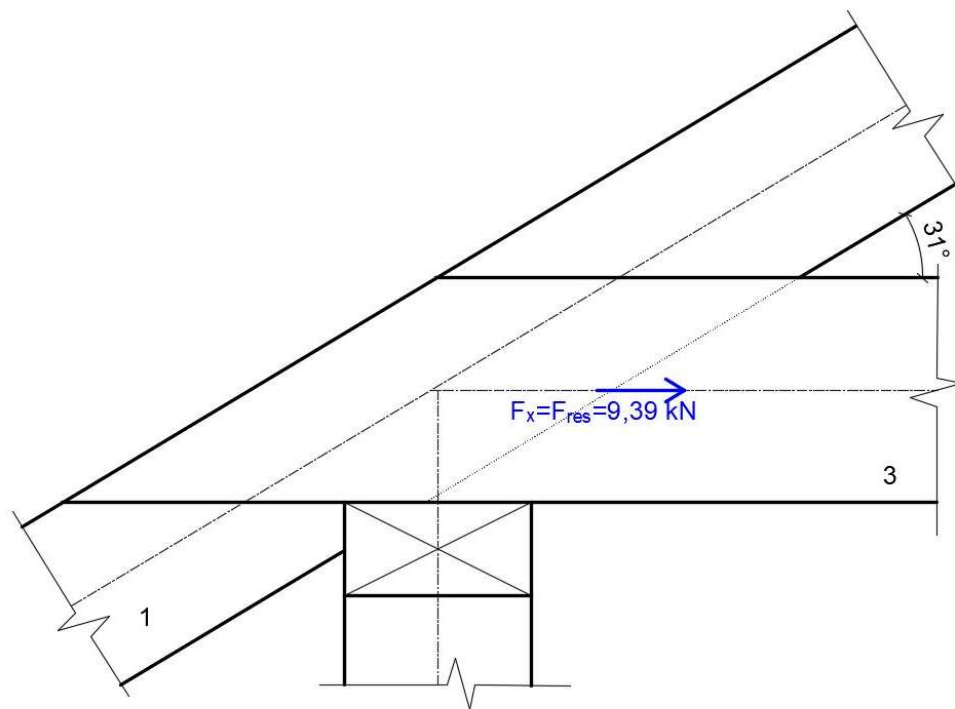
Poltide minimaalne kaugus koormamata servast:

$$a_{4,c} = 3 \cdot d = 3 \cdot 10 = 30 \text{ mm} < 60 \text{ mm OK}$$

2.4.3 Sõlm 3

Sõlm 3 on sarika- ja vahelaetala ühendus. Mõlemad elemendid on C24 saepuidust. Vahelaetalad kinnitatakse sarikatala külge poltliitega, mistõttu ei asu elemendid samas tasapinnas. Tegemist on puit-puiduga kahelõikelise liitega. Kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks on 4, milleks on omakaalukoormus koos lumekoormusega (vt lisa 1 joonist 3). Arvutatakse välja sõlmes olevate elementide kinnitamiseks vajalik poltide arv ja nende asetused. Samuti teostatakse kontroll kiudude suhtes nurga all mõjuvatele jõududele. Vahelaetala kontrollitakse tõmbele nõrgestatud ristlõike puhul. [14]

Vahelaetala ja sarikas toetuvad müüri latile, mis võtab vastu põikjõu. Seega mõjub antud sõlmes vaid vahelaetala pikijõud, mis ongi resultantjõuks $F_{res} = 9,39 \text{ kN}$ (vt joonist 12). Element 1 suhtes mõjub resultantjõud kiudude suhtes 31° nurga all. Kinnititeks valitakse M10 poldid. Kontrollitakse ühe kinniti kandevõimet ning leitakse sõlmes vajalik kinnitite arv. Sõlme 3 arvutuskäik kattub enamjaolt sõlme 2 omaga. Erisus seisneb vaid selles, et sõlme 3 puhul on tegemist kahelõikelise liitega. Kogu arvutuskäiku välja ei kirjutata, kajastatakse vaid kahelõikelisest liitest tulevaid erisusi ning tuuakse välja tulemused.



Joonis 12. Sõlm 3

Arvutuse tulemusena saadi muljumistugevuse arvutusväärtuseks elemendil 1 $f_{h,1,d} = 14,03 \text{ MPa}$ ja elemendil 3 $f_{h,3,d} = 17,48 \text{ MPa}$. Poldi arvutusliku kandevõime leidmisel arvestati elementide paksustega $t_1 = 50 \text{ mm}$ ja $t_3 = 80 \text{ mm}$ ning puitelementide muljumistugevuste suhtega $\beta = 0,8$. Arvutuste tulemusena saadi ühe poldi vähim kandevõime kahe lõikepinna kohta $F_{v,Rd} = 7017 \text{ N}$.

Leitakse vajalik poltide arv:

$$n = \frac{F_{res}}{F_{v,Rd}} = \frac{9390}{7017} = 1,34 \sim 2$$

Kontrollitakse ka kiudude suhtes nurga all mõjuvaid jõudusid. Kinnitite kaugus koormatud servast on sama suur ja seega on sama kandevõime sõlme 2 omaga.

$$F_{90,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{90,Rk}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{15,12}{1,3} = 6,09 \text{ kN} > F_z = 1,85 \text{ kN}$$

Elementide kinnitamiseks valitakse 2 polti. Poltide asetust on kontrollitud sarnaselt sõlme 2 puhul standardist EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009. Sõlme 3 poldide asetust erineb sõlme 2 poldide asetusest vaid ristikiudu poldiridade minimaalse vahekauguse võrra (vt lisa 2 joonist 19).

Poltide ridade minimaalne vahekaugus ristikiudu:

$$a_2 = 4 \cdot d = 4 \cdot 10 = 40 \text{ mm} < 50 \text{ mm ja } 80 \text{ mm OK}$$

Vahelaetala kontrollitakse tõmbele nõrgestatud ristlõike puhul. Täidetud peab olema tingimus:

$$\sigma_{t,0,d} < f_{t,0,d}$$

Ristlõike efektiivpindala:

$$A_{ef} = b \cdot (h - 10) = 160 \cdot (240 - 10) = 36800 \text{ mm}^2$$

Arvutuslik tõmbepinge pikikiudu:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_x}{A_{ef}} = \frac{9390}{36800} = 0,26 \text{ MPa}$$

Arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu:

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{14}{1,3} = 8,62 \text{ MPa}$$

Kandevõime kontroll:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0,26}{8,62} = 0,03 < 1$$

Kandevõime on suure varuga tagatud.

2.5 Seinä tugevusarvutus

Seina tugevusarvutuse tegemisel on aluseks võetud standardid EVS-EN 1996-1-1:2005+A1:2012/NA: ja EVS-EN 1996-2:2006+NA:2009.

2.5.1 Müüritise kandevõime kontroll

Antud töös kontrollitakse armeerimata müüritise kandevõimet vertikaalkoormusele kahe garaažiukse vahelisel 1,7 m pikkusel lõigul. Kirjeldatud seinä osa on kontrollitud 4 erineva

koormuskombinatsiooni korral: KK2, KK3, ainult omakaal ja KK11. Arvutuskäik on esitatud kõige kriitilisema olukorra puhul, milleks on katusekonstruktsiooni omakaal domineeriva suruva tuule ja mittedomineeriva lume korral (vt lisa 1 joonist 1). Seinale mõjuvad vertikaalsed koormused on kujutatud joonisel 13. Arvutuses on arvesse võetud ka seinale mõjuvat tuult külgsuunas. Seinatugevust kontrollitakse vastavalt standardile kolmes kõrgustsoonis. [15] Antud kriitilise lõigu puhul on müüri paksuseks 250 mm ja kõrguseks 2,6 m, müüritis laotakse Fibo 5 plokkidest, kuna väiksema survetugevusega plokk ei taganud konstruktsiooni kandevõimet. Seinte ja silluste plaan on kättesaadav lisast 2 jooniselt 11. Seinte tüüplõiked ja sõlmed on kujutatud joonisel 13 lisas 2.

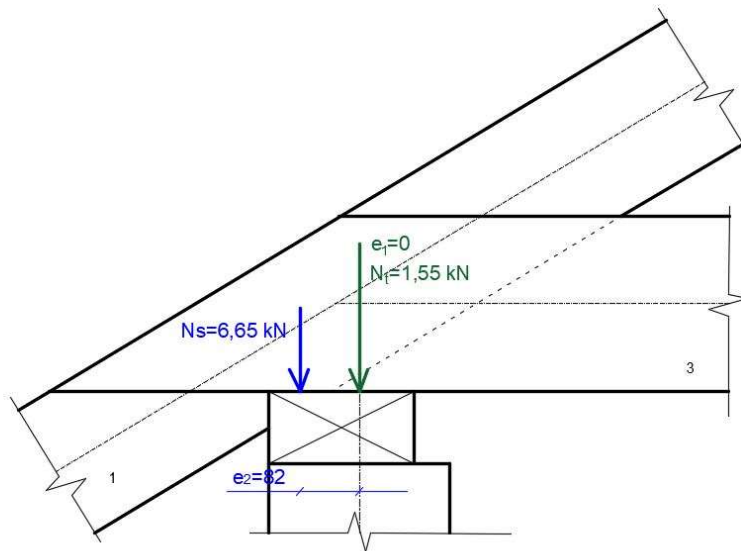
Fibo 5 materjali omadused on saadud plokkide tootja projekteerimisjuhisele ning esitatud tabelis 11.

Tabel 11 Fibo 5 materjali omadused [16]

Normsurvetugevus	$f_b = 5 \text{ MPa}$
Osavarutegur	$\gamma_m = 2,0$
Mahukaal	$\gamma_{müür} = 6,5 \text{ kN/m}^3$
Omakaalu osavarutegur	$\gamma_G = 1,2$
Lõplik roometegur	$\Phi_\infty = 2$
Müüri segu Vetonit survetugevus	$f_m = 8 \text{ MPa}$
Konstant (tehiskivi)	$K = 0,45$

Müüritise normsurvetugevus $f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,45 \cdot 5^{0,7} \cdot 8^{0,3} = 2,59 \text{ MPa}$

Seinale mõjuva koormus võtavad osaliselt vastu ka garaažiuste kohal olevad sillused. Seega jaotub seinale mõjuv koormus 5,2 m lõigule. Müüri paksus vaadeldavas lõigus on $t = 0,25 \text{ m}$ ja kõrgus $h = 2,6 \text{ m}$.



Joonis 13. Seinale mõjuvad koormused

Sarikatalast seinale tuleva koormuse ekstsentrilisus $e = 0,082 \text{ m}$.

Katusekonstruktsioonidest seinale mõjuv survejõud on leitud programmi ARSAP abil.

$$N_i = \frac{6,65 \text{ kN} + 1,55 \text{ kN}}{0,9 \text{ m}} \cdot 5,2 \text{ m} = 47,38 \text{ kN}$$

Kus 6,65 kN sarikast tulev koormus, 1,55 kN vahelae talast tulev koormus, 0,9 m fermi samm ja 5,2 m on koormuse mõjuala.

Tuule mõju seinale leitakse D tsoonis, kui arvestatakse tuule ebasoodsat mõju osavaruteguriga 1,5:

$$q_w = 1,5 \cdot 0,423 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,2 \text{ m} = 3,3 \text{ kN/m}$$

Seina ristlõikepindala leidmisel arvestatakse vaadeldava osa sein pikkusega $l = 1,7 \text{ m}$:

$$A = l \cdot t = 1,7 \cdot 0,25 = 0,43 \text{ m}^2$$

Seina arvutuskõrguse leidmisel arvestatakse vähendusteguriga $\rho_n = 1,0$:

$$h_{ef} = \rho_n \cdot h = 1,0 \cdot 2,6 = 2,6 \text{ m}$$

Müüritise kandevõime kontroll ülemises ja alumises lõikes [17]

Survejõust tekib moment vaid ülemises lõikes:

$$M_i = \frac{6,65}{0,9} \cdot 5,2 \cdot e = \frac{6,65}{0,9} \cdot 5,2 \cdot 0,082 = 3,15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Leitakse ekstsentrilisus seina ülemises lõikes, arvestades juhusliku ekstsentrilisusega $e_a = \frac{h_{ef}}{450}$:

$$e_i = \frac{M_i}{N_i} + e_{hi} + e_a = \frac{3,15}{47,38} + \frac{2,6}{450} = 72,28 \text{ mm}$$

kus e_{hi} – vertikaalkoormuse ekstsentrilisus seina ülemises lõikes, mis on põhjustatud horisontaalkoormuse poolt, antud juhul 0.

Survetsooni pindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t}\right) \cdot A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,07228}{0,25}\right) \cdot 0,43 = 0,18 \text{ m}^2$$

Kuna seina ülemises ja alumises lõikes nõtkumist ei eeldata, siis võetakse nõtk- ja ekstsentrilisustegur $\chi_i = 1$.

Kandevõime kontroll:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_i \cdot A_c \cdot f_k}{\gamma_m} = \frac{1 \cdot 0,18 \cdot 2,59 \cdot 10^3}{2,0} = 233,10 \text{ kN} > N_i = 47,38 \text{ kN}$$

Kandevõime tagatud.

Müüritise kandevõime kontroll keskmises tsoonis 1/5 kõrguse pikkusel alal [17]

Müüritise omakaal 1,7 m pikkusel lõigul:

$$G = \gamma_{müür} \cdot \gamma_G \cdot h \cdot t \cdot l = 6,5 \cdot 1,2 \cdot 2,6 \cdot 0,25 \cdot 1,7 = 8,62 \text{ kN}$$

Survejõud müüri keskkohas 1/5 kõrguse pikkusel alal:

$$N_m = N_i + G \cdot \frac{2}{5} = 47,38 + 8,62 \cdot \frac{2}{5} = 50,83 \text{ kN}$$

Tuulest tekkiv moment:

$$M_w = \frac{6 \cdot q_w \cdot h^2}{50} = \frac{6 \cdot 3,3 \cdot 2,6^2}{50} = 2,68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Katusekonstruktsioonist põhjustatud moment seina keskosas kaugusel 2h/5 ülemisest servast leitakse interpoleerimise teel:

$$M_m = M_i \cdot \frac{3}{5} = 3,15 \cdot \frac{3}{5} = 1,89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Summaarne paindemoment seina keskosas kaugusel 2h/5 ülemisest servast:

$$M_{tot} = M_w + M_m = 2,68 + 1,89 = 4,57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Ekstsentrilise leidmiseks vajalikud avaldised:

$$e_m = \frac{M_{tot}}{N_m} + e_{hm} + e_a = \frac{4,57}{50,83} + \frac{2,6}{450} = 95,63 \text{ mm}$$

kus e_{hm} – horisontaalkoormuse ekstsentrilisus seina keskmisel kõrgusel, antud juhul 0.

$$e_k = 0,002 \cdot \Phi_\infty \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \cdot \sqrt{t \cdot e_m} = 0,002 \cdot 2 \cdot \frac{2600}{250} \cdot \sqrt{250 \cdot 95,63} = 6,43 \text{ mm}$$

kus t_{ef} – seina arvutuslik paksus, mis ühekihilise seina puhul võrdub seina paksusega.

Ekstsentrilisus seina keskkohal ühe viiendiku kõrguse pikkusel lõigul:

$$e_{mk} = e_m + e_k = 95,63 + 6,43 = 102,06 \text{ mm} > 0,05 \cdot t = 0,05 \cdot 250 = 12,5 \text{ mm}$$

Survetsooni pindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \cdot \frac{e_{mk}}{t}\right) \cdot A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,102}{0,25}\right) \cdot 0,43 = 0,079 \text{ m}^2$$

Saledus:

$$\lambda_h = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2600}{250} = 10,47 < 27$$

Parameeter u ristkülikristlõike korral:

$$u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 \cdot \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{10,47 - 2}{23 - 37 \cdot \frac{102,06}{250}} = 1,07$$

Nõtke- ja ekstsentrilisustegur:

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = e^{-\frac{1,07^2}{2}} = 0,56$$

kus e – naturaallogaritmi alus.

Kandevõime kontroll:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_m \cdot A_c \cdot f_k}{\gamma_m} = \frac{0,56 \cdot 0,078 \cdot 2,59 \cdot 10^3}{2,0} = 56,57 \text{ kN} > N_m = 50,83 \text{ kN}$$

Kandevõime tagatud.

2.6 Sillused

Garaažiuste kohale projekteeritakse raudbetoonist sillustalad, mille arvutamisel on lähtutud Ehituskonstruktori käsiraamatus toodud juhistest.

Teiste kandvate ja mittekandvate seinte avade sildamiseks kasutatakse Fibo valmistooteid, mille laiuse ja kõrguse mõõt on plokkidega samas moodulis ning pikkused sõltuvalt ploki laiusest 1190 kuni 2990 mm. [18]

Sillustele mõjuv joonkoormus $q_{jd} = 13,1 \text{ kN/m}$ on leitud programmi ARSAP abil. Fibo sillused mõõtude ja lubatud koormusega on esitatud tabelis 12. Sillused on märgitud joonistel 11 ja 12 lisa 2.

Tabel 12 Fibo sillused kõrgusega 185 mm

Positsioon	Sille, mm	Laius, mm	Lubatud koormus kN/m
FS-1	1190	250	33,7
FS-2	1790	250	15,9
FS-3	1790	200	14,3
FS-4	1190	100	19,5

2.6.1 Raudbetoon silluse kandevõime kontroll

Arvutus teostatakse teljel 2 paiknevate garaažiuste sillustele. Arvestades, et tala toetub mõlemalt poolt ust 200 mm ulatuses seinale on toetuspunkt avast 100 mm kaugusel. Nii on arvutuslikuks tala pikkuseks 3,7 m. Talale mõjub katusekonstruktsioonidest tulenev koormus ja paindemoment kriitilisema koormuskombinatsiooni 3 korral, milleks on omakaalukoormus domineeriva lume ja mittedomineeriva suruva tuulega. Silluse ristlõige on mõõtmetega 250x300 mm. Tala valatakse betoonist tugevusklassiga C25/30, armeeritakse armatuuriga klassist 500B. Betooni tugevusomadused on esitatud tabelis 13 ja armatuuri tugevusomadused tabelis 14.

