



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TARTU KOLLEDŽ

Säästva tehnoloogia õppetool

VANA-RAUKASE TALU PEAHOONE  
REKONSTRUEERIMINE ELUMAJAKS  
LAIENDATUD ARHITEKTUURNE EELPROJEKT

RECONSTRUCTION OF THE VANA RAUKASE COTTAGE  
EXTENDED PRELIMINARY ARCHITECTURAL DESIGN

**NTS60LT**

Magistritöö

Ehitiste restaureerimine

Üliõpilane: Maarja Allmaa

Juhendaja: Maari Idnurm

Kaasjuhendaja: Aime Ruus

Tartu, 2015

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

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 083391NAEI

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: ..... (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: ..... (allkiri)

## **ABSTRACT**

Allmaa, M. Reconstruction of the Vana Raukase Cottage, Extended Architectural Preliminary Design. Master's thesis. In one volume. Tartu, 2015. Pages 147, 15 tables, 13 figures, 39 photos, 11 A4 drawings and 19 A3 drawings. Estonian.

The aim of this thesis is to conduct a reconstruction project for an old log house built in 1863. The house is located in rural area of Põltsamaa and it holds, as many others, important cultural and historical value to the nation. The project is divided into three parts. The first part contains explanatory note of the building design and the technical condition of the current state. In the second part strength calculations of wooden roof rafters and ceiling beams are conducted. The third part contains energy efficiency calculations. Technical drawings are added in the end of the thesis.

Keywords: reconstruction, architectural preliminary design, log house, strength calculation, energy efficiency.

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	8
TERMINOLOOGIA.....	9
I OSA. VANA-RAUKASE TALU RENOVEERIMISPROJEKTI SELETUSKIRI.....	12
1. Üldosa.....	12
1.1. Sissejuhatus.....	12
1.2. Lähteülesanne .....	12
1.3. Aluseks võetud õigusaktide, normdokumentide ja eekirjade loetelu.....	12
1.4. Hoone üldandmed .....	14
2. Olemasolev olukord ja tehnilise seisukorra hinnang.....	14
2.1. Vana-Raukase talu kirjeldus .....	15
2.2. Vundamendid.....	16
2.3. Seinad.....	16
2.4. Põrandad .....	17
2.5. Laed .....	17
2.6. Avatäited .....	17
2.7. Katus ja vihmaveesüsteem.....	17
2.8. Küttekolded ja korstnad .....	18
2.9. Eeskoda.....	18
3. Asendiplaan .....	18
3.1. Vastavus lähteandemetele.....	18
3.2. Olemasolev olukord.....	18
3.2.1. Olemasolev paiknemine .....	18
3.2.2. Olemasolev hoonestus.....	18
3.2.3. Olemasolev reljeef.....	19
3.2.4. Olemasolev haljastus.....	19
3.2.5. Olemasolev tänavatevõrk ja juurdesõidud. Kõnniteed.....	19
3.3. Plaanilahendus .....	19
3.3.1. Hoone ja rajatiste paigutus .....	19
3.4. Teed ja platsid .....	19

3.4.1. Juurdesõidutee .....	19
3.4.2. Krundisisesed teed ja platsid .....	19
3.4.3. Katendite konstruktsioon .....	19
3.5. Haljastus ja heakorrastus .....	20
3.5.1. Olemasolev, säilitatav haljastus .....	20
3.5.2. Piire .....	20
3.5.3. Väravad .....	20
3.5.4. Prügikonteinerid .....	20
3.5.5. Keskkonna- ja tervisekaitse .....	20
3.6. Krundisise liikluskorraldus ja parkimine .....	20
3.6.1. Liiklusskeem .....	20
3.6.2. Parkimise korraldamine .....	20
3.7. Tuleohutus .....	20
3.7.1. Tuletõrjepääsud .....	20
3.7.2. Ehitiste tulepüsivusklassid .....	21
3.7.3. Tuleohutuskujad .....	21
3.7.4. Tehnilised näitajad .....	21
4. Arhitektuur .....	21
4.1. Ehitise üldandmed ja tehnilised näitajad .....	21
4.2. Arhitektuurne üldlahendus .....	22
4.2.1. Asendiplaaniline idee, planeeringu piirangud .....	22
4.2.2. Hoone arenguperspektiivid .....	22
4.2.3. Hoone arhitektuurne üldkontseptsioon ja funktsionaalne ülesehitus, ruumijaotus. .	22
4.2.4. Hoone piirdekonstruktsioonide üldine iseloomustus konstruktsioonitüüpide järgi .	23
5. Ehituskonstruktsioonid (tarindid) .....	28
5.1. Kasutatavad normdokumendid .....	28
5.2. Tehnilised lähteandmed .....	29
5.2.1. Ehitise eluiga .....	29
5.2.2. Viited ehitusgeoloogilistele uuringutele ja vajadusel nõuded lisauuringuteks .....	29
5.3. Koormused .....	29
5.3.1. Kasuskoormused .....	29

5.3.2. Lumekoormus.....	29
5.3.3. Tuulekoormus.....	30
5.4. Hoone kandeskeleti tehnilise lahenduse valik .....	31
5.4.1. Kandeelementide paiknemine, silled ja sammud, deformatsioonivuukide asukohad .....	31
5.4.2. Hoone üldjäikuse tagamine .....	31
5.5. Küte ja ventilatsioon .....	31
5.5.1. Küte .....	31
5.5.2. Ventilatsioon .....	31
5.6. Veevarustus ja kanalisatsioon .....	32
5.6.1. Veevarustus .....	32
5.6.2. Kanalisatsioon .....	32
5.7. Elekter ja nõrkvool.....	32
5.8. Tuleohutus .....	32
5.8.1. Kasutatud normdokumentide loetelu .....	32
5.8.2. Arvestuslik inimeste arv hoones ja tõenäoliselt võimalik maksimaalne hoones viibivate inimeste arv .....	33
5.8.3. Hoone kasutusviis .....	33
5.8.4. Hoone tulepüsivusklass .....	33
5.8.5. Kandekonstruktsioonide tulepüsivused.....	33
5.8.6. Korruste arv.....	33
5.8.7. Põrandate klass .....	33
5.8.8. Siseseinte ja lagede pinnakihi süttivustundlikuse ja tulelevikuklass .....	33
5.8.9. Välisseinte pinnakihi süttivustundlikkuse klass.....	33
5.8.10. Katusekatte klass .....	34
5.8.11. Hoone jaotus tuletõkkeseksioonideks, sektsioonide piirdekonstruktsioonide tulepüsivusklass.....	34
5.8.12. Evakuatsiooniteede ja -pääsude kirjeldus .....	34
5.8.13. Suitsuäratas .....	34
5.8.14. Tuleohutusabinõud hoones (kustutid, vesikud, viidad, avariivalgustus jne).....	34
5.8.15. Tuleohutusabinõud hoone välisperimeetril (pääsud katusele, katuse turvaelemendid jne).....	34

5.8.16. Ventilatsiooni- ja kütteseadmete tuleohutus .....	35
II OSA. TUGEVUSARVUTUSED.....	36
1. Üldist .....	36
1.1. Kasutatud normdokumentide ja arvutusprogrammide loetelu.....	36
2. Koormused .....	37
2.1. Lumekoormus .....	38
2.2. Tuulekoormus .....	39
2.2.1. Tuulekoormus seintele .....	41
2.2.2. Tuulekoormus katusele .....	42
2.3. Omakaalu koormused .....	45
2.4. Sarikate tugevuskontroll .....	46
2.4.1. Sarikale mõjuvad normatiivsed joonkoormused.....	47
2.4.2. Sarika arvutused .....	47
2.4.1. Surve- ja paindekandevõime arvutusmeetod.....	50
2.4.2. Surve- ja paindekandevõime arvutus .....	53
2.4.3. Nihkekandevõime arvutus.....	56
2.4.4. Harjasõlme kandevõime.....	58
2.5. Roovide kandevõime .....	60
2.5.1. Roovide arvutus.....	61
2.5.2. Roovidele mõjuvad koormused.....	62
2.6. Vahelae kandevõime ja läbipainde arvutus.....	66
2.6.1. Olemasoleva vahelae andmed .....	66
2.6.2. Vahelae tugevusarvutus.....	66
2.6.3. Läbipainde arvutus .....	68
III OSA: HOONE ENERGIATÕHUSUSE HINDAMINE .....	70
1. Tarindite soojusjuhtivuste arvutusmeetod .....	70
1.1. Soojuslikult homogeensetest kihtidest piirdetarindi kogusoojustakistus.....	70
1.2. Soojuslikult mittehomoogeensete kihtidega tarindi kogusoojustakistus .....	71
1.3. Piirdetarindi korrigeeritud soojusjuhtivus .....	73
1.4. Õhupiludest tingitud parandustegur.....	74
1.5. Soojustuse õhujuhtivusest tingitud parandustegur.....	75

1.6. Pinnasel oleva põranda soojusjuhtivuse arvutuse põhimõtted.....	75
1.7. Põrand välisõhu kohal.....	77
2. TARINDITE LISASOOJUSTAMINE.....	78
2.1. Mittehomogeensete materjalikihtidega välisseina soojusjuhtivuse arvutus .....	79
2.1.1. Välisseina soojustuslahend Isover KL-37 klaasvillaga.....	79
2.2. Homogeensete materjalikihtidega välisseina soojusjuhtivuse arvutus .....	81
2.2.1. Sokli soojustuslahendus .....	81
2.3. Pinnasel oleva põranda soojusjuhtivuse arvutus.....	82
2.4. Välisõhu kohal oleva põranda soojusjuhtivuse arvutus .....	83
3. Joonkülmasildade soojusläbivuste arvutamine.....	86
4. Hoone õhupidavus .....	86
KOKKUVÕTE .....	87
KASUTATUD KIRJANDUS .....	89
LISAD .....	92
LISA 1. Projekteerimistingimused .....	93
LISA 2. Ehitise olulised tehnilised andmed .....	97
LISA 3. II korruse välisseina soojusjuhtivuse arvutus .....	100
LISA 4. Katuslae soojusjuhtivuse arvutus.....	102
LISA 5 Energiaarvutuse lähteandmete esitamine väikeelamu lihtsustatud energia-tõhususarvu piirväärtuse tõendamise puhul .....	106
LISA 6 Fotod olemasolevast olukorrast .....	107
LISA 7 GRAAFILINE OSA .....	114



## SISSEJUHATUS

Eesti taluarhitektuuris on põhielemendiks olnud mitmeid sajandeid ehituspalk. Palkmajad tehti peremeeste endi poolt ja nende konstruktsioon oli lihtne ja toormaterjal kergesti kättesaadav. Säilinud ajaloolised palkhooned on oluliseks osaks eestlaste identiteedi juures. Nendesse on salvestunud eestlaste ajalugu ja kombed. Eesti rahvapärane arhitektuur ei paista silma kaunistusdetailide poolest, taluhooneid iseloomustab eelkõige sümbioos ümbritseva loodusega ja vormiharmonia. Selleks, et säilitada eestlaste identiteet ja ajalugu, tuleb neid ajalooliseid hooneid säilitada ja hooldada.

Lõputöö teemaks on valitud Kablakülas asuva Vana Raukase talu rekonstrueerimise projekt. Konkreetne hoone sai valitud, kuna see kuulub autori tuttavatele ja selle elumajaks rekonstrueerimine on omanikel plaanis. Arendusliku sisuga lõputöö kasuks otsustati, sest autor soovis kasutada nii insenertehnilisi kui ka restaureerimisega seotud teadmisi. Selles töös üritatakse lahendada hoone rekonstrueerimine nii, et säiliks võimalikult palju algupärast ja uued, lisatavad konstruktsioonid, sobiksid kokku restaureeritavate elementidega ja kogu hoone üldilmega.

Töö on jaotatud kolmeks osaks. Esimeses osas on välja toodud hoone eelprojekti seletuskiri, kus on käsitletud arhitektuurseid ja konstruktiivseid lahendusi ning olemasoleva olukorra tehnilise seisukorra hinnangut.

Teises osas on esitatud olulised tugevusarvutused olemasolevatele ja projekteeritavatele katusekonstruktsioonidele ja vahelagedele. Leitud on mõjuvad omakaalud, lume- ja tuulekoormused. Tugevuskontroll on tehtud leitud tulemustele.

Kolmas osa käsitleb energiatõhususe arvutusi. Välja on toodud põhilisite piirdekonstruktsioonide soojusjuhtivuse arvutused.

Lisas on esitatud projekteerimistingimused, ehitise tehnilised andmed, energiatõhususe arvutused, olemasoleva olukorra fotod ja projekti graafilised joonised.

## TERMINOLOOGIA

### Ladina suurtähed

$A$	ristlõike pindala, ( $\text{mm}^2$ );
$A_{ef}$	ristlõike efektiivpindala, ( $\text{mm}^2$ );
$C_e$	avatustegur;
$C_t$	soojustustegur;
$E_{0,05}$	elastsusmooduli 5% väärtus pikikiudu, ( $\text{N}/\text{mm}^2$ );
$E_{0,mean}$	elastsusmooduli keskvärtus, ( $\text{N}/\text{mm}^2$ );
$F_{c,d}$	survejõu arvutusvärtus, (kN);
$G$	alaline koormus, (kN);
$I_{v(z)}$	turbulentsi intensiivsus;
$I_{y(z)}$	inertsimomendid peatelgede suhtes, ( $\text{mm}^4$ );
$M_{y(z),d}$	paindemoment peatelgede suhtes, (kNm);
$N_{sd}$	survejõud pikikiudu, (kN);
$P$	eelpingestuskoormus, (kN);
$Q$	muutuvkoormus, (kN);
$R_{se}$	piirde välispinna soojustakistus, ( $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ );

$R_{si}$	piirde sisepinna soojustakistus, ( $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ );
$R_T$	piirde kogusoojustakistus, ( $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ );
$U$	piirde soojusjuhtivus, [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ];
$V_{sd}$	arvutuslik põikjõud, (kN);
$W_{y(z)}$	ristlõike vastupanumoment peatelgede suhtes, ( $\text{mm}^3$ );

### Ladina väiketähed

$b$	laius, (mm);
$b_{ef}$	efektiivlaius, (mm);
$c_0(z)$	pinnavormitegur;
$c_e(z)$	ekspositsioonitegur;
$c_{pe}$	välisrõhu rõhutegur;
$c_r(z)$	karedustegur;
$d$	ristlõike läbimõõt, materjalikihi paksus (mm);
$e$	suhteline arvutusviga (%);
$f_{c.o.d}$	arvutuslik survetugevus, ( $\text{N}/\text{mm}^2$ );

$f_{c.0.k}$  normatiivne survetugevus pikikiudu, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $f_{c.90.k}$  normatiivne survetugevus ristikiudu, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $f_{m.y(z),d}$  arvutuslik paindetugevus, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $f_{m.k}$  normatiivne paindetugevus, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $f_{t.0.k}$  normatiivne tõmbetugevus, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $f_{v.d}$  arvutuslik nihketugevus tegeliku olukorra jaoks, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $f_{v.k}$  normatiivne nihketugevus, (N/mm<sup>2</sup>);  
 $g_k$  omakaal, (kN);  
 $h$  ristlõike kõrgus, (mm);  
 $h_{ef}$  efektiivkõrgus, (mm);  
 $i_{y(z)}$  inertsiraadius, (mm);  
 $k_{c,y(z)}$  elemendi saledust ja sirgust arvestav tegur;  
 $k_{c,90}$  tegur, mis arvestab ristikiudu pingete mõju;  
 $k_{cr}$  abitegur efektiivlaiuse leidmiseks;

$k_{def}$  deformatsioonitegur;  
 $k_I$  turbulentsitegur;  
 $k_m$  materjali mittehomoogeensust arvestav tegur;  
 $k_{mod}$  tugevusparameetri modifikatsioonitegur;  
 $k_r$  maastikutüübitegur;  
 $l_{ef}$  saleda elemendi nõtkepikkus, (mm);  
 $p_j$  normatiivne joonkoormus, (kN/m);  
 $p_{jd}$  arvutuslik joonkoormus, (kN/m);  
 $q_b$  tuule baaskiirus, (kN/m<sup>2</sup>);  
 $q_k$  kasuskoormus;  
 $q_p$  tuule kiirusrõhk, (kN/m<sup>2</sup>);  
 $s_k$  normatiivne lumekoormus maapinnal, (kN/m<sup>2</sup>);  
 $s$  lumekoormus, samm;  
 $v_{b,0}$  tuule baaskiirus 10 m kõrgusel, (m/s);  
 $w_e$  välispinnale mõjuv tuulerõhk, (kN/m<sup>2</sup>);  
 $w_{inst}$  hetkeline läbipaine, (mm);

$w_{net,fin}$  lõplik netoläbipaine (mm);

$z_0$  kareduse mõõt (m);

$z_e$  välisrõhu arvutuskõrgus, (m);

$z_{min}$  miinimumkõrgus (m);

### Kreeka tähed

$\alpha$  nurk koormuse sihi ja pikikiudude vahel, (°);

$\beta_c$  tegur, mis arvestab surutud elemendi sirgust;

$\gamma$  koormuse osavarutegur;

$\gamma_G$  alaliskoormuse osavarutegur;

$\gamma_M$  koormuse osavarutegur;

$\gamma_Q$  muutuvkoormuse osavarutegur;

$\lambda$  materjali soojuserijuhtivus, (W/mK);

$\lambda_{y(z)}$  saledus peatelgede suhtes;

$\lambda_{rel,y(z)}$  suhteline saledus peatelgede suhtes;

$\mu_i$  lume kujutegur;

$\rho$  tihedus, (kg/m<sup>3</sup>);

$\sigma_{c,0,d}$  arvutuslik survepinge pikikiudu, (N/mm<sup>2</sup>);

$\sigma_{c,\alpha,d}$  arvutuslik survepinge kiudude suhtes nurga  $\alpha$  all, (N/mm<sup>2</sup>);

$\sigma_{m,y(z),d}$  arvutuslik paindepinge peatelgede suhtes, (N/mm<sup>2</sup>);

$\sigma_{t,0,d}$  arvutuslik tõmbepinge pikikiudu, (N/mm<sup>2</sup>);

$\tau_d$  arvutuslik nihkepinge, (N/mm<sup>2</sup>);

$\psi$  koormuse kombinatsioonitegur;

# **I OSA. VANA-RAUKASE TALU RENOVEERIMISPROJEKTI SELETUSKIRI**

## **1. Üldosa**

### **1.1. Sissejuhatus**

Käesolev projekt on koostatud Kablakülas Põltsamaa vallas Jõgeva maakonnas asuva Vana-Raukase talu elumaja kaasajastamiseks ja katusekorruse kasutuselevõtuks.

Peahoone on ehitatud 19. sajandi teisel poolel ja esmaselt kasutusele võetud 1863. aastal. [1] Rehielamu rehe osa on jäänud ehitamata, sellele annab vihjeid see, et hoone edelaosas on pooleli olev vundament ja pikiseina palgid pole seinte ristumises ära saetud. 1979. aastal ehitati hoone kaguküljele juurdeehitusena eeskoda. 1989. aastal on hoonet renoveeritud, välja on vahetatud algupärased kuuese jaotusega aknad (LISA 6 foto nr 28) ja välis- ning sahvriuks. Samuti on siseseinad kaetud tuuletõkkeplaadiga, laed kipsplaatidega ning põrandad vineeriga. Eelmisel sajandil oli hoone edela külge viilu alla kinnitatud tuulegeneraator, mis aga on nüüdseks eemaldatud. Hoonel on viilkatus, mis on kaetud tõrvapapiga ja mille all on säilinud algupärane sindelkatus. [2]

### **1.2. Lähteülesanne**

Tegemist on ajaloolise palkmajaga ning projekti koostamisel on võetud aluseks olemasolev olukord, objekti omaniku soovid, Põltsamaa Vallavalitsuse väljastatud projekteerimistingimused nr 367 (LISA 1) ning eeskirjad ja määrused.

Tellijal sooviks on olemasolev talumaja muuta aasta ringselt kasutatavaks elumajaks. Rekonstrueerimise käigus soovitakse hoonesse rajada vee- ja kanalisatsioonisüsteem, ehitada välja katusealune eluruumiks ja rajada majja märgruum. Omaniku soov on säilitada võimalikult palju olemasolevaid detaile ja hoida hoones ajaloolist hõngu. Samuti tahetakse säilitada algne sindelkatus.

### **1.3. Aluseks võetud õigusaktide, normdokumentide ja eeskirjade loetelu**

- Eesti Vabariigi Ehitusseadus RT I 2002, 47, 297 (redaktsioon 14.07.2013) [3]

- Majandus- ja kommunikatsiooniministri 17. septembri 2010. a määrus nr 67 „Nõuded ehitusprojektile“ [4]
- EVS 811:2012-1 Hoone ehitusprojekt [5]
- EVS 865-1:2003 „Hoone ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1 Ehitusprojekti seletuskiri“ [6]
- „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ Vabariigi Valitsuse 27. oktoobri 2004. aasta määrus nr 315 [7]
- EVS 812-3:2013 Ehitiste tuleohutus. Osa 3:Küttesüsteemid. [8]
- EVS 812-7:2008 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus. [9]
- EVS 812-6:2012 – Ehitise tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus. [10]
- Mõõtmisnormtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid. Sotsiaalministri 4. märtsi 2002 aasta määrus nr 42 [11]
- EVS 842:2003 Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest. [12]
- ET-1 0106-0175 Ruumide ja nende osade mõõtmetele esitatavad üldnõuded [13]
- Vabariigi Valitsuse 30.08.2012 aasta määrus nr 68 „Energiatõhususe miinimumnõuded“ [14]

**Kvaliteedinõuded:**

- Tarindi RYL 2000 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Kande- ja piirdetarindid
- Maa RYL 2000 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Pinnasetööd ja alustarindid
- Viimistlus RYL 2000 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Viimistlustööd ja sisetarindid

- Maalritööde RYL 2001 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Maalritööd ja viimistluskombinatsioonid
- Hoone Tehnosüsteemide RYL 2002 – Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded

#### **1.4. Hoone üldandmed**

**Hoone nimetus:** Üksikelamu; ehitisregistrikood

**Tellijä:** Omanik Marek Mudäs

**Kinnistu andmed:** Jõgeva maakond, Põltsamaa vald, Kablaküla küla, Vana-Raukase talu, kinnistu pindala 11 866 m<sup>2</sup>, katastriüksus 61605:002:0109

**Töö nimetus:** Vana-Raukase talu elamahoone renoveerimisprojekt. Eelprojekti staadiumis.

**Ehitusgeoloogiliste uurimistööde andmed:** ehitusgeoloogilised uurimustööd puuduvad.

**Ehitusgeodeetiliste uurimistööde andmed:** ehitusgeodeetilised uurimustööd puuduvad.

**Olemasoleva hoone mõõdistusprojekti andmed:** mõõdistusprojekt puudub, käesoleva projekti raames mõõdistati hoone üles.

**Olemasoleva hoone ekspertiisi andmed:** ekspertiis puudub

**Olemasoleva hoone varasema ehitusprojekti ja ümberehituste tööjooniste andmed:** varasem ehitusprojekt ja ümberehituste tööjooniseid ei leitud

#### **2. Olemasolev olukord ja tehnilise seisukorra hinnang**

Antud hoone tehniline seisund ja kahjustused tehti kindlaks eelkõige visuaalsel vaatlusel ning on hinnangulised. Visuaalse vaatluse alla kuulusid kahjustuste kaardistamine, hoone mõõdistamine ja fotografeerimine.

## 2.1. Vana-Raukase talu kirjeldus

Hoone on viimased 20 aastat olnud kasutuses peamiselt suvekoduna, varasemalt oli aga tegemist aastaringi kasutusel oleva hoonega. Talumaja on ühekorruseline ja pööninguga, planeeringult ristkülikukujuline rõhtpalkhoone. Kagu küljele on ehitatud 1979. aastal juurdeehitusena eeskoda. Vundament on põllukividest laotud ning sokli kõrgus varieerub 50-77 sentimeetri vahel. Eeskoja vundament on betoonist lintvundament. Ehituspalkidena on kasutatud kuusepuitu ning nurgaseotisteks on kalasabatapp (LISA 6 foto nr 6). Kagu ja kirde külgsäte seinte palgid on kaetud ruberoidiga ning selle peale löödud distantsliistudele rõhtlaudis. Edela suunas asuvale seinale on löödud peale püstlaudis. Laudis on algselt olnud värvitud linaõlivärviga, aga praeguseks on kogu viimistlus kulunud. Loodekülgne sein on avatud ja välisvooder puudub. Eeskoja seinte konstruktsiooniks on puitkarkass, mis on hinnanguliselt täidetud saepuruga, väljast viimistletud püstlaudisega ning seest vineeriga.

Majal on viilkatus, mille konstruktsioonid on lahendatud pennide ja sarikatega, mis on ühendatud punntappidega (LISA 6 fotod nr 13-15). Olemasoleva tõrvapapi all on säilinud algne sindelkatus ja roovilauad (LISA 6 foto nr 12). Otsaviilud on suletud saelõikes servamata laudadega, soojustus ja lisakonstruktsioonid puuduvad. Hoonel on üks põletatud savitellistest korsten, mis ühendab nii ahju kui ka pliiti. Korsten on spetsiaalselt laotud viltusena, et läbiviik katusest jääks harja peale, kus veeprobleemid on minimaalsed (LISA 6 foto nr 13). [15]

Imselt on algselt olnud hoone kõik põrandad puitlaagidel, alt tuulutatavad, laudpõrandad. Tänapäeval on aga köögi põrand betoonist, teistes ruumides on algne lai laudpõrand säilinud ja kaetud vineeriga. Vahelagi on tahatud palkidest taladel, edela poolse hoone osa (köök ja sahvri) vahelaetalad on 17cm kõrgemal, kui ülejäänud majas (LISA 6 fotod nr 17-18). Talade vahele on löödud must laudis, mis on tõrvatud ning pealt kaetud samblaga ning liivaga. Sahvris on näha lae konstruktsioone ja musta laudist, teistes ruumides on aga lakke pandud kipsplaadid (LISA 6 fotod nr 22, 23). Hoones on üks ahi ja pliit, kumbki pole algupärased ja on halvas seisukorras (LISA 6 fotod nr 34 ja 37). Algselt oli praeguse ahju asemel pottahi, mis asus samal kohal ja oli samade gabariitidega.



Hoonesse on üks sissepääs läbi eeskoja. Siseustest on säilinud kaks algupärast ust, ülejäänud ukSED on uuemad [15]. Algupärased aknad on välja vahetatud ja akende asukohta on viidud kõrgemale.

