



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TARTU KOLLEDŽ

SÄÄSTVA TEHNOLOOGIA ÕPPETOOL

PAJUSI KÜLAS ASUVA MAAKIVIST ERAMU
REKONSTRUEERIMISPROJEKT KÜLALISTEMAJAKS
LAIENDATUD ARHITEKTUURNE EELPROJEKT

RECONSTRUCTION OF THE NATURAL FIELDSTONE PRIVATE RESIDENCE IN
PAJUSI PARISH INTO A GUEST HOUSE
EXTENDED PRELIMINARY ARCHITECTURAL DESIGN

Magistritöö

Ehitiste restaureerimise erialal

Üliõpilane: Randel Pärna

Juhendaja: Lehar Leetsaar

Tartu, 2015

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 096086EAEI

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: (allkiri)

ABSTRACT

Pärna, R. Reconstruction of natural fieldstone private residence in Pajusi Parish into a guest house. Extended preliminary architectural design. Master`s thesis. In one volume. Tartu, 2015. 115 pages, 42 figures, 15 tables, 17 A3 drawings, 14 A4 drawings. On A4 paper, in Estonian language.

The aim of this master`s thesis is to compose an extended preliminary architectural design whereby a former residential house – located in Pajusi Parish, Jõgeva County – will be reconstructed into a guest house with the capacity to accommodate ten people. The thesis is divided into three parts. The first part is composed of the explanatory notes of the architectural preliminary design. The second part includes constructional calculations, and the third part consists of humidity calculations for the external wall based on Glaser method on the proposed condensation risk between layers. In addition, necessary technical drawings are presented at the end.

While compiling the extended preliminary architectural design, it was necessary to take into account the building owner`s requests. It was essential to develop a new room and architectural solutions, necessary to engineer a new roof construction and strengthen the first floor`s ceiling for the building. In addition, it was required to propose dormer construction in the east faced facade. As it was essential for the owner of the house to maintain the exterior natural fieldstone walls, a thermal constructive solution for the external wall had to be proposed. The architectural drawings and construction details were designed with AutoCAD Architecture 2012. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014 was used to calculate the internal forces of different structures. Constructional self-weight, regional snow loads, wind loads and live loads have been taken into account.

As a result of this master`s thesis, a construction permit can be applied and the base of documentation for the reconstruction has been created.

Keywords:

Architectural design, calculation, strength, roof, ceiling, dormer, external wall, condensation, drawing.

SISUKORD

ABSTRACT	2
SISUKORD	3
TÄHISED JA LÜHENDID	9
SISSEJUHATUS	12
1 EELPROJEKTI SELETUSKIRI	14
1.1 Üldosa	14
1.1.1 Üldandmed	14
1.1.2 Ehitise asukoht.....	14
1.1.3 Ehitise lühikirjeldus.....	14
1.2 Alusdokumendid	15
1.2.1 Lähteandmed	15
1.2.1.1 Tellija lähteülesanne.....	15
1.2.1.2 Eskiis või olemasolevad ehitusprojektid	15
1.2.1.3 Ehitusgeoloogiliste uurimustööde andmed	15
1.2.1.4 Ehitusgeodeetiliste uurimustööde andmed.....	15
1.2.1.5 Olemasoleva hoone ekspertiisi andmed	16
1.2.2 Normdokumendid.....	16
1.3 Asendiplaan	17
1.3.1 Alusdokumendid.....	17
1.3.1.1 Lähteandmed	17
1.3.2 Olemasolev olukord.....	18
1.3.2.1 Olemasolevad hooned ja rajatised.....	18
1.3.2.2 Olemasolev reljeef.....	18
1.3.2.3 Olemasolev kõrghaljastus	18
1.3.2.4 Olemasolevad tänavad, juurdepääsuteed ja kõnniteed.....	18

1.3.2.5	Kaitsealused objektid ja kinnismälestised.....	18
1.3.3	Asendiplaani lahendus	19
1.3.3.1	Hoone paigutus.....	19
1.3.3.2	Ehitusetapid.....	19
1.3.4	Vertikaalplaneering	19
1.3.4.1	Vertikaalplaneerimise lahenduse lähteandmed	19
1.3.4.2	Hoone paiknemiskõrgus	19
1.3.4.3	Sademevee käitlemine.....	19
1.3.5	Krundisisene liikluskorraldus ja parkimine.....	20
1.3.5.1	Liikluskorraldus ja parkimine krundil.....	20
1.3.6	Teed ja platsid.....	20
1.3.6.1	Juurdesõidutee.....	20
1.3.6.2	Krundisisesed teed ja platsid	20
1.3.6.3	Katendid	20
1.3.6.4	Äärekivid.....	20
1.3.7	Haljastus ja heakorrastus	21
1.3.7.1	Olemasolev, säilitatav haljastus	21
1.3.7.2	Projekteeritud haljastus	21
1.3.7.3	Piirded ja väravad.....	21
1.3.7.4	Jäätmekäitlus	21
1.3.7.5	Välisvalgustus	21
1.3.7.6	Maa-ala tehnilised andmed.....	21
1.4	Arhitektuur.....	22
1.4.1	Üldandmed	22
1.4.1.1	Olemasolev olukord	22
1.4.2	Arhitektuuri üldlahendus	22
1.4.2.1	Hoone paiknemine, planeeringu piirangud	22

1.4.2.2	Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon	23
1.4.2.3	Hoone ruumid.....	23
1.4.3	Hoone tehnilised andmed	24
1.4.4	Sisearhitektuur	24
1.4.4.1	Lähteandmed	24
1.4.4.2	Olemasolev sisearhitektuur	24
1.4.4.3	Sisearhitektuuri kontseptsioon	25
1.4.4.4	Viimistlusmaterjalid	25
1.5	Konstruksioonid.....	26
1.5.1	Üldandmed	26
1.5.1.1	Projekteerimistöö piiritus	26
1.5.2	Tehnilised põhinõuded hoone kandekonstruksioonidele.....	26
1.5.2.1	Projekteeritud kasutusiga	26
1.5.3	Maa- alused konstruksioonid.....	26
1.5.3.1	Vundament	26
1.5.3.2	Põrand pinnasel	26
1.5.4	Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruksioonid ning põhilised piirdetarindid	27
1.5.4.1	Trepid	27
1.5.4.2	Vahelaed.....	27
1.5.4.3	Katus.....	28
1.5.4.4	Pööninglagi.....	28
1.5.4.5	Välisseinad	29
1.5.4.6	Siseseinad	29
1.5.5	Avatäited.....	29
1.5.6	Terrassid ja teised hoone väliskonstruksioonid.....	30
1.5.7	Küte ja ventilatsioon.....	30

1.5.8	Veevarustus ja kanalisatsioon.....	30
1.5.9	Elekter ja nõrkvool	30
1.6	Tuleohutus	31
1.6.1	Normdokumendid.....	31
1.6.1.1	Tuleohutusklass, kasutusviis ja kasutusotstarve.....	31
1.6.1.2	Tuleohutuskujad	31
1.6.1.3	Kandekonstruksioonide tulepüsivused.....	31
1.6.1.4	Minimaalsed tuletundlikkuse klassid	31
1.6.1.5	Tuletõkkeseksioon, tulepüsivus	32
1.6.1.6	Arvestuslik inimeste arv hoones	32
1.6.1.7	Evakuatsioonialade- ja pääsude kirjeldused.....	32
1.6.1.8	Suitsuärastus.....	33
1.6.1.9	Tuleohutusabinõud hoones.....	33
1.6.1.10	Tuleohutusabinõud hoone välisperimeetris.....	33
1.6.1.11	Kommunikatsioonide läbiviigud tuletõkke konstruktsioonides.....	33
1.6.1.12	Tuletõrjepääsud	33
1.6.1.13	Viited seletuskirja teistele tuleohutust käsitlevatele osadele.....	34
1.6.1.14	Keskkonnakaitse ja heakorrastus	34
2	TUGEVUSARVUTUSED	35
2.1	Üldosa	35
2.1.1	Kasutatud normdokumendid, arvutiprogrammid ning muud abimaterjalid ..	35
2.2	Koormused.....	36
2.2.1	Lumekoormus.....	38
2.2.1.1	Lumekoormus normaalolukorras kahekaldelisele viilkatusega hoonele	38
2.2.1.2	Lumekoormus lume kuhjumisel tule müüri taha.....	40
2.2.2	Tuulekoormus.....	43
2.2.2.1	Esifassaadil asuva vintskapi lumekoormus	47

2.2.2.2	Tuulekoormus esifassaadil asuva vintskapi katusele	49
2.2.3	Omakaalukoormused	51
2.2.4	Katusekonstruktsioonid	55
2.2.4.1	Olemasolevate katusekonstruktsioonide kirjeldus	55
2.2.4.2	Projekteeritavad katusekonstruktsioonid.....	55
2.2.4.3	Kolmemõõtmeline katusekonstruktsioonide arvutusmudel	56
2.2.4.4	Projekteeritavad penniga sarikad	57
2.2.4.5	Koormuskombinatsioon	58
2.2.4.6	Epüürid	59
2.2.4.7	Sarika kandevõime survele koos paindega.....	62
2.2.4.8	Sarika nihkekandevõime	65
2.2.4.9	Vahelae ning katusesarika vahelise jäikussideme kandevõime kontroll tõmbele	66
2.2.5	Vahelaekonstruktsioonid	69
2.2.5.1	Koormuskombinatsioon	70
2.2.5.2	Epüürid	70
2.2.5.3	Vahelae kandevõime tõmbele koos paindega	72
2.2.5.4	Vahelae läbipainde kontroll	74
2.2.6	Hoone esifassaadil asuv vintskapp	79
2.2.6.1	Koormuskombinatsioon	80
2.2.6.2	Epüürid	80
2.2.6.3	Esifassaadil asuva vintskapi fermi alumise vöö kandevõime tõmbele koos paindega	84
2.2.6.4	Esifassaadil asuva vintskapi otsapostide kandevõime survele.....	86
2.3	Arvutustulemused	89
3	VÄLISSEIN DIFUSIOONIA RVUTUS.....	91
3.1	Üldosa	91
3.1.1	Välisseina kondenseerumisiski arvutus	91

3.1.2	Välisseina kondenseerumisrisi arvutuse järeltus	96
	KOKKUVÕTE	97
	KASUTATUD KIRJANDUS	99
	Lisa 1. Ruumide eksplikatsioon	101
	Lisa 2. Ehitise olulised tehnilised andmed	102
	Lisa 3. OÜ Tollipulk, geoaluse töö nr. 248-13GEO. Pajusi mõisa geodeetiline alusplaan	105
	Lisa 4. 2006. aastal teostatud mõõdistusprojekt FIE Harri	106
	Lisa 4. Pildid olemasolevast hoonest.....	108
	Lisa 5. Rekonstrueeritava hoone perspektiivvaade	110
	Lisa 6. Graafiline osa.....	111

TÄHISED JA LÜHENDID

Ladina suurtähed

A	ristlõikepindala [mm ²];
A_{ef}	ristlõike efektiivpindala [mm ²];
$E_{0,05}$	elastsusmooduli 5 % väärtus [N/mm ²];
C_e	avatustegur;
C_t	soojustegur;
E_{mean}	elastsusmooduli keskvärtus [N/mm ²];
F	koormus, jõud [N];
F_d	koormuse arvutuslik väärtus [N];
F_k	koormuse normatiivne väärtus [N];
G_k	alaliskoormuse normatiivne väärtus;
I_z, I_y	inertsimoment z- ja y- telje suhtes [mm ⁴];
M	paindemoment [N·m];
N	normaaljõud [N];
P	eelpingekoormus [N];
R_n	materjalikihi soojustakistus [m ² ·K/W];
R_T	materjalikihi soojustakistus [m ² ·K/W];
$S_{d,n}$	materjalikihi aurutakistus [m];
U	tarindi soojustakistus [W/ m ² ·K];
Q_k	muutuvkoormuse normatiivne väärtus;
V	nihkejõud, põikjõud [N];
W_z, W_y	ristlõike vastupanumoment z – või y-telje suhtes [N/mm ²];
X_d	tugevusomaduse arvutuslik väärtus [N/mm ²];
X_k	tugevusomaduse normatiivne väärtus [N/mm ²].

Ladina väiketähed

b	laius [mm];
b_w	seina laius [mm];
b_{ef}	efektiivne laius [mm];
c_{pe}	välisrõhutegur;
$f_{c,0,d}$	arvutuslik survetugevus pikikiudu [N/mm ²];
$f_{c,0,k}$	normatiivne survetugevus pikikiudu [N/mm ²];
$f_{c,90,d}$	arvutuslik survetugevus ristikiudu [N/mm ²];
$f_{c,90,k}$	normatiivne survetugevus ristikiudu [N/mm ²];
$f_{m,y(z),d}$	arvutuslik paindetugevus y- või z- telje suhtes [N/mm ²];
$f_{m,k}$	normatiivne paindetugevus [N/mm ²];
$f_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu [N/mm ²];
$f_{t,0,k}$	normatiivne tõmbetugevus pikikiudu [N/mm ²];
$f_{v,d}$	arvutuslik nihketugevus [N/mm ²];
$f_{v,k}$	normatiivne nihketugevus [N/mm ²];
g_k	kaal pindalaühiku kohta või kaal pikkusühiku kohta [N/m ² ;N/m];
h	kõrgus [mm];
$i_z; i_y$	inertsiraadius z- ja y- telje suhtes [mm];
$k_{c,y(z)}$	ebastabiilsust arvestav tegur;
k_{cr}	pragunemistegur nihkekandevõime jaoks;
k_{def}	deformatsioonitegur;
k_h	ristlõike kõrguse tegur;
k_{mod}	koormuse kestuse ja niiskuse mõju arvestav modifikatsioonitegur;
$k_z; k_y$	ebastabiilsust arvestav tegur z- või y- telje suhtes;
k_{crit}	tegur, mis võtab arvesse põikumisest põhjustatud paindetugevuse vähenemist;
l_{ef}	efektiivne pikkus [mm];
l_s	lumehange või lumega kaetud ala pikkus [m];
p	veeauru osarõhk [Pa];
p_s	küllastunud auru rõhk [Pa];
q_p	tippkiirusrõhk [kN/m ²];

s	lumekoormus katusel [kN/m ²];
s_k	normatiivne lumekoormus maapinnal [kN/m ²];
z_e	arvutuskõrgus [m];
w	tuulerõhk [kN/m ²];
w_{inst}	hetkeline läbipaine [mm];
$w_{net,fin}$	lõplik netoläbipaine [mm].

Kreeka väiketähed

α	kaldenurk [°];
β_c	sirgsuse tegur;
α	alaliskoormuse osavarutegur;
γ_M	materjali omaduse osavarutegur;
γ_Q	muutuvkoormuse osavarutegur;
θ	temperatuur [°C];
θ_a	välitemperatuur [°C];
θ_i	sisetemperatuur [°C];
$\lambda_{rel,y,(z)}$	suhteline saledus, mis vastab paindele y-või z- telje suhtes;
$\lambda_y; \lambda_z$	saledus y- või z- telje suhtes;
μ_i	lumekoormuse kujutegur;
$\sigma_{c,0,d}$	arvutuslik survepinge pikikiudu [N/mm ²];
$\sigma_{c,90,d}$	arvutuslik survepinge ristikiudu [N/mm ²];
$\sigma_{m,y(z),d}$	arvutuslik paindepinge y-või z- telje suhtes [N/mm ²];
$\sigma_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbepinge pikikiudu [N/mm ²];
τ_d	arvutuslik nihkepinge [N/mm ²];
ψ_0	muutuva koormuse kombinatsioonitegur;
μ	lumekoormuse kujutegur.

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teemaks on Jõgeva maakonnas Pajusi vallas Pajusi külas Lubja kinnistul asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks. Hoone on ehitatud 20. sajandi alguses ning on ristkülikukujulise põhiplaaniga. Hoonet ilmestavad massiivsed maakiviseinad ning vintskapid. Diplomitöö on valitud põhjusel, kuna tellija soov on antud hoonest ehitada külalistemaja, püüdes säilitada võimalikult palju hoone algupärast välimust, kuid samas ka arhitektuuriliste täiendustega moodustada kõrvalkinnistul asuva Pajusi mõisa aidaga ühtne ansambel. Diplomitöö autoril on huvi teema vastu ning hoonele püstitatud nõudmised omaniku poolt tundusid väljakutsuvad.

Magistritöö eesmärkidest lähtuvalt püstitati ning piiritleti järgmised ülesanded:

- Rekonstrueeritava hoone ülemõõdistamine põhjusel, kuna 2006. aastal FIE Harri Sakjase poolt teostatud ehitise mõõdistusprojekt osutus autoripoolsel kontrollil ebatäpseks.
- Arhitektuurilise lahenduse väljatöötamine, arvestades tellija soove ning olemasolevat olukorda.
- Ruumilahenduste väljatöötamine. Nii esimese kui ka teise korruse toimiva ruumi-programmi lahenduste leidmine, arvestades tellija soove majutada 10 inimest.
- Arhitektuursete jooniste koostamine arhitektuurse eelprojekti mahus.
- Arhitektuurse eelprojekti seletuskirja koostamine.
- Lisasoojustust pakkuvate lahenduste väljatöötamine, arvestades olemasolevaid konstruktsioone ja olukorda.
- Difusiooniarvutus, et kontrollida kondenseerumise ohtu välisseinas ning korrektse lahenduse väljapakumine, selle vältimiseks.
- Hoone asukohale ja parameetritele vastavate lume- ja tuulekoormuste leidmine.
- Teisel korrusel olevate eluruumide piisava kõrguse tagamine, langetades vahelaetasid alla poole.
- Vahelae- ja katusekonstruktsioonide kriitiliste elementide tugevusarvutuste teostamine, arvestades alalis. e püsikoormusi ja muutuvkoormusi ning omaniku soovidega säilitada olemasolevaid konstruktsioone.
- Hoone esifassaadil asetsevale vintskapile mõjuva lume- ja tuulekoormuse leidmine.

- Hoone esifassaadil asetseva vintskapi konstruktiivse lahenduse väljapakkumine, kriitilise lõike tugevusarvutuste teostamine, arvestades alalisi ning muutuvkoormusi.

Töö on jaotatud kolmeks osaks. Esimese osa moodustab arhitektuurse eelprojekti seletuskiri. Kujutatakse asendiplaanilist lahendust, arhitektuurset kontseptsiooni nii sise kui ka välisarhitektuuris, kus kirjeldatakse ka viimistlusmaterjale. Konstruktiivne osa käsitleb piirdetarindeid, valikut ehitusmaterjalidele ning eraldi käsitletakse ka tuleohutust.

Töö teine osa käsitleb peamisi katusekonstruktsioonide, vahelaekonstruktsioonide ning esifassaadil asuva vintskapi kriitiliste elementide tugevusarvutusi ning kõige kriitilisema sildeavaga ja suurima koormusega vahelaetala kandevõimet ja deformatsiooni. Arvestatakse erinevate koormuskombinatsioonidega kande- ja kasutuspiir seisundis.

Töö kolmas osa käsitleb välisseina difusiooni arvutust ning töö koostaja pakub omapoolse lahenduse, et vältida kondensvee teket maakiviseina ning sisemise seinakonstruktsiooni vahel.

Töö lisas on esitatud ruumide eksplikatsioon, olulised tehnilised andmed, algne geodeetiline alusplaan, esialgsed pildid hoone olemasolevast olukorrast, 2006. aastal teostatud mõõdis- tusprojekti põhiplaani, katusekorruse plaani ning lõiget. Samuti on lisas esitatud kolmemõõtmeline perspektiivvaade projekteeritavast hoonest ning projekti graafiline osa.

1 EELPROJEKTI SELETUSKIRI

1.1 Üldosa

Käesoleva arhitektuurse eelprojekti seletuskirja koostamise aluseks on võetud EVS 865-1:2013 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri“. [1]

1.1.1 Üldandmed

1.1.2 Ehitise asukoht

- Jõgeva maakond
- Pajusi vald
- Pajusi küla
- Lubja kinnistu
- Katastritunnus: 57301:002:0203

1.1.3 Ehitise lühikirjeldus

Käesoleva tööga on koostatud Jõgeva maakonnas Pajusi vallas Pajusi külas Lubja kinnistul asuva 20.s alguses ehitatud maakivihoone rekonstrueerimisprojekt arhitektuurse eelprojekti staadiumis. Töös on eelkõige arvesse võetud tellija soove, olemasolevat olukorda, õigusakte ning ametlikult kehtestatud nõudeid. Projekteeritava hoone elueaks on vähemalt 50 aastat. Hoone rekonstrueerimisprojekti käigus säilitatakse olemasolev maakivivundament ja seinad, mida kasutatakse kandevkonstruktsioonina ning olemasolevad katusesarikad koos pennidega. Ülejäänud hoone maapealne osa rajatakse uus.

1.2 Alusdokumendid

1.2.1 Lähteandmed

1.2.1.1 Tellija lähteülesanne

Hoone rekonstrueerimisel lähtutakse tellija poolt esitatud lähteülesannetest. Tellija soov on rajada olemasolevast maakivihoonest külalistemaja. Säilitada tuleks võimalikult palju olemasolevaid arhitektuurseid elemente, eksponeerida kauneid maakivist välisseinu koos avade kaunistustega, lisada hoonele arhitektuurseid elemente, et sellest jookseks läbi hoone kõrvalasuva klassitsistlikku stiiliga Pajusi mõisa aidaga sarnaseid arhitektuurseid jooni. Seega rajatakse esifassaadile sammastel eeskoda ning massiivne vintskapp. Vintskapp ning kaks katuseuuki asuvad ka hoone katuse tagaküljel. Samuti tagavad need piisava päevavalguse teisele korrusele, kuhu on soov luua külaliste jaoks magamistoad. Ruumide planeerimisel tuleks arvestada kümne inimese majutusvõimalusega.

1.2.1.2 Eskiis või olemasolevad ehitusprojektid

2006. aastal on FIE Harri Sakjase poolt teostatud hoone mõõdistusprojekt. Lähema uurimise käigus aga selgus, et koostatud mõõdistusprojekt on ebatäpne. Seega käesoleva projekti aluseks võetakse töö autori poolt koostatud hoone ülesmõõdistused. Eelpool mainitud mõõdistusprojekti säilinud joonised on esitatud töö lisa 4.

1.2.1.3 Ehitusgeoloogiliste uurimustööde andmed

Hoonele pole teostatud ehitusgeoloogilisi uurimustöid.

1.2.1.4 Ehitusgeodeetiliste uurimustööde andmed

OÜ Tollipulk, geaaluse töö nr. 248-13GEO. Pajusi mõisa geodeetiline alusplaan (vt. Lisa 3).

1.2.1.5 Olemasoleva hoone ekspertiisi andmed

Hoonele pole teostatud ekspertiisi.

1.2.2 Normdokumendid

Seadused

- Ehitusseadus [2]

Määrused

- Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr. 67/17.09.2010 „Nõuded ehitusprojektile“ [3]
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 38/26.01.1999 „Eluruumidele esitatavate nõuete kinnitamine“ [4]
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 41/18.02.1997 „Nõuded ehitusloa taotlemisel esitatavale projektile“ [5]
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 315/27.10.2014 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ [6]
- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 68/30.08.2012 „Energiatõhususe miinimumnõuded“ [7]
- Majandus ja taristuministri määrus nr 84/01.10.14 „Ehitise tehniliste andmete loetelu ja pindade arvestamise alused“ [8]

Standardid

- EVS 865-1:2013 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri“ [1]
- EVS 811:2012 „Hoone ehitusprojekt“ [9]
- EVS-EN 1990:2002+NA:2002 „Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused“ [10]
- EVS-EN 1991-1-3:2006 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus“ [11]

- EVS-EN 1991-1-4:2007 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus“ [12]
- EVS-EN-1-1:2002+NA:2002 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused“ [13]
- EVS 811-7:2008 „Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatava põhinõude, tuleohutusunõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus“ [14]
- 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“ [15]
- EVS-EN ISO 10456:2008 „Ehitusmaterjalid ja tooted. Soojus ja niiskustehnilised omadused. Tabuleeritud arvutusväärtused ja deklareeritavate ning arvutusväärtuste määramise meetodid“ [16]
- EVS-EN 338:2009 „Ehituspuit. Tugevusklassid“ [17]
- EVS-EN 14080:2013 „Puitkonstruktsioonid. Lamell-liimpuit ja plankliimpuit. Nõuded“ [18]

Projekteerimismid

- ET-1 0106- 0175 „Ruumidele ja nende osade mõõtmetele esitatavad üldnõuded“ EPN 14. 1 [19]
- ET-2 0404- 0764 „Välisseina difusiooni arvutus“ [20]

1.3 Asendiplaan

1.3.1 Alusdokumendid

1.3.1.1 Lähteandmed

Asendiplaani koostamisel on kasutatud 10.05.2013 aastal teostatud OÜ Tollipulk, geoluse tööd nr. 248-13GEO- Pajusi Mõisa geodeetiline asendiplaan (vt. lisa 3)

1.3.2 Olemasolev olukord

1.3.2.1 Olemasolevad hooned ja rajatised

Rekonstrueeritav hoone asub Lubja kinnistu idapoolsel küljel. Hoone lõunapoolsel küljel paikneb klassitsistlikus stiilis 19. sajandil ehitatud Pajusi mõisa ait. Hoone põhjapoolsel küljel asuvad tundmatu hoone varemed.

1.3.2.2 Olemasolev reljeef

Kinnistu üldine langus kulgeb lõuna-põhja suunaliselt. Absoluutkõrgused hoone ümber jäävad vahemikku 64,19-66,07 m.

1.3.2.3 Olemasolev kõrghaljastus

Krunt on kaetud murukattega. Krundi ida- ja läänepoolses küljes asuvad üksikud lehtpuud.

1.3.2.4 Olemasolevad tänavad, juurdepääsuteed ja kõnniteed

Hoone idaküljel asub Põltsamaa- Pajusi- Luige tee, kust on ligipääs krundile. Krundisisesed teed puuduvad.

1.3.2.5 Kaitsealused objektid ja kinnismälestised

Hoone lõunapoolsel küljel asub muinsuskaitsealune Pajusi mõisa ait.

1.3.3 Asendiplaani lahendus

1.3.3.1 Hoone paigutus

Hoone paigutust ei muudeta. Juurde ehitatakse massiivne vintskapp hoone esiküljele ning väiksem hoone tagaküljele. Samuti rajatakse hoone tagaküljele kaks katuseuuki. Lisaks rajatakse rekonstrueeritava hoone ning Pajusi mõisa aida vahele mittepõlevast materjalist tulemüür, kõrgusega 60 cm üle Pajusi mõisa aida katuse.

1.3.3.2 Ehitusetapid

Tellija soovide kohaselt viiakse rekonstrueerimistööd läbi ühes etapis.

1.3.4 Vertikaalplaneering

1.3.4.1 Vertikaalplaneerimise lahenduse lähteandmed

Hoone vertikaalplaneerimine teostatakse välisgabariidi ümber selliselt, et sadevesi voolaks soklist eemale.

1.3.4.2 Hoone paiknemiskõrgus

Rekonstrueeritava hoone paiknemiskõrgust ei muudeta. Hoone nullkõrguseks $\pm 0,00$ on esimese korruse viimistlemata põranda pind.

1.3.4.3 Sademevee käitlemine

Sadevesi kogutakse katuselt vihmaveerennide ja torudega ning suunatakse maapinnakalletega hoonest eemale haljasalale, kus see immutatakse pinnasesse.

1.3.5 Krundisisene liikluskorraldus ja parkimine

1.3.5.1 Liikluskorraldus ja parkimine krundil

Kuna rekonstrueeritava hoone kinnistu omanikule kuuluvad enamik lähiümbruses olevaid kinnistuid, siis on parkla rajatud Lubja (katastritunnus: 57301:002:0203) ning Krissi (katastritunnus: 57801:002:0217) kinnistust lõuna pool paiknevale Risti kinnistule (katastritunnus: 57301:002:1280), kus asub hetkel tühi kruuskattega plats. Parklasse saab Põltsamaa- Pajusi- Luige teed (katastritunnus: 14170) mööda.

1.3.6 Teed ja platsid

1.3.6.1 Juurdesõidutee

Olemasolevat kinnistut piirneb Põltsamaa- Pajusi- Luige maantee (katastritunnus 14170).

1.3.6.2 Krundisisesed teed ja platsid

Risti kinnistul rajatavasse parklasse pääseb Põltsamaa- Pajusi- Luige teed pidi ning sissesõidutee ja parkla on kaetud kruuskattega. Rekonstrueeritava objekti hoovi ning maja tagaküljeni viiv kõnnitee kaetakse betoonist tänavasillutiskividega.

1.3.6.3 Katendid

Esmalt kooritakse vana pinnas, seejärel paigaldatakse geodekstiil kihtide eralduseks. Aluskihiks on tihendatud killustikalus, mille peale paigaldatakse liivast sängituskiht ning seejärel paigaldatakse betoontänavakivid. Sõidutee, platsid ning parkla kaetakse kruuskattega.

1.3.6.4 Äärekivid

Krundisisesed kõnniteed ääristatakse äärekividega.

1.3.7 Haljastus ja heakorrastus

1.3.7.1 Olemasolev, säilitatav haljastus

Krundi olemasolev haljastus säilitatakse.

1.3.7.2 Projekteeritud haljastus

Hoone ehitustööde käigus kannatada saanud haljastus taastatakse. Hoone idapoolsele ja põhjapoolsele küljele planeeritakse üksikud lehtpuud.

1.3.7.3 Piirded ja väravad

Piirdeid ja väravaid ei ole kinnistule plaanis rajada.

1.3.7.4 Jäätmekäitlus

Prügikonteiner paigaldatakse parkla ja sissesõidutee vahelisele nurgale.

1.3.7.5 Välisvalgustus

Rekonstrueeritava hoone esi- ja tagaküljele paigaldatakse kaks välisvalgustit.

1.3.7.6 Maa-ala tehnilised andmed

- Krundi pindala: 10584 m²
- Sihtotstarve: elamumaa 100%
- Ehitusalune pindala (rekonstrueeritav hoone): 157 m²
- Täisehituseprotsent: 1,83%

- Parkimiskohtade arv: 10
- Krundisise teede ja platside pindala: 113 m²
- Hoone tuleohutusklass: TP-3

1.4 Arhitektuur

1.4.1 Üldandmed

Rekonstrueeritav hoone on viilkatusega, kahekorruseline ristkülikukujulise põhiplaaniga maakiviseintega vana elumaja. Algse hoone ilme määras esifassaadil asuv kinnine eeskoda, kahe aknaga vintskapp esiküljes ja peegelpildis asuv vintskapp tagaküljes koos katusest eenduva vertikaalse iseseisva katuseuugiga. Hoonel on nii idapoolsel kui ka läänepoolsel küljel kolm ning põhjapoolsel küljel kaks 6- ruuduga akent.

1.4.1.1 Olemasolev olukord

Hoonel on maakivist vundament, mille täpne sügavus selgub täiendavate ehitusuuringute käigus. Kandekonstruksioonideks on massiivsed maakivist välisseinad. Ka hoone siseseinad on maakivist. Rekonstrueeritava hoone vahelagi koosneb puidust vahelaetadest. Teise korruse põhjapoolse külje sein on samuti laotud maakividest, lõunapoolseks seinaks on aga naaberkrundil asuv Pajusi mõisa ait. Hoonet katavad pennidega ühendatud sarikad, moodustades 44° viilkatuse. Katusekatteks on eterniit. Hoone keskosas on nii ida kui ka läänepoolsele küljele ehitatud välja vintskapid. Hoone esiküljel asub ka kinnine eeskoda. Hoone oli kuni 2005. aastani kasutuses elamuna ning hetkel on kasutuseta.

1.4.2 Arhitektuuri üldlahendus

1.4.2.1 Hoone paiknemine, planeeringu piirangud

Rekonstrueeritav hoone asub Lubja kinnistu idapoolses servas. Hoone paiknemist ei muudeta. Hoone esifassaadil asuv eeskoda lammutatakse ning selle asemele ehitatakse uus, lahtine

eeskoda. Hoone katusekuju muutub vanade vintskappide lammutamise ning uute projekteerimisega. Samuti muutub hoone katuse välisgabariit lisasoojustuse paigaldamisega. Seega tõuseb katuse harja kõrgus 40cm võrra.

1.4.2.2 Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon

Rekonstrueeritav hoone on ristkülikukujulise põhiplaaniga, mille kandetarinditeks on massiivsed maakiviseinad. Hoone puhul säilitatakse võimalikult palju olemasolevaid arhitekturseid elemente. Omaniku soovil soojustatakse välisseinad seestpoolt, eksponeerides väljastpoolt maakiviseinu. Seestpoolt soojustamine pole kindlasti parim lahendus, kuna veeaur tungib soojemalt kehalt külmema poole ning võib tekkida niiskus seinas ning lisasoojustuse vahele. See on ka soodne keskkond hallituse tekkeks. Samas aga on võimalik korrektselt lisasoojustust pakkuva lahendusega neid probleeme vältida (vt. jaotis 3). Hoone esimesel korrusel paiknevad küllastajate magamistoad, söögitoad, sahvri ja tualettruumid. Hoone algupärased kuue ruuduga aknad ning olemasolevad uksed asendatakse originaalide järgi valmistatud uute akende ning ustega. Hoone teine korrus ehitatakse välja magamistubadeks külaliste jaoks, samuti paiknevad seal ka tualettruumid ning abiruum. Rekonstrueeritava hoonel säilitatakse olemasolevad katusesarikad, mis puhastatakse ning eksponeeritakse. Kuna aga olemasolevate sarikate kandevõime ei ole piisav, siis ehitatakse uus katusekarkass olemasolevale peale, millest saab katuse kandev osa. Kuna kõrvaloleval Krissi krundil asub 19. sajandil ehitatud Pajusi mõisa ait, siis on eesmärk luua Lubja kinnistul oleva külalistemaja puhul sarnasusi eelmainituga, et tekiks ühtse ansambli tunnetus. Hoonel lammutatakse olemasolevad vintskapid ning idapoolsele küljele rajatakse katusele suurte mõõtmetega, kõrvaloleval kinnistul asuva Pajusi mõisa aida kolmnurkviilu meenutav vintskapp. Tagaküljele ehitatakse väiksemate mõõtmetega vintskapp, mis jälgendab seal paiknenud algupärast lahendust. Samuti rajatakse ka kaks katuseuuki hoone tagaküljele, et tagada teise korruse koridoris piisav päevavalgus. Hoone esifassaadile rajatakse lahtine sammastele toetuv eeskoda, mis jälgendab Pajusi mõisa aida kaarsillusega varjualust.

1.4.2.3 Hoone ruumid

Hoone idapoolsest peaksest sisenedes avanevad kaks omavahel ühendatud söögituba. Nii lõuna kui ka ida pool asuvad esimesel korrusel külaliste jaoks magamistoad, kus paiknevad

ka personaalsed vannitoad. Sisenedes aga hoone läänepoolsest küljest, jõuab ühel juhul esikusse, kust pääseb sahvrisse ning teisele korrusele. Sisenedes aga teisest, läänepoolsest uksest, pääseb samuti esikusse, kust on võimalik liikuda üles teisele korrusele või söögituppa. Teisele korrusele minnes avaneb koridor ning koridorides paikuvad ukse viivad magamistubadesse. Samuti on töötajatele tekitatud abiruum, kus hoitakse voodiriideid ning koristus- ja pesuvahendeid.

1.4.3 Hoone tehnilised andmed

- Hoone otstarve: 10 majutuskohaga külalistemaja
- Gabariitmõõtmed: 18,8x8,3x8,1 m
- Hoonealune pind: 157 m²
- Korruselisus: 2K (esimene korrus + teine korrus)
- Suletud netopindala: 180,8 m²
- Kasulik pindala: 180,8 m²
- Köetav pindala: 144,4 m²
- Hoone maht: 1010 m³

1.4.4 Sisearhitektuur

1.4.4.1 Lähteandmed

Lähteandmeteks on tellija poolt esitatavad soovid ja nõudmised sisearhitektuurile.

1.4.4.2 Olemasolev sisearhitektuur

Rekonstrueeritava hoone siseseinad on maakivist. Põrand on kaetud puitlaudisega. Hoone keskosas paikneb kaarsill, mis ühendab omavahel kahte kõrvuti olevat ruumi. Samuti paikneb hoone esimesel korrusel ahi. Teise korruse põrand on kaetud laudisega ja korruseid läbivad kaks korstent. Algseid katusesarikaid ning penne eksponeeritakse.

1.4.4.3 Sisearhitektuuri kontseptsioon

Tellija soov on säilitada ning eksponeerida olemasolevaid katusekonstruktsioone. Need puhastatakse ja õlitatakse. Põrandapindade katteks kasutatakse puitparketti. Tualettruumide puhul kasutatakse tellija soovil arhailisi keraamilisi plaate. Siseseinad pahteldatakse ja värvitakse. Vahelagi kaetakse laelaudisega

1.4.4.4 Viimistlusmaterjalid

Põrandad

Põrandakatteks kasutatakse tammeparketti. WC-s ning pesemisruumides paigaldatakse arhailised keraamilised plaadid mõõtudega 100x100 mm diagonaalselt 45° nurga all. Tehnoruumis kasutatakse põrandakatteks betoonpinda, mis kaetakse pinnatugevdajaga, muutes põranda tolmuvabaks.

Seinad

Eluruumide seinapinnad kaetaks tellija soovil kipsplaatidega, mis pahteldatakse ning värvitakse. WC ning pesuruumide seinad kaetakse arhailiste keraamiliste seinaplaatidega, mõõtudega 200x200 mm.

Lagi

Esimese korruse lagi kaetakse laelaudisega. Teise korruse puhul on algsed olemasolevad katusesarikad nähtavad, vahed viimistletakse laudkattega. Teise korruse lagi kaetakse samuti laelaudisega. Niiskete ruumide lagedesse paigaldatakse ripplagi, kuhu monteeritakse ka punktvalgustid.

Sisetrepid

Hoonesse paigaldatakse esimese ja teise korruse vahele kaks treppi. Trepid ning nende käsipuud ehitatakse puidust ning viimistletakse linaõli baasil valmistatud põrandaõliga.

1.5 Konstruksioonid

1.5.1 Üldandmed

Rekonstrueerimisprojekti konstruksioonid on projekteeritud Eesti Vabariigi projekteerimisnormide ning seaduste alusel. Normdokumendid on toodud jaotises 1.2.2.

1.5.1.1 Projekteerimistöo piiritus

Hoone ehitusprojekt on koostatud arhitektuurse eelprojekti staadiumis.

1.5.2 Tehnilised põhinõuded hoone kandekonstruksioonidele

1.5.2.1 Projekteeritud kasutusiga

Hoone kasutusiga on 50 aastat.

1.5.3 Maa- alused konstruksioonid

1.5.3.1 Vundament

Hoone on ehitatud maakivivundamendile. Olemasolevad vundamendid säilitatakse. Vundamenti praod krohvitakse tasaseks. Samuti paigaldatakse soojustuseks 100 mm EPS 200. Hoone keskelt läbi jooksvate kandvate siseseinte alla rajatakse 300x185 mm FIBO 5 kergblokest vundament ning 200 mm paksune taldmik.

1.5.3.2 Põrand pinnasel

Aluspinnasele laotatakse tihendatud drenkiht 300 mm, milleks sobib hästi liiv. Dreenkihi peale paigaldatakse 200 mm soojustust EPS 200. Soojustuse peale paigaldatakse ehituskile, et takistada vee auramist/kadumist betoonist. Samuti paigaldatakse armeeritud võrk ning põ-

randaküttetorud, millele valatakse 80 mm betooni, tugevusklassiga C25/30. Järgnevalt paigaldatakse parketi alusvaip ning parkett. Niisketes ruumides antakse tasandusseguga põrandapinnale vajalikud kalded, kaetakse hüdroisolatsiooniga (võõbatav hüdroisolatsioonimastiks) ning viimistletakse keraamiliste plaatidega.

1.5.4 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid ning põhilised piirdetarindid

Hoone maakiviseinad säilitatakse, seinapaksused varieeruvad 500 - 1000 mm vahel. Esimesele korrusele paigaldatakse 50x150 mm puidust ning 65x120x250 mm tellisest kandvad siseseinad. Samuti projekteeritakse hoonesse 95 mm teraskarkassil mittekandvad siseseinad. Teisele korrusele projekteeritakse vintskappide seinad puitkarkassil 50x150 mm ning vaheseinad teraskarkassil 95 mm. Horisontaalseteks kandekonstruktsioonideks on olemasolevad ning projekteeritavad 200x200 mm puidust vahelaetalad. Vintskappide sarikad on 50x200 mm prussidest ning katuseuugi sarikad vastavalt 50x150 mm puitmaterjalist. Hoone katusekandjateks on 50x200 mm ning 50x150 mm puitmaterjalist penniga sarikad. Hoone esifassaadil oleva sammastele toetuv lahtise eeskoja sarikad on projekteeritud 50x150 mm saematerjalist.

1.5.4.1 Trepid

Hoone ida ning lääneküljes olevate sissepääsude ette ehitatakse betoontrepid, mis kaetakse krohviga. Trepid on kaheastmelised, astme kõrgus $a = 140\text{mm}$, astme laius $b = 310\text{mm}$. Hoonesse paigaldatakse esimese ja teise korruse vahele kaks sisetreppi. Astme kõrgus $a = 180\text{mm}$, astme laius $b = 270\text{mm}$. Soovitav suhe $a + b = 450 \rightarrow 180 + 270 = 450\text{ mm}$. Mõlemad trepid on analoogsed ning neil on 18 astet.

1.5.4.2 Vahelaed

Rekonstrueeritava hoone põhimahus kasutatakse olemasolevaid 200x200 mm puidust vahelaetalasid ning lisaks sama ristlõikega projekteeritavaid vahelaetalasid. Alt kaetakse talad

laudisega. Talade vahele paigaldatakse pehme 150 mm paksune mineraalvillaplaat Isover KL 33, millel on ka head heliisolatsiooni omadused. Vahelaetalade peale paigaldatakse punnsoonega puitkiudplaat OSB3 32 mm, mille peale omakorda parketi alusvaip ning puitparkett. Niisketes ruumides paigaldatakse ülespöördega seintele hüdroisolatsioonikiht, mille peale valatakse 60 mm paksune sarrusbetoonikiht ning paigaldatakse keraamilised plaadid.

1.5.4.3 Katus

Rekonstrueeritava hoone idaküljel olevale lahtisele sammastele toetuvale eeskojale on projekteeritud 50x150 mm ristlõikega sarikad sammuga 600 mm, mille peale paigaldatakse aluskate, distantssliist 22x50 mm sammuga 600 mm ning roovitus 22x100 mm sammuga 300 mm. Katusekatteks on peitkinnitusega profiilplekk KLASSIK 38 mm. Vintskappide katusekonstruktsioonideks on katusesarikad 50x200 mm. Katusekatteks on peitkinnitusega profiilplekk KLASSIK 38 mm. Katusekonstruktsioonide puhul jäetakse alles olemasolevad 150x150 mm 1,5 meetrise sammuga sarikad ning pennid, kuid kuna sellisel puhul ei oleks kandevõime tagatud, ehitatakse eelmainitud sarikate peale uued, 50x200 mm katusesarikad 600 mm sammuga, mille vahele paigaldatakse 200 mm soojustus ISOVER KL33 (vt. lisa 6, joonise nr 11,12,16). Sarikaid ühendavad ka pennid ning eelmainitud lahendus saab tegelikult kandvaks katusekonstruktsiooniks. Olemasolevate ning uute sarikate vahele rajatakse 28 mm paksune laudkate, jättes olemasolevad sarikad eksponeeritavaks. Uute sarikate peale paigaldatakse ehituspaber, seejärel lisaröövitus 50x50 mm, mille vahele soojustus 50 mm ISOVER KL 33. Lisaröövitus peale paigaldatakse tuuletõkkeplaadina 13 mm paksune ISOVER VKL 13. Tuuletõkkeplaadi peale paigaldatakse distantsspruss 50x50 mm sammuga 600 mm, seejärel aluskate, mille peale distantssliist 22x50 mm, sammuga 600 mm ning roovitus 22x100 mm sammuga 300 mm. Katusekatteks on peitkinnitusega profiilplekk KLASSIK, 38 mm.

1.5.4.4 Pööninglagi

Hoone teise korruse pööninglae kandetaladeks on 50x150 mm ristlõikega pennid. Siseviimistluseks kasutatakse laelaudist, mille vahele jääb veel aurutõke. Soojustuseks kasutatakse puistevilla ISOVER InsulSAFE 350 mm. Soojustuse peale paigaldatakse tuuletõkkepaber. Analoogne lahendus on ka esifassaadil ning tagafassaadil olevatel vintskapi lagedel.