Tabel 13 Betooni C25/30 tugevusomadused [9]

Tõmbetugevus	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Survetugevus	$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$

Tabel 14 Armatuuri 500B tugevusomadused [9]

Normvoolavustugevus	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Arvutustugevus	$f_{yd} = f_{ycd} = 435 \text{ MPa}$

Katusekonstruktsioonidest sillusele mõjuv koormus q_{jd} on leitud programmi ARSAP abil. Suurim koormus seinale mõjub koormuskombinatsiooni 3 korral (vt lisa 1 joonist 2). Joonkoormuse saamiseks jagatakse see läbi sarikate sammuga $s = 0,9 \text{ m}$.

$$q_{jd} = \frac{11,79 \text{ kN}}{0,9 \text{ m}} = 13,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Arvutatakse põikjõud Q_{Ed} :

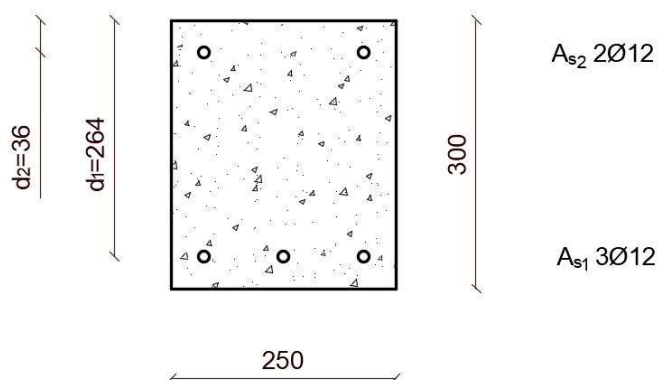
$$Q_{Ed} = \frac{q_{jd} \cdot L}{2} = \frac{13,1 \cdot 3,7}{2} = 24,2 \text{ kN}$$

Arvutatakse arvutuslik paindemoment M_{Ed} silde keskel:

$$M_{Ed} = \frac{q_{jd} \cdot L^2}{8} = \frac{13,1 \cdot 3,7^2}{8} = 22,4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Pikitõmbearmatuuri dimensioneerimine

Survetsooni suhtelised kõrgused $\zeta_c = 0,617$; $\zeta_{c2} = 2,639$ ja $\omega_c = 0,493$ ning tegur $\mu_c = 0,372$. Joonisel 14 on märgitud kaugus tõmbearmatuuri raskuskeskmest kuni ristlõike surutud servani $d_1 = 264 \text{ mm}$ ning kaugus survearmatuuri raskuskeskmest kuni ristlõike surutud servani $d_2 = 36 \text{ mm}$. [9]



Joonis 14. Raudbetoon sillus

Leitakse survearmatuur paindemomendi M_{Ed} korral:

$$A_{s2,req} = \frac{M_{Ed} - \mu_c \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2}{f_{ycd} \cdot (d_1 - d_2)} = \frac{22,4 \cdot 10^6 - 0,372 \cdot 16,7 \cdot 250 \cdot 264^2}{435 \cdot (264 - 36)} = -865 \text{ mm}^2 < 0$$

Arvutusest selgub, et arvutuslik survearmatuur ei ole vajalik.

Leitakse tõmbearmatuur arvestades tegureid μ , μ_c ja ω :

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} = \frac{22,4 \cdot 10^6}{16,7 \cdot 250 \cdot 264^2} = 0,077 < \mu_c = 0,372$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,077} = 0,08$$

$$A_{s1,req} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} = \frac{0,08 \cdot 16,7 \cdot 250 \cdot 264}{435} = 203 \text{ mm}^2$$

Tõmbearmatuuriks valitakse 3 varrast läbimõõduga 12 mm: $A_{s1} = 339 \text{ mm}^2$

Konstruksiooni nõuetest tulenevalt valitakse siiski ka survearmatuuriks 2 varrast läbimõõduga 12 mm, seetõttu $A_{s2} = 226 \text{ mm}^2$.

Põikjõu kontroll [9]

Arvutuslikku põikarmatuuri ei vaja lõiked kus on rahuldatud järgmine tingimus:

$$Q_{Ed} \leq V_{Rd,c} \tag{8}$$

Arvestades osavarutegurit $\gamma_c = 1,5$ on abitegur leitav järgmiselt:

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

Leitakse ristlõike kasuskõrgus, arvestades armatuuri kaitsekihiga $a = 30 \text{ mm}$:

$$d = h - a = 300 - 30 = 270 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{270}} = 1,86 < 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{339}{250 \cdot 300} = 0,005$$

Leitakse betooniga vastuvõetav pöikjõud lihtsustatud valemiga, arvestades et pikijõud lõikes puudub ning ristlõike minimaalne laius tõmbetsoonis on võrdne ristlõike laiuslega :

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \right] \cdot b \cdot d = \left[0,12 \cdot 1,86 \cdot (100 \cdot 0,005 \cdot 25)^{1/3} \right] \cdot 250 \cdot 270 = 35,0 \text{ kN} > 24,2 \text{ kN}$$

Kuna tingimus 8 on täidetud ei vaja antud ristlõige pöikarmatuuri. Vajalik on siiski ette näha minimaalne pöikarmatuur. Arvutatakse minimaalsele pöikarmeerimistegurile vastav rangide maksimaalne samm. Rangideks valitakse vertikaalsed 2-lõikelised ja läbimõõduga 6 mm, $A_{sw} = 57 \text{ mm}^2$.

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{25}}{500} = 0,0008$$

$$\rho_w = \rho_{w,min}$$

$$s = \frac{A_{sw}}{\rho_w \cdot b \cdot \sin \alpha} = \frac{57}{0,0008 \cdot 250 \cdot \sin 90^\circ} = 285 \text{ mm}$$

Lubatav suurim rangide samm:

$$s_{1,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 270 \cdot (1 + \cot 90^\circ) = 203 \text{ mm}$$

Rangide suurim pöiksuunaline vahekaugus $s_{t,max} < 600 \text{ mm}$:

$$s_{t,max} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 270 = 203 \text{ mm}$$

Lõplikuks rangide sammuks valitakse 150 mm.

Läbipainde kaudne kontroll

Raudbetoonsilluse läbipainde arvutamisel arvestatakse see lihttalaks, mistõttu on konstruktsiooni skeemi arvesse võttev tegur $K = 1,0$. [9]

Armeerimisteguri võrdlusvärtus:

$$\rho_0 = 10^{-3} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \cdot \sqrt{25} = 0,005$$

Tõmbearmeerimistegur:

$$\rho = \frac{A_{s1,req}}{b \cdot d_1} = \frac{203}{250 \cdot 264} = 0,003$$

Kuna $\rho < \rho_0$ siis tala silde ja kasuskõrguse suhe leitakse järgmiselt:

$$\begin{aligned} \left(\frac{l}{d}\right)^* &= K \cdot \left[11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{3/2} \right] = \\ &= 1 \cdot \left[11 + 1,5 \cdot \sqrt{25} \cdot \frac{0,005}{0,003} + 3,2 \cdot \sqrt{25} \cdot \left(\frac{0,005}{0,003} - 1\right)^{3/2} \right] = 32,2 \end{aligned}$$

Piirväärtus $\left(\frac{l}{d}\right)_u$ leitakse korrutades tala silde ja kasuskõrguse suhe armatuuri tüüpi ja muid muutujaid arvesse võtvate parandusteguritega.

$$k_1 = 1,0 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 1,0$$

$$k_\sigma = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s1,req}}{A_{s1}} = \frac{500}{500} \cdot \frac{203}{339} = 0,6$$

$$\left(\frac{l}{d}\right)_u = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_\sigma \cdot \left(\frac{l}{d}\right)^* = 0,6 \cdot 32,2 = 19,32 > \frac{l}{d} = \frac{3700}{270} = 13,7$$

$$f_{k,adm} = \frac{l}{250} = \frac{3700}{250} = 14,8 \text{ mm}$$

Eeldatakse, et konstruktsiooni lubatav läbipaine ei ületa lubatavat suurust $f_{k,adm}$, kuna silluse silde ja kasuskõrguse suhe $\frac{l}{d}$ ei ületa piirväärtust $\left(\frac{l}{d}\right)_u$.

2.7 Vundament

Käesoleva töö puhul on tegemist lihtsa ja väikese ehitisega, mistõttu on otstarbekam vundamendi projekteerimisel kasutada kogemusel põhinevaid kandepiirseisundile vastavaid lubatud surve väärtusi. Sellest lähtuvalt teostatakse vundamendile kandepiirseisundi kontroll lubatud surve järgi. Arvutuste tegemisel on lähtutud Ehituskonstruktori käsiraamatust.

Jaani kinnistu asub paesel pinnasel. Pinnase lõiked on toodud lisas 2 joonisel 1. Rajatava hoone vundamendi taldmik valatakse otse paekivipinnasele, ilma killustikaluseta. Taldmik tuleb valada võimalikult tasasele paekivi pinnasele. Paksuseks on valitud 200 mm, arvestades ka ebatasasuste täitmisega. Lintvundamendi arvutused tehakse kahe garaažiukse vahelisele 1,7 m pikkusele lõigule.

2.7.1 Kandepiirseisundi kontroll lubatud surve järgi

Arvutuste aluseks on võetud murenenud lubjakivi lubatud surve $q_u = 600 \text{ kN/m}^2$. Arvestatakse, et pinnase ja vundamendi keskmine mahukaal on $\gamma_k = 22 \text{ kN/m}^3$. Koormuse osavarutegur alalise koormuse puhul $\gamma_G = 1,2$. Vundamendi kandevõime võib lugeda piisava varuga tagatuks, kui on täidetud tingimused 9 ja 10. [9]

Keskmine surve talla all:

$$\sigma_k = \frac{V}{A} \leq q_u \quad (9)$$

Maksimaalne surve talla all:

$$\sigma_{max} = \frac{V}{A} + \frac{M}{W} \leq 1,2 \cdot q_u \quad (10)$$

Vundamendile mõjuva vertikaalkoormuse leidmisel on arvestatud katusekonstruktsioonidest, sillustest ja seina omakaalust tulevaid koormusi:

$$V_1 = 13,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1,7 \text{ m} + 2 \cdot 24,2 \text{ kN} + \left(1,2 \cdot 6,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 2,6 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 1,7 \text{ m} \right) = 79,29 \text{ kN}$$

Paindemomendi arvestamiseks on vertikaalkoormusest 10% arvestatud horisontaalkoormusena ning arvestatud taldmiku kõrgusega 20 mm:

$$M = V_1 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 1,59 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Leitakse talla sügavus keskmisest maapinnast:

$$d_k = d + \frac{a}{2} = 0,4 + \frac{0,38}{2} = 0,59 \text{ m}$$

Vundamendi laiuks määratakse $B = 0,3 \text{ m}$. Sellest tulenevalt on vundamendi talla arvutuslik pindala $A = L \cdot B = 1,7 \cdot 0,3 = 0,51 \text{ m}^2$.

Arvestades ka taldmikul oleva pinnase omakaalu saadakse taldmikule mõjuv kogujõud:

$$V = V_1 + L \cdot B \cdot \gamma_G \cdot \gamma_k \cdot d_k = 79,29 + 1,7 \cdot 0,3 \cdot 1,2 \cdot 22 \cdot 0,59 = 87,23 \text{ kN}$$

Vundamendi talla vastupanumoment:

$$W = \frac{L \cdot B^2}{6} = \frac{1,7 \cdot 0,3^2}{6} = 0,026 \text{ m}^3$$

Leitakse keskmine ja maksimaalne surve talle all valemitega 9 ja 10:

$$\sigma_k = \frac{87,23}{0,51} = 171,04 \frac{kN}{m^2} \leq q_u = 600 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{87,23}{0,51} + \frac{1,59}{0,026} = 232,19 \frac{kN}{m^2} \leq 1,2 \cdot q_u = 1,2 \cdot 600 = 720 \frac{kN}{m^2}$$

Vundamendi kandevõime on varuga tagatud.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö tulemusena koostati Järva maakonnas, Paide linnas, Vedruka külas asuva Jaani talu majapidamisabihoone arhitektuurne eelprojekt koos konstruktsioonide osa joonistega. Töös on käsitletud arhitektuurset lahendust ja konstruktsioonide tugevusarvutusi. Projekti koostamisel on lähtutud tellija soovidest.

Magistritöö käigus mõõdistati olemasolev vundament üles ning teostatud vundamendi uuring, mille alusel otsustati vundament lammutada rajatava hoone alt. Ruumiprogrammi väljatöötamisel lähtuti tellija soovidest. Hoone põhimahu moodustab kahe auto garaaž, lisaks on hoonesse planeeritud puidu stuudio ning üks abihoone. Arhitektuurse välisilme kujundamisel lähtuti kogu hoonete kompleksi omavahelisest kokkusobimisest.

Tugevusarvutuste teostamise tulemusena lahendati katusekandjad ja nende sõlmühendused, müüritis ja nurkade sidumine, sillused ja vundament. Dimensioneeriti C24 saepuidust sarikad, pennid ja vahelaetalad ristlõigete leidmiseks. Sarikatalad valiti ristlõigega 50x200 mm, pennid ristlõikega 75x150 mm ning vahelaetalad ristlõikega 2x80x240 mm. Sõlmede dimensioneerimise tulemusena ühendatakse sarikatalad ühes tasapinnas kahe 3 mm läbimõõduga ja 50 mm pikkuse naelaga. Sarika ja penni ühendus on ühelõikeline, mis ühendatakse kahe M10 poldiga. Sarika ja vahelaetalade ühendus on kahelõikeline, mis ühendatakse samuti kahe M10 poldiga. Sein arvutuse tulemusena laotakse kahe garaažiuksega sein 250 mm paksustest Fibo 5 plokkidest, ülejäänud seinad 200 mm paksustest Fibo 3 plokkidest. Garaažiuste kohale valatakse raudbetoon sillused ristlõikega 250x300 mm. Ülejäänud avad sillatakse Fibo sillustega. Hoone ehitatakse lintvundamendile. Taldmiku ristlõige on kriitilisema sein all 300x200 mm, ülejäänud seinte all 250x200 mm. Vundamendi sein laotakse Fibo 3 plokkidest vastavalt hoone seinte paksustele.

Magistritöö lisa 1 on toodud väljavõtted arvutustes kasutatud koormuskombinatsioonide sisejõududest. Lisa 2 on esitatud olemasoleva vundamendi plaan, asendiplaan, hoone põhiplaan, katuse plaan, vaated, lõige, vundamendi ja sokli plaan, lintroostvärgi tüüplõiked ja sõlmed, seinte ja silluste plaan, raudbetoon silluse joonis, seinte tüüplõiked ja sõlmed, vahelaetalade plaan, katusekandjate plaan ning katusekonstruktsioonide sõlmed 1, 2 ja 3.

Eelkaitsmisel soovitati uurida ehitusettevõtelt pakkumisi ja ideid hoone ehitamiseks lähtudes nende kogemusest. Pakkumiste põhjal oleks saanud võrrelda magistritöös läbiarvutatuga, kuidas

ehitusettevõtted kogemuste põhjal üle- või aladimensioneerivad konstruktsioone. Samuti oleks saanud välja tuua võimaliku materjalide kokkuhoiu. Soovituse alusel saadeti päringud neljale ehitusettevõttele. Kahjuks ei tulnud ühestki ettevõttest vastust. Eelkaitsmisel välja käidud idee oli hea, kuid jäi liiga hilja peale. Loodetavasti saab keegi järgmine magistrant selle idee põhjal oma lõputöö kirjutada.

Käesolev magistritöö on praktilise väärtusega, kuna tulevikus läheb see hoone ehitusse ning omavalitsusele esitatav projekt on siis olemas ja konstruktsioonid lahendatud. Töös on esitatud põhimõtteline lahendus katusekonstruktsioonide ankurdamiseks müüritisse, kuid enne ehitust tuleks sellele ka kontrollarvutus teostada.

ABSTRACT

As a result of this Master's thesis is composed project for a household ancillary building in Jaani real estate, which is located in Järva County. The paper deals with the architectural solution and structural calculations of the strength.

During the Master's thesis, the existing foundation was measured and a study of the foundation was carried out. As a result of the survey, it was decided to demolish the foundation underneath the building. The room program was developed based on the wishes of the customer. The main volume of the building is made up of a two-car garage. In addition, there is a wood studio and one ancillary room planned in this building. In designing the architectural exterior, the whole complex of buildings was reconciled with each other.

As a result of strength calculations, roofs and their joints, brickwork and corners, lintel beams and foundation were determined. C24 saw-timbered rafters, collar beam and spacers was determined to find cross-sections. The rafters were selected with a cross section of 50x200 mm, collar beams with a cross section of 75x150 mm and attic floor beams with a cross section of 2x80x240 mm. As a result of the dimensioning of the joints, the rafters are connected in one cut bolt joint with two 3 mm diameter and 50 mm long nails. Rafter and collar beam connection is a two cut bolt joint, which is connected with two M10 bolts. The connection between the rafters and the attic floor beams is a two cut bolt joint, which is also connected with two M10 bolts. As a result of the wall calculations, the wall with two garage doors are set by the 250 mm thick Fibo 5 blocks, remaining walls are set by the of 200 mm Fibo 3 blocks. Reinforced concrete lintel beams are on the garage doors with a cross section of 250x300 mm. The remaining openings are fitted with Fibo lintel beams. The building is being built on a strip foundation. The footing with cross-section of 300x200 mm is under the most critical wall and 250x200 mm under the remaining walls. The foundation wall are set by Fibo 3 blocks according to the thickness of the walls of the building.

Master's thesis annex 1 provides extracts of load combinations. annex 2 contains graphic drawings.

At the pre-defense, it was recommended to gather offers and ideas from construction companies for the construction of the building on the basis of their experience. On the basis of the bids, it would have been possible to compare, in the Master's thesis, with the calculation of how construction companies, based on experience, have over- or under-dimensional structures. It could

also have been possible to save potential materials. Queries were sent to four construction companies on the recommendation. Unfortunately, the company did not come up with an answer. The idea that was offered at the pre-defense was good, but it was too late. Hopefully, one of the following graduate students will be able to write their final thesis based on this idea.