## **2.2. Vundamendid**

Hoonealune vundament on ehitatud põllukividest, mille vahed on täidetud lubimördiga ning kohati parandatud tsementmördiga. Vundamendis on kolmel küljel põletatud savitellistega piiratud õhutusavad. Hoone edela küljes on vundament keskelt (LISA 6 foto nr 9). Võib arvata, et tegemist on tuulegeneraatori, mis oli paigutatud sein külge, suurest koormusest põhjustatud kahjustustega. Märkata on alumiste palkide pehkimist, mistõttu on põhjust oletada, et vundamenti ja palkide vahel ei ole hüdroisolatsiooni. Põhjasuunaline nurgakivi on vajunud, võrreldes ülejäänud vundamendiga, veidi välja ja lubimört on vahelt välja uhtunud. (LISA 6 foto nr 11).

Kaguküljel asuv juurdeehitus on rajatud betoonist lintvundamendile. Selle sokli kõrgus on võrreldes ülejäänud hoonega märgatavalt madalam ja seetõttu on märgata seinte alumisel vööl niiskuskahjustusi. Maapinna kalded on kogu hoone perimeetril maja poole.

## **2.3. Seinad**

Kandvateks konstruktsioonideks on rõhtpalgid, mis on nurkadest liidetud kalasabatapiga. Kõikidel seintel, välja arvatud loodeseinal, on katteks fassaadilaudis. Loodesein on avatud palksein. Kagu- ja kirdeseinad on kaetud umbes 14,5 cm laiuse horisontaalse profileeritud fassaadilaudisega. Edelasein on kaetud 11 cm laiuse profileeritud püstlaudisega. Harjaalused otsaseinad on kaetud hõreda horisontaalse saelõikes servamata laudisega. Algselt on olnud fassaad värvitud linaõlivärviga, aga praeguseks on värv täielikult maha kulunud ja fassaadilaudised on täielikult amortiseerunud. Sokli kaitseks on puidust lihtsad veelauad, mis on tugevalt kahjustunud (LISA 6 fotod nr 9, 10).

Hoone alumised palgiread on pehkinud ning mädanikkahjustusega, kuna puudub hüdroisolatsioon puit- ja kivikonstruktsioonide vahel ning sein ei ole kaetud fassaadilaudisega - vihm sajab seinale ja voolab palgi pragudesse. Edela seinas võib näha, et palgi otsad, mis ulatuvad katuse räästast kaugemale, on samuti pehkinud (vihmavesi sajab

peale). Samas seinas on ülemine palk läbi mädanenud, viilu alune laudis on paigaldatud väga hõredalt, ilmselt on vihm nii sealt kui ka katuselt läbi sadanud ja kahjustanud palki. Kagu ja loode seinad on ka kõveraks vajunud, võib arvata, et need on edelaseinas asunud tuulegeneraatori liigse raskuse tekitatud deformatsioonid, kuid ei saa ka välistada, et akende väljavahetamise käigus eemaldati algsed tenderpostid. (LISA 6 fotod nr 5, 8 ja 16)

#### **2.4. Põrandad**

Põhikorruse põrandad on lahendatud puittaladele ( $h \approx 250$  mm) toetuvate laiade põrandalaudadega, mis on hetkel kaetud vineeriga. Põrandatalade vahed on täidetud mulla või liivaga, selle all, talade vahele, mullaliistu peale on kinnitatud must laudis. Kirdeotsas on põranda alumine must laudis meetri jagu sisse vajunud ja seda on parandatud, kuid läbi vajunud põrand on jäetud omale kohale, põranda alla (LISA 6 fotod nr 19 ja 21). Ilmselt on põrandaalune must laudis läbi vajunud, sest mullaliist ei pidanud koormusele vastu. Köögis on betoonpõrand, mis on kaetud vineeriga. Pööningukorruse põrand on tahatud vahelaetalade vahele löödud must põrand, millel peal on sammal ja liiv. Köögi ja tubade kohal olevad talad on erinevatel kõrgustel.

#### **2.5. Laed**

Laed on kaetud kipsplaatidega, selle all on vahelaetalad ( $h \approx 285$  mm), mille vahel on must põrand (LISA 6 foto nr 22). Nii talad kui ka laudis on tõrvatud. Sahver on ainukene ruum hoones, kus ei ole lakke löödud kipsplaati, sealt on hästi näha lae konstruktsioone.

#### **2.6. Avatäited**

Kõik algupärased aknad on hoonelt eemaldatud ja asendatud uutega. Üks algupärane aken on säilinud aidas. Uued aknad hoonel on amortiseerunud ja vajavad välja vahetamist. Ustest on säilinud hästi kaks originaalset siseust (SU-3 ja SU-4), ülejäänud kolm ust on hilisemad.

#### **2.7. Katus ja vihmaveesüsteem**

Hoone kahepoolse kaldega viilkatus on hetkel kaetud tõrvapapiga. Selle all on säilinud algupärane sindelkatus. Katusekonstruktsioon koosneb seitsmest paarist tahatud palkidest pennidest ( $\varnothing 11$  cm) ning ümarpalk sarikatest ( $\varnothing 16$  cm), mis on omavahel ühendatud

punntappidega. Sarikaotsad on tagasihoidlikult profileeritud. Visuaalsel vaatlusel paistsid kandekonstruktsioonid olevat heas korras, aga konstruktsioonide avamisel tuleks veenduda nende kandevõimes. Säilinud sindlid on niiskuskahjustusega ning mädanenud. Hoonel puudub vihmaveesüsteem.

## **2.8. Küttekolded ja korstnad**

Majal on üks korsten, ahi ja pliit. Korsten on halvas seisus, köögis ja pööningul on korsten kaetud paksu pigikihiga, korstnapits on laotud uuesti mõned aastad tagasi. Säilinud on algupärane köögipliit, mis vajaks samuti korrastamist. Hoones olev ahi ei ole algupärane, vaid 20. sajandi lõpul ehitatud. Algupäraselt oli samal kohal pottahi. Kogu hoone küttesüsteem on amortiseerunud ja vajab parandamist kui mitte asendamist.

## **2.9. Eeskoda**

Hoone kagu küljel asuv eeskoda on kahjustunud ja eestiliselt ei sobi kokku ülejäänud hoone arhitektuuriga.

## **3. Asendiplaan**

### **3.1. Vastavus lähteandemetele**

Asendiplaaniline lahendus vastab projekteerimistingimustele, omaniku soovidele ja kehtivatele Eesti Vabariigi õigusaktidele, normidele ja määrustele.

### **3.2. Olemasolev olukord**

#### **3.2.1. Olemasolev paiknemine**

Vana-Raukase talu kinnistu (61605:002:0109) asub Kablakülas Põltsamaa vallas Jõgevamaal. Krundi pind on 11866 m<sup>2</sup>. Autoga pääseb krundile ligi Annikvere-Umbusi maanteed mööda.

#### **3.2.2. Olemasolev hoonestus**

Lisaks eluhoonele asub krundil veel kolm aita, kaks välikäimlat, endine laut ning kahe lauda varemed.

### **3.2.3. Olemasolev reljeef**

Krunt on küllaltki reljeefne ja vajab huumuse kihi koorimist.

### **3.2.4. Olemasolev haljastus**

Krunt on kaetud küllaltki tihedalt nii kõrghaljastuse kui ka madalhaljastusega. Maja ümbruses kasvab palju taimi, mis aja jooksul muutuvad konstruktsioonidele ohtlikuks. Krundil pole sillutatud kõnniteesid.

### **3.2.5. Olemasolev tänavatevõrk ja juurdesõidud. Kõnniteed**

Autoga pääseb krundile ligi Annikvere-Umbusi maanteed mööda. Annikvere-Umbusi maanteelt jätkub tee mööda pindamata teed kuni krundini. Kõnniteed puuduvad.

## **3.3. Plaanilahendus**

### **3.3.1. Hoone ja rajatiste paigutus**

Käesolev hoone jäetakse samadesse mõõtmetesse ja samale asukohale. Olemasolev eeskoda lammutatakse ja asendatakse uue, algsete gabariitidega eeskojaga. Üks välikäimla lammutatakse. Kõik ülejäänud kõrvalhooned jäetakse olemasolevasse konditsiooni.

## **3.4. Teed ja platsid**

### **3.4.1. Juurdesõidutee**

Kinnistule pääseb mööda sillutamata teed, milleni omakorda jõuab mööda Annikvere-Umbusi maanteed.

### **3.4.2. Krundisisesed teed ja platsid**

Krundisisesed teed on lahendatud olemasolevate teeradade asendamisega sillutatud teedega. Parkimine hakkab toimima kinnistusesiselt.

### **3.4.3. Katendite konstruktsioon**

Tee, mis viib kinnistuni, on sillutamata. Krundisisesed teed kaetakse murukividega. Teekatete paigaldus toimub vastavalt tootja ettekirjutistele.

### **3.5. Haljastus ja heakorrastus**

#### **3.5.1. Olemasolev, säilitatav haljastus**

Maja ümber kasvav taimestik eemaldatakse. Ülejäänud maa-alal olev kõrghaljastus jäetakse omale kohale.

#### **3.5.2. Piire**

Krundi ümber ei rajata piirdeid.

#### **3.5.3. Väravad**

Kuna piirdeid ei ole, pole ka väravaid krundile projekteeritud.

#### **3.5.4. Prügikonteinerid**

Prügikonteinerite paigutus on näha asendiplaanilt.

#### **3.5.5. Keskkonna- ja tervisekaitse**

Hoone renoveerimine ei saasta keskkonda.

### **3.6. Krundisisene liikluskorraldus ja parkimine**

#### **3.6.1. Liiklusskeem**

Krundisisene liiklusskeem jääb algupäraseks.

#### **3.6.2. Parkimise korraldamine**

Parkimine korraldatakse kinnistuseseselt.

### **3.7. Tuleohutus**

#### **3.7.1. Tuletõrjepääsud**

Tuletõrjeautod pääsevad krundile ja hoonetele ligi õueala kaudu.

### **3.7.2. Ehitiste tulepüsivusklassid**

Renoveeritava hoone tulepüsivusklass on TP3.

Kõrvalhoonete tulepüsivusklass on TP3.

### **3.7.3. Tuleohutuskujad**

Rekonstrueeritava hoone ja abihoonete vahelised tuleohutuskujad (vähemalt 8 meetrit) on tagatud ja lisameetmeid ei ole vaja kasutada.

### **3.7.4. Tehnilised näitajad**

- Krundi pindala, sihtotstarve: 11866 m<sup>2</sup>, elumumaa
- Ehitusalune pind: 91,9 m<sup>2</sup>
- Täisehitusprotsent: 2,1 %
- Parklakohtade arv: 2
- Krundisise teede ja platside pind: murukivi
- Hoone tulepüsivusklassid: TP3

## **4. Arhitektuur**

### **4.1. Ehitise üldandmed ja tehnilised näitajad**

Projekteerimise aluseks on võetud Põltsamaa vallavalitsuse 05.02.2014. aasta korraldusega nr 367 väljastatud projekteerimistingimused (LISA 1).

Elamu tehnilised andmed on võetud Ehitisregistrist [1] ning puuduolevad andmed on saadud mõõdistuste käigus.

Ehitise nimetus: Elumaja

Kasutusviis: I kasutusviis

Esmane kasutuselevõtu aasta: 1863

Kasutamise otstarve: 11101 Üksikelamu

Ehitise koha-aadress: Jõgeva maakond, Põltsamaa vald, Kablaküla, Vana-Raukase

Ehitisealune pind: 104,3 m<sup>2</sup>

Ehitusealune pind: 91,9 m<sup>2</sup>

Ehitise kõrgus: 6,76 m

Ehitise laius: 9,05 m

Ehitise pikkus: 9,33 m

Korruselisus: 2

Suletud brutopind: 152,2 m<sup>2</sup>

Suletud netopind: 110,4 m<sup>2</sup>

Hoone maht: 482 m<sup>3</sup>

Ehitise eluiga: 50 aastat

## **4.2. Arhitektuurne üldlahendus**

### **4.2.1. Asendiplaaniline idee, planeeringu piirangud**

Hoone renoveeritakse algsete gabariitidega ning see jääb olemasolevale asukohale. Projekt vastab projekteerimistingimustele. Lisapiirangud planeeringule puuduvad.

### **4.2.2. Hoone arenguperspektiivid**

Kinnistu arenguperspektiivina nähakse kõrvalhoonete restaureerimist.

### **4.2.3. Hoone arhitektuurne üldkontseptsioon ja funktsionaalne ülesehitus, ruumijaotus.**

Hetkel suvekoduna kasutusel olevat talumaja soovitakse kaasajastada ning aastaringelt kasutusele võtta. Omanik soovib välja ehitada katusealuse. Läbivaks eeskujuks saab algse

taluarhitektuuri säilitamine. Hoone algsed gabariidid jäävad samaks ning kõik avatäited jäävad olemasolevatele kohtadele.

Kuigi algupärasest ruumiplaneeringut ei soovita muuta, tuleb sahvri ümber ehitada märgruumiks ja katusealune eluruumiks. Teisele korrusele pääsemiseks rajatakse elutruppa puidust trepp. Katusealune jääb üheks ruumiks ja võetakse kasutusele magamistoana. Alumisele korrusel on magamistuba, elutuba, köök, vannituba ja eeskoda.

Hoone kagu küljel asuv eeskoda lammutatakse, rajatakse uus vundament ja betoonpõrand ning ehitatakse uus puitkarkass, stiililt sobiv eeskoda.

Käesoleva projekti raames on hoonel ette nähtud täiendav soojustamine, katusekonstruktsioonide renoveerimine ja uue katusekatte paigaldus, avatäidete vahetamine, katuseakende paigaldus ning sise- ja välisviimistlustööd.

#### **4.2.4. Hoone piirdekonstruktsioonide üldine iseloomustus konstruktsioonitüüpide järgi**

##### **Sokkel ja vundament, sadeveesuunamine**

Hoone maakividest vundament ning sokkel tuleb säilitada. Sokkel puhastatakse mustusest, samblast, lahtistest osakestest ning kividevahelised vuugid tuleb täita lubimördiga (arvestades olemasoleva mördi struktuuri ja koostist). Vundamendi pind tasandatakse krohviga. Tasanduskrohv kaetakse niiskustõkkeks bituumenmastiksiga ning sellele paigaldatakse niiskuskindel soojustusplaat STYROFOAM 250 SL-A-N. Tagasitäiteks kasutatakse tihendatud killustikku. Olemasolevat eemaldatud pinnast tagasitäiteks kasutada ei tohi. Sokli maapealne osa krohvatakse väikese tsemendisisaldusega lubikrohviga. Vundamendi ümber olevat pinnast tuleb koorida ning kalle tuleb anda hoonest eemale (2%). Hoone sokli ümber tuleb paigaldada umbes 60cm laiune sillutusriba. Hoone ümber tuleb luua sadeveesuunamise süsteem, mis juhiks vihmavee maja juurest eemale ja immutaks maapinda.

Kuna vundament on vajunud edelaküljel ja põhjasuunas olev nurgakivi on samuti välja vajunud ning ei ole täpselt teada, kui sügavale on vundament rajatud, tuleks kaaluda olemasoleva vundamendi alla uue vundamendi ehitamist. Kindel rekonstrueerimisplaan tehakse vundamendi avamisel.



Esiku olemasolev vundament lammutatakse ja valatakse uus vundament, mis soojustatakse sarnaselt ülejäänud hoonega. Ahju, pliidi ja korstnajala all olevad vundamendid tuleb üle kontrollida ning vajadusel uued vundamendid valada.

### **Välisseinad**

Konstruksioonide avamine probleemsetes kohtades ja sokli lähedal selgitab täpsemalt, mis seisus seinakonstruksioonid on, aga hinnanguliselt tuleb välja vahetada või proteesida neli alumist palgirida ja ülemine palgirida. Olemasolev laudis on liialt kahjustunud, et seda taaskasutada ning kõik tuleks eemalda. Pärast konstruktsiooniparandusi tuleb avatud seinapalkide vahed tihendada (kasutada kas takku või linavilti). Tihendamiseks ei tohi kasutada isepaisuvaid vahtusid (nt Makroflex vms). Kuna kaks välisseina on välja vajunud, tuleb nendele seintele paigaldada sirutuspuud, mis ajavad seinad uuesti sirgeks ja tugevdavad kogu konstruktsiooni.

Avatud palkkonstruktsioonile paigaldada 600 mm sammuga puitroovid (50x100 mm) ja nende vahele Isover klaasvill KL-37 100 mm ja Isover tuuletõkkeplaat VKL-13. Tuuletõkke peale paigaldatakse distanttsliist (22x50 mm) ja horisontaalne fassaadilaudis. Uus laudis peab olema samade profiilidega ja mõõtudega nagu algne. Laudis viimistletakse linaõlivärviga. Seestpoolt kaetakse palgid roomatiga ja krohvitakse savi- või lubikrohviga ning märgruumis Marokost pärit peaaegu veekindla loodusliku krohviga Tadelakt.

Teise korruse otsaseinad ehitatakse puitkarkassist 150x50 mm ning lisasoojustuseks 100x50mm karkass, mõlemad sammuga 600 mm. Kummagi karkassi vahele pannakse ISOVER KL-37 mineraalvill ning välispinnale kinnitatakse ISOVER VKL-13 tuuletõkkeplaat. Välis- ja siseviimistlus tehakse sarnaselt alumise korrusega.

Esikule ehitatakse puitpostidest ristlõikega 150x50 mm karkass-seinad sammuga 600 mm. Puitsõrestik soojustatakse Isover KL-37 klaasvillaga, mille peale kinnitatakse tuuletõkkeplaat, vertikaalne roovitus ning fassaadikattena horisontaalne laudis. Seestpoolt kaetakse konstruktsioon auru- ja õhutõkke ning sisevoodrilauaga.

## **Siseseinad**

Siseseinad tuleb puhastada viimistlusmaterjalidest ning lahtistest osakestest. Seejärel kontrollida tarindite tehnilist seisukorda. Vajadusel tuleb palke proteesida. Siseseinad viimistletakse linaõlivärviga.

Märgruumi seinad viimistletakse karnauubavahaga.

## **Põrandad**

Energiatõhususest ja kasutaja sõbralikkusest lähtuvalt tuleks kõik põrandad soojustada. Olemasolev laudpõrand võetakse ettevaatlikult üles, nummerdatakse ning säilitatakse. Põrandatalade seisukord tuleb selgitada ning nende kandevõimet kontrollida. Kui põrandatalad on kahjustunud, siis esimese lahendusena tuleb talasid proteesida. Juhul, kui kahjustused on liialt suured proteesimiseks, võib kahjustunud talad asendada uute immutatud puidust põrandataladega. Kivikonstruktsioonid eraldada puitkonstruktsioonidest kahekordse tõrvapapiga. Säilitada ja restaureerida tuleb kõik olemasolevad kahjustusteta puidust põrandalauad. Kahjustatud põrandalauade asemele tuleb paigaldada uued (vana põrandalauaga samas mõõdus) põrandalauad. Kontrollida tuleb, et põrandat ei paigaldataks umbselt. Põrandad viimistleda naturaalse linaõlivärviga. Säilitatavad lauad tuleb eelnevatest värvikihtidest ja mustusest puhastada kraapimise ja lihvimise teel.

Põrand soojustatakse ja jäetakse alt tuulutatav. See lahendus eeldab põrandaaluse süvistamist. Põrandaaluse ruumi õhuvahetus peab olema  $0,5...1 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ , mida tõhustatakse suvel:  $3...5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ . Tuulutusavade summaarne pindala peab olema vähemalt 4% põranda pindalast. Tuulutusavade alaserv peab olema maapinnast vähemalt 150 mm kõrgemal ja avade minimaalne pindala (resti või võre vaba pindala) peab olema  $150 \text{ cm}^2$  ning maksimaalne vahekaugus 6 m. Põrandaaluses ruumis olevatesse vaheseintesse tehakse vastavad, kuid vähemalt kaks korda suuremad augud kui alusmüüris. Kuna soojus- ja niiskuslikud tingimused põrandaaluses ruumis on soodsad mikroorganismide kasvuks, tuleb põrandaalune ruum puhastada puitmaterjalidest ja orgaanilisest sodist. Põrandaaluse ruumi soojusliku massiivsuse vähendamiseks ja pinnasest niiskuse aurumise vähendamiseks kaetakse pinnas 10 cm paksuse vahtpolüstüreeniga. [15]

Köögi betoonpõrand ja eeskoja ja sahvri puitpõrand lammutatakse ning põrandatele tehakse uus konstruktsioon. Köögipõrandas olev veskikivi säilitatakse. Pinnas kooritakse huumusest, paigaldatakse tihendatud killustikalus (300 mm), filterkangas, tihendatud liivalus (50 mm) ning selle peale 200 mm vahtpolüstüreenalus, aluskate ja 80 mm raudbetooni koos põrandaküttetorustikuga. Põrandad kaetakse keraamiliste plaatidega või töödeldakse tolmuvabaks. Keraamiliste plaatide valik peab toetama üldist stiililist kontseptsiooni.

Vannitoa põrandale tuleb kindlasti paigaldada niiskustõkkemastiks ning viimistluseks keraamilised plaadid.

Katusekorruse põrandate puhul tuleb eemaldada täide. Kui põrandatalad on kahjustunud, siis esimese lahendusena tuleb talasid proteesida. Juhul, kui kahjustused on liialt suured proteesimiseks, võib kahjustunud talad asendada uute immutatud puidust põrandataladega. Väljavahetatud konstruktsioonid peavad olema tehtud kvaliteetsest puidust ning samas ristlõikes. Väikeste niiskuskahjustustega talad tuleb antiseptida. Talade vahele paigaldada ehituspaber ja sellele mineraalvill soojustuseks. Taladele kinnitatakse sammusummutuseks vildiribad ning uus lai põrandalaud (18-20 cm).

## **Laed**

Olemasolevad kipsplaadid ja muu mitte algupärane materjal lagedelt eemalda. Vahelaetalade kandevõimet tuleb kontrollida. Vahelaetalade vahele, ehituspaberi peale, paigaldatakse klaasvill Isover KL-37. Lagede viimistlus jääb algupäraseks, laagide vahele asetatakse kahes kihis servamata laudis.

Märgruumi lae alla paigaldatakse lisalaagid 50x32 mm, laudis ning kaetakse see aurutõkkega, distantssliist 50x22 mm ja laelaudis (märgruumi laelahendus on võetud Soome Riikliku Kultuuripärandi Ameti veebikeskkonnast [16]).

Katusekorruse laelahendus jääb lahtine katuslagi. Katuslage viimistletakse roomattidel lubikrohviga.

## **Aknad**

Algupärased aknad on välja vahetatud ja hoonel ei ole enam ühtegi originaalakent. Ühest kõrvalhoonest õnnestus aga leida hinnanguliselt algupärane aken. Uute akende projekteerimisel tuleks eeskujuks võtta just neid aknaid. Katusekorruse mõlemale otsaseinale paigaldada sarnased kuuese ruudujaotusega aknad ning katusele paigaldatakse katuseaknad mõõdus 550x980 mm ja 650x1180 mm. Uued aknad tuleb valmistada puidust kahe lahusraamiga. Energiatõhususe tõstmiseks tuleb sisemine raam täita selektiivse kahekordse klaaspaketiga, välimisse raami 4 mm paksune kirkasklaas. Akende piirdeliistud ja aknalauad tuleb asendada kvaliteetsest puidust liistude ja aknalaudadega.

## **Uksed**

Kaks algupärast siseust tuleb restaureerida ning viimistleda naturaalse linaõlivärviga. Paigaldatavad uued siseuksed tuleb valmistada puidust, stiililt sobivad ning ajastutruud. Kuna sahvriukseks on algselt olnud lihtne lauduks, siis selline tuleb ka uus uks teha ja esiku ning köögi vaheukseks teha teiste tahveluste eeskujul tahveluks. Uued uksed tuleb sarnaselt vanadega viimistleda naturaalse linaõlivärviga.

## **Katus ja vihmaveesüsteem**

Olemasolev katusekate eemaldada ja kontrollida konstruktsioonide ning sellel asuvate lisakonstruktsioonide (roovid, tuulutusliistud jms) kandevõimet. Vajadusel tuleb mädanenud või kahjustatud konstruktsioonide osad välja vahetada. Väljavahetatud konstruktsioonid peavad olema tehtud kvaliteetsest puidust, samas ristlõikes ning sarikaotsa profiil algupäraste profiilidega. Väikese niiskuskahjustusega sarikad tuleb antiseptida. Kuna katusekorrus on plaanis kasutusele võtta, aga laastukatusest ei soovita loobuda, tuleb katuslagi kogus ulatuses soojustada.

Katuslae kandekonstruktsioon on lahendatud sarikate ja pennidega. Sarikad on tahumata palgid läbimõõduga 160 mm, sammuga 1578 mm ja 1425 mm. Kuna olemasolevate sarikate kandevõime ei ole katuse lisasoojustamisel tagatud, lisatakse iga olemasoleva sarikapaari vahele uus sarikas ristlõikega 150x75 mm. Sarikate alla on löödud taladest lisakarkass mõõtudega 100x50 mm, sammuga 600 mm. Sarikate ja talade vahel on klaasvill 150 mm

+100 mm ning mineraalvilla peal on tuuletõkkeplaat. Sarikate peale on kinnitatud hingav aluskate ning distantliist. Distantliistule lüüakse roovitis ja katusekattematerjalina kolmekordselt okaspuidust katusesindlid. Katuslae sisepind on lahendatud aurutõkkele kinnitatud laudisega, millel on hõre roomatt ja 30 mm lubikrohvi.

Kuna hoone lisasoojustamise käigus jäävad profileeritud sarikaotsad soojustuse sisse, lõigatakse olemasolevad sarikaotsad pärast välisseina ja sarika kinnitust ära ning kinnitatakse uued, mis on sama profiiliga, aga pikemate sarikaotsadega.

### **Küttekolded ja korstnad**

Olemasoleva ahju asemel ehitada pottahi. Pliidi ja korstna seisukorra teeb kindlaks spetsialist. Kuna korsten on kaetud pigikihiga, tuleb suure tõenäosusega see lammutada ja ehitada asemele uus põletatud savitellistest korsten. Uus korsten tuleb teha võimalikult vertikaalne, valides lühim ja sirgeim tee. Tuleohutusnõuete kohaselt on reeglits, et korsten ulatuks vähemalt 800 mm üle katusepinna ning katusele on kinnitatud kohtkindel redel, mille kaudu pääseb korstnani. Korstnjalg ja -pits krohvida lubikrohviga.