1.5.4.5 Välisseinad

Rekonstrueeritava hoone välisseinteks on olemasolevad massiivsed maakiviseinad, mis soojustatakse seestpoolt. Sissepoole ehitatakse 50x150 mm prussist puitkarkass sammuga 600 mm, mille vahel on 200 mm ISOVER KL 33. Karkassi peale paigaldatakse tuuletõke ISOVER RKL 31 FACADE paksusega 30 mm. Karkassi ja maakivi vahele jääb õhuvahe 30 mm. 50x150 mm karkassist sissepoole jääb horisontaalne roovitus 50x50 mm, sammuga 600 mm, mille vahel on 50 mm soojustus ISOVER KL 33. Soojustuse peale tuleb paigaldada Isover vario Duplex aurutõke [või analoog] ning 12 mm paksune OSB 3 puitlaastplaat. OSB 3 plaadi peale paigaldatakse kipsplaadid, mis pahteldatakse ning värvitakse.

1.5.4.6 Siseseinad

Esimesel korruse säilitatakse enamik olemasolevaid maakivist siseseinu. Läbi hoone rajatakse Fibo kergplokkidele toetuvad 50x150 mm puitkarkassist kandvad siseseinad. Lisaks ehitatakse juurde veel 95 mm metallkarkassist mittekandvad vaheseinad, mille vahele paigaldatakse heliisolatsiooniks 70 mm Isover KL 37. Viimistluseks kaetakse kahelt poolt karkass puitlaastplaatidega OSB 3 ning kipsplaatidega, mis pahteldatakse ning värvitakse. Samuti konstrueeritakse kolm tellisseina. Teisele korrusele ehitatakse 95 mm paksusest metallkarkassist vaheseinad. Karkassi vahele paigaldatakse heliisolatsiooniks 70 mm Isover KL 37. Karkass kaetakse puitlaastplaatidega OSB 3 ning kipsplaatidega, mis pahteldatakse ja värvitakse. Niiskete ruumide seinad kaetakse kipsplaatidega, niiskustõkkega ning keraamiliste seinaplaatidega.

1.5.5 Avatäited

Rekonstrueeritava hoone aknad ja uksed ehitatakse uued algupäraste järgi. Hoonel asub idaküljes neli, põhja ning lääneküljes kaks kuue ruuduga akent. Lisaks asub lääneküljes ka üks väiksem kolme ruuduga aken. Lääneküljes asub kaks puidust välisust, mis samuti ehitatakse analoogselt algupärastele. Hoone idaküljele rajatakse uus sissepääs, kus kasutatakse täispuitust. Vintskappide jaoks kasutatakse nii ida kui lääneküljes kuue ruuduga, kahekordse klaasiga ning puidust raamidega pakettaknad.

1.5.6 Terrassid ja teised hoone väliskonstruktsioonid

Hoone idaküljele rajatakse sammastele toetuv viilkatusega lahtine eeskoda.

1.5.7 Kütte ja ventilatsioon

Hoonel kasutatakse maaküttesüsteemi. Maaküttekollektorid paigaldatakse hoone taga- aeda. Soojuspump paigaldatakse hoone lõunapoolsel krundil asuvale poolmaa-alusesse keldrisse. Soojusvahetus toimub esimesel korrusel läbi põranda, teisel korrusel radiaatoritega. Esimesel korrusel asub ka restaureeritud ahi, mida kasutatakse lisakütteks. Rekonstrueeritavale hoonele paigaldatakse soojustagastusega sundventilatsioon. Sundventilatsioon projekteeritakse ka tualettidesse- ja vannitubadesse. Kütte ja ventilatsiooni osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.5.8 Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoone veevarustus on tagatud krundil asuva puurkaevuga. Kanalisatsioon on lahendatud kogumismahuti baasil. Kogumismahuti rajatakse krundi põhjaosasse. Veevarustuse ja kanalisatsiooni osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.5.9 Elekter ja nõrkvool

Rekonstrueeritaval hoonel on olemas liitumine elektrivõrguga. Liitumispunkt asub hoone idaküljes. Elektri osa lahendatakse eraldi projektiga.

1.6 Tuleohutus

1.6.1 Normdokumendid

Määrused

- Vabariigi Valitsuse määrus nr. 315/27.10.2014 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ [6]

Standardid

- EVS 811-7:2008 „Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus“ [14]

1.6.1.1 Tuleohutusklass, kasutusviis ja kasutusotstarve.

Projekteeritav külalistemaja kuulub tuleohutusklassi TP-3 ning vastab II. kasutusviisile.

1.6.1.2 Tuleohutuskujad

Hoone lõunaküljel, Krissi kinnistul asuvat Pajusi mõisa aita ning rekonstrueeritavat hoonet eraldab mittepõlevast materjalist maakivist tulemüür paksusega 500 mm. Tulemüüri kõrgus on 60 cm harjapinnast.

1.6.1.3 Kandekonstruktsioonide tulepüsivused

Ehitise kandekonstruktsioonile ei seata nõudeid kandekonstruktsiooni tulepüsivuse suhtes.

1.6.1.4 Minimaalsed tuletundlikkuse klassid

- Siseseinad ja lagi: D-s2,d2

- Põrandad: TP3 klassi puhul ei normeerita
- Välisseina välispind: D-s2,d2
- Katusekate: B_{ROOF}

1.6.1.5 Tuletõkkeseksioon, tulepüsivus

Hoone on jaotatud mitmeks tuletõkketsooniks. Eraldi tuletõkkeseksiooni moodustab tehno-ruum, kus asub soojuspump. Tehnoruumi tuletundlikkuse klassid on järgmised:

- Seinad ja lagi: B-s1,d0
- Põrandad: D_{FL}-s1
- Katlaruumi põrand: A2_{FL}-s1

Majutusruumid moodustavad eraldi tuletõkketsoonid ning ülejäänud hoone moodustab ühise tsooni. Tuletõkkeseksioonide piirdekonstruktsioonide ning avatäidete tulepüsivusklassid on järgmised:

- Tuletõkkekonstruktsioonid pealmaakorrustel: EI 30
- Ehitise seinad ja ukсед: EI 15

1.6.1.6 Arvestuslik inimeste arv hoones

Maksimaalselt hoones viibivate inimeste arv on 10.

1.6.1.7 Evakuatsioonialade- ja pääsude kirjeldused

Esimeselt korruselt toimub evakuatsioon idaküljes asuva peaukse, lääneküljes asuvate tagauste kaudu ning läbi esimese korruse akende. Teiselt korruselt pääseb esimesele korrusele nii põhja kui ka lõuna küljel asuvat treppi pidi ning seejärel välisuste või akende kaudu õue. Evakuatsioonitee ja uste laius on vähemalt 900 mm ning evakuatsioonitee pikkus kahe evakuatsiooni pääsu korral kuni 45 meetrit on tagatud.

1.6.1.8 Suitsuärastus

Suitsuärastus toimub läbi avatavate uste ja akende.

1.6.1.9 Tuleohutusabinõud hoones

Rekonstrueeritavasse hoonesse peavad eluruumidesse, koridori ning magamistubade uste juurde olema paigaldatud automaatsed tulekahjusignalisatsiooniandurid. Samuti paigaldatakse mõlemale korrusele vähemalt kaks kuue kilogrammise tulekustutusaine massiga tulekustutit.

1.6.1.10 Tuleohutusabinõud hoone välisperimeetris

Rekonstrueeritavale hoonele on tagatud juurdepääs tuletõrjevahenditega. Hoone kinnistul asub puurkaev ning põhjaküljel veemahuti, vooluhulgaga 10 l/s. Hoone katusele pääseb redeliga.

1.6.1.11 Kommunikatsioonide läbiviigud tuletõkke konstruktsioonides

Kõigi tuletõkkekonstruktsioone läbivate tehnosüsteemide tulepüsivusaeg peab olema vähemalt 50% tuletõkke konstruktsioonile ette nähtud tulepüsivusajast. Tuletõkketarindist läbiviigul kasutatakse ventilatsioonitorustikel tuletõkkeklappe.

1.6.1.12 Tuletõrjepääsud

Päästetehnika pääseb hoone juurde idaküljel paikneva Põltsamaa- Pajusi- Luige tee kaudu.

1.6.1.13 Viited seletuskirja teistele tuleohutust käsitlevatele osadele

Tuleohutuse asendiplaanilised andmed on esitatud peatükis 1.3.

1.6.1.14 Keskkonnakaitse ja heakorrastus

Ehitustööde käigus tekkivad jäätmed sorteeritakse prügi liikide kaupa. Ehitusprahi ja jäätmete käitluse puhul lähtutakse kehtivatest seadusandlikest aktidest ning korraldatakse vastavalt jäätmekäitlusettevõttega sõlmitava lepingu alusel. Rekonstrueerimistööde käigus ei kaasne keskkonda reostavat tegevust. Pärast ehitustööde lõppu olemasolev krunt heakorrastatakse.

2 TUGEVUSARVUTUSED

2.1 Üldosa

Magistritöös käsitletakse olemasolevaid ning projekteeritavaid katusekonstruktsioone ja teostatakse kõige kriitilistematele elementidele tugevusarvutused kandepiirseisundis. Samuti viiakse läbi tugevusarvutused vahelaekonstruktsioonidele kandepiirseisundis ning kontrollitakse deformatsioone kasutuspiirseisundis. Käesolevas töös pakutakse ka välja lahendus esifassaadil asetsevale vintskapile, teostatakse tugevusarvutused kriitilistele lõigetele kandepiirseisundis. Konstruktsioonisõlmesid käesolevad tugevusarvutused ei hõlma. Mahu piiramiseks ei käsitleta autori poolt teostatud olemasolevate 150x150 mm katusesarikate arvutusi, vaid lähtutakse tulemustest, et vajalik on uute katusesarikate projekteerimine. Lisaks ei teostata mahulistel põhjustel tugevusarvutusi tagafassaadil olevale vintskapile, läänepoolsele asuvatele katuseuukidele ning idaküljes asuvale lahtisele eeskojale. Samuti ei kajastata töös seinte ning vundamendi tugevusarvutusi.

2.1.1 Kasutatud normdokumendid, arvutiprogrammid ning muud abimaterjalid

Standardid

- EVS-EN 1990:2002+NA:2002 „Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused“ [10]
- EVS-EN 1991-1-3:2006 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus“ [11]
- EVS-EN 1991-1-4:2007 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus“ [12]
- EVS-EN-1-1:2002+NA:2002 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused“ [13]
- 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 [15]

- EVS-EN ISO 10456:2008 „Ehitusmaterjalid ja –tooted. Soojus ja niiskustehnilised omadused. Tabuleeritud arvutusväärtused ja deklareeritavate ning arvutusväärtuste määramise meetodid“ [16]
- EVS-EN 338:2009 „Ehituspuit. Tugevusklassid“ [17]
- EVS-EN 14080:2013 „Puitkonstruktsioonid. Lamell- liimpuit ja plankliimpuit. Nõuded“ [18]

Projekteerimismid

- EPN- „ET-1 0106-0175 Ruumide ja nende osade mõõtmetele esitatavad üldnõuded“ [20]
- EPN- „ET-2 0404-0764 Välisseina difusiooni arvutus“ [20]

Arvutiprogrammid

- AutoCad Architecture 2012
- Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014 (lühendina edaspidi ARSAP 2014)
- Microsoft Excel 2013

Abimaterjalid

- Ehituskonstruktori käsiraamat 2012 [21]
- Isover toodete koondtabel 03-2014 [22]

2.2 Koormused

Käesolevas töös liigitatakse koormused ajalise kestuse järgi järgmiselt:

- Alalised ehk püsikoormused (G)- konstruktsioonide omakaal
- Muutuvkoormused (Q)- kasuskoormus vahelagedele, tuulekoormus, lumekoormus. Piirreisundi kontrollimisel lähtutakse koormuse normväärtusest. Koormuse F normväärtus F_k määratakse nimiväärtusena standardist. Arvutused tehakse arvutusväärtu-

sega, mis saadakse normväärtuste korrutamisel osavaruteguritega. Osavarutegur võtab arvesse koormuse võimalikku hälvet normväärtusest ebasoodsamas suunas. Koormusi rakendatakse avutustes kombinatsioonidena vastavalt valitud koormusjuhtudele ja piirilukordadele. Koormuskombinatsioonis korrutatakse muutuvkoormuse arvutusväärtus kombinatsiooniteguriga, mis arvestab samaaegselt mõjuvate muutuvkoormuste kõige ebasoodsamate väärtuste samaaegse mõjumise tõenäosust. [21]

Kandepiirseisundi alaliste ja ajutiste arvutusolukordade koormuskombinatsioonide

üldvalem:

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

Osavarutegurid kandepiirseisundis alalises ja ajutises arvutusolukorras on vastavalt standardile EVS-EN 1990:2002+NA:2002. [10] Koormuse ebasoodsa mõju korral $G_{k,j}=1,2$, $\gamma_{Q,1}=1,5$ ja $Q_{k,i}=1,5$. Lisaks tuleb teostada kontroll alaliskoormuse ebasoodsast mõjust lähtudes, rakendades osavarutegurit omakaalu puhul $\gamma_{G,j}=1,35$. Koormuskombinatsioonitegur $\psi_{0,i}$ on lume puhul 0,5, tuule puhul 0,6 ja kasuskoormuse puhul 0,7.

Kasutuspiirseisundi normatiivsete koormuskombinatsioonide üldvalem:

$$\sum_{j \leq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{l > 1} \psi_{0,l} \cdot Q_{k,l} \quad ,kus \quad (2)$$

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

γ – koormuse osavarutegur;

G – alaliskoormus;

Q – domineeriv muutuvkoormus;

P – eelpingestuskoormuse esindusväärtus;

ψ – koormuse kombinatsioonitegur;

$Q_{k,i}$ – muu muutuvkoormus.

2.2.1 Lumekoormus

Lumekoormus on arvatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-3:2006. [11]

Katuse lumekoormus leitakse alalise arvutusolukorra puhul järgneva valemi abil:

$$s = \mu_I \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad ,\text{kus} \quad (3)$$

s - lumekoormuse normsuurus [kN/m²];

μ_I - lumekoormuse kujutegur;

s_k - normatiivne lumekoormus maapinnal [kN/m²];

C_e – avatustegur;

C_t - soojustegur.

Eestis on soovitatav kasutada katuse lumekoormuse määramisel C_e väärtust kõikides maastikutingimustes 1,0. Kuna tegemist on hästi soojustatud katusega, siis võetakse C_t väärtuseks 1,0. Lumekoormuse kujutegur μ_I saadakse standardist EVS-EN 1991-1-3:2006 [11, lk 20] esitatud tabelist 5.2 „Lumekoormuse kujutegurid“. Normatiivne lumekoormus maapinnale on määratud vastavalt standardi EVS-EN 1991-1-3:2006 [11, lk 51] rahvusliku lisa joonisele NA.4.1 „Eesti ehituslik lumekoormuste kaart“.

Olukorra kirjeldus:

Tegemist on kahekaldelise katusega, kaldenurgaga 44°. Hoone idaküljes asub avatud eeskoda, mille katuse kaldenurk on 17° ning katusel massiivne vintskapp, samuti kaldenurga 17°. Lääne poolt piirneb katust lumetõke, katusel asub vintskapp ning kaks katuseuuki kaldenurkadega 44°. Lõunapoolses küljest külgnab hoone tulemüüri, mis eraldab seda kõrvalasuvast Pajusi mõisa aidast. Hoone sarikate sammuks on 0,6 m.

2.2.1.1 Lumekoormus normaalolukorras kahekaldelisele viilkatusega hoonele

Lumekoormus maapinnale (Pajusi):

$$s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

Hoone idapoolne külg:

Katuse kaldenurk $\alpha=44^\circ$

Kahekaldelise viilkatuse puhul leitakse lumekoormuse kujutegur järgmiselt:

Kui α jääb vahemikku $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ \rightarrow 30^\circ < \alpha = 44^\circ < 60^\circ$, siis

$$\mu_1 = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,8 \cdot (60 - 44)}{30} = 0,427 \quad (4)$$

Normatiivne lumekoormus normaalolukorras idapoolsel küljel vastavalt valemile 3:

$$s_{1,ida} = \mu_1 \cdot s_k = 0,427 \cdot 1,25 = 0,534 \text{ kN/m}^2$$

Joonkoormus sarikale idapoolsel küljel vastavalt valemile 3:

$$q_{k,lumi,1,ida} = s_{1,ida} \cdot s = 0,534 \cdot 0,6 = 0,320 \text{ kN/m} \quad ,\text{kus}$$

s – sarika samm 0,6 m

Vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-3:2006 [11, lk 21] esitatud joonisele 5.3 „Viilkatuse lumekoormuse kujutegurid“, korrutatakse katuse pool, kus lume alla libisemist ei ole takistatud, teguriga 0,5. Katuse külg, kus toimub lume kuhjumine, on kriitilisem, kuna seal tekivad koormused on suuremad.

Joonkoormus sarikale idapoolsel küljel arvutatakse valemiga:

$$0,5 \cdot q_{k,lumi,1,ida} = 0,5 \cdot 0,320 = 0,160 \text{ kN/m} \quad (5)$$

Hoone läänepoolne külg:

Katuse kaldenurk $\alpha=44^\circ$, kuid katuse serv lõpeb osaliselt lumetõketega, mille tõttu võetakse lumekoormuse kujuteguriks 0,8 [11, lk 20]

$$\mu_1 = 0,8$$

Normatiivne lumekoormus normaalolukorras läänepoolsel küljel vastavalt valemile 3:

$$s_{1,lääne} = \mu_1 \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,25 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Joonkoormus sarikale läänepoolsel küljel vastavalt valemile 3:

$$q_{k,lumi,1,lääne} = s_{1,lääne} \cdot s = 1,0 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ kN/m}$$

2.2.1.2 Lumekoormus lume kuhjumisel tulemüüri taha

Kuhjunud lumekoormus arvutatakse kahel viisil, leides suurused, mis annavad tulemuse tagavara kasuks: a) hangede kogunemine eendite ja takistuste ümber vastavalt standardile [11, lk 26] ning b) hangede kogunemine kõrgemate hooneosadega külgnevale katusele [11, lk 31-32].

a) Hangede kogunemine eendite ja takistuste ümber:

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\text{Lume puistemahukaal } \gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3$$

Tulemüüri kõrgus katuse harjast:

$$h_h = 0,615m$$

Kuhjunud hange pikkus harjal arvutatakse valemiga:

$$l_s = 2,0 \cdot h_h = 2,0 \cdot 0,615 = 1,23m \quad ,\text{kus} \quad (6)$$

Eesti tingimustes arvestatakse hange pikkuseks $2,0m \leq l_s \leq 6,0m$

Seega valin hange pikkuseks $l_s = 2,0m$

Kuhjunud lume kujutegur harjal arvutatakse valemiga:

$$\mu_2 = \frac{\gamma \cdot h}{s_k} = \frac{2,0 \cdot 0,615}{1,25} = 0,984 \quad ,\text{kus} \quad (7)$$

$$0,8 < \mu_2 = 0,984 < 2,0$$

Seega on lume kujutegur harjal $\mu_2 = 0,984$

Hoone idapoolne külg:

Tulemüüri kõrgus katuse räästast idapoolsel küljel:

$$h_{r_{ida}} = 1,819m$$

Kuhjunud hange pikkus katuse idapoolsel küljel räästal vastavalt valemile 6:

$$l_s = 2,0 \cdot h_{r_{ida}} \rightarrow 2,0 \cdot 1,819 = 3,638m$$

Kuhjunud lume kujutegur idapoolsel küljel räästal vastavalt valemile 7:

$$\mu_2 = \frac{\gamma \cdot h_{r_{ida}}}{s_k} = \frac{2 \cdot 1,819}{1,25} = 2,910 \quad ,\text{kus}$$

$$0,8 < \mu_2 = 2,910 > 2,0$$

μ_2 ületab lubatud piirväärtust, mistõttu tuleks valida maksimaalne väärtus, seega $\mu_2 = 2,0$

Hoone läänepoolne külg:

Tulemüüri kõrgus katuse räästast läänepoolsel küljel:

$$h_{r\text{lääne}} = 5,4m$$

Kuhjunud hange pikkus katuse läänepoolse külje räästalt vastavalt valemile 6:

$$l_s = 2,0 \cdot h_{r\text{lääne}} \rightarrow 2,0 \cdot 5,4 = 10,8m \quad ,kus$$

Eesti tingimustes arvestatakse hange pikkuseks $2,0m \leq l_s \leq 6,0m$

Seega valin hange pikkuseks $l_s = 6m$

Kuhjunud lume kujutegur läänepoolse külje räästalt vastavalt valemile 7:

$$\mu_2 = \frac{\gamma \cdot h_{r\text{lääne}}}{s_k} = \frac{2 \cdot 5,4}{1,25} = 8,64 \quad ,kus$$

$$0,8 < \mu_2 = 8,64 > 2,0$$

μ_2 ületab lubatud väärtust, mistõttu tuleks valida maksimaalne väärtus, seega $\mu_2 = 2,0$

b) Hangede kogunemine kõrgema hooneosaga külgnevale katusele:

Idapoolne külg:

$$h_i = 1,82m$$

$$b_1 = 18,4m$$

$$b = 9,8m$$

Hange pikkus l_s :

$$l_s = \min \begin{cases} 5h_i \\ b_1 \\ 15 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 5 \cdot 1,82 = 9,1 \\ b_1 = 18,4 \\ 15 \end{cases} \quad ,kus \quad (8)$$

Eesti tingimustes arvestatakse hange pikkuseks $2,0m \leq l_s \leq 6,0m$, seega $l_s = 6m$

Tegur μ_3 :

$$\mu_3 = \min \begin{cases} 2h_i/s_k \\ 2b/l_s \\ 8 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2 \cdot 1,82/1,25 = 2,912 \\ 2 \cdot 9,8/6 = 3,2 \\ 8 \end{cases} \quad (9)$$

Seega valin teguriks $\mu_3 = 2,912$

Lume kujutegur hoone idapoolse külje katusel: $\alpha_1 = 44^\circ$

$$\mu_1 = 0$$

$$\mu_2 = \mu_3 \left[\frac{60 - \alpha_1}{30} \right] \rightarrow 2,912 \left[\frac{60 - 44}{30} \right] = 1,553 \quad (10)$$

Läänepoolne külg:

$$h_l = 5,4m$$

$$b_1 = 18,4m$$

$$b = 9,8m$$

Hange pikkus l_s vastavalt valemile 8:

$$l_s = \min \left\{ \begin{array}{l} 5h_l \\ b_1 \\ 15 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 5 \cdot 5,4 = 27 \\ b_1 = 18,4 \\ 15 \end{array} \right.$$

Eesti tingimustes arvestatakse hange pikkuseks $2,0m \leq l_s \leq 6,0m$, seega $l_s = 6m$

Tegur μ_3 vastavalt valemile 9:

$$\mu_3 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2h_l/s_k \\ 2b/l_s \\ 8 \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 5,4/1,25 = 8,64 \\ 2 \cdot 9,8/6 = 3,2 \\ 8 \end{array} \right.$$

Seega valin teguriks $\mu_3 = 3,2$

Lume kujutegur hoone läänepoolse külje katusel vastavalt valemile 10:

$$\alpha_1 = 44^\circ$$

$$\mu_1 = 0$$

$$\mu_2 = \mu_3 \left[\frac{60 - \alpha_1}{30} \right] \rightarrow 3,2 \left[\frac{60 - 44}{30} \right] = 1,706$$

Arvutustes kasutatakse kujutegureid, mis on arvutatud EVS-EN 1991-1-3:2006 Eurokoodiks 1. Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus standardis peatükis 6.2 [11, lk. 26] a) hangede kogunemine eendite ja takistuste ümber, esitatud tingimusi järgides, kuna saadud lume kuhjumise kujutegurid on suurema väärtusega ja seega varu kasuks.

Normatiivsed lumekoormused tulemüüri taha

Normatiivne lumekoormus katusele lume kuhjumise puhul tulemüüri taha harjal vastavalt valemile 3:

$$s_{2h} = 0,984 \cdot 1,25 = 1,23 \text{ kN/m}^2$$

Joonkoormus sarikale lume kuhjumise puhul tulemüüri taha harjal vastavalt valemile 3:

$$q_{k,lumi,2,hari} = 1,23 \cdot 0,6 = 0,738 \text{ kN/m}$$

Normatiivne lumekoormus katusele lume kuhjumise puhul tulemüüri taha ida ning läänepoolsel räästal vastavalt valemile 3:

$$s_{2r_{ida}} = 2,0 \cdot 1,25 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{2r_{lääne}} = 2,0 \cdot 1,25 = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Joonkoormus sarikale lume kuhjumise puhul tulemüüri taha lääne ning idapoolsel katuseosal vastavalt valemile 3:

$$q_{k,lumi,2,räästas,ida} = 2,5 \cdot 0,6 = 1,5 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,lumi,2,räästas,lääne} = 2,5 \cdot 0,6 = 1,5 \text{ kN/m}$$

2.2.2 Tuulekoormus

Tuulekoormus on muutuvkoormus. Tuulekoormus esitatakse üldjuhul risti konstruktsiooni pinnaga mõjuva tuulerõhuna. [21] Hoone katusele mõjuvate tuulekoormuste määramise ning arvutuste teostamise aluseks on võetud standard EVS-EN 1991-1-4:2007. [12]

Konstruktsiooni välispindadele mõjuv tuulerõhk leitakse järgmise valemi abil:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe} \quad ,\text{kus} \quad (11)$$

$q_p(z_e)$ – tippkiirusrõhk [kN/m²];

z_e – välisrõhu arvutuskõrgus [m];

c_{pe} – välisrõhutegur.

EVS-EN 1991-1-4:2007 [12, lk 20] Tabelis 1 „Maastikutüübid ja maastikuparameetrid“ on esitatud maastikutüüpide määratlus. Hoone kuulub II maastikutüübi määratlusse.

Tabel 1. Maastikutüübid ja maastiku parameetrid (EVS-EN 1991-1-4:2007) [12]

Maastikutüüp		z_0 m	z_{min} m
0	Meri või kaldapiirkond, mis on avatud merele	0,003	1
I	Järved või tasane horisontaalne maastik ilma olulise taimkatteta ja ilma takistusteta	0,01	1
II	Maastik madala taimkattega (nagu rohi) ja üksikute takistustega (puud, hooned), mille vaheline kaugus võrdub vähemal 20- kordse kõrgusega	0,05	2
III	Maastik, mis on kaetud ühtlase taimkatte või ehitistega või üksikute takistustega, mille vaheline kaugus ei ole suurem 20- kordsest kõrgusest (nagu maa-asulad, äärelinnapiirkond, ühtlaselt metsaga kaetud alad) võrdub vähemal 20- kordse kõrgusega	0,3	5
IV	Maastik, kus vähemalt 15% pinnast on kaetud hoonetega, mille keskmine kõrgus ületab 15m	1,0	10

Tuule tippkiirusrõhk arvutatakse vastavalt Ehituskonstruktori käsiraamatu [21, lk 193] valemiga:

Välisrõhu arvutuskõrgus on võetud võrdseks hoone kõrgusega $z = 8,40m$

$$q_p = 9,96 \ln^2 \frac{z}{0,05} + 69,75 \ln \frac{z}{0,05} \rightarrow 9,96 \ln^2 \frac{8,40}{0,05} + 69,75 \ln \frac{8,40}{0,05} = 0,619 \text{ kN/m}^2 \quad (12)$$

Olukorra kirjeldus:

Tegemist on kahekaldelise katusega, kus katuse kaldenurk $\alpha_1 = 44^\circ$. Käesolevas töös on leitud tuulerõhud koormustsoonidele erinevate tuule suundade 0° , 90° , 180° ja 270° puhul.

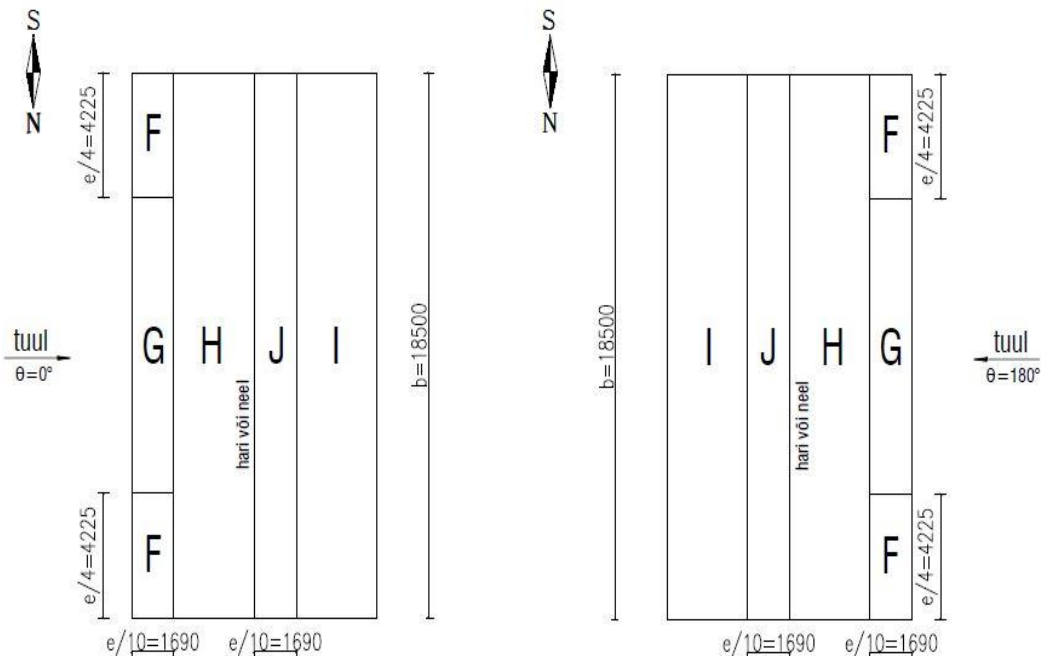
Koormustsoonide mõõtmed ning koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhutegurid on leitud kasutades standardi EVS-EN 1991-1-4:2007 [12, lk 42] joonist 7.8 „Juhised kahekaldelistele katustele“ ning [12, lk 43-44] tabeleid 7.4a ja 7.4b „Välisrõhutegurid kahekaldelisele katusele“. Hoone kandekonstruktsiooni arvutamiseks tervikuna mõeldud tuulerõhutegurid on

määratud nimetatud tabelite põhjal interpoleerides. Tabelist kasutatakse hoone kandekonstruktsiooni arvutamiseks tervikuna mõeldud $C_{pe,10}$ väärtusi.

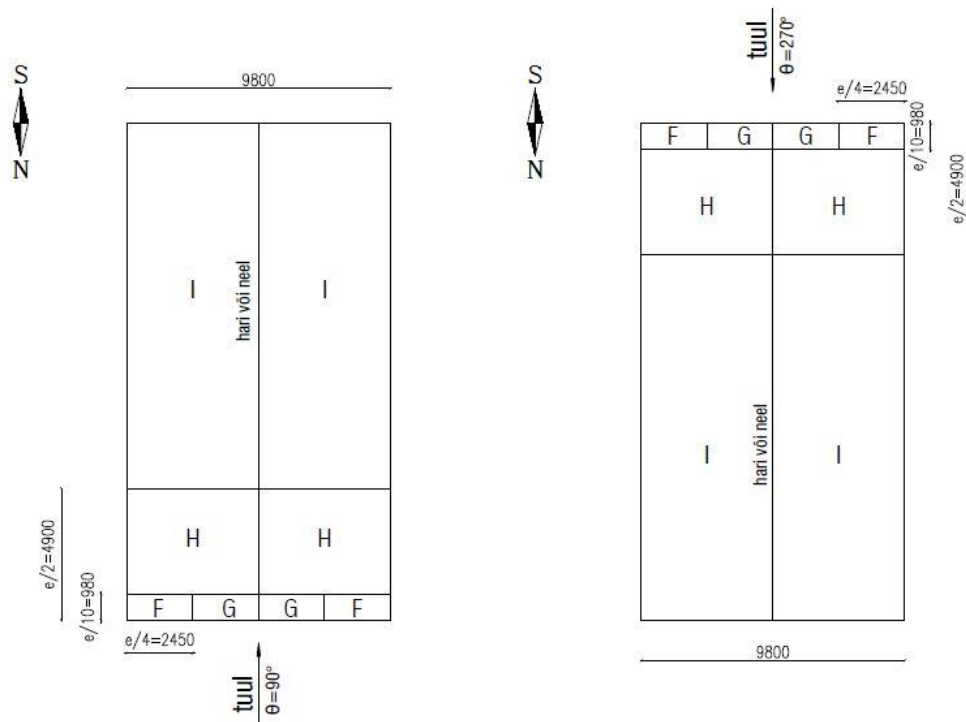
Tabel 2. Kahekaldelise katuse kaldenurgaga $\alpha_1 = 44^\circ$ tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja 180°					Tuule suund $\theta = 90^\circ$ ja 270°				
	Tsoon	F	G	H	I	J	F	G	H	I
30°		-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
		+0,7	+0,7	+0,4	+0,0	+0,0				
44°		-0,033	-0,033	-0,013	-0,213	-0,313	-1,1	-1,4	-0,893	0,433
		+0,7	+0,7	+0,586	+0,0	+0,0				
45°		-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3	-1,1	-1,4	-0,9	0,5
		+0,7	+0,7	+0,6	+0,0	+0,0				

Katuseosa tuulerõhkude koormustsoonid ning nende mõõtmed ja tuule suundade määratlus on esitatud joonisel 1 ning joonisel 2, kus $e = b$ või $2h$ olenevalt kumb väärtus on väiksem (b on mõõde tuule ristisihis ja $h = 8,40m$ on hoone kõrgus).



Joonis 1. Põhja- lõuna suunalise katuseosa koormustsoonid olenevalt tuule suunast



Joonis 2. Põhja-lõuna suunalise katuseosa koormustsoonid olenevalt tuule suunast

Koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhud vastavalt joonistele 1 ja 2 on leitud valemiga 11 ning esitatud tabelikujul (vt. tabel 3). Arvutustes kasutatavad joonkoormused on esitatud tabelis 4.

Tabel 3. Kahekaldelise katuseosa koormustsoonide tuulerõhud

Katuse kal- denurk α	<i>Tuule suund $\theta = 0^\circ$ ja 180°</i>					<i>Tuule suund $\theta = 90^\circ$ ja 270°</i>				
	Tsoon	F	G	H	I	J	F	G	H	I
44°		-0,033	-0,033	-0,013	-0,213	-0,313	-1,1	-1,4	-0,893	-0,5
		+0,7	+0,7	+0,586	+0,0	+0,0				
Tuulerõhk W_e kN/m^2		-0,020	-0,020	-0,008	-0,132	-0,194	-0,681	-0,867	-0,553	-0,310
		0,433	0,433	0,363	0	0				

Tabel 4. Joonkoormused tuulekoormuste puhul

- + Suruv (pinna poole)
- - Tõstev (pinnast eemale)

<i>Tsoon F:</i>		
	$q_{we}^- = -0,020 \cdot 0,6 = -0,012 \text{ kN/m}$ $q_{we}^+ = 0,433 \cdot 0,6 = 0,260 \text{ kN/m}$ $q_{we_{90 \text{ kraadi}}}^- = -0,681 \cdot 0,6 = -0,411 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon G:</i>		
	$q_{we}^- = -0,020 \cdot 0,6 = -0,012 \text{ kN/m}$ $q_{we}^+ = 0,433 \cdot 0,6 = 0,260 \text{ kN/m}$ $q_{we_{90 \text{ kraadi}}}^- = -0,867 \cdot 0,6 = -0,520 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon H:</i>		
	$q_{we}^- = -0,008 \cdot 0,6 = -0,005 \text{ kN/m}$ $q_{we}^+ = 0,363 \cdot 0,6 = 0,218 \text{ kN/m}$ $q_{we_{90 \text{ kraadi}}}^- = -0,553 \cdot 0,6 = -0,332 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon I:</i>		
	$q_{we}^- = -0,132 \cdot 0,6 = -0,079 \text{ kN/m}$ $q_{we_{90 \text{ kraadi}}}^- = -0,310 \cdot 0,6 = -0,186 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon J:</i>		
	$q_{we}^- = -0,194 \cdot 0,6 = -0,116 \text{ kN/m}$	

2.2.2.1 Esifassaadil asuva vintskapi lumekoormus

Hoone katusele on projekteeritud kaks vintskappi ning kaks katuseuuki. Kuna suurim vintskapp asub hoone esifassaadil (idapoolsel küljel), siis teostatakse tugevusarvutused just eelmainitule. Projekti konstruktiivses osas tuleb teostada tugevusarvutused kõigi vintskappide ning katuseuukide kohta.

Olukorra kirjeldus:

Esifassaadil on tegemist kahekaldelise vintskapiga katuse kaldenurgaga 17 °. Vintskapil on 4 ristkülikukujulist ning üks poolkaaraken. Vintskappi vaadeldakse kui kahekaldelist viilkatust. Lumekoormuse kujutegurid leitakse vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-3:2006.

[11]

Kui α jääb vahemikku $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow 0^\circ < \alpha = 17^\circ < 30^\circ$, siis

$$\mu_1 = 0,8$$

Normatiivne lumekoormus normaalolukorras vintskapi katusele vastavalt valemile 3:

$$s_{1.1} = \mu_1 \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,25 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Joonkoormus vintskapi katusel normaalolukorras:

$$q_{k,lumi,3} = s_1 \cdot s = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ kN/m}$$

Lumekoormus neelusarika osas (saagkatus):

Lumekoormuse kujutegur leitakse vastavalt lumekoormuse standardile EVS-EN 1991-1-3:2006: [11 lk 21-22]

$$\alpha_1 = 17^\circ$$

$$\alpha_2 = 44^\circ$$

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \rightarrow \frac{17 + 44}{2} = 30,5^\circ \quad (13)$$

Kui α jääb vahemikku $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ \rightarrow 30^\circ < \alpha = 30,5^\circ < 60^\circ$, siis

$$\mu_2 = 1,6$$

Normatiivne lumekoormus neelusarikal vastavalt valemile 3:

$$s_{1.2} = \mu_2 \cdot s_k = 1,6 \cdot 1,25 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Joonkoormus neelusarikale:

$$q_{k,lumi,4neelusarikas} = s_{1,2} \cdot s = 2,0 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ kN/m}$$

Lumekoormus lume kuhjumisest vintskapi seinä taha:

44° kalde puhul libiseb lumi katuselt alla ning kuhjumist vintskapi seinä taha ei teki või see on praktiliselt olematu. Seega ei arvestada käesolevas töös lume kuhjumist vintskapi seinä taha.

2.2.2.2 Tuulekoormus esifassaadil asuva vintskapi katusele

Olukorra kirjeldus:

Tegemist on kahekaldelise katusega, kus katuse kaldenurk $\alpha_1 = 17^\circ$. Käesolevas töös on leitud tuulerõhud koormustsoonidele tuule 0° suuna puhul. Koormustsoonide mõõtmed ning koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhutegurid on analoogiliselt jaotisele 2.2.2 (vt lk 43-47). Käesolevas töös arvatati ka tuulekoormus vintskapi seintele, kuid kuna nende väärtused olid marginaalsed, siis tugevusarvutustes neid ei arvestata.

Tuule tippkiirusrõhk leitakse vastavalt valemile 12:

Välisrõhu arvutuskõrgus on võetud võrdseks vintskapi kõrgusega $z = z_{min} = 3,0m$

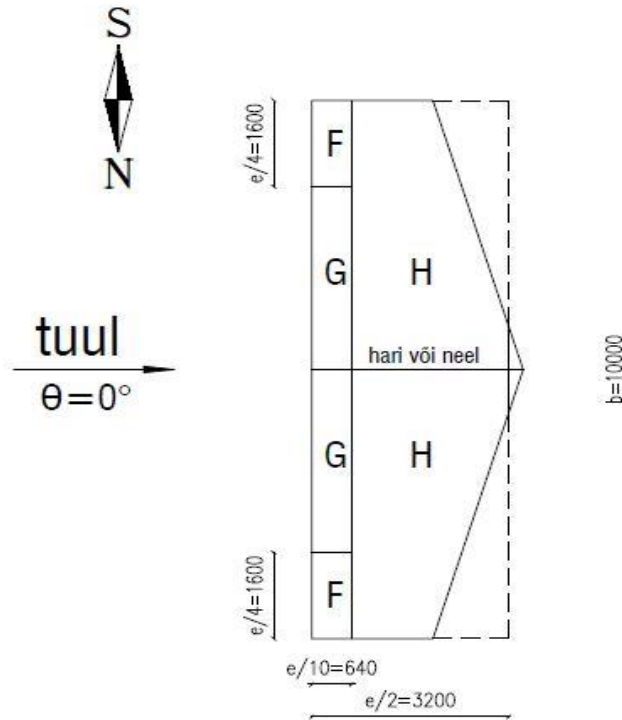
$$q_p = 9,96 \ln^2 \frac{z}{0,05} + 69,75 \ln \frac{z}{0,05} \rightarrow 9,96 \ln^2 \frac{3,0}{0,05} + 69,75 \ln \frac{3,0}{0,05}$$

$$= 0,453 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 5. Kahekaldelise katuse (vintskapi katuse) kaldenurgaga $\alpha_1 = 17^\circ$ tuulerõhutegurid $c_{pe,10}$

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta = 0^\circ$					
	Tsoon	F	G	H	I	J
15°		-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1,0
		+0,2	+0,2	+0,2	+0,0	+0,0
17°		-0,848	-0,76	-0,286	-0,4	-0,93
		+0,27	+0,27	+0,227	+0,0	+0,0
30°		-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
		+0,7	+0,7	+0,4	+0,0	+0,0

Katuseosa tuulerõhkude koormustsoonid ning nende mõõtmed ja tuule suundade määratlus on esitatud alljärgneval joonisel 3 (vt. joonis 3), kus $e = b$ või $2h$ olenevalt kumb väärtus on väiksem (b on mõõde tuule ristsihis ja $h = 3,2m$ on hoone kõrgus)



Joonis 3. Põhja- lõuna suunalise vintskapi katuseosa koormustsoonid olenevalt tuule suunast

Koormustsoonidele mõjuvad tuulerõhud vastavalt joonisele 3 on leitud valemiga 11 ning on esitatud tabelikujul (vt. tabel 6). Arvutustes kasutatavad joonkoormused on esitatud tabelis 7.

Tabel 6. Vintskapi katuseosa koormustsoonide tuulerõhud

Katuse kaldenurk α	<i>Tuule suund $\theta = 0^\circ$</i>					
	Tsoon	F	G	H	I	J
17°		-0,848	-0,76	-0,286	-0,4	-0,93
		+0,27	+0,27	+0,227	+0,0	+0,0
Tuulerõhk W_e kN/m^2		-0,384	-0,344	-0,129	-0,181	-0,421
		0,122	0,122	0,103	0	0

Tabel 7. Joonkoormused tuulekoormuste puhul vintskapi katusele

- + Suruv (pinna poole)
- - Tõstev (pinnast eemale)

<i>Tsoon F:</i>		
	$q_{we}^- = -0,384 \cdot 0,6 = -0,230 \text{ kN/m}$	
	$q_{we}^+ = 0,122 \cdot 0,6 = 0,073 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon G:</i>		
	$q_{we}^- = -0,344 \cdot 0,6 = -0,206 \text{ kN/m}$	
	$q_{we}^+ = 0,125 \cdot 0,6 = 0,075 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon H:</i>		
	$q_{we}^- = -0,129 \cdot 0,6 = -0,077 \text{ kN/m}$	
	$q_{we}^+ = 0,105 \cdot 0,6 = 0,062 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon I:</i>		
	$q_{we}^- = -0,185 \cdot 0,6 = -0,110 \text{ kN/m}$	
<i>Tsoon J:</i>		
	$q_{we}^- = -0,429 \cdot 0,6 = -0,253 \text{ kN/m}$	

2.2.3 Omakaalukoormused

Materjalide mahukaalud on võetud standardist EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 [13]. Samuti ehituskonstruktori käsiraamatust [21] ning Isoveri toodete koondtabelist [22]. Kuigi sarikate samm varieerub, lähtutakse enamesinevast sarikate sammust ning valitakse 600 mm. Kuna sarikad on omavahel ühendatud vahelaetaladega, valitakse vahelaetalade samm vastavalt sarikate sammule 600 mm. Arvutusmudelitesse sisestatakse omakaalukoormused vastavalt lahutades neist talade omakaalukoormused. Rekonstrueeritava hoone katuse, pööning-lae, teisel korrusel asetseva vannitoa, eluruumide põranda, esifassaadil asetseva vintskapi lae ning katuse omakaalukoormused on esitatud alljärgnevatel tabelites (vt. tabel 8,9,10, 11,12,13).