This master's thesis has practical value, since in the future it will be in the construction and the project submitted to the municipality will exist and the constructions will be solved. The paper proposes a basic solution for the anchoring of roof structures in a masonry, but control calculus should be carried out before the construction works.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

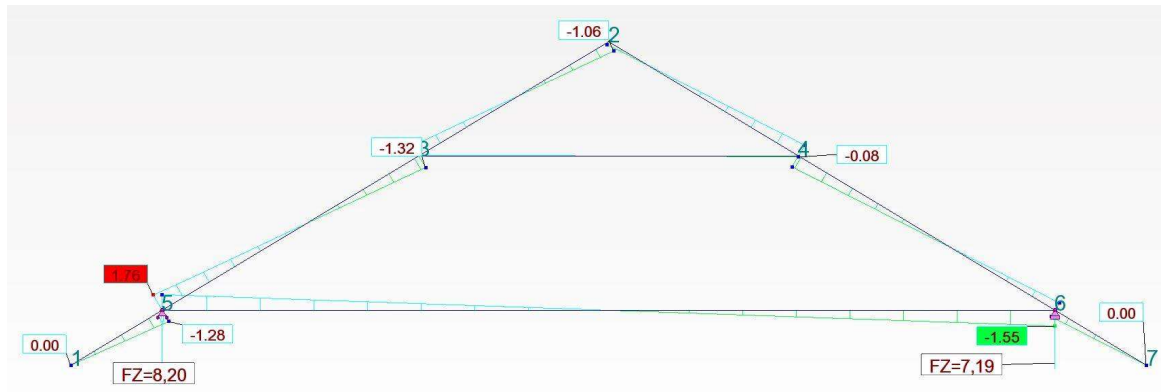
- [1] „Ehitisregister,“ [Võrgumaterjal]. Kättesaadav: <https://www.ehr.ee/app/w/page?3>. [Kasutatud 20. märts 2018].
- [2] „Maa-amet,“ [Võrgumaterjal]. Kättesaadav: https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=UU82A&user_id=at&LANG=1&WIDTH=1236&HEIGHT=686&zlevel=10,600790.525,6538523.705. [Kasutatud 20. veebruar 2018].
- [3] P. Kallas, *Geodeetiliste tööde aruanne. Järva maakond, Roosna-Alliku vald, Vedruka küla, Jaani katastriüksuse osalise maa-ala topogeodeetiline mõõdistus ja alusplaani koostamine. Töö nr. 73-2016.*, Paide, 2016.
- [4] „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele. Vabariigi Valitsuse määrus nr 17.,“ Riigi Teataja, 30. märts 2017. [Võrgumaterjal]. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/104042017014>. [Kasutatud 20. veebruar 2018].
- [5] „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vabariigi Valitsuse määrus nr 315,“ Riigi Teataja, 27. oktoober 2004. [Võrgumaterjal]. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/812131>. [Kasutatud 20. veebruar 2018].
- [6] *Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus. EVS 812-7:2008.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2008.
- [7] *Ehitiste tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus. EVS 812-6:2012.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012.
- [8] *Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused. EVS-EN 1990:2002+NA:2002.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
- [9] T. Masso, *Ehituskonstruktori käsiraamat*, Tallinn: Ehitame, 2014.
- [10] „Ruukki,“ [Võrgumaterjal]. Kättesaadav: https://www.ruukki.com/docs/default-source/roofing-documents/estonia/ruukki-classic-c-d-paigaldusjuhend-et.pdf?sfvrsn=e0a1ff84_8. [Kasutatud 15. veebruar 2018].

- [11] *Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
- [12] *Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus. EVS-EN 1991-1-3:2006.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2006.
- [13] *Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. Eesti standardi rahvuslik lisa. EVS-EN 1991-1-4/NA:2007.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007.
- [14] *Eurokoodeks 5: Puitkonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2009.
- [15] *Eurokoodeks 6: Kivikonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruksioonide projekteerimiseks. Eesti standardi rahvuslik lisa. EVS-EN 1996-1-1:2005+A1:2012/NA:2013.*, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013.
- [16] „Weber,“ [Vörgumaterjal]. Kättesaadav: http://www.weber.ee/uploads/media/050721_fibo_projekteerimisjuhend.pdf .
[Kasutatud 6. märts 2018].
- [17] *Eurokoodeks 6: Kivikonstruksioonide projekteerimine. Osa 2: Projekteerimise alused, materjalide valik ja tööde tegemine. EVS-EN 1996-2:2006+NA:2009.*, Tallinn: Eesti standardikeskus, 2009.
- [18] „Fibo sillused,“ Weber, [Vörgumaterjal]. Kättesaadav: <https://www.weber.ee/fibo-plokitooted-ja-korsten/tooted/sillused/fibo-sillused.html>. [Kasutatud 8. mai 2018].

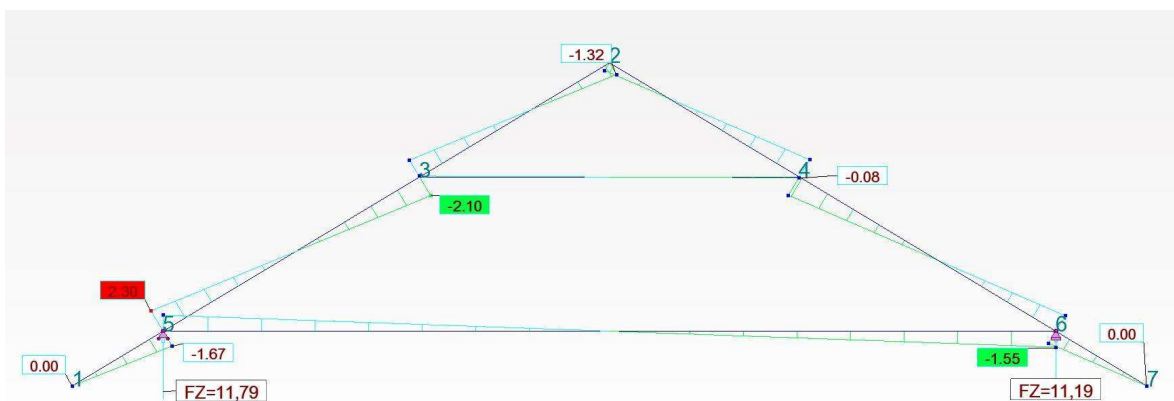
LISAD

Lisa 1 Koormuskombinatsioonid

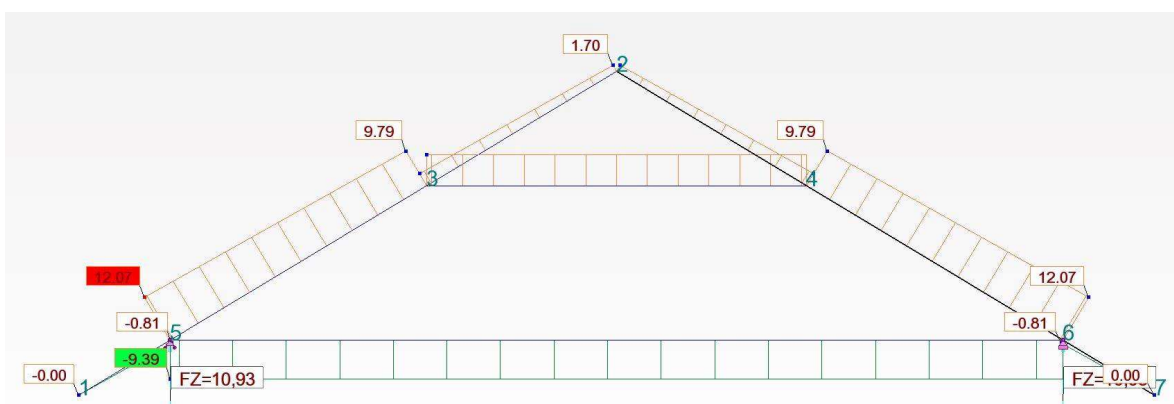
Koormuskombinatsioonid on koostatud kasutades programmi Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 – Student Version (ARSAP). Väljavõtted programmist ARSAP on tehtud kasutades vahendit Snipping Tool.



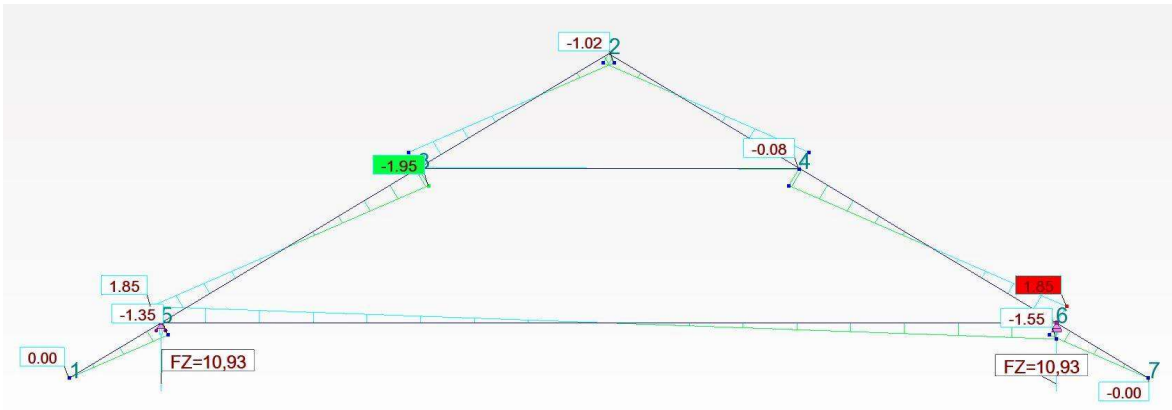
Joonis 1. Koormuskombinatsioon 2 - põikjõud



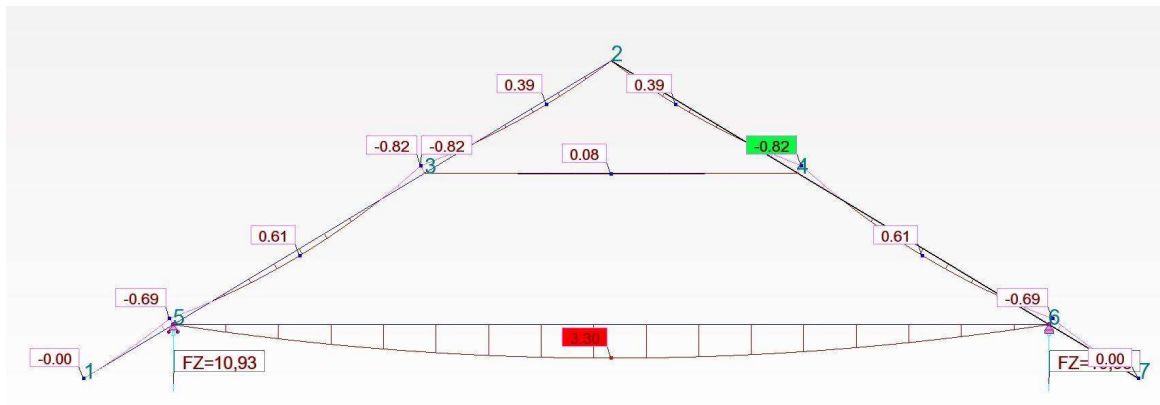
Joonis 2. Koormuskombinatsioon 3 - põikjõud



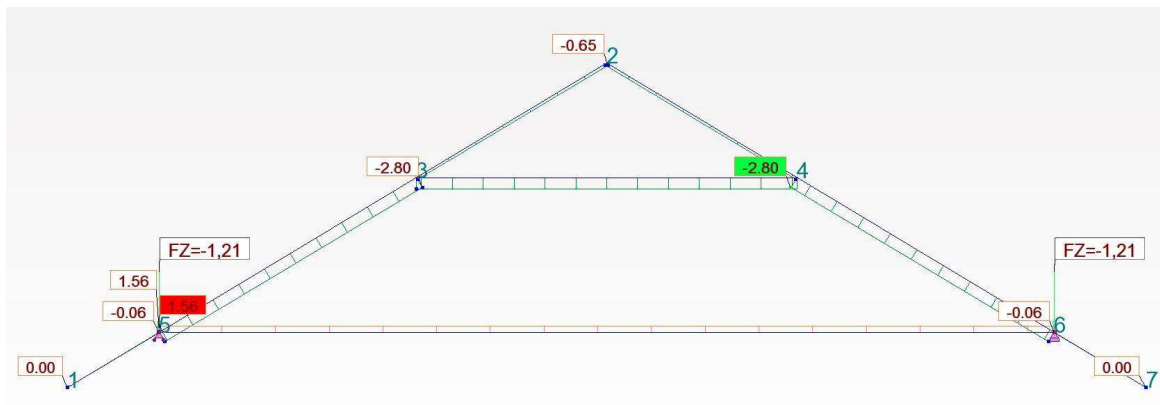
Joonis 3. Koormuskombinatsioon 4 - pikijõud



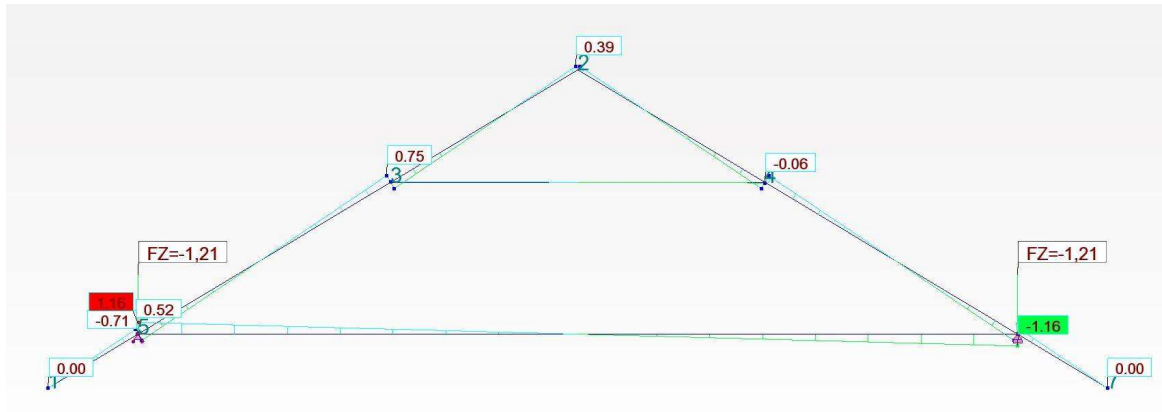
Joonis 4. Koormuskombinatsioon 4 – põikjõud



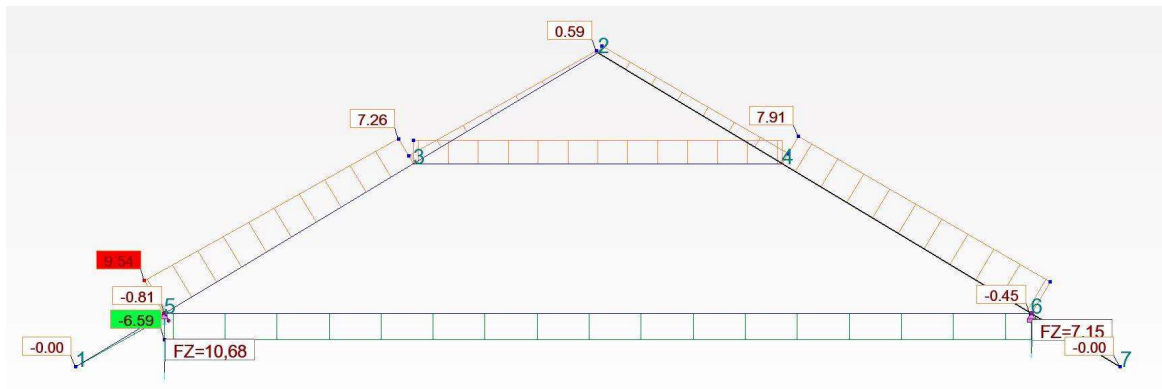
Joonis 5. Koormuskombinatsioon 4 - paindemoment



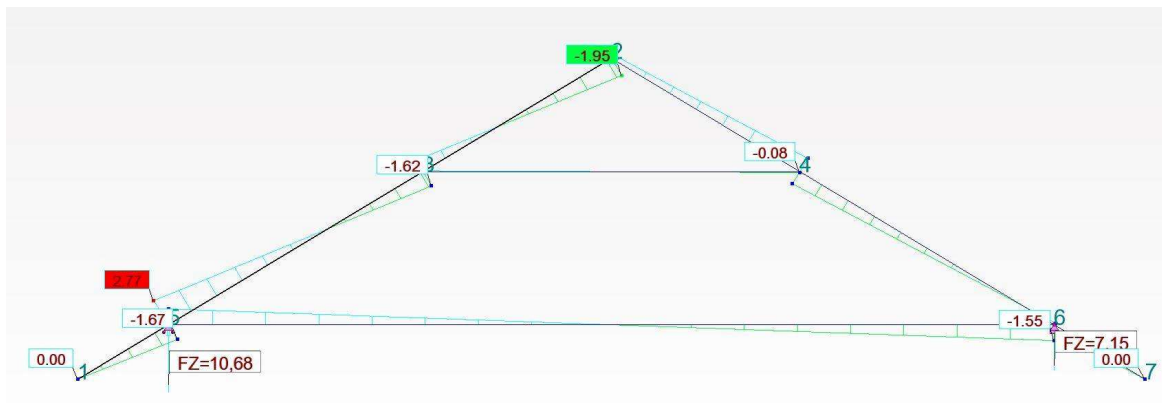
Joonis 6. Koormuskombinatsioon 6 - pikijõud



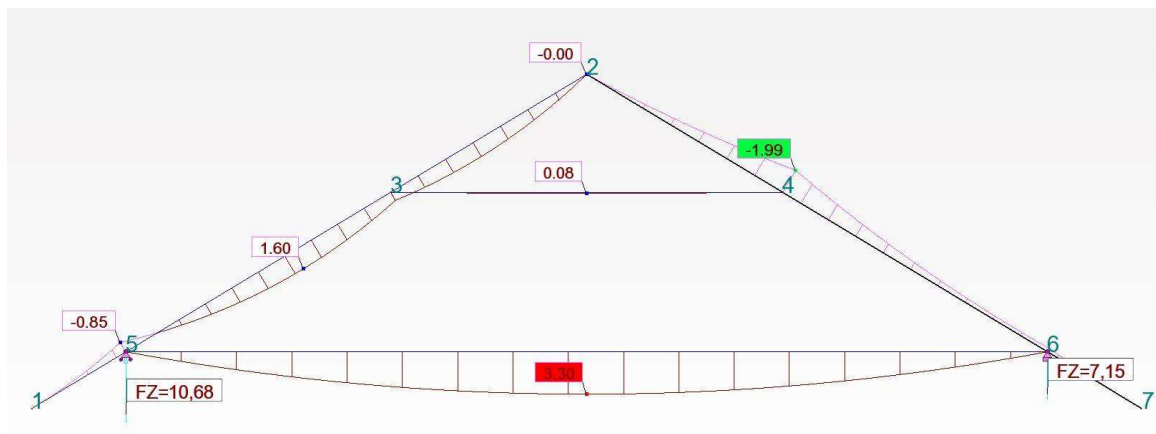
Joonis 7. Koormuskombinatsioon 6 - põikjõud



Joonis 8. Koormuskombinatsioon 9 - pikijõud



Joonis 9. Koormuskombinatsioon 9 - põikjõud



Joonis 10. Koormuskombinatsioon 9 - paindemoment

Lisa 2 Graafiline osa

Joonised 1 – 19 on tehtud programmiga AutoCAD LT 2017 omades selleks vastavat litsentsi.