### **Trepid**

Hoonel pole hetkel ühtegi treppi. Täispuidust keeruastmetega murdtrepp paigaldatakse elutuppa, mis viib põhikorrusele. Projekteeritud trepil on 14 astet, kõrgusega 180 mm ja sügavusega 270 mm. Trepilaius enne keerdu on 1000 mm ja pärast keerdu 930 mm. Trepikäsipuu kõrgus on astme keskelt 850 mm.

Eeskoja ette paigaldatakse puidust välitrepp. Maksimaalne astme kõrgus on 180 mm ja sügavus 270 mm.

## **5. Ehituskonstruksioonid (tarindid)**

### **5.1. Kasutatavad normdokumendid**

- EVS 811:2012-1 Hoone ehitusprojekt [5]
- EVS 865-1 „Hoone ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1 Ehitusprojekti seletuskiri“ [6]

- EVS-EN 1990:2002 Eurokoodeks. Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused. [17]
- EVS-EN 1991-1-1:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused; [18]
- EVS-EN 1991-1-3:2006 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus; [19]
- EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus; [20]
- EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007 Puitkonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. [21]

## **5.2. Tehnilised lähteandmed**

### **5.2.1. Ehitise eluiga**

Renoveeritava hoone projekteeritud kasutusiga on 50 aastat.

### **5.2.2. Viited ehitusgeoloogilistele uuringutele ja vajadusel nõuded lisauuringuteks**

Ehitusgeoloogilised ja muud sarnased uuringud puuduvad.

## **5.3. Koormused**

### **5.3.1. Kasuskoormused**

Normatiivsed kasuskoormused on vastavalt:

- Vahelaed  $q_k=2,0 \text{ kN/m}^2$
- Trepid  $q_k=2,0 \text{ kN/m}^2$

Koormuste osavarutegur  $\gamma_G=1,2$ .

### **5.3.2. Lumekoormus**

Lumekoormus on muutuvkoormus. Hoone katusekalle on  $42^\circ$ .

- Maapinnal  $s_k=1,5 \text{ kN/m}^2$
- Katusel  $s=1,5 \cdot 0,48=0,72 \text{ kN/m}^2$

Lumekoormuse osavarutegur  $\gamma_Q=1,5$ .

### 5.3.3. Tuulekoormus

Hoonele mõjuvad tuulekoormused arvutatakse eurokoodeksi EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 [20].

Tuulekoormus on ajas muutuv ja mõjub otseselt rõhuna suletud piiretega ehitiste välispinnale ja piirde läbilaskvuse korral kaudselt ka sisepinnale. Piirdes olevate avade kaudu võib tuul mõjuda ka otseselt sisepindadele. [20]

Tuule baaskiirus  $v_{b,0}=21 \text{ m/s}$ . [20]

Hoone asub III tüüpi maastikul – maastik, mis on kaetud ühtlase taimkatte või ehitistega või üksikute takistustega, mille vaheline kaugus ei ole suurem 20kordsest kõrgusest (nagu maa- asulad, äärelinnapiirkond, ühtlaselt metsaga kaetud alad). [20]

Tuulekoormuse määramisel konstruktsioonidele ja konstruktsioonelementidele võetakse arvesse nii välis- kui siserõhk. [20]

Välispindadele mõjuv tuulerõhk:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (1)$$

kus:

$q_p(z_e)$	kiirusrõhk
$z_e$	välisrõhu arvutuskõrgus
$c_{pe}$	välisrõhu rõhutegur

Tuulekoormuste osavarutegur  $\gamma_Q=1,5$ .

## **5.4. Hoone kandeskeleti tehnilise lahenduse valik**

### **5.4.1. Kandeelementide paiknemine, silded ja sammud, deformatsioonivuukide asukohad**

Põhihoone on ristkülikulise põhiplaaniga, millele on kagu küljele liidetud hiljem esik. Peahoone kandvateks elementideks on rõhtpalgid ning juurdeehitis hinnanguliselt 100x100mm postid.

Esimesele korrusele rajatakse nii pinnasel olev betoonpõrand kui ka alt tuulutatav puitlaagidel olev põrand. Betoonpõrand on projekteeritud raudbetoonist, betooni tugevusklassiga C20/C25. Kahjustunud põrandalaagid asendatakse uutega põrandalaagidega, puidu tugevusklassiga C22.

Vahelaelaagid on 285 mm paksused tahutud palgid. Kahjustunud laagid asendatakse uute laagidega (C22 klass).

### **5.4.2. Hoone üldjäikuse tagamine**

Hoone jäikus on tagatud välisseinte, siseseinte, vahelae laagide ning katusekonstruktsiooni pennide ja sarikate omavahelise koostöö abil.

## **5.5. Küte ja ventilatsioon**

### **5.5.1. Küte**

Hoone kööki ja märgruumi on projekteeritud elektrikõhine põrandaküte. Alumisele korrusele ehitatakse uus pliit ja ahi, mis on hoone põhilisteks soojaallikateks. Teisele korrusele paigaldatakse alternatiivseks kütteallikaks õhksoojuspump.

### **5.5.2. Ventilatsioon**

Hoonesse on projekteeritud loomulik ventilatsioon uste ja akende kaudu. Märgruumi ning kööki tuleb paigaldada sundventilatsioon.



## **5.6. Veevarustus ja kanalisatsioon**

### **5.6.1. Veevarustus**

Hoonel puudub hetkel ühendus tsentraalse veevarustusega. Krundil paikneb puurkaev, millest saadakse elektripumba abil tarbevett. Hoone renoveerimise käigus ühendatakse puurkaev majaga ning tuuakse hoonesse statsionaarne veevarustus. Veevarustus lahendatakse eraldi projekti raames vastavalt kehtivatele normidele.

### **5.6.2. Kanalisatsioon**

Hoonel puudub hetkel kanalisatsioon ning vahetusläheduses ei ole ka tsentraalset kanalisatsioonivõrku. Hoone renoveerimise käigus rajatakse krundile lokaalne kanalisatsioon settekaevu ja imbväljaku näol.

Septiku võib paigaldada kohtadesse, kus kõrgeim võimalik pinnasevee tase jääb imbtorustikust 1 m sügavamale. Imbtorustiku ümbruse pinnas peab olema hästi vett imav. Veekogust ja salvkaevust peab imbtorustik jääma vähemalt 10 m kaugusele. [22]

Täpsem kanalisatsioon lahendatakse eraldi projekti raames vastavalt kehtivatele normidele.

## **5.7. Elekter ja nõrkvool**

Elektri ja nõrkvool lahendatakse eraldi projekti raames vastavalt kehtivatele normidele.

## **5.8. Tuleohutus**

### **5.8.1. Kasutatud normdokumentide loetelu**

- Eesti Vabariigi Valitsuse 27.10.2004 määrus nr 315: Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. [7]
- EVS-812-7:2008 Ehitise tuleohutus Osa 7: Ehitistele esitatavad põhinõuded, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus [9]
- EVS-812-6:2012 Ehitise tuleohutus Osa 6: Tuletõrje veevarustus [10]
- EVS-812-3:2013 Ehitise tuleohutus Osa 3: Küttesüsteemid [8]

- EVS-EN 62305-1:2011 Piksekaitse Osa 1: Üldpõhimõtted [23]

### **5.8.2. Arvestuslik inimeste arv hoones ja tõenäoliselt võimalik maksimaalne hoones viibivate inimeste arv**

Arvestuslikult viibib hoones iga päev kolm inimest ja tõenäoliselt võimalik maksimaalne hoones viibivate inimeste arv on 15.

### **5.8.3. Hoone kasutusviis**

Ehitise tuleohutusest tulenevalt kuulub hoone I kasutusviisi (üksikelamu).

### **5.8.4. Hoone tulepüsivusklass**

Hoone tulepüsivusklass TP3 tuldkartev. Ehitise kandekonstruktsioonidele ei seata nõudeid kandekonstruktsiooni tulepüsivuse osas.

### **5.8.5. Kandekonstruktsioonide tulepüsivused**

Kandekonstruktsioonidele nõudeid ei seata.

### **5.8.6. Korruste arv**

Eluhoone on kahekorruseline ilma keldrita hoone.

### **5.8.7. Põrandate klass**

Põrandatele nõudeid ei esitata.

### **5.8.8. Siseseinte ja lagede pinnakihi süttivustundlikkuse ja tulelevikuklass**

I kasutusviisiga hoonete puhul on tuletundlikkus D-s2,d2 ning seinapinna väikseid osi võib katta klassifitseerimata materjaliga.

### **5.8.9. Välisseinte pinnakihi süttivustundlikkuse klass**

Välisseinte välispinnakihi süttivustundlikkuse klass on D-s2,d2.

Õhutuspilu välispinna süttivustundlikkus on D-s2,d2.

Õhutuspilu sisepinna süttivustundlikkusele nõudeid ei esitata.

#### **5.8.10. Katusekatte klass**

Katusekate peab vastama nõuetele, mis näeb ette piiratud osalemise põlemisprotsessis (**tähis Broof**).

#### **5.8.11. Hoone jaotus tuletõkkesektsioonideks, sektsioonide piirdekonstruktsioonide tulepüsivusklass**

Hoone moodustab ühe tuletõkkesektsiooni, mille tulepüsivusklass on EI30.

#### **5.8.12. Evakuatsiooniteede ja -pääsude kirjeldus**

Hoonel on üks peaevakuatsioonitee, mis on välisuks ning selle maksimaalpikkus on 30 m. Evakuatsioon toimub ka läbi akende.

#### **5.8.13. Suitsuäratus**

Suitsuärastus toimub loomulikult tõmbel läbi avatud akende ja uste kaudu.

#### **5.8.14. Tuleohutusabinõud hoones (kustutid, vesikud, viidad, avariivalgustus jne)**

Hoone igasse magamistuppa ja elutuppa paigaldatakse autonoomne suitsuandur.

Paigaldada tuleb üks vähemalt 6kg nõuetekohaselt 27A144B-klassi tulekustutusaine massiga tulekustuti mõlemale korrusele. Tulekustuti paigaldatakse vertikaalselt spetsiaalse kinnitusega hoone seinale, põrandale või kergesti avatavasse kappi ja paigutatakse kohta, kus on objektidel viibivatel isikutel võimalik puhkenud tulekahju korral tulekustuti kergesti kätte saada või kus selle kasutamise vajaduse tõenäosus on kõige suurem. Tulekustuti paigaldada sedasi, et see ei takistaks uste täielikku avamist ja inimeste liikumist.

#### **5.8.15. Tuleohutusabinõud hoone välisperimeetril (pääsud katusele, katuse turvaelemendid jne)**

Päästemeeskonna ning -tehnikaga pääs on tagatud hoone juurde mööda krundile sisenevad juurdepääsuteed. Hetkel puudub tuletõrje veevõtukoht.

Tuletõrjetehnikaga pääseb käsitletava hoone juurde igast küljest. Pääs katusele toimub katuseredeli abil.

Hoonele on ette nähtud paigaldada normidele vastav piksekaitseüsteem. Selle kohta koostatakse eraldi projektdokumentatsioon, mis koosõlastatakse Päästeametiga.

#### **5.8.16. Ventilatsiooni- ja kütteseadmete tuleohutus**

Elamusse on planeeritud ahi- ja elektriküte. Olemasolevate pliidi ja ahju asemele ehitatakse samasse kohta uued küttekolded. Enne küttekollete ehitamist tuleb ehitada uus korsten. Ahi tehakse keraamilistest savipottidest klaasuksega koldega küttekehana. Ahju ees peab olema vähemalt 1m ja tahmaluukide ees 0,6 m vaba ruumi. Küttekehade ohutuskujad määratakse ära kamina/ahju tootja esitatud pinnatemperatuuri järgi. Pliid- ja ahjusuu ette tuleb paigaldada mittepõlevast materjalist kate (kiviparkett, plekk, klaas), mis paikneb kolde ukseavast 100 mm kummalegi poole ja kolde suust eemale 400 mm.

Uue korstna ehitamisel tuleb arvestada, et põlevmaterjalist ehitise osad peavad jääma lõõri sisepinnast 230 mm kaugusele, laest ning katusest läbiminekul tuleb paigaldada lisaks lõõri välispinnale 100 mm paksuselt mitte põlevat soojusisolatsioonimaterjali mahukaaluga vähemalt  $100 \text{ kg/m}^3$  ning paakumistemperatuuriga vähemalt  $900^\circ\text{C}$ .

## **II OSA. TUGEVUSARVUTUSED**

### **1. Üldist**

Selle projekti raames teostatakse tugevusarvutused hoone katusekonstruktsioonidele ja vahelagedele. Olemasolevate katusekonstruktsioonide ristlõigete tugevusarvutuste kontrollid on tehtud kandepiirseisundis ning vahelagede konstruktsioonid nii kande- kui ka kasutuspiirseisundis.

#### **1.1. Kasutatud normdokumentide ja arvutusprogrammide loetelu**

- EVS-EN 1990-2002+NA:2002 Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused [17]
- EVS-EN 1991-1-1:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused; [18]
- EVS-EN 1991-1-3:2006 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus; [19]
- EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus; [20]
- EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks; [21]
- „Ehituskonstruktorigi käsiraamat“ [24]
- Kalk I. Puitkonstruktsioonid: Loengukonspekt 2012 [25]

#### **Arvutiprogrammid:**

- Sisejõud on leitud Robot Structural Analysis 2014 ja Engilab BEAM 2D programmidega;
- joonised on teostatud AutoCAD Architecture 2012 programmiga.

## 2. Koormused

Käesolevas töös liigitatakse koormused ajalise kestuse järgi alalisteks ehk püsikoormusteks, muutuvkoormusteks ja erakorralisteks koormusteks. Piirseisundi kontrollimisel lähtutakse koormuse normväärtustest. Koormuse normväärtus määratakse nimiväärtusena standardist. Arvutused tehakse arvutusväärtustega, mis saadakse normväärtuste korrutamisel osavaruteguriga. Osavarutegur võtab arvesse koormuse võimalikku hälvet normväärtusest ebasoodsamas suunas. Koormusi rakendatakse arvutustes kombinatsioonidena vastavalt valitud koormusjuhtudele ja piirulukordadele. Koormuskombinatsioonis korrutatakse muutuvkoormuse arväärtus kombinatsiooniteguriga, mis arvestab samaaegselt mõjuvate muutuvkoormuste kõige ebasoodsamate väärtuste samaaegse mõjumise tõenäosust. [24]

Standardist EVS-EN 1990:2002 on leitud alalised koormuskombinatsioonid kande- ja kasutuspiirseisundis. [17]

Kandepiirseisundi koormuskombinatsioonide üldvalem on järgnev:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (2)$$

kus,

- $\gamma$  - koormuse osavarutegur;
- G- alaline koormus;
- P- eelpingestuskoormus;
- Q- muutuvkoormus;
- $\psi$ - koormuse kombinatsioonitegur.

Kasutuspiirseisundi koormuskombinatsioonide üldvalem:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (3)$$

## 2.1. Lumekoormus

Hoonele mõjuva lumekoormuse arvutamiseks on aluseks võetud EVS-EN 1991-1-3:2006 standard [19] ja Ehituskonstruktori käsiraamat [24].

Lumekoormus kuulub muutuvate liikuvate koormuste hulka. Lumekoormuse määramisel arvestatakse katuse kuju, lume võimalikku paiknemist tuulevaiksete ja tuuliste ilmade puhul (s.o. tingimusi, mis põhjustavad konstruktsioonile kõige ebasoodsama lumekoormuse). [19]

Kuna puuduvad statiliselt põhjendatud andmed lumekoormuse kohta, võib Eesti Vabariigi Keskkonnaministeriumi ettepanekul maapinna lumekoormuse normsuureks  $s_k$  võtta: [19]

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

Katuse lumekoormuse normsuurus määratakse järgmiselt: [19]

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (4)$$

kus:

$\mu_i$  on lumekoormuse nn kujutegur, (tabel 1)

$C_e$  avatustegur = 1,0

$C_t$  soojusustegur = 1,0

$s_k$  on lumekoormuse normsuurus maapinnal ( $\text{kN/m}^2$ )

**Tabel 1.** Lumekoormuse kujutegurid [19]

Katuse kaldenurk $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60^\circ - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	-

Lumekoormuse kujutegur leitakse tabeli 1 järgi. Põhihoone katuse kalle on  $42^\circ$ , seega leitakse kujutegur vastavalt  $30^\circ < \alpha < 60^\circ$  valemile:

$$\mu_1 = \frac{0,8(60^\circ - \alpha)}{30} = \frac{0,8(60^\circ - 42^\circ)}{30} = 0,48 \quad (5)$$

Katuse lumekoormuse normsuurus leitakse valemi 4 järgi:

$$s = 0,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

## 2.2. Tuulekoormus

Rekonstreeritavale hoonele mõjuvad tuulekoormused arvutatakse eurokoodeksi EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 [20] ja Ehituskonstruktori käsiraamatu [24]järgi.

Tuulekoormus on ajas muutuv ja mõjub otseselt rõhuna suletud piiretega ehitiste välispinnale ja piirde läbilaskvuse korral kaudselt ka sisepinnale. Piirdes olevate avade kaudu võib tuul mõjuda ka otseselt sisepindadele. [20]

Tuulekoormuse määramisel konstruktsioonidele ja konstruktsioonelementidele võetakse arvesse nii välis- kui siserõhk. [20]

Hoone asub III tüüpi maastikul – maastik, mis on kaetud ühtlase taimkatte või ehitistega või üksikute takistustega, mille vaheline kaugus ei ole suurem 20kordsest kõrgusest (nagu maa- asulad, äärelinnapiirkond, ühtlaselt metsaga kaetud alad). [20]

Tuule baaskiirus  $v_{b,0}=21$  m/s.

Õhu tihedus:  $\rho=1,25$  kg/m<sup>3</sup>

$z_0=0,3$  m

$z_{\min}=5$  m

$k_1=1,0$

$c_o(z)=1,0$

Hoone kõrgus  $z=7,50$  m

Hoone laius  $d=9,05$  m

Hoone pikkus  $b=9,33$  m



Välispindadele mõjuv tuulerõhk leitakse valemiga:

$$w_e = q_p(z_e)c_{pe} \quad (6)$$

kus:

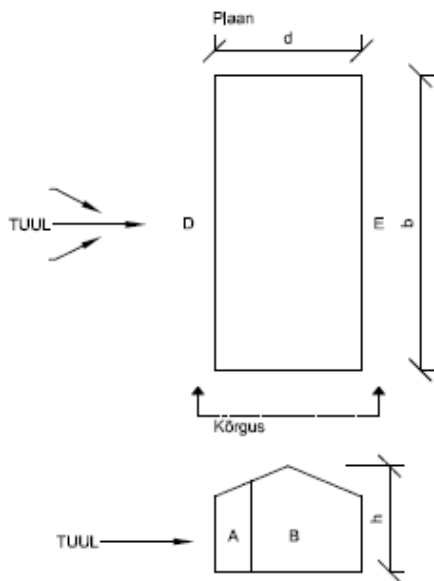
$q_p(z_e)$  tippkiirusrõhk, (m);

$z_e$  välisrõhu arvutuskõrgus, (m);

$c_{pe}$  välisrõhu rõhutegur, (m).

Keskmine tuule baaskiirus leitakse:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 21^2 = 0,276 \text{ kN/m}^2 \quad (7)$$



**Joonis 1** Arvutusjuhised vertikaalsetele seintele [20]

Turbulentsi intensiivsus leitakse:

$$I_v(z) = \frac{k_l}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{7,50}{0,3}\right)} = 0,310 \quad (8)$$

Maastikutüübi tegur:

$$k_r = 0,19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left( \frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215 \quad (9)$$

Karedustegur:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left( \frac{7,50}{0,3} \right) = 0,692 \quad (10)$$

Ekspositsioonitegur:

$$c_e(z) = c_r^2(z) \cdot c_0^2 \cdot [1 + 7 \cdot I_v(z)] = 0,692^2 \cdot 1^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,310) = 1,518 \quad (11)$$

Tippkiirusrõhk:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,518 \cdot 0,276 = 0,419 \text{ kN/m}^2 \quad (12)$$

### 2.2.1. Tuulekoormus seintele

Antud hoone puhul võetakse arvutuskõrguseks  $z_e$  hoone tegelik kõrgus ( $h \leq b$ ). [20]

Hoone kõrgus  $h=7,50$  m

Hoone pikkus  $b=9,33$  m

Hoone laius  $d=9,05$

$2 \cdot h=14,52$  m

$b < 2h \Rightarrow e=b=9,33$  m

Teguri väärtused  $c_{pe,10}$  leitakse interpoleerimise teel ja on toodud tabelis 2:

**Tabel 2.** Välisrõhutegurid ristkülikulise põhiplaaniga hoone vertikaalsetele seintele [20]

	A	B	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
0,80	-1,2	-0,8	+0,77	-0,45

Seinte välispindadele mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga 6:

$$w_{e,A} = 0,414 \cdot (-1,2) = -0,497 \text{ kN/m}^2$$

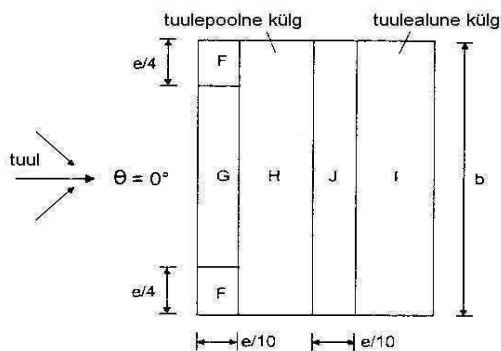
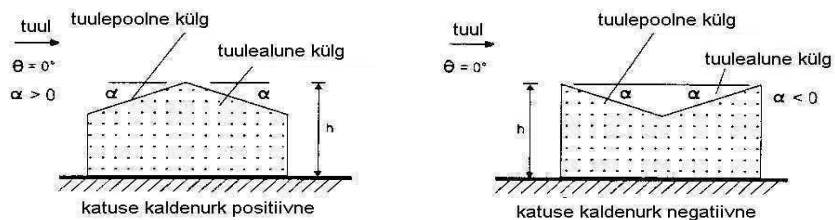
$$w_{e,B} = 0,414 \cdot (-0,8) = -0,331 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,D} = 0,414 \cdot 0,77 = 0,319 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,E} = 0,414 \cdot (-0,45) = -0,186 \text{ kN/m}^2$$

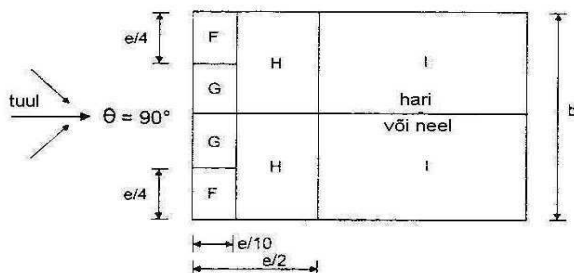
## 2.2.2. Tuulekoormus katusele

Antud hoonel on kahekaldeline viilkatus, mille kalle on  $42^\circ$



$e = b$  või  $2h$   
kumb on suurem

$b$ : mõõt tuule ristsihis



Joonis 2 Arvutusjuhised kahekaldelistele katustele [20]

Tuule suund risti katusega  $\theta=0^\circ$

$$b=9,33 \text{ m}$$

$$2 \cdot h=15,0 \text{ m}$$

$$b < 2h \Rightarrow \underline{e=2h=15,0 \text{ m}}$$

Teguri väärtused  $c_{pe,10}$  leitakse interpoleerimise teel ja on toodud tabelis 3.

**Tabel 3** Välisrõhutegurid kahekaldelistele katustele. Tsoonid tuule suunale  $\theta=0^\circ$  [20]

Katuse	F	G	H	I	J
kaldenurk $\alpha$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
42°	-0,1	-0,1	-0,16	-0,24	-0,34
	+0,7	+0,7	+0,56	+0,0	+0,0

Katusele mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga 6:

$$w_{e,F1} = 0,414 \cdot (-0,1) = -0,041 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,F2} = 0,414 \cdot 0,7 = 0,290 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,G1} = 0,414 \cdot (-0,1) = -0,041 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,G2} = 0,414 \cdot 0,7 = 0,290 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,H1} = 0,414 \cdot (-0,16) = -0,066 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,H2} = 0,414 \cdot 0,56 = 0,232 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,I1} = 0,414 \cdot (-0,24) = -0,099 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,I2} = 0,414 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,J1} = 0,414 \cdot (-0,34) = -0,141 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,J2} = 0,414 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ kN/m}^2$$

Kriitiliseimaks saab juht, mille puhul on tuulerõhkude vahe erinevatel katusekülgedel kõige suuremad, antud juhul G ja J tsooni koosmõjul.

- Tuule suund pikki katusega  $\theta=90^\circ$

$$b=9,05 \text{ m}$$

$$2 \cdot h=15,0 \text{ m}$$

$$b < 2h \Rightarrow e=2h=15,0 \text{ m}$$

Teguri väärtused  $c_{pe,10}$  leitakse interpoleerimise teel ja on toodud tabelis 4:

**Tabel 4** Välisrõhutegurid kahekaldelistele katustele. Tsoonid tuule suunale  $\theta=90^\circ$  [20]

Katuse kaldenurk $\alpha$	F	G	H	I
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
$42^\circ$	-1,1	-1,4	-0,88	-0,5

Katusele mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga 6:

$$w_{e,F} = 0,414 \cdot (-1,1) = -0,455 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,G} = 0,414 \cdot (-1,4) = -0,579 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,H} = 0,414 \cdot (-0,88) = -0,364 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,I} = 0,414 \cdot (-0,5) = -0,207 \text{ kN/m}^2$$

Katusele mõjuv imev tuulerõhk ei saa määravaks, kuna katuse omakaal tasakaalustab katust tõstva jõu.

$$1,5 \cdot w_{e,G} < G_{katus} \rightarrow 1,5 \cdot 0,579 = 0,88 < 0,99 \quad (13)$$

### 2.3. Omakaalu koormused

Kõikide konstruktsioonide omakaalud on leitud standardi EVS-EN 1991-1-1:2002 järgi. [18] Konstruktsiooniosade mahukaalud on määratud raamatu “Ehituskonstruktori käsiraamat” [24] ning tootjate andmete järgi.