Tabel 8. Katuse omakaalukoormus

Konstruktsiooni kiht	Kõrgus (h)	Laius (b)	Samm (s)	Tihedus (γ)	Normatiivne koormus (gk)	Osavarutegur ($\gamma_{G,sup}$)	Arvutuslik koormus (gd)
	m	m	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
Profiilplekk	0,038				0,11	1,2	0,132
Roovitus	0,022	0,1	0,2	5	0,055	1,2	0,066
Tuulutusliist	0,022	0,05	0,6	5	0,009	1,2	0,011
Aluskate	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Dist. Pruss	0,05	0,05	0,6	5	0,021	1,2	0,025
Isover VKL	0,013	0,6	0,6	1,2	0,016	1,2	0,019
Roovitis (lisasoojustuseks)	0,05	0,05	0,6	5	0,021	1,2	0,025
Lisasoojustus Isover KL33	0,05	0,56	0,6	0,25	0,012	1,2	0,014
Ehituspaber	-	-	-	-	0,001	1,2	0,001
Lisatalad algsete sarikate peal	0,2	0,05	0,6	5	0,083	1,2	0,100
Soojustus Isover KL33	0,2	0,56	0,6	0,25	0,047	1,2	0,056
Aurutõke	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Sisevoodrilaud	0,012	0,17	0,6	5	0,017	1,2	0,020
Olemasolevad katusesarikad	0,15	0,15	1,5	5	0,075	1,2	0,090
Lauskoormus sarikale: $\sum gk$ (kN/m²)					0,469		0,562
Joonkoormus sarikale: $\sum gk \cdot s$ (kN/m)					0,281		0,337

Tabel 9. Pööninglae omakaalukoormus

Konstruktsiooni kiht	Kõrgus (h)	Laius (b)	Samm (s)	Tihedus (γ)	Normatiivne koormus (gk)	Osavarategur ($\gamma_{G,sup}$)	Arvutuslik koormus (gd)
	m	m	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
Tuuletõkkepaber	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Puistevill Isover InsulSAFE	0,35	-	-	0,18	0,063	1,2	0,076
Ülemine penn	0,15	0,05	0,6	5	0,063	1,2	0,075
Aurutõke	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Laelaudis	0,02	-	-	8	0,160	1,2	0,192
Lauskoormus pennile: $\sum g_k$					0,288		0,346
Joonkoormus pennile: $\sum g_k \cdot s$					0,173		0,207

Tabel 10. Teisel korrusel asetseva parkettpõrandaga vahelaie omakaalukoormus

Konstruktsiooni kiht	Kõrgus (h)	Laius (b)	Samm (s)	Tihedus (γ)	Normatiivne koormus (gk)	Osavarategur ($\gamma_{G,sup}$)	Arvutuslik koormus (gd)
	m	m	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
Parkett	0,015	-	-	8	0,12	1,2	0,144
Parketi alusvaip	0,005	0,6	0,6	0,45	0,002	1,2	0,003
Puitlaasplaat OSB 3	0,032	0,6	0,6	6,5	0,163	1,2	0,195
Soojustus Isover KL33	0,15	0,56	0,6	0,25	0,035	1,2	0,042
Vahelaetalad	0,2	0,2	0,6	5	0,333	1,2	0,400
Laelaudis	0,02	-	-	8	0,160	1,2	0,192
Lauskoormus vahelaiele 1: $\sum g_k$					0,813		0,976
Joonkoormus vahelaiele 1: $\sum g_k \cdot s$					0,488		0,585

Tabel 11. Teisel korrusel asetseva vannitoa omakaalu koormus

Konstruktsiooni kiht	Kõrgus (h)	Laius (b)	Samm (s)	Tihedus (γ)	Normatiivne koormus (gk)	Osavarute- gur (γG_{sup})	Arvutuslik koor- mus (gd)
	m	m	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
Põrandaplaadid + veekindel paigaldus- segu	0,005	-	-	20	0,1	1,2	0,120
Sarrusbetoonikiht +küttegaablid	0,06	-	-	25	1,5	1,2	1,800
Hüdoisolatsioon	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Puitlaastplaat OSB 3	0,025	0,6	0,6	6,5	0,163	1,2	0,195
Soojustus Isover KL33	0,15	0,56	0,6	0,25	0,035	1,2	0,042
Vahelaetalad	0,2	0,2	0,6	5	0,333	1,2	0,400
Laelaudis	0,02	-	-	8	0,160	1,2	0,192
Lauskoormus vahelaale 2: $\sum gk$ (kN/m²)					2,292		2,751
Joonkoormus vahelaale 2: $\sum gk \cdot s$ (kN/m)					1,375		1,650

Tabel 12. Esi ning tagafassaadil asuva vintskapi katuse omakaalu koormus

Konstruktsiooni kiht	Kõrgus (h)	Laius (b)	Samm (s)	Tihe- dus (γ)	Normatiivne koormus (gk)	Osavarute- gur (γG_{sup})	Arvutuslik koor- mus (gd)
	m	m	m	kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²
Tuuletõkkepaber	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Puistevill Isover InsulSAFE	0,35	-	-	0,18	0,063	1,2	0,076
Vintskapi laeta- lad	0,15	0,05	0,6	5	0,063	1,2	0,075
Aurutõke	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Laelaudis	0,02	-	-	8	0,160	1,2	0,192
Lauskoormus pennile: $\sum gk$ kN/m²					0,288		0,346
Joonkoormus pennile: $\sum gk \cdot s$ (kN/m)					0,173		0,207

Tabel 13. Esi ning tagafassaadil asuva vintskapi lae omakaalu koormus

Konstruktsiooni kiht	Kõrgus (h)	Laius (b)	Samm (s)	Tihedus (γ)	Normatiivne koormus (g_k)	Osavarute-gur ($\gamma_{G,sup}$)	Arvutuslik koormus (g_d)
	m	m	m	kN/m^3	kN/m^2		kN/m^2
Profiilplekk	0,038				0,11	1,2	0,132
Roovitus	0,022	0,1	0,2	5	0,055	1,2	0,066
Dist. liist	0,022	0,05	0,6	5	0,009	1,2	0,011
Aluskate	-	-	-	-	0,001	1,2	0,002
Vintskapi katuse sarikad	0,15	0,05	0,6	5	0,063	1,2	0,075
Lauskoormus vintskapi sarikale: $\sum g_k$ kN/m^2					0,238		0,286
Joonkoormus talale (kN/m): $g_{k,j} = g_k \cdot s_1$					0,143		0,171

2.2.4 Katusekonstruktsioonid

2.2.4.1 Olemasolevate katusekonstruktsioonide kirjeldus

Antud hetkel on hoone kandvateks katusekonstruktsioonideks sarikad ristlõikega 150x150 mm, sammuga 1,5 m, mis on omavahel ühendatud pennidega, ristlõikega 150x100 mm. Töö koostamise käigus teostati arvutused ka olemasolevate ristlõike parameetritega sarikatele ning pennidele, kuid sellisel juhul ei olnud sarikate kandevõime tagatud. Seega otsustati omaniku soovil jätta olemasolevad katusekonstruktsioonid alles ning neid eksponeerida. Selleks pakutakse välja lahendus, mille raames uued projekteeritavad sarikad asetatakse olemasolevate sarikate peale. Samuti paigaldatakse 2,5 m kõrgusele projekteeritavate sarikate vahele pennid, mis kaetakse laudisega ning sellest saab teise korruse lagi.

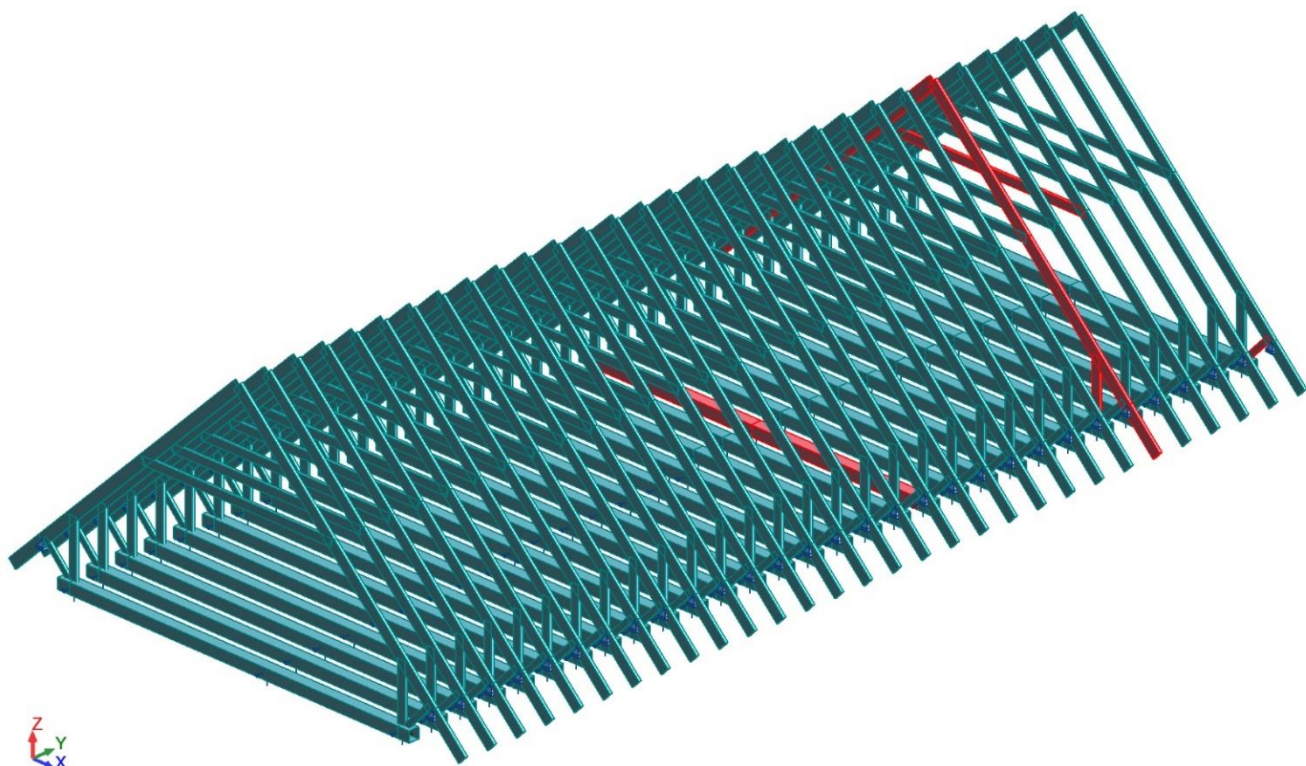
2.2.4.2 Projekteeritavad katusekonstruktsioonid

Vertikaalsed jõud katusekonstruktsioonide toesõlmedes võtavad vastu kandvad seinad, vahelaetalad ning jäikussidemed sarikate ja vahelaetalade vahel. Horisontaalsed jõud võtavad

samuti vastu vahelaetalad, mis on seotud müüri-lattidega või otseselt sarikatega. Tugevus-kontroll on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+ A1:2008+ NA:2009. [15] Käesoleva projekti raames on koostatud katusele mõjuvate ebasümmeetriliste koormuste tõttu kolmemõõtmeline arvutusmudel, kasutades arvutusprogrammi ARSAP 2014 (vt. joonis 4, lk 57). Ebasümmeetrilised koormused tulenevad eelkõige lume kuhjumi-sest tule müüri taha. Mudel on koostatud olukorras, kus puuduvad vintskapid ning katu-seuugid. Eraldi koostati kahemõõtmeline arvutusmudel esifassaadil olevale vintskapile. Mu-deli koormused ning olukord võrdsustati kolmemõõtmelise mudeliga, lisades juurde veel neelusarikalt tulenevad koormused. Arvutused teostati vintskapi kriitilistes lõigetes (vt. joo-nis 19, lk 75; joonis 24, lk 81). Katusekonstruktsioonide plaan on esitatud lisa 6, joonise numbriga 14, seal on toodud välja ka eelpoolmainitud kriitilised lõiked 5 ja 6. Põhjus, miks ei teostatud hoone tagaküljes asuva vintskapi ning katuseuukide tugevusarvutusi seisneb nende konstruktsioonide analoogilisuses esifassaadil asuva vintskapiga ning sama põhimõt-tega arvutusi otsustati mitte teostada. Projekti konstruktiivses osas peab kontrollima sarikate kandevõimet kõigis katuse erinevates osades.

2.2.4.3 Kolmemõõtmeline katusekonstruktsioonide arvutusmudel

Järgnevas arvutusmudelis tuuakse välja kõige kriitilisemate sisejõududega elemendid mär-kides need punase värvusega joonisel 4. Töö raames koostati tugevusarvutused neist välja valitud elementidele. Omakaalukoormused, lumekoormused (v.a. lume kuhjumine tule-müüri taha, mis on sisestatud lauskoormusena) ning tuulekoormused (v.a. tõstev tuul 90. kraadi all, mis on sisestatud lauskoormusena) on sisestatud mudelisse individuaalselt ele-mentidele joonkoormustena.



Joonis 4. Kolmemõõtmeline arvutusmodel

2.2.4.4 Projekteeritavad penniga sarikad

Katusesarikate ja pennide tugevusarvutuste teostamisel lähtutakse standarditest EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [10], EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 [15] ning ehituskonstruktori käsiraamatust [21]. Hoone katusesarikate jaoks kasutatakse saematerjali 50x200 mm tugevusklassiga C22. Sellised tala dimensioonid on valitud põhjusel, kuna hoone keskosas on vintskappide kandevõime seisukohalt projekteeritud katusesarikad 50x200 mm ning seega kasutatakse sama kõrgusega sarikaid ka kogu hoone ulatuses. Pennide jaoks kasutatakse saematerjali 50x150 mm tugevusklassiga C22. Sarikate ning pennide samm on 600 mm. Konstruktsiooni kasutusklass on 1. Kuna pennid töötavad analoogiliselt sarikatele, survele koos paindega, siis otsustati analoogilisi arvutuskäike töös mitte näidata ning pennide arvutustulemused on toodud jaotises 2.3 (vt tabel 14, lk 90). Saematerjali C22 tugevusomadused vastavalt standardile EVS-EN 338:2009. [17]

Tugevusklass C22

- Paindetugevus $f_{m,k} = 22 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

- Tõmbetugevused:
 - Pikikiudu $f_{t,0,k} = 13 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 - Ristikiudu $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Survetugevused
 - Pikikiudu $f_{c,0,k} = 20 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 - Ristikiudu $f_{c,90,k} = 2,4 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Nihketugevus $f_{v,k} = 3,8 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Elastsuusmoodul $E_{0,05} = 6700 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (5% pikikiudu)

$$X_d = k_{mod} \cdot \frac{X_k}{\gamma_M} \quad ,kus \quad (14)$$

X_k – tugevusomaduse normväärtus;

γ_M – materjali omaduse osavarutegur;

k_{mod} – koormuse kestuse ja niiskusesisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegu.

Saematerjali γ_M ja k_{mod} väärtused võetakse standardist EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 [15, lk 24; 27] toodud tabelitest 2.3 „Materjali osavaruteguri γ_M soovitatavad väärtused“ ja 3.1“ k_{mod} väärtused“.

$$\gamma_M = 1,3$$

$$k_{mod} = 0,8 \text{ (keskkestev)}$$

$$k_{mod} = 0,9 \text{ (lühiajaline)}$$

2.2.4.5 Koormuskombinatsioon

Katusekandja tugevusarvutused teostatakse vastavalt kõige ohtlikuma koormuskombinatsiooni alusel. Kuna katusekonstruktsioonid on omavahel seotud vahelaekonstruktsioonidega koos vastavate jäikussidemetega ning seega mõjutavad sarikate koormust, siis arvestatakse vahelae oma kaalu ning kasuskoormust koormuskombinatsioonides. Standardi EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [10] kohaselt leitud kandepiirseisundi koormuskombinatsioonidest vastavalt valemile 1 kujuneb ohtlikumaks kandepiirseisundi koormuskombinatsiooniks järgnev:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,kasuskoormus} \cdot Q_{kasuskoormus}$$

$$1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{kasuskoormus} \quad ,kus$$

Osavarutegurite väärtused kandepiirseisundis alalises ja ajutises arvutusolukorras on vastavalt standardile EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [10].

$$\gamma_G = 1,2$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

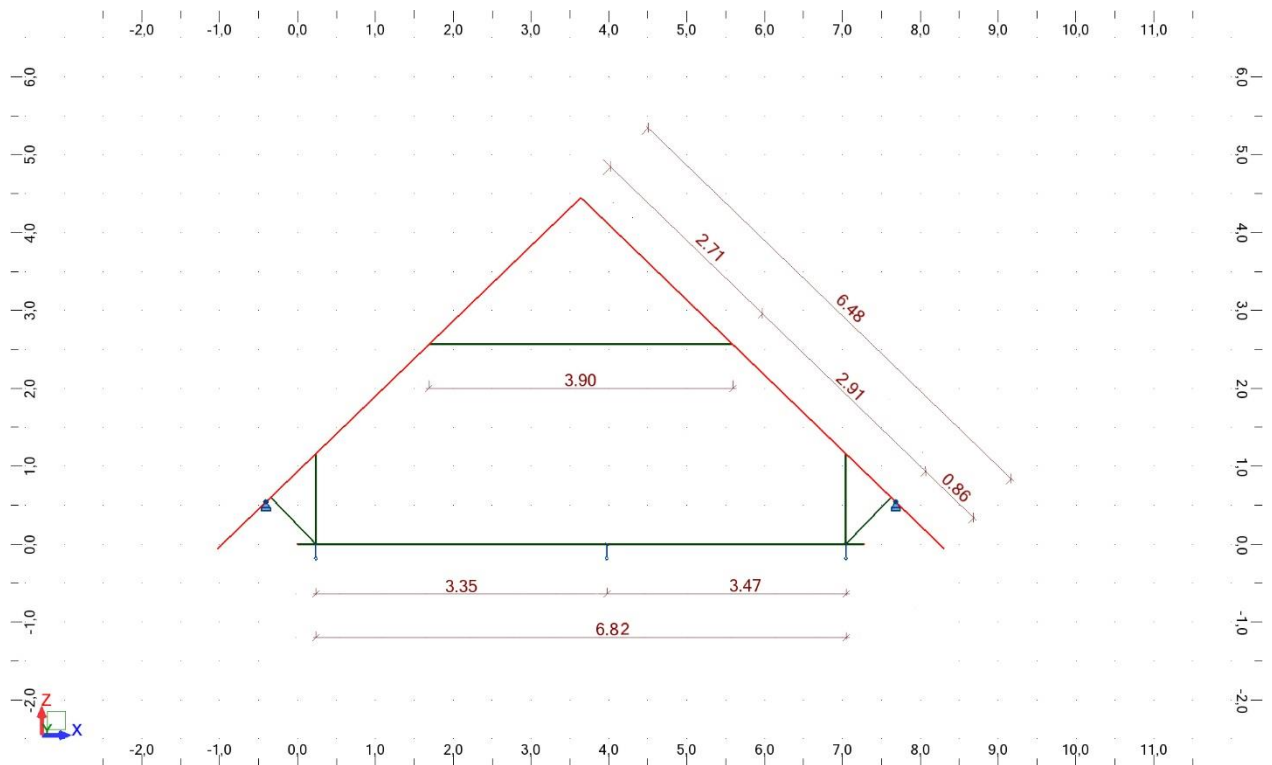
$$\Psi_{0,tuul} = 0,6$$

$$\Psi_{0,lumi} = 0,5$$

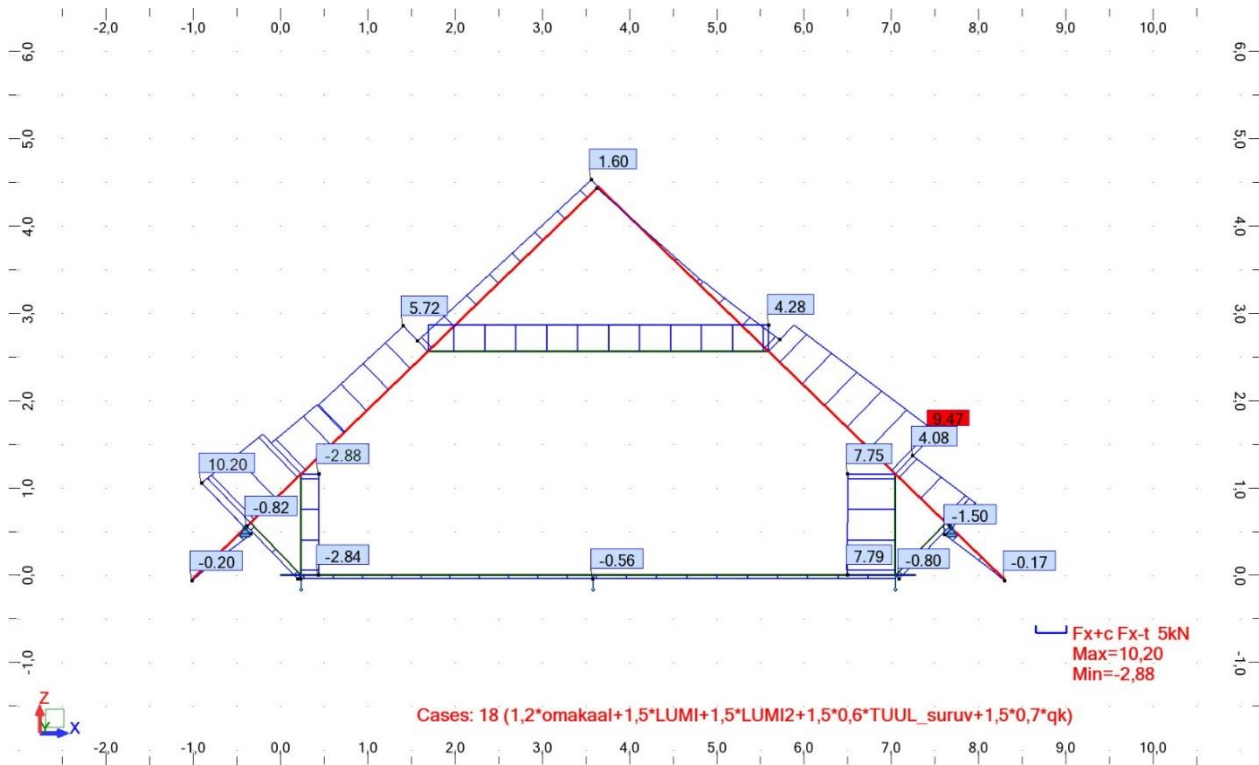
$$\Psi_{0,kasuskoormus} = 0,7$$

2.2.4.6 Epüürid

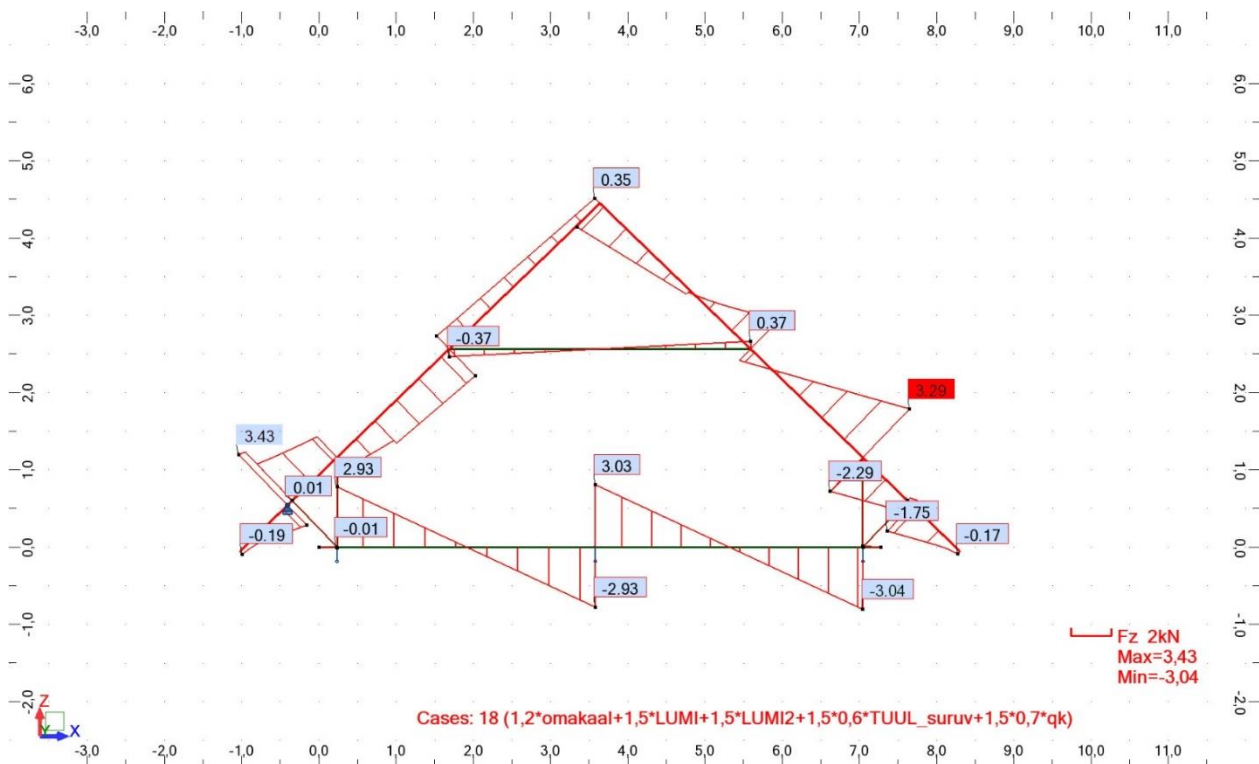
Kriitilise sarika, arvutusskeem, pikijõu, põikjõu, pindmomendi epüür ning sarikate deformatsioonid on esitatud alljärgnevatel joonistel (vt. joonis 5, joonis 6, joonis 7, joonis 8, joonis 9) kasutades töö eelnevates jaotistes leitud koormusi ning tabeleid. Sisejõud arvutati programmiga Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014 (ARSAP 2014).



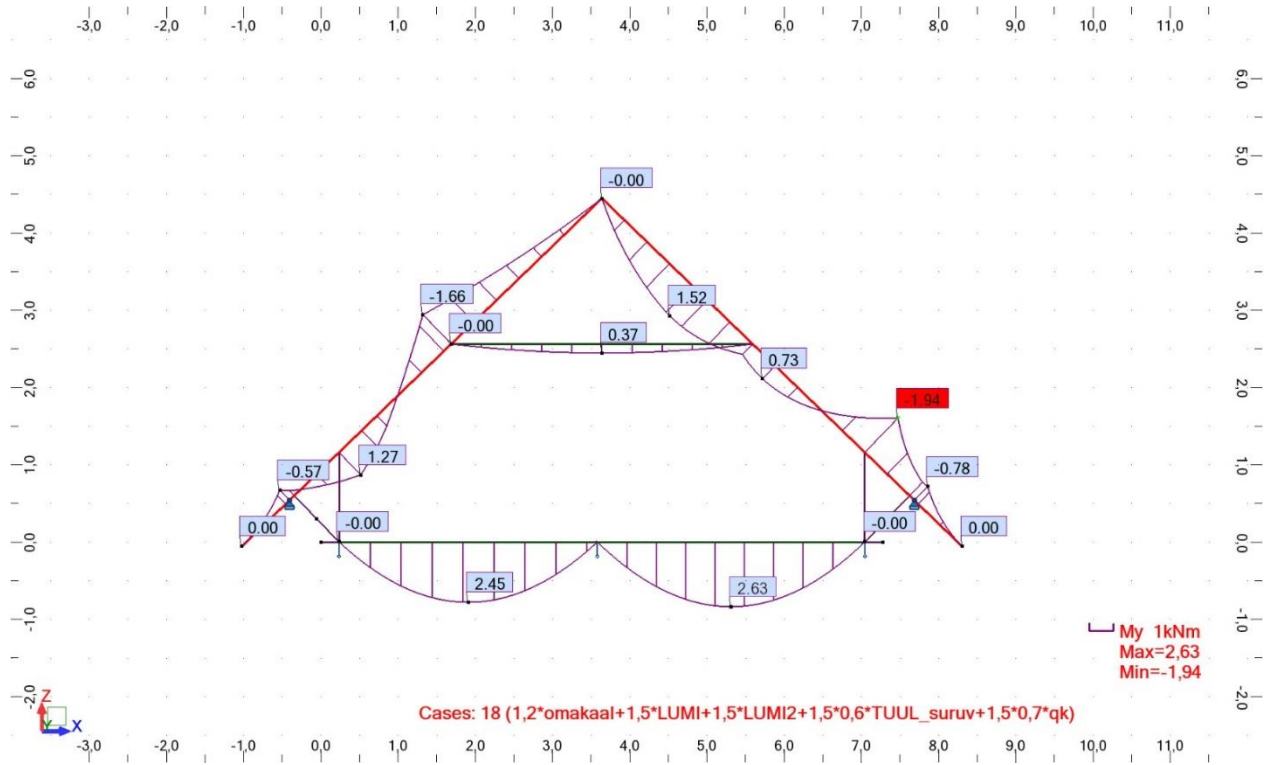
Joonis 5. Sarika arvutusskeem (m)



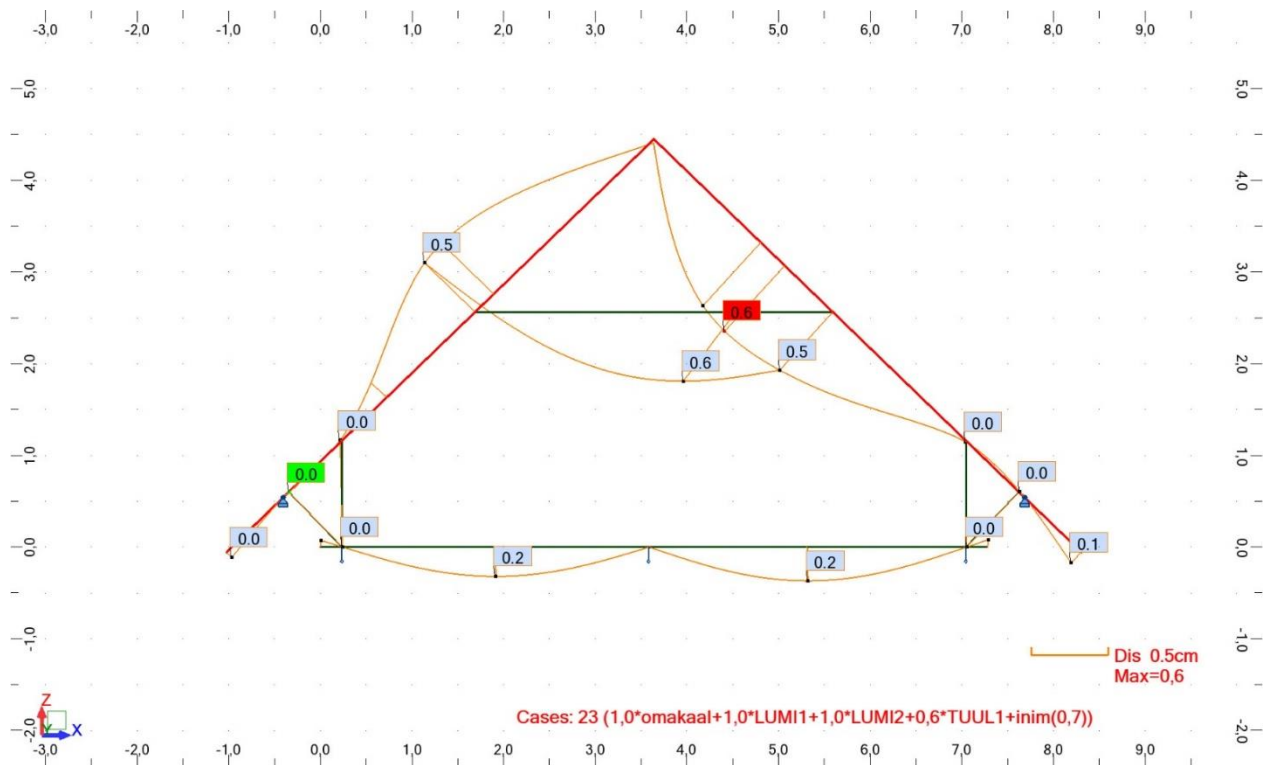
Joonis 6. Sarika pikijõu epüür (kN)



Joonis 7. Sarika põikõju epüür (kN)



Joonis 8. Sarika paindemomendi epüür ($kN \cdot m$)



Joonis 9. Sarika deformatsioon SLS (cm)

2.2.4.7 Sarika kandevõime survele koos paindega

Kontrollitakse sarikaks valitud 50x200 mm (vt. joonis 10) puittala surve- ja paindekandevõimet kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsiooni korral:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,kasuskoormus} \cdot Q_{kasuskoormus}$$

Saleda varda, suhtelise saledusega $\lambda_{rel} \geq 0,3$ survele koos paindega, peab olema rahuldatud järgnev tingimus [15, lk 41]

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad ,kus \quad (15)$$

$f_{c,0,d}$ – pikikiudu survetugevuse arvutusväärtus [N/mm^2];

$f_{m,y,d}; f_{m,z,d}$ – paindetugevuse arvutusväärtus [N/mm^2];

$\sigma_{c,0,d}$ – pikikiudu survepinge arvutusväärtus [N/mm^2];

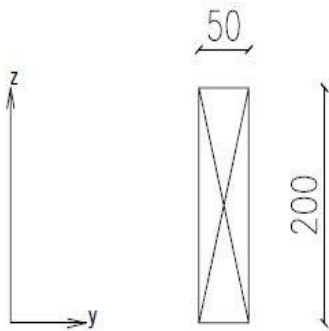
$\sigma_{m,y,d}; \sigma_{m,z,d}$ – paindepinged y- või z- telje suhtes [N/mm^2];

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

k_m – tegur, mis arvestab pingete ümberjagunemist ja materjali mittehomoogeensust.

Teguri k_m väärtus tuleks võtta järgmiselt:

- Täisnurkse ristlõike korral: $k_m = 0,7$
- Muu ristlõike korral: $k_m = 1,0$



Joonis 10. Sarika ristlõige 50x200 mm

Ristlõike parameetrid arvutatakse valemiga:

$$A_{ef} = b \cdot h = 50 \cdot 200 = 10000 \text{ mm}^2 \quad ,kus \quad (16)$$

b – ristlõike laius [mm];

h – ristlõike kõrgus [mm];

A_{ef} – ristlõike pindala [mm^2].

Inertsimomendid telgede suhtes arvutatakse valemiga:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{50 \cdot 200^3}{12} = 33,33 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad (17)$$

$$I_z = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{50^3 \cdot 200}{12} = 20,83 \cdot 10^5 \text{ mm}^4 \quad ,\text{kus} \quad (17)$$

$I_{y(z)}$ – inertsimoment y- ja z-telje suhtes [mm^4];

Inertsiraadiused telgede suhtes arvutatakse valemiga:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_{ef}}} = \sqrt{\frac{33,33 \cdot 10^6}{10000}} = 57,73 \text{ mm} \quad (18)$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{ef}}} = \sqrt{\frac{20,83 \cdot 10^5}{10000}} = 14,43 \text{ mm} \quad ,\text{kus} \quad (18)$$

$I_{y(z)}$ – inertsimoment y- ja z-telje suhtes [mm^4];

A_{ef} – ristlõike pindala [mm^2].

Sarika arvutusliku osa pikkus:

$$l_{ef,y} = 2910 \text{ mm}$$

Nõtkepikkus z-telje suhtes on piiratud roovide sammuga $s = 300 \text{ mm}$. Seega nõtket z- telje suhtes ei arvestata.

$$l_{ef,z} = 300 \text{ mm}$$

Sarika saledused telgede suhtes arvutatakse valemiga:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{2910}{57,73} = 50,41 \quad ,\text{kus} \quad (19)$$

$l_{ef,y}$ – nõtkepikkus y- telje suhtes [mm];

i_y – intersiraadius y- telje suhtes.

Suhteline saledused arvutatakse valemiga:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{50,41}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{20}{6700}} = 0,877 > 0,3 \quad ,\text{kus} \quad (20)$$

→seega on tegu saleda vardaga ning kandevõime peab rahuldama tingimust 15.

λ_y – saledus y- telje suhtes;

$f_{c,0,k}$ – normatiivne survetugevus pikikiudu [N/mm^2];

$E_{0,05}$ – 5% elastsusmoodul pikikiudu.

Ebastabiilsustegur $k_{c,y}$ arvutatakse valemiga:

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y(z)} - 0,3) + \lambda_{rel,y(z)}^2] = \quad ,kus \quad (21)$$
$$= 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,877 - 0,3) + 0,877^2] = 0,942$$

β_c on tegur, mis on saepuidu puhul 0,2 ning spoonliimpuidu puhul 0,1

Nõtketegur arvutatakse valemiga:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,942 + \sqrt{0,942^2 - 0,877^2}} = 0,778 \quad (22)$$

Puidu arvutuslik survetugevus arvutatakse valemiga:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{20}{1,3} = 13,85 \text{ N/mm}^2 \quad (23)$$

Puidu arvutuslik paindetugevus arvutatakse valemiga:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,y,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{22}{1,3} = 15,24 \text{ N/mm}^2 \quad (24)$$

Puidu arvutuslik vastupanumoment arvutatakse valemiga:

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{50 \cdot 200^2}{6} = 33,33 \cdot 10^4 \text{ mm}^3 \quad (25)$$

Puidu arvutuslik suvepinge arvutatakse valemiga:

$N_{ed} = 9,47 \text{ kN}$ (vt. joonis 6, lk 60)

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A_{ef}} = \frac{9,47 \cdot 10^3}{10000} = 0,948 \text{ N/mm}^2 \quad (26)$$

Puidu arvutuslik paindepinge arvutatakse valemiga:

$M = 1,94 \text{ kN}$ (vt. joonis 8, lk 61)

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = \frac{1,94 \cdot 10^6}{33,33 \cdot 10^4} = 5,82 \text{ N/mm}^2 \quad (27)$$

KONTROLL: tugevustingimus survele koos paindega kui $\lambda_{rel,y} > 0,3$ vastavalt valemile 15

(paine z- telje ümber on takistatud roovitistega):

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{0,948}{0,778 \cdot 13,85} + \frac{5,82}{15,24} + 0 \leq 1 = \mathbf{0,47 < 1 \quad OK!}$$

Seega on kandevõime survele koos paindega tagatud !

2.2.4.8 Sarika nihkekandevõime

Kontrollitakse sarikaks valitud 50x200 mm (vt. joonis 10, lk 62) puittala nihkekandevõimet kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsiooni korral:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,kasuskoormus} \cdot Q_{kasuskoormus}$$

Nihkekandevõime puhul peab olema rahuldatud järgmine tingimus [15, lk 37]

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \quad ,kus \quad (28)$$

τ_d – arvutuslik nihkepinge [N/mm²];

$f_{v,d}$ – arvutuslik nihketugevus tegeliku olukorra jaoks [N/mm²];

Ristlõike efektiivlaius b_{ef} arvutatakse valemiga:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 50 = 33,5 \text{ mm} \quad ,kus \quad (29)$$

k_{cr} – tegur, mille soovituslikud väärtused on järgmised:

– 0,67 saepuidu jaoks

Arvutuslik nihketugevus arvutatakse valemiga:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{3,8}{1,3} = 2,63 \text{ N/mm}^2 \quad (30)$$

Nihkepinge arvutatakse valemiga:

$V_{Ed} = 3,29 \text{ kN}$ (vt. joonis 7, lk 60)

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{Ed}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{1,5 \cdot 3,29 \cdot 10^3}{33,5 \cdot 200} = 0,74 \text{ N/mm}^2 \quad ,kus \quad (31)$$

V_{ed} – arvutuslik põikjõud [kN];

b_{ef} – ristlõike efektiivlaius [mm];

h – ristlõike kõrgus [mm].

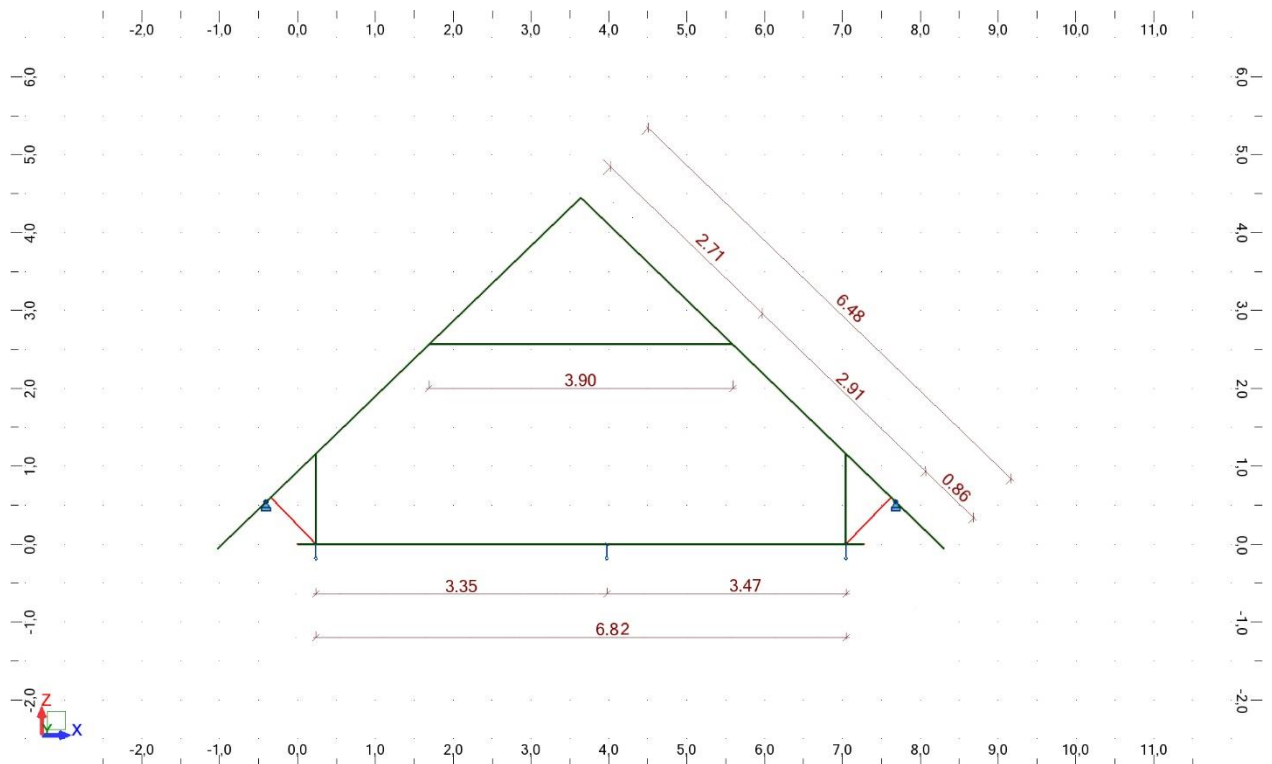
KONTROLL: tugevustingimus nihkele vastavalt valemile 28:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{0,73}{2,63} \leq 1 = \mathbf{0,28} < \mathbf{1} \quad \mathbf{OK!}$$

Seega on kandevõime nihkele tagatud !

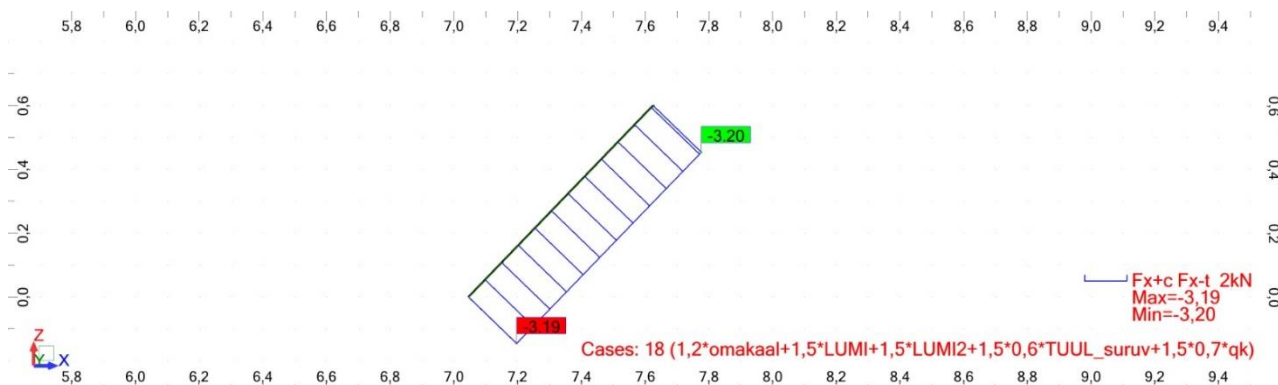
2.2.4.9 Vahelae ning katusesarika vahelise jäikussideme kandevõime kontroll tõmbele

Kontroll teostatakse sarikate ning vahelaetalade vaheliste tõmbele töötavatele jäikussidemetele, paiknemine on näidatud alljärgneval joonisel 11 ning tähistatud punase värvusega.