Joonis 1	Olemasoleva vundamendi plaan
Joonis 2	Asendiplaan
Joonis 3	Hoone põhiplaan
Joonis 4	Katuse plaan
Joonis 5	Vaade põhjast
Joonis 6	Vaade lõunast
Joonis 7	Vaade idast ja läänest
Joonis 8	Hoone lõige A-A
Joonis 9	Vundamendi ja sokli plaan
Joonis 10	Lintvundamendi tüüplõiked ja sõlmed
Joonis 11	Seinte ja silluste plaan
Joonis 12	Raudbetoon sillus
Joonis 13	Seinte tüüplõiked ja -sõlmed
Joonis 14	Vahelaetalade plaan
Joonis 15	Katusekandjate plaan
Joonis 16	Katusekandjate koostejoonis
Joonis 17	Katusekonstruktsioonide sõlm 1
Joonis 18	Katusekonstruktsioonide sõlm 2
Joonis 19	Katusekonstruktsioonide sõlm 3

OLEMASOLEVA VUNDAMENDI PLAAN



TINGMÄRGID:

š-02

Uuringu asukoht ja number



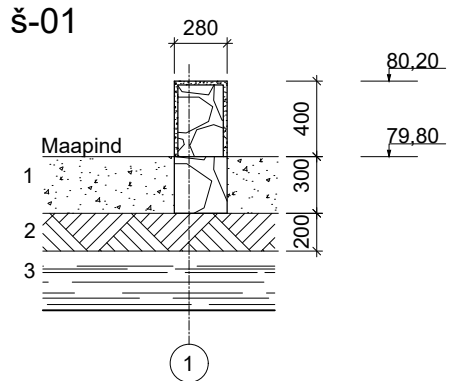
Lammutatav vundament

PINNAS:

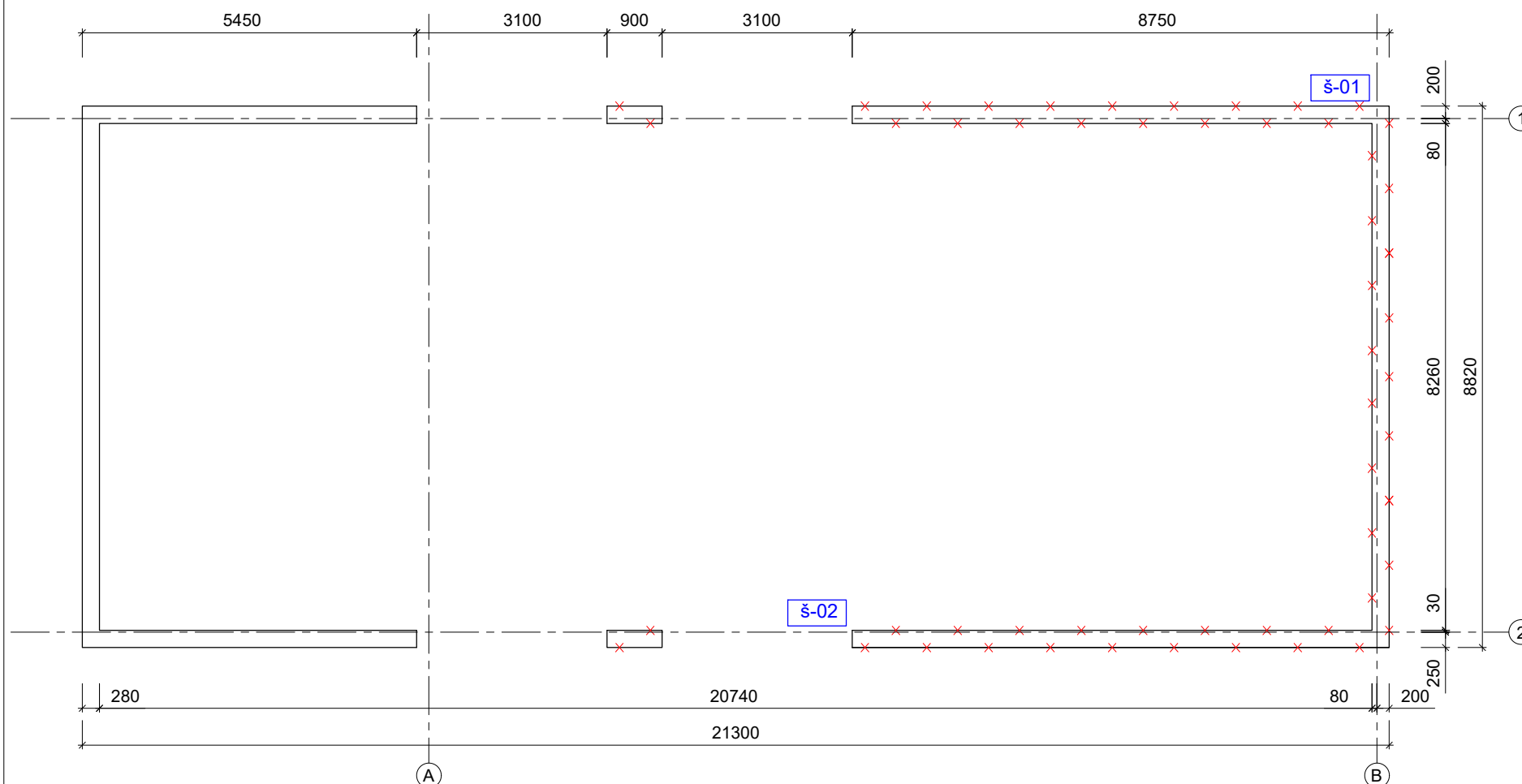
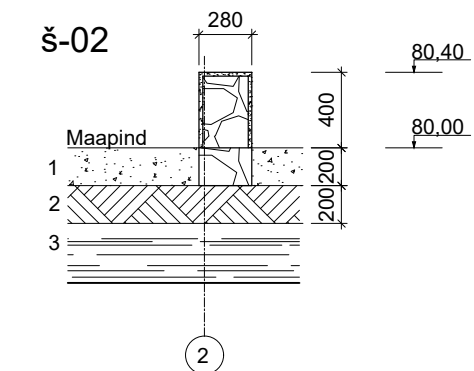
- 1 muld
- 2 savi
- 3 paekivi

MK 1:40

š-01



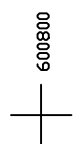
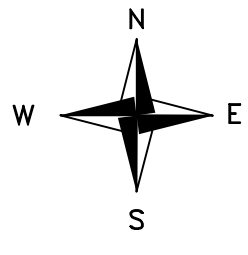
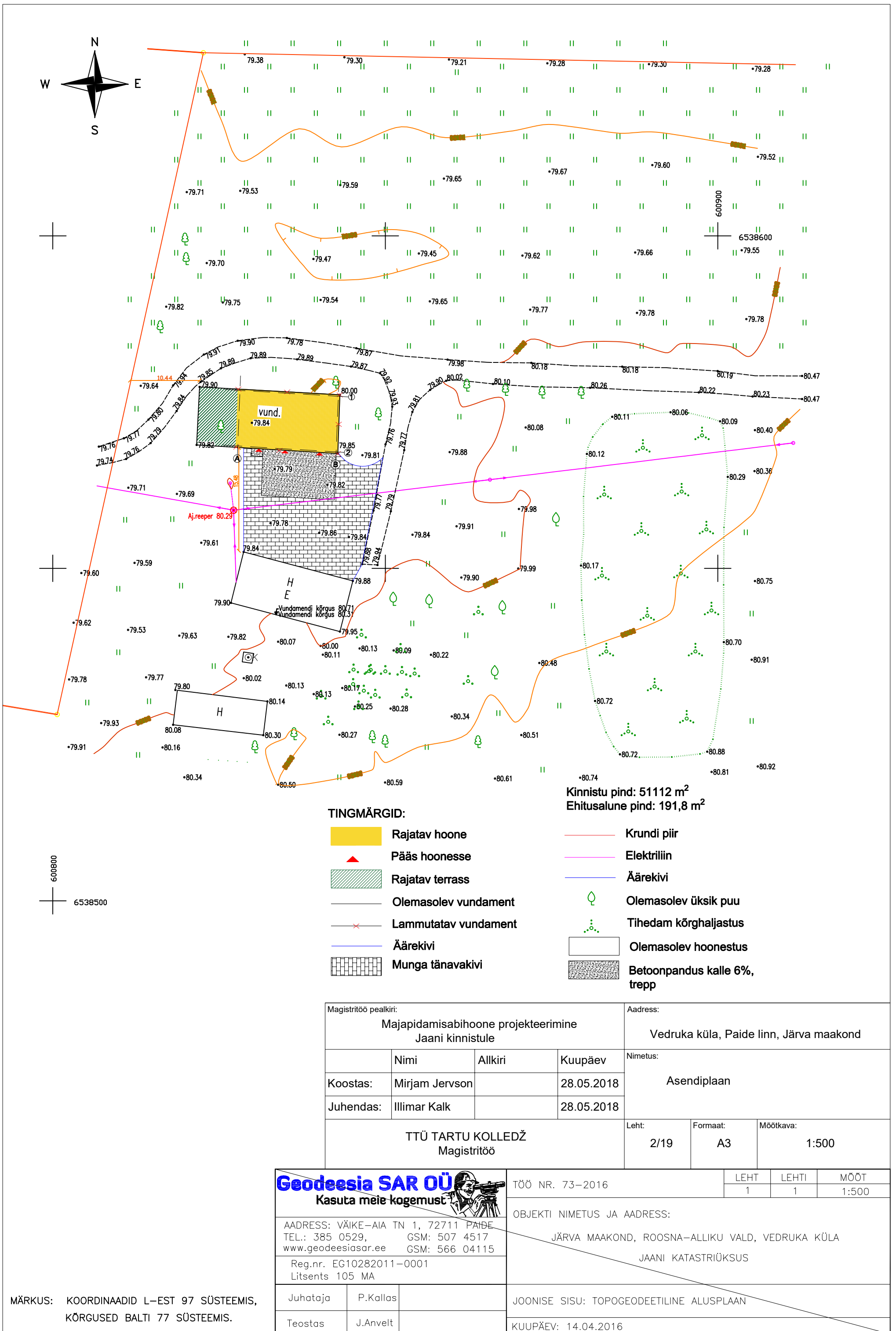
š-02



OLEMASOLEV VUNDAMENT ON LAOTUD PAE- JA MAAKIVIDEST. MAAPINNAL OLEV VUNDAMENT ON ÜMBERTRINGI BETONEERITUD, KUID BETOON ON PRAGUNENUD NING KIVID LAHTI. VUNDAMENT ULATUB MAAPINNAST u 400 mm SÜGAVUSELE. VUNDAMENT ON TOETATUD KOHATI PAEKIVI, KOHATI SAVIPINNASELE. VUNDAMENDI HALVA SEISUKORRA TÕTTU ON OTSUSTATUD SEE LAMMUTADA VÄHEMALT RAJATAVA HOONE ALT. UUE VUNDAMENDI VALAMISEKS KAEVATA PINNAS VÄLJA KUNI PAEKIVINI. TALDMIK VALADA OTSE PAEKIVIPINNASELE 200 mm PAKSUSENA, ARVESTADES KA EBATASASUSTE TÄITMIST.

VUNDAMENDI UURINGUD ON TEOSTATUD 10.03.2018 JA 21.04.2018.

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Olemasoleva vundamendi plaan	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 1/19	Formaat: A3
				Möötkava: 1:100	



TINGMÄRGID:

- Rajatav hoone
- Pääs hoonesse
- Rajatav terrass
- Olemasolev vundament
- Lammutatav vundament
- Äärekiwi
- Munga tänavakiwi
- Krundi piir
- Elektriliin
- Äärekiwi
- Olemasolev üksik puu
- Tihedam kõrghaljastus
- Olemasolev hoonestus
- Betoonpandus kalle 6%, trepp

Kinnistu pind: 51112 m²
Ehitusalune pind: 191,8 m²

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
Koostas:	Mirjam Jervson	Allkiri:		Kuupäev:	28.05.2018
Juhendas:	Illimar Kalk				28.05.2018
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht:	2/19
				Formaat:	A3
				Möötkava:	1:500

Geodesia SAR OÜ
Kasuta meie kogemust

ADDRESS: VÄIKE-AIA TN 1, 72711 PAIDE
TEL.: 385 0529, GSM: 507 4517
www.geodesiasar.ee GSM: 566 04115

Reg.nr. EG10282011-0001
Litsents 105 MA

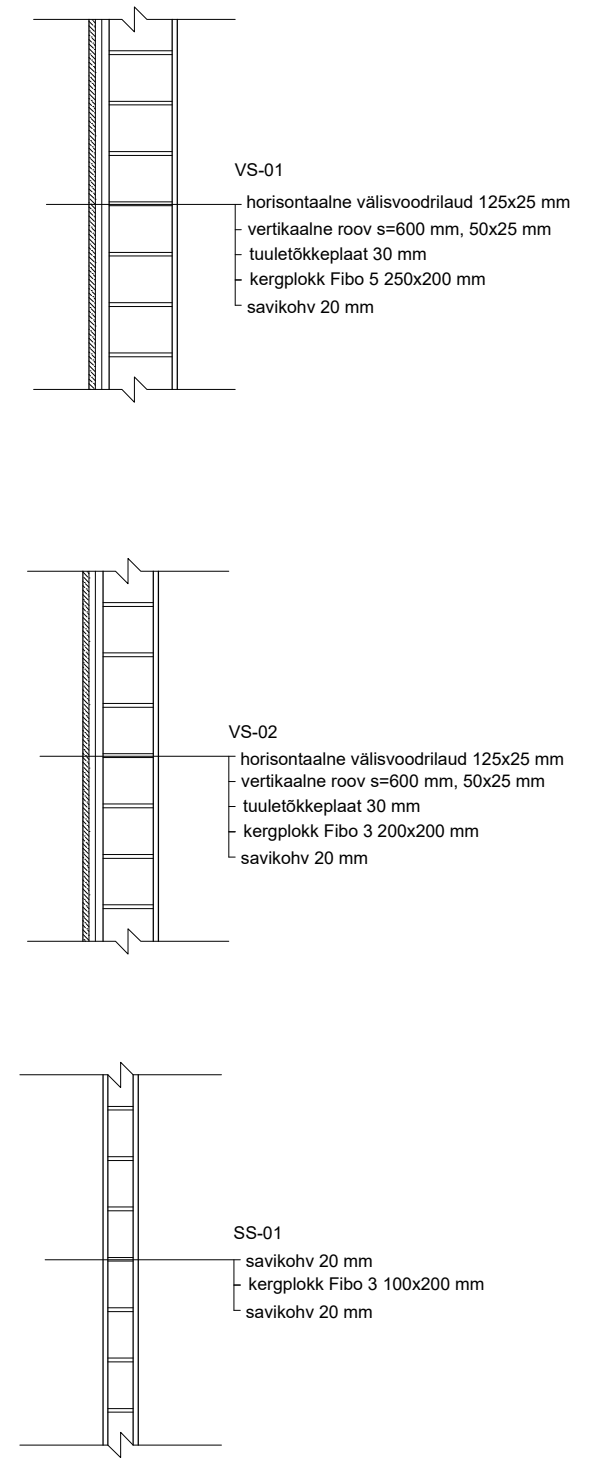
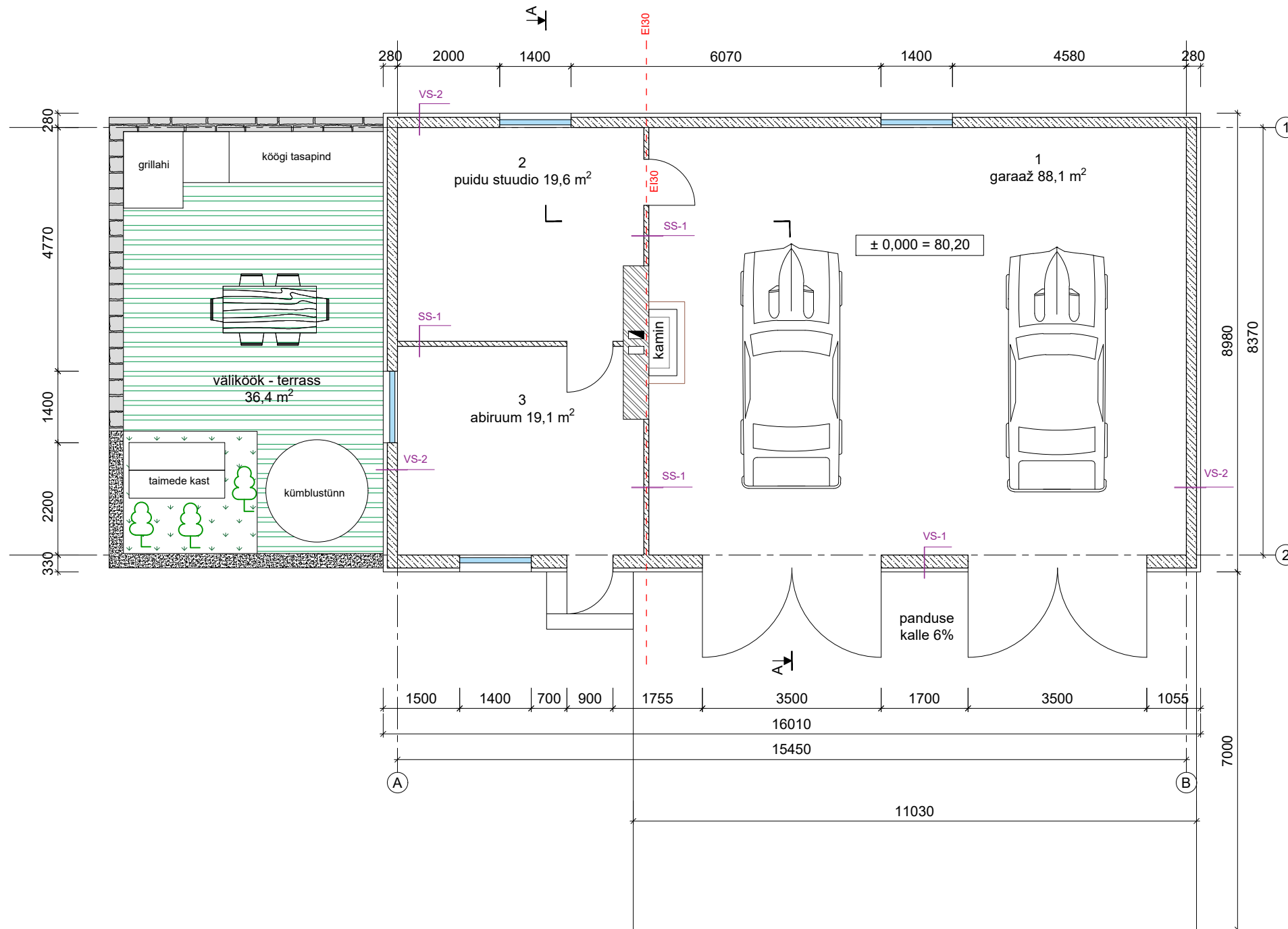
Juhataja	P.Kallas
Teostas	J.Anvelt

TÖÖ NR. 73-2016	LEHT	LEHTI	MÖÖT
	1	1	1:500
OBJEKTI NIMETUS JA ADDRESS: JÄRVA MAAKOND, ROOSNA-ALLIKU VALD, VEDRUKA KÜLA JAANI KATASTRIRÜKSUS			
JUNISE SISU: TOPOGEODEETILINE ALUSPLAAN			
KUUPÄEV: 14.04.2016			

MÄRKUS: KOORDINAADID L-EST 97 SÜSTEEMIS,
KÕRGUSED BALTI 77 SÜSTEEMIS.