#### Katuse omakaal

Katuslae omakaalu arvutustulemused on toodud välja tabelis 5:

**Tabel 5.** Katuslae normatiivne omakaal

Kiht	Paksus (mm)	Laius (mm)	Mahukaal (kN/m <sup>3</sup> )	Samm (mm)	Normatiivne koormus $g_k$ (kN/m <sup>2</sup> )
Sindlid	-	-	-	-	<b>0,1400</b> [24]
Puitroovitus	50	50	5	150	<b>0,0833</b>
Distantслиist	50	50	5	1578	<b>0,0079</b>
Aluskate	-	-	-	-	-
Tuuletõke VKL-13	13	1000	1,20	1000	<b>0,0099</b>
Mineraalvill	150	1000	0,15	1578	<b>0,0143</b>
Sarikas	160	160	5	1578	<b>0,0637</b>
Mineraalvill	100	1000	0,15	600	<b>0,0250</b>
Roov	100	50	5	600	<b>0,0416</b>
Aurutõke	-	-	-	-	-
Laudis	15	1000	5	1000	<b>0,0750</b>
Roomatt	10	1000	-	1000	<b>0,0049</b>
Lubikrohv	30	1000	16	1000	<b>0,4800</b>
				$\sum g_k =$	<b>0,99</b>

## Vahelae omakaal

Vahelae omakaalu arvutustulemused on toodud välja tabelis 6.:

**Tabel 6.** Vahelae normatiivne omakaal

Kiht	Paksus (mm)	Laius (mm)	Mahukaal (kN/m <sup>3</sup> )	Samm (mm)	Normatiivne koormus $g_k$ (kN/m <sup>2</sup> )
Põrandalaudis	28	1000	5	1000	<b>0,1400</b>
Vildiriba taladel	20	150-	1,20	1060	-
Mineraalvill	100	1000	0,15	1060	<b>0,0142</b>
Vahelaetalad	285	150	5	1060	<b>0,2017</b>
Aurutõke	-	-	-	-	-
Laelaudis	50	1000	5	1000	<b>0,25</b>
				$\sum g_k =$	<b>0,61</b>

### 2.4. Sarikate tugevuskontroll

Katuslae sarikate tugevuskontroll on tehtud standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 järgi. [21] Antud hoonel on ühe penniga sarikad. Sarikate samm on varieeruv, minimaalne samm on 1425 mm ja maksimaalne samm on 1578 mm. Sarikate läbimõõt on 160 mm ja pennide läbimõõt on 110 mm. Katusekalle on 42°. Olemasolevate sarikate tugevusklassiks on valitud C16, sest puidu kvaliteet pole teada.

Sarikate tehnilised andmed on leitud raamatu "Ehituskonstruktori käsiraamat" [24] järgi:

$$k_{mod}=0,90$$

$$k_m=1,0$$

$$\gamma_m=1,3$$

$$f_{m.k} = 16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c.0.k} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t.0.k} = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c.90.k} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v.k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 5400 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,mean} = 8000 \text{ N/mm}^2$$

#### 2.4.1. Sarikale mõjuvad normatiivsed joonkoormused

Sarikate sammuks on valitud 1578mm.

$$\text{Katuse omakaalu joonkoormus} \quad p_{j,KL} = 0,99 \cdot 1,58 = 1,56 \text{ kN/m}$$

$$\text{Penni omakaalu joonkoormus} \quad p_{j,PENN} = 0,11 \cdot 0,11 \cdot 5 = 0,06 \text{ kN/m}$$

$$\text{Lume joonkoormus} \quad p_{j,lumi} = \cos 42^\circ \cdot 0,72 \cdot 1,58 = 0,85 \text{ kN/m}$$

$$\text{Tuule joonkoormus} \quad p_{j,tuul,suruv} = 0,29 \cdot 1,58 = 0,46 \text{ kN/m}$$

$$p_{j,tuul,imev} = -0,141 \cdot 1,58 = -0,22 \text{ kN/m}$$

#### 2.4.2. Sarika arvutused

Penniga sarikad on ühekordselt staatikaga määramata varrassüsteem (joonis 3). [24]

Esmalt tuleb leida sarikale mõjuvad koormuskombinatsioonid (joonis 4). Standardi EVS-EN 1990:2002 [17] järgi koostatakse koormuskombinatsioonid valemi 2 järgi:

Kontrollitud kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid:

$$- \quad KK1 - \gamma_G \cdot \text{Omakaal} + \gamma_Q \cdot (\psi_0 \cdot \text{Tuulekoormus, suruv} + \text{Lumekoormus})$$

$$- \quad KK2 - \gamma_G \cdot \text{Omakaal} + \gamma_Q \cdot (\text{Tuulekoormus, suruv} + \psi_0 \cdot \text{Lumekoormus})$$



- $KK3 - \gamma_G \cdot Omakaal + \gamma_Q \cdot kombineeritud\ tuulekoormus$
- $KK4 - \gamma_G \cdot Omakaal + \gamma_Q \cdot (kombineeritud\ tuulekoormus + \psi_0 \cdot Lumekoormus)$
- $KK5 - \gamma_G \cdot Omakaal + \gamma_Q \cdot (\psi_0 \cdot kombineeritud\ tuulekoormus + Lumekoormus)$

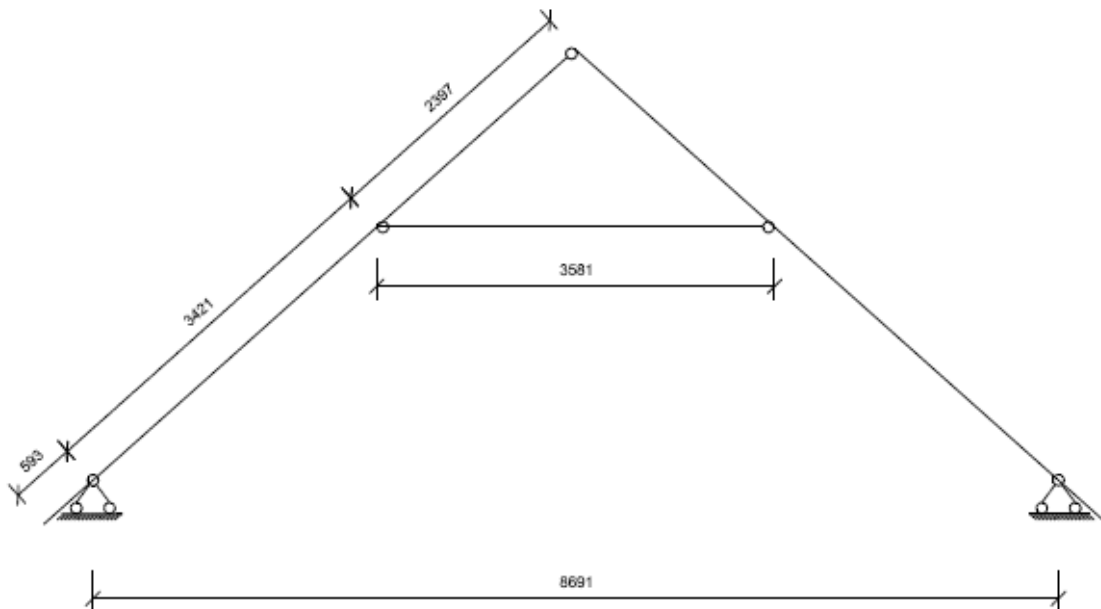
Kõik kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid on kontrollitud Robot Structural Analysis 2014 programmiga. Kandepiirseisundi ohtlikumaiks koormuskombinatsiooniks osutus koormuskombinatsioon neli:

- $\gamma_G \cdot Omakaal + \gamma_Q \cdot (kombineeritud\ tuulekoormus + \psi_0 \cdot Lumekoormus)$

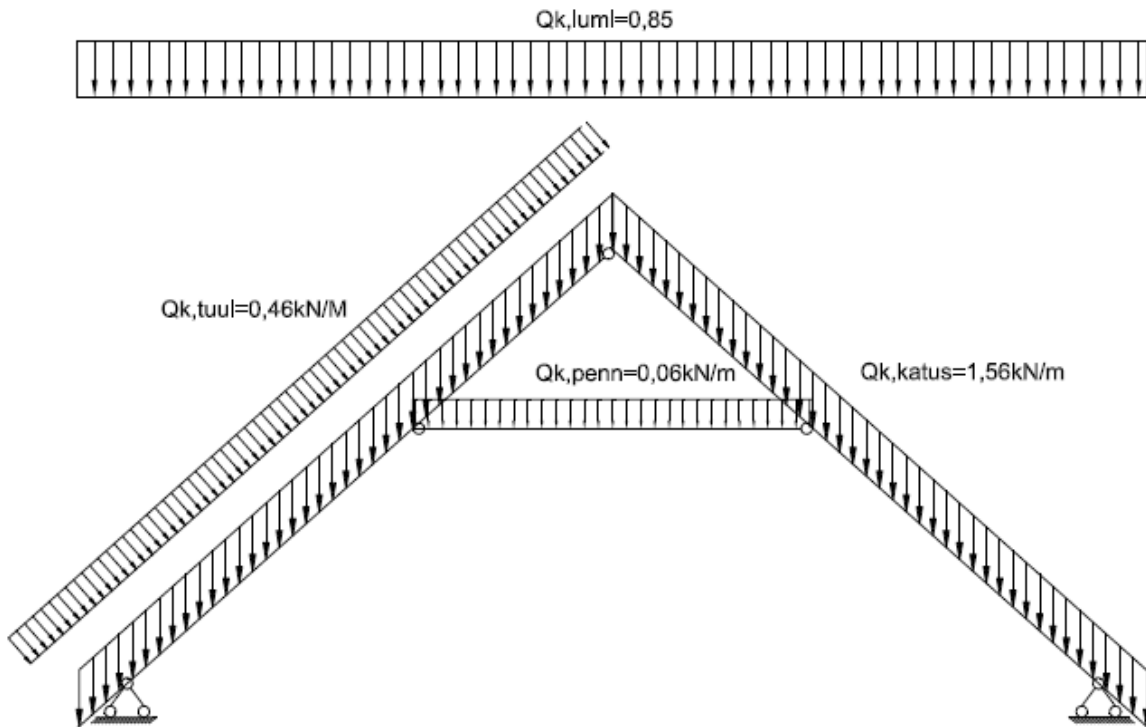
Kasutatud varutegurid: [24]

$$\gamma_G = 1,2; \gamma_Q = 1,5; \psi_0 = 0,5 (lumi); \psi_0 = 0,6 (tuul)$$

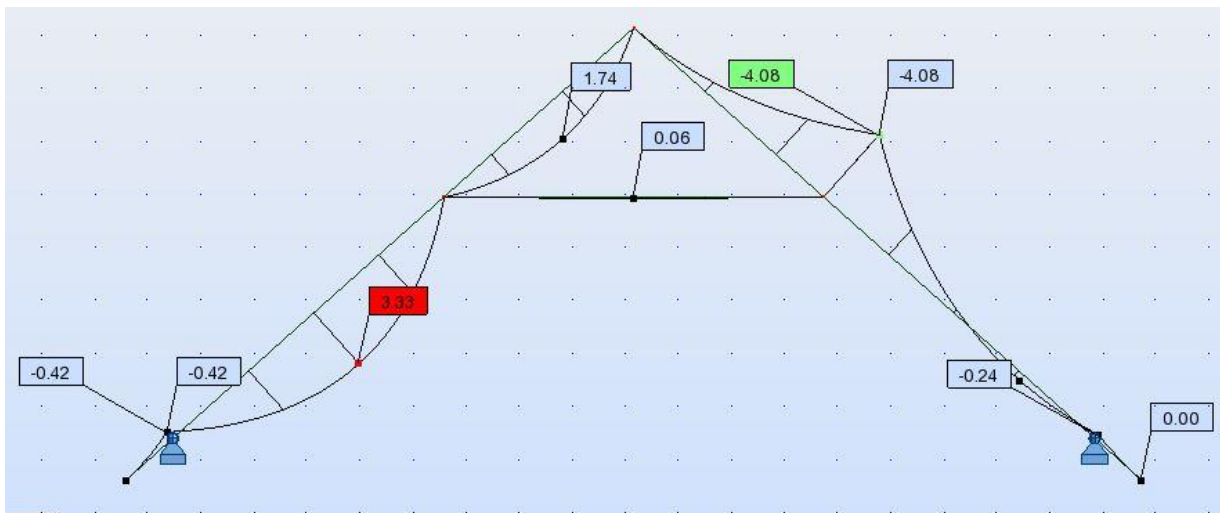
Sarika sisejõudude epüürid on koostatud vastavalt kõige ohtlikuma kandepiirseisundi koormuskombinatsiooni järgi (joonis 5,6,7).



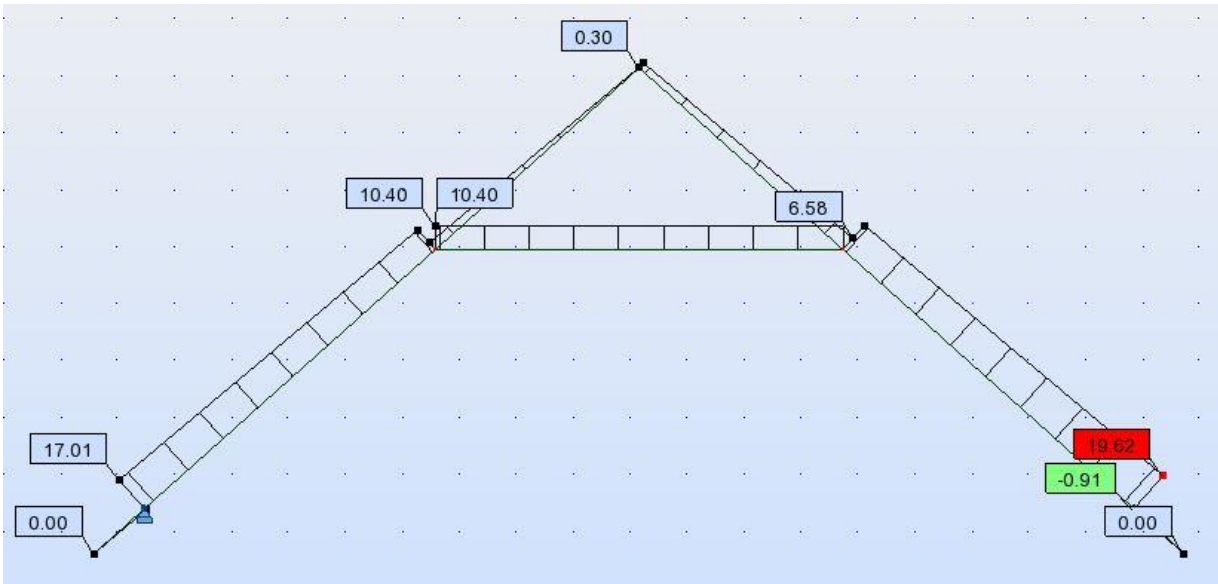
**Joonis 3** Sarika arvutuskeem



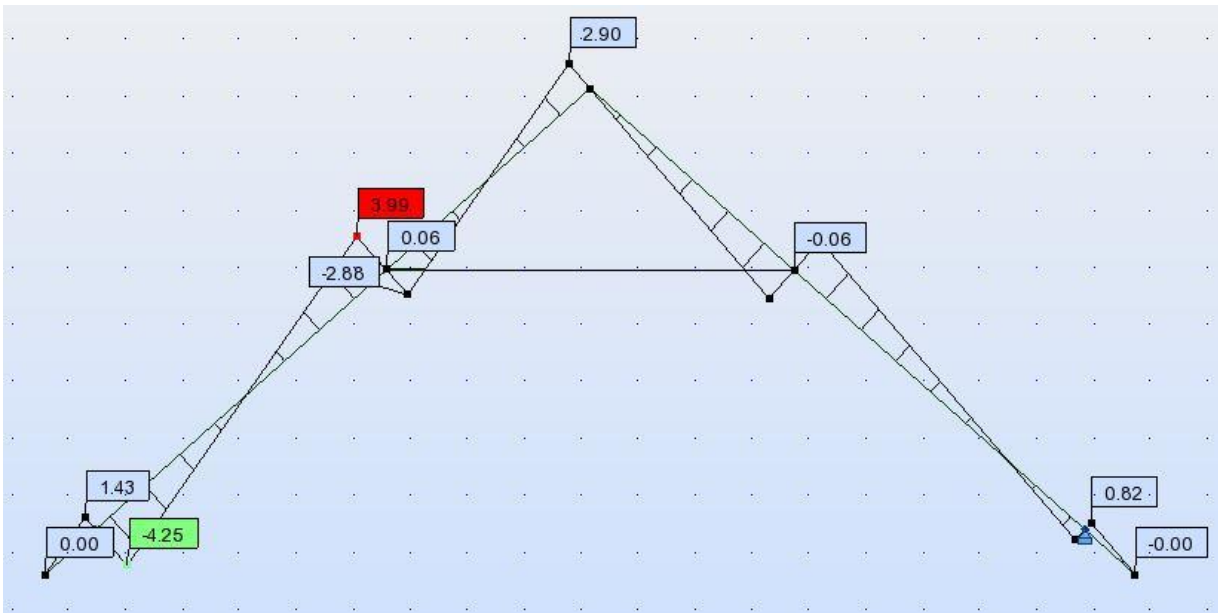
**Joonis 4** Sarika koormusskeem



**Joonis 5** Katusekonstruktsiooni paindemomendi epüür



**Joonis 6.** Katusekonstruktsiooni pikijõu epüür



**Joonis 7.** Katusekonstruktsiooni põikjõu epüür

### 2.4.1. Surve- ja paindekandevõime arvutusmeetod

Antud hoone sarikate arvutamisel on eekujuks võetud suratud ja painutatud posti arvutusmeetod. Survel koos paindega (eeldus  $\lambda_{rel,y} > 0,3$ ) peavad olema täidetud tingimused: [21]

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1 \quad (14)$$

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

kus,

$\sigma_{c,0,d}$ - arvutusliku survepinge väärtus pikikiudu N/mm<sup>2</sup>;

$\sigma_{m,y(z),d}$ - arvutusliku paindepinged peatelgede suhtes, N/mm<sup>2</sup>;

$f_{m,y(z),d}$ - arvutuslikud paindetugevused N/mm<sup>2</sup>;

$f_{c,0,d}$ - arvutuslik survetugevus, N/mm<sup>2</sup>;

$k_{c,y(z)}$ - elemendi saledust ja sirgust arvestav tegur.

Nõtketegurid  $k_{c,y(z)}$  ja  $k_{y(z)}$  nõtkel y-telje suhtes leitakse:

$$k_{c,y(z)} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad (16)$$

$$k_{y(z)} = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] \quad (17)$$

kus,

$\beta_c$  on tegur, mis arvestab surutud elemendi sirgust. Standardi kohaselt tuleb  $\beta_c$  väärtuseks võtta monoliitpuidul  $\beta_c = 0,2$ . [21]

Survepinge pikikiudu leitakse valemiga:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,d}}{A} \quad (18)$$

kus,

$F_{c,d}$ - survejõu arvutusväärtus;

$A$ - ristlõike pindala.

Paindepinge leitakse valemiga:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y(z),d}}{W_{y(z)}} \quad (19)$$

kus,

$M_{y(z),d}$  - paindemoment peatelged suhtes;

$W_{y(z)}$  - ristlõike vastupanumoment peatelgede suhtes.

Survetugevus pikikiudu leitakse:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} \quad (20)$$

Paindetugevuse leitakse:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} \quad (21)$$

Suhtelised saledused peatelgede suhtes leitakse:

$$\lambda_{rel,y(z)} = \frac{\lambda_{y(z)}}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (22)$$

kus,

$\lambda_{y(z)}$  - saledus peatelgede suhtes.

Saledused leitakse järgneva seosega:

$$\lambda_{y(z)} = \frac{l_{ef,y(z)}}{i_{y(z)}} \quad (23)$$

kus,

$l_{ef,y(z)}$  - saleda elemendi nõtkepikkus;

$i_{y(z)}$  - inertsiraadius peatelgede suhtes.

Inertsiraadiused peatelgede suhtes leitakse:

$$i_{y(z)} = \sqrt{\frac{I_{y(z)}}{A}} \quad (24)$$

kus,

$I_{y(z)}$  - inertsimomendid peatelgede suhtes.

Inertsimomendid peatelgede suhtes leitakse:

$$I_{y(z)} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (25)$$

kus,

$d$  - ristlõike läbimõõt.

Jätkuva sõrestikuvarda nõtkepikkused (lihtsustatud arvutuse puhul), millel on põikkoormus, kuid pole kinnitusmomente, leitakse:

Äärmise sille:

$$l_{ef,y} = 0,8 \cdot s \quad (26)$$

Vahepealne sille ja sõlmed:

$$l_{ef,z} = 0,6 \cdot s \quad (27)$$

kus,

$s$  - sille või pikem sille sõlme kõrval

#### **2.4.2. Surve- ja paindekandevõime arvutus**

Kontrollitakse olemasoleva 160mm läbimõõduga sarika surve- ja paindekandevõimet vastavalt  $\gamma_G \cdot O_{makaal} + \gamma_Q \cdot (\psi_0 \cdot Tuulekoormus, suruv + Lumekoormus)$  koormuskombinatsiooni korral. Peatükis 2.4.2 välja toodud joonistelt 5 ja 6 saab välja lugeda, et maksimaalne paindemoment on väärtusega  $M_{sd}=4,08$  kNm ning samas punktis on maksimaalse pikijõu suurus  $N_d=14,39$  kN.

Nõtkepikkus y-telje suhtes leitakse valemiga 26:

$$l_{ef,y} = 0,8 \cdot 3421,2 = 2737 \text{ mm}$$

Nõtkepikkus z-telje suhtes leitakse valemiga 27 (nõtke telje z suunas on takistatud ristroovidega, mille samm on 150 mm):

$$l_{ef,z} = 0,6 \cdot 150 = 90 \text{ mm}$$

Inertsimomendid leitakse vastavalt valemi 25 järgi:

$$I_{y(z)} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 160^4}{64} = 32,17 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Inertsiraadiused leitakse vastavalt valemi 24 järgi:

$$i_{y(z)} = \sqrt{\frac{I_{y(z)}}{A}} = \sqrt{\frac{32,17 \cdot 10^6}{20106}} = 40 \text{ mm}$$

Sarika saledus peatelgede suhtes leitakse valemi 23 järgi:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{2737}{40} = 68,43$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{90}{40} = 2,25$$

Suhtelised saledused peatelgede suhtes leitakse valemi 22 järgi:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{68,43}{\pi} \sqrt{\frac{17}{5400}} = 1,22$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{2,25}{\pi} \sqrt{\frac{17}{5400}} = 0,04 < 0,3$$

Kuna sarikaatele on kinnitatud mõlemale poole roovid, ei lase see sarikal z-telje suunal nõtkuda ja seetõttu võetakse  $k_{c,z} = 1$

Sarika nõtketegurid y-telje suunas leitakse valemite 16 ja 17 järgi:

$$k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5[1 + 0,2(1,22 - 0,3) + 1,22^2] = 1,34$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,34 + \sqrt{1,34^2 - 1,22^2}} = 0,53$$

Puidu arvutuslik survetugevus leitakse valemi 20 järgi:

$$f_{c,0,d} = 0,90 \cdot \frac{17}{1,3} = 11,77 \text{ N/mm}^2$$

Puidu arvutuslik survepinge leitakse valemi 18 järgi:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{14,39 \cdot 10^3 \cdot 4}{\pi \cdot 160^2} = 0,72 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik paindetugevus leitakse valemi 21 järgi:

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

Arvutuslik paindepinge leitakse valemi 19 järgi:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \frac{4,08 \cdot 10^6 \cdot 32}{\pi \cdot 160^3} = 10,15 \text{ N/mm}^2$$

Surutud ja painutatud sarikas peab täitma tugevustingimusi 14 ja 15 (paine ümber z-telje on takistatud roovituse ja savikrohviga ning seega tugevustingimus lihtsustub ning  $k_{c,z} = 1,0$ ):

$$\frac{0,72}{0,53 \cdot 11,77} + 0 + \frac{10,15}{11,08} = 1,03 > 1$$

$$\frac{0,72}{1 \cdot 11,77} + 0 + 1,0 \cdot \frac{10,15}{11,08} = 0,98 < 1$$

Sarika kandevõime sammuga 1578 mm ei ole tagatud! Sarikate kandevõime suurendamiseks lisatakse 1578 mm sammuga sarikate vahele lisasarikad. Uueks sammuks on 790 mm ja sarikate ristlõige on 150x75 mm ning lisasarikate tugevusklassiks on valitud C22. Ülejäänud



hoonel, mil sarika samm on 1425 mm, on sarikate kandevõime tagatud, kuid kindluse mõttes ja soojustamise mugavamaks paigalduseks, paigaldatakse ka sinna sarnased abisarikad. Kõik arvutused on teostatud, kuid ei ole antud töös täies mahus välja toodud, tulemused on esitatud ülevaatlikus tabelis 7.

**Tabel 7** Sarikatele teostatud tugevusarvutuste tulemuste koondtabel

Jrk.	Samm (mm)	Tugevus-klass	Ristlõig e (mm)	Koormus-kombinatsioon	Määrav piir seisund	Tugevus-tingimus
1	1578	C16	Ø160	1	Surve + paine	1,03>1
2	790	C16	Ø160	1	Surve + paine	0,59<1
3	790	C22	150x75	1	Surve + paine	0,62<1
4	1425	C16	Ø160	1	Surve + paine	0,963<1
5	713	C16	Ø160	1	Surve + paine	0,59<1
6	713	C22	150x75	1	Surve + paine	0,63<1

### 2.4.3. Nihkekandevõime arvutus

Paindele töötavates elementides tekivad lisaks normaalpingetele ka nihkepinged. Seega võib element puruneda nii normaal- kui ka nihkepingete mõjul, sõltuvalt sellest, milline neist pingetest saavutab piirväärtuse varem. [21]

Nihkekandevõime kontroll tehakse olemasolevale sarikale läbimõõduga 160 mm, sammuga 790 mm 1. koormuskombinatsiooni korral, kui lumi on domineeriv suruva tuulega. Peatükis 2.4.2 välja toodud joonistele sarnaselt on leitud sammuga 790 mm 160 mm sarika sisejõudude epüürid. Nendelt on leitud maksimaalne põikjõud  $V_{sd}=2,46$  kN.

Nihke jaoks tuleb rahuldada tingimust:

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

kus,

$\tau_d$ - arvutuslik nihkepinge;

$f_{v,d}$ - arvutuslik nihketugevus tegeliku olukorra jaoks.

Arvutuslik nihkepinge ümar-ristlõikel leitakse:

$$\tau_d = \frac{4 \cdot V_{sd}}{3 \cdot A_{ef}} \quad (29)$$

kus,

$V_{sd}$ - arvutuslik põikjõud;

$A_{ef}$ - ristlõike efektiivpindala.

Efektiivlaius leitakse:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b \quad (30)$$

kus,

$k_{cr}$ - tegur, mille soovituslik väärtus on 0,67 saepuidu jaoks.