Joonis 11. Sarikate ning vahelaetalade vahelise jäikussideme paiknemine

Antud konstruktsiooni elemendi pikijõu epüür on esitatud alljärgneval joonisel (vt. joonis 12), kasutades programmi ARSAP 2014.



Joonis 12. Sarikate ning vahelae talade vahelise jäikussideme pikijõu epüür (kN)

Kontrollitakse jäikussidemeks valitud 50x100 mm (vt. joonis 13) prussi tõmbekandevõimet kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsiooni korral:

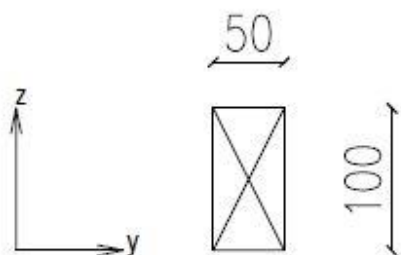
$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,kasuskoormus} \cdot Q_{kasuskoormus}$$

Tõmbekandevõime puhul peab olema rahuldatud järgmine tugevustingimus [15, lk 35]

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \quad ,kus \quad (32)$$

$f_{t,0,d}$ – arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu [kN/mm²];

$\sigma_{t,0,d}$ – arvutuslik tõmbepinge pikikiudu [kN/mm²].



Joonis 13. Jäikussideme ristlõige 50x100 mm

Ristlõike parameetrid arvutatakse vastavalt valemiga 16:

$$A_{ef} = b \cdot h = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ mm}^2$$

Inertsimomendid telgede suhtes arvutatakse valemiga 17:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{50 \cdot 100^3}{12} = 4,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{50^3 \cdot 100}{12} = 1,04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Inertsiraadiused telgede suhtes arvutatakse valemiga 18:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_{ef}}} = \sqrt{\frac{4,17 \cdot 10^6}{5000}} = 28,88 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_{ef}}} = \sqrt{\frac{1,04 \cdot 10^6}{5000}} = 14,42 \text{ mm}$$

Konstruksiooni arvutusliku osa pikkus:

Antud kinnitustingimuste korral on jäikussideme nõtkepikkus $l_{ef,y(z)} = 1 \cdot l$

$$l_{ef,y(z)} = 1 \cdot 2910 = 2910 \text{ mm}$$

Sarika saledused telgede suhtes arvutatakse valemiga 19:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{2910}{28,88} = 100,76$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{2910}{14,42} = 201,80$$

Jäikusside hakkab kõverduma suurima saledusega sihis, seega nõtkub konstruktsiooni osa ümber z- telje.

Ristkülikulise saepuidu jaoks normtihedusega $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$ on viitekõrgus paindel või tõmbel 150 mm. Nende ristlõigete kõrguste puhul paindel või laiuste puhul tõmbel, mis on saepuidul väiksemad kui 150 mm, võib vastavaid normväärtusi $f_{m,k}$ ja $f_{t,0,k}$ suurendada teguriga k_h , mis leitakse järgmiselt:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2}, \left(\frac{150}{50} \right)^{0,2} \right\} = \left\{ \frac{1,25}{1,3} \right\} = 1,25 \quad (33)$$

$$k_{h,y} = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2}, \left(\frac{150}{100} \right)^{0,2} \right\} = \left\{ \frac{1,08}{1,3} \right\} = 1,08 \quad \text{,kus} \quad (33)$$

h – paindeelemendi kõrgus või tõmbeelemendi laius [mm].

Puidu arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu arvutatakse valemiga:

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} \cdot k_h = 0,9 \cdot \frac{13}{1,3} \cdot 1,25 = 11,25 \text{ N/mm}^2 \quad (34)$$

Puidu arvutuslik tõmbepinge arvutatakse valemiga 22:

$N_{ed} = 3,20 \text{ kN}$ (vt. joonis 12, lk 67)

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed}}{A_{ef}} = \frac{3,20 \cdot 10^3}{5000} = 0,64 \text{ N/mm}^2 \quad (35)$$

KONTROLL: tugevustingimus tõmbele arvutatakse vastavalt valemile 32:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{0,64}{11,25} \leq 1 = \mathbf{0,06} < \mathbf{1} \quad \mathbf{OK!}$$

Seega on kandevõime tõmbele tagatud !

2.2.5 Vahelaekonstruksioonid

Vahelae kandvateks konstruksioonideks on olemasolevad ning projekteeritavad vahelaetalad. Tugevuskontroll on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007 A1:2008+NA:2009. [15] Kuna koormused vahelaetaladel pole ühtlased, tulenevalt vintskapi seinte koormustest, erineva pikkusega sildeavadest ning teisel korrusel asuvate vannitubade omakaalukoormustest, on koostatud kolmemõõtmeline arvutusmudel (vt. joonis 4, lk 57). Arvutusprogrammi ARSAP 2014 kaudu on leitud vahelaetalad, mis asuvad kõige suurema koormusega piirkonnas ning seejärel kontrollitud nende kandevõimet. Kiive on takistatud vahelaetalade peale paigutavate puitlaastplaatidega. Vahelagede kandevkonstruksioonideks kasutatakse nii olemasolevaid kui ka omaniku soovil samasuguse ristlõikega projekteeritavaid vahelaetalasid. Projekteeritavad vahelaetalad on olemasolevatest poole lühemad ning toetuvad kandvate siseseinte peale (vt. lisa 6, „vahelaetalade plaan“, joonise number 15). Kuna aga olemasolevate talade kohta pole puiduklassi ekspertiisi teostatud, kasutatakse kogu vahelae kandevkonstruksioonide arvutustes tagavara kasuks olemasolevate talade omadustega saematerjali C16. Sama arvutust ei teostata uute vahelaetalade, tugevusklassiga C22 kohta. Saematerjal on ristlõikega 200x200 mm, sammuga 600 mm. Samas sõltub vahelae talade samm ka katusesarikate sammust ning antud positsioonist. Saematerjal kuulub

kasutusklassi 1. Saematerjali C16 tugevusomadused vastavalt standardile EVS-EN 338:2009 [17]

Tugevusklass C16

- Paindetugevus $f_{m,k} = 16 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Tõmbetugevused:
 - Pikikiudu $f_{t,0,k} = 10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 - Ristikiudu $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Survetugevused
 - Pikikiudu $f_{c,0,k} = 17 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 - Ristikiudu $f_{c,90,k} = 2,2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Nihketugevus $f_{v,k} = 3,2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Elastsuusmoodul $E_{0,05} = 5400 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (5% pikikiudu)
 $E_{0,mean} = 8000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

2.2.5.1 Koormuskombinatsioon

Vahelaekonstruktsioonide tugevusarvutused toetatakse vastavalt kõige ohtlikuma koormuskombinatsiooni alusel. Standardi EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [10] kohaselt leitud kandepiirseisundi koormuskombinatsioonidest vastavalt valemile 1 kujuneb ohtlikumaks kandepiirseisundi koormuskombinatsiooniks järgnev:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{kasuskoormus} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul}$$

$$1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{kasuskoormus} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul} \quad ,kus$$

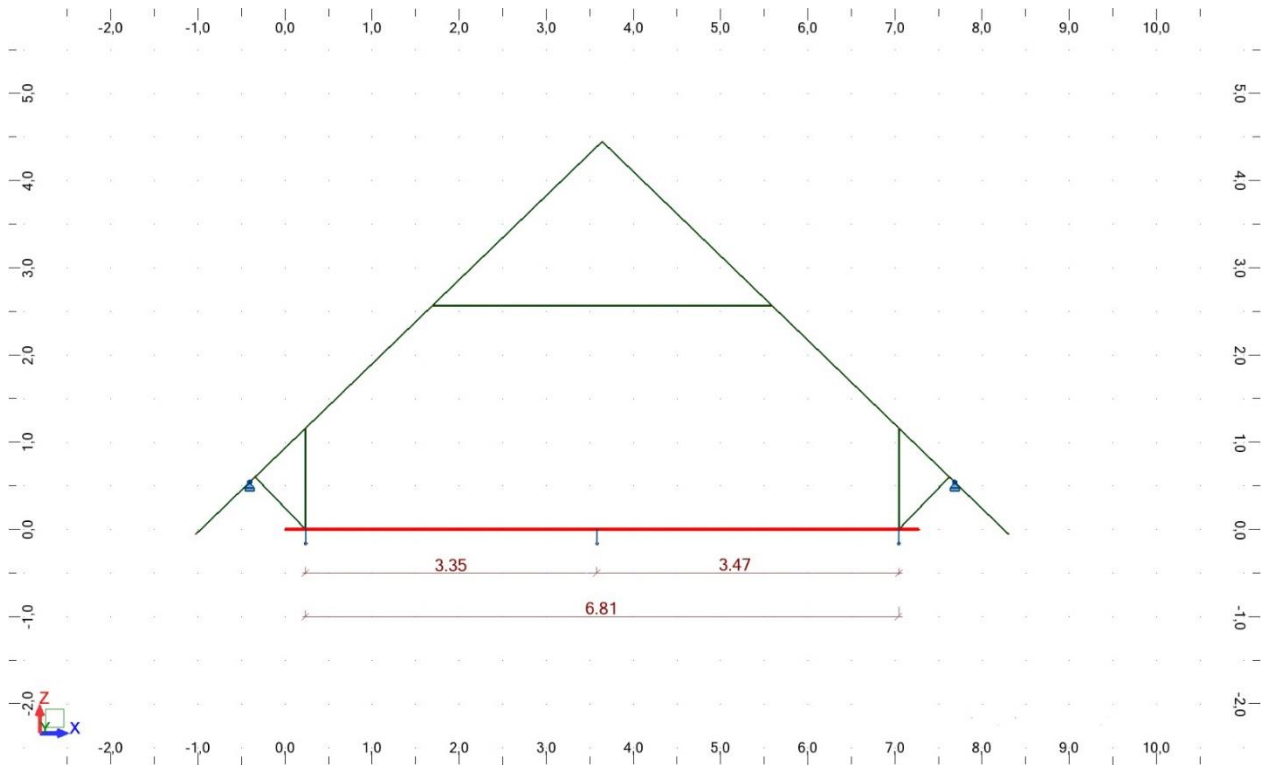
Osavarutegurite väärtused kandepiirseisundis alalises ja ajutises arvutusolukorras on esitatud vastavalt ehituskonstruktori käsiraamatus olevale tabelile 8.2 ning 8,4 [21, lk 182-183]

$$\gamma_G = 1,2 \quad \Psi_{0,lumi} = 0,5 \quad \Psi_{0,kasuskoormus} = 0,7$$

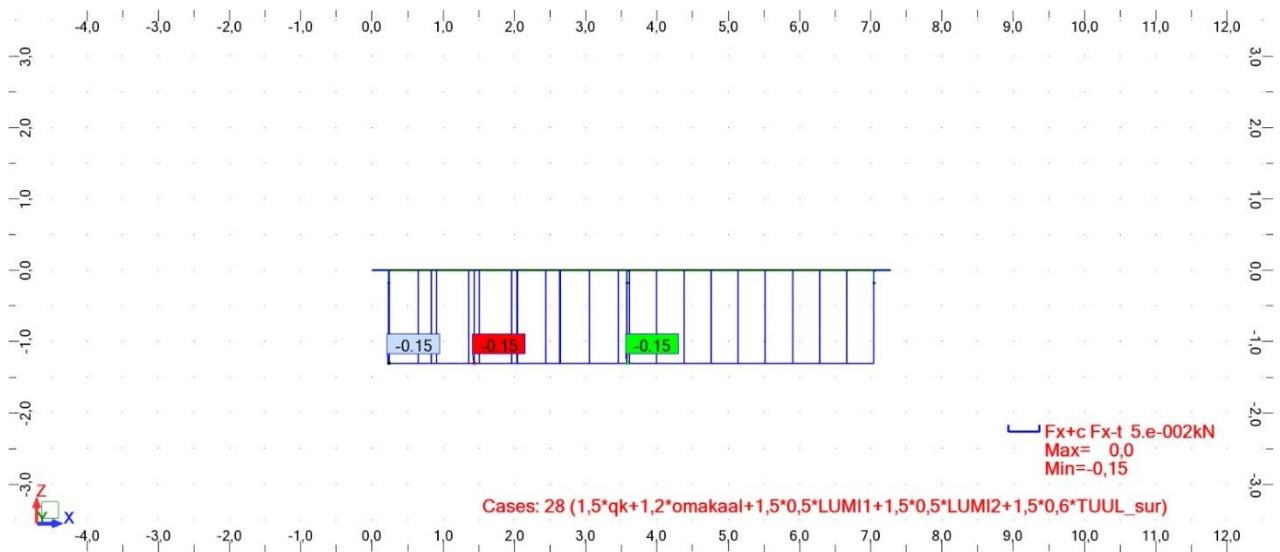
$$\gamma_Q = 1,5 \quad \Psi_{0,tuul} = 0,6$$

2.2.5.2 Epüürid

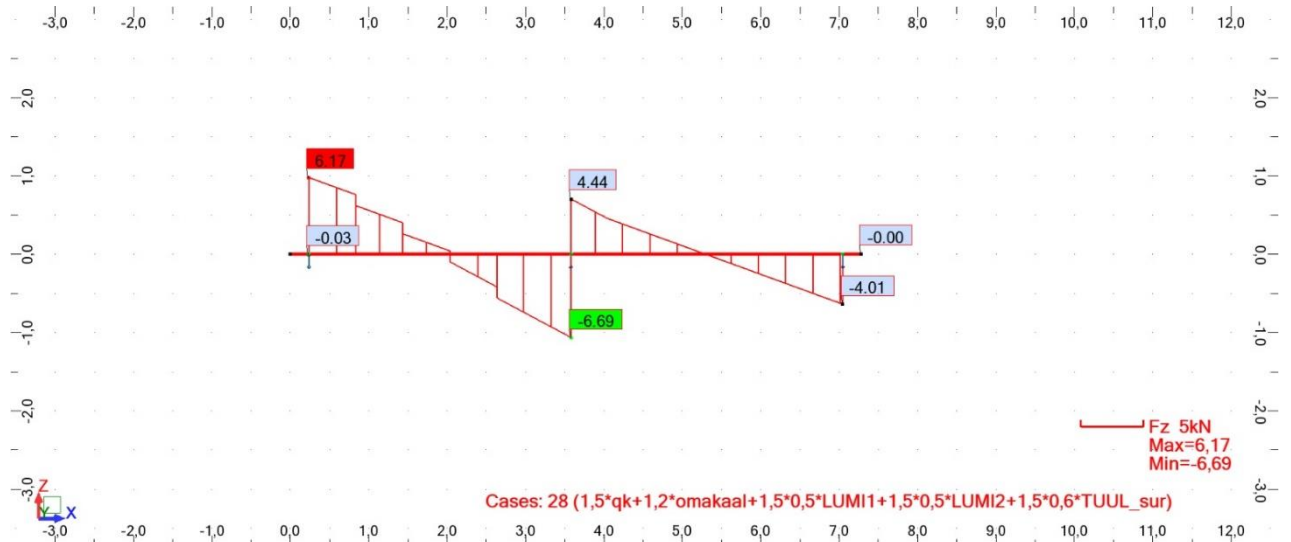
Kriitilise vahelaetala arvutusskeem, pikijõu , põikjõu ja paindemomendi epüür on esitatud alljärgnevatel joonistel (vt. joonis 14, joonis 15, joonis 16, joonis 17), kasutades programmi ARSAP 2014.



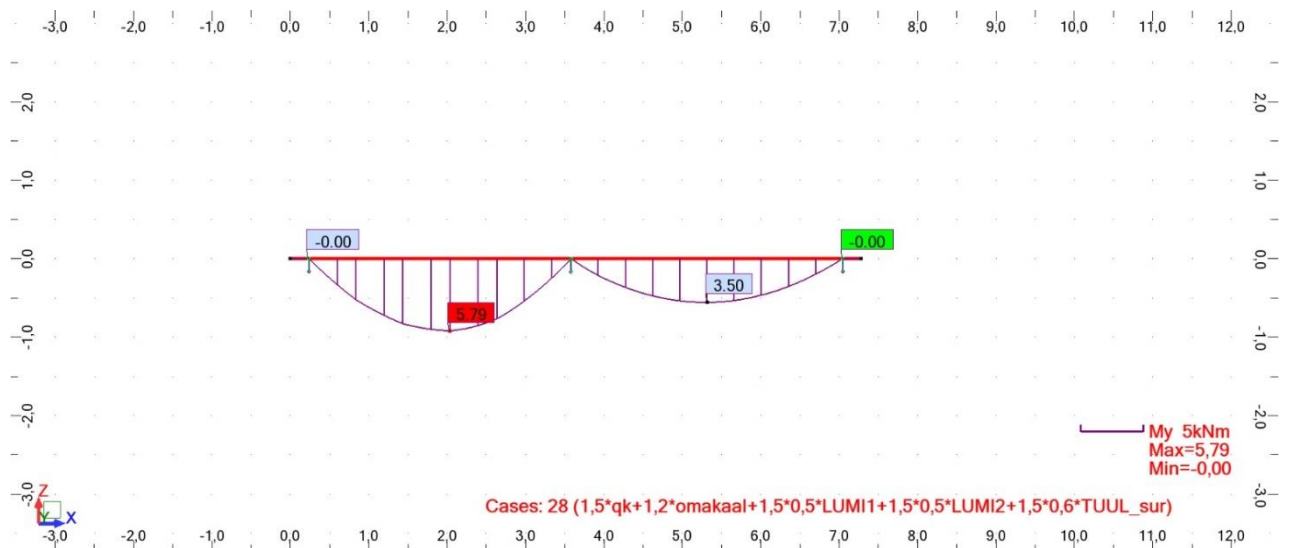
Joonis 14. Vahelaetala arvutus skeem (m)



Joonis 15. Vahelaetala pikijõu epüür (kN)



Joonis 16. Vahelaetala põikjõu epüür (kN)



Joonis 17. Vahelaetala paindemomendi epüür (kN · m)

2.2.5.3 Vahelaekandevõime tõmbele koos paindega

Kontrollitakse vahelaetaladeks valitud 200x200 mm (vt. joonis 18) puittala tõmbe- ja paindekandevõimet kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsiooni korral:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{kasuskoormus} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul}$$

Tõmbe ning paindekandevõime puhul peab olema rahuldatud järgmine tingimus [15, lk 39]

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \text{ kus (36)}$$

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

$\sigma_{t,0,d}$ – pikikiudu tõmbepinge arvutusväärtus, N/mm²;

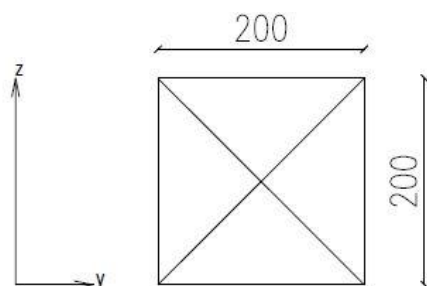
$f_{t,0,d}$ – pikikiudu tõmbetugevuse arvutusväärtus, N/mm²;

$\sigma_{m,y,d}; \sigma_{m,z,d}$ – arvutuslikud paindepinged peatelgede suhtes, N/mm²;

k_m – tegur, mis arvestab pingete ümberjagunemist ja materjali mittehomoogeensust.

Teguri k_m väärtus tuleks võtta järgmiselt:

- Täisnurkse ristlõike korral: $k_m = 0,7$
- Muu ristlõike korral: $k_m = 1$



Joonis 18. Vahelaetala ristlõige 200x200 mm

Ristlõike parameetrid arvutatakse valemiga 16:

$$A_{ef} = b \cdot h = 200 \cdot 200 = 40000 \text{ mm}^2$$

Kiiveoht puudub, kuna talade jäikuse ja stabiilsuse z- telje sihis tagavad vahelaetalade kohale paigaldatavad puitkiudplaadid/põrandakihid.

Puidu arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu arvutatakse valemiga 34:

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{10}{1,3} = 6,92 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik tõmbepinge pikikiudu arvutatakse valemiga 35:

$$N_{ed} = 0,15 \text{ kN (vt. joonis 15, lk 71)}$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed}}{A_{ef}} = \frac{0,15 \cdot 10^3}{40000} = 0,004 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik paindetugevus arvutatakse valemiga 24:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,y,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{16}{1,3} = 11,08 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik vastupanumoment arvutatakse valemiga 25:

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{200 \cdot 200^2}{6} = 133,33 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

Puidu arvutuslik paindepinge arvutatakse valemiga 23:

$M = 5,79 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (vt. joonis 17, lk 72)

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = \frac{5,79 \cdot 10^6}{133,33 \cdot 10^4} = 4,34 \text{ N/mm}^2$$

KONTROLL: Tugevustingimus tõmbele ja paindekandevõimele vastavalt valemile 36

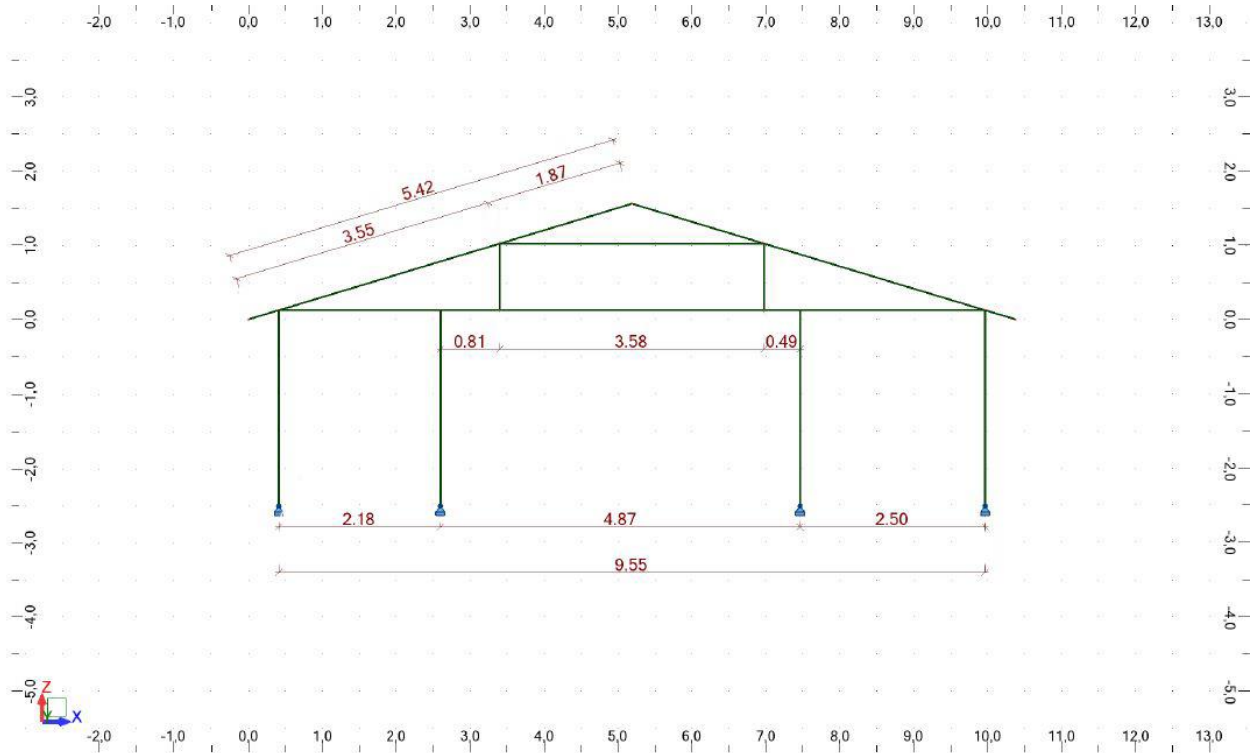
(paine ümber z-telje on takistatud vahelaetalade peale paigutatavate puitlaastplaatidega):

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{0,004}{6,92} + \frac{4,34}{11,08} + 0 \leq 1 = \mathbf{0,39} < \mathbf{1} \quad \mathbf{OK!}$$

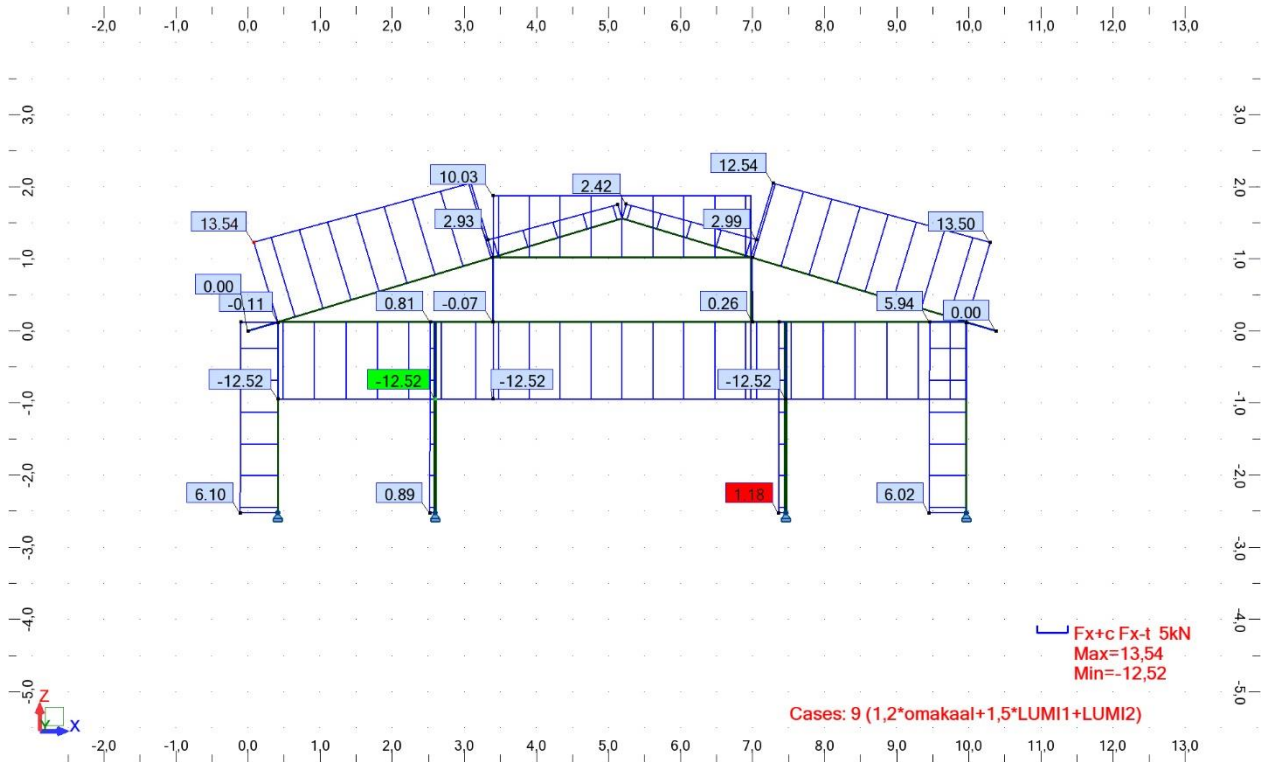
Seega on kandevõime tõmbele koos paindega tagatud !

2.2.5.4 Vahelae läbipainde kontroll

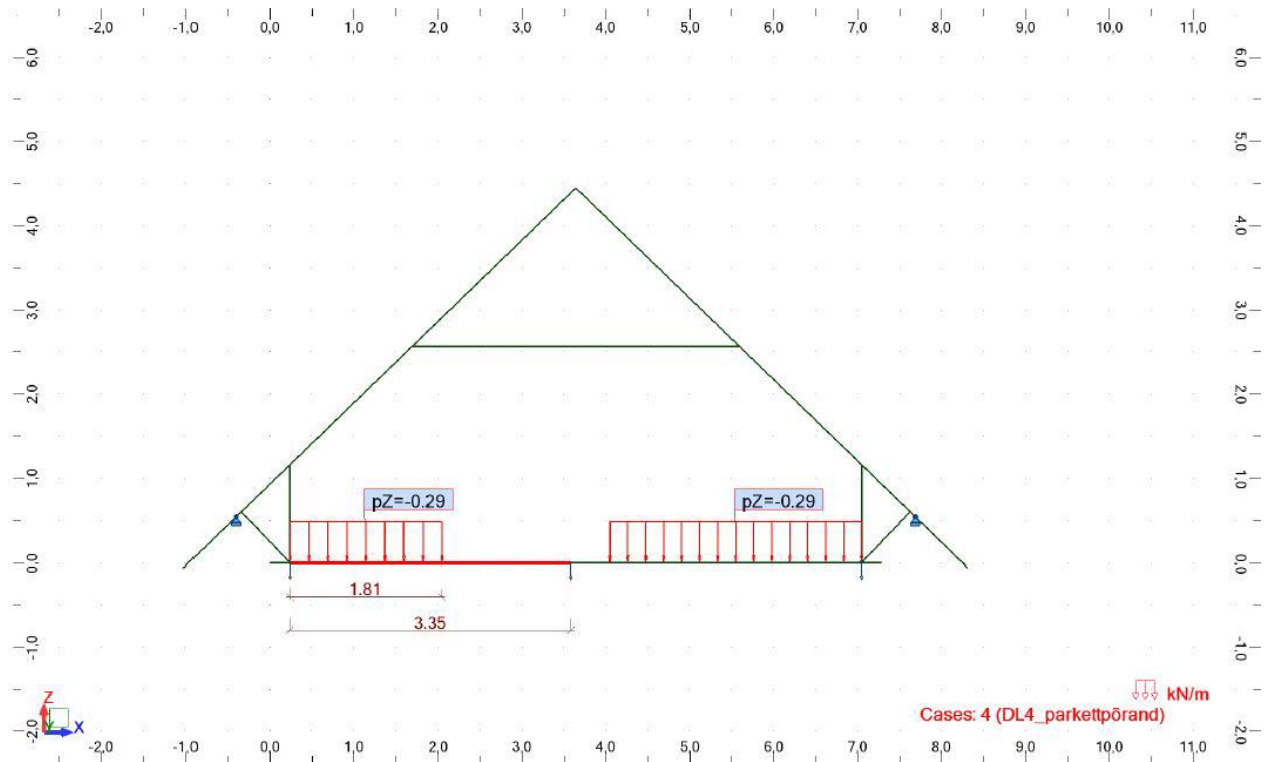
Soovitavad puitkonstruktsioonide piirläbivajumised läbipainete piirangutest kasutuspiir seisundis Eestis on esitatud standardis EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 [15, lk 128] tabelis NA.7.2 „Soovitavad piirläbipainded“. Läbipainde arvutustes on kasutatud ka ehituskonstruktori käsiraamatut [21]. Järgnevad arvutused on teostatud piirkonnas, kus vahelaetalale mõjuvad maksimaalsed koormused. Antud tala sildeava on 3350 mm. Samuti mõjub talale koormus ka esifassaadil olevalt vintskapi seinalt (vt. joonis 20, lk 75). Vintskapilt ülekantavaid koormusi arvestatakse kui punktkoormusi (olukorras, kus vintskapile mõjub omakaal ning maksimaalne lumekoormus, vt. joonis 23, lk 77). Kuna aga punktkoormused on nii tiheda sammuga ning mõjuvad kõik ühele vahelaetalale, siis jagatakse need läbi sammuga 600 mm ning saadakse koormus meetrile. Samuti arvestatakse ka eluruumide vahelae koormust (vt. joonis 21, lk 76) ning vannitubade vahelagede koormust (vt. joonis 22, lk 76).



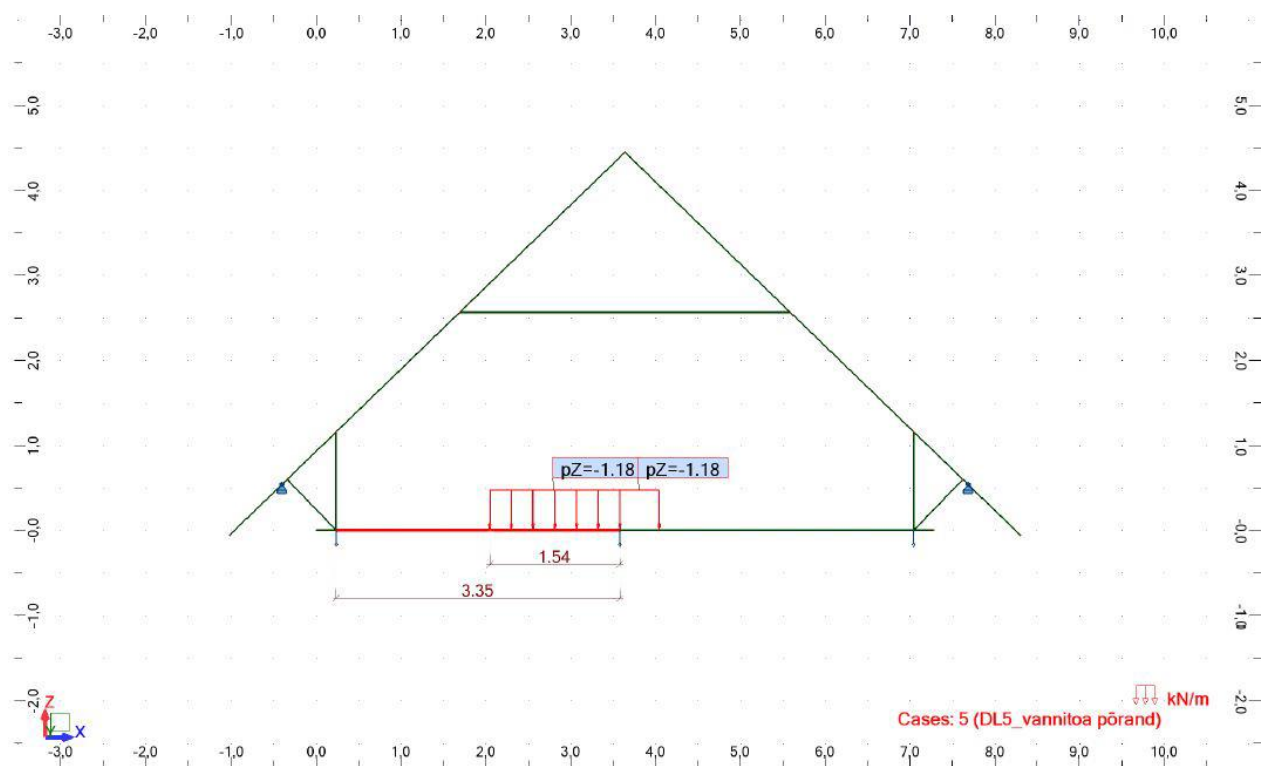
Joonis 19. Esifassaadil asuva vintskapi lõike 5-5 skeem (m)



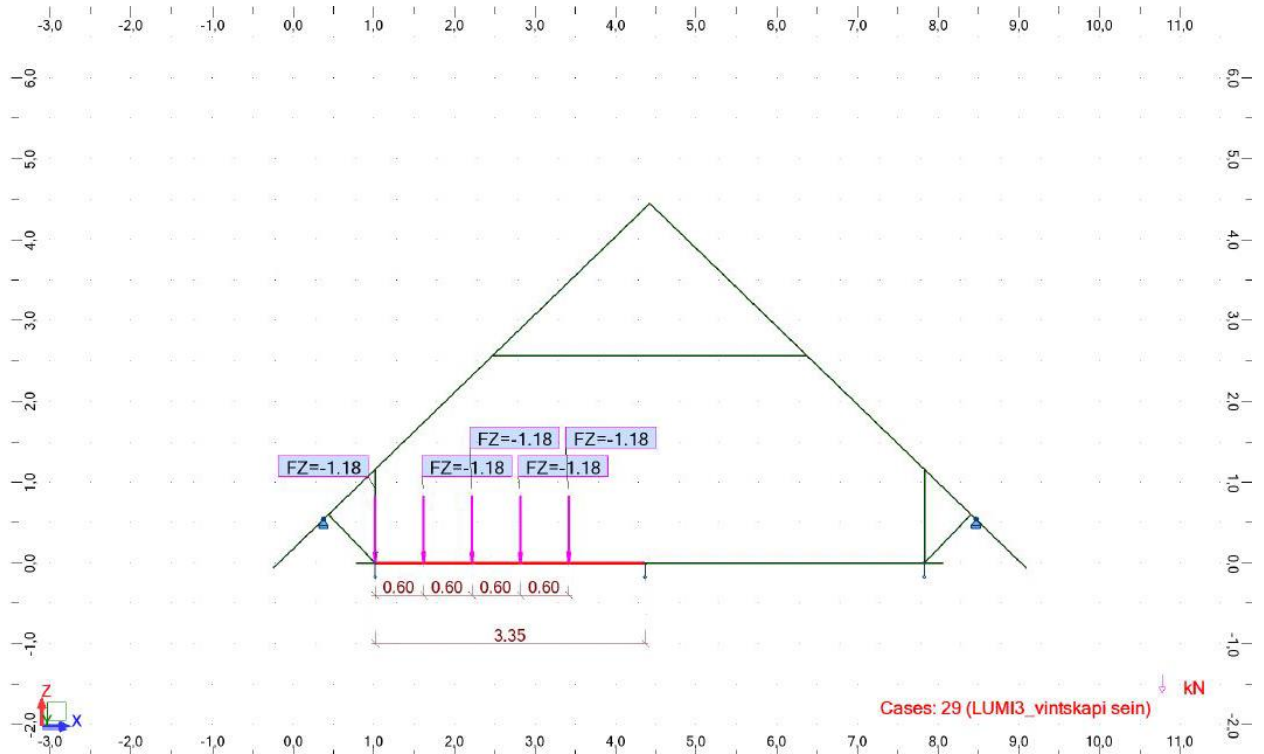
Joonis 20. Esifassaadil asuva vintskapi lõike 5-5 pikijõu epluur (kN)



Joonis 21. Vahelae omakaalukoormus elutoa põrandale (kN/m)



Joonis 22. Vahelae omakaalukoormus vannitoa põrandale (kN/m)



Joonis 23. Vahelae omakaalukoormus vintskapi seintelt (kN)

Alaliskoormused:

1,81 m sildeava ulatuses mõjub eluruumide põrandate omakaalukoormus 0,29kN/m ning 1,54 m sildeavast mõjub vannituba omakaalukoormus 1,18 kN/m.

- $g_{k,vahelagi,eluruum} = 0,29 \text{ kN/m}$ (vt. joonis 21)
- $g_{k,vahelagi,vannituba} = 1,18 \text{ kN/m}$ (vt. joonis 22)
- $g_{k,vahelagi,eluruum+vannituba} = 0,29 + 1,18 = 1,47 \text{ kN/m}$

Muutuvkoormused:

Arvestatud on A- koomusklassi kuuluva põranda normatiivse kasuskoormusega 2 kN/m², mis on läbi korrutatud sammuga s=600 mm. Samuti arvestatakse vintskapi seintelt (alalisest ning kasuskoormusest) ülekantud pikijõudu väärtusega 1,18kN (vt. joonis 20, lk 75).

- $q_{k,kasuskoormus} = 1,2 \text{ kN/m}$

Kuna vintskapilt tulevad punktkoormused on kindla sammuga 600 mm (vt. joonis 23), leitakse koormus meetrile.

- $q_{k,vintskapp} = 1,18 / 0,6 = 1,97 \text{ kN/m}$
- **Kokku:** $q_{k,kasuskoormus} + g_{k,vintskapp} = 1,2 + 1,97 = 3,17 \text{ kN/m}$

Muutuvast koormusest tingitud hetkeline läbipaine arvutatakse valemiga:

$$W_{inst} \leq \frac{L}{400} = \frac{3350}{400} = 8,38 \text{ mm} \quad ,\text{kus} \quad (37)$$

W_{inst} – hetkeline läbipaine [mm].

Muutuvast ja alalisest koormusest tingitud lõplik läbipaine arvutatakse valemiga:

$$W_{net,fin} \leq \frac{L}{300} = \frac{3350}{300} = 11,17 \text{ mm} \quad ,\text{kus} \quad (38)$$

$W_{net,fin}$ – lõplik netoläbipaine [mm].

Läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest arvutatakse valemiga:

$$W_{inst,G} = \frac{5 \cdot g_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 1,47 \cdot 3350^4 \cdot 12}{384 \cdot 8000 \cdot 200 \cdot 200^3} = 2,26 \text{ mm} \quad (39)$$

$$W_{inst,Q} = \frac{5 \cdot q_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 3,17 \cdot 3350^4 \cdot 12}{384 \cdot 8000 \cdot 200 \cdot 200^3} = 4,87 \text{ mm} \quad ,\text{kus} \quad (40)$$

Läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest arvestades roomedeformatsioone arvutatakse valemiga:

$$W_{fin,G} = W_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = 2,26 \cdot (1 + 0,6) = 3,62 \text{ mm} \quad (41)$$

$$W_{fin,Q} = W_{inst,Q} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) = 4,87 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 5,75 \text{ mm} \quad ,\text{kus} \quad (42)$$

k_{def} – tegur, mis võtab arvesse rõõme ja niiskuse koosmõjust tekkinud deformatsioone ajas

$k_{def} = 0,6$ (1.klassi kuuluvatel hoonetel, saepuit)

Lõplik läbipaine arvutatakse valemiga:

$$W_{fin} = W_{fin,G} + W_{fin,Q} = 3,62 + 5,75 = 9,37 \text{ mm} \quad (43)$$
$$W_{fin} < \frac{L}{300} \rightarrow 9,37 \text{ mm} < 11,17 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

Seega jääb vahelae läbipaine lubatud piiridesse !