HOONE PÕHIPLAAN

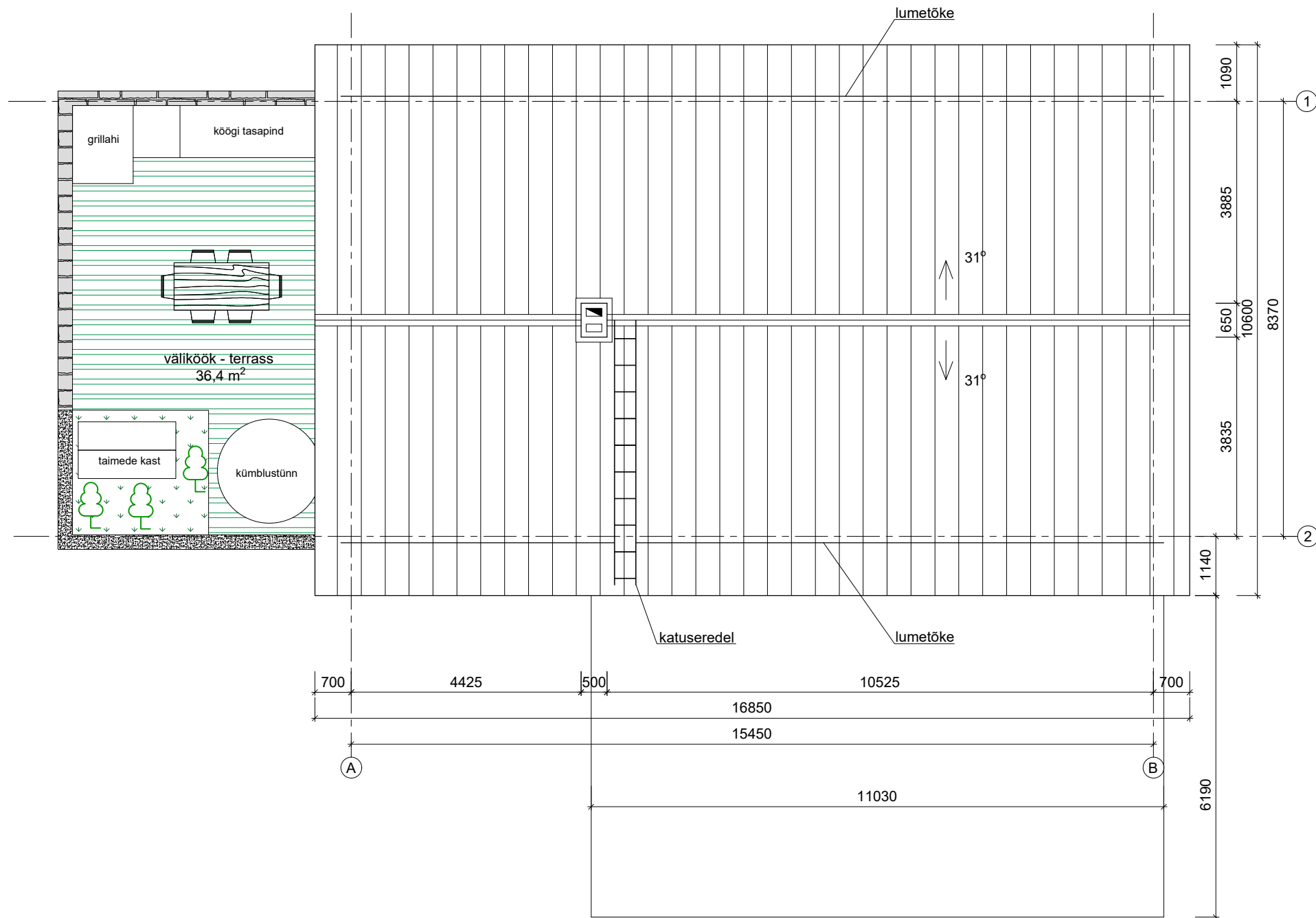
Seinte tüüpkonstruktsioonid MK 1:30



Nr	Nimetus	Pindala
1	Garaaž	88,1 m ²
2	Puidu stuudio	19,6 m ²
3	Abiruum	19,1 m ²
Kokku suletud netopind:		126,8 m ²

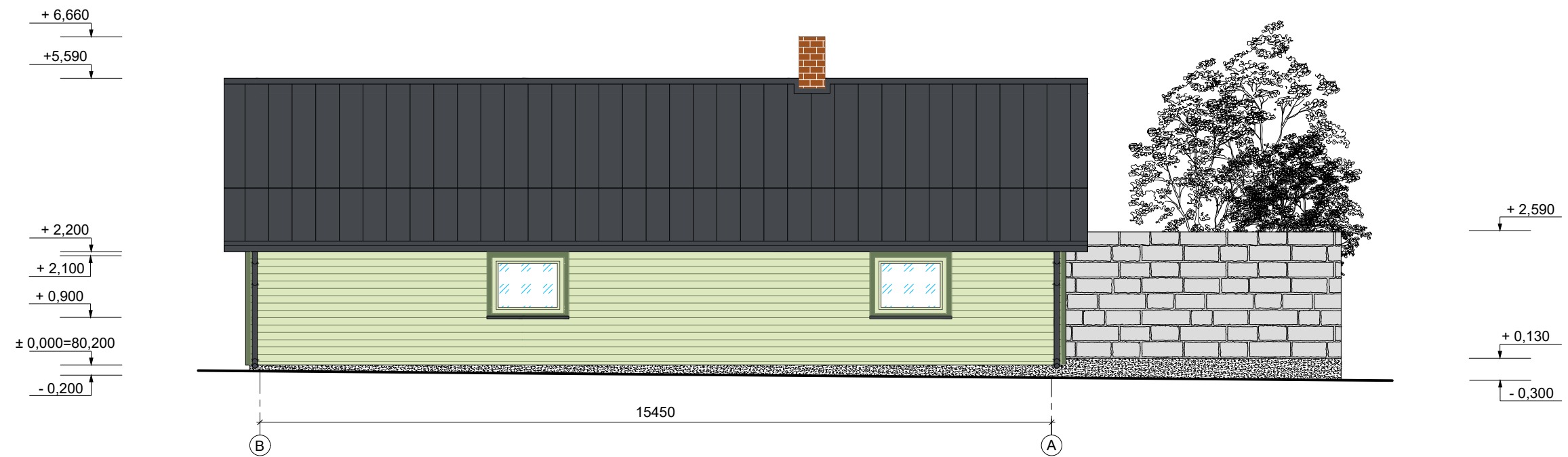
Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Hoone põhipla	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 3/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

KATUSE PLAAN



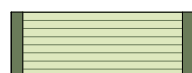
Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Katuse plaan	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 4/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

VAADE PÕHJAST



Tingmärgid:

 katuse profiilplekk
Ruukki Classic RR23

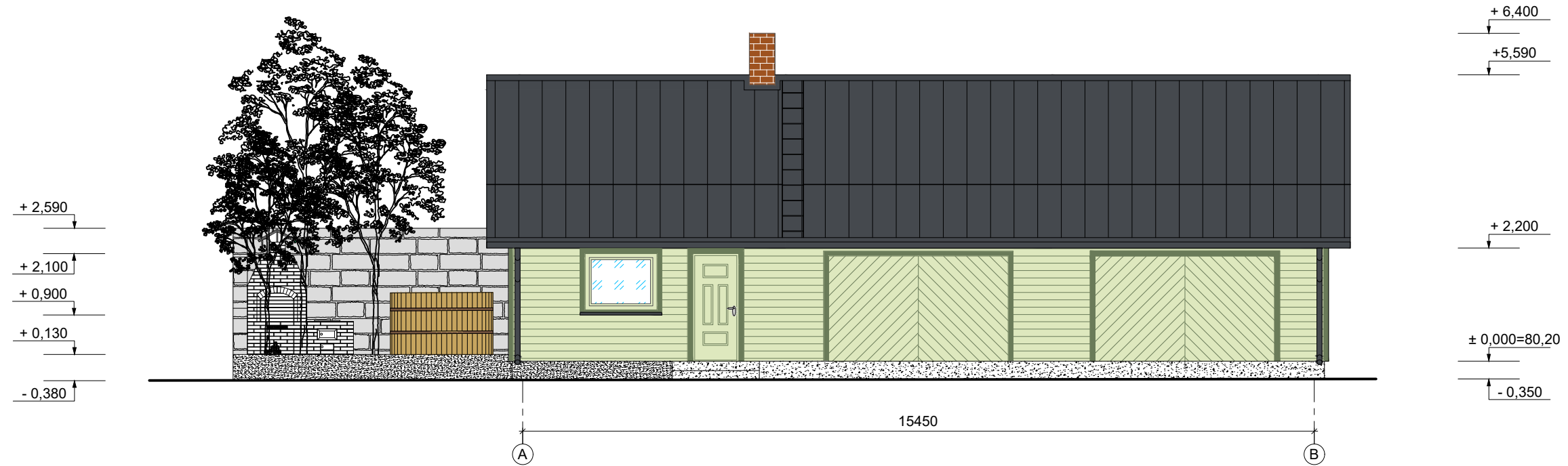
 fassaadilaudis, RAL 130 50 20
piirdeliistud, RAL 120 90 20

 krohvitud sokkel, hall

 paekivi müüritis

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Vaade põhjast	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 5/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

VAADE LÕUNAST



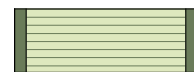
Tingmärgid:



katuse profiilplekk
Ruukki Classic RR23



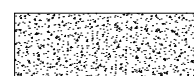
krohvitud sokkel, hall



fassaadilaudis, RAL 130 50 20
piirdeliistud, RAL 120 90 20



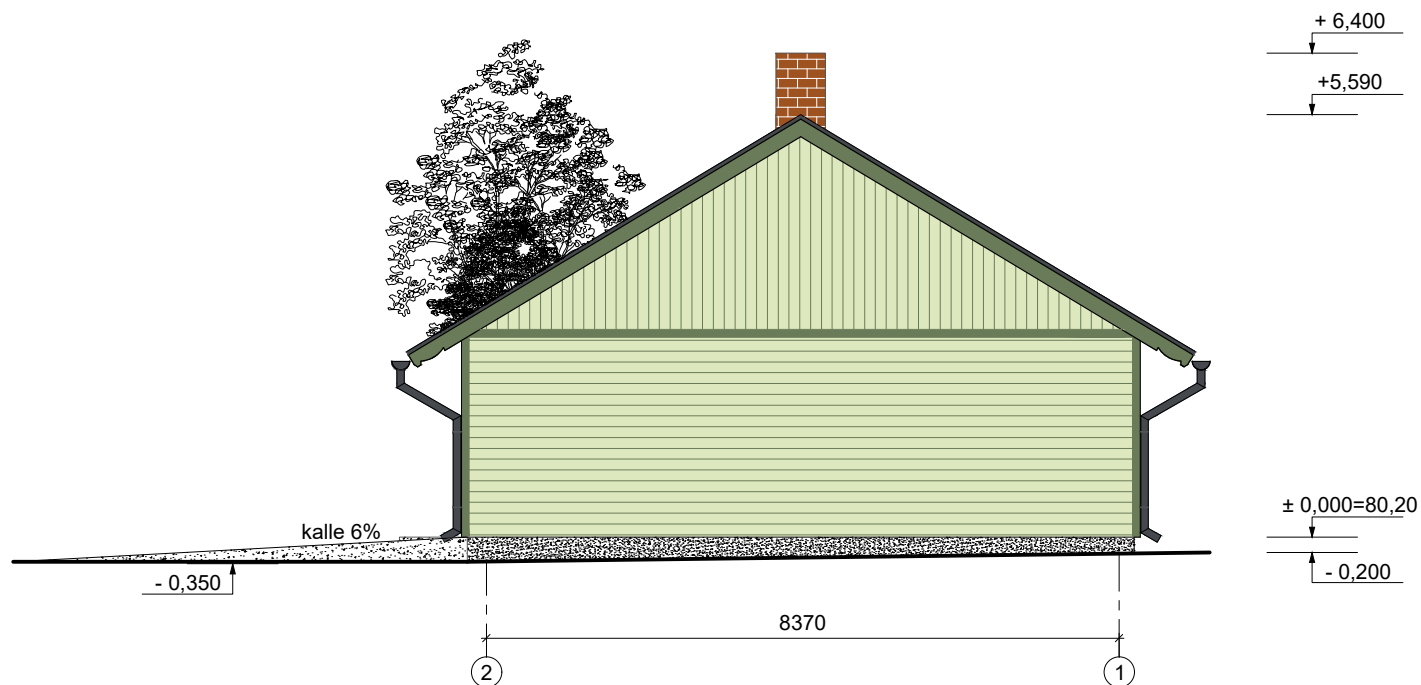
paekivi müüritis



betoon

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Vaade lõunast	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 6/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

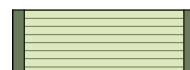
VAADE IDAST



VAADE LÄÄNEST

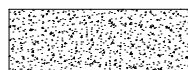


Tingmärgid:

 fassaadilaudis, RAL 130 50 20
piirdeliistud, RAL 120 90 20

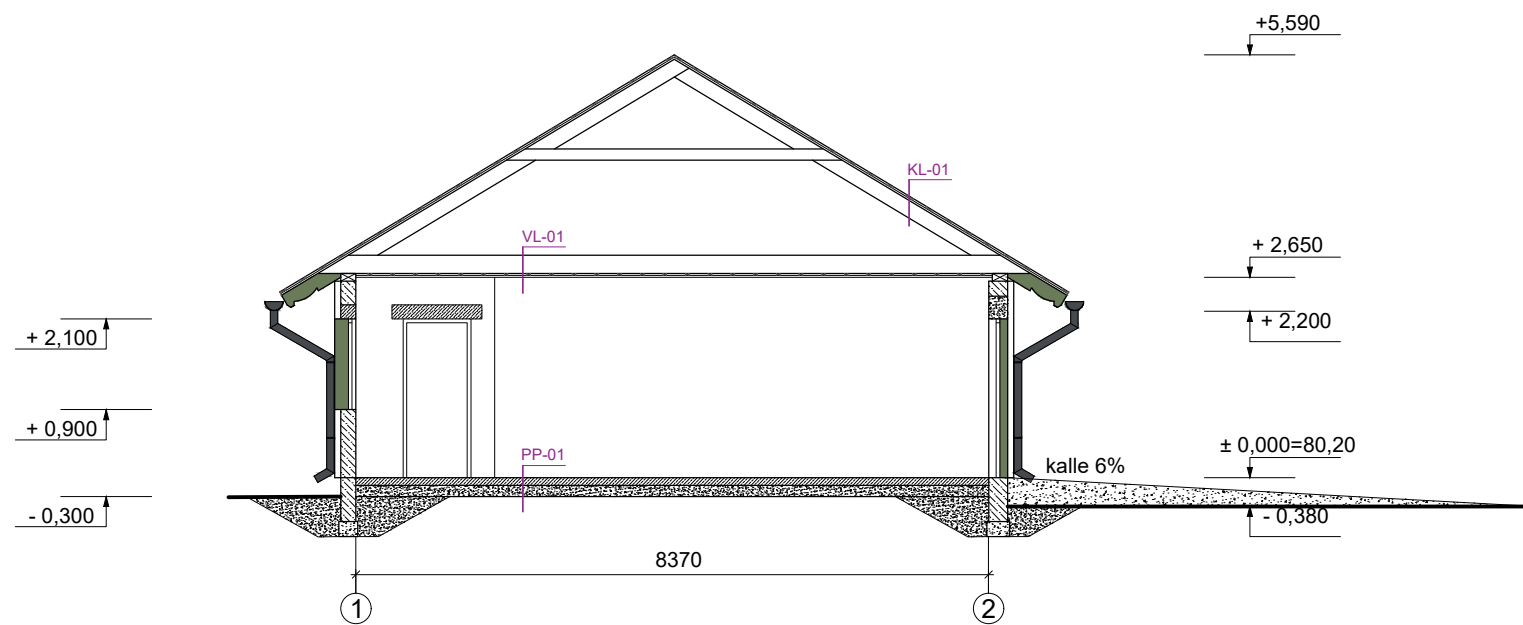
 krohvitud sokkel, hall

 paekivi müritis

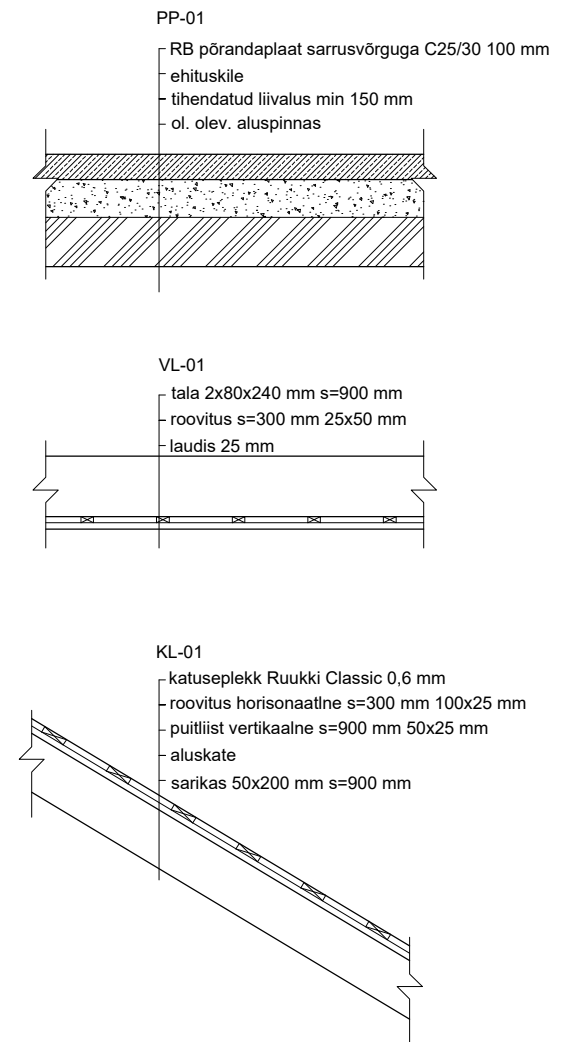
 betoon

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Vaade idast ja läänest	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 7/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