Ristlõike efektiivpindala leitakse:

$$A_{ef} = \frac{\pi \cdot b_{ef}^2}{4} \quad (31)$$

Arvutuslik nihketugevus leitakse:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} \quad (32)$$

Arvutuslik nihketugevus leitakse valemi (32) järgi:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{3,2}{1,3} = 2,22 \text{ N/mm}^2$$

Efektiivlaius leitakse valemi 30 järgi:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160 = 107,2 \text{ mm}$$

Nihkepinge ümar-ristlõikel leitakse valemi 29(29) järgi: [26]

$$\tau_d = \frac{4 \cdot V}{3 \cdot A_{ef}} = \frac{4 \cdot 2,46 \cdot 10^3 \cdot}{3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 107,2^2}{4}\right)} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

Nihkekontroll teostatakse valemi 28 järgi:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \rightarrow \frac{0,36}{2,22} = 0,16 < 1$$

Nihkekandevõime on tagatud!

#### 2.4.4. Harjasõlme kandevõime

Kiudude suhtes nurga  $\alpha$  all mõjuv survepinge peab rahuldama järgmist tingimust:

$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (33)$$

kus,

$\sigma_{c,\alpha,d}$ - survepinge kiudude suhtes nurga  $\alpha$  all;

$k_{c,90}$ - tegur, mis arvestab ristikiudu pingete mõju

$f_{c,0,d}$ - arvutuslik survetugevus pikikiudu,

$\alpha$ - nurk koormuse sihi ja pikikiudude vahel.

Toetuspinna pikkus leitakse järgmiselt:

$$h_{ef} = \frac{h}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (34)$$

kus,

h- ristlõike kõrgus.

Arvutuslik survepinge kiudude suhtes nurga  $\alpha$  all:

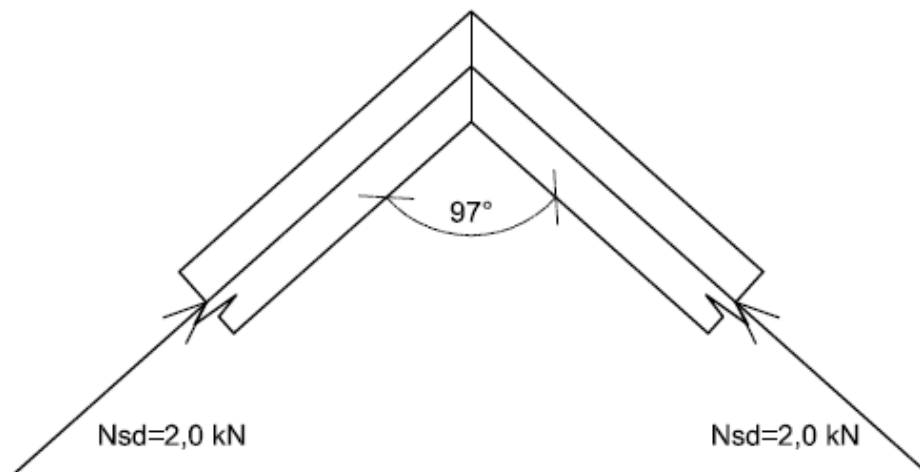
$$\sigma_{c.\alpha.d} = \frac{N_{sd} \cdot 4}{\pi \cdot h_{ef}^2} \quad (35)$$

kus,

$N_{sd}$ - survejõud pikikiudu.

Arvutuslik survetugevus ristikiudu arvutatakse:

$$f_{c.90.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} \quad (36)$$



**Joonis 8.** Harjasõlme koormamise skeem

Nurk kiudude sihi ja koormuse vahel (joonis 8):

$$\alpha = 180^\circ - 97^\circ = 83^\circ$$

Toetuspinna pikkus leitakse valemiga (34):

$$h_{ef} = \frac{160}{\sin\left(\frac{83^\circ}{2}\right)} = 241,47 \text{ mm}$$

Arvutuslik survepinge kiudude suhtes nurga  $\alpha$  all leitakse valemiga 35:

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{2,0 \cdot 10^3 \cdot 4}{\pi \cdot 241,47^2} = 0,044 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik survetugevus pikikiudu leitakse valem 20 järgi:

$$f_{c,0,d} = 0,9 \cdot \frac{17}{1,3} = 11,77 \text{ N/mm}^2$$

Arvutuslik survetugevus ristikiudu leitakse valemiga 36:

$$f_{c,90,d} = 0,9 \cdot \frac{2,2}{1,3} = 1,52 \text{ N/mm}^2$$

Kiudude suhtes nurga  $\alpha$  all mõjuv survepinge peab rahuldama järgmist tingimust 33

$$\sigma_{c,\alpha,d} = 0,044 < \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \rightarrow \frac{11,77}{1,0 \cdot 1,52 \sin^2 83^\circ + \sin^2 83^\circ} = 1,54$$

Teguri  $k_{c,90}$  väärtus on võetud Ehituskonstruktori käsiraamatu järgi 1,0. [24]

Harjasõlme kandevõime on tagatud!

## 2.5. Roovide kandevõime

Antud hoone katuse kalle on  $42^\circ$ , sarikate maksimaalne samm on 790 mm ja roovide samm on 150 mm. Roovideks on projekteeritud 50x50 mm saepuit, mille tugevusklass on C18. Roovidele tehakse kandevõime kontroll piirkonnas, kus sarikate samm on maksimaalne. Roovid on 3,2 meetri pikkused ja seetõttu töötab roov neljasildelise jätkuvtalana.

Roovide tehnilised andmed on leitud “Ehituskonstruktori käsiraamatust” [24]:

- $k_m = 0,7$  (täisnurkse ristlõike korral)
- $k_{mod} = 0,9$
- $f_{m,k} = 18 \text{ N/mm}^2$

### 2.5.1. Roovide arvutus

Roovidele mõjuvad kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid leitakse vastavalt standardi EVS-EN 1990:2002 järgi. [17]

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (37)$$

Ehituskonstruktori käsiraamatu tabeli 8.4 [24] järgi on tuulekoormuse puhul kombinatsioonitegur  $\psi_0 = 0,6$  ja lumekoormusel  $\psi_0 = 0,5$ .

Vastavalt valemile (37), kontrollitakse roovide kandevõimet kahel koormuskombinatsioonil:

1.  $\gamma_G \cdot Omakaal + \gamma_Q \cdot (Lumekoormus + \psi_0 \cdot Tuulekoormus)$
2.  $\gamma_G \cdot Omakaal + \psi_0 \cdot Koondatud koormus \rightarrow Q_k = 1,5kN$

Tegemist on vildakpaindega, seega tuleb rahuldada tingimusi: [21]

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (38)$$

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

kus,

$k_m$  on tegur, mis arvestab pingete ümberjagunemist ja materjali mittehomogeensust;

$\sigma_{m,y,d}$  ja  $\sigma_{m,z,d}$  arvutuslikud paindepinged peatelgedes suhtes;

$f_{m,y,d}$  ja  $f_{m,z,d}$  vastavad arvutuslikud paindetugevused.

Arvutuslikud paindepinged leitakse valemitega:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{sd,z}}{W_z} \quad (40)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{sd,y}}{W_y} \quad (41)$$

kus,

$M_{sd,z(y)}$ - arvutuslikud paindemomendid peatelgede suhtes;

$W_{z(y)}$ - ristlõike vastupanumomendid peatelgede suhtes.

Ristlõike vastupanumomendid leitakse valemitega:

$$W_y = \frac{b^2 \cdot h}{6} \quad (42)$$

$$W_z = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (43)$$

kus,

b- ristlõike laius;

h- ristlõike kõrgus.

Arvutuslikud paindetugevused leitakse valemiga (mõlemas telje sihis ühesugune):

$$f_{m,y,d} = f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} \quad (44)$$

kus,

$k_{mod}$ - koormuse kestuse ja konstruktsiooni niiskuse mõju arvestav tugevusparameetri modifikatsioonitegur;

$f_{m,k}$ - puidu normatiivne paindetugevus;

$\gamma_m$ - materjali osavarutegurid.

### 2.5.2. Roovidele mõjuvad koormused

Katusesindlite omakaal  $g_{k,sindel} = 0,140 \text{ kN/m}^2$

Roovide omakaal  $g_{k,roov} = 0,083 \text{ kN/m}^2$

Lume projektsioonkoormus  $g_{k,lumi,PRJ} = 0,720 \text{ kN/m}^2$

Tuulekoormus  $g_{k,tuul} = 0,290 \text{ kN/m}^2$

### Arvutuslik lauskoormus

Koormuskombinatsioon 1:

$$p_{d1} = 1,2 \cdot (0,1400 + 0,0833) + 1,5 \cdot (0,6 \cdot 0,2900 + 0,72) = 1,61 \text{ kN/m}^2$$

Koormuskombinatsioon 2:

$$p_{d2} = 1,2 \cdot (0,1400 + 0,0833) + 1,5 \cdot 1,5 = 2,52 \text{ kN/m}^2$$

Kandepiir seisundis saab määravaks ja ohtlikumaiks Koormuskombinatsioon 2.

Roovide arvutuslikud joonkoormused  $s=0,15\text{m}$ :

$$p_{jd2} = 0,15 \cdot 2,52 = 0,38 \text{ kN/m}$$

Roovide joonkoormuse jaotumine telgede suhtes ning roovide koormusskeem on välja toodud joonistel (joonis 9,10).

Arvutuslik paindetugevus leitakse valemiga 44:

$$f_{m,y,d} = f_{m,z,d} = 0,9 \cdot \frac{18}{1,3} = 12,46 \text{ N/mm}^2$$

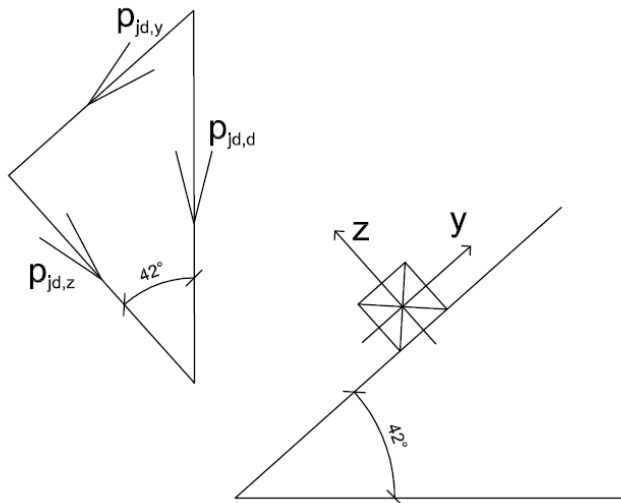
Z-telje ja y-telje sihis arvutuslikud joonkoormused

$$p_{jd,z} = \cos 42^\circ \cdot p_{jd} = \cos 42^\circ \cdot 0,38 = 0,28 \text{ kN/m} \quad (45)$$

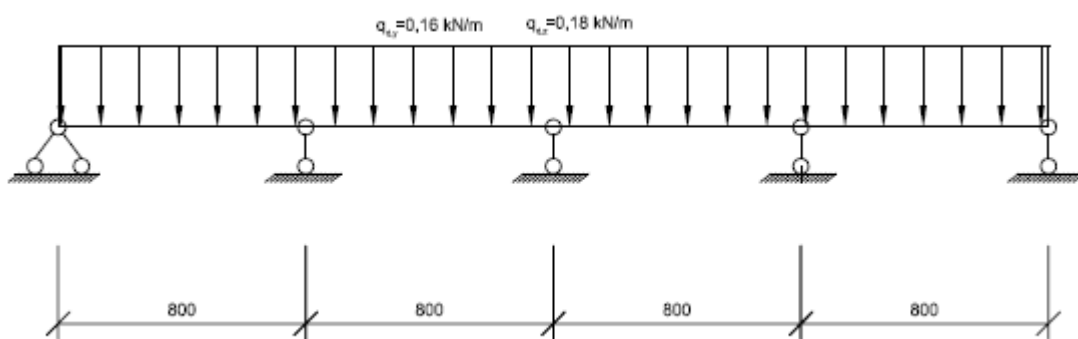
$$p_{jd,y} = \sin 42^\circ \cdot p_{jd} = \sin 42^\circ \cdot 0,38 = 0,25 \text{ kN/m} \quad (46)$$

Roovide arvutuslikud paindemomendid on leitud programmi EngiLab Beam 2D abil ning on välja toodud järgnevatel joonistel (joonis 11,12):

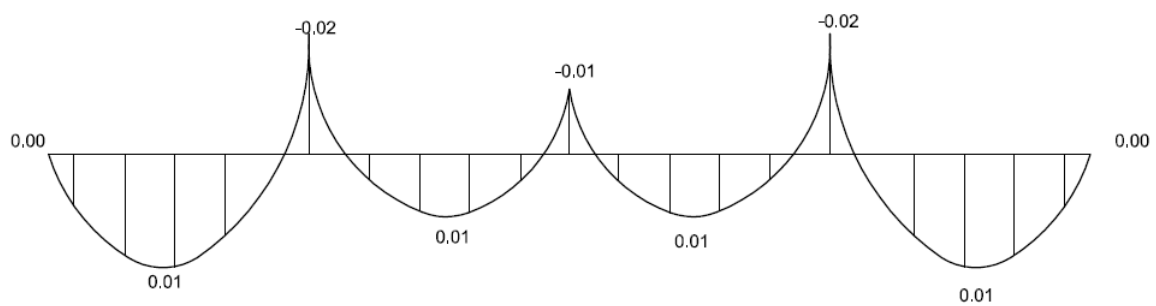




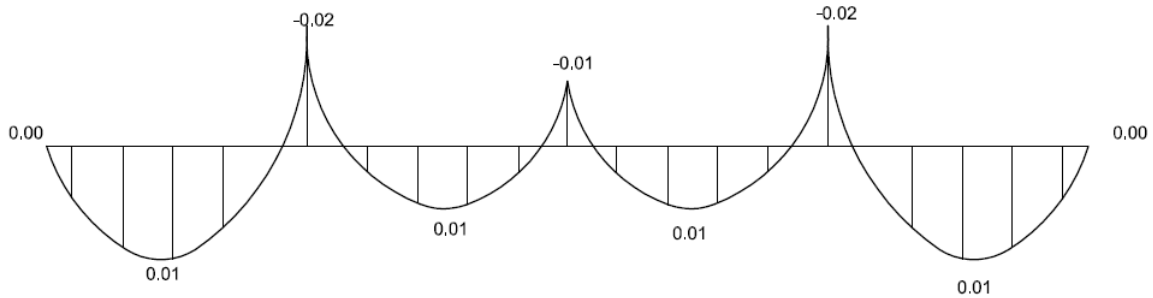
**Joonis 9.** Joonkoormuse jaotumine telgede sihis.



**Joonis 10.** Roovide koormusskeem y-telje ja z-telje sihis.



**Joonis 11.** Roovi paindemomendi epüür ümber y-telje



**Joonis 12.** Roovi paindemomendi epüür ümber z-telje

Ristlõike vastupanumomendid leitakse valemitega 42 ja 43:

$$W_y = \frac{b^2 \cdot h}{6} = \frac{50^2 \cdot 100}{6} = 41,67 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_z = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{50 \cdot 100^2}{6} = 83,33 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Arvutuslikud paindepinged leitakse valemitega 40 ja 41:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{sd,z}}{W_z} = \frac{0,02 \cdot 10^6}{83,33 \cdot 10^3} = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{sd,y}}{W_y} = \frac{0,02 \cdot 10^6}{41,67 \cdot 10^3} = 0,48 \text{ N/mm}^2$$

Vildakpaine tugevustingimuse kontrollarvutus teostatakse valemite 38 ja 39 järgi:

$$0,7 \cdot \frac{0,48}{12,46} + \frac{0,24}{12,46} = 0,05 \leq 1$$

$$\frac{0,48}{12,46} + 0,7 \cdot \frac{0,24}{12,46} = 0,05 \leq 1$$

Roovi kandevõime on tagatud!

## 2.6. Vahelae kandevõime ja läbipainde arvutus

### 2.6.1. Olemasoleva vahelae andmed

Hoone teine korrus ehitatakse välja eluruumiks, seega on vajalik kontrollida laetalade paindekandevõimet ja läbipainet. Vahelae tugevuskontroll on tehtud standardi EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009 järgi. [21]

Olemasolev vahelaekonstruktsioon on puittalad hinnangulise ristlõikega 150x285 mm. Antud projekti raames on vahelaetalade kandevõime kontroll teostatud selle hoone osa kohta, mille sildeava on kõige pikem - 5211 mm ning kus taladevaheline samm on kõige suurem  $s=1060$  mm. Laetalad on ühes tükis ja toetatud välisseintele ja vaheseinale. Arvutustes on saematerjali tugevusklassiks valitud C16, sest ei ole teada olemasolevate sarikate tugevusomadusi. Konstruktsiooni kasutusklass on 1. Vahelae omakaal on leitud tabelis 6.

Saematerjali abisuurused on leitud Ehituskonstruktoriga käsiraamatu abil: [24]

$$f_{m,k} = 16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,mean} = 8000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (saepuit)}$$

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

### 2.6.2. Vahelae tugevusarvutus

Vahelae talade puhul tuleb kontrollida nende paindekandevõimet. Kandevõime tugevustingimused on: [21]

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (47)$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (48)$$

kus,

$k_m$  on tegur, mis arvestab pingete ümberjagunemist ja materjali mittehomogeensust;

$\sigma_{m,y,d}$  ja  $\sigma_{m,z,d}$  arvutuslikud paindepinged peatelgede suhtes;

$f_{m,y,d}$  ja  $f_{m,z,d}$  vastavad arvutuslikud paindetugevused.

Vahelaele mõjuvad koormused kandepiirseisundis:

Vagelaie omakaal:  $g_{k,VL} = 0,61 \text{ kN/m}$

Kasuskoormus vahelaele:  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}$  [24]

Vahelaele mõjuvad joonkoormused, talade samm on 1,06m:

$$p_{j,VL} = 0,61 \cdot 1,06 = 0,65 \text{ kN/m}$$

$$p_{j,kasus} = 2,0 \cdot 1,06 = 2,12 \text{ kN/m}$$

Kandepiirseisundi üldkujust (valem 2) saadakse vahelaetala arvutusele järgnev kuju:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = F_d \quad (49)$$

$$\gamma_G = 1,2 \text{ ja } \gamma_Q = 1,5 \text{ [24]}$$

Talale mõjuv arvutusik joonkoormus kandepiirseisund valemi 49 järgi:

$$p_{jd} = 1,2 \cdot 0,65 + 1,5 \cdot 2,12 = 3,96 \text{ kN/m}$$

Arvutuslik paindetugevus leitakse valemiga 21:

$$f_{m,y,d} = 0,8 \cdot \frac{16}{1,3} = 9,85 \text{ N/mm}^2$$

Ristõike vastupanumoment arvutatakse valemiga 43:

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 285^2}{6} = 2,03 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Arvutuslik maksimaalne paindemoment tala keskel:

$$M_{Ed} = \frac{p_{jd} \cdot l^2}{8} = \frac{3,96 \cdot 5,21^2}{8} = 13,44 \text{ kNm} \quad (50)$$

Arvutuslik paindepinge y-telje suhtes leitakse valemiga 41:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{13,44 \cdot 10^6}{2,03 \cdot 10^6} = 6,62 \text{ N/mm}^2$$

Kuna põrandatalade läbipaindumine z-telje ümber on piiratud põrandalaudadega, siis tugevustingimused 47 ja 48 lihtsustuvad:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{6,62}{9,85} = 0,67 < 1$$

Laetala kandevõime on tagatud!

### 2.6.3. Läbipainde arvutus

Soovitavad talade piirläbipained on antud standardis EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009: [21]

Hetkeline läbipaine muutuvast koormusest:

$$w_{inst,Q} \leq \frac{l}{400} = \frac{5211}{400} = 13,03 \text{ mm} \quad (51)$$

Lõplik läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest:

$$w_{inst,fin} \leq \frac{l}{300} = \frac{5211}{300} = 17,37 \text{ mm} \quad (52)$$

Hetkelised läbipained alalisest ja muutuvast koormusest arvutatakse valemitega:

$$w_{inst,G} = \frac{5 \cdot g_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} \quad (53)$$

$$w_{inst,Q} = \frac{5 \cdot q_k \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} \quad (54)$$

kus,

$g_k$  ja  $q_k$  normatiivsed joonkoormused;

- L sildeava pikkus, m;  
 $I_y$  ristlõike inertsimoment.

Lõplik läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest leitakse valemitega:

$$w_{net.fin.G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) \quad (55)$$

$$w_{net.fin.Q} = w_{inst,Q} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) \quad (56)$$

kus,

$k_{def}$  deformatsioonitegur,  $k_{def} = 0,60$ ; [24]

$\psi_2$  kombinatsioonitegur, mis antud juhul on 0,3. [24]

Kogu lõplik läbipaine leitakse valemiga:

$$w_{net.fin} = w_{net.fin.G} + w_{net.fin.Q} \quad (57)$$

Hetkelised läbipainded alalisest ja muutuvast koormusest arvutatakse valemitega 53 ja 54:

$$w_{inst,G} = \frac{5 \cdot 0,65 \cdot 5211^4 \cdot 12}{384 \cdot 8000 \cdot 150 \cdot 285^3} = 2,69 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q} = \frac{5 \cdot 2,12 \cdot 5211^4 \cdot 12}{384 \cdot 8000 \cdot 150 \cdot 285^3} = 8,79 \text{ mm} < 13,03 \text{ mm}$$

Lõplik läbipaine alalisest ja muutuvast koormusest leitakse valemitega 55 ja 56:

$$w_{net.fin.G} = 2,69 \cdot (1 + 0,6) = 4,30 \text{ mm}$$

$$w_{net.fin.Q} = 8,79 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 10,37 \text{ mm}$$

Kogu lõplik läbipaine arvutatakse valemiga 57:

$$w_{net.fin} = 4,30 + 10,37 = 14,67 \text{ mm} < 17,37$$

Laetala kandevõime läbipaindele on tagatud!

### III OSA: HOONE ENERGIATÕHUSUSE HINDAMINE

#### 1. Tarindite soojusjuhtivuste arvutusmeetod

Hoone piirdetarindite soojusjuhtivusearvutustes lähtutakse standarditest EVS 908-1:2010 ja EVS –EN ISO 13370:2008 [27] [28]. Materjalide soojuseri juhtivused on määratud raamatu “Ehituskonstruktori käsiraamat” [24] ning tootjate andmete järgi.

Hoonete välispiirded peavad olema pikaajaliselt õhkupidavad ja piisavalt soojustatud. Otstarbeka soojustuse määramisel lähtutakse hoone energiatõhususe nõuetest, ruumide soojuslikust mugavusest ja hallituse ning kondensaadi vältimiseks külmasildadel, sisepindadel ja tarindites. Piirete soojusjuhtivus arvutatakse standardi EVS-EN ISO 6946 järgi. [27]

Piirete soojusjuhtivuse arvutusmeetodi põhimõtted on järgmised: [27]

- arvutatakse piirdetarindi iga soojuslikult homogeenne kihi soojustakistus;
- määratakse üksikute kihtide ja pindade soojustakistuste summeerimisel piirdetarindi kogu soojustakistus;
- arvutatakse piirde soojusjuhtivus, mida korrigeeritakse, arvestades mehaaniliste kinnitite mõju, sademete mõju pööratud katustele, soojustustuse õhjuhtivuse mõju ja külmasildade mõju.

Piirde soojusjuhtivus,  $U, W/(m^2 \cdot K)$ , arvutatakse valemiga 58 ümardatuna kahe kohani pärast koma: [27]

$$U = \frac{1}{R_T}, W/(m^2 \cdot K) \quad (58)$$

kus

$R_T$ - piirde kogusoojustakistus,  $m^2 \cdot K/W$ .

#### 1.1. Soojuslikult homogeensetest kihtidest piirdetarindi kogusoojustakistus

Soojuslikult homogeensetest kihtidest tarindi kogusoojustakistus  $R_T (m^2 \cdot K)/W$ , arvutatakse valemiga 59: [27]

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}, (m^2 \cdot K)/W \quad (59)$$

kus,

$R_{si}$ - piirde sisepinna soojustakistus,  $(m^2 \cdot K)/W$ , vt tabel 8;

$R_1, R_2$ - iga materjalikihi arvutuslik soojustakistus,  $(m^2 \cdot K)/W$ ;

$R_{se}$ - piirde välispinna soojustakistus,  $(m^2 \cdot K)/W$ , vt tabel 8.

**Tabel 8** Piirde pindade soojustakistused piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutamisel. [27]

	Soojusvoolu suund		
	Üles (lagi)	Horisontaalne (sein)*	Alla (põrand)
$R_{si}, (m^2 \cdot K)/W$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}, (m^2 \cdot K)/W$	0,04	0,04	0,04

\*Juhul, kui soojusjuhtivuse suurus on nõutud olenemata soojusvoo suunast, on soovitatav kasutada horisontaalsele soojusvoole vastavaid väärtusi.

\*Ehitise sisetarindite, nagu vaheseinad, vahelaed, või sisekeskkonna ja kütmata ruumi vahelise tarindi kogusoojustakistuse arvutamisel võetakse piirde mõlema pinna soojustakistuseks  $R_{si}$ .

Hästi ventileeritud õhkvahet sisaldava piirdetarindi kogusoojustakistuse arvutamisel jäetakse välja õhkvahe ning kõikide muude õhkvahe ja väliskeskkonna vahel olevate kihtide soojustakistused. Kuna õhkvahe siiski suurendab natuke piirdetarindi soojustakistust, võib seda arvestada välispinna soojustakistuse võrdsustamisega sisepinna takistusega. [27]

Soojuslikult homogeense materjalikihi arvutuslik soojustakistus,  $R$ ,  $(m^2 \cdot K)/W$ , arvutatakse valemiga: [27]

$$R = \frac{d}{\lambda_d}, (m^2 \cdot K)/W, \quad (60)$$

kus:

$d$  materjalikihi paksus, m

$\lambda$  matejali soojuserijuhtivus,  $W/m \cdot K$ .

## 1.2. Soojuslikult mittehomoogeensete kihtidega tarindi kogusoojustakistus

Kogusoojustakistus  $R_T$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  arvutatakse järgneva valemiga: [27]



$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2}, \quad (61)$$

kus:

$R_T'$  mittehomogeensete kihtidega piirdetarindid kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus,  $[W/(m^2 \cdot K)]$

$R_T''$  mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse alumine piirväärtus,  $[W/(m^2 \cdot K)]$

Kogusoojustakistuse ülemise ja alumise piirväärtuse arvutamiseks tuleb piirdetarind tükeldada soojuslikult homogeenseteks sektsioonideks ja kihtideks (EVS 908-1:2010 joonis 4.2) [27].

Mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus  $R_T'$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  leitakse piirdetarindi pinnaga risti olevate sektsioonide soojusjuhtivuste summana vastavalt järgmisele valemile: [27]

$$R_T' = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{A_n}{R_{Tn}}}, \quad (62)$$

kus:

$A_a \dots A_n$  piirde üksikute sektsioonide osapindalad (osakaalud),  $m^2$ ,

$R_{Ta} \dots R_{Tn}$  piirde üksikute sektsioonide soojustakistused, mis arvutatakse vastavalt valemile (59): [27]

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus  $R_T''$ ,  $[(m^2 \cdot K)/W]$ , arvutatakse piirdetarindi pinnaga paralleelselt olevate kihtide ühemõõtmeliste soojusvoogude summana vastavalt valemile: [27]

$$R_T'' = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (63)$$

kus:

$R_T''$  piirde sisepinna soojustakistus,  $(m^2 \cdot K)/W$ ;

$R_1, R_x, R_n$  iga kihi soojustakistus, mis arvutatakse vastavalt valemile (60) (soojuslikult homogeenne kiht) või vastavalt valemile (64) (soojuslikult mittehomoogeenne kiht),  $m^2 \cdot K/W$ ;

$R_{se}$  piide välispinna soojustakistus,  $m^2 \cdot K/W$ .

Mittehomoogeensete materjalikihtide soojustakistus  $R_x, (m^2 \cdot K)/W$ ; arvutatakse vastavalt valemile: [27]

$$R_x = \frac{A_{xa} + A_{xb} + \dots + A_{xn}}{\frac{A_{xa}}{R_{xa}} + \frac{A_x}{R_{xb}} + \dots + \frac{A_{xn}}{R_{xn}}}, \quad (64)$$

kus:

$A_{xa} \dots A_{xn}$  mittehomoogeense kihi üksikute osade osapindalad (osakaalud),  $m^2, (-)$ ;

$R_{xa} \dots R_{xn}$  mittehomoogeense kihi üksikute osade soojustakistused, mis arvutatakse vastavalt valemile 60.

Maksimaalne suhteline arvutusviga  $e$ , %, arvutatakse valemiga: [27]

$$e = \frac{R'_T - R''_T}{2 \cdot R_T} \cdot 100\%, \quad (65)$$

Eeltoodud mittehomoogeensete materjalikihtidega piirde soojustakistuse arvutusmeetod on lihtsustatud meetod. See meetod ei sobi: [27]

- külmasildadest põhjustatud pinnatemperatuuride arvutamiseks;
- kui mittehomoogeense tarindi materjalide soojuseri juhtivused erinevad üle viie korra;
- kui arvutusviga  $e$  on suurem kui 20%.

### 1.3. Piirdetarindi korrigeeritud soojusjuhtivus

Et võtta arvesse soojustuses olevaid tühimikke (paigalduse vead), soojustuskihti läbivaid kinniteid, pööratud katusel sademete mõju ja õhu liikumist soojustusse, tuleb soojusjuhtivust korrigeerida. Korrigeeritud soojusjuhtivus  $U_c$ , saadakse arvutatud soojusjuhtivusele,  $U$ , paranduse  $\Delta U$  lisamisega, valem: [27]

$$U_c = U + \Delta U \quad (66)$$

Parandustegur  $\Delta U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] leitakse valemiga: [27]

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r + \Delta U_a + \Delta U_{\Psi x} \quad (67)$$

kus:

- $\Delta U_g$  õhupiludest parandus, [ $W/(m^2 \cdot K)$ ],
- $\Delta U_f$  mehaanilistest kinnititest tingitud parandus, [ $W/(m^2 \cdot K)$ ],
- $\Delta U_r$  pööratud katusest tingitud parandus, [ $W/(m^2 \cdot K)$ ],
- $\Delta U_a$  soojustuse õhujuhtivusest tingitud parandus [ $W/(m^2 \cdot K)$ ],
- $\Delta U_{\Psi x}$  külmasildadest põhjustatud parandus.

#### 1.4. Õhupiludest tingitud parandustegur

Õhupiludest tingitud parandustegur  $\Delta U_g$ , mõjutavad kolm paigaldustaset, mis sõltuvad õhupilude ulatusest ja nende paiknemisest, valem ja tabel 4.7 (EVS 908-1:2010): [27]

$$\Delta U_g = \Delta U'' \cdot \left( \frac{R_I}{R_T} \right)^2 \quad (68)$$

kus:

- $\Delta U''$  tegur, (EVS 908-1:2010, tabel 4.7), [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]
- $R_I$  pilusid sisaldava materjalikihi soojustakistus, mis arvutatakse valemiga 60 (soojuslikult homogeenne kiht) või valemiga 64 (soojuslikult mittehomogeenne kiht);
- $R_T$  piirdetarindi kogusoojustakistus, mis arvutatakse valemiga 59 (homogeensete kihtidega piirdetarind) või valemiga 61 (mittehomogeensete kihtidega piirdetarind).

## 1.5. Soojustuse õhujuhtivusest tingitud parandustegur

Võimaliku soojustusesisese mikrokonvektsiooni mõju piirde soojusjuhtivusele arvestab parandustegur  $\Delta U_a$ , valem: [27]

$$\Delta U_a = \Delta U_a'' \cdot \left( \frac{R_I}{R_T} \right)^2 \quad (69)$$

kus:

$\Delta U_a''$  tegur, mis mõjub seintele või järsemale kui 45° kaldega katuslaele ning katuslaele ja põrandale (postvundamendi puhul või kui põrandaaluse ruumi tuulutusavade pindala on suurem kui 8% põranda pindalast);

$R_I$  õhkujuhtivat materjali sisaldava kihi soojustakistus, mis arvutatakse valemiga 60 (soojuslikult homogeenne kiht) või valemiga 64 (soojuslikult mittehomogeenne kiht);

$R_T$  piirdetarindi kogusoojustakistus, mis arvutatakse valemiga 59 (homogeensete kihtidega piirdetarind) või valemiga 61 (mittehomogeensete kihtidega piirdetarind).

## 1.6. Pinnasel oleva põranda soojusjuhtivuse arvutuse põhimõtted

Pinnasel oleva põranda soojusjuhtivuse arvutused on tehtud vastavalt standardile EVS-EN ISO 13370:2008. [28]

Põrand pinnasel on igasugune põrand, mis on kontaktis aluspinnasega, olemata sellest, kas see toetub tervikuna pinnasele või mitte ja asub välispinnaga samal või ligilähedasel kõrgussel. Nimetatud põrandaplaat võib olla:

- isolatsioonita või
- ühtlaselt isoleeritud (plaadi kohalt, alt või seest) kogu pinna ulatuses.

Soojusjuhtivus sõltub põranda tunnusmõõdust  $B'$  ja võrdväärse paksuse  $d_t$  koguväärtustest, mis on arvutatavad valemitega 70 ja 71:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}) \quad (70)$$

kus,

w- seinte kogupaksus koos seina kõikide kihtidega, m;

$R_f$ - põrandaplaadi soojustakistus, kaasa arvatud kõik soojustuskihid plaadi peal, all ja vahel, ning põrandakattematerjali soojustakistus.

Tähised  $R_{si}$  ja  $R_{se}$  on defineeritud jaotises 1.1.

Kuna antud hoonealune pinnasetüüp pole määratud, võib pinnase soojusjuhtivuse valida standardi järgi  $\lambda=2,0$  (W/m·K).

$$B' = \frac{A}{0,5P} \quad (71)$$

kus,

A- põranda pindala, m<sup>2</sup>;

$B'$ - põranda tunnusmõõde, m;

P- põranda välisperimeeter, m.

Pinnasel ( $d_t < B'$ )oleva soojustamata põranda soojusjuhtivus  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] leitakse valemiga:

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1\right) \quad (72)$$

Pinnasel ( $d_t \geq B'$ ) oleva hästisoojustatud põranda soojusjuhtivus  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] leitakse valemiga:

$$U = \frac{\lambda}{0,457xB' + d_t} \quad (73)$$

kus

$\lambda=2,0$  W/(m·K), antud jaotises 1.6 eespool;

$d_t$ - põrandate võrdväärne paksus, m;

B' - pöranda tunnusmõõt, m, mis leitakse valemiga 71.

### 1.7. Pörand välisõhu kohal

Välisõhu kohal oleva pöranda soojusjuhtivuse arvutused on tehtud vastavalt standardile EVS-EN ISO 13370:2008 [28]

Pörand välisõhu kohal on igasugune pörand, mis ei ole kontaktis pinnasega, näiteks on toetatud puitu või talasid ja plokke kasutades.

Antud juhul käsitletakse tavapärase konstruktsiooniga pörandat välisõhu kohal, mille õhkvahet tuulutatakse loomulikult ja välisõhku kasutades.

Pöranda soojusläbivus on antud valemiga:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} \quad (74)$$

kus,

$U_f$  on pöranda välisõhu kohal asuva osa soojusjuhtivus W/(m·K) (hoone siseruumi ja õhkvahe vahel);

$U_g = \frac{1}{R_g}$  on soojusjuhtivus, mis tuleneb pinnasesse suunduvast soojusvoolust, W/(m<sup>2</sup>·K);

$U_x$  on võrdväärne soojusjuhtivus õhkvahe ja väliskeskkonna vahel, mis tuleneb soojuslevist läbi õhkvahe seinte ning õhkvahe tuulutamisest, W/(m<sup>2</sup>·K).

Välisõhu kohal asuva pörandaaluse pinnase võrdväärne kogupaksus leitakse valemiga:

$$d_g = w + \lambda(R_{si} + R_g + R_{se}) \quad (75)$$

kus,

$w$  välisseinte paksus, (m);

$\lambda$  külmumata pinnase soojuserijuhtivus,  $\lambda = 2,0$  (W/m · K);

- $R_{si}$  sisepinna soojustakistus, [(m<sup>2</sup>·K)/W];
- $R_g$  maapinna võrdväärne soojustakistus soojustakistus, [m<sup>2</sup>·K/W];
- $R_{se}$  välispinna soojustakistus, [(m<sup>2</sup>·K)/W].

Pinnase soojusjuhtivus leitakse valemiga:

$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_g} \ln\left(\frac{\pi B'}{d_g} + 1\right) \quad (76)$$

kus,

- $\lambda$  külmumata pinnase soojuseri juhtivus,  $\lambda = 2,0$  (W/m · K);
- $B'$  põranda tunnusmõõde, (m);
- $d_g$  välisõhu kohal asuva põrandaaluse pinnase võrdväärne kogupaksus, (m).

Põrandaaluse osa võrdväärne soojusjuhtivus leitakse valemiga:

$$U_x = 2 \cdot \frac{hU_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon v f_w}{B'} \quad (77)$$

kus,

- $h$  põrandapinna keskmine kõrgus ümbritseva maapinna suhtes;
- $U_w$  on õhkvahe seinte soojusjuhtivus välise maapinna kohal, W/(m<sup>2</sup>·K) , arvutatakse vastavalt standardile ISO 6946;
- $\varepsilon$  on tuulutusavade pindala õhkvahe ümbermõõdu pikkuses, m<sup>2</sup>/m;
- $v$  on keskmine tuulekiirus 10 meetri kõrgusel, m/s;
- $f_w$  on tuuletõkketegur.

## 2. TARINDITE LISASOOJUSTAMINE

Antud projekti raames ei ole arvatatud esialgsete konstruktsioonide soojusjuhtivust, sest konstruktsioonide omadused ja osad on hinnangulised.

## 2.1. Mittehomogeensete materjalikihtidega välisseina soojusjuhtivuse arvutus

### 2.1.1. Välisseina soojustuslahend Isover KL-37 klaasvillaga

Akna ja sokli lahendused võimaldavad hoone välisilmel kahjustamata paigaldada 5...10 cm paksust lisasoojustust. Lisasoojustus paigaldatakse puitroovide vahele ja kaetakse tuuletõkkeplaadiga. Tuuletõkkeplaadiks on soovitatav kasutada mineraalvillast tuuletõkkeplaati, kuna see on suurema soojustakistuse ja veeaurujuhtivusega. Need omadused parandavad välisseina soojus ja niiskustehnilist toimivust. Koos tuuletõkkeplaadiga kujuneks siis soojustuse kogupaksuseks 7...12 cm. See suurendab oluliselt välisseinte soojustakistust. Koos lisasoojustustöödega tuleb viia läbi ka palgivahede toppimine ja tihendamine. Esialgse arhitektuurse ilme säilitamiseks on üldjuhul vajalik 10 cm lisasoojustuse paksuse korral nihutada ka aknad väljapoole.[3]

Hoone soojustuseks sai valitud Isover KL-37 100 mm klaasvill koos Isover VKL-13 tuuletõkkeplaadiga. Arvutustes kasutatavad kihtide paksused ja materjalide soojuseri juhtivused on välja toodud tabelis 9.

**Tabel 9** Välisseina kihid ja materjalide soojuseri juhtivused

<b>Kiht</b>	<b>Kihi paksus d (m)</b>	<b>Materjali soojuseri-juhtivus <math>\lambda</math>, (<math>W/m \cdot K</math>)</b>	<b>Soojustakistus R, (<math>m^2 \cdot K/W</math>)</b>
Sisepind			0,13
Lubikrohv	0,03	0,8 [24]	-
Roomatt	0,01	0,05 [29]	-
Palk	0,17	0,13 [24]	-
Sõrestik	0,10	0,13 [24]	-
Isover KL-37 mineraalvill, sõrestiku vahel	0,10	0,037 [30]	-
Tuuletõke Isover VKL-13	0,013	0,032 [31]	-
Välispind			0,13



Esmalt arvutatakse kogusoojustakistuse ülemise piirväärtuse jaoks vajalikud homogeensete sektsioonide soojustakistused.

Soojustuse sektsiooni soojustakistus, valem 59:

$$R_{\text{soojustuse sektsioon}} = 0,13 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,17}{0,13} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 4,91 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Sõrestikupostide sektsiooni soojustakistus, valem 59(59):

$$R_{\text{sõrestiku sektsioon}} = 0,13 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,17}{0,13} + \frac{0,1}{0,13} + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 2,98 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus, valem 62:

$$R_T' = \frac{550 + 50}{\frac{550}{4,91} + \frac{50}{2,98}} = 4,66 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Mittehomogeensete materjalikihtide soojustakistused, valem 64:

$$R_{100\text{mm soojustus/sõrestik}} = \frac{550 + 50}{\frac{550}{\left(\frac{0,1}{0,037}\right)} + \frac{50}{\left(\frac{0,1}{0,13}\right)}} = 2,24 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus, valem 63:

$$R_T'' = 0,13 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,17}{0,13} + 2,48 + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 4,45 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus, valem 61:

$$R_T = \frac{4,66 + 4,45}{2} = 4,55 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Suhteline arvutusviga, valem 65:

$$e = \frac{4,66 - 4,45}{2 \cdot 4,55} \cdot 100\% = 2,30\%$$

Piirde soojusjuhtivus  $U$ , arvutatakse valemiga 58 ja ümardatakse kahe kohani peale koma:

$$U = \frac{1}{4,55} = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Piirde soojusjuhtivust on korrigeeritud järgmistel eeldustel:

- soojustus on hästi paigaldatud, aga esinevad mõned soojustuskihti läbivad õhupraod; õhuringlust soojustuse soojemale poolele ei esine;
- soojustus on sisemise õhutõkke ja välimise tuuletõkke vahel, millega on välditud konvektsioonist tingitud lisasoojuskaod;
- ei ole soojustust läbivaid metallkinniteid.

100 mm paksuse soojustuse/sõrestiku kihi õhupilude parandustegur, valem 68:

$$\Delta U_{g \text{ 100mm soojustus/sõrestik}} = 0,01 \cdot \left(\frac{2,98}{4,55}\right)^2 = 0,002 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

100mm paksuse soojustuse/sõrestiku õhujuhtivuse parandustegur, valem 69:

$$\Delta U_{a.100\text{mmsoojustus/sõrestik}} = 0,005 \cdot \left(\frac{2,98}{4,55}\right)^2 = 0,001 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Korrigeeritud piirdetarindi soojusjuhtivus, valem 66:

$$U_c = 0,22 + 0,002 + 0,001 = 0,223 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

MÄRKUS! Välissein 2 ja katuslae soojusjuhtivuse arvutused on toodud välja lisades 3 ja 4.

## **2.2. Homogeensete materjalikihtidega välisseina soojusjuhtivuse arvutus**

### **2.2.1. Sokli soojustuslahendus**

Hoone sokkel soojustatakse homogeensete kihtidega ja seega leitakse konstruktsiooni kogusoojustakistus peatüki 1.1 järgi. Sokli soojusjuhtivus leitakse valemite 60 ja 58 järgi ja tulemused on toodud välja tabelis 10.

**Tabel 10** Sokli soojustakistuse ja –juhtivuse leidmine.

Kiht	Kihi paksus d (m)	Materjali soojuserijuhtivus $\lambda$ , (W/m · K)	Soojustakistus R, (m <sup>2</sup> · K/W)
Sisepind	-	-	0,13
Tuuletõke	0,013	0,032 [31]	0,41
Maakivi	0,35	3,500 [32]	0,10
Styrofoam	0,10	0,035 [33]	2,86
Lubikrohv	0,03	0,800 [24]	0,038
Välispind	-	-	0,04
			$\sum U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

### 2.3. Pinnasel oleva põranda soojusjuhtivuse arvutus

Pinnasel oleva põranda konstruktsiooni kihid ja soojuserijuhtivused on välja toodud tabelis 11. Kruusa ja tihendatud liiva vahele on paigaldatud filterkangas, kuid antud arvutustes on see arvesamata jäetud, kuna selle paksus on väike.

**Tabel 11** Pinnasel oleva põranda materjalikihtide omadused ning paksused.

Materjal	Paksus (d), m	Soojuserijuhtivus ( $\lambda$ ), W/(m·K)	Soojustakistus (R), (m <sup>2</sup> ·K)/W
Sisepind	-	-	0,17
Põrandaplaat	0,01	0,85	0,01
Betoonpõrand	0,08	2,30 [34]	0,03
Styrofoam	0,2	0,035 [33]	5,71
Tihendatud liiv	0,05	2,00 [24]	0,03
Kruus	0,3	2,00 [24]	0,15
Välispind	-	-	0,04
			$\sum R = 5,93$

Põranda võrdväärne kogupaksus  $d_t$  leitakse valemiga 70:

$$d_t = 0,368 + 2,0 \cdot (0,17 + 5,71 + 0,04) = 12,21 \text{ m}$$

Põranda tunnismõõtmed leitakse valemiga 71:

$$B' = \frac{24,61}{0,5 \cdot 23,7} = 2,08 \text{ m}$$

Põranda soojusjuhtivus leitakse valemiga 73:

$$U = \frac{2,0}{0,457 \cdot 2,08 + 12,21} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

#### 2.4. Välisõhu kohal oleva põranda soojusjuhtivuse arvutus

**Tabel 12** Välisõhu kohal oleva põranda materjalikihtide omadused ning paksused.

Materjal	Paksus (d), m	Soojuseri juhtivus ( $\lambda$ ), W/(m·K)	Soojustakistus (R), (m <sup>2</sup> ·K)/W
Sisepind			0,13
Põrandalauad	0,028	0,13 [24]	
Põrandalaagid	0,25	0,13 [24]	
Isover KL-37 laagide vahel	0,25	0,037 [30]	
Tuuletõke Isover VKL-13	0,013	0,032 [31]	
Välispind			0,13

Esmalt arvutatakse kogusoojustakistuse ülemise piirväärtuse jaoks vajalikud homogeensete sektsioonide soojustakistused:

Soojustuse sektsiooni soojustakistus, valem 59(59):

$$R_{\text{soojustuse sektsioon}} = 0,13 + \frac{0,028}{0,13} + \frac{0,25}{0,037} + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 7,23 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Põrandalaagide sektsiooni soojustakistus, valem 59(59):

$$R_{\text{laagide sektsioon}} = 0,13 + \frac{0,028}{0,13} + \frac{0,25}{0,13} + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 2,80 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus, valem 62:

$$R'_T = \frac{850 + 150}{\frac{850}{7,23} + \frac{150}{2,80}} = 5,84 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Mittehomogeensete materjalikihtide soojustakistused, valem 64:

$$R_{250\text{mm soojustus/sõrestik}} = \frac{850 + 150}{\frac{850}{\left(\frac{0,25}{0,037}\right)} + \frac{150}{\left(\frac{0,25}{0,13}\right)}} = 4,91 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus, valem 63:

$$R''_T = 0,13 + \frac{0,028}{0,13} + 4,91 + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 5,79 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus, valem 61:

$$R_T = \frac{5,84 + 5,79}{2} = 5,82 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Suhteline arvutusviga, valem 65:

$$e = \frac{5,84 - 5,79}{2 \cdot 5,82} \cdot 100\% = 0,4\%$$

Piirde soojusjuhtivus  $U$ , arvutatakse valemiga 58 ja ümardatakse kahe kohani peale koma:

$$U = \frac{1}{5,82} = 0,17 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

250 mm paksuse soojustuse/sõrestiku kihi õhupilude parandustegur, valem 68:

$$\Delta U_{g \text{ 250mm soojustus/sõrestik}} = 0,01 \cdot \left(\frac{4,91}{5,82}\right)^2 = 0,007 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

250 mm paksuse soojustuse/sõrestiku õhujuhtivuse parandustegur, valem 69:

$$\Delta U_{a,250\text{mm soojustus/sõrestik}} = 0,005 \cdot \left(\frac{4,91}{5,82}\right)^2 = 0,003 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Korrigeeritud piirdetarindi soojusjuhtivus, valem 66:

$$U_c = 0,17 + 0,007 + 0,003 = 0,18 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Pinnasel oleva plaadi soojustakistus leitakse valemiga 60(60):

$$R_g = \frac{0,1}{0,035} = 2,86 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Põranda võrväärne kogupaksus  $d_t$  leitakse valemiga 70:

$$d_g = 0,368 + 2,0 \cdot (0,17 + 2,86 + 0,04) = 6,51 \text{ m}$$

Põranda tunnusmõõtmed leitakse valemiga 71:

$$B' = \frac{45,50}{0,5 \cdot 27,54} = 3,30 \text{ m}$$

Tegur  $U_g$  leitakse valemiga 76:

$$U_g = \frac{2 \cdot 2,0}{\pi \cdot 3,3 + 6,51} \cdot \ln\left(\frac{\pi \cdot 3,3}{6,51} + 1\right) = 0,23$$

Tegur leitakse valemiga 77:

$$U_x = 2 \cdot \frac{0,528 \cdot 0,28}{3,3} + 1450 \cdot \frac{0,00069 \cdot 21 \cdot 0,1}{3,3} = 0,73$$

Põranda soojusjuhtivus leitakse valemiga 75:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,18} + \frac{1}{0,23 + 0,73} \rightarrow U = 0,152 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

### **3. Joonkülmasildade soojusläbivuste arvutamine**

Joonkülmasildade soojusläbivuste väärtused on võetud majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusest „Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika“ tabelist nr 7. [35] Väärtused on välja toodud Energiaarvutuse lähteandmete tabelis, lisa 5 .

### **4. Hoone õhupidavus**

Kuna hoone õhupidavust ei ole mõõdetud ega muul viisil tõendatud, tehakse energiaarvutus majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusest „Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika“ tabeli nr 6 baasväärtustega. Õhulekkearv on hoone välispiirete õhupidavust iseloomustav näitaja, mis on määratud õhulekkestega 50 paskali (Pa) rõhkude erinevusel. Hoone keskmine õhulekkearv [ $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ] antakse välispiirete ruutmeetri kohta. Välispiirete pindala arvutatakse sisemõõtude põhjal. [35]

## KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö käigus koostati Jõgevamaal, Kablakülas asuva Vana Raukase talu rekonstrueerimisprojekt arhitektuurse eelprojekti staadiumis, mille raames nähakse ette katusealuse väljaehitamist, hoone soojustamist, katusekonstruktsioonide tugevdamist, eeskoja lammutamist ja asendamist uuega. Samuti on selle lõputöö käigus vaadeldud, lisaks arhitektuursele osale, katuse- ja vahelaekonstruktsioonide tugevusarvutusi ja piirdekonstruktsioonide soojusjuhtivusarvutusi. Töö koostamisel on arvestatud muinsuskaitse põhimõtteid ja üritatud säilitada võimalikult palju olemasolevat.

Projekti raames säilitatakse hoone põhigabariidid, lammutatakse eeskoda ning asendatakse uue, puitkarkassist eeskojaga. Kuna käsitletaval hoonel puudub siseruumides pääs teisele korrusele, projekteeriti elutuppa puidust keeruastmega murdtrepp. Esimesel korrusel plaanilahendust ei muudeta, olemasoleva sahvri asemele rajatakse märgruum. Ahi, pliit ja korsten lammutatakse ja asendatakse stiililt sobivate ja samade gabariitidega uute elementidega. Katusealune võetakse kasutusele magamistoana, otsaseinadeks tehakse puitkarkassist uus välissein. Katuslaele paigaldatakse lisarikad, soojustatakse ja kaetakse kolmekordselt okaspuidust sindlitega. Loomuliku valguse suurendamiseks katusekorrusel lisatakse otsaseintesse samasugused kuuese ruudujaotisega puitaknad nagu alumisel korrusel ning katusele paigaldatakse kolm katuseakent. Katus, põrandad ja seinad soojustatakse, et parandada hoone sisekliimat ja energiatõhusust. Välisviimistlusena kasutatakse laia fassaadilaudist, teise korruse otsasein kaetakse servamata laudadega ning viimistletakse linaõlivärviga.

Siseviimistluses on kasutatud looduslikke materjale ja üritatud säilitada võimalikult palju algset. Välisseinad ja katuslagi on viimistletud lubikrohviga. Siseseinad, vahelaetalad ja laelaudis on puhastatud ning viimistletud linaõliga. Põrandalauad on viimistletud naturaalse linaõlivärviga. Korstnajalg on viimistletud lubikrohviga. Vannitoa välisseinad on viimistletud Maroko krohviga Tadelakt ning siseseinad on töödeldud karnaubavahaga. Vannitoa põrand on viimistletud keraamiliste plaatidega ning lagi valge niiskuskindla värviga.

Lõputöö konstruktiivses osas kontrolliti olemasolevate katusesarikate kandevõimet ning selgus, et katuse soojustamise käigus tekkinud lisakoormusest tingitult ei piisa



olemasolevatest katusesarikatest ja seega lisati iga sarikapaari vahele lisasarikad mõõtudega 75x150 mm. Lisaks teostati kandevõime kontroll vahelaetaladele kohas, kus sildeava on kõige suurem. Arvutused näitasid, et vahelaetalade kandevõime on tagatud.