2.2.6 Hoone esifassaadil asuv vintskapp

Rekonstrueeritaval hoonel asuvad nii ida kui ka lääne küljes vintskapid. Kuna hoone vintskappide lahendused on analoogsed, siis otsustati diplomitöö käigus teostada tugevusarvutused esifassaadil asuvalle suurimale ning keerukamale vintskapile. Arvutused teostatakse kriitilisemale vintskapi lõikele 6-6 (vt joonis 24, lk 81). Lõike asukoht on näidatud töö lisa (vt. lisa 5, „katusekandjate plaan“, joonise number 14). Arvutuste teostamisel lähtutakse standarditest EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [10], EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA: 2009 [15] ning ehituskonstruktori käsiraamatust [21]. Esifassaadil asuva vintskapi keerukuse asjaolu on tingitud tema laiuusest, milleks on 9,56 m. Vintskapi välimised seinad toetuvad vahelaetaladele, mille all on esimese korruse maakivist kandvad seinad ning mis võtavad vastu vintskappidelt tuleneva koormuse. Kuna vintskapi ning katuse vahelises neeluosas tekivad suured koormused lume kuhjumise tõttu, ning samuti kahe äärmise vintskapi kandva seina vaheline sille on suur, paigaldatakse kõige kriitilisemasse piirkonda alumisse vöösse liimpuittala mõõtmetega 160x160 mm. Ruutristlõige on valitud põhjusel, kuna jõud tulenevalt sarikate koormusest mõjub diagonaalis (vt. joonis 25, lk 81) ning paindemomendiga koos esineb ka survejõud, mis koos tekitavad talasse põikväände. See tala võtab vastu nii lumekuhjumisest tuleneva koormuse kui sa sarikate koormuse. Kriitilises lõikes on vajalik paigaldada suurtest koormusest tulenevalt ka topeltsarikad mõõtmetega 50x200 mm. Kuna sarikate sille on 5 meetrit, siis on vajalik topeltsarika ning liimpuittala vahele projekteerida sõrestikkonstruksioon, et sarika kandevõime ning normidekohane läbipaine oleks tagatud. Seega töötab tala kui ferm. Ülejäänud vintskapi osas (vt. joonis 19 lk 75, joonis 20 lk 75), kus mõjub vaid omakaalukoormus, lumekoormus ning tuulekoormus, ehitatakse toolvark. Konstruksiooni kasutusklass on 1. Sõrestike ning sarikate jaoks kasutatakse saematerjali C22. Fermi alumise vöö liimpuittala tugevusklassiga GL28h tugevusomadused vastavalt standardile EVS-EN 14080:2013. [18]

Tugevusklass GL28h

- Paindetugevus $f_{m,g,k} = 28 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Tõmbetugevused:
 - Pikikiudu $f_{t,0,g,k} = 19,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 - Ristikiudu $f_{t,90,g,kk} = 0,45 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

- Survetugevused
 - Pikikiudu $f_{c,0,g,k} = 26,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
 - Ristikiudu $f_{c,90,g,k} = 3,0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Nihketugevus $f_{v,g,k} = 3,2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$
- Elastsuusmoodul $E_{0,g,05} = 10200 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ (5% pikikiudu)

2.2.6.1 Koormuskombinatsioon

Esifassaadil asuva vintskapi tugevusarvutused toestatakse vastavalt kõige ohtlikuma koormuskombinatsiooni alusel. Standardi EVS-EN 1990:2002+NA:2002 [10] kohaselt leitud kandepiirseisundi koormuskombinatsioonidest vastavalt valemile 1 kujuneb ohtlikumaks kandepiirseisundi koormuskombinatsiooniks järgnev:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi,neeluosast}$$

$$1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot Q_{k,lumi,neeluosast} \quad ,kus$$

Osavarutegurite väärtused kandepiirseisundis alalises ja ajutises arvutusolukorras on vastavalt Ehituskonstruktori käsiraamatus tabelile 8.2 ning 8,4 [21, lk 182-183]

$$\gamma_G = 1,2$$

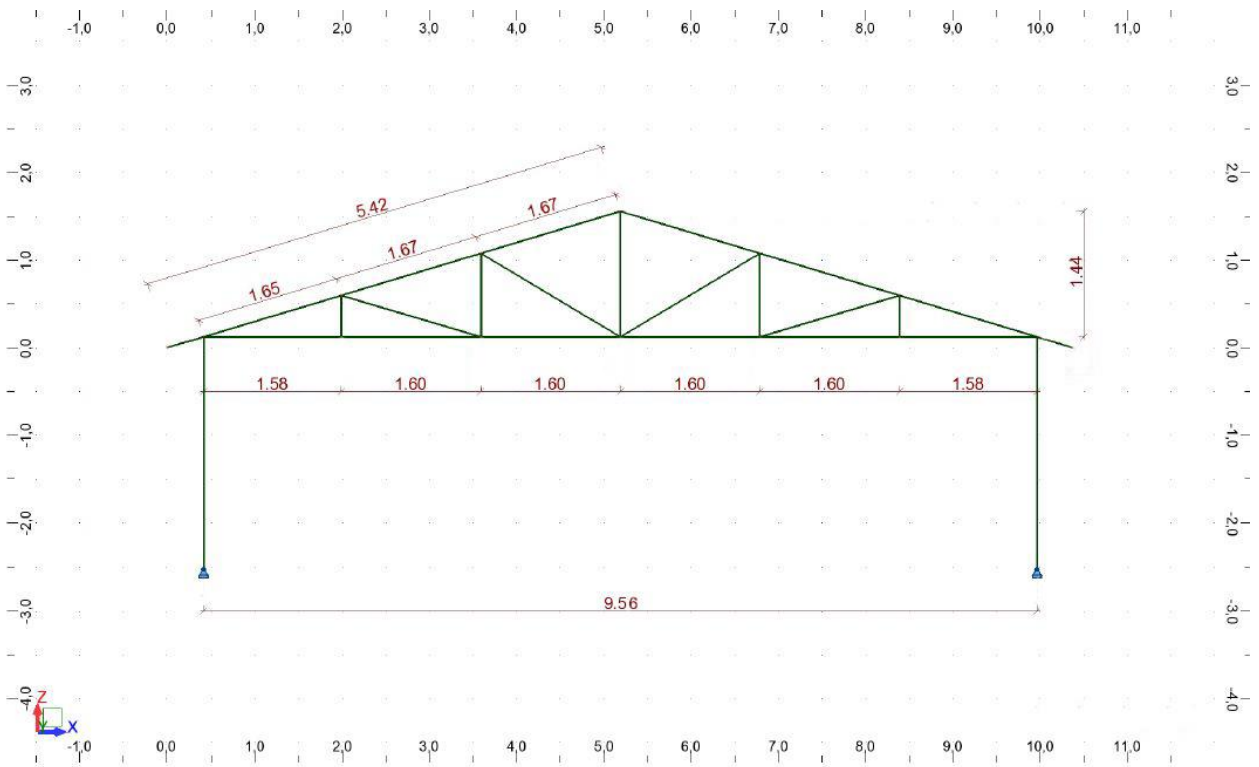
$$\gamma_Q = 1,5$$

$$\Psi_{0,lumi} = 0,5$$

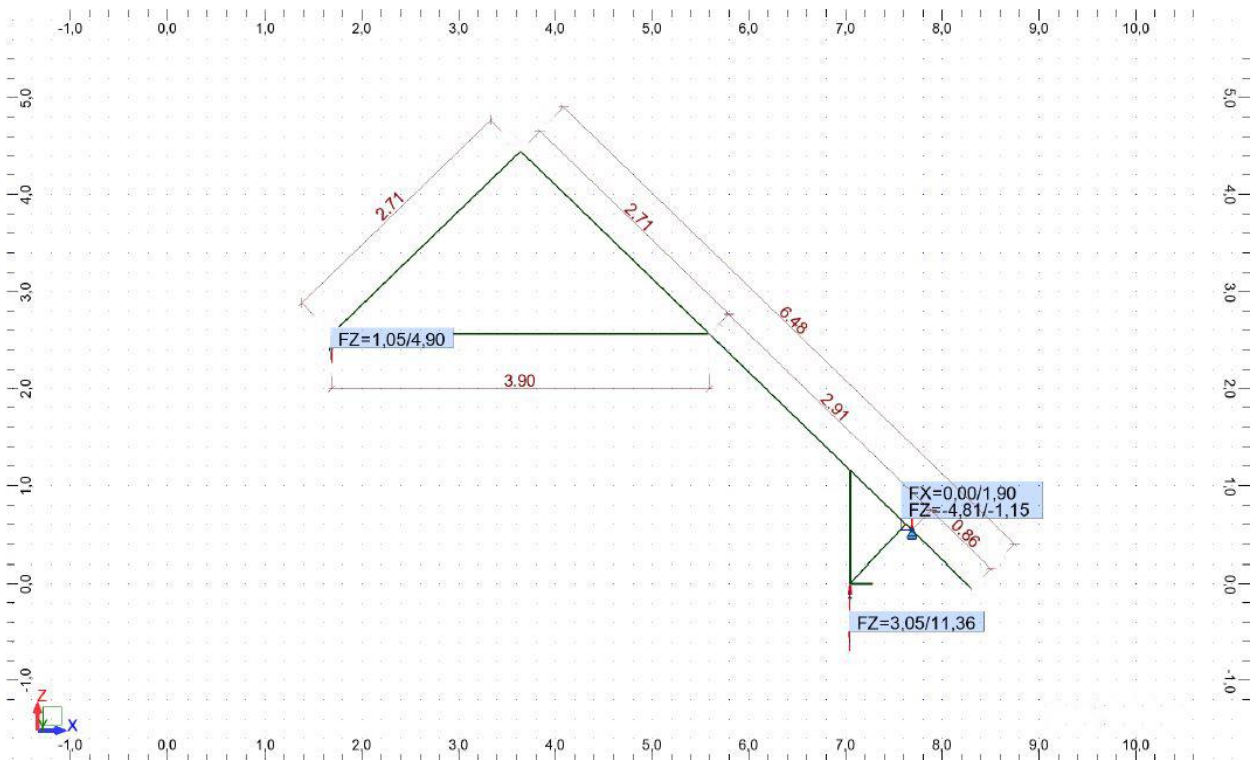
$$k_{mod} = 0,8 \text{ (keskkestev)}$$

2.2.6.2 Epüürid

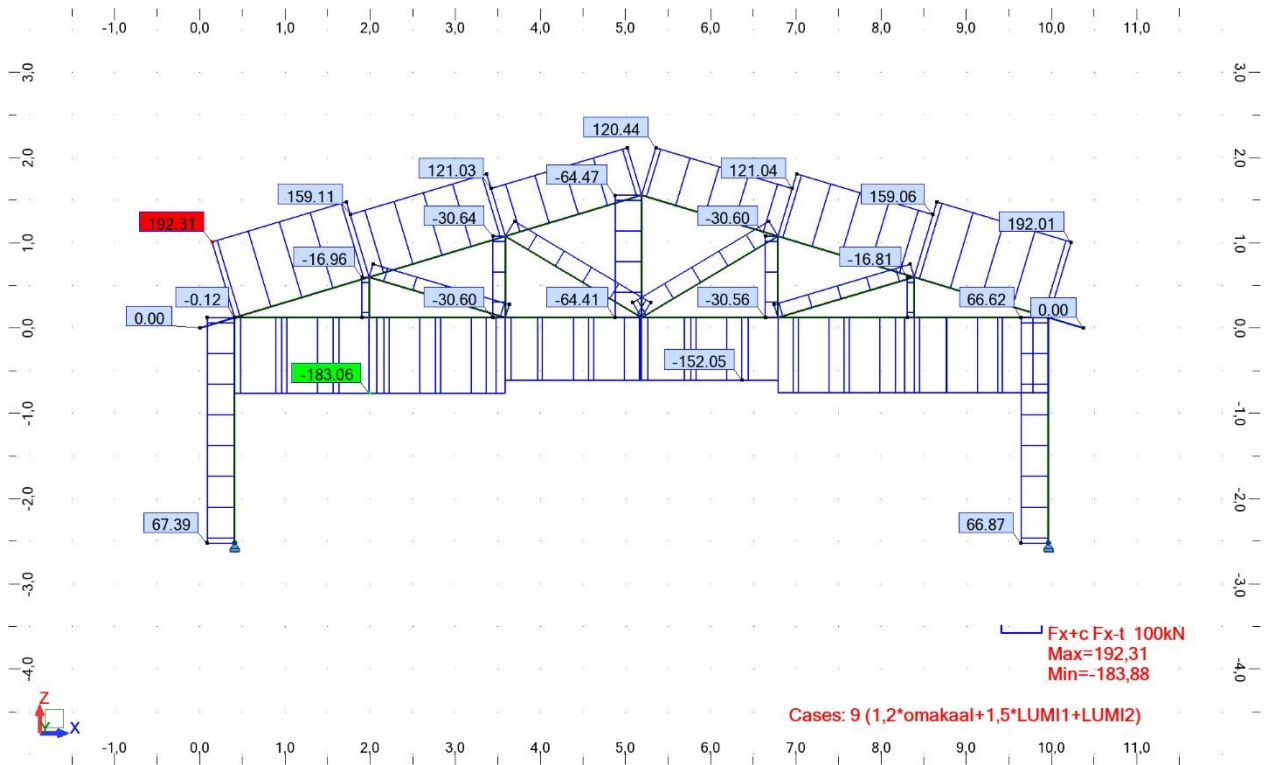
Kriitilise lõike 6-6 avatuskeem, külgvaade, pikijõu, alumisele vööle punktkoormustena mõjuvad jõud, põikjõu ja paindemomendi epüür on esitatud alljärgnevatel joonistel (vt. joonis 24, joonis 25, joonis 26, joonis 27, joonis 28, joonis 29), kasutades programmi ARSAP 2014.



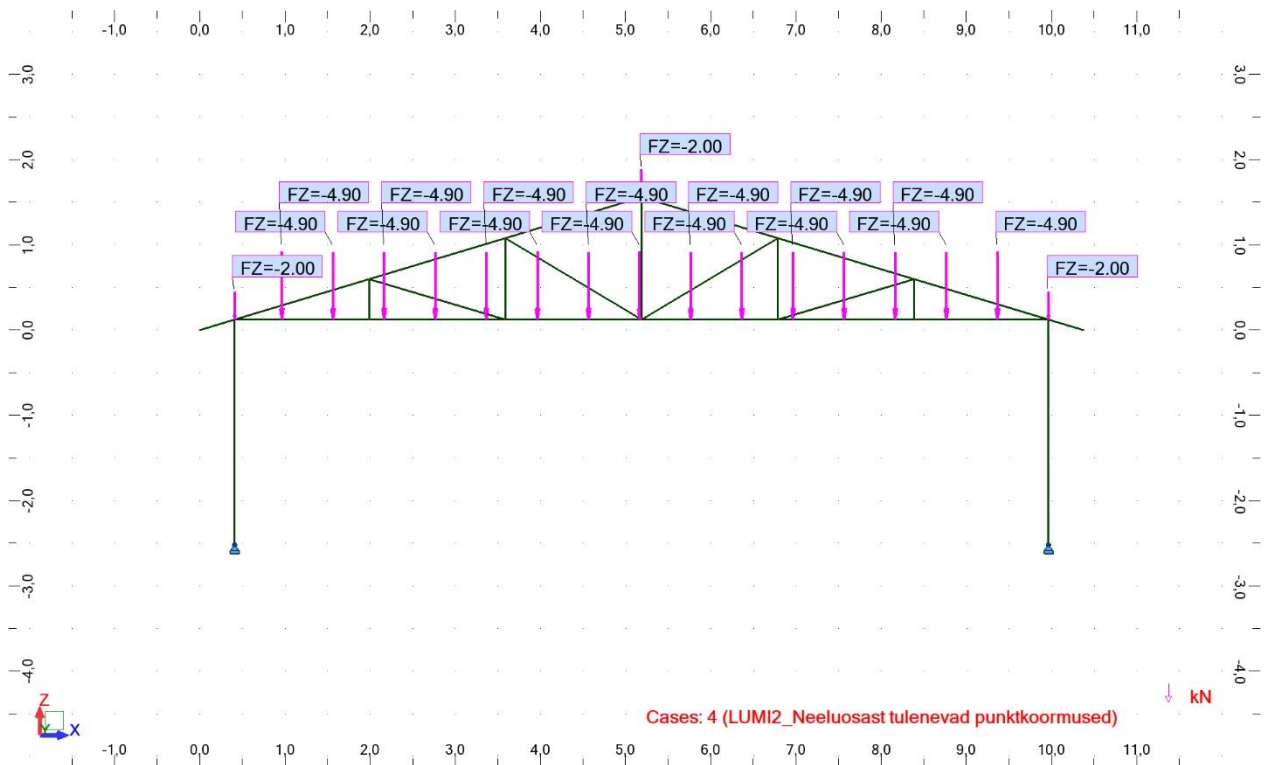
Joonis 24. Esifassaadil asuva vintskapi kriitilise lõike 6-6 arvutuskeem (m)



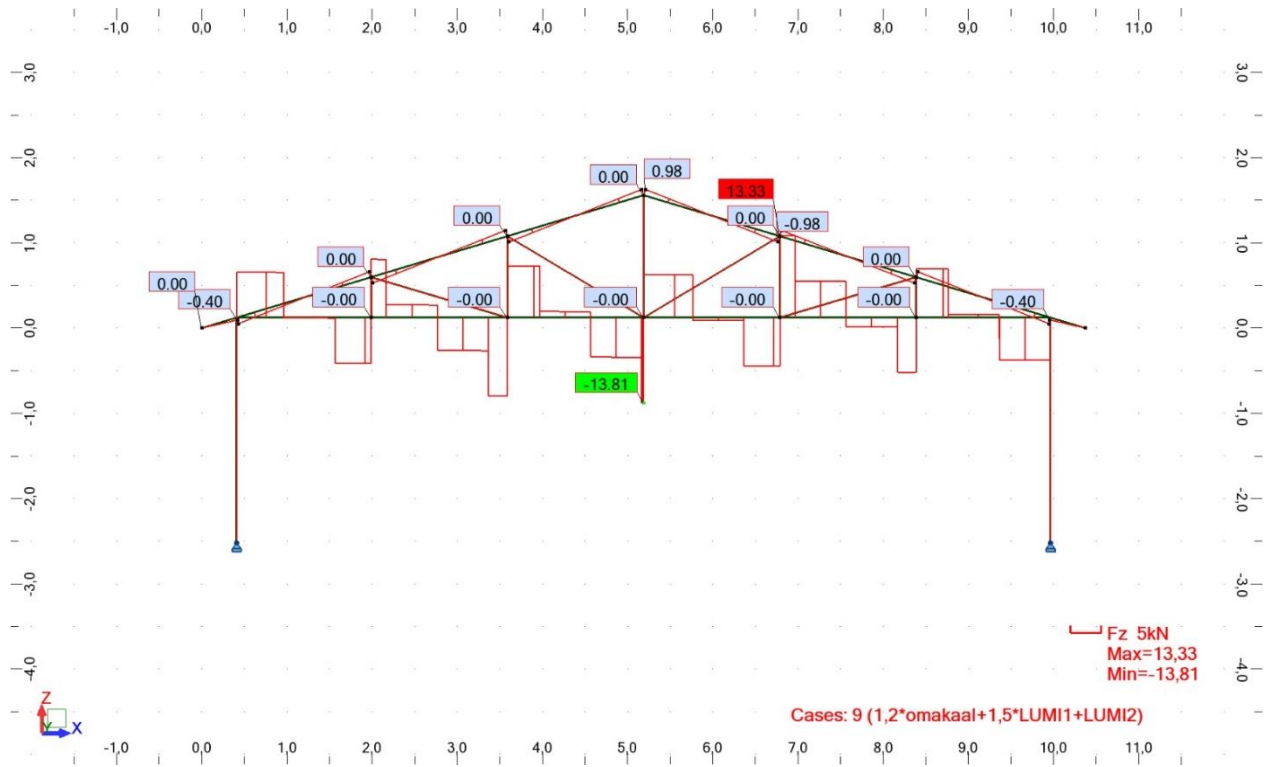
Joonis 25. Esifassaadil asuva vintskapi külgsaade (m)



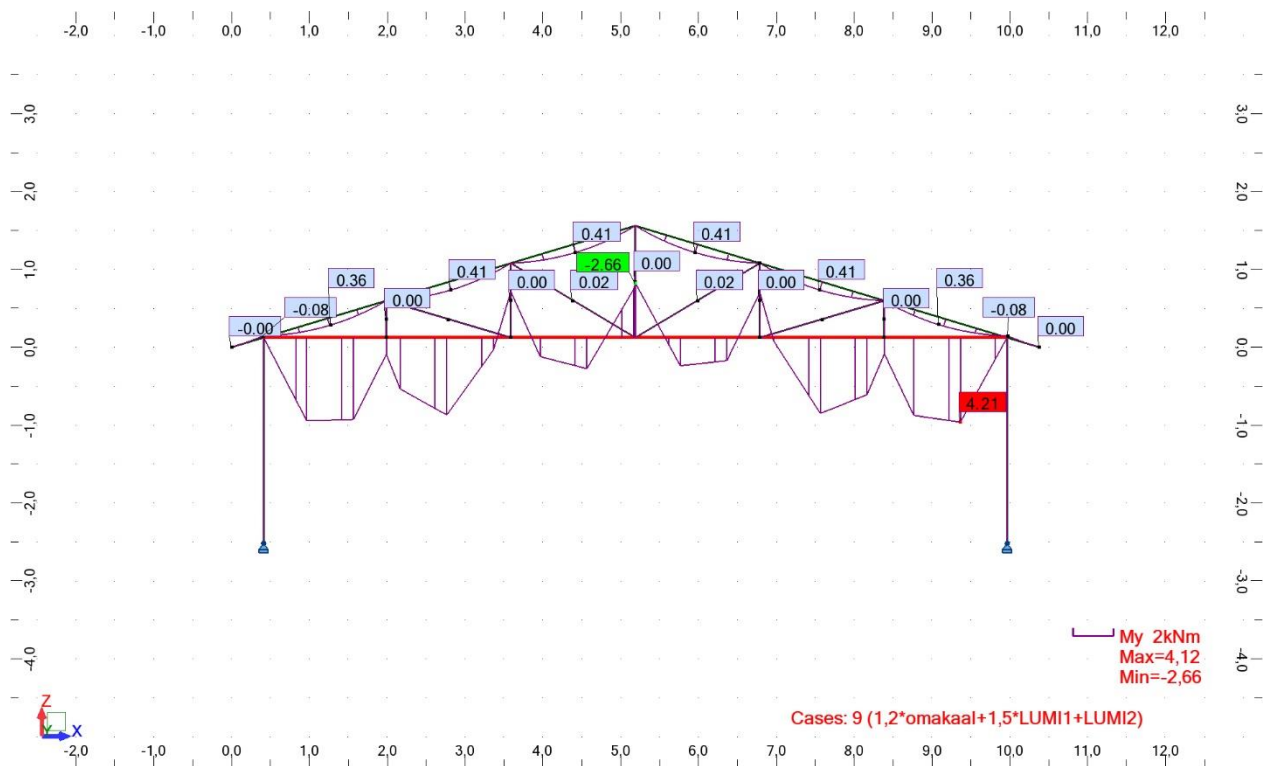
Joonis 26. Esifassaadil asuva vintskapi kriitilise lõike 6-6 pikijõu epüür (kN)



Joonis 27. Esifassaadil asuva vintskapi kriitilisele lõikele 6-6 alumisele vööle mõjuvad jõud punktkoormustena (kN)



Joonis 28. Esifassaadil asuva vintskapi kriitilise lõike 6-6 põikjõu epüür (kN)



Joonis 29. Esifassaadil asuva vintskapi kriitilise lõike 6-6 paindemomendi epüür ($kN \cdot m$)

2.2.6.3 Esifassaadil asuva vintskapi fermi alumise vöö kandevõime tõmbele koos paindega

Kontrollitakse kriitilises lõikes liimpuittalaks valitud 160x160 mm (vt. joonis 30) puittala tõmbe- ja paindekandevõimet kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsiooni korral:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi,neetuosasa}$$

Tõmbe ning paindekandevõime puhul peab olema rahuldatud järgmine tingimus [15, lk 39]

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad ,kus \quad (36)$$

$f_{m,y,d}; f_{m,z,d}$ – pikikiudu survetugevuse arvutusväärtus [N/mm²];

$\sigma_{t,0,d}$ – pikikiudu tõmbepinge arvutusväärtus [N/mm²];

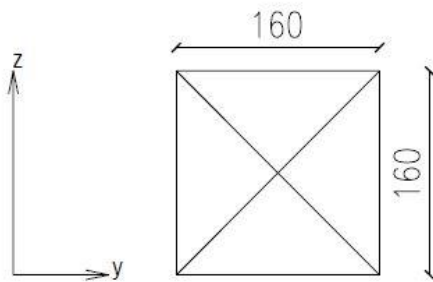
$f_{t,0,d}$ – pikikiudu tõmbetugevuse arvutusväärtus [N/mm²];

$\sigma_{m,y,d}; \sigma_{m,z,d}$ – arvutuslikud paindepinged peatelgede suhtes [N/mm²];

k_m – tegur, mis arvestab pingete ümberjagunemist ja materjali mittehomoogeensust.

Teguri k_m väärtus tuleks võtta järgmiselt:

- Täisnurkse ristlõike korral: $k_m = 0,7$
- Muu ristlõike korral: $k_m = 1$



Joonis 30. Fermi alumise vöö ristlõige 160x160 mm

Ristlõike parameetrid arvutatakse valemiga 16:

$$A_{ef} = b \cdot h = 160 \cdot 160 = 25600 \text{ mm}^2$$

Painet z- telje sihis ei toimu, kuna laelaudis tagab stabiilsuse.

Ristkülikulise lamell- liimpuidu jaoks on viitekõrgus paindel või viitelaius tõmbel 600 mm. Nende ristlõikekõrguste puhul paindel ja laiuste puhul tõmbel, mis on lamell- liimpuidul väiksemad kui 600 mm, võib vastavaid normväärtusi $f_{m,k}$ ja $f_{t,o,k}$ suurendada teguriga k_h , mis leitakse järgmiselt:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \rightarrow \min \left\{ \left(\frac{600}{160} \right)^{0,1} \rightarrow 1,1 \right. \right.$$

$$k_{h,y} = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \rightarrow \min \left\{ \left(\frac{600}{160} \right)^{0,1} \rightarrow 1,1 \right. \right.$$

Puidu arvutuslik tõmbetugevus arvutatakse valemiga 34:

$$f_{t,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,o,k}}{\gamma_m} \cdot k_h = 0,8 \cdot \frac{19,5}{1,25} \cdot 1,1 = 13,73 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik tõmbepinge pikikiudu arvutatakse valemiga 35:

$$N_{Ed} = 183,06 \cdot 10^3 \text{ kN (vt. joonis 26, lk 82)}$$

$$\sigma_{t,o,d} = \frac{N_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{183,06 \cdot 10^3}{25600} = 7,15 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik paindetugevus arvutatakse valemiga 24:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,y,k}}{\gamma_m} \cdot k_{h,y} = 0,8 \cdot \frac{28}{1,25} \cdot 1,1 = 19,71 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik vastupanumoment arvutatakse valemiga 25:

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{160 \cdot 160^2}{6} = 68,3 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

Puidu arvutuslik paindepinge arvutatakse valemiga 23:

$$M = 4,21 \text{ kN} \cdot \text{m (vt. joonis 29, lk 83)}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{ed}}{W_y} = \frac{4,21 \cdot 10^6}{68,3 \cdot 10^4} = 6,16 \text{ N/mm}^2$$

KONTROLL: Tugevustingimus paindekandevõimele (paine ümber z- telje ümber on takis-
tatud) vastavalt valemile 36:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{7,15}{13,73} + \frac{6,16}{19,71} + 0 \leq 1 = \mathbf{0,83} < \mathbf{1} \quad \mathbf{OK!}$$

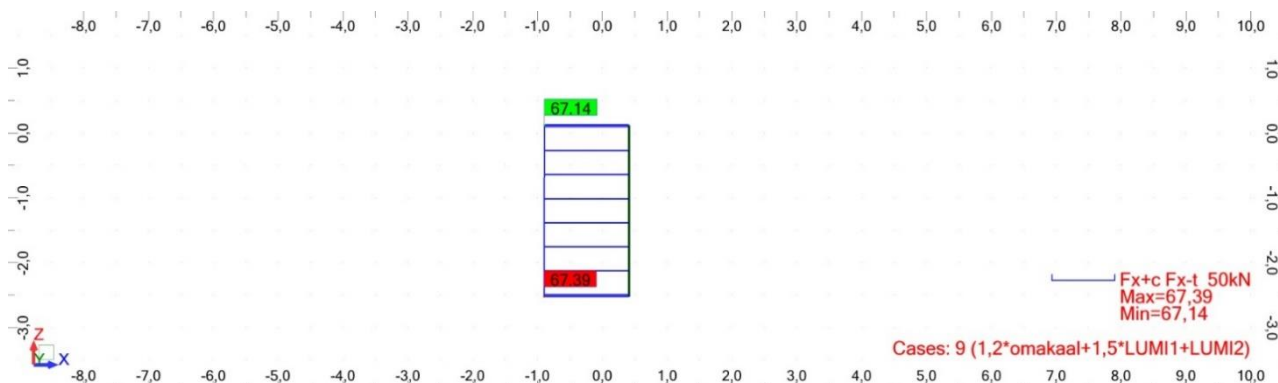
Seega on fermi alumise vöö kandevõime tõmbele koos paindega tagatud !

2.2.6.4 Esifassaadil asuva vintskapi otsapostide kandevõime survele

Esifassaadil oleva vintskapi alumise vöö 160x160 mm ristlõikega liimpuittala toetavad ottest otsaseinad, mis omakorda ulatuvad 1. korruse kandvatele seintele (vt. joonis 24 lk 81). Posti ristlõige on saepuidust, ristlõikega 150x150 mm (vt. joonis 32, lk 87). Postide arvutus pikkus $l_{ef,y} = 2910 \text{ mm}$. Kontrollitakse posti kandevõimet survele kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsiooni korral:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,neeluosa}$$

Esifassaadil oleva vintskapi otsapostide pikijõu epüür on esitatud alljärgneval joonisel, kasutades programmi ARSAP 2014.



Joonis 31. Posti ristlõige 150x150 mm

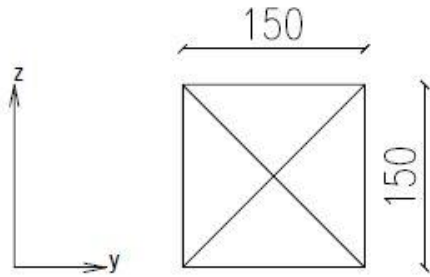
Survekandevõime puhul pikikiudu peab olema rahuldatud tingimus (15, lk 35)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y(z)} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \tag{35}$$

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

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

$k_{c,y(z)}$ – nõtketegur peatelje suhtes [N/mm²].



Joonis 32. Posti ristlõige 150x150 mm

Ristlõike parameetrid arvutatakse valemiga 16:

$$A_{ef} = b \cdot h = 150 \cdot 150 = 22500 \text{ mm}^2$$

Inertsimomendid telgede suhtes arvutatakse valemiga 17:

$$I_{y(z)} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{150 \cdot 150^3}{12} = 42,19 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Inertsiraadiused telgede suhtes arvutatakse valemiga 18:

$$i_{y(z)} = \sqrt{\frac{I_{y(z)}}{A_{ef}}} = \sqrt{\frac{42,19 \cdot 10^6}{22500}} = 43,30 \text{ mm}$$

Otsapostide arvutusliku osa pikkus:

$$l_{ef,y(z)} = 2640 \text{ mm}$$

Posti saledused telgede suhtes arvutatakse valemiga 19:

$$\lambda_{y(z)} = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{2640}{43,30} = 60,97$$

Suhteline saledused arvutatakse valemiga 20:

$$\lambda_{rel,y(z)} = \frac{\lambda_{y(z)}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{60,97}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{20}{6700}} = 1,06 > 0,3$$

→seega on tegu saleda vardaga ning kande võime peab rahuldama tingimust 15.

Ebastabiilsustegur $k_{c,y}$ arvutatakse valemiga 21:

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y(z)} - 0,3) + \lambda_{rel,y(z)}^2] = \\ = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,06 - 0,3) + 1,06^2] = 1,14$$

β_c on tegur, mis on saepuidu puhul 0,2 ning spoonliimpuidu puhul 0,1

Nõtketegur arvutatakse valemiga 22:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,14 + \sqrt{1,14^2 - 1,06^2}} = 0,64$$

Puidu arvutuslik survetugevus arvutatakse valemiga 23:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{20}{1,3} = 12,31 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik vastupanumoment arvutatakse valemiga 25:

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 150^2}{6} = 56,25 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

Puidu arvutuslik suvepinge arvutatakse valemiga 26:

$N_{ed} = 67,39 \text{ kN}$ (vt. joonis 31, lk 86)

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed}}{A_{ef}} = \frac{67,39 \cdot 10^3}{22500} = 3,00 \text{ N/mm}^2$$

KONTROLL: Tugevustingimus survele vastavalt valemile 35:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{3,00}{0,64 \cdot 12,31} + 0 \leq 1 = \mathbf{0,38 < 1 \text{ OK!}}$$

Seega on posti kandevõime survele tagatud !

Arvustulemusest järeldub, et post on üle dimensioneeritud ning võimalik oleks kasutada ka 125x125 mm ristlõikega prusse. Siiski kasutatakse 150x150 mm ristlõiget. Põhjuseks on see, et sõlme oleks mugavam valmistada, kuna fermi alumine vöö, mida postid toetavad, on ristlõikega 160x160 mm. Ning oluliseks teguriks on ka see, et hoone omanikul/tellijal on vastava ristlõikega saematerjal olemas ning soov seda hoone rekonstrueerimisel kasutada.

2.3 Arvutustulemused

Käesoleva töö raames teostati tugevusarvutused katusekonstruktsioonide, vahelaekonstruktsioonidele ning esifasaadil asuva vintskapi kriitilistele elementidele, kasutades sisejõudude leidmiseks programmi ARSAP 2014. Kuna mahu kokkuhoidmise eesmärgil on diplomitöös välja toodud ning kajastatud vaid kriitiliste elementide kandevõimearvutused, esitatakse koondtabelis 14, lk 90 kõigi kriitiliste konstruktsioonelementide arvutustulemused.

Kuigi ristlõiked on üle dimensioneeritud, ei vähendata nende ristlõiget. Seda põhjusel, kuna diplomitöö koostamise käigus arvestati rekonstrueeritava hoone omanikul/tellijal olemasoleva puitmaterjaliga.

Järgnevalt tuuakse välja töös kõige kriitilistemaks osutunud ning tabelis 14, lk 90 kajastatavad koormuskombinatsioonid lahti kirjutatult:

$$\mathbf{KK\ 1:} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,kasuskoormus} \cdot Q_{kasuskoormus}$$

$$\mathbf{KK\ 2:} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,kasuskoormus} \cdot Q_{kasuskoormus}$$

$$\mathbf{KK\ 3:} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{kasuskoormus} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \Psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul}$$

$$\mathbf{KK\ 4:} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi,neeluosast}$$

$$\mathbf{KK\ 5:} \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi}$$

Tabel 14. Koondtabel töös teostatud tugevusarvutustest

Hoone osa	Konstruksiooni-element	Tugevus-klass	Ristlõige (mm)	Samm (mm)	Koormuskombinatsioon	Määrav piir seisund	Tugevustingimus
Katusekonstruktsioonid	Sarikas	C22	50x200	600	KK1	Surve+ Paine	0,47 < 1
	Penn	C22	50x150	600	KK2	Surve+ Paine	0,36 < 1
	Vertikaalsed jäikussidemed	C22	50x200	600	KK1	Surve+ Paine	0,08 < 1
	Jäikussidemed vahelae ning sarika vahel	C22	50x100	600	KK1	Tõmme	0,06 < 1
Vahelae konstruktsioonid	Vahelaetala	C16	200x200	600	KK3	Tõmme+ Paine	0,49 < 1
Vintskapp esifassaadil							
<i>Lõige 6-6 (kriitiline vintskapi lõige)</i>	Sarikas	C22	2x50x200	-	KK4	Surve+ Paine	0,86 < 1
	Fermi alumine vöö	GL28h	160x160	-	KK4	Tõmme+ Paine	0,83 < 1
	Tugipostid otsaseintes	C22	150x150	-	KK4	Surve+ Paine	0,38 < 1
	Sõrestiku vertikaaljäikussidemed	C22	50x150	-	KK4	Tõmme	0,86 < 1
	Sõrestiku jäikussidemed nurga all	C22	50x150	-	KK4	Surve+ Paine	0,54 < 1
<i>Lõige 5-5 (ülejäanud vintskapi osa)</i>	Sarikas	C22	50x200	600	KK5	Surve+ Paine	0,39 < 1
	Laetala	C22	50x150	600	KK5	Tõmme+ Paine	0,45 < 1
	Otsaseinad	C22	50x150	600	KK5	Surve	0,10 < 1
	Vaheseinad	C22	50x150	600	KK5	Surve	0,2 < 1
	Toolvärk-vertikaal	C22	50x100	600	KK5	Tõmme	0,2 < 1
	Toolvärk-horisontaal	C22	50x100	600	KK5	Surve+ Paine	0,85 < 1

3 VÄLISSEIN DIFUSIOONIARVUTUS

3.1 Üldosa

Piirdetarindi difusiooniarvutuse eesmärk on kindlaks teha, kas difusiooni tõttu tekib kondensvett tarindis või mitte. Käesolevas projektis on koostatud soojustatud välisseinale Glaseri meetodil põhinevad kondenseerumise riski arvutused, tänu millele on võimalik kondensvee tekkekoht välja arvutada. Arvutused on koostatud ET-2 0404-0764 „Välisseina difusiooniarvutus“ põhjal. [20]

Raamtingimused on määratud standardi DIN 4108-3 järgi, kus talvel on välistemperatuur -10°C (suhteline niiskus 80%) ning sisetemperatuur 20°C (relatiivne niiskus 50%)

Materjalikihtide soojaerijuhtivused ning difusioonitakistuskonstandid võetakse standardist EVS-EN ISO 10456:2008 [16] ja Isoveri toodete koondtabelist [22]

3.1.1 Välisseina kondenseerumise riski arvutus

Küllastunud auru rõhk arvutatakse järgnevate valemitega:

a) Temperatuuridel 0 kuni $+30^{\circ}\text{C}$:

$$p_s = 288,68 \cdot \left(1,098 + \frac{\theta}{100}\right)^{8,02} = 288,68 \cdot \left(1,098 + \frac{20}{100}\right)^{8,02} \quad (36)$$
$$= 2338 \text{ Pa}$$

b) Temperatuuril -20 kuni 0°C :

$$p_s = 4,689 \cdot \left(1,486 + \frac{\theta}{100}\right)^{12,30} = 4,689 \cdot \left(1,486 + \frac{-10}{100}\right)^{12,30} \quad ,\text{kus} \quad (37)$$
$$= 260 \text{ Pa}$$

θ - temperatuur

Küllastunud auru rõhk on maksimaalne võimalik õhus sisalduva veeauru rõhk antud temperatuuril, mil relatiivne niiskus on 100 %. Relatiivne õhuniiskus on õhus sisalduva veeauru koguse suhe veeauru küllastuskogusesse või vastavalt veeauru osarõhu suhe küllastusrõhku.

Veeauru osarõhk ehk partiaalarõhk ruumis arvutatakse järgneva valemiga:

$$p = p_s \cdot \varphi \quad ,\text{kus} \quad (38)$$

p - veeauru partiaalarõhk [Pa]

p_s - küllastunud auru rõhk [Pa]

φ – relatiivne õhuniiskus [%]

Temperatuuril 20 °C:

$$P = 2338 \cdot 0,5 = 1169 \text{ Pa} \quad ,\text{kus} \quad (39)$$

Temperatuuril -10 °C:

$$P = 260 \cdot 0,8 = 208 \text{ Pa} \quad ,\text{kus} \quad (40)$$

Materjalikihi aurutakistus arvutatakse valemiga:

$$S_{d,n} = \mu_n \cdot d_n \quad ,\text{kus} \quad (41)$$

μ_n - materjali difusioonitakistuskonstant

d_n - materjalikihi paksus, [m].

Materjalikihi soojatakistus arvutatakse valemiga:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n} \quad ,\text{kus} \quad (42)$$

λ_n - materjalikihi soojaerijuhtivus

Materjalikihi temperatuuridiferents arvutatakse valemiga:

$$\Delta\theta = R_n \cdot (\theta_i - \theta_a) \cdot U \quad ,\text{kus} \quad (43)$$

θ_i - sisetemperatuur

θ_a - välistemperatuur

U - tarindi soojajuhtivus

Tarindi soojajuhtivus arvutatakse valemiga:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad ,\text{kus} \quad (44)$$

R_T - tarindi soojatakistus.

Vastavalt ehituskonstruktori käsiraamatu jaotisele 7.6.1 [21, lk 154], käsitletakse tuulutusea õhkvaheena ka õhkvahet, milles õhuvool on tõkestatud ja mille avade pindala ei ületa 500 mm^2 kas vertikaalse õhkvahe 1 m pikkuse või horisontaalse õhkvahe välispinna 1 m^2 pindala kohta. Ka tellisvodri dreanaažiks jäetud tühje püstvuuke ei käsitata tuulutuseavadena. Kui eelnevalt nimetatud avade pindala ületab 1500 mm^2 kas vertikaalse õhkvahe 1 m pikkuse või horisontaalse õhkvahe välispinna 1 m^2 pindala kohta, siis jäetakse nii õhkvahe kui ka selles väljaspool paiknevad materjalikihid soojapidavuses arvestamata, kuid välispinna soojatakistuseks võetakse $0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$. Sisepinna soojatakistus võetakse Ehituskonstruktori käsiraamatus toodud tabelist 7.16. [21, lk 153]

Vastavalt valemitele 36-44 koostatakse alljärgnev piirde niiskusrežiimi arvutustabel 15:

Tabel 15. Päärde niiskusrežiimi arvutustabel Glaseri meetodil.

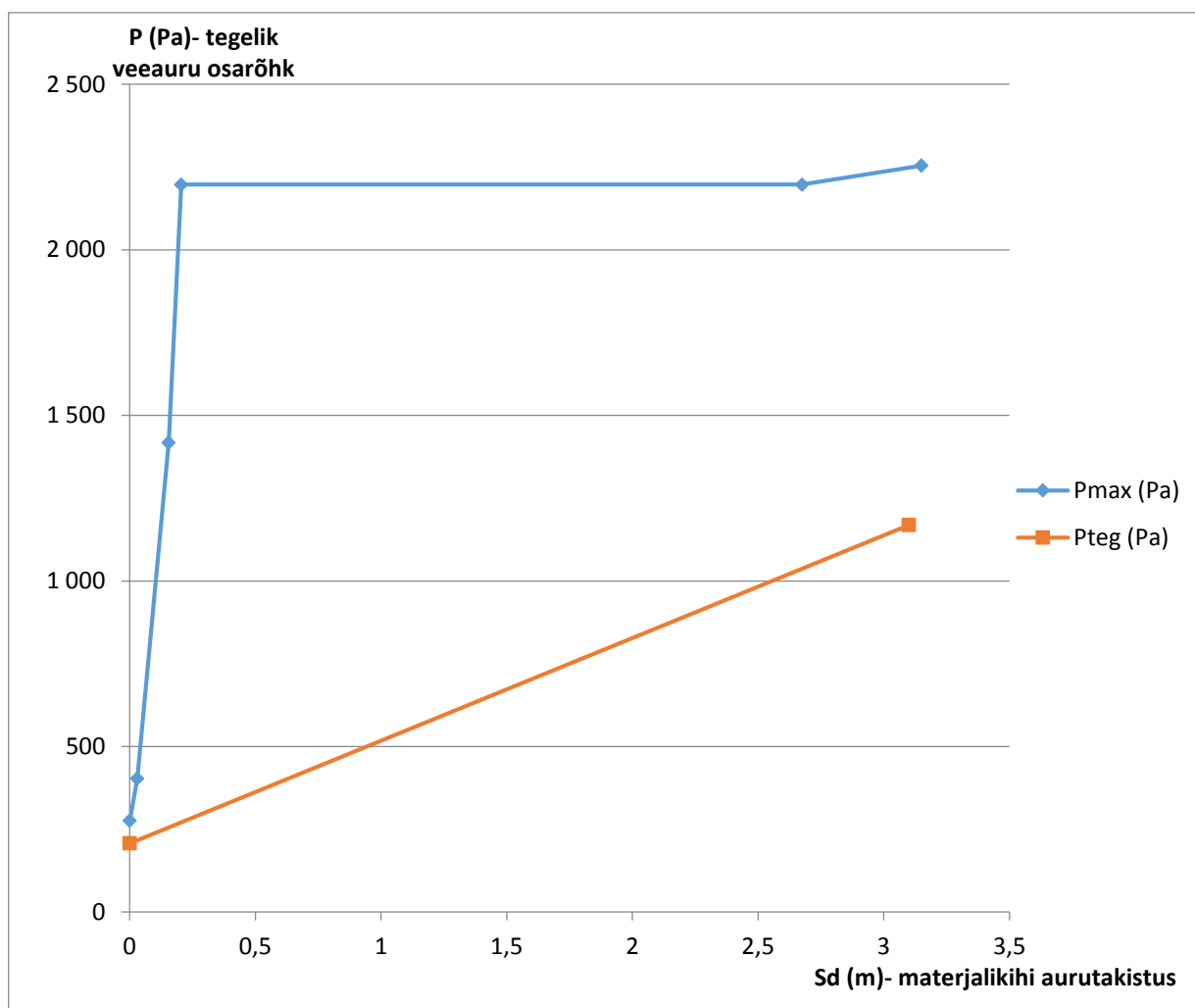
Välissein	Kihi paksus	Soojuserijuhtivus				Temperatuur				$P_{max}(Pa)$	S_d summa
Tarindi osa	d_n	λ	$R = \frac{d}{\lambda}$	%R	Δt	-10	μ	S_d	$P_{teg}(Pa)$	260	
Välispind			0,15	2,26	0,68	-9,32			207,90	276	0
Tuuletõke Isover RKL 31 (Facade)	0,03	0,031	0,97	14,57	4,37	-4,95	1	0,03	-	404	0,03
Soojustus Isover KL 33	0,125	0,033	3,79	57,02	17,11	12,15	1	0,125	-	1 418	0,16
Soojustus Isover KL 33	0,05	0,033	1,52	22,81	6,84	19,00	1	0,05	-	2 197	0,21
Aurutõke Isover Duplex	-	-	-	-	-	19,00	-	2,5	-	2 197	2,68
Puitlaastplaat OSB 3	0,012	0,13	0,09	1,39	0,42	19,41	50	0,6	-	2 255	3,15
Sisepind	-	-	0,13	1,96	0,59	20	-	-	1169,09	2 338	3,10
			6,64	100,00							
			0,15								

veeauru osarõhud sees ja väljas

2 338	260	
50	80	
1169,09	207,90	961,19

Tabeli 15 tulemuste põhjal koostatakse piirde difusioonigraafik, mis on esitatud alljärgneval joonisel 33.

tegelik rõhk	S_d summa
207,90	0
1169,09	3,1



Joonis 33. Piirde niiskusrežiimi graafikud ehk difusioonigraafikud (tabeli 14 põhjal)

Pteg- tegelik osarõhk (Pa)

Pmax- küllastunud aururõhk (Pa)

3.1.2 Välisseina kondenseerumisriski arvutuse järelalus

Tabelist järelalub, et küllastunud aururõhu kõver ei puutu kokku tegeliku osarõhu sirgega, mis näitab, et kusagil seinakonstruktsioonis ei teki 100% niiskust ehk kondensvett.