HOONE LÕIGE A-A

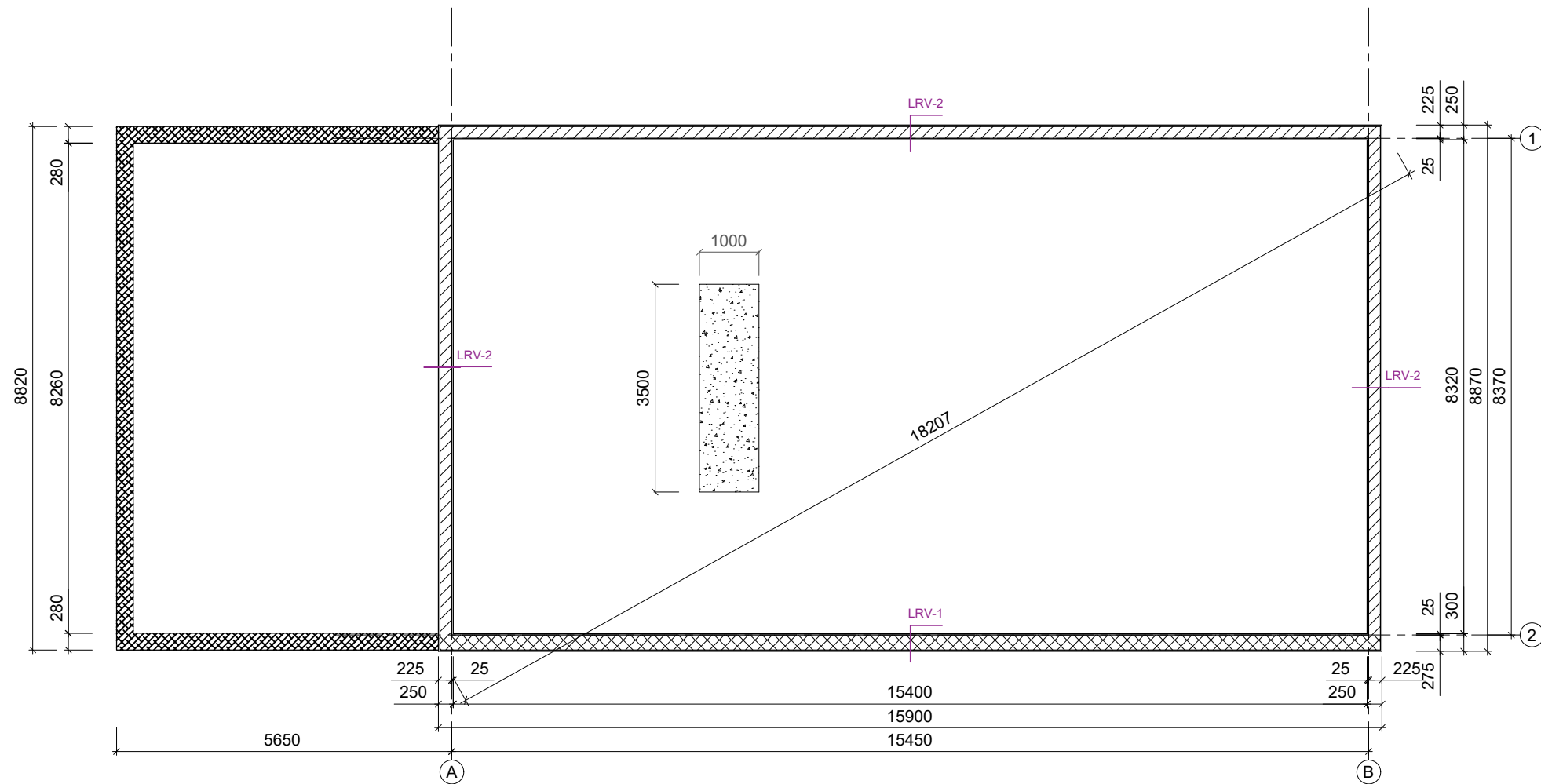


TÜÜPKONSTRUKTSIOONID MK 1:30



Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Hoone lõige A-A	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 8/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

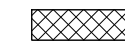
VUNDAMENDI JA SOKLI PLAAN



Tingmärgid:



Fibro 3 plokidest sokkel



Fibro 5 plokidest sokkel



korstna ja soemüüri alusplaat 200 mm



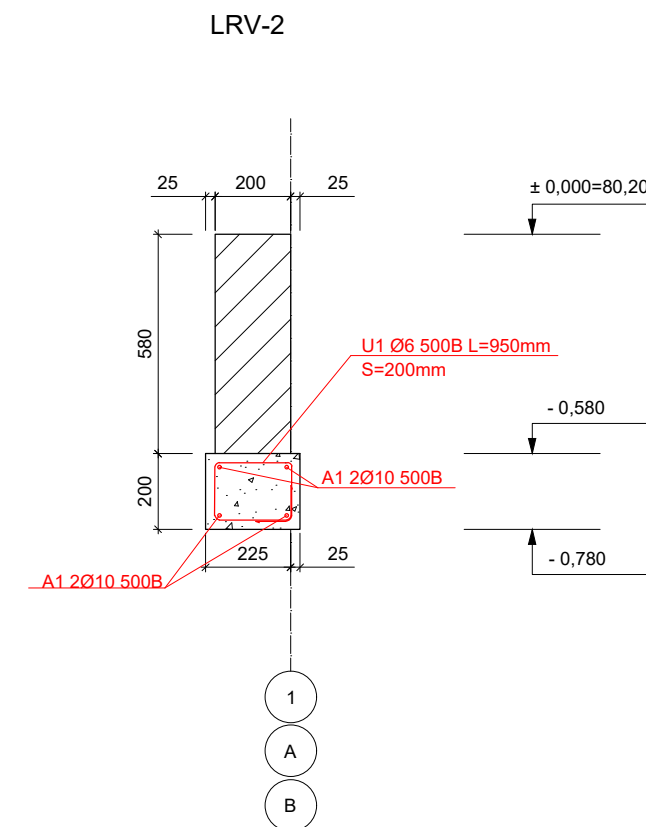
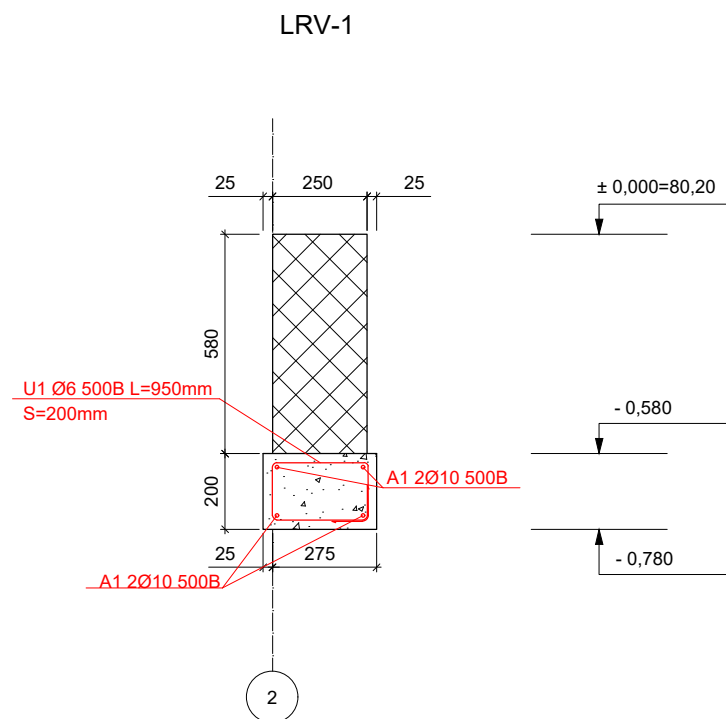
säilitatav vundament

MÄRKUSED:

- KÄESOLEVAT JOONIST VAADATA KOOS JOONISEGA 1 "OLEMASOLEVA VUNDAMENDI PLAAN" JA JOONISEGA 3 "HOONE PÕHIPLAANI" JA JOONISEGA 8 "HOONE LÕIGE A-A".
- VUNDAMENDI TALDMIK VALATAKSE BETOONIST C25/30 ILMA KILLUTIKALUSETA OTSE PAEKIVI PINNASELE.
- TALDMIK ARMEERITAKSE 500B Ø10 PIKIARMATUURIGA KOGU PIKKUSES JA Ø6 RANGIDE SAMMUGA 200 mm. TÄPSEMALT VAADATA JOONISELT 10 "LINTROSTVÄRGI TÜÜPLÕIKED JA SÕLMED".
- TALDMIK VALATAKSE VÕIMALIKULT TASASELE PAEKIVI PINNASELE PAKSUSEGA 200 MM, ARVESTADES KA EBATASASUSTE TÄITMISEGA.
- KORSTNA JA SOOJAMÜÜRI ALUSEKS VALATAKSE 200 MM PAKSUNE BETOONPLAAT.

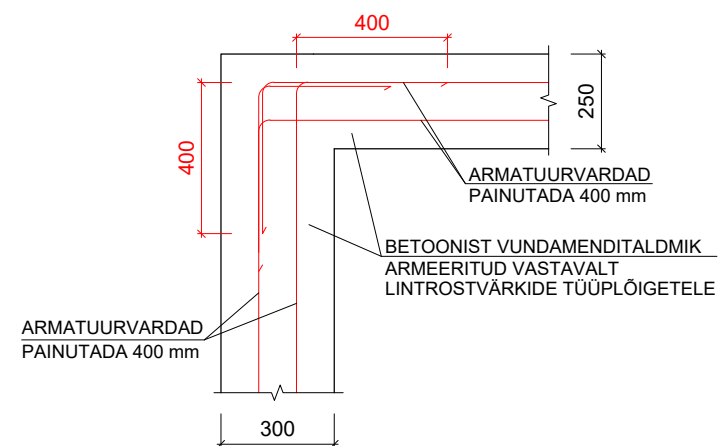
Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Vundamenti ja sokli plaan	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 9/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

TALDMIKU TÜÜPLÖIKED JA SÖLMED



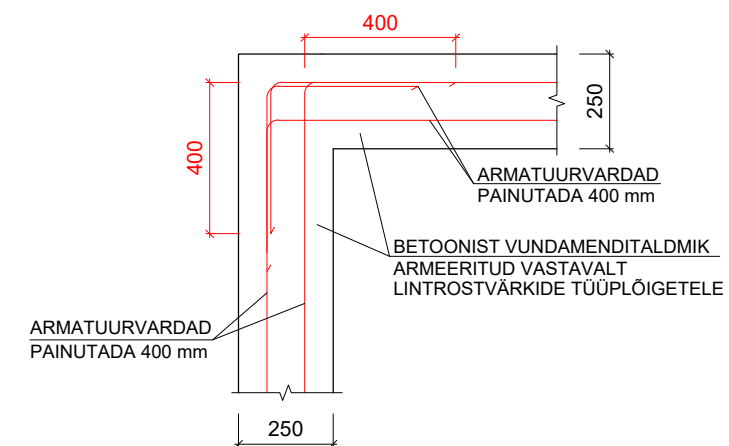
TALDMIKU TÜÜPSÖLM VTTS-1

VUNDAMENDITALDMIKU NURGA ARMEERIMINE HORISONTAALLÖIKES



TALDMIKU TÜÜPSÖLM VTTS-2

VUNDAMENDITALDMIKU NURGA ARMEERIMINE HORISONTAALLÖIKES

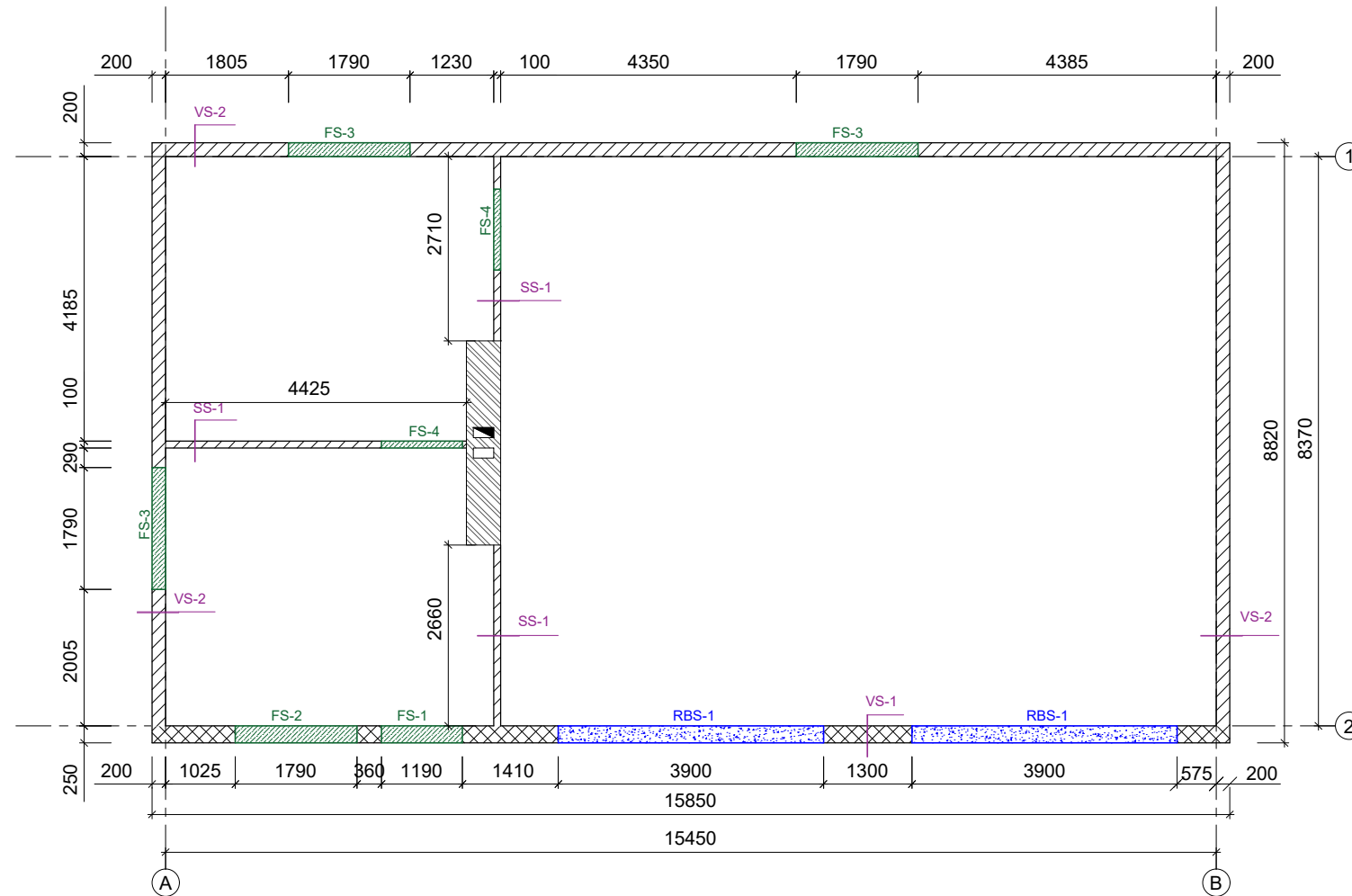


MÄRKUSED:

- LINTROSTVÄRGI TÜÜPLÖIKED JA ASUKOHAD ON NÄIDATUD JOONISEL 9 "VUNDAMENDI JA SOKLI PLAAN".
- ARMATUURI TUGEVUSKLASS A500H.
- ARMATUURI PAIGALDAMISEL JÄRGIDA JOONISEL TOODUD JUHISEID. TALDMIKU ARMATUURVARDAID VÕIB JÄTKATA ÜLEKATTEGA 40Ø (Ø - JÄTKATAVA VARDA LÄBIMÕÖT).

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Lintvundamendi tüüplöiked ja sõlmed	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 10/19	Formaat: A3
				Möötkava: 1:20	

SEINTE JA SILLUSTE PLAAN



SILLUSED

Pos	Nimetus	Sille	Laius	Kõrgus	Lubatud koormus	Arv
FS-1	Fibo sillus	1190 mm	250 mm	185 mm	33,7 kN/m	1
FS-2	Fibo sillus	1790 mm	250 mm	185 mm	15,9 kN/m	1
FS-3	Fibo sillus	1790 mm	200 mm	185 mm	14,3 kN/m	3
FS-4	Fibo sillus	1190 mm	100 mm	185 mm	19,5 kN/m	2
RBS-1	Monoliitne r/b sillus	3700 mm	250 mm	300 mm	33,6 kN/m	2

SEINAD

Pos	Nimetus	Laius
VS-1	Fibo 5 sein	250 mm
VS-2	Fibo 3 sein	200 mm
SS-1	Fibo 3 sein	100 mm

Tingmärgid:

	Fibo 3
	Fibo 5
	Fibo sillus
	R/b sillus
	Soojamüür

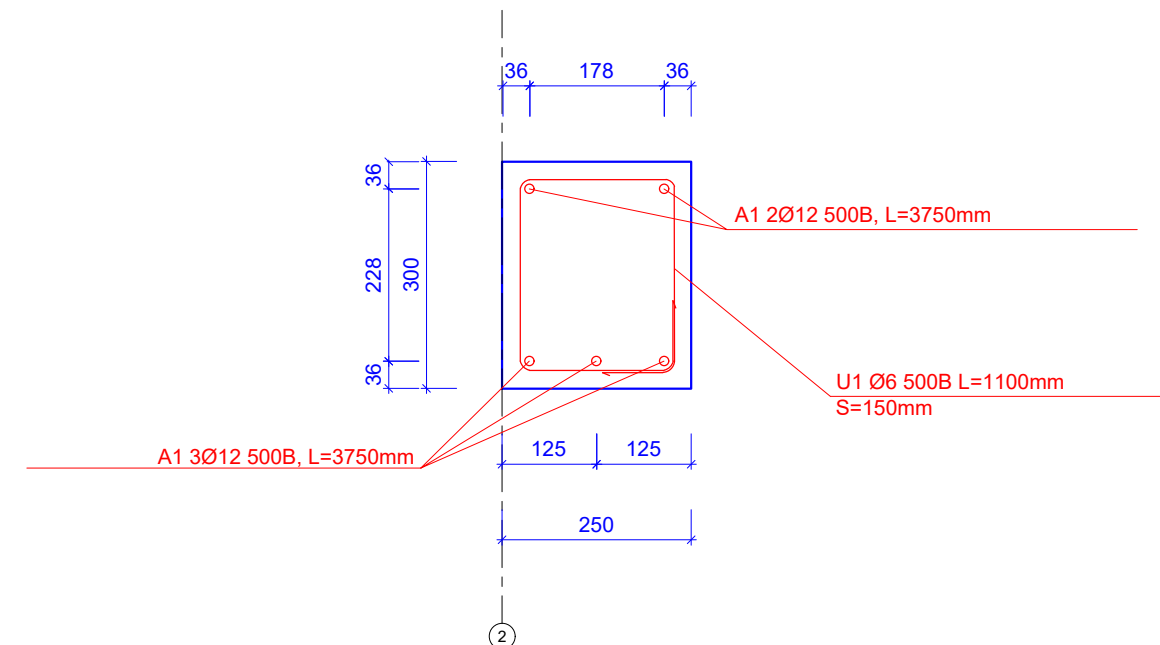
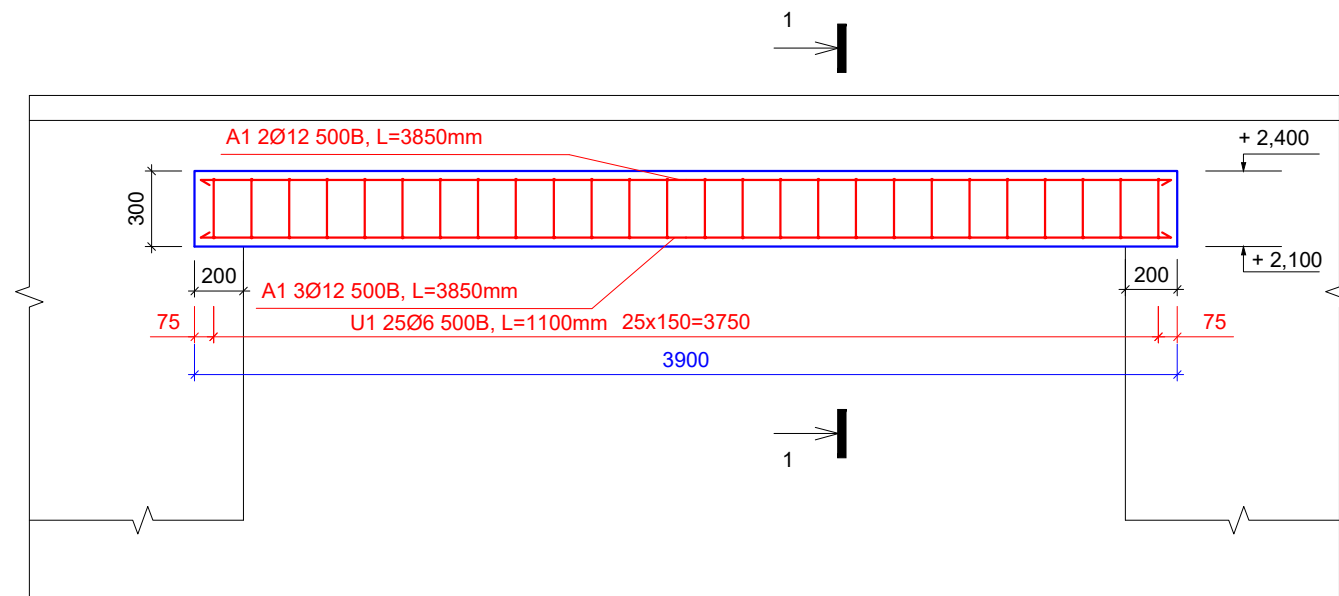
MÄRKUSED:

- KÄESOLEVAT JOONIST VAADATA KOOS JOONISEGA 3 "HOONE PÕHIPLAAN", JOONISEGA 8 "HOONE LÕIGE A-A" JA JOONISEGA 12 "RAUDBETON SILLUS".
- SEINAD LADUDA FIBO 3 JA FIBO 5 PLOKKIDEST PAKSUSEGA 200 JA 250 mm.
- SEINTE LADUMISEL KASUTADA VETONIT 8 MPa MÜÜRISEGU, PAKSUSEGA 15 mm.
- MÖÖTJONTEGA ON MÄRGITUD SILLUSTE KOGUPIKKUSED. AVADE MÖÖDUD, PAIKNEMINE JA KÕRGUSED VAADATA ARHITEKTUURSETELT JOONISTELT.
- FIBO SILLUSED VASTAVALT TOOTJA NOMENKLATUURILE.
- TELJEL 2 LAOTAKSE SEIN FIBO 5 250 mm PAKSUSTEST PLOKKIDEST.
- SÕLMED ARMEERIDA VASTAVALT TOOTJA JUHISTELE. VAADATA JOONIST 13 "SEINTE TÕÜPLOIKED JA -SÕLMED".

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
Nimi			Nimetus: Seinte ja silluste plaan		
Allkiri			Kuupäev		
Koostas: Mirjam Jervson			28.05.2018		
Juhendas: Illimar Kalk			28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 11/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

RBS-1 KÜLGVAATES

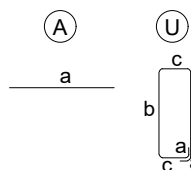
LÕIGE 1-1 MK 1:10



TALA ANDMED	RISTLÕIGE	PIKKUS	MATERJAL	TALADE ARV
BETONOSA	300x250 mm	3900 mm	BETON C25/30	2
TALA MASS:	0,75 t	BETOONI MAHT:	0,29 m ³	

ARMATUURVARDAD

Pos	Klass	Ø	Arv	Pikkus	Ühe mass	a	b	c
A1	500B	12 mm	5	3750 mm	3,31 kg	3750 mm		
U1	500B	6 mm	26	1100 mm	0,24 kg	100mm	250mm	200mm



ARMATUURI KOONDVÄLJAVÕTE

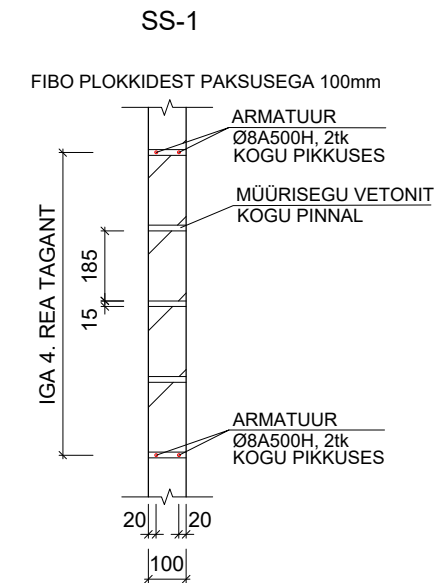
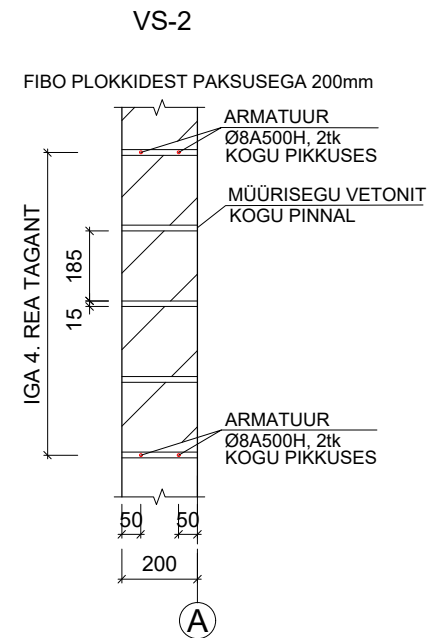
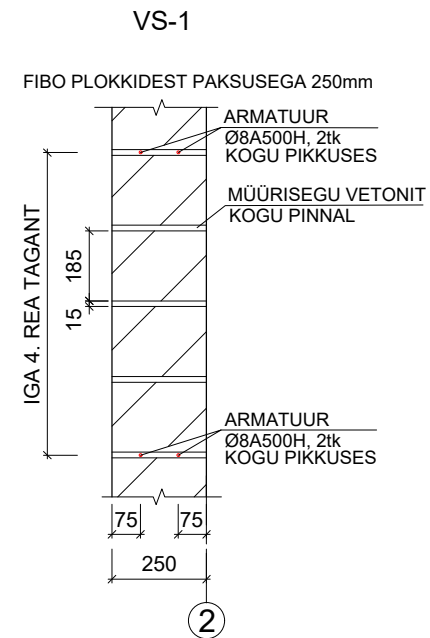
12-500B	3,31 kg
6-500B	6,24 kg
MASS KOKKU:	9,55 kg

MÄRKUSED:

- JOONISEL ON ANTUD SUHTELISED KÕRGUSARVUD.
- SUHTELISELE KÕRGUSARVULE ±0.00 VASTAVAT ABSOLUUTKÕRGUS VAATA JOONISELT 8 "HOONE LÕIGE A-A".
- BETON C25/30.
- ARMATUURTERAS 500B.
- ARMATUURI KAITSEKIHT 25 mm, KUI JOONISEL EI OLE NÄIDATUD TEISITI.
- KÄESOLEVAT JOONIST VAADATA KOOS JOONISEGA 11 "SEINTE JA SILLUSTE PLAAN" JA JOONISEGA 8 "HOONE LÕIGE A-A".
- ANDMED ON ESITATUD ÜHE TALA KOHTA. KOKKU ON HOONES 2 TK RBS-1.

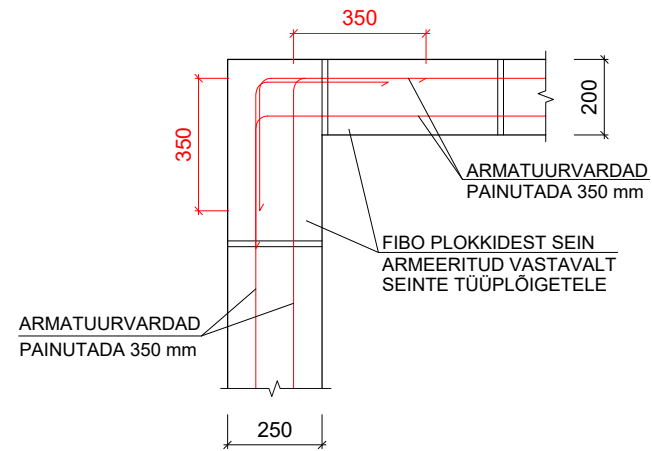
Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Raudbetoon sillus	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 12/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:30

SEINTE TÜÜPLÖIKED



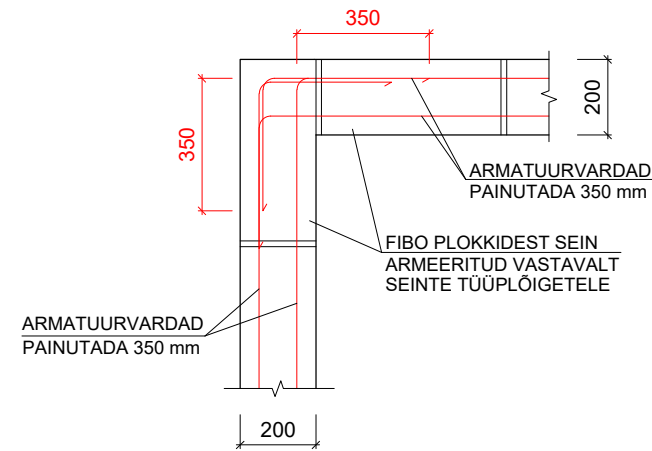
SEINTE TÜÜPSÕLM VSTS-1

FIBO PLOKKIDEST SEINTE NURGA ARMEERIMINE HORISONTAALLÕIKES



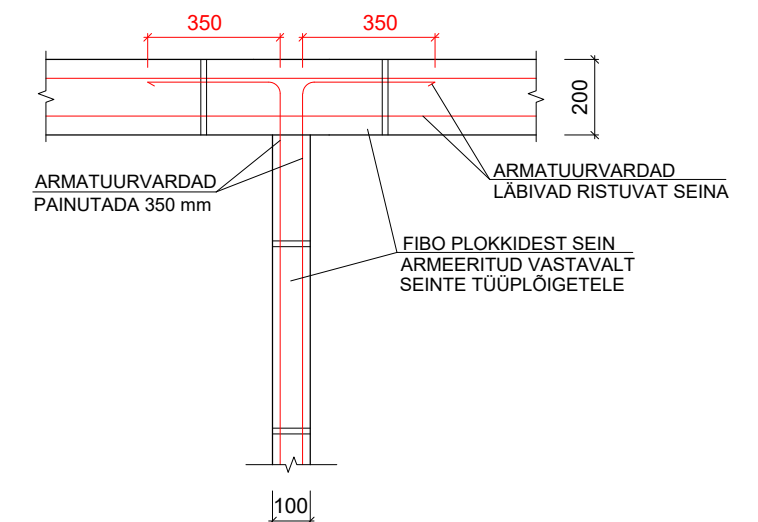
SEINTE TÜÜPSÕLM VSTS-2

FIBO PLOKKIDEST SEINTE NURGA ARMEERIMINE HORISONTAALLÕIKES



SEINTE TÜÜPSÕLM SSTS-1

FIBO PLOKKIDEST RISTUVATE SEINTE ARMEERIMINE HORISONTAALLÕIKES

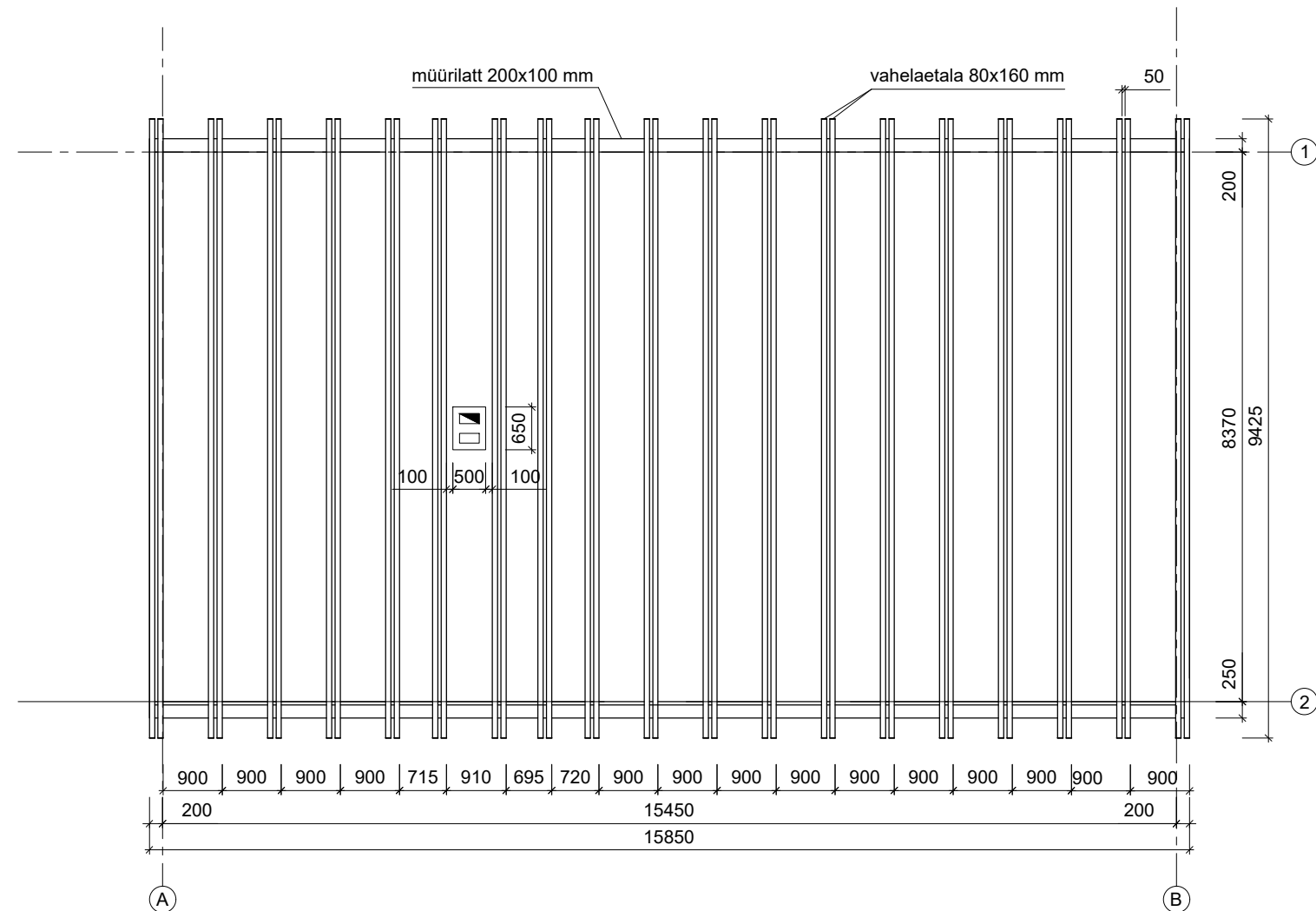


MÄRKUSED:

- SEINTE TÜÜPLÕIKED JA ASUKOHAD ON NÄIDATUD JOONISEL 3 "HOONE PÕHIPLAAN".
- LISAKS VAADATA KÄESOLEVAT JOONIST KOOS JOONISEGA 10 "SEINTE JA SILLUSTE PLAAN" JA JOONISEGA 11 "RAUDBETON SILLUS".
- SEINAD LADUDA FIBO 3 JA FIBO 5 PLOKKIDEST PAKSUSEGA VASTAVALT 200 JA 250 mm.
- SEINTE LADUMISEL KASUTADA VETONIT 8 MPa MÜÜRISEGU, PAKSUSEGA 15 mm.
- ARMATUURI TUGEVUSKLASS A500H.
- ARMATUURI PAIGALDAMISEL JÄRGIDA JOONISEL TOODUD JUHISEID. SEINTE ARMATUURVARDAID VÕIB JÄTKATA ÜLEKATTEGA 40Ø (Ø - JÄTKATAVA VARDA LÄBIMÕÖT).
- MÜÜRITISE HORISONTAALARMATUUR VIIA 40Ø PIKKUSES SEINTE MONOLIITSETESSE OSADESSE (SILLUSED JA SEINAOsad).
- VÄLIS- JA SISESEINTE OMAVAHELISEKS SIDUMISEKS ARMATUURIGA TULEB NEED SAMAAEGSELT LADUDA.