Energiatõhususe osas teostati hoone soojustatavatele piirdekonstruktsioonidele soojusjuhtivusarvutused. Arvutused tehti antud valdkonna määrustele ning standarditele toetudes. Konstruktsioonide korrigeeritud soojusjuhtivused on leitud vastavad: palksein (VS-1)  $U = 0,22 W/(m^2 \cdot K)$ , teise korruse välissein (VS-2)  $U = 0,16 W/(m^2 \cdot K)$ , põrand pinnasel (P-1)  $U = 0,15 W/(m^2 \cdot K)$ , põrand välisõhu kohal (P-3)  $U = 0,15 W/(m^2 \cdot K)$ , katuslagi (VL-1)  $U = 0,16 W/(m^2 \cdot K)$ . Kõikide välispiirdete, välja arvatud katuslae, korrigeeritud soojusjuhtivused jäävad „Energiatõhususe miinimumnõuete“ vahemikku. Katuslae soojusjuhtivus on  $0,15 W/(m^2 \cdot K)$  asemel  $0,16 W/(m^2 \cdot K)$ , kuid teiste piirete miinimumnõuetele vastavad soojusjuhtivused katavad katuslaest tingitud suurema soojuskaod.

Elamu energiatõhusust on hinnatud lihtsustatud meetodi järgi, kus esitatakse välispiirete summaarne soojuserikadu köetava pinna ruutmeetri kohta. Saadud tulemus ei vasta küll ühegi kütteliigi puhul piirväärtusele, kuid hoone rekonstrueerimise puhul oli esmaseks eesmärgiks soojusliku mugavuse parandamine, mitte piirväärtuste raamidesse jäämine. Vajadusel saaks tulemust parandada hoone õhutihedamaks muutmisega ja tulemust muudaks ka geomeetriliste külmasildade puhul täpsema arvutusmetoodika rakendamine kasutades vastavat tarkvara (näiteks Therm programmi).

Magistritöö lisades on esitatud projekteerimistingimused, ehitise tehnilised andmed, lisasoojusjuhtivuse arvutused, olemasolevat olukorda iseloomustavad fotod ning projekti graafilised joonised.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- 1 Ehitisregistri andmebaas. Kättesaadav: <https://www.ehr.ee/app/w/page?5>.
- 2 M.Muuli, hoone endine omanik. Autori intervjuu. Põltsamaa, aprill 2014.
- 3 Eesti Vabariigi Ehitusseadus RT I 2002, 47, 297 (redaktsioon 14.07.2013),“  
Elektrooniline Riigi Teataja. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072013008>.  
(Kasutatud 15.03.2015)
- 4 Majandus- ja kommunikatsiooniministri 17. septembri 2010. a määrus nr 67: Nõuded ehitusprojektile. Elektrooniline Riigi Teataja, 2010. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/13359325>. (Kasutatud 15.03.2015)
- 5 Hoone ehitusprojekt: EVS 811:2012-1, Eesti Standardikeskus, 2012.
- 6 Hoone ehitusprojekti kirjeldus. Osa 1: Ehitusprojekti seletuskiri: EVS 865-1:2013, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013.
- 7 Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vabariigi Valitsuse 27. oktoobri 2004. aasta määrus nr 315, Elektrooniline Riigi Teataja, 2004. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12866223>. (Kasutatud 15.03.2015)
- 8 Ehitise tuleohutus Osa 3: Küttesüsteemid: EVS-812-3:2013, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2013.
- 9 Ehitise tuleohutus Osa 7: Ehitistele esitatavad põhinõuded, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus: EVS-812-7:2008, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2008.
- 10 Ehitise tuleohutus Osa 6: Tuletõrje veevarustus: EVS-812-6:2012, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2012.
- 11 Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid. Sotsiaalministri 4. märtsi 2002 aasta määrus nr 42. Elektrooniline Riigi Teataja, 2002. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756>. (Kasutatud 25.02.2015)
- 12 Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest. EVS 842:2003, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2003.

- 13 Ruumide ja nende osade mõõtmetele esitatavad üldnõuded: ET-1 0106-0175 Eesti Projekteerimismid. EPN 14.1, 1997, Eesti Ehitusteave.
- 14 Vabariigi Valitsuse 30.08.2012 aasta määrus nr 68 „Energiatõhususe miinimumnõuded, Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105092012004>. (Kasutatud 05.03.2015)
- 15 T. Kalamees, Maaelamute sisekliima, ehitusfüüsika ja energiasääst I. Uuringu I etapi lõpparuanne, Tallinn : TTÜ Kirjastus, 2011.
- 16 Museovirasto, „Märkätila vanhaan taloon,“ 31 01 2011.Kättesaadav: <http://www.nba.fi/fi/File/2132/korjauskortti-25.pdf>. (Kasutatud 25 05 2015).
- 17 Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused: EVS-EN 1990:2002, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
- 18 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused: EVS-EN 1991-1-1:2002, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
- 19 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus: EVS-EN 1991-1-3:2006, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2006.
- 20 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus: EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007.
- 21 Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks: EVS-EN 1995-1-1:2005+NA:2007+A1:2008+NA:2009, Tallinn: Eesti Standardikeskus.
- 22 ECCUA, „Septik ja imbtunnel. Paigaldamine. Hooldustööd. Garantii,“ 2013. Kättesaadav: [http://www.puhastid.ee/wp-content/uploads/2014/03/eccuaSeptikjaImbtunnel\\_2013.pdf](http://www.puhastid.ee/wp-content/uploads/2014/03/eccuaSeptikjaImbtunnel_2013.pdf). (Kasutatud 05.05.2015)
- 23 Piksekaitse Osa 1: Üldpõhimõtted: EVS-EN 62305-1:2011, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011.
- 24 T. Masso, Ehituskonstruktorigi käsiraamat, Tallinn: Ehitame kirjastus, 2012.
- 25 I. Kalk, Puitkonstruktsioonid: loengukonspekt., Tartu: Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž, 2012.
- 26 P. Põdra, „Tugevusanalüüsi alused,“ 2004.Kättesaadav:

- [http://www.mh.ttu.ee/priitp/Tugevusopetus/Tugevusanaluusi\\_alused/6\\_Detailide\\_tugevus\\_paindel.pdf](http://www.mh.ttu.ee/priitp/Tugevusopetus/Tugevusanaluusi_alused/6_Detailide_tugevus_paindel.pdf). (Kasutatud 20.04.2015)
- 27 Hoone piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutusjuhend. Osa 1: Välisõhuga kontaktis olev läbipaistmatu piire.EVS 908-1:2010, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2010.
  - 28 Hoonete soojuslik toimivus. Soojuslevi pinnasesse. Arvutusmeetodid.EVS–EN ISO 13370:2008, Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2011.
  - 29 J. Miljan ja Ü. Kask, „Pilliroog ja selle kasutamise võimalused,“ 2013. Kättesaadav: [http://www.eby.ee/raamat/Pilliroo\\_kasutamine.pdf](http://www.eby.ee/raamat/Pilliroo_kasutamine.pdf). (Kasutatud 15.04.2015)
  - 30 ISOVER KL-37 mineraalvill,Kättesaadav: <http://www.isover.ee/tooted/ehitusisolatsioon/pehmed-ehitusvillad/2513/isover-kl-37>. (Kasutatud 09 05 2015).
  - 31 Tuuletõkkeplaat ISOVER VKL-13 Kättesaadav: <http://www.isover.ee/tooted/ehitusisolatsioon/tuulet-kketooted/4935/isover-vkl>. (Kasutatud 09 05 2015).
  - 32 P. Lasn ja M. Metsamägi, Materjalide soojuserijuhtivus ning veeauru difusiooniomadusi, Tartu: TTÜ Tartu Kolledž.
  - 33 STYROFOAM 250 SL-A-N - ekstrudeeritud polüstüreenist soojustusplaat Kättesaadav: <http://www.isover.ee/tooted/ehitusisolatsioon/styrofoam-xps-isolatsioonimaterjal/2534/styrofoam-250-sl-a-n>. (Kasutatud 09 05 2015).
  - 34 M. Tiit, Ehitusfüüsika ABC. Soojus, niiskus, müra., Tallinn: Ehitame Kirjastus, 2012.
  - 35 Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika. Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus. Elektrooniline Riigi Teataja, 2012. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/118102012001>. (Kasutatud 05.03.2015)

**LISAD**

## LISA 1. Projekteerimistingimused

### PÕLTSAMAA VALLAVALITSUS Projekteerimistingimused nr. 367 Välja antud 05.02.2014

Asukoht: Põltsamaa vald Kablaküla küla Vana-Raukase katastritükk (katastritunnus 61605:002:0109)

Omanik: Marek Mudar, isikukood 37212092769

1. Krundi pind: 11 866 m<sup>2</sup>
2. Koostada: elamu renoveerimisprojekt, veetrassi- ja kanalisatsioonisüsteemi ehitusprojekt
3. Projektid koostada vastavalt kehtivatele seadustele ja ehitusnormidele neljas eksemplaris ning vastavalt Põltsamaa valla üldplaneeringule
4. Projekteeritavad ehitised peavad vastama tuletõrje- ja keskkonnanormidele
5. Projekteeritavad ehitised peavad vastama Vabariigi Valitsuse 29.11.2012 määrusele nr 99 "Reovee puhastamise ning heit- ja sademevee suublasse juhtimise kohta esitatavad nõuded, heit- ja sademevee reostusnäitajate piirmäärad ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed" § 6

#### 5. ELAMU

- 5.1.kasutusotstarve: 11101: üksikelamu
- 5.2.korruste arv: kuni 2 korrust
- 5.3.katuseharja kõrgus: katuseharja maksimaalne kõrgus kuni 10 m
- 5.4.katuse kalle: viilkatus

#### 6. RAJATISED

- 6.1.kasutusotstarve: kood 22221: külmaveetorustik
- 6.1.kasutusotstarve: kood 22239: muu reovee kogumise, puhastamise ja heitvee suublasse juhtimisega seotud rajatis

#### 7. HALJASTUS

- 6.1.säilitada olemasolev haljastus

#### 8. PROJEKTI VAJALIKUD KOOSKÕLASTUSED

8.1.Lõuna-Eesti Päästekeskus

8.2.Põltsamaa Vallavalitsus

9. Projekteerimistingimuste väljaandmise alus: Põltsamaa Vallavalitsuse korraldus nr 86, 05.02.2014

- 10.Ehitusloa saamiseks esitada Põltsamaa Vallavalitsusele täidetud ehitusloa taotluse blankett, kooskõlastatud projekt vähemalt kahes eksemplaris ja maksekorralduse koopia riigilõivu tasumise kohta Põltsamaa Vallavalitsuse arveldusarvele nr.10152000031001 SEB Pangas või nr 221051016848 Swedbankas. Riigilõivu suurus määratakse vastavalt riigilõivuseaduse § 288.

- 11.Projekteerimistingimused on kehtivad kuni 04.02.2016.a

Projekteerimistingimused väljastas:

Ehitusõunik Margi Ein

  
(allkiri)





# PÕLTSAMAA VALD VALLAVALITSUS

## KORRALDUS

KOOPIA

Märge tehtud ..... 5. 02. 2014 .....  
Põltsamaa Vallavalitsus  
Kehtib kuni ..... 5. 02. 2014 .....  
Alus: AVTS § 35 lg. 1 p. 43

Põltsamaa

5. veebruar 2014 nr 86

### Projekteerimistingimuste määramine

Korraldus antakse ehitusseaduse § 19 lõike 3, Põltsamaa Vallavolikogu 29. mai 2003. a määruse nr 18 „Ehitusseadusest ja planeerimisseadusest tulenevate õiguste ja kohustuste delegeerimine“ punkti 1 ja Põltsamaa Vallavolikogu 29. mai 2003. a määrusega nr 19 kinnitatud Põltsamaa valla ehitusmääruse § 24 alusel.

1. Määrata projekteerimistingimused Maarja Allmaale (isikukood 48906084218) elamu (EHR 114017451, kasutusotstarve 11101: üksikelamu) rekonstrueerimisprojekti, vee- ja kanalisatsioonitrasside ehitusprojekti koostamiseks Vana-Raukase kinnistul (katastritunnus 61605:002:0109) Kablaküla külas Põltsamaa vallas.
2. Ehitusprojekt peab vastama kehtivatele ehitusnormidele ja Majandus- ja kommunikatsiooniministri 17. septembri 2010. a määrusega nr 67 „Nõuded ehitusprojektile“ esitatud nõuetele. Projekti koosseisus peavad olema kogu asjaajamise dokumentatsioon, ehitise olulised tehnilised andmed, ehitise koordinaadid, maanõksuste plaanid ja rajatiste valdajate tehnilised tingimused või kooskõlastused.
3. Projekteerija või projekti kontrollija peab olema registreeritud majandustegevuse registris (MTR).
4. Ehitusgeoloogiliste ja -geodeetiliste tööde aruanded esitada Põltsamaa Vallavalitsusele 10 päeva jooksul ehitusuringute lõpetamise päevast arvates.
5. Põltsamaa Vallavalitsusele esitada vormikohane ehitusloa taotlus koos heaks kiidetud ehitusprojektiga.
6. Käesolev korraldus ei anna õigust ehitustöödega alustamiseks.
7. Vallavalitsuse ehitusnõunikul vormistada käesoleva korralduse alusel projekteerimistingimused.
8. Korraldus jõustub teatavastegemisest.



9. Korralduse peale võib 30 päeva jooksul esitada vaide Põltsamaa Vallavalitsusele (Viljandi mnt 3, 48103 Põltsamaa) või kirjaliku kaebuse Tartu Halduskohtule (Kalevi 1, 51010 Tartu) arvates korralduse teatavakstegemisest.



Toivo Tõnson  
Vallavanem



Janne Veski  
Vallasekretär



## LISA 2. Ehitise olulised tehnilised andmed

### 1. Ehitise üldised olulised tehnilised andmed

ehitisealune pindala	104,3	m <sup>2</sup>	kõrgus	6,76	m
hoone suletud netopind	110,4	m <sup>2</sup>	pikkus	9,33	m
rajatise avatud brutopind	-	m <sup>2</sup>	laius	9,05	m
minimaalne korruste arv	1		maht	482	m <sup>3</sup>
maksimaalne korruste arv	2		köetav pind	103,5	m <sup>2</sup>

### 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

#### 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

(sindel)

muu

#### välisviimistlus

puudub

lihtkrohv

looduslik kivi

profileeritud metall

puhasvuuk

puit

terrasiitkrohv

puit \_\_\_\_\_ muu  
 suurpaneel  
 suurplokki  
 tellis, väikeplokki  
 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  
 kaugküte  
 lokaalne keskküte  
 elektriküte  
 maaküte  
 ahju- või kaminaküte  
 õhksoojuspump-küte

#### vesi

puudub  
 võrk  
 lokaalne

#### kanalisatsioon

puudub  
 võrk  
 lokaalne

#### kütte liik

puudub  
 vedelkütus  
 küttegaas  
 tahke  
 elekter  
 maaküte

#### pesemisvõimalus

puudub  
 vann/dušš  
 saun

#### küttegaas

puudub  
 võrk  
 lokaalne

liftide arv	-	küttegaasipaigaldiste arv	-
köökidete arv	1	rõudude arv ja kogupind	- , - m <sup>2</sup>
kööginiššide arv	0	lodžade arv ja kogupind	- , - m <sup>2</sup>
tualettruumide arv	1	terasside arv ja kogupind	- , - m <sup>2</sup>

### 4. Ehitise kasuliku pinna spetsifikatsioon [m<sup>2</sup>]

Kasutamise otstarve						
	kasulik pind	elamispind	abiruumide pind	lahuspind	üldkasutatav pind	mitteeluruumide pind
1. Eluhoone	110,4	79,9	30,5			
2.						
3.						

Kasutamise otstarve						
	kasulik pind	elamispind	abiruumide pind	lahuspind	üldkasutatav pind	mitteeluruumide pind
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
kokku	110,4	79,9				

### 5. Ehitise ruumide spetsifikatsioon

eluruumid (sh korterid)	arv	pindala	
1-toaline			m <sup>2</sup>
2-toaline			m <sup>2</sup>
3-toaline	1	110,4	m <sup>2</sup>
4-toaline			m <sup>2</sup>
5-toaline			m <sup>2</sup>
6-toaline			m <sup>2</sup>
7-toaline			m <sup>2</sup>
8 ja enama toaline			m <sup>2</sup>
kokku			m <sup>2</sup>
mitteeluruumide arv	-		
tubade arv	3		

### 6. Ehitise muud olulised andmed

nimetus	väärtus	mõõtühik

### 7. Märkused ehitise kohta

---



---



---

### LISA 3. II korruse välisseina soojusjuhtivuse arvutus

Teise korruse otsaseinad ehitatakse puitkarkassist 150x50 mm ning lisasoojustuseks 100x50 mm karkass, sammuga 600mm. Mõlema karkassi vahele pannakse ISOVER KL-37 mineraalvill ning välispinnale kinnitatakse ISOVER VKL-13 tuuletõkkeplaat. Välis- ja siseviimistlus tehakse sarnaselt alumise korrusega. Teise korruse välisseina kihid ja materjalide soojuseri juhtivused on välja toodud tabelis 13.. Ehituspaberi soojuseri juhtivust pole arvestatud.

**Tabel 13** II korruse välisseina kihid ja materjalide soojuseri juhtivused.

Kiht	Kihi paksus d (m)	Materjali soojuseri juhtivus $\lambda$ , ( $W/m \cdot K$ )	Soojustakistus R, ( $m^2 \cdot K/W$ )
Sisepind	-	-	0,13
Lubikrohv	0,03	0,8	-
Roomatt	0,01	0,05	-
Isover KL-37	0,25	0,037	-
Puitkarkass	0,25	0,13	-
Välispind	-	-	0,13

Soojustuse sektsiooni soojustakistus, valem 59:

$$R_{\text{soojustuse sektsioon}} = 0,13 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,015}{0,13} + \frac{0,25}{0,037} + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 7,78 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Sõrestikupostide sektsiooni soojustakistus, valem 59(59):

$$R_{\text{sõrestiku sektsioon}} = 0,13 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,015}{0,13} + \frac{0,25}{0,13} + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 2,94 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus, valem 62:

$$R'_T = \frac{550 + 50}{\frac{550}{7,78} + \frac{50}{2,94}} = 6,84 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Mittehomogeensete materjalikihtide soojustakistused, valem 64:

$$R_{250\text{mm soojustus/sõrestik}} = \frac{550 + 50}{\frac{550}{\left(\frac{0,25}{0,037}\right)} + \frac{50}{\left(\frac{0,25}{0,13}\right)}} = 5,56 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus, valem 63:

$$R_T'' = 0,13 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,015}{0,13} + 6,84 + \frac{0,013}{0,032} + 0,13 = 6,60 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus, valem 61:

$$R_T = \frac{6,84 + 6,60}{2} = 6,72 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Suhteline arvutusviga, valem 65:

$$e = \frac{6,84 - 6,60}{2 \cdot 6,72} \cdot 100\% = 1,79\%$$

Piirde soojusjuhtivus  $U$ , arvutatakse valemiga 58 ja ümardatakse kahe kohani peale koma:

$$U = \frac{1}{6,72} = 0,15 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

250mm paksuse soojustuse/sõrestiku kihi õhupilude parandustegur, valem 68:

$$\Delta U_{g, 250\text{mm soojustus/sõrestik}} = 0,01 \cdot \left(\frac{5,56}{6,72}\right)^2 = 0,007 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

100mm paksuse soojustuse/sõrestiku õhujuhtivuse parandustegur, valem 69

$$\Delta U_{a, 250\text{mm soojustus/sõrestik}} = 0,005 \cdot \left(\frac{5,56}{6,72}\right)^2 = 0,003 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Korrigeeritud piirdetarindi soojusjuhtivus, valem 66:

$$U_c = 0,15 + 0,007 + 0,003 = 0,160 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

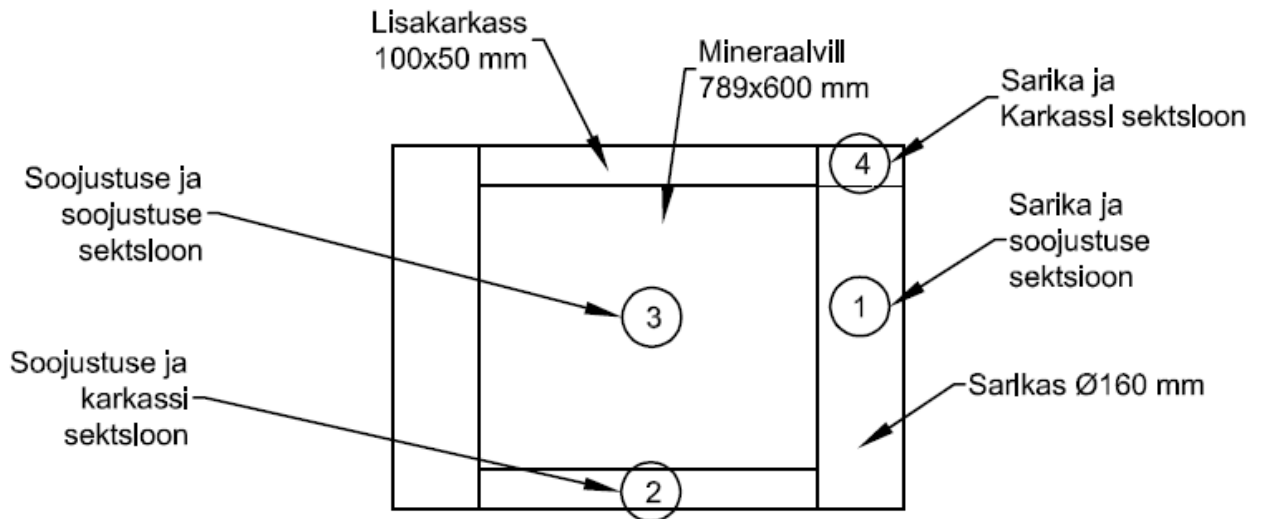
#### LISA 4. Katuslae soojusjuhtivuse arvutus

Katuslae kandekonstruktsioon lahendatud sarikate ja pennidega. Sarikad on tahumata palgid läbimõõduga 160 mm, sammudega 790mm ja 1425 mm. Sarikate alla on löödud taladest lisakarkass mõõtudega 100x50 mm ja sammuga 600 mm. Sarikate ja talade vahel on klaasvill 150 mm +100 mm ning talade vahel. Sarikate vahel, mineraalvilla peale on kinnitatud tuuletõkkeplaat ISOVER VKL-13. Sarikate peal on distantssliist ning õhkvahe, millele on kinnitatud hingav aluskate. Aluskatte peale lüüakse roovitis ja katusekattematerjalina sindlid. Katuslae sisepind on lahendatud ehituspaberile löödud laudisega, millele on omakorda kinnitatud hõre roomatt ja 30 mm lubirohvi. Materjalide soojuseri juhtivused on määratud raamatu Ehitsufüüsika ABC ja tootjate andmete järgi ning toodud välja tabelis 14. Ehituspaberi soojuseri juhtivust pole arvestatud.

**Tabel 14.** Katuslae materjalikihtide omadused ning paksused.

<b>Materjal</b>	<b>Paksus (d), m</b>	<b>Soojuseri juhtivus (<math>\lambda</math>), W/(m·K)</b>	<b>Soojustakistus (R), (m<sup>2</sup>·K)/W</b>
Sisepind	-	-	0,1
lubikrohv	0,03	0,8	-
Roomatt	0,01	0,05	-
Laudis	0,015	0,13	-
Lisakarkass	0,1	0,13	-
Isover KL-37	0,1	0,037	-
Katusesarikas	0,16	0,13	-
Isover KL-37	0,15	0,037	-
Tuuletõke Isover VKL-13	0,013	0,032	-
Välispind	-	-	0,1

Katuslagi on soojuslikult mittehomogeensete kihtidega piirdetarind ja see jagatakse nelja erinevasse sektsiooni (joonis 13).



**Joonis 13** Katusekonstruktsioonide jagunemine sektsioonideks.

Esmalt arvutatakse kogusoojustakistuse ülemise piirväärtuse jaoks vajalikud homogeensete sektsioonide soojustakistused:

Sarika, lisasoojustuse, roomati ja lubikrohvi sektsiooni soojustakistus leitakse valemiga 59:

$$R_1 = 0,1 + \frac{0,16}{0,13} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,015}{0,13} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,03}{0,8} + 0,1 = 4,49$$

Soojustuse, karkassi, roomati ja lubikrohvi sektsiooni soojustakistus leitakse valemiga 59:

$$R_2 = 0,1 + \frac{0,013}{0,032} + \frac{0,15}{0,037} + \frac{0,1}{0,13} + \frac{0,015}{0,13} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,03}{0,8} + 0,1 = 5,78$$

Soojustuse, lisasoojustus, roomati ja lubikrohvi sektsiooni soojustakistus leitakse valemiga 59(59):

$$R_3 = 0,1 + \frac{0,013}{0,032} + \frac{0,15}{0,037} + \frac{0,1}{0,037} + \frac{0,015}{0,13} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,03}{0,8} + 0,1 = 7,72$$

Sarika, karkassi, roomati ja lubikrohvi sektsiooni soojustakistus leitakse valemiga 59:

$$R_4 = 0,1 + \frac{0,16}{0,13} + \frac{0,1}{0,13} + \frac{0,015}{0,13} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,03}{0,8} + 0,1 = 2,55$$



Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus leitakse valemiga 62:

$$R_T' = \frac{0,6 \cdot 0,16 + 0,790 \cdot 0,05 + 0,790 \cdot 0,6 + 0,16 \cdot 0,05}{\frac{0,6 \cdot 0,16}{4,49} + \frac{0,790 \cdot 0,05}{5,78} + \frac{0,790 \cdot 0,6}{7,72} + \frac{0,16 \cdot 0,05}{2,55}} = 6,65 (m^2 \cdot K)/W$$

Mittehomogeensete materjalikihtide soojustakistused arvutatakse valemiga 64:

$$R_x = \frac{0,6 \cdot 0,16 + 0,790 \cdot 0,05 + 0,790 \cdot 0,6 + 0,16 \cdot 0,05}{\frac{0,6 \cdot 0,16}{\left(\frac{0,16}{0,13} + \frac{0,1}{0,037}\right)} + \frac{0,790 \cdot 0,05}{\left(\frac{0,15}{0,037} + \frac{0,1}{0,13} + \frac{0,013}{0,032}\right)} + \frac{0,790 \cdot 0,6}{\left(\frac{0,25}{0,037} + \frac{0,013}{0,032}\right)} + \frac{0,16 \cdot 0,05}{\left(\frac{0,26}{0,13}\right)}} = 6,05 (m^2 \cdot K)/W$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus leitakse valemiga 63:

$$R_T'' = 0,1 + \frac{0,03}{0,8} + \frac{0,01}{0,05} + \frac{0,015}{0,13} + 6,05 + 0,1 = 6,60 (m^2 \cdot K)/W$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus leitakse valemiga 59:

$$R_T = \frac{6,65 + 6,60}{2} = 6,63 (m^2 \cdot K)/W$$

Suhteline arvutusviga leitakse valemiga 65:

$$e = \frac{6,65 - 6,60}{2 \cdot 6,63} \cdot 100\% = 0,38\%$$

Piirde soojusjuhtivus  $U$ , arvutatakse valemiga 58(58) ja ümardatakse kahe kohani peale koma:

$$U = \frac{1}{6,63} = 0,15 W/(m^2 \cdot K)$$

Õhupilude parandustegur leitakse valemiga 68:

$$\Delta U_g = 0,01 \cdot \left(\frac{6,05}{6,63}\right)^2 = 0,008$$

Õhujuhtivuse parandustegur leitakse valemiga 69:

$$\Delta U_a = 0,003 \cdot \left(\frac{6,05}{6,63}\right)^2 = 0,002$$

Korrigeeritud piirdetarindi soojusjuhtivus leitakse valemiga 66:

$$U_c = 0,15 + 0,008 + 0,002 = 0,162 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

## LISA 5 Energiaarvutuse lähteandmete esitamine väikeelamu lihtsustatud energia-tõhususarvu piirväärtuse tõendamise puhul

Andmed hoone kohta										
Address	Vana-Raukase, Kablaküla, Põltsamaa vald, Jõgevamaa				<input type="checkbox"/> Uusehitus <input type="checkbox"/> Oluline rekonstrueerimine <input checked="" type="checkbox"/> Rekonstrueerimine <input type="checkbox"/> Olemasolev hoone					
Ehitusaasta	1863									
Kõetav pind	103.5 m <sup>2</sup>									
Netopind	110.4 m <sup>2</sup>									
Peamine soojusallikas ruumide kütteks										
Ventilatsioonisüsteemi välisõhu vooluhulk (l/s)			40.0							
Ventilatsioonisüsteemi soojustagastuse temperatuuri suhtarv			-							
Ventilatsioonisüsteemi ventilaatori erivõimsus, W/(l/s)			1.0							
Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade		
Piirdetarind	$g$	$U_i$	$A_i$	$H_{juhtivu}$	Külmasild	$\Psi_j$	$l_j$	$H_{külmasild}$	Omadus	Suurus
	-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	m <sup>2</sup>	W/K		W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 1	0.22		90	19.8	Välissein-välissein	0.30	10.7	3.2	Õhulekke-arv $q_{50}$ ,	6
Välissein 2	0.16		27	4.3	Katuslagi-välissein	0.20	38.5	7.7	m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )	
Katuslagi	0.16		92	14.7	Põrand-välissein	0.30	33.6	10.1	$A_{vp}$ (välispiirded), m <sup>2</sup>	302.0
Põrand pinnasel	0.15		25	3.8	Akna seinakinnitus	0.10	62.9	6.3	Korruste arv (täisarv)	2
Põrand välisõhu kohal	0.15		46	6.9	Ukse seinakinnitus	0.10	6.4	0.6	$\dot{V}_{inf}$ , m <sup>3</sup> /s	0.0210
Välisuks	1.00		2	2.0						
Aken	0.00	1.10	18	19.8						
Katuseaken	0.00	1.00	2	2.0						
Kokku:		$H_{juhtivus}$ , W/K	73.3		$H_{külmasild}$ , W/K		27.9		$H_{õhuleke}$ , W/K	25.3
Välispiirete summaarne soojuserikadu				$\sum H$ , W/K				126.5		
Välispiirete keskmine soojusläbivus				$\sum H / A_{vp}$				0.4		
Hoone kõetav pind				$A_{kõetav}$ , m <sup>2</sup>				103.5		
Välispiirete summaarne soojuserikadu kõetava pinna kohta				$\sum H / A_{kõetav}$ , W/(m <sup>2</sup> ·K)				1.22		
27/05/2015										
Kuupäev			Maarja Allmaa				Allikri			
			Nimi							

**LISA 6 Fotod olemasolevast olukorrast**



Foto nr 1. Vaade kagust



Foto nr 2. Vaade loodest



Foto nr 3. Vaade kirdest



Foto nr 4. Vaade edelast



Foto nr 5. Välja vajunud pikisein



Foto nr 6. Kalasabatapiga ühendatud palgid



Foto nr 7. Palgi otsad on pehkinud



Foto nr 8. Avatud palksein, neli alumist palgirida on pehkinud



Foto nr 9. Läbi vajunud vundament ja pehkinud veelaud



Foto nr 10. Pehkinud fassaadilaudis ja veelaud



Foto nr 11. Nurgakivi on välja vajunud



Foto nr 12. Algupärane sindelkatus



Foto nr 13. Katusekonstruktsioon ja viltu laotud korsten



Foto nr 14. Sarikate liitmine punntapiga katuseharjas



Foto nr. 15. Katusekonstruktsioonid – sarikad ja pennid



Foto nr. 16. Ülemine palgirida on pehkinud



Foto nr. 17. Vahelaetalad, mille vahele on löödud must laudis, mis on omakorda kaetud, sambla ja liivaga



Foto nr. 18. Vahelaetalade kõrguse vahe



Foto nr 19. Põranda konstruktsioon. Paremalt on näha sisse vajunud põrand



Foto nr 20. Põrandatalad on toetatud kividele ja talade peale on löödud lai põrandalaud



Foto nr 21. Sisse vajunud põrand, talad ja vundament



Foto nr 22. Vahelae konstruktsioon, mis on kaetud kipsplaatidega



Foto nr 23. Vahelae konstruktsioon sahvris



Foto nr 24. Uued aknad, akna all on näha vanade akende paiknemist- 2 palgirida all pool



Foto nr 25. Sahvri aken ja asendatud palgid



Foto nr 26. Köögiaken- algselt köögis ei olnud üldse aknaava



Foto nr 27. Juurdeehitise aken



Foto nr 28. Algupärased kuuese ruudujaotusega aknad



Foto nr 29. Algupärane aknasepis



Foto nr 30. Algupärane aknasepis





Foto nr 31. Juurdeehitise laes on näha niiskuskahjustusi

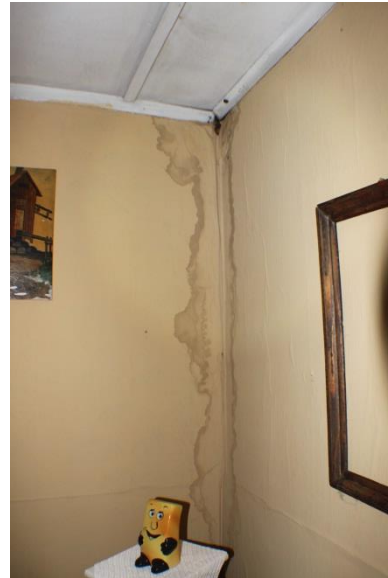


Foto nr 32. Tubade nurkades on niiskuskahjustused



Foto nr 33. Lagedes on niiskuskahjustused



Foto nr 34. Amortiseerunud ahi ja soojamüür



Foto nr 35 Korsten on kaetud paksu pigikihiga



Foto nr 36. Elutuba kõõgiukselt pildistatud



Foto nr 37. Köök esikust pildistatud



Foto nr 38. Tagatuba ja algupärane siseuks



Foto nr 39. Köögipliidi ees säilinud  
algupärane veskikivi



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TARTU KOLLEDŽ

Säästva tehnoloogia õppetool

## LISA 7 GRAAFILINE OSA

# VANA-RAUKASE TALU PEAHOONE REKONSTRUEERIMINE ELUMAJAKS LAIENDATUD ARHITEKTUURNE EELPROJEKT

RECONSTRUCTION OF THE VANA RAUKASE COTTAGE  
EXTENDED PRELIMINARY ARCHITECTURAL DESIGN  
(DRAWINGS)

**NTS60LT**

Magistritöö

Ehitiste restaureerimine

Üliõpilane: Maarja Allmaa

Juhendaja: Maari Idnurm

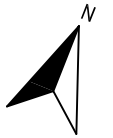
Kaasjuhendaja: Aime Ruus

Tartu, 2015

## SISUKORD

<b>Leht</b>	<b>Joonise nimetus</b>	<b>Mõõtkava</b>
1	Asendiskeem	1:1500
2	Asendiplaan	1:500
3	1.korruse plaan	1:75
4	2. korruse plaan	1:75
5	Lõige A-A	1:50
6	Lõige B-B	1:50
7	Vaade kagust	1:50
8	Vaade loodest	1:50
9	Vaade kirdest	1:50
10	Vaade edelast	1:50
11	Vahelaetalade plaan	1:75
12	Katusesarikate plaan	1:75
13	Katuse plaan	1:75
14	Sõlm 1	1:20
15	Sõlm 2	1:20
16	Sõlm 3	1:20
17	Sõlm 4	1:20
18	Piirdekonstruktsioonide lõiked	1:20
19	Akende eksplikatsioon	1:50
20	Aken A-1	1:20
21	Aken A-2	1:20
22	Akende sepsidetailid	1:2
23	Uste eksplikatsioon 1	1:50

24	Uste eksplikatsioon 2	1:50
25	Puitdetailid	1:10
26	Olemasoleva olukorra plaan	1:100
27	Olemasolev olukord, vaade kagust	1:50
28	Olemasolev olukord, vaade loodest	1:50
29	Olemasolev olukord, vaade kirdest	1:50
30	Olemasolev olukord, vaade edelast	1:50



Käsitletav hoone

Mnt nr 176  
Annikvere-Umbusi tee



MÄRKUSED: Ortofoto on võetud maa-ameti veebilehelt.

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Asendiskeem	
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015		
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 1	Lehti 30	Mõõtkava 1:1500

ASENDIPLAAN  
1:500

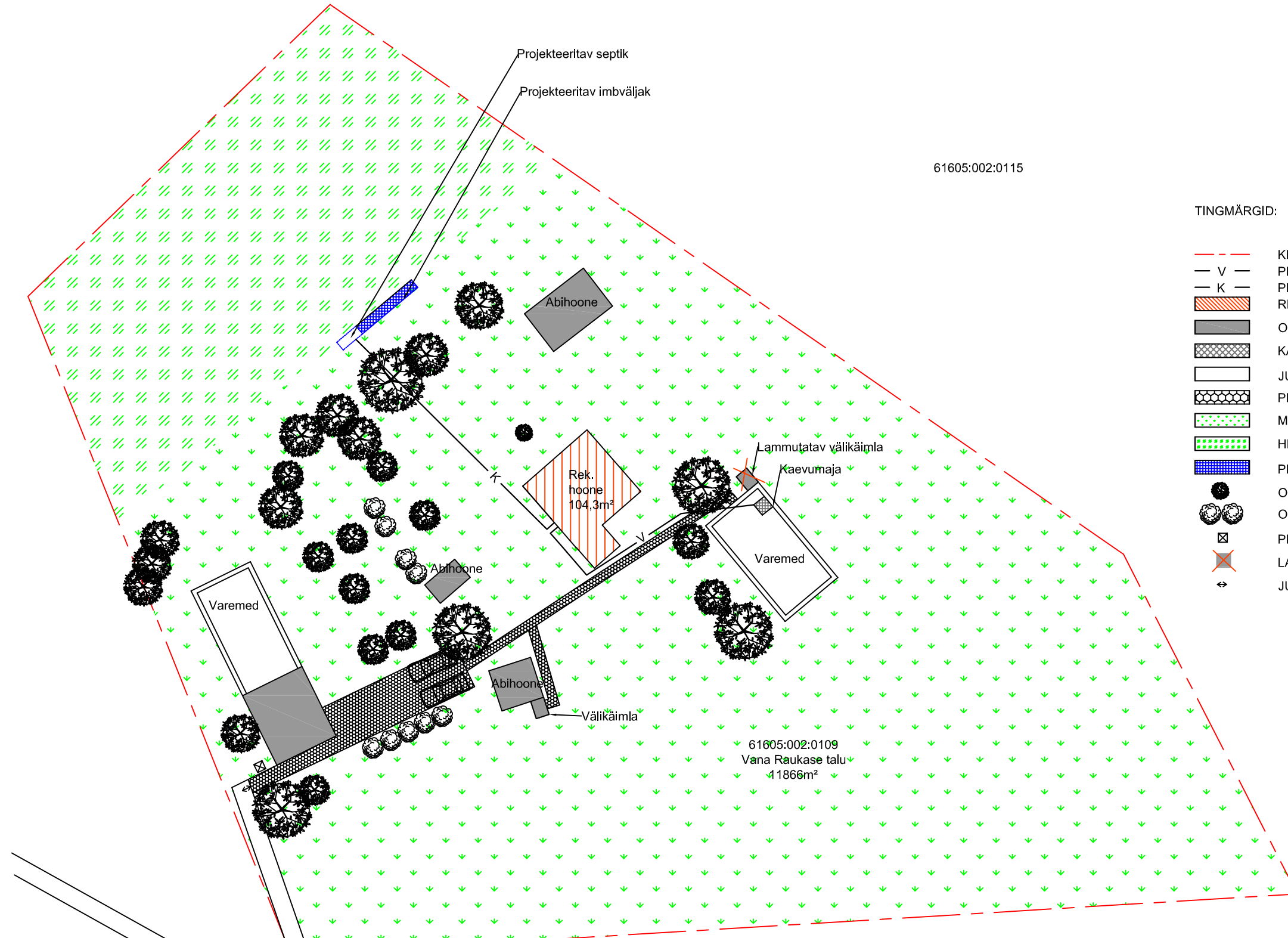


61605:002:0115

TINGMÄRGID:

- KRUNDI PIIR
- V PLANEERITAV VEETRASS
- K PLANEERITAV KANALISATSIOON
- REKONSTRUEERITAV HOONE
- OLEMASOLEVAD HOONED
- KAEVUMAJA
- JUURDEPÄASUTEE
- PROJEKTEERITAV MURUKIVITEE
- MURUKATE
- HEINAMAA
- PROJEKTEERITAV IMBVÄLJAK
- OLEMASOLEV KÕRGHALJASTUS
- OLEMASOLEV HEKK
- PRÜGIKONTEINER
- LAMMUTATAV VÄLIKÄIMLA
- JUURDEPÄAS KRUNDILE

61605:002:0074  
Raukase



61605:002:0109  
Vana Raukase talu  
11866m²

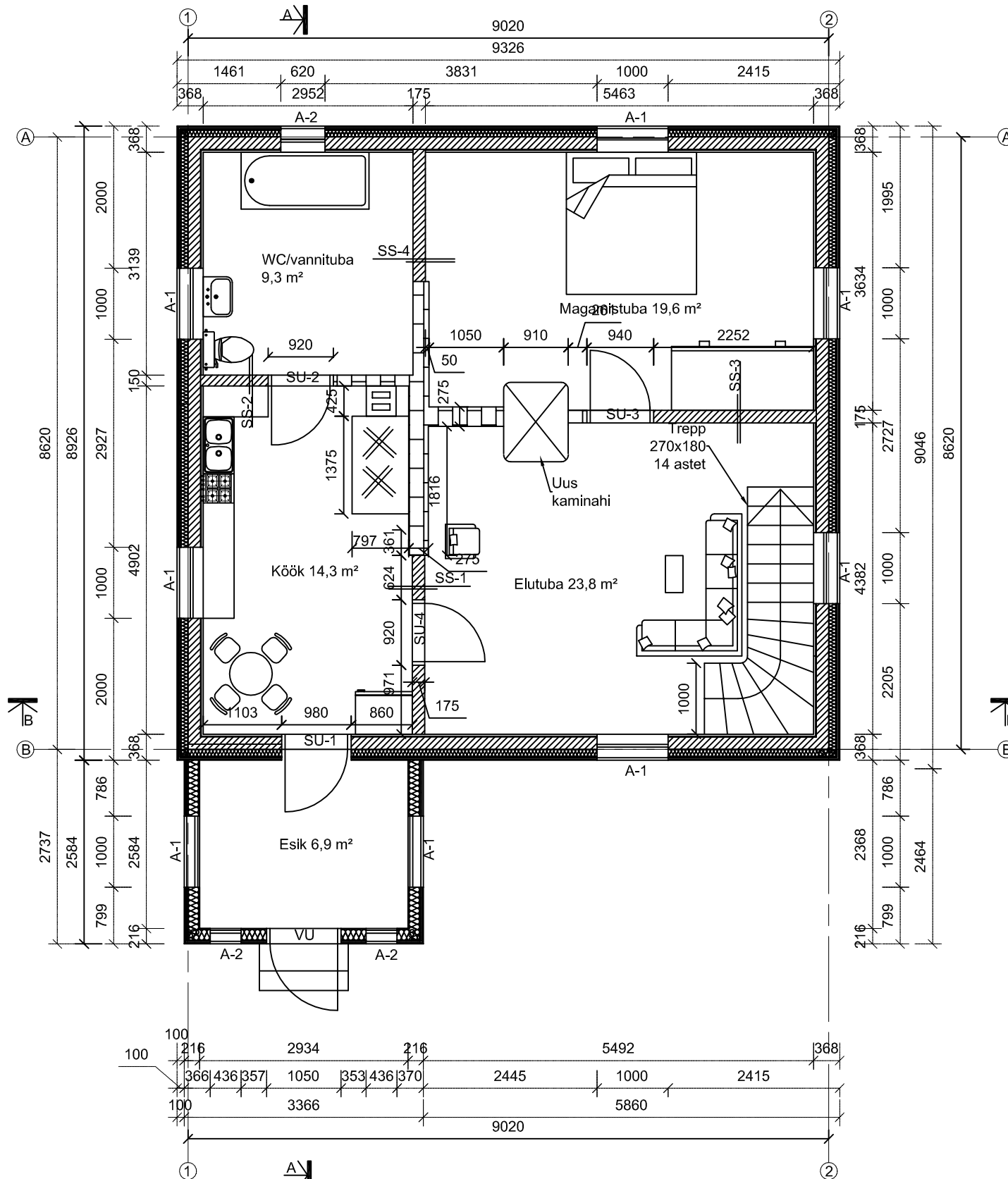
61605:002:0151  
Andrese-Mihkli

MÄRKUSED:

ASENDIPLAANI KOOSTAMISEKS ON KASUTATUD MAA-AMETI ORTOFOTOT

<b>Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž</b>				Töö pealkiri: <b>Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt</b>		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev			
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus:		
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015	Asendiplaan		
<b>Säästva Tehnoloogia Õppetool</b>				Leht 2	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 500

<b>VS-1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voodrilaud</li> <li>Puidust distantsliist 22x50mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/puitroovid 50x100mm, s=600mm</li> <li>Olemasolev palksein Ø175mm</li> <li>Roomatt</li> <li>Savikrohv</li> </ul>
<b>VS-3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voodrilaud</li> <li>Puidust distantsliist 22x50mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Mineraalvill 150mm/Puitkarkass 50x150mm, s=600mm</li> <li>Aurutõke</li> <li>Sisevoodrilaud</li> </ul>
<b>P-1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandakivi</li> <li>Armeeritud betoonpõrand 80mm, põrandaküte</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm</li> <li>Filterkangas</li> <li>Kruus</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<b>P-2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Olemasolev põrandalaud, restaureeritud</li> <li>Mineraalvill 285mm/Olemasolevad põrandatalad 285x150mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Õhkvähe&gt;300mm</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<b>P-3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandakivi</li> <li>Armeeritud betoonpõrand 80mm</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm</li> <li>Tihendatud liivakiht 50mm</li> <li>Filterkangas</li> <li>Kruus</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<b>S-1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Betoonist lintvundament 200mm</li> </ul>
<b>S-2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Tasanduskrohv</li> <li>Olemasolev maakividest vundament</li> </ul>
<b>S-3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Tasanduskrohv</li> <li>Olemasolev maakividest vundament</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>VL-1</li> <li>Põrandalaud 28mm</li> <li>Vildiriba talade peal</li> <li>Mineraalvill 100mm/Olemasolevad laetalad 285x150mm</li> <li>Ehituspaber</li> <li>Olemasolev laelaudis, restaureeritud</li> </ul>
<b>KL-1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Katusesindel, kolmekihiline, okaspuidust</li> <li>Puitroov 50x50mm, s=150mm</li> <li>Puidust distantsliist 50x50mm</li> <li>Hingav aluskate</li> <li>Tuuletõkkeplaat, sarikate vahel</li> <li>Mineraalvill 150mm/Sarikad Ø160mm või 150x75mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/Ristroovid 50x100mm</li> <li>Aurutõke</li> <li>Laudis</li> <li>Roomatt</li> <li>Lubikrohv</li> </ul>



**1. KORRUSE PLAAN**  
1:75

<b>VL-2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mineraalvill 200mm/laetalad 50x200mm</li> <li>Sisevoodrilaud 18mm</li> </ul>
<b>SS-1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhastatud palksein</li> </ul>
<b>SS-2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhastatud palksein</li> <li>Karnaubavaha</li> </ul>
<b>SS-3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhastatud palksein</li> </ul>
<b>SS-4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhastatud palksein</li> <li>Karnaubavaha</li> </ul>

**TINGMÄRGID**

	OLEMASOLEV PALKSEIN
	MINERAALVILLAST SOOJUSTUS
	OLEMASOLEV KIVISEIN

**MÄRKUSED:**

- Piirrekonstruktsioonide lõiked on toodud välja joonisel 18

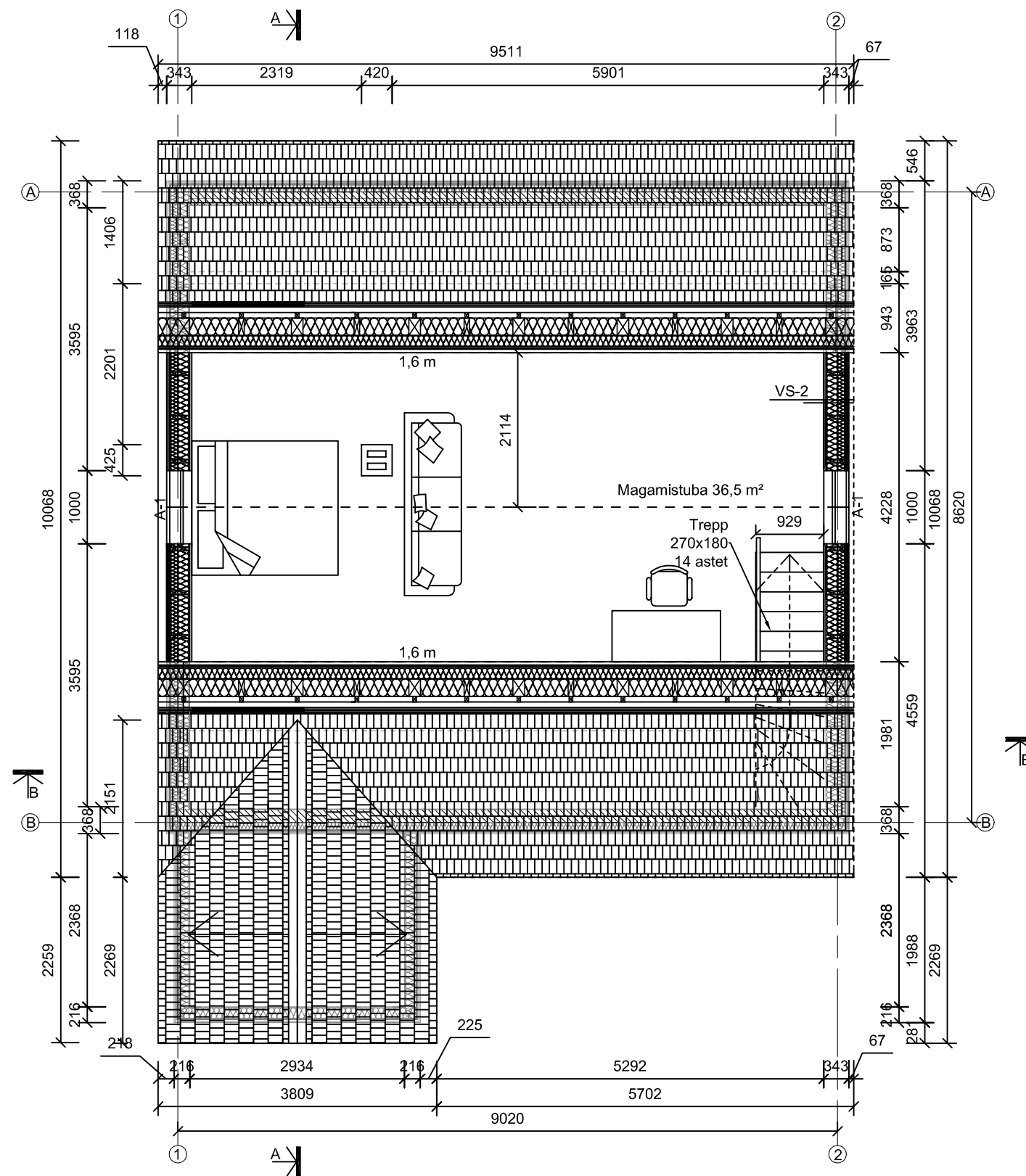
<b>Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž</b>			Töö pealkiri: <b>Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt</b>
	Nimi	Allkiri	Kuupäev
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015
<b>Säästva Tehnoloogia Õppetool</b>			Joonise nimetus: 1. korruse plaan
Leht	Lehti	Mõõtkava	
3	30	1:75	



- VS-2
- Servamata laud
  - Puidust distantsliist 22x50mm
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
  - Mineraalvill 100mm/puitroovid 50x100mm, s=600mm
  - Mineraalvill 150mm/puitkarkass 50x150mm, s=600mm
  - Horisontaalne laudis 15mm
  - Roomatt
  - Lubikrohv

- KL-1
- Katusesindel, kolmekihiline, okaspuidust
  - Puitroov 50x50mm, s=150mm
  - Puidust distantsliist 50x50mm
  - Hingav aluskate
  - Tuuletõkkeplaat, sarikate vahel
  - Mineraalvill 150mm/Sarikad Ø160mm või 150x75mm
  - Mineraalvill 100mm/Ristroovid 50x100mm
  - Aurutõke
  - Laudis
  - Roomatt
  - Lubikrohv

2. KORRUSE PLAAN  
1:75



TINGMÄRGID

- OLEMASOLEV PALKSEIN
- MINERAALVILLAST SOOJUSTUS
- SINDELKATUS