Järelalult on ülalloodud välisseinakonstruktsioon sobiv.

Valin tuulutuseks ringikujulised augud, pindalaga üle 1500mm². Sellisel juhul jäetakse nii õhkvahe kui ka sellest väljaspool paiknevad materjalikihid soojapidavuses arvestamata, kuid välispinna soojatakistuseks võetakse 0,15m²K/W

Hoone soklijoonest 50 mm ülespoole puuritakse tuulutussavad Ø50 mm sammuga 1000 mm, mis tagavad piisava tuulutuse. Samuti on seinä ülemises servas tuulutuskanal, tänu millele tekib õhuringlus.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö raames koostati Jõgeva maakonnas Pajusi vallas Pajusi külas Lubja kinnistul asuva endise eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks laiendatud arhitektuurse eelprojekti staadiumis. Magistritöö raames käsitleti lisaks arhitektuursele osale ka katuse ja vahelaekonstruksioonide ning esifassaadil asuva vintskapi tugevusarvutusi. Tellija soovist tulenevalt säilitati hoone maakivist seinad ning pakuti välja välisseina soojustatud lahendus hoonele seest poolt. Töö koostamisel võeti aluseks tellija soovid, olemasolev hoone olukord ning Eesti Vabariigis kehtivad standardid, seadused ja määrused.

Töö tulemusena projekteeriti endisest eramust külalistemaja kasuliku pinnaga 180,8 m². Ruumiprogrammi väljatöötamisel lähtuti tellija soovist majutada hoonesse kümme inimest. Selleks rajatakse esimesele korrusele majutusruumid, söögitoad, sahvri, kaks esikut ning vannitoad. Teisel korrusel paiknevad samuti majutusruumid, vannitoad ning abiruum.

Arhitektuurse lahenduse väljatöötamisel konsulteeriti järjepidevalt tellijaga ning otsustati luua kõrvaloleval kinnistul asuva Pajusi aidaga sarnasusi hoone välisilmes, et tekiks ühtse ansambli tunnetus. Esifassaadil olev vintskapp lammutatakse ning sinna rajatakse Pajusi mõisa aida kolmnurkviilu meenutav vintskapp. Vintskapi projekteerimise põhjuse tingis ka asjaolu, et tellija ei soovinud katuseaknaid, kuid samas oli loomulik valgus vaja majutusruumidesse tagada. Hoone tagaküljel ehitatakse väiksemate mõõtmetega vintskapp, mis jäljendab seal paiknenud algupärast. Samuti on hoone läänekülge planeeritud veel kaks katuseuki, et tagada teise korruse koridori jaoks piisav päevavalgus. Hoone esifassaadile rajatakse lahtine sammastele toetuv eeskoda, mis jäljendab Pajusi mõisa aida kaarsillustega varjualust.

Diplomitöö konstruktiivses osas määrati sarikate, vahelaetalade, nendevaheliste jäikussidemete, pennide ning esifassaadil asuva vintskapi suurimate sisejõududega või silletega elementide kandevõimed. Arvutustes arvestati alaliste ehk püsikoormustega ning muutuvkoormustega vastavalt hoone asukohale ning parameetritele. Kõikide sama tüüpi konstruktsioonielementide ristlõiked on konstantsed, mille tõttu tulenevalt väiksema koormusega või sildeavaga elemendid on üle dimensioneeritud. Samuti on arvestatud tellija poolsete soovidega kasutada kohapeal olemasolevate puitmaterjalidega, mille tõttu esineb samuti on teatud

konstruktsioonelemente üle dimensioneerimine. Lahendada tuli teise korruse vahelae alla poole langetamine, et tagada piisav eluruumi kõrgus teisel korrusel. Tellija soovis ka olemasolevad katusesarikad alles jätta ning neid eksponeerida, mille tulemusena projekteeriti uus katuse kandekonstruktsioon nende peale. Lisaks pakuti ka välja esifassaadil oleva vintskapi lahendus.

Kuna hoone omanik/tellijal soovib eksponeerida väljastpoolt maakivist seinu, soojustatakse need seestpoolt. Selleks ehitatakse sissepoole 50x150 mm ristlõikega puidust püstine karkass sammuga 600 mm, mille vahel on 150 mm mineraalvilla. Karkassi peale paigaldatakse tuuletõke paksusega 30 mm. Karkassi ja maakivi vahele jääb õhuvähe 30 mm. Õhutatavuse tagamiseks puuritakse maakivi seina sokli piirkonda Ø50 mm õhutusavad sammuga 1000 mm. 50x150 mm puitkarkassist sissepoole jääb horisontaalne roovitus 50x50 mm, sammuga 600 mm, mille vahel on 50 mm mineraalvilla. Soojustuse peale paigaldatakse aurutõke ning seejärel OSB 3 puitlaastplaat. OSB 3 plaadi peale paigaldatakse kipsplaadid, mis pahteldatakse ning värvitakse. Välisseina difusiooniarvutus on koostatud Glaseri meetodil, mille tulemustest järeldub, et väljapakutud välisseina lahendusel kondenseerumisoht kihtide vahel puudub.

Käesolev töö raames projekteeritud hoone leiab realselt kasutust ning saab aluseks ehitusloa taotlemisel. Töö arendusena tuleb lahendada konstruktiivsed sõlmed. Samuti tuleb määrata energiatõhususe arvutustel põhinev energiamärgis, koostada põhiprojekt ning seejärel tööprojekt.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Eelprojekti seletuskiri: Eesti standard EVS 865-1:2013. Tallinn: Eesti standardikeskus, 2013.
2. Ehitusseadus. 15.05.2002. Riigikogu.
Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072013008> (27.03.15).
3. Nõuded ehitusprojektile. 17.09.2010. Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/13359325> (27.03.15).
4. Eluruumidele esitatavate nõuete kinnitamine. 26.01.1999. Vabariigi Valitsus. Kättesaadav : <https://www.riigiteataja.ee/akt/846015> (27.03.15).
5. Nõuded ehitusloa taotlemisel esitavale ehitusprojektile. (27.12.2002). Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium.
Kättesaadav : <https://www.riigiteataja.ee/akt/234146> (27.03.15).
6. Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. 27.10.2004. Vabariigi Valitsus.
Kättesaadav : <https://www.riigiteataja.ee/akt/12866223> (27.03.15).
7. Energiatõhususe miinimumnõuded. 30.08.2012 Vabariigi Valitsus.
Kättesaadav : <https://www.riigiteataja.ee/akt/105092012004> (27.03.15).
8. Ehitise tehniliste andmete loetelu ja pindade arvestamise alused. 01.10.2014. Majandus- ja taristuminister.
Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/107102014003> (27.03.15)
9. Hoone ehitusprojekt : Eesti standard EVS 811:2012. Tallinn. Eesti standardikeskus, 2012.
10. Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused : Eesti standard EVS-EN 1990:2002+NA:2002. Tallinn : Eesti standardikeskus, 2002.
11. Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus: Eesti standard EVS-EN 1991-1:2006+NA:2002. Tallinn : Eesti standardikeskus, 2006.
12. Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4 : Üldkoormused. Tuulekoormus. Eesti standard EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007. Tallinn : Eesti standardikeskus, 2007.
13. Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, oma-kaalud, hoonete kasuskoormused : Eesti standard EVS- EN 1991-1-1:2002+NA:2002. Tallinn : Eesti standardikeskus, 2002.

14. Ehitise tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus. Eesti standard EVS 812-7:2008. Tallinn : Eesti standardikeskus, 2008.
15. Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1:Üldist. Üldreegliid ja reegliid hoonete projekteerimiseks. Eesti standard EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009. Tallinn : Eesti standardikeskus, 2009.
16. Ehitusmaterjalid ja tooted. Soojus ja niiskustehnilised omadused. Tabuleeritud arvutuväärtused ja deklareeritavate ning arvutusväärtuste määramise meetod. Eesti standard EVS-EN ISO 10456:2008. Tallinn: Eesti standardikeskus, 2009.
17. Ehituspuit. Tugevusklassid. Eesti standard EVS-EN 338:2009. Tallinn: Eesti standardikeskus, 2009.
18. Puitkonstruktsioonid. Lamell- liimpuit ja plankliimpuit. Nõuded. Eesti standard EVS-EN 14080:2013. Tallinn: Eesti standardikeskus, 2013.
19. Ruumidele ja nende osade mõõtmetele esitatavad üldnõuded : Eesti ehitusteave ET-1 0106- 0175. Tallinn : OÜ Ehitusteave, 2009.
20. Välisseina difusiooniarvutus : Eesti ehitusteave ET-2 0404- 0764 Välisseina difusiooniarvutus. Tallinn : OÜ Ehitusteave, 2009.
21. Masso, T. Ehituskonstruktori käsiraamat. – Tallinn : Autorid ja EHITAME kirjastus, 2012. - 577 lk.
22. ISOVER toodete koondtabel. 2014. Isover.
Kättesaadav: <http://www.isover.ee/Download/27111/ISOVER%20toodete%20koondtabel%20%2003-2014.pdf> (27.03.15)

Lisa 1. Ruumide eksplikatsioon

Ruumi number	Ruumi nimetus	Suletud netopind		
		Elamispind m ²	Abiruumide pind m ²	Mitteeluruumide pind m ²
1	Sahver	-	4,2	-
2	WC/Vannituba 1	-	3,0	-
3	Magamistuba 1	10,9	-	-
4	Esik 1	-	3,6	-
5	Söögituba 1	13,4	-	-
6	Söögituba 2	18,0	-	-
7	Esik 2	-	4,7	-
8	WC/Vannituba 2	-	3,7	-
9	Magamistuba 2	10,7		-
10	WC/Vannituba 3	-	2,8	-
11	Magamistuba 3	13,8		-
Esimene korrus kokku		66,8	22	-
12	Koridor	-	8,6	-
13	WC/Vannituba 4	-	3,5	-
14	Abiruum	-	19,4	-
15	Koridor	-	19,5	-
16	WC/Vannituba 5	-	3,6	-
17	Magamistuba 4	13,8	-	-
18	Magamistuba 5	16,7	-	-
19	WC/Vannituba 6	-	6,9	-
Teine korrus kokku		30,5	61,5	-

Ehitusalune pind	157,0 m2
Suletud netopind	180,8 m2
Kinnistu pindala	10584 m2
Täisehituse protsent	1,83%

Lisa 2. Ehitise olulised tehnilised andmed

1. Ehitise üldised olulised tehnilised andmed

ehitisealune pindala	157,0	m ²	kõrgus	8,4	m
hoone suletud netopind	180,8	m ²	pikkus	18,8	m
rajatise avatud brutopind	0	m ²	laius	8,3	m
minimaalne korruste arv	1		maht	1010	m ³
maksimaalne korruste arv	2		kõetav pind	144,4	m ²

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

vundament

- puudub
 madalvundament
 vaivundament

muu

kandekonstruksioon

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

muu

jäigastavad ja piirdekonstruktsioonid

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

vahe- ja katuslaed

- puudub
 kergmetall
 teras
 monoliitne raudbetoon
 monteeritav raudbetoon
 puit

muu

välissein

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

muu

katuse kate

- puudub
 eterniit
 kivi
 plekk
 profileeritud metall
 puitlaast
 roog
 rullmaterjal

muu

välisviimistlus

- puudub
 lihtkrohv
 looduslik kivi
 profileeritud metall
 puhasvuuk
 puit
 terrasiitkrohv

muu

suurplokk
 tellis, väikeplokk
 tehisplaat

_____ muu

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

elekter

puudub
 220 V
 380 V
 20 kV
 35–110 kV
 220–330 kV

küttesüsteem

puudub
 kaugkeskküte
 lokaalne keskküte
 elektriküte
 maaküte
 ahju- või kaminaküte

_____ muu

_____ muu

vesi

puudub
 võrk
 lokaalne

kanalisatsioon

puudub
 võrk
 lokaalne

kütte liik

puudub
 masuut
 petrool
 küttegaas
 tahke
 elekter
 maaküte

_____ muu

pesemisvõimalus

puudub
 vann/dušš
 saun

küttegaas

puudub
 võrk
 lokaalne

liftide arv	-	küttegaasipaigaldiste arv	-	
köökidete arv	0	rõdude arv ja kogupind	-	_____ m ²
kööginišside arv	-	lodžade arv ja kogupind	-	_____ m ²
tualettruumide arv	6	terasside arv ja kogupind	-	_____ m ²

4. Ehitise kasuliku pinna spetsifikatsioon [m²]

Kasutamise otstarve: Külalistemaja

	kasulik pind	elamispind	abiruumide pind	lahuspind	üldkasuta- tav pind	mitteeluruu- mide pind
1.	180,8	97,3	83,5			
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Kasutamise otstarve: Külalistemaja						
	kasulik	elamispind	abiruumide	lahuspind	üldkasuta-	mitteeluruu-
	pind		pind		tav pind	mide pind
7.						
8.						
9.						
	kokku					
	180,8	97,3				

5. Ehitise ruumide spetsifikatsioon

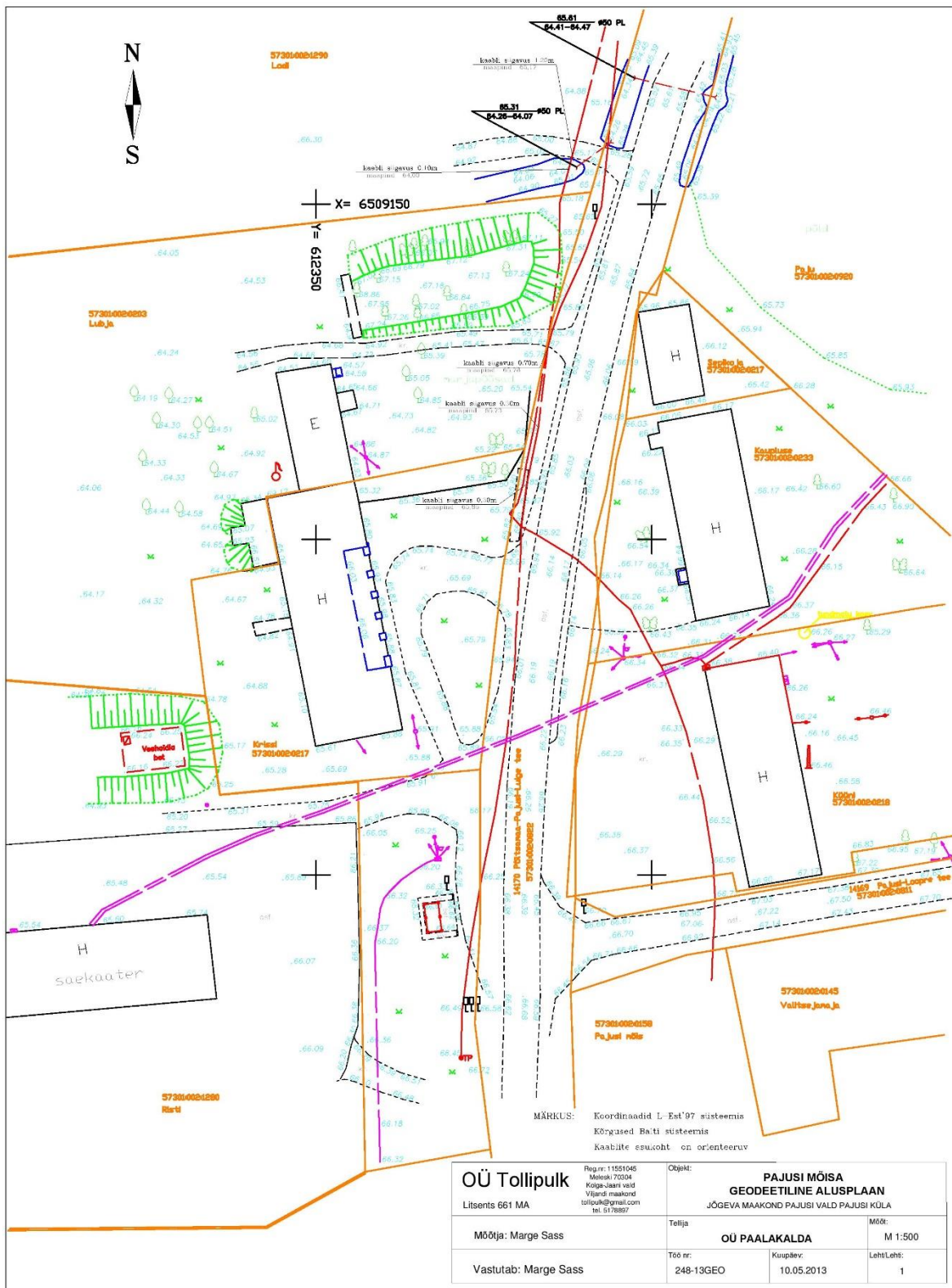
eluruumid (sh korterid)	arv	pindala	
1-toaline			m ²
2-toaline			m ²
3-toaline			m ²
4-toaline			m ²
5-toaline			m ²
5-toaline			m ²
7-toaline			m ²
8 ja enama toaline	x		m ²
kokku	19	180,9	m ²
mitteeluruumide arv	-		
tubade arv	19		

6. Ehitise muud olulised andmed

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

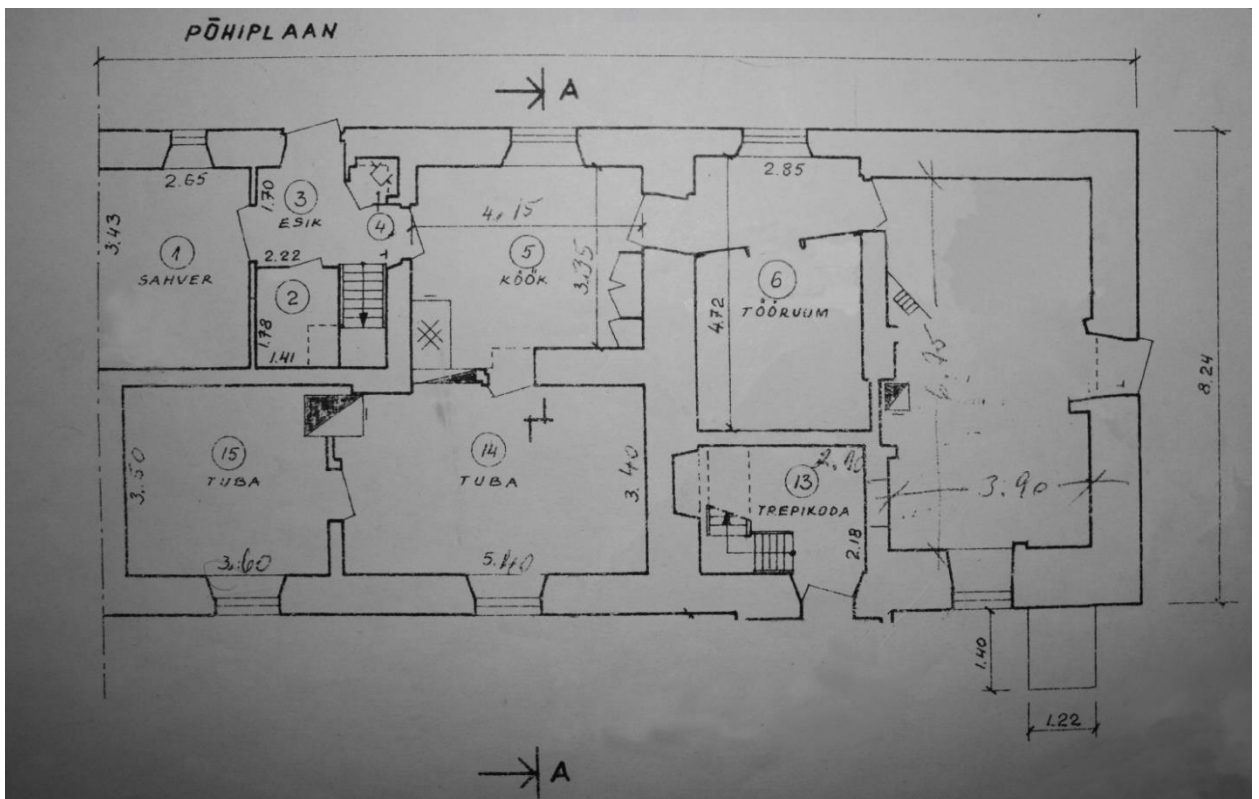
7. Märkused ehitise kohta

Lisa 3. OÜ Tollipulk, geoluse töö nr. 248-13GEO. Pajusi mõisa geodeetiline alusplaan

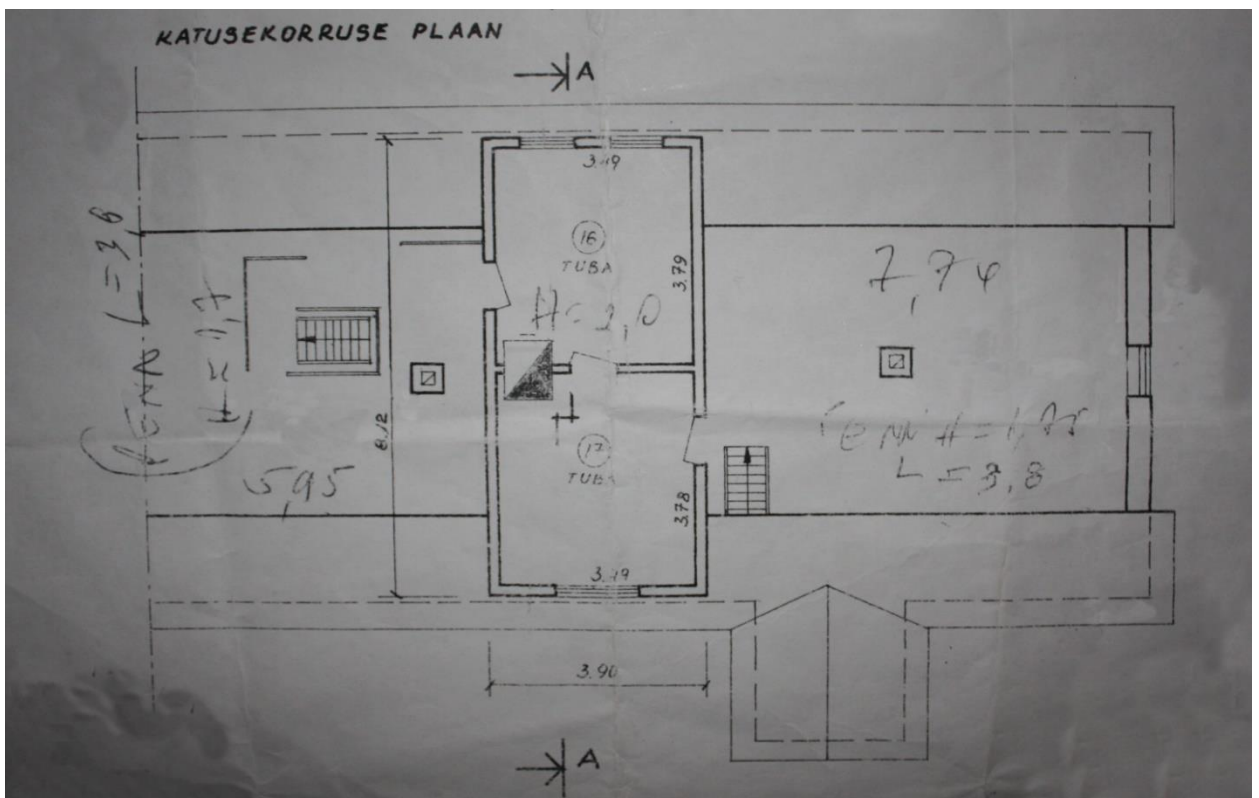


Joonis 34. OÜ Tollipunkt, geoluse töö nr. 248-13 GEO. Pajusi mõisa geodeetiline alusplaan

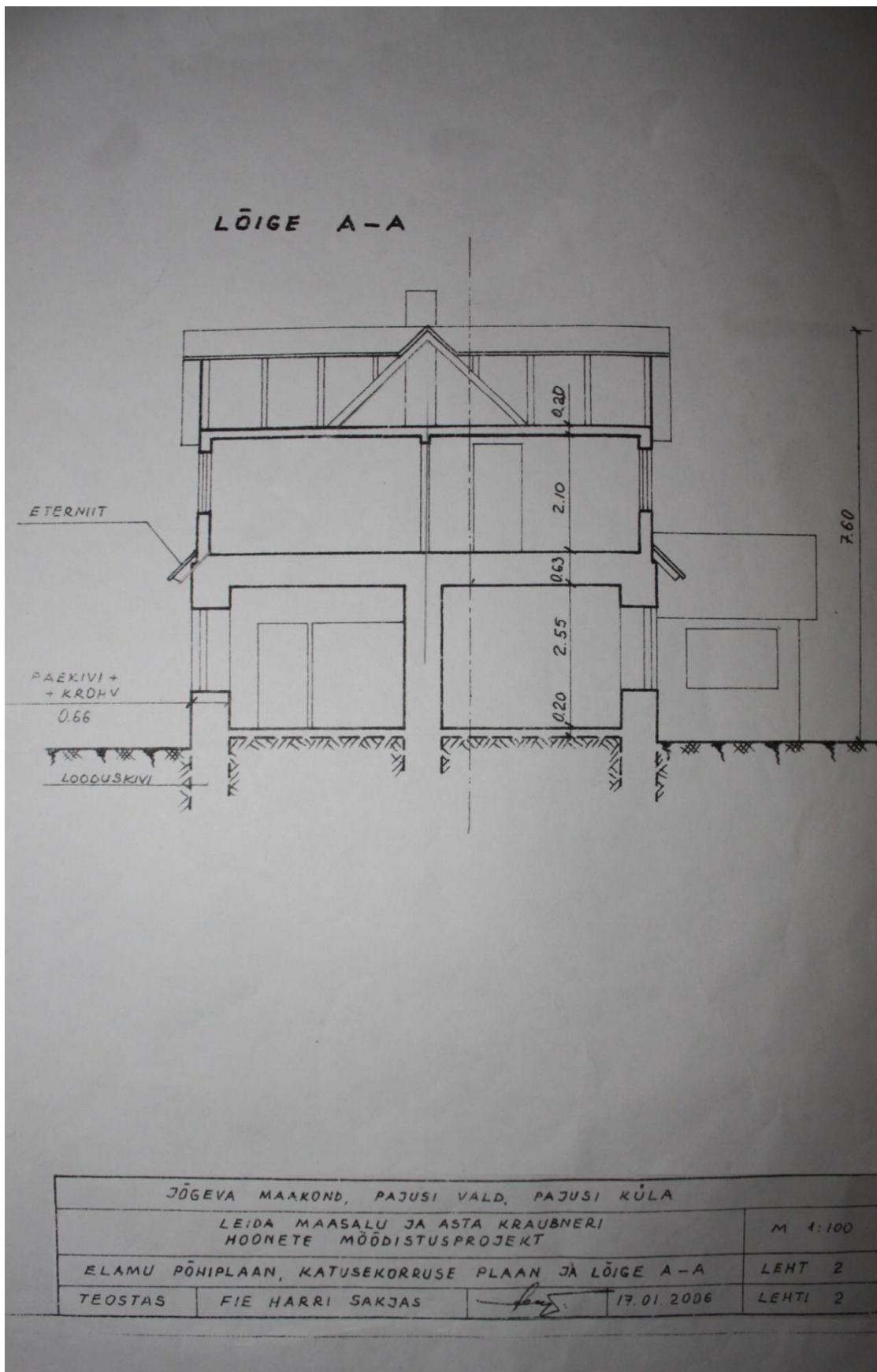
**Lisa 4. 2006. aastal teostatud mõõdistusprojekt FIE Harri Sak-
jase poolt** (joonised pärinevad hoone omaniku/tellija Lembit Paali erakogust)



Joonis 35. Olemasolev hoone põhiplaan



Joonis 36. Olemasolev hoone teise korruse plaan



Joonis 37. Olemasoleva hoone lõige A-A

Lisa 4. Pildid olemasolevast hoonest



Joonis 38. Vaade kirdest



Joonis 39. Vaade läänest



Joonis 40. Vaade hoone olemasolevatele katusekonstruktsioonidele



Joonis 41. Vaade hoone olemasolevale teisele korrusele

Lisa 5. Rekonstrueeritava hoone perspektiivvaade



Joonis 42. Vaade kirdest

Lisa 6. Graafiline osa

Joonise nr. 1	ASENDIPLAAN	M:1:500
Joonise nr. 2	ESIMESE KORRUSE PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 3	ESIMESE KORRUSE PROJEKTEERITAV NING LAMMUTATAV MAHT	M:1:100
Joonise nr. 4	ESIMESE KORRUSE MÖÖBLI PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 5	TEISE KORRUSE PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 6	TEISE KORRUSE PROJEKTEERITAV NING LAMMUTATAV MAHT	M:1:100
Joonise nr. 7	TEISE KORRUSE MÖÖBLI PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 8	VAADE IDA POOLT	M:1:100
Joonise nr. 9	VAADE LÄÄNE POOLT	M:1:100
Joonise nr. 10	VAADE PÕHJA POOLT	M:1:100
Joonise nr. 11	LÕIGE 1-1	M:1:75
Joonise nr. 12	LÕIGE 2-2	M:1:75
Joonise nr. 13	KATUSE PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 14	KATUSEKANDJATE PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 15	VAHELAETALADE PLAAN	M:1:100
Joonise nr. 16	TÜÜPLÕIGE KL-1	M:1:10
Joonise nr. 17	TÜÜPLÕIGE PN-1	M:1:10
Joonise nr. 18	TÜÜPLÕIGE PN-2	M:1:10
Joonise nr. 19	TÜÜPLÕIGE SS-1	M:1:10
Joonise nr. 20	TÜÜPLÕIGE SS-2	M:1:10
Joonise nr. 21	TÜÜPLÕIGE SS-3	M:1:10
Joonise nr. 22	TÜÜPLÕIGE SS-4	M:1:10
Joonise nr. 23	TÜÜPLÕIGE VL-1	M:1:10
Joonise nr. 24	TÜÜPLÕIGE VL-2	M:1:10
Joonise nr. 25	TÜÜPLÕIGE PL-1	M:1:10
Joonise nr. 26	TÜÜPLÕIGE PL-2	M:1:10
Joonise nr. 27	TÜÜPLÕIGE VS-1	M:1:10
Joonise nr. 28	TÜÜPLÕIGE VK-1	M:1:10

Joonise nr. 29 TÜÜPLÕIGE VK-2

M:1:10

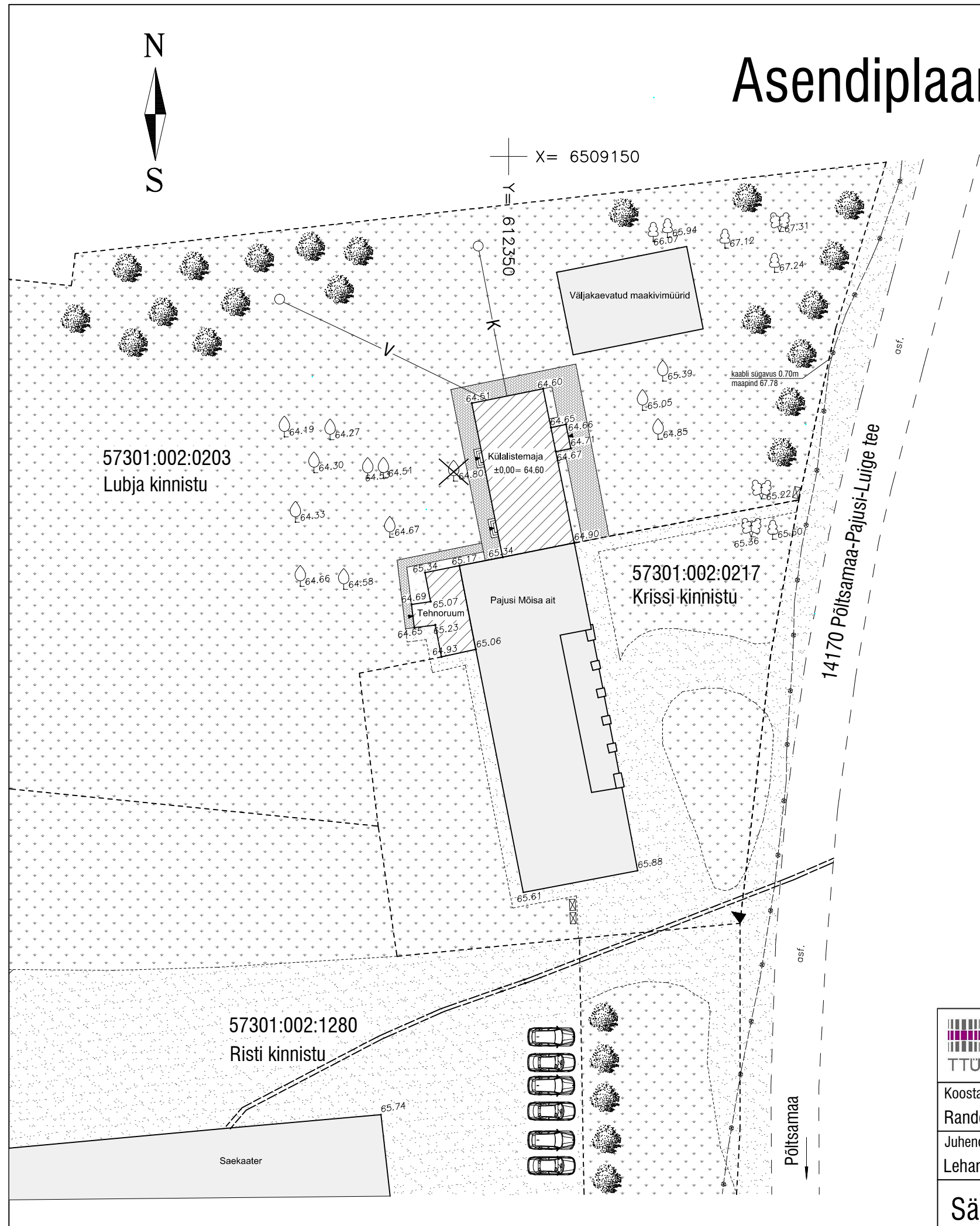
Joonise nr. 30. SOKLISÕLM

M:1:20

Joonise nr. 31. RÄÄSTASÕLM

M:1:20

Asendiplaan



Tingmärgid

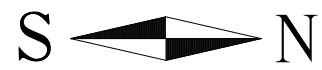
- Rajatav kõrghaljastus
- Olemasolev haljastus
- Likvideeritav haljastus
- Autode parkimisala
- 57301:002:0203 Katastriüksuse tunnus
- 64.71 Olemasolev kõrgusmärk
- Sissepääs hoonesse ja krundile
- Prügikonteiner
- Kinnistute piirid
- Rekonstrueeritav hoone
- Betoontanavakivisillutis
- Muud lähedalasuvad hooned
- Killustikkattega tee
- Asfaltkattega tee
- Muru
- Olemasolev sidekaabel
- Olemasolev madalpingekaabel
- Rajatav veetorustik
- Rajatav kanaliisatsioonitorustik

Külalistemaja tehnilised näitajad:

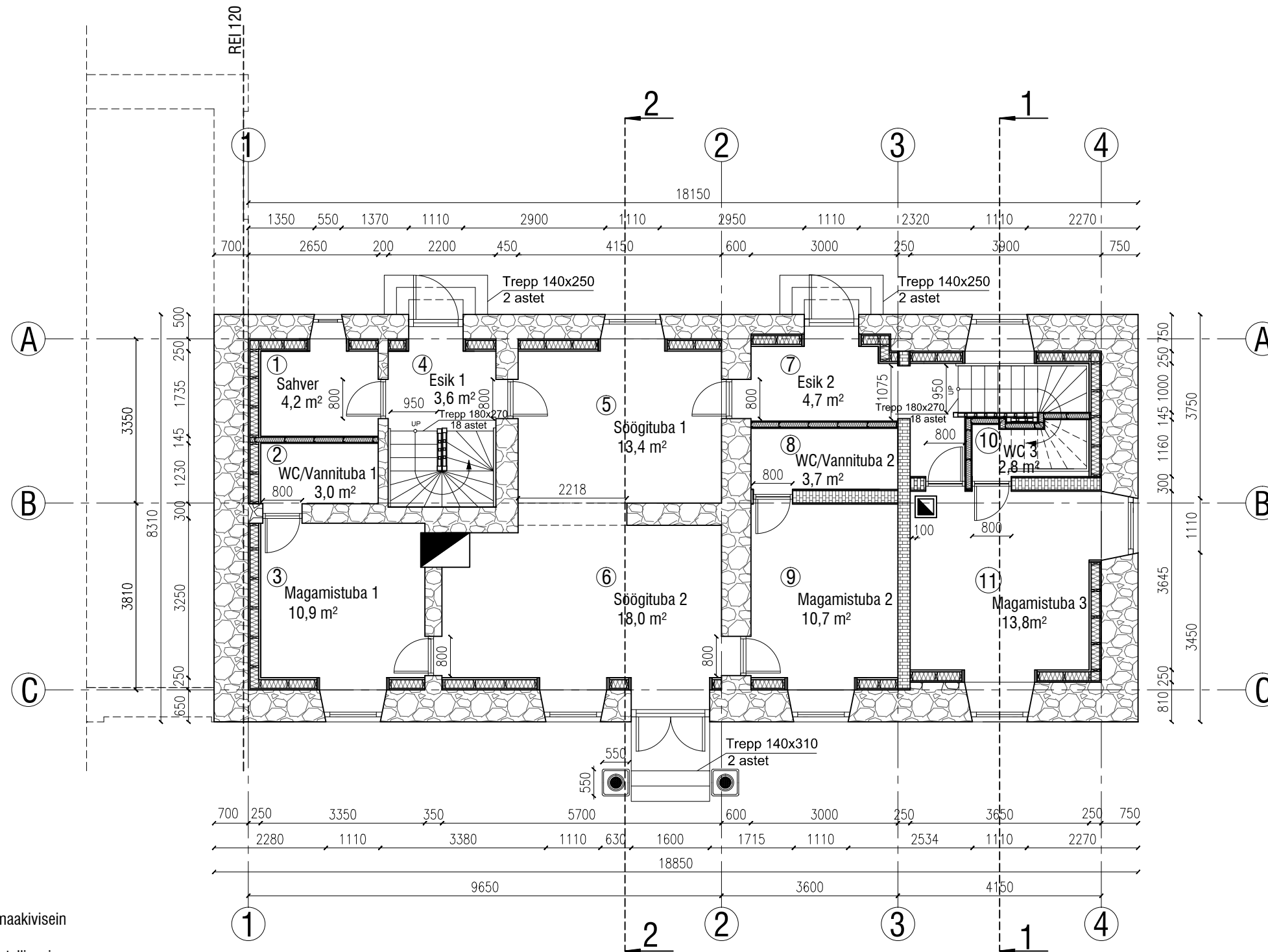
- ±0,00 = 64,60
- Krundi pindala: 10584 m²
- Sihtotstarve: 100% elamumaa
- Ehitusalune pind: 157 m²
- Korruselisus 2K
- Tulepüsisusaste TP 3
- Täisehituse protsent: 1,83%

MÄRKUS: Käesoleva töö aluseks on võetud OÜ Tollipulk, geolune töö nr. 248-13GEO (Pajusi mõisa geodeetiline alusplaan; 10.05.2013)
 Koordinaadid L-Est '97 süsteemis
 Kõrgused Balti süsteemis
 Kaablite asukoht on orienteeruv

TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusis külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Asendiplaan		
Säästva tehnoloogia õppetool		Möötkava: 1:500	Formaat: A3	Joonise nr.: 1/31 Kuupäev: 13.05.15



Esimese korruse plaan



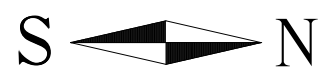
Ruumide spetsifikatsioon:

①	Sahver:	4,2 m ²
②	Esik:	3,6 m ²
③	WC/Vannituba 1:	3,0 m ²
④	Magamistuba 1:	10,9 m ²
⑤	Söögituba 1:	13,4 m ²
⑥	Söögituba 2:	18,0 m ²
⑦	Esik:	4,7 m ²
⑧	WC/Vannituba 2:	3,7 m ²
⑨	Magamistuba 2:	10,7 m ²
⑩	WC/Vannituba 3:	2,8 m ²
⑪	Magamistuba 3:	13,8 m ²
Kokku:		88,8 m ²

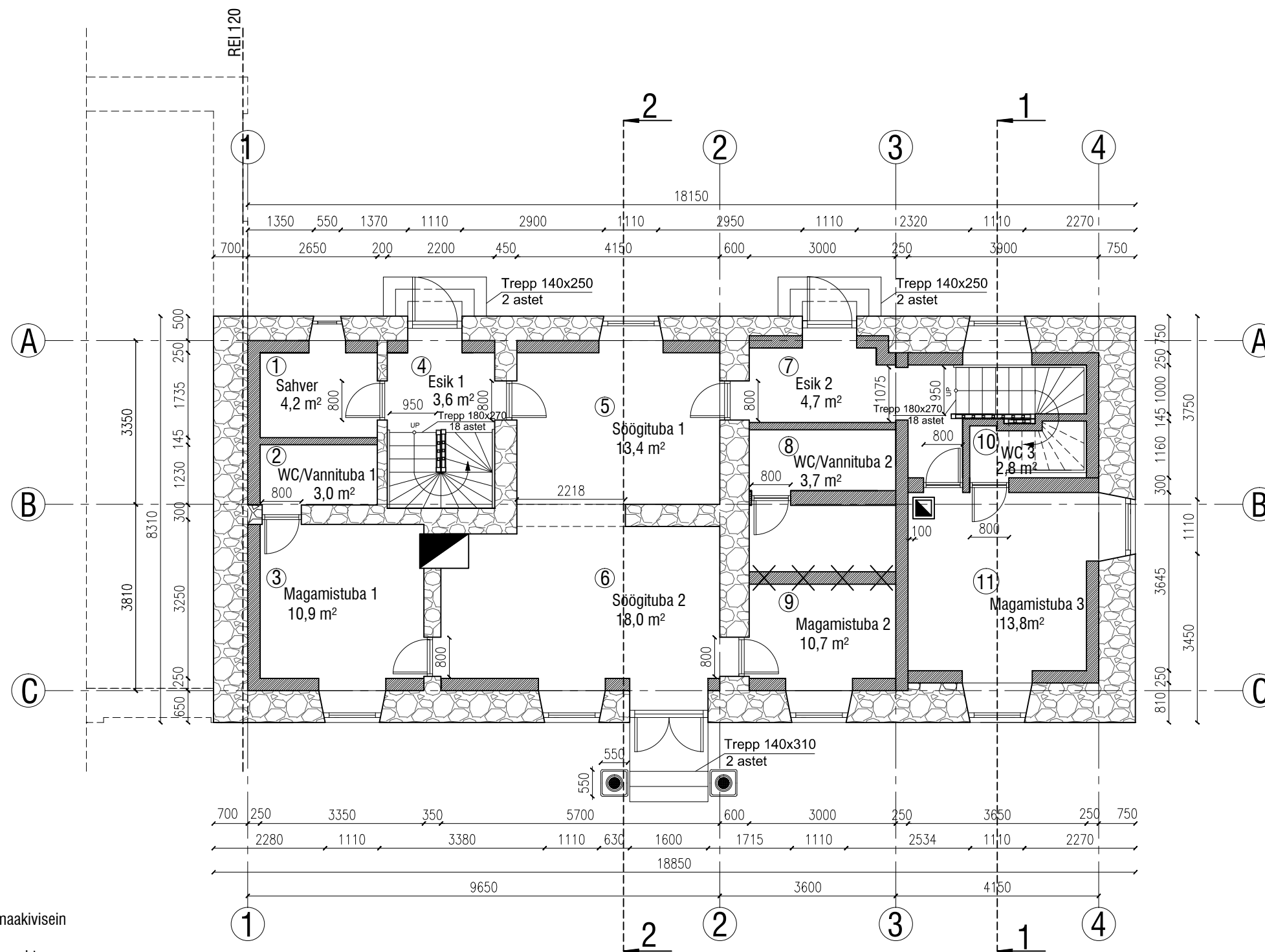
Tingmärgid:

- Olemasolev maakivisein
- Projekteeritav tellissein
- Projekteeritav sein puitkassil
- Projekteeritav sein metallkarkassil

TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Esimese korruse plaan	
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr: 2/31	Kuupäev: 13.05.15



Esimese korruse projekteeritav ning lammutatav maht



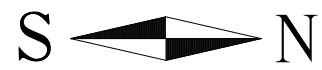
Ruumide spetsifikatsioon:

① Sahver:	4,2 m ²
② Esik:	3,6 m ²
③ WC/Vannituba 1:	3,0 m ²
④ Magamistuba 1:	10,9 m ²
⑤ Söögituba 1:	13,4 m ²
⑥ Söögituba 2:	18,0 m ²
⑦ Esik:	4,7 m ²
⑧ WC/Vannituba 2:	3,7 m ²
⑨ Magamistuba 2:	10,7 m ²
⑩ WC/Vannituba 3:	2,8 m ²
⑪ Magamistuba 3:	13,8 m ²
Kokku:	88,8 m²

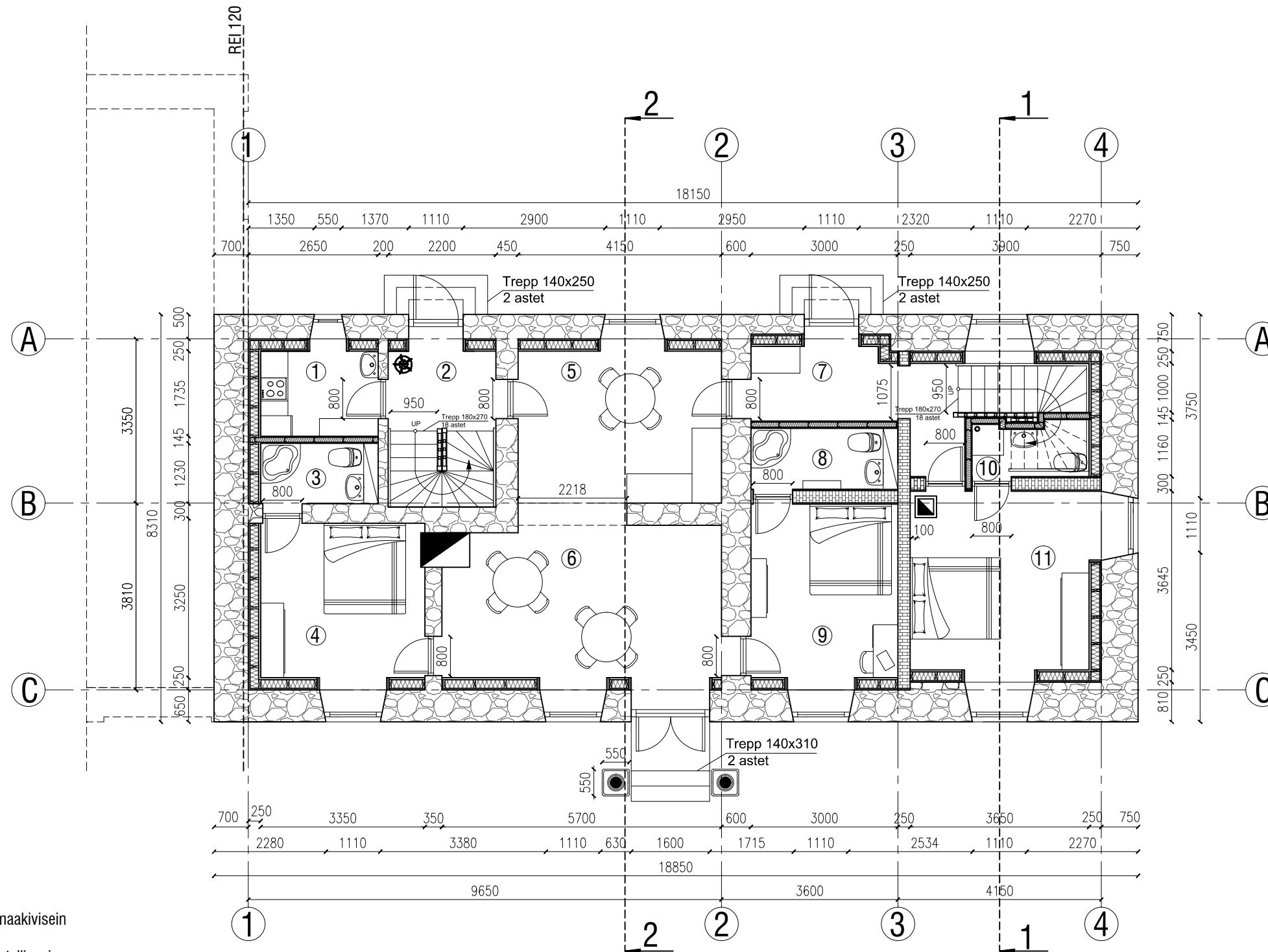
Tingmärgid:

- Olemasolev maakivisein
- Projekteeritav maht
- Likvideeritav maht

TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Esimese korruse projekteeritav ning lammutatav maht	
Säästva tehnoloogia õppetool		Möötkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr.: 3/31	Kuupäev: 13.05.15



Esimese korruse mööbli plaan



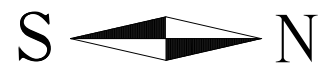
Ruumide spetsifikatsioon:

①	Sahver:	4,2 m ²
②	Esik:	3,6 m ²
③	WC/Vannituba 1:	3,0 m ²
④	Magamistuba 1:	10,9 m ²
⑤	Söögituba 1:	13,4 m ²
⑥	Söögituba 2:	18,0 m ²
⑦	Esik:	4,7 m ²
⑧	WC/Vannituba 2:	3,7 m ²
⑨	Magamistuba 2:	10,7 m ²
⑩	WC/Vannituba 3:	2,8 m ²
⑪	Magamistuba 3:	13,8 m ²
Kokku:		88,8 m ²

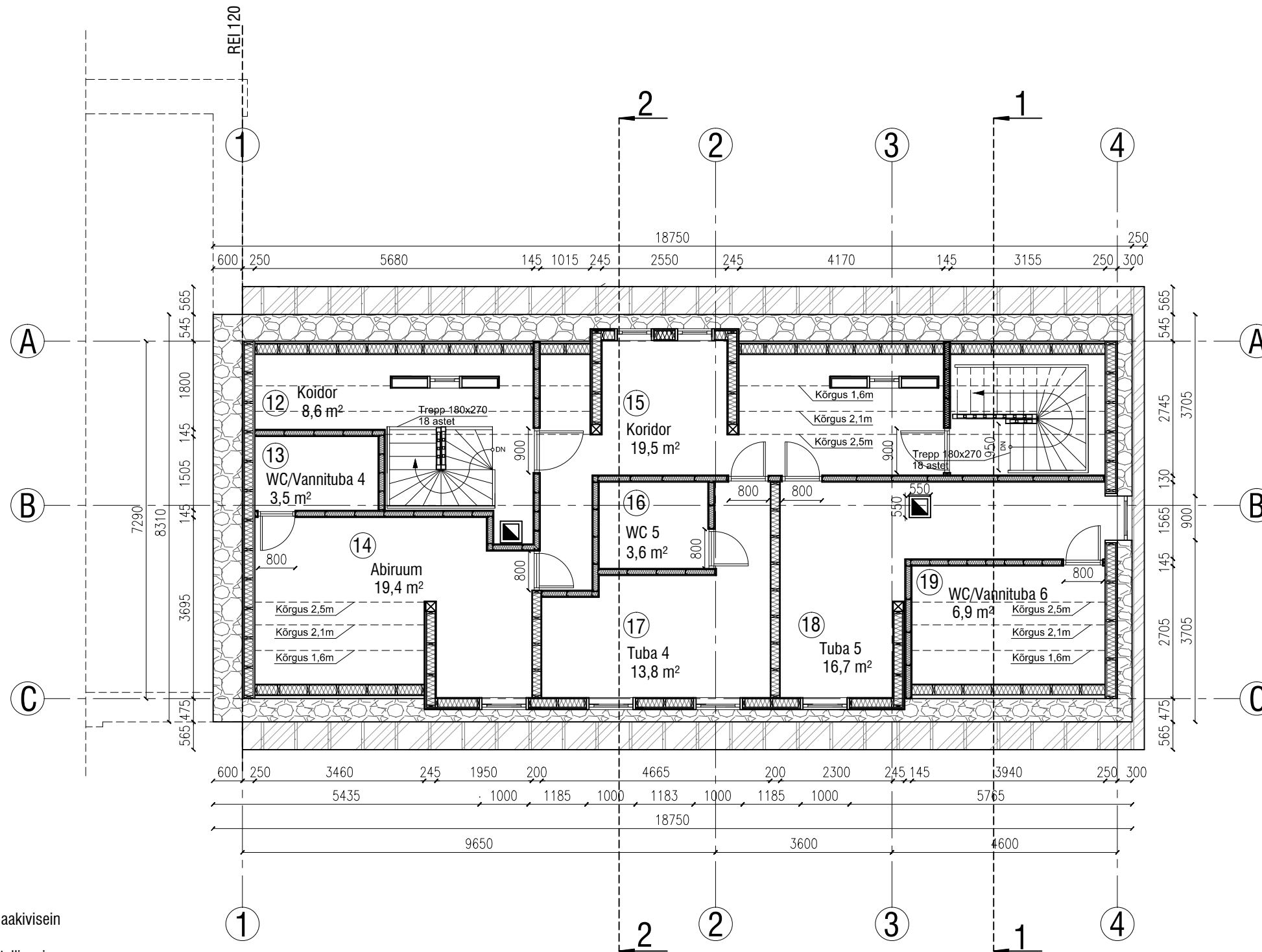
Tingmärgid:

- Olemasolev maakivisein
- Projekteeritav tellissein
- Projekteeritav sein puitkassil
- Projekteeritav sein metallkarkassil

TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Esimese korruse mööbli plaan	
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr.: 4/31	Kuupäev: 13.05.15



Teise korruse plaan



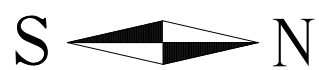
Ruumide spetsifikatsioon:

⑫	Koridor 1:	8,6 m ²
⑬	WC/Vannituba 4:	3,5 m ²
⑭	Abiruum:	19,4 m ²
⑮	Koridor 2:	19,5 m ²
⑯	WC/Vannituba 5:	3,6 m ²
⑰	Magamistuba 4:	13,8 m ²
⑱	Magamistuba 5:	16,7 m ²
⑲	WC/Vannituba 6:	6,9 m ²
Kokku:		92,0 m ²

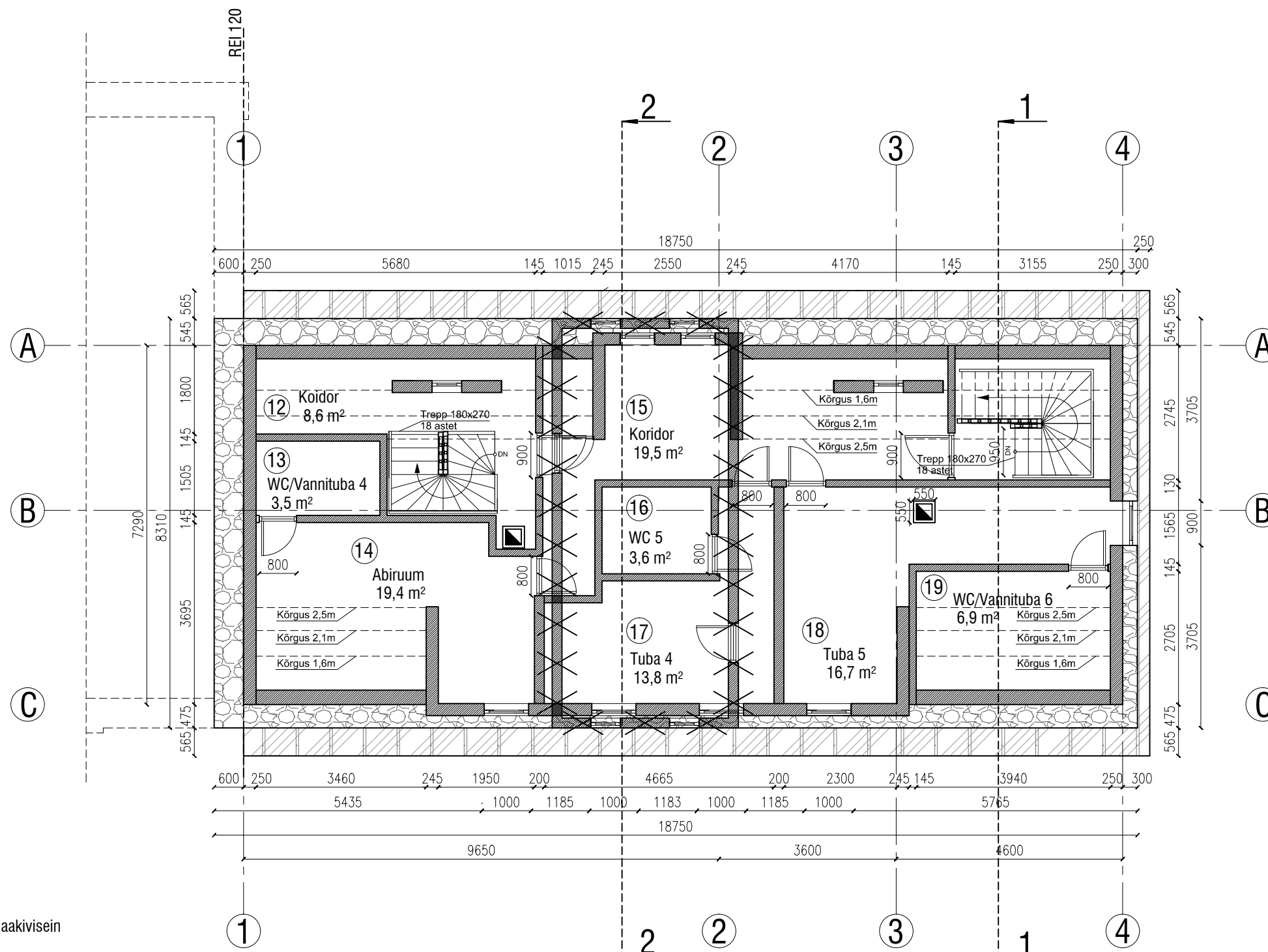
Tingmärgid:

- Olemasolev maakivisein
- Projekteeritav tellissein
- Projekteeritav sein puitkassil
- Projekteeritav sein metallkarkassil

TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
Koostaja: Randel Pärna		Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar		Nimetus: Teise korruse plaan	
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr: 5/31	Kuupäev: 13.05.15



Teise korruse projekteeritav ning lammutatav maht



Ruumide spetsifikatsioon:

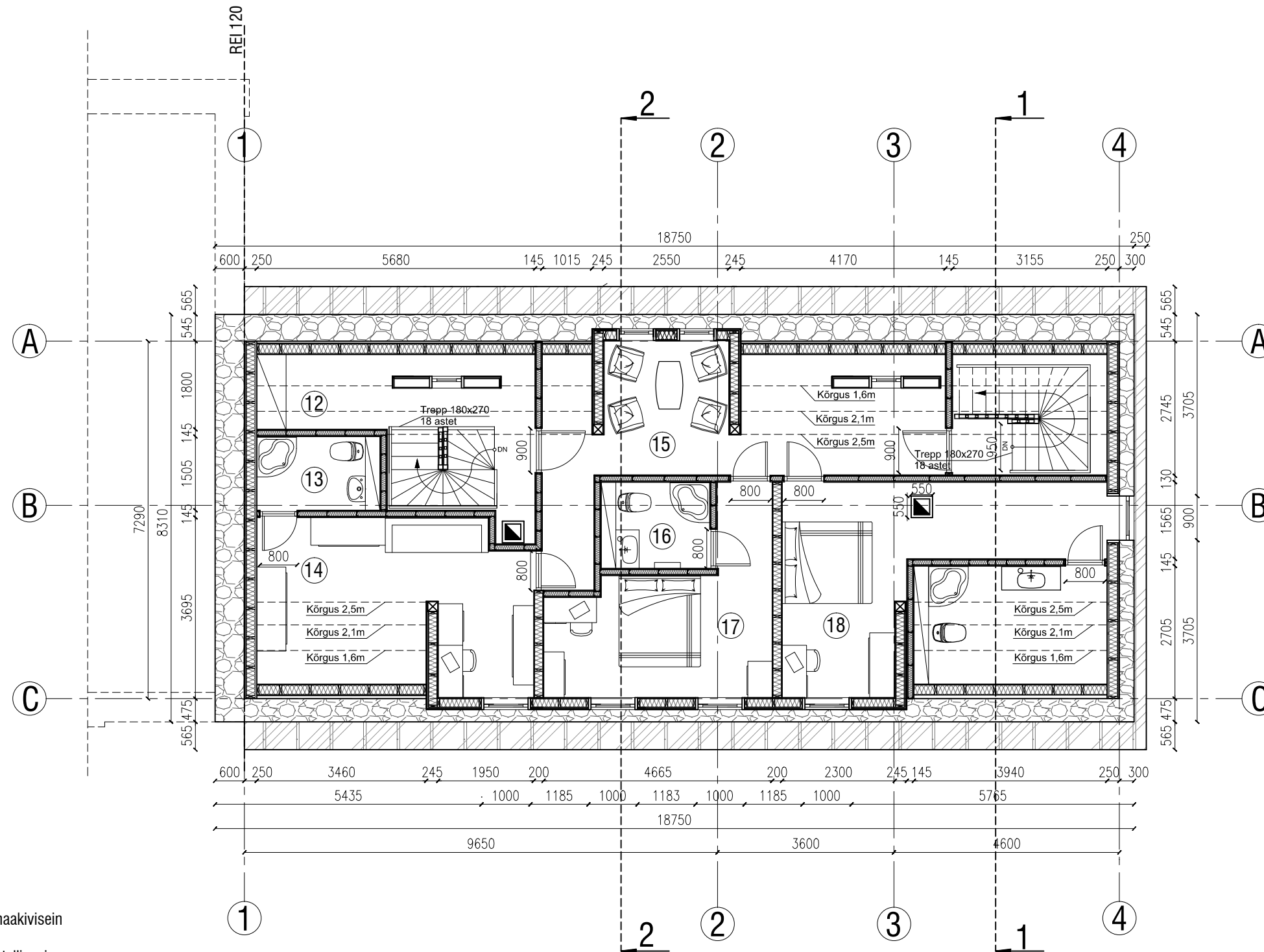
⑫ Koridor 1:	8,6 m ²
⑬ WC/Vannituba 4:	3,5 m ²
⑭ Abiruum:	19,4 m ²
⑮ Koridor 2:	19,5 m ²
⑯ WC/Vannituba 5:	3,6 m ²
⑰ Magamistuba 4:	13,8 m ²
⑱ Magamistuba 5:	16,7 m ²
⑲ WC/Vannituba 6:	6,9 m ²
Kokku:	92,0 m²

Tingmärgid:

- Olemasolev maakivisein
- Projekteeritav maht
- Likvideeritav maht

TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Teise korruse projekteeritav ning lammutatav maht	
Säästva tehnoloogia õppetool		Möötkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr: 6/31	Kuupäev: 13.05.15

Teise korruse mööbli plaan



Ruumide spetsifikatsioon:

⑫ Koridor 1:	8,6 m ²
⑬ WC/Vannituba 4:	3,5 m ²
⑭ Abiruum:	19,4 m ²
⑮ Koridor 2:	19,5 m ²
⑯ WC/Vannituba 5:	3,6 m ²
⑰ Magamistuba 4:	13,8 m ²
⑱ Magamistuba 5:	16,7 m ²
⑲ WC/Vannituba 6:	6,9 m ²
Kokku:	92,0 m²

Tingmärgid:












- Olemasolev maakivisein
- Projekteeritav tellissein
- Projekteeritav sein puitkassil
- Projekteeritav sein metallkarkassil

TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
Koostaja: Randel Pärna		Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar		Nimetus: Teise korruse mööbli plaan	
Säästva tehnoloogia õppetool		Möötkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr: 7/31	Kuupäev: 13.05.15

Vaade ida poolt



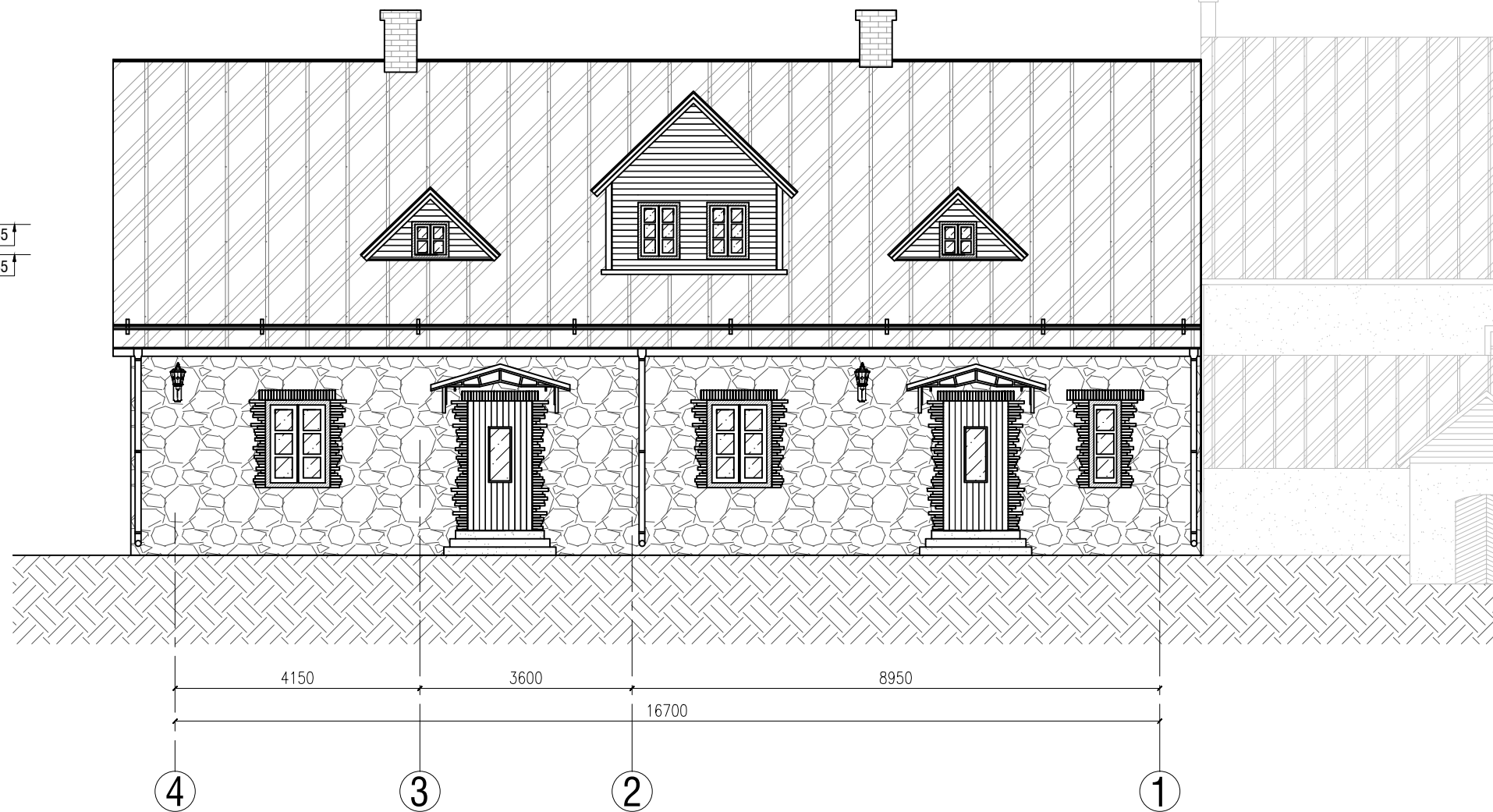
Tingmärgid:

-  Olemasolev maakivisein
-  Horisontaalne voodrilaud/
RAL 8023 Orange Brown
-  Profiilplekk KLASSIK/Terasprofiil
PE RR33 Must
-  Korstnapitsid/Valge silikaattellis
-  Hall krohv
-  Klaas
-  Pinnas
-  Puitdetailid,
uste/akende seinte ääristused/
RAL 9002 Grey White
-  Vihmaveesüsteemid/
Kuumtsingitud RR23 Tumehall
-  Avade kaunistused punastest tellisest
-  Välivalgusti












 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Vaade ida poolt		
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3	Joonise nr: 8/31	Kuupäev: 13.05.15

Vaade lääne poolt

+8,875
+8,050
+7,330
+5,850
+5,565
+5,245
+4,710
+4,735
+3,155
+2,190
+0,865
±0,000
-0,400

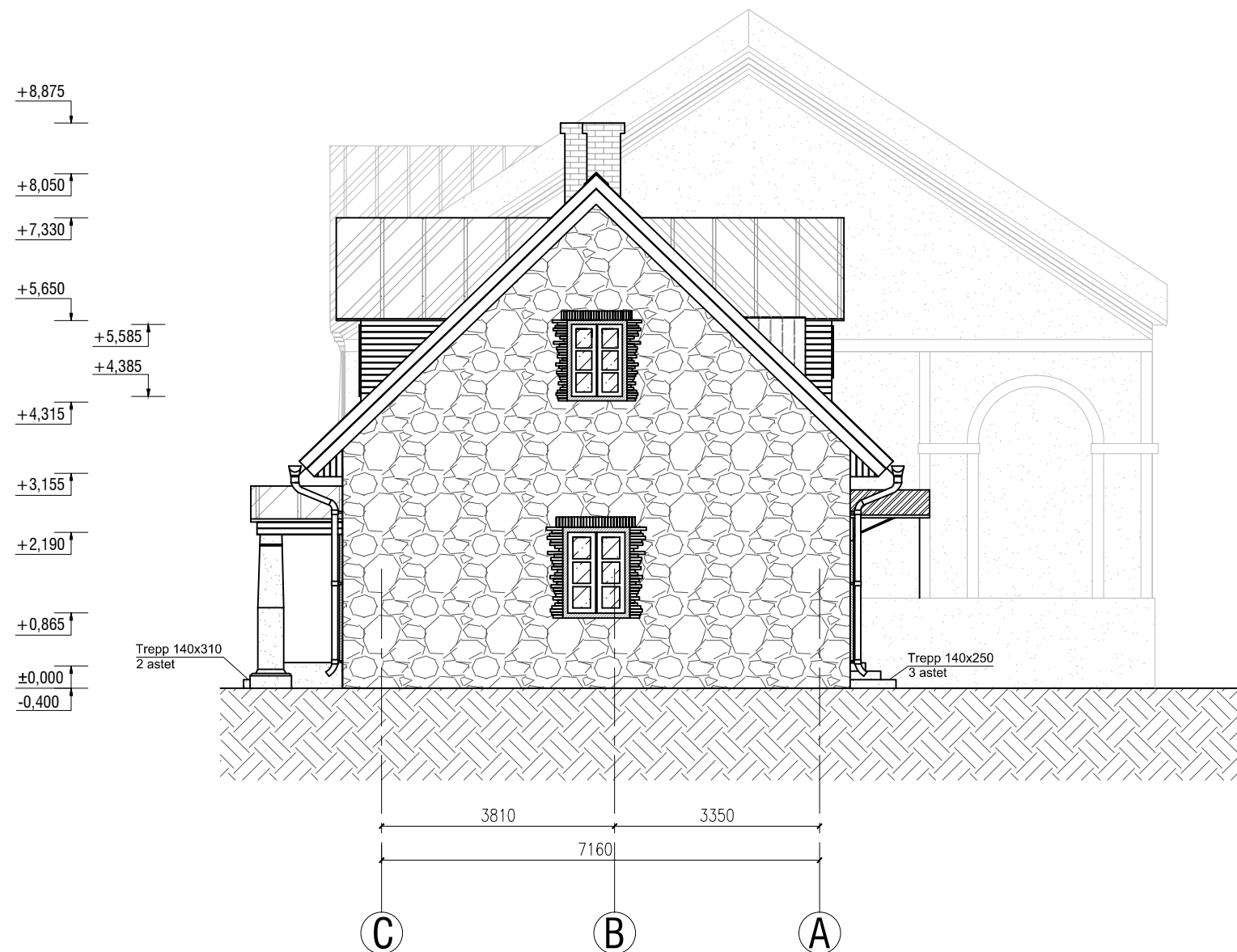


Tingmärgid:











-  Olemasolev maakivisein
-  Horisontaalne voodrilaud/
RAL 8023 Orange Brown
-  Profiiplekk KLASSIK/Terasprofiil
PE RR33 Must
-  Korstnapitsid/Valge silikaattellis
-  Hall krohv
-  Klaas
-  Pinnas
-  Puitdetailid,
uste/akende seinte ääristused/
RAL 9002 Grey White
-  Vihmaveesüsteemid/
Kuumtsingitud RR23 Tumehall
-  Avade kaunistused punastest tellisest
-  Välisvalgusti


 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Vaade lääne poolt		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3	Joonise nr: 9/31 Kuupäev: 13.05.15

Vaade põhja poolt

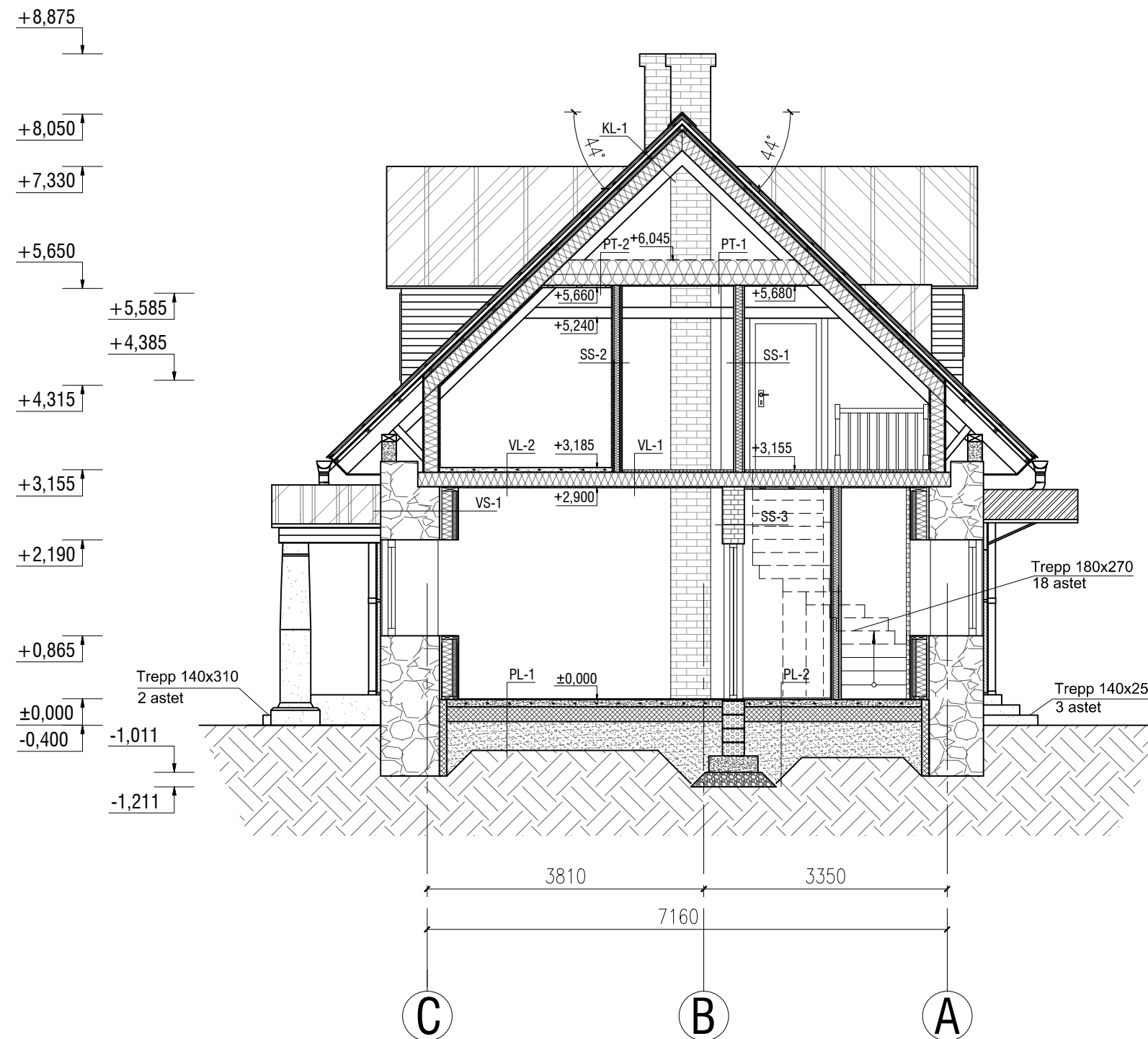


Tingmärgid:

-  Olemasolev maakivisein
-  Horisontaalne voodrilaud/
RAL 8023 Orange Brown
-  Profiilplekk KLASSIK/Terasprofiil
PE RR33 Must
-  Korstnapitsid/Valge silikaattellis
-  Hall krohv
-  Klaas
-  Pinnas
-  Puitdetailid,
uste/akende seinte ääristused/
RAL 9002 Grey White
-  Vihmaveesüsteemid/
Kuumtsingitud RR23 Tumehall
-  Avade kaunistused punastest tellisest

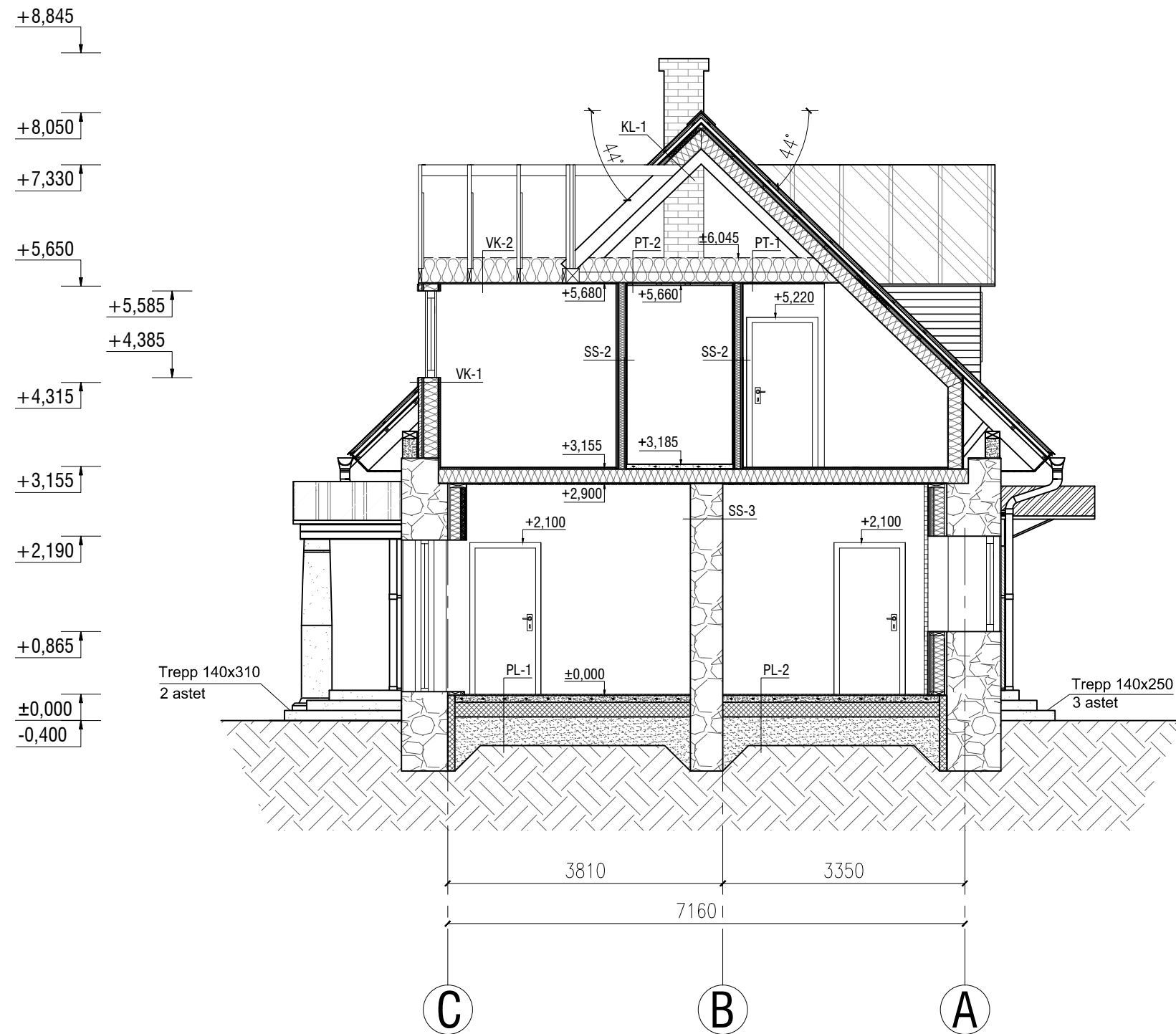
 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Vaade põhja poolt		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3	Joonise nr: 10/31 Kuupäev: 13.05.15

LÕIGE 1-1



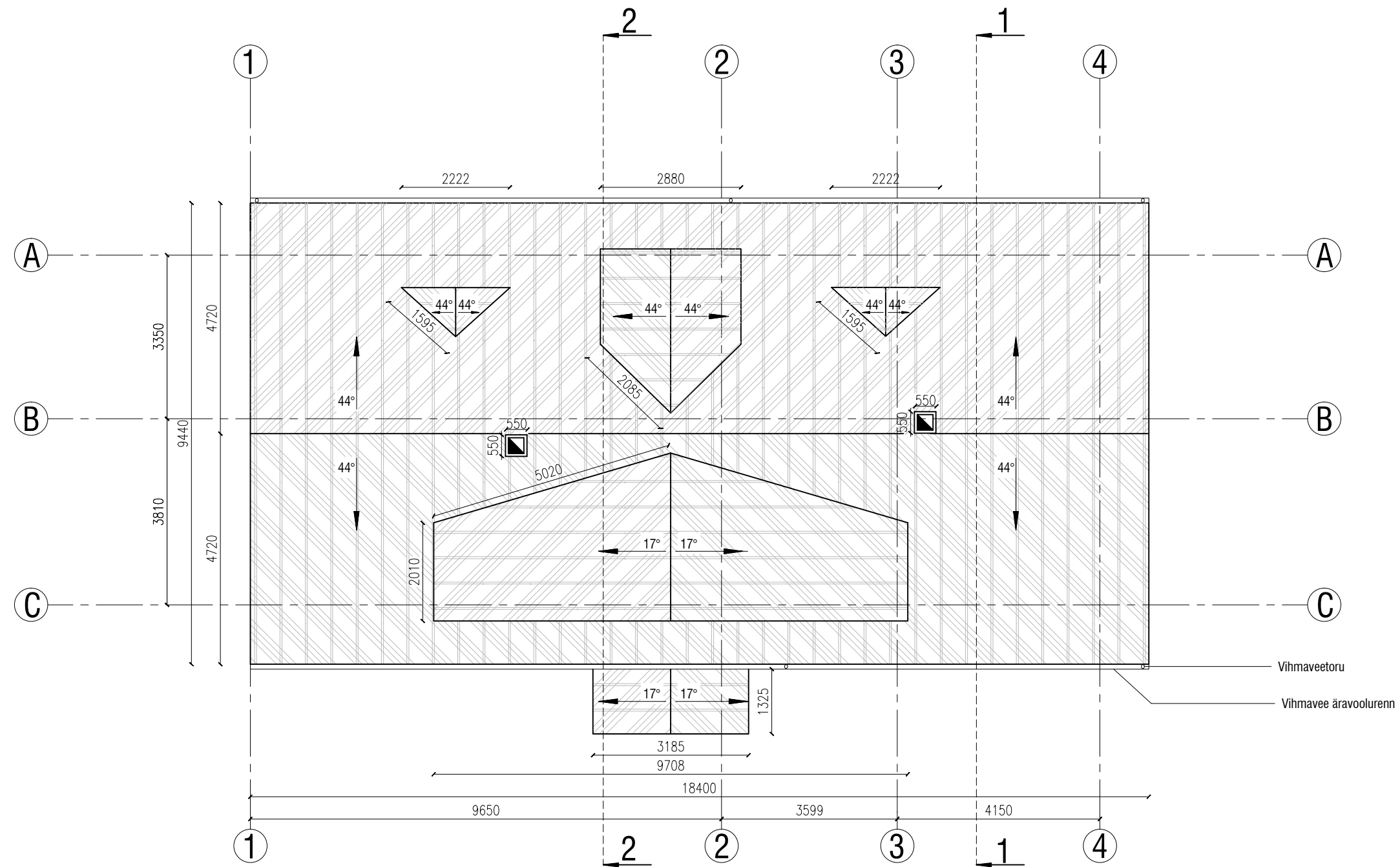
 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Lõige 1-1	
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:75	Formaat: A3
		Joonise nr: 11/31	Kuupäev: 13.05.15

LÕIGE 2-2



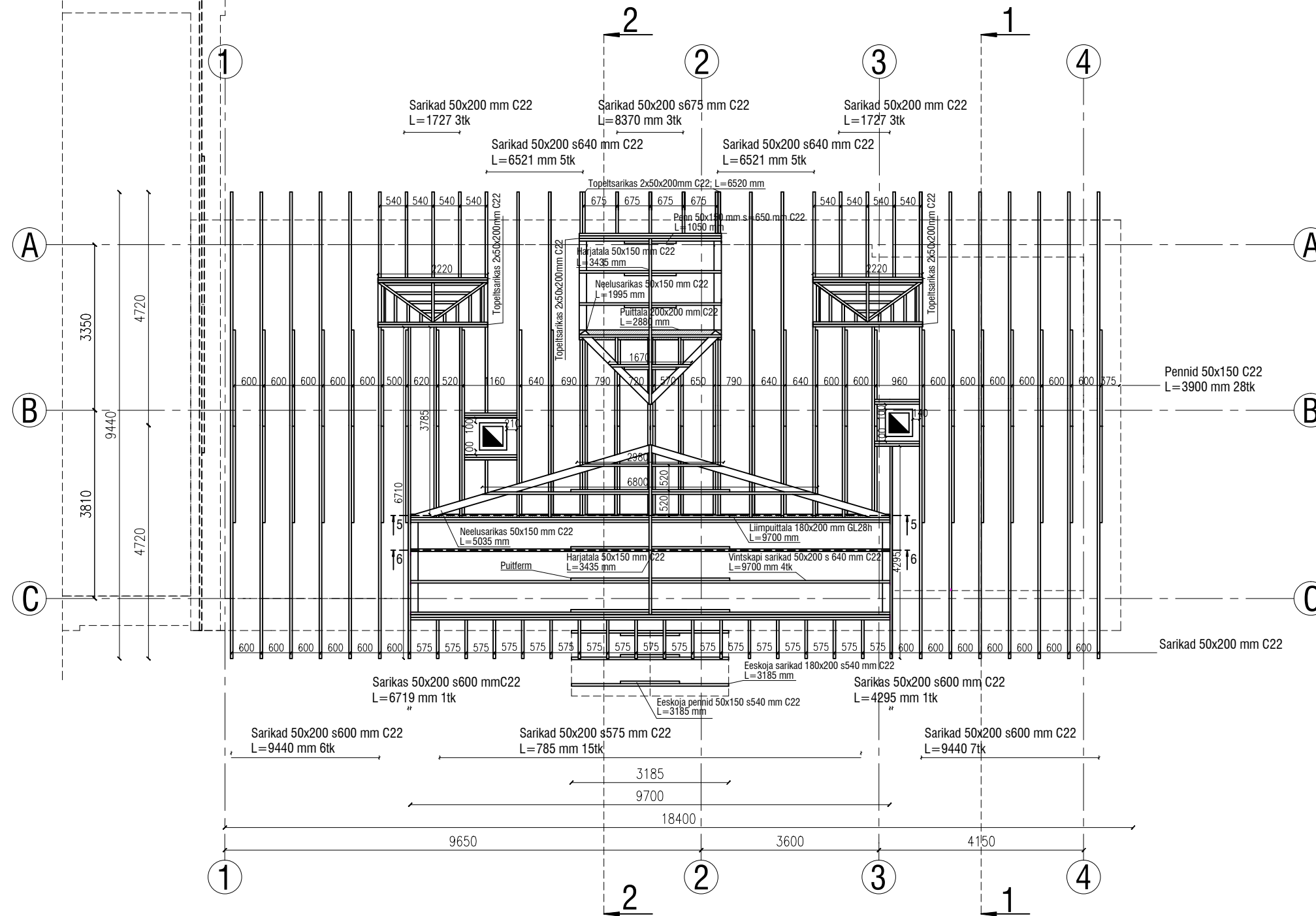
 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Lõige 2-2		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:75	Formaat: A3	Joonise nr: 12/31 Kuupäev: 13.05.15