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Seinte tüüplõiked ja sõlmed	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 13/19	Formaat: A3
				Möötkava: 1:20	

VAHELAETALADE PLAAN

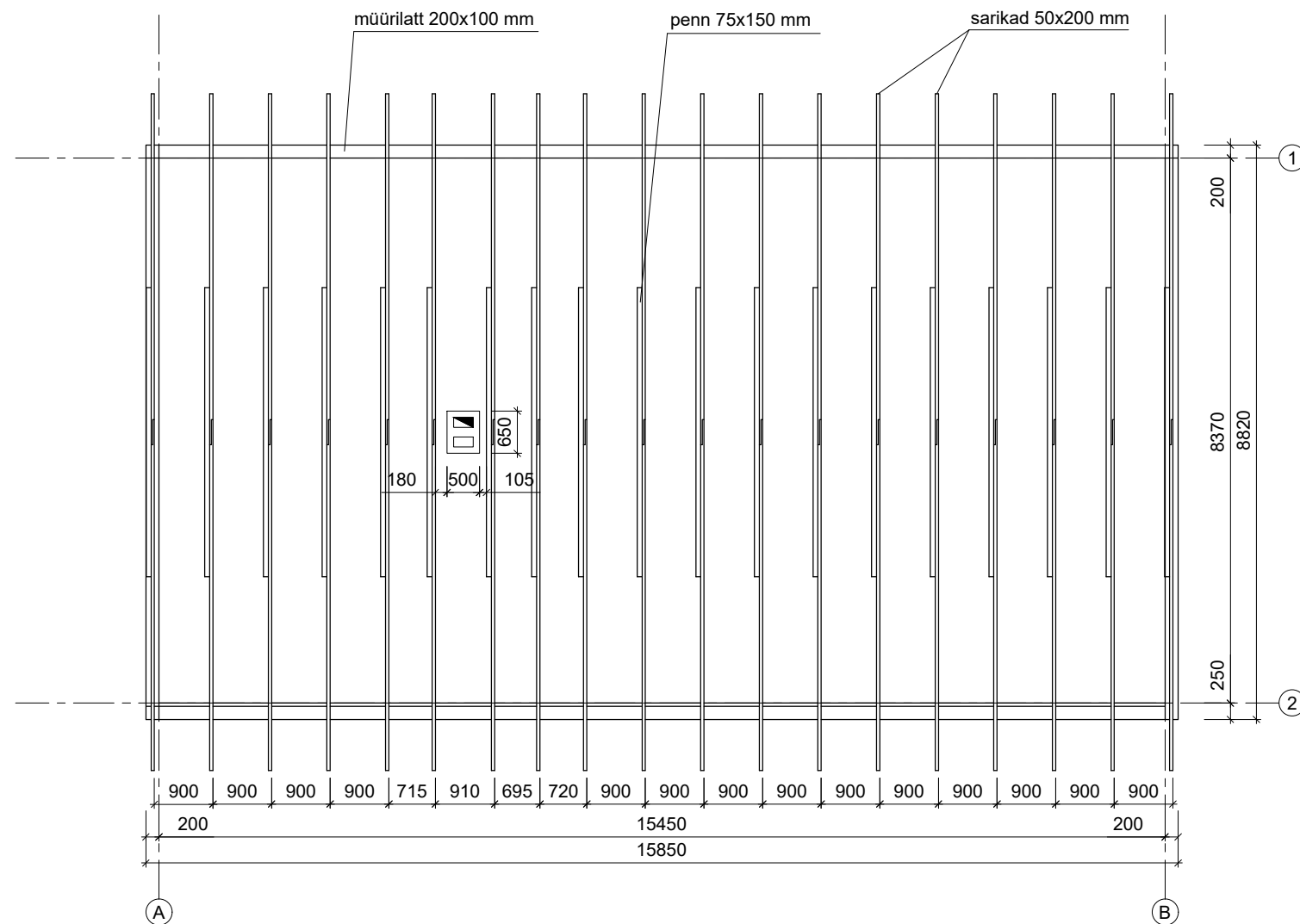


MÄRKUSED:

1. SAEPUIT C24 ELEMENDID.
2. SARIKA- JA VAHELAETALA SÕLM ON KUJUTATUD JOONISEL 19 "KATUSEKONSTRUKTSIOONIDE SÕLM 3".
3. VAJALIK ON KATUSEKONSTRUKTSIOONIDE ANKURDAMINE MÜÜRITISSE. ANKURDAMISEKS ÜHENDADA NURKRAUAGA IGA KONSTRUKTSIOONIKOMPLEKTI VAHELATALA MÜÜRILATIGA. NURKRAUD KINNITADA KRUVIDEGA VAHELAETALA KÜLGE NING LÄBI MÜÜRILATI PUURIDA AUK KEERMVARDA M12 PAIGALDAMISEKS LÄBI 2-3 KIVIREA. KEERMEVARRAS KINNITADA SEIBI JA MUTRIGA. OLULINE ON KASUTADA KOMPLKTI KUULUVAID KEERMEVARRAST, SEIBI JA MUTRIT, nt HILTI TOOTEVALIKUST.

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Vahelaetalade plaan	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 14/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

KATUSEKANDJATE PLAAN

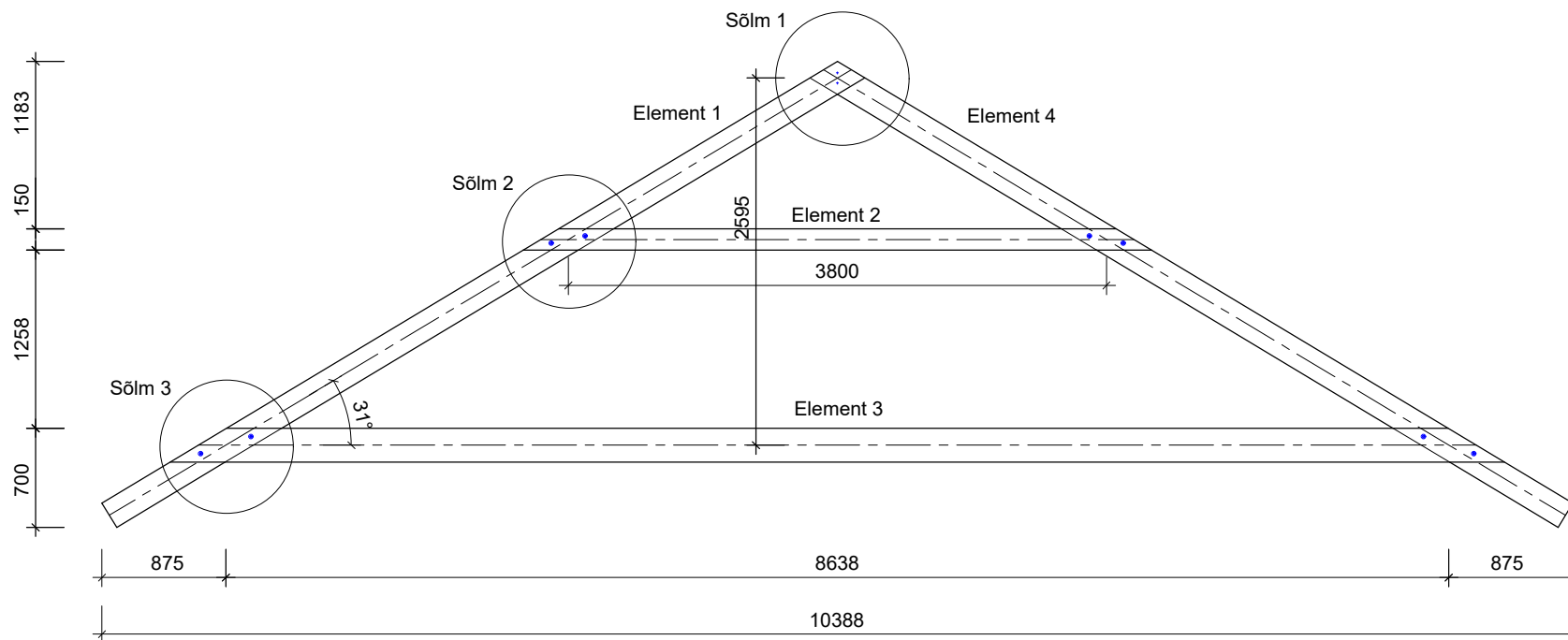


MÄRKUSED:

1. SAEPUIT C24 ELEMENDID.
2. SARIKATALADE OMAVAHELINE ÜHENDUS ON KUJUTATUD JOONISEL 17 "KATUSEKONSTRUKTSIOONIDE SÖLM 1".
3. PENNI JA SARIKATALA ÜHENDUS ON KUJUTATUD JOONISEL 18 "KATUSEKONSTRUKTSIOONIDE SÖLM 2".
3. VAJALIK ON KATUSEKONSTRUKTSIOONIDE ANKURDAMINE MÜÜRITISSE. ANKURDAMISEKS ÜHENDADA NURKRAUAGA IGA KONSTUKTSIOONIKOMPLEKTI VAHELATALA MÜÜRILATIGA. NURKRAUD KINNITADA KRUVIDEGA VAHELAETALA KÜLGE NING LÄBI MÜÜRILATI PUURIDA AUK KEERMVARDA M12 PAIGALDAMISEKS LÄBI 2-3 KIVIREA. KEERMEVARRAS KINNITADA SEIBI JA MUTRIGA. OLULINE ON KASUTADA KOMPLKTI KUULUVAID KEERMEVARRAST, SEIBI JA MUTRIT, nt HILTI TOOTEVALIKUST.

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule			Address: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Katusekandjate plaan	
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018		
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018		
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö			Leht: 15/19	Formaat: A3	Möötkava: 1:100

KATUSEKANDJATE KOOSTEJOONIS

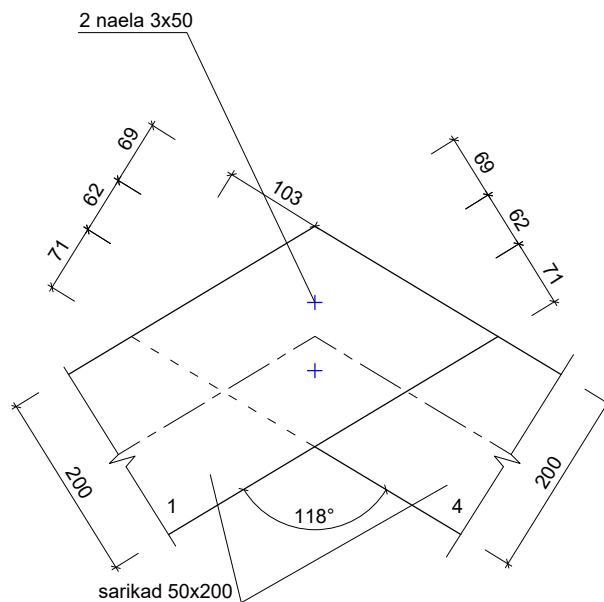


MÄRKUSED:

1. SAEPUIT C24 ELEMENDID.
2. SÕLM 1 VT JOONIS 17.
3. SÕLM 2 VT JOONIS 18.
4. SÕLM 3 VT JOONIS 19

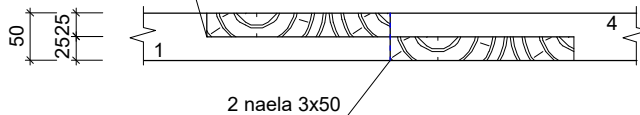
Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule				Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Katusekandjate koostejoonis		
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018			
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018			
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 16/19	Formaat: A4	Möötkava: 1:50

SÕLM 1 ELEMENTID 1 JA 4



Lõige A-A

Sarikate otstes on tapp poole
sarika paksuse sügavusel

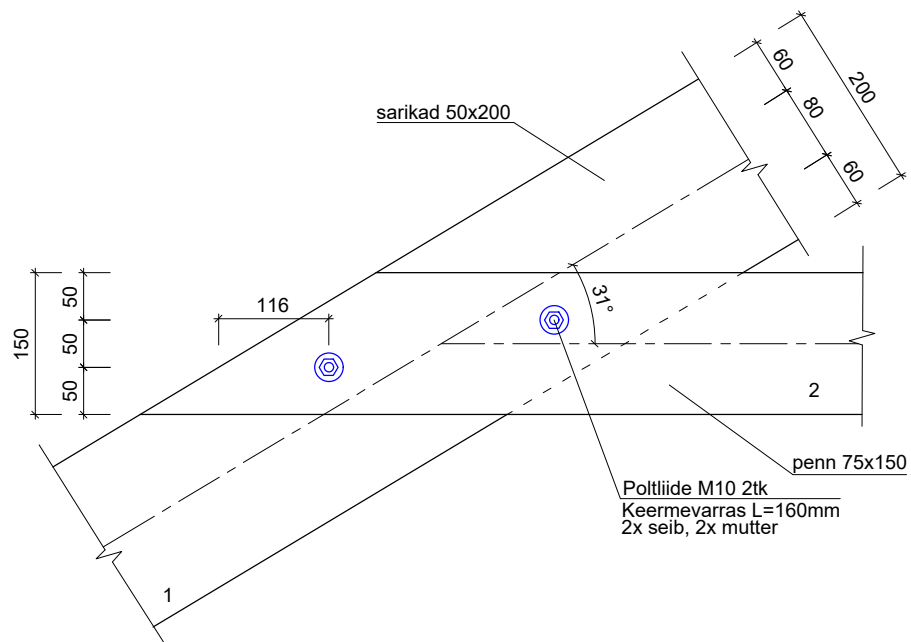


MÄRKUSED:

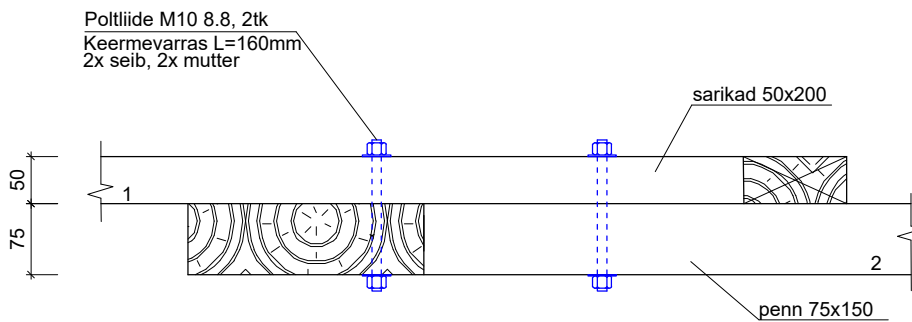
1. SÕLME ASUKOHTA VT. KATUSEKANDJATE KOOSTEJONISELT LEHELTL 16.
2. PUITELEMENDID ON SAEPUIDUST.
3. NAELTE TÕMBETUGEVUS PEAB OLEMA VÄHEMALT 600 N/mm².

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule				Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Katusekonstruktsioonide sõlm 1		
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018			
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018			
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 17/19	Formaat: A4	Mõõtkava: 1:8

SÕLM 2 ELEMENDID 1 JA 2



Lõige A-A

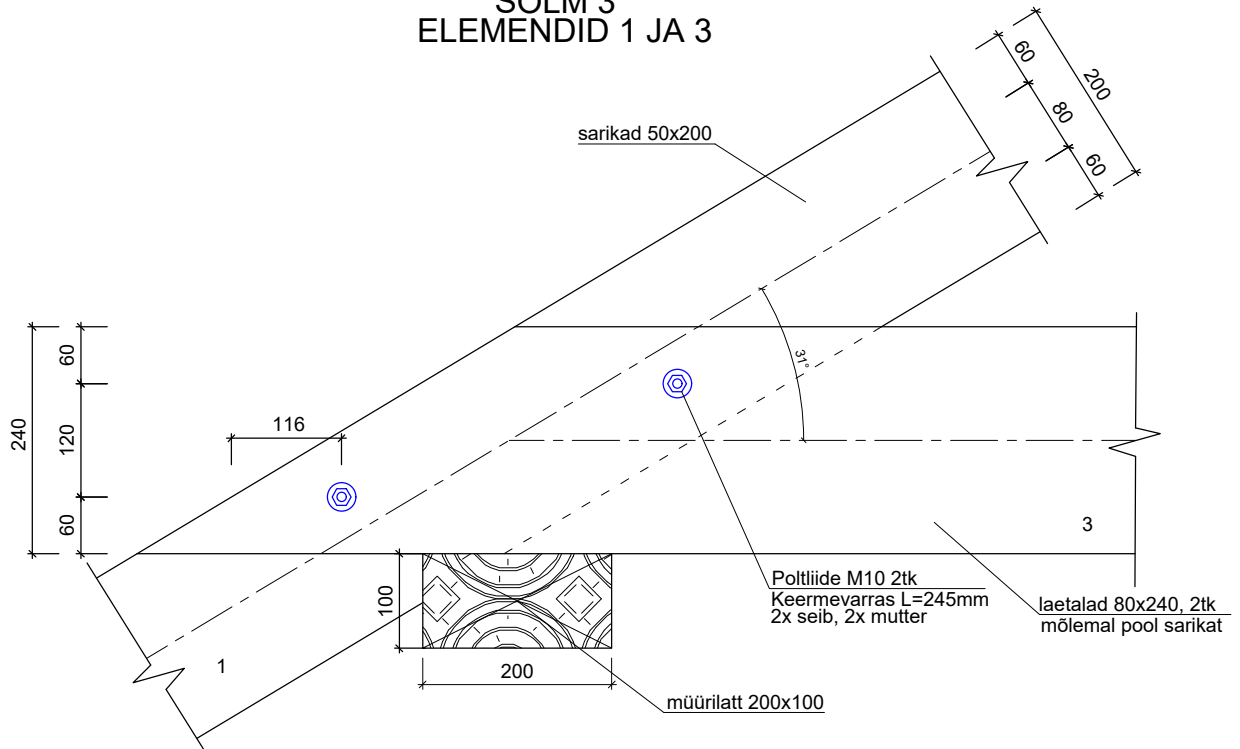


MÄRKUSED:

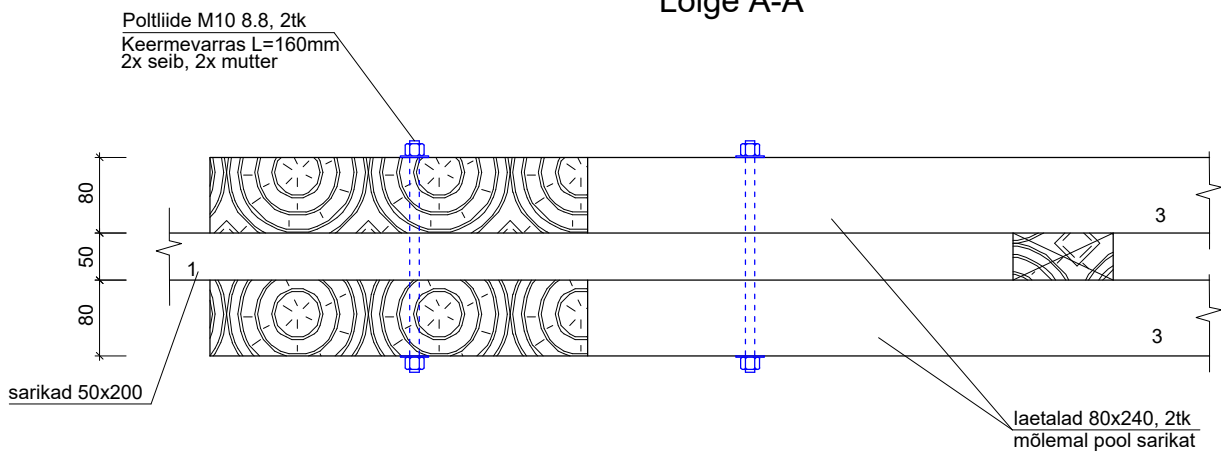
1. SÕLME ASUKOHTA VT. KATUSEKANDJATE KOOSTEJONISELT LEHLE 16.
2. PUITELEMENDID ON SAEPUIDUST C24.
3. KEERMEVARDA JA MUTRITE TUGEVUSKLASS PEAB OLEMA VÄHEMALT 8.8.

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule				Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Katusekonstruktsioonide sõlm 2		
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018			
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018			
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 18/19	Formaat: A4	Mõõtkava: 1:8

SÕLM 3 ELEMENTID 1 JA 3



Lõige A-A



MÄRKUSED:

1. SÕLME ASUKOHTA VT. KATUSEKANDJATE KOOSTEJOONISELT LEHLE 16.
2. PUITELEMENDID ON SAEPUIDUST C24.
3. KEERMEVARDA JA MUTRITE TUĞEVUSKLASS PEAB OLEMA VÄHEMALT 8.8.

Magistritöö pealkiri: Majapidamisabihoone projekteerimine Jaani kinnistule				Aadress: Vedruka küla, Paide linn, Järva maakond		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Katusekonstruktsioonide sõlm 3		
Koostas:	Mirjam Jervson		28.05.2018			
Juhendas:	Illimar Kalk		28.05.2018			
TTÜ TARTU KOLLEDŽ Magistritöö				Leht: 19/19	Formaat: A4	Mõõtkava: 1:8