Katuse plaan



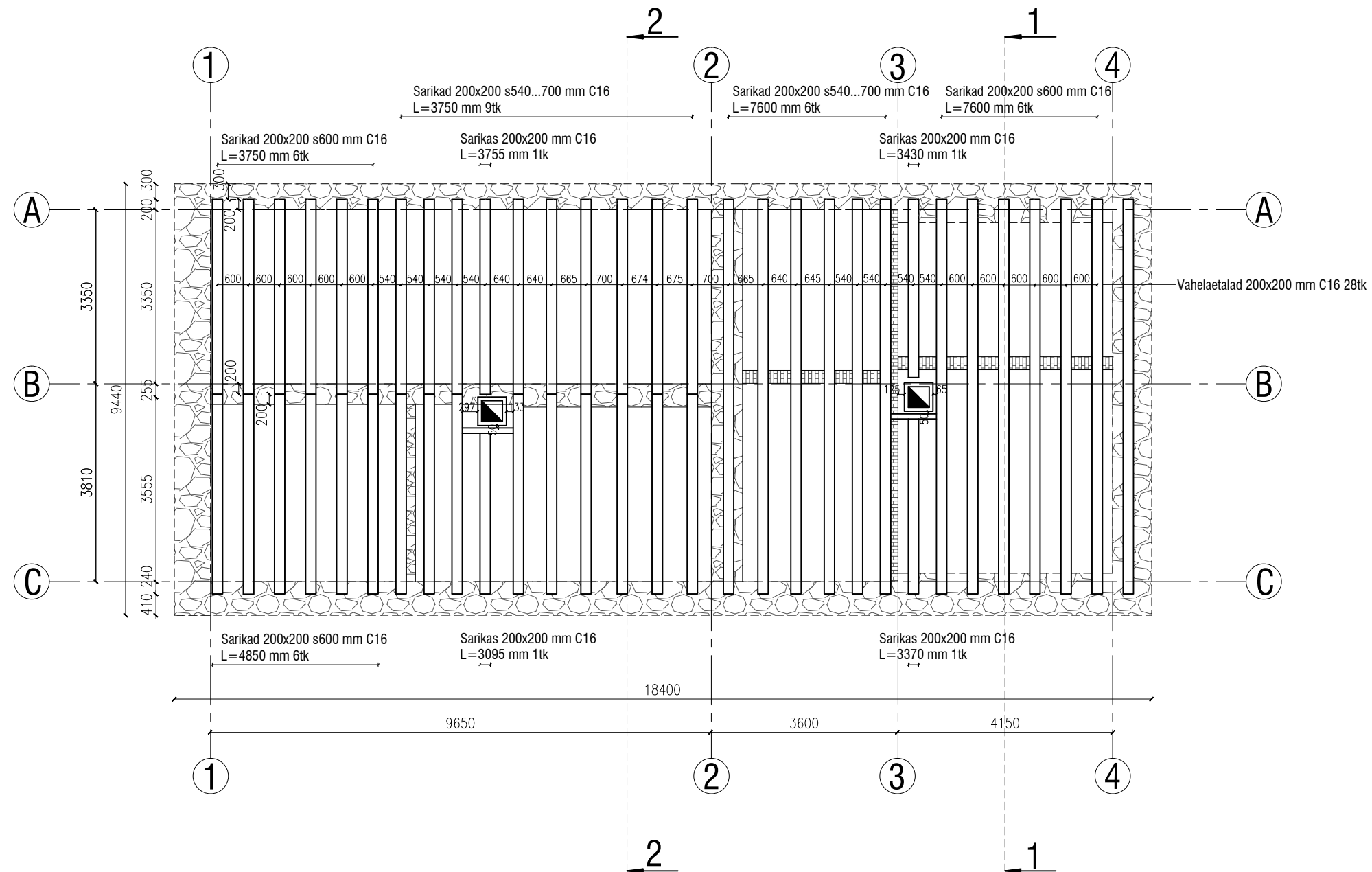
 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Katuse plaan		
Säästva tehnoloogia õppetool		Möötkava: 1:100	Formaat: A3	Joonise nr: 13/31 Kuupäev: 13.05.15

Katusekandjate plaan



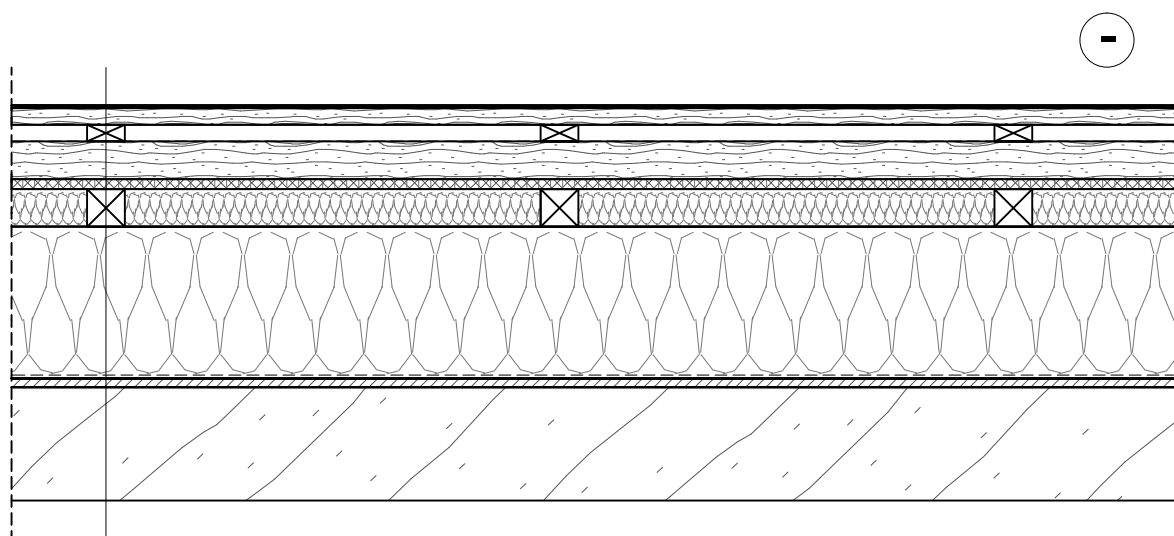
 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Katusekandjate plaan		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3	Joonise nr: 14/31
		Kuupäev: 13.05.15		

Vahelaetalade plaan



 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Vahelaetalade plaan	
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:100	Formaat: A3
		Joonise nr: 15/31	Kuupäev: 13.05.15

Katuse tüüplõige KL-1



Katusekate 38mm (Klassic profiil)

Roovitus 22x100mm (sammuga 300mm)

Dist. liist 25x50mm (sammuga 600mm)

Aluskate (ei tohi olla pingul)

Dist. pruss 50x50mm (sammuga 600mm)

+ Õhuvähe 50mm

Tuuletõke Isover VKL 13 [või analoog]

Prussid 50x50mm (sammuga 600mm)

+ Soojustus Isover KL 33 50mm [või analoog]

Talad 50x200mm (sammuga 600mm)

+ Soojustus Isover KL 33 200mm [või analoog]

Aurutõke Isover Vario Duplex [või analoog]

Sisevoodrilauad paksusega 28mm

Olemasolevad sarikad 150x150mm (sammuga 1500 mm)

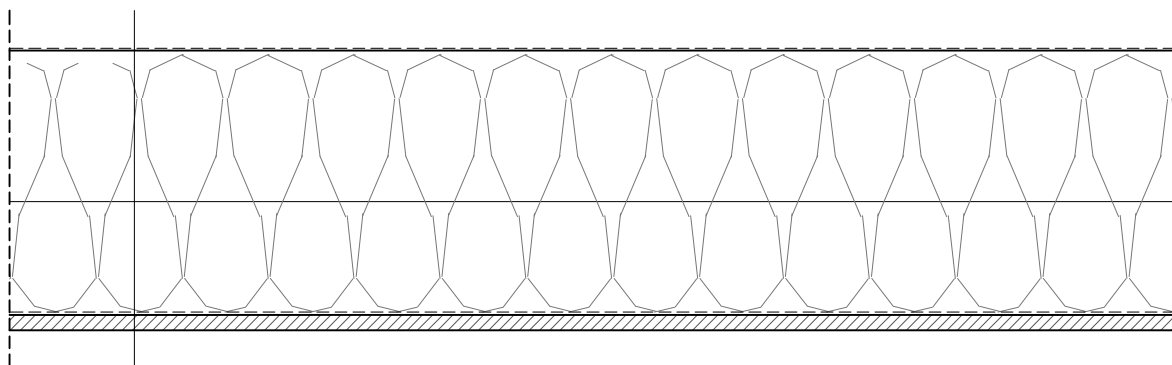
Soojajuhtivus: $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks:
52dB

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Katuse tüüplõige KL-1	
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 16/31 Kuupäev: 13.05.15

Pööninglae tüüplõige PN-1



Tuuletõkkepaber

Soojustus Isover Insulsafe 350mm [või analoog]

Penn 50x150 mm (sammuga 600mm)

Aurutõke Isover Vario Duplex [või analoog]

Laelaudis 20mm

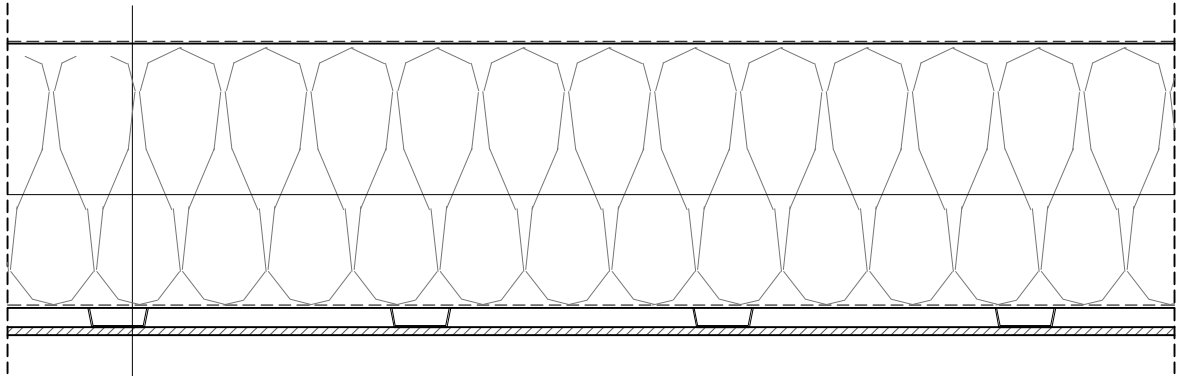
Soojajuhtivus: $U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks: $RW=40\text{dB}$

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik:	Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus:	Pööninglae tüüplõige PN-1
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 17/31 Kuupäev: 13.05.15

Pööninglae tüüplõige PN-2



Tuuletõkkepaber

Soojustus Isover Insulsafe 350mm [või analoog]

Penn 50x150mm sammuga 600mm

Aurutõke Isover Vario Duplex [või analoog]

Gypsteel GK kipslaekarkass 27x60mm sammuga 400mm [või analoog]

Õhuvähe 25mm

Alumiiniumist ripplagi Profiline™ 11mm [või analoog]

Soojajuhtivus: $U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks: $RW=40\text{dB}$



TTÜ TARTU KOLLEDŽ

Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu
rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks

Koostaja:

Randel Pärna

Allkiri:

Töö liik:

Inseneriõppe lõputöö

Juhendaja:

Lehar Leetsaar

Allkiri:

Nimetus:

Pööninglae tüüplõige PN-2

Säästva tehnoloogia õppetool

Mõõtkava:

1:10

Formaat:

A4

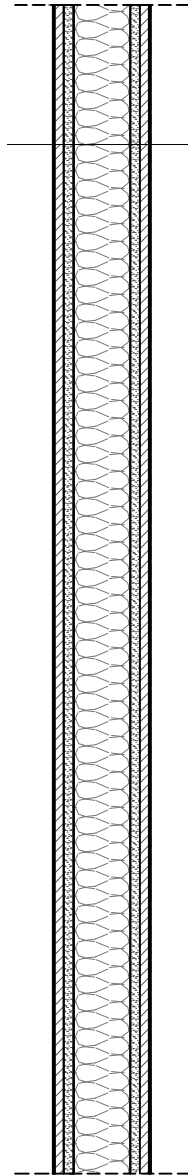
Joonise nr:

18/31

Kuupäev:

13.05.15

Siseseina tüüplõige SS-1



Viimistluspind- pahtel+ väv

Kipsplaat 12,5mm

OSB 3 plaat 12mm

Teraskarkass Gyproc LPR 95/40 [või analoog]
+ Soojustus Isover KL 33 70 mm [või analoog]

OSB 3 plaat 12mm

Kipsplaat 12,5mm

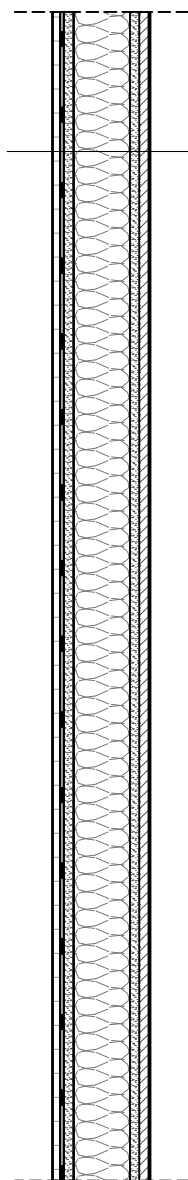
Viimistluspind- pahtel+ väv

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks: RW=40dB

	TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Siseseina tüüplõige SS-1		
Säätva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 19/31 Kuupäev: 13.05.15

Siseseina tüüplõige SS-2



Seinaplaat + kinnitussegu

Niiskustõke (hüdroisolatsioon)

Kipsplaat 12,5mm

Teraskarkass Gyproc LPR 95/40 [või analoog]
+ Soojustus Isover KL 33 70 mm [või analoog]

OSB 3 plaat 12mm

Kipsplaat 12,5mm

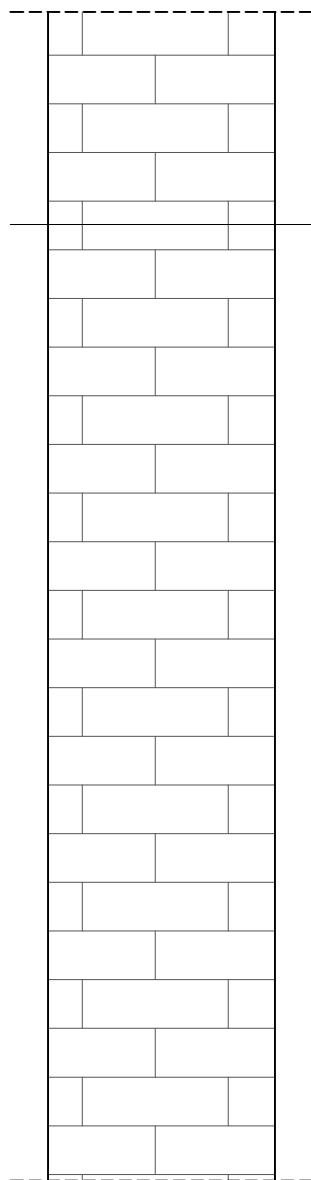
Viimistluspind- pahtel + väv

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks: RW=40dB

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Siseseina tüüplõige SS-2	
Säästva tehnoloogia õppetool	Möötkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 20/31
		Kuupäev: 13.05.15	

Siseseina tüüplõige SS-3

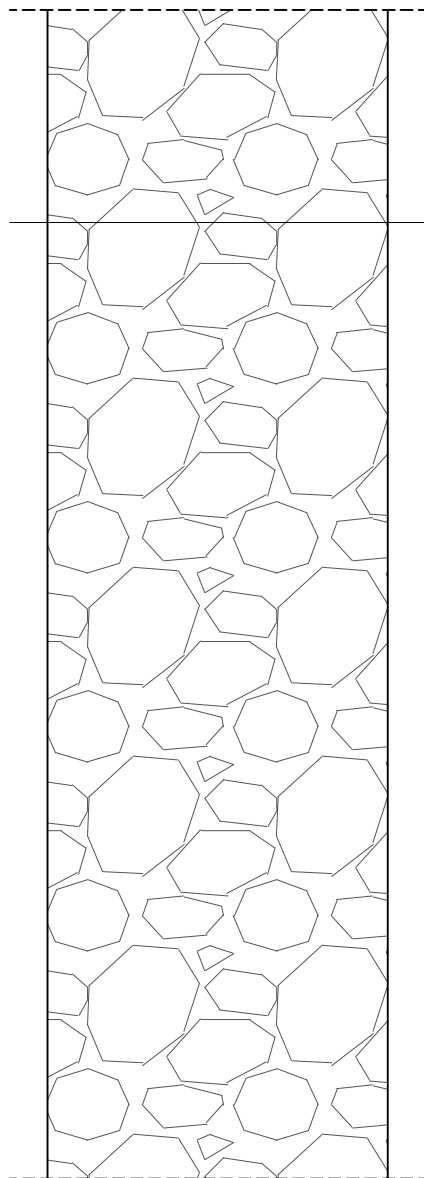


Tellissein 300mm

Tulepüsivusklass: EI 30

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik:	Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus:	Siseseina tüüplõige SS-3
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 21/31 Kuupäev: 13.05.15

Siseseina tüüplõige SS-4

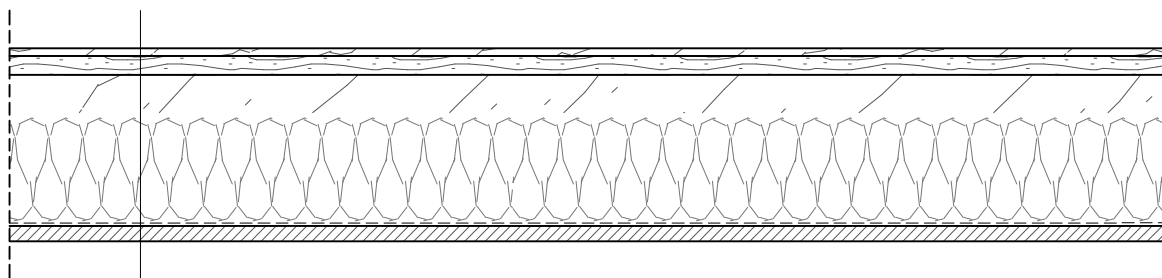


Olemasolev maakivisein 450mm

Tulepüsivusklass: REI 120 (tehnoruumi seinad)

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik:	Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus:	Siseseina tüüplõige SS-4
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 22/31 Kuupäev: 13.05.15

Parkettpõrandaga vahelae tüüplõige VL-1



Parkett + Parketi alusvaip

Puitlaastplaat OSB 3 32mm

Vahelaetalad 200x200mm (sammuga 600mm)
+ Soojustus Isover KL 37 150mm [või analoog]

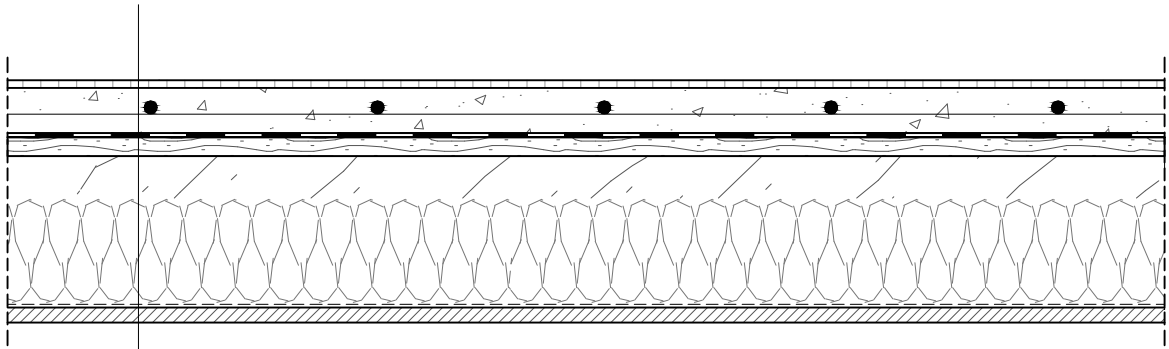
Laelaudis 20mm

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks $RW=53$ dB

	TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö		
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Parkettpõrandaga vahelae tüüplõige (VL-1)		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 23/31 Kuupäev: 13.05.15

Plaatpõrandaga vannitoa vahelae tüüplõige VL-2



Põrandaplaadid + paigaldussegu

+ Hüdroisolatsioonimastiks

Sarrusbetoonikiht 60mm

+ küttekaablid

Hüdroisolatsioon

Puitlaastplaat OSB 3 32mm

Vahelaetalad 200x200mm (sammuga 600mm)

+ Soojustus Isover KL 33 150mm [või analoog]

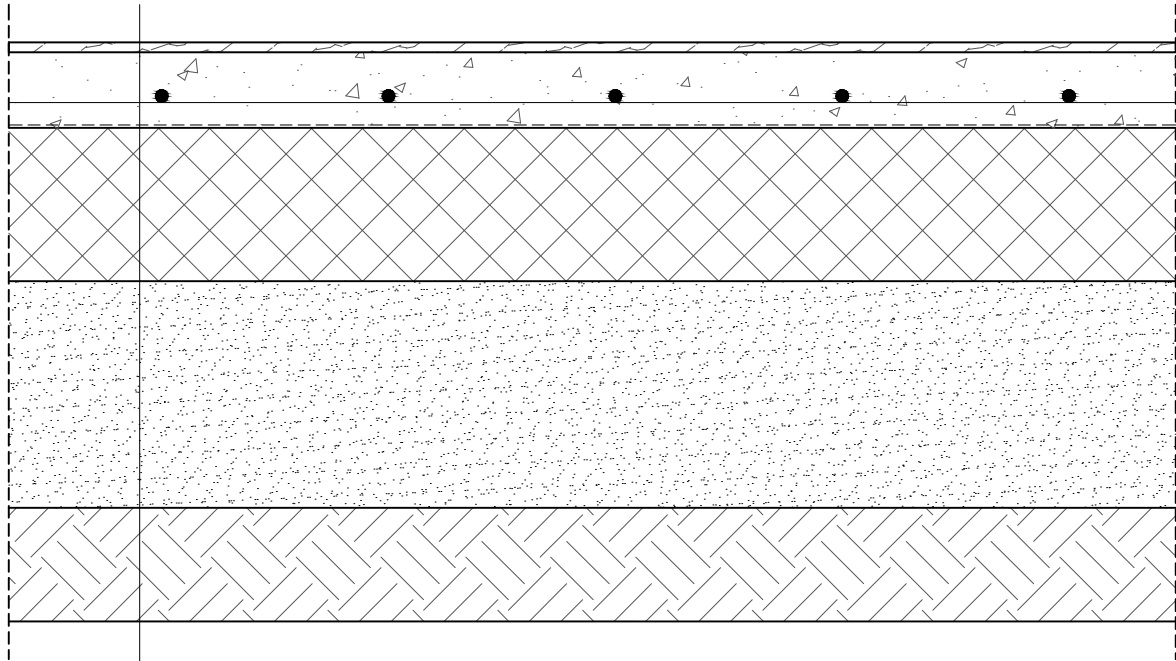
Laelaudis 20mm

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks $RW=53$ dB

	TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö		
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Plaatpõrandaga vahelae tüüplõige (VL-2)			
Säätva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr.: 24/31	Kuupäev: 13.05.15

Kapillaarse niiskuse keskkonda rajatav küttega parkettpõranda tüüplõige PL-1



Parkett+ Parketi alusvaip

Armeeritud betoonkiht (min. 80mm)

+ armeeritud võrgu silm 150x150mm, varda läbimõõt 6 mm

+ põrandaküttetorud


Ehituskile 0,12mm

Soojustus 200mm EPS 200 [või analoog]

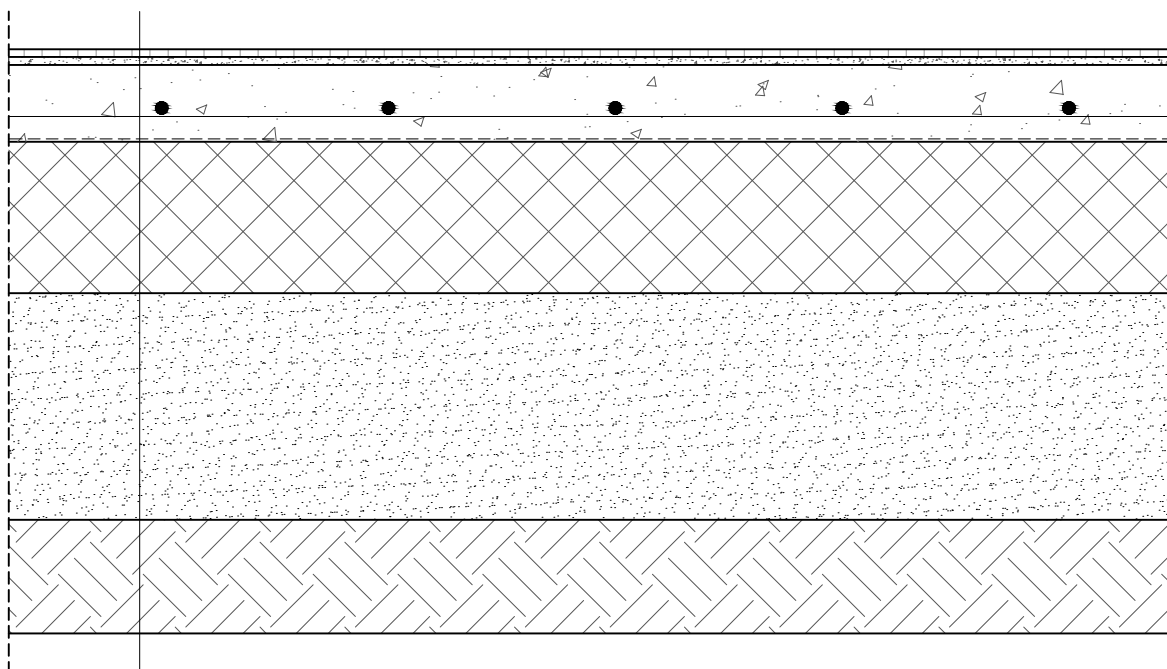
Dreenkiht 300mm

Pinnas

Soojajuhtivus: $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

	TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Kapillaarse niiskuse keskkonda rajatava küttega parkettpõranda tüüplõige (PL-1)		
Säätva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 25/31 Kuupäev: 13.05.15

Kapillaarsese niiskuse keskkonda rajatav küttega plaatpõranda tüüplõige PL-2



Põrandaplaadid + paigaldussegu

Tasanduskiht

Armeeritud betoonkiht (min. 80mm)

+ armeeritud võrgu silm 150x150 mm, varda läbimõõt 6 mm

+ põrandaküttetorud

Ehituskile 0,12mm

Soojustus 200mm EPS 200 [või analoog]

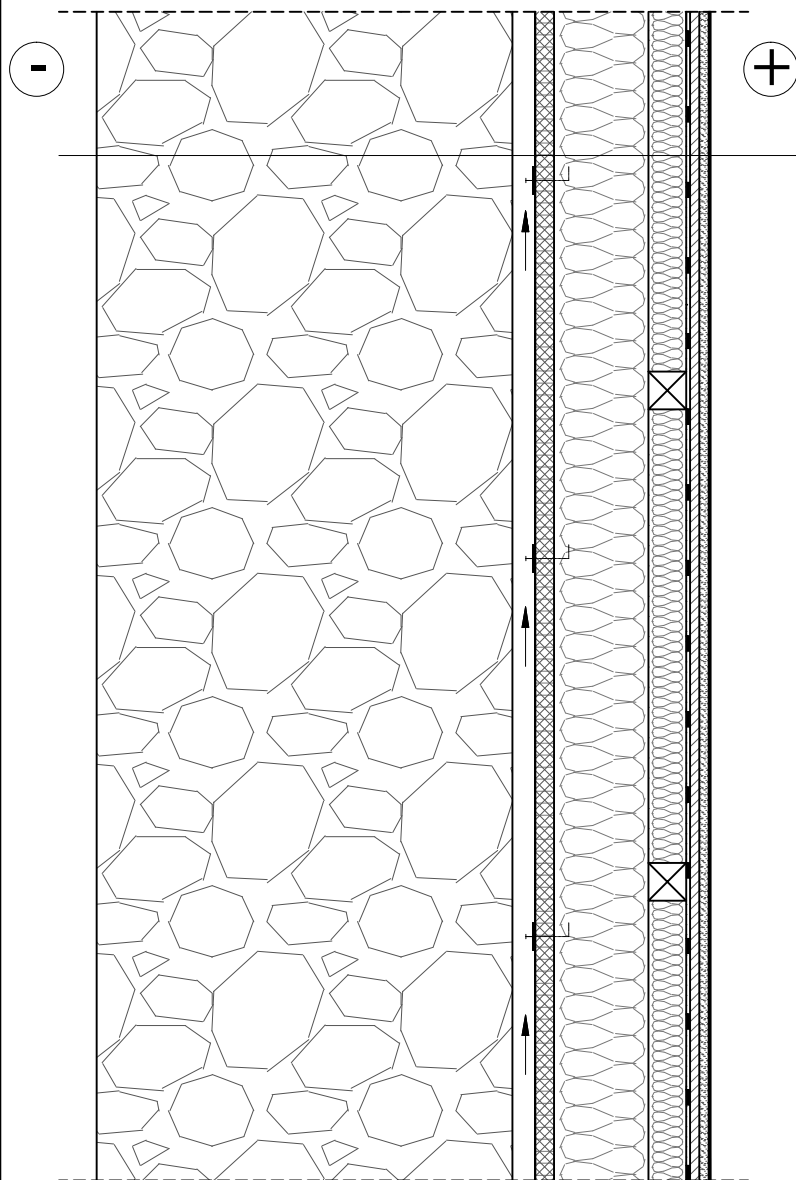
Dreenikiht 300mm

Pinnas

Soojajuhtivus: $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

	TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks	
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Kapillaarse niiskuse keskkonda rajatava küttega plaatpõranda tüüplõige (PL-2)		
Säätva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr.: 26/31
				Kuupäev: 13.05.15

Soojustatud välisseina tüüplõige VS-1



Olemasolev maakivisein 550mm
Õhuvähe 30mm
Tuuletõke Isover RKL 31 30mm
[või analoog]

Puitkarkass 50x150mm
sammuga 600mm
+ Soojustus Isover KL 33 150mm
[või analoog]

Horisontaalne roovitus 50x50mm
sammuga 400mm
+ Soojustus Isover KL 33 50mm
[või analoog]

Aurutõke (Isover Duplex0,22mm)
[või analoog]

OSB plaat 12mm

Kipsplaat 12,5 mm

Viimistluspind- pahtel+ väv

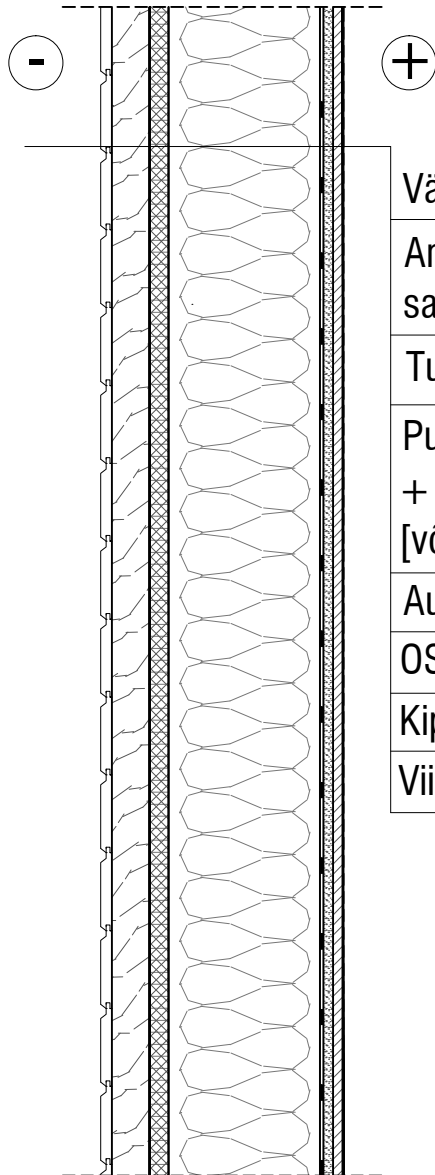
Soojajuhtivus: $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks: 53 dB

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Soojustatud välisseina tüüplõige (VS-1)	
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr.: 27/31 Kuupäev: 13.05.15

Vintskapi seinä tüüplõige VK-1



Välisviimistlus- voodrilaud

Antiseptiliselt töödeldud vertikaalroovid 50mm sammuga 600mm

Tuuletõke Isover VKL 13 mm [või analoog]

Puitkarkass 50x200mm sammuga 600mm
+ Soojustus Isover KL 33 200mm
[või analoog]

Aurutõke Isover Duplex0,22mm [või analoog]

OSB 3 plaat 12mm

Kipsplaat 12,5mm

Viimistluspind- pahtel + väv

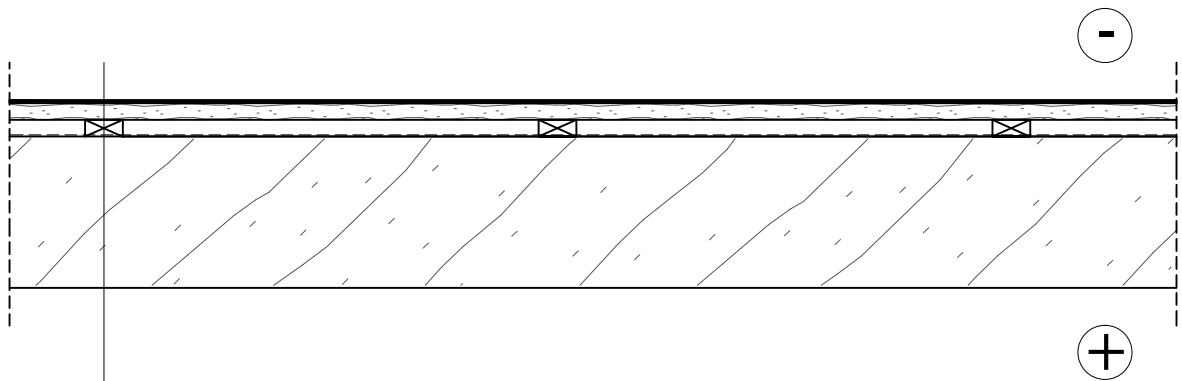
Soojajuhtivus: $U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tulepüsivusklass: EI 30

Õhumüra isolatsiooniindeks: 53 dB

 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Vintskapi seinä tüüplõige (VK-1)	
Säästva tehnoloogia õppetool	Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr: 28/31 Kuupäev: 13.05.15

Vintskapi katuse tüüplõige VK-2



Katusekate 38mm (Classic profiil)

Roovitus 22x100mm (sammuga 300mm)

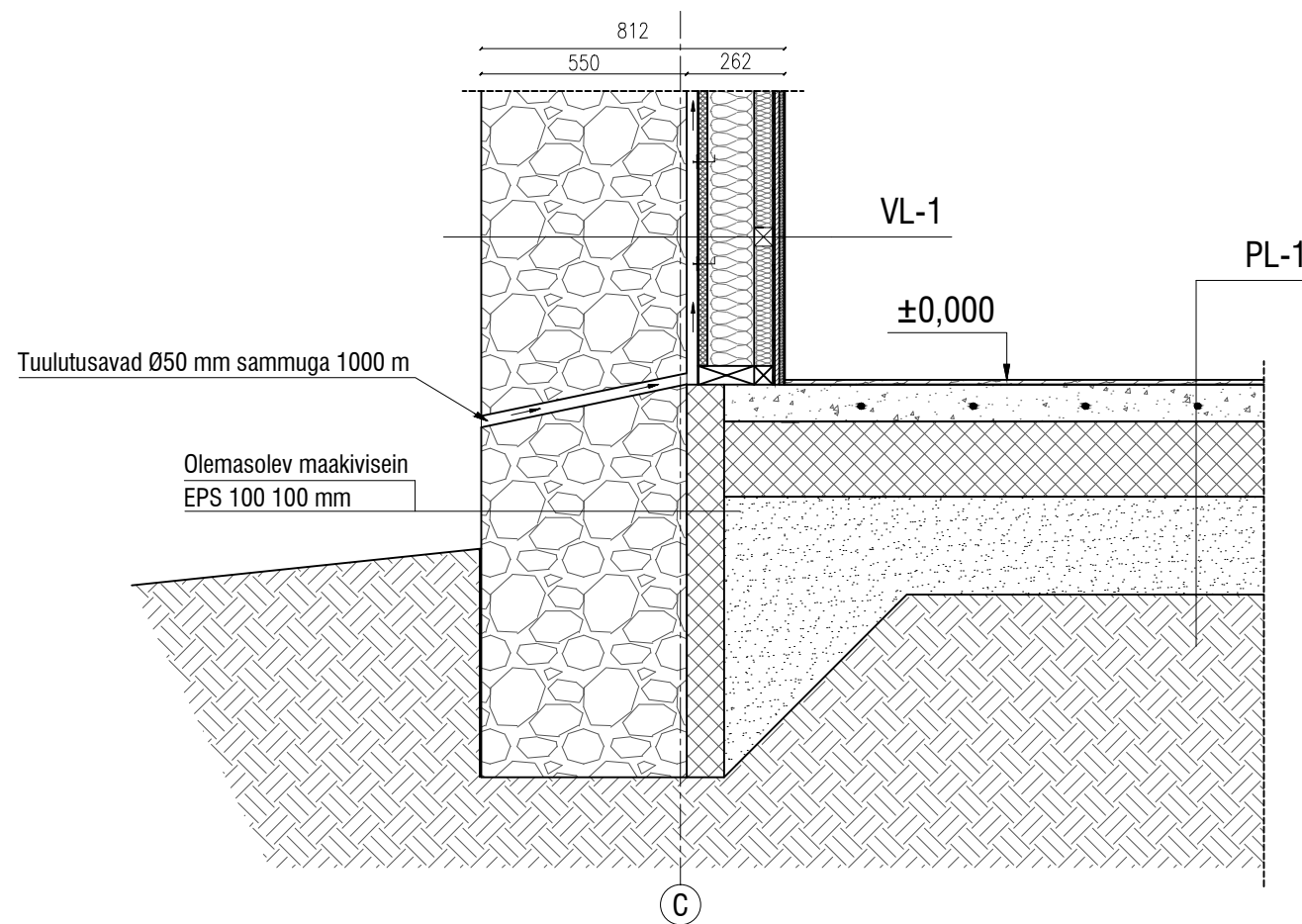
Dist. liist 25x50mm (sammuga 600mm)


Aluskate

Vintskapi katusesarikas 50x200mm (sammuga 600mm)

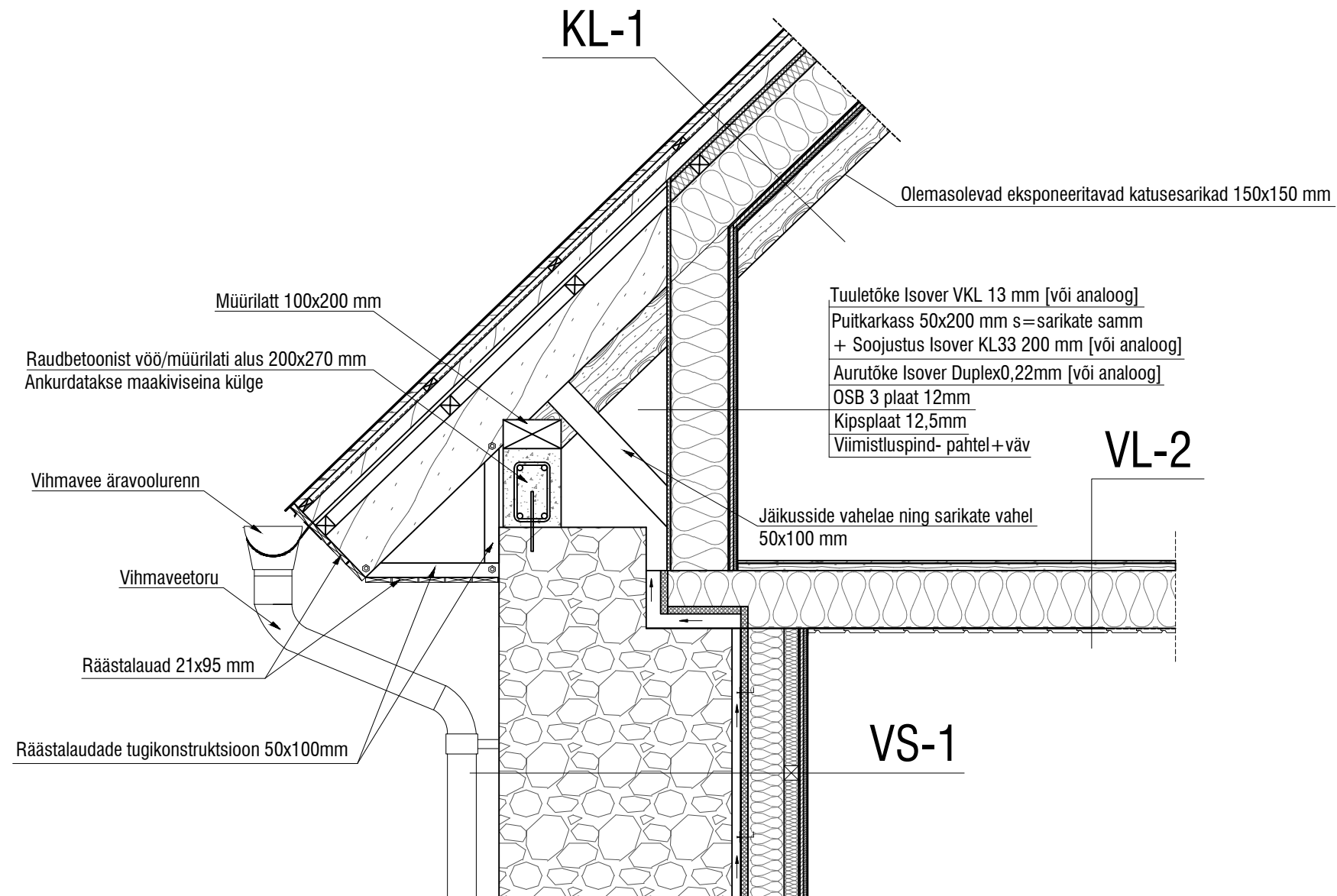
	TTÜ TARTU KOLLEDŽ		Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks		
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö		
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Vintskapi katuse tüüplõige (VK-2)			
Säätva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:10	Formaat: A4	Joonise nr.: 29/31	Kuupäev: 13.05.15

Soklisõlm



 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusis asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Soklisõlm		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:20	Formaat: A3	Joonise nr: 30/31 Kuupäev: 13.05.15

Räästasõlm



 TTÜ TARTU KOLLEDŽ	Töö nimetus: Pajusi külas asuva maakivist eramu rekonstrueerimisprojekt külalistemajaks			
	Koostaja: Randel Pärna	Allkiri:	Töö liik: Inseneriõppe lõputöö	
Juhendaja: Lehar Leetsaar	Allkiri:	Nimetus: Räästasõlm		
Säästva tehnoloogia õppetool		Mõõtkava: 1:20	Formaat: A3	Joonise nr: 31/31
			Kuupäev: 13.05.15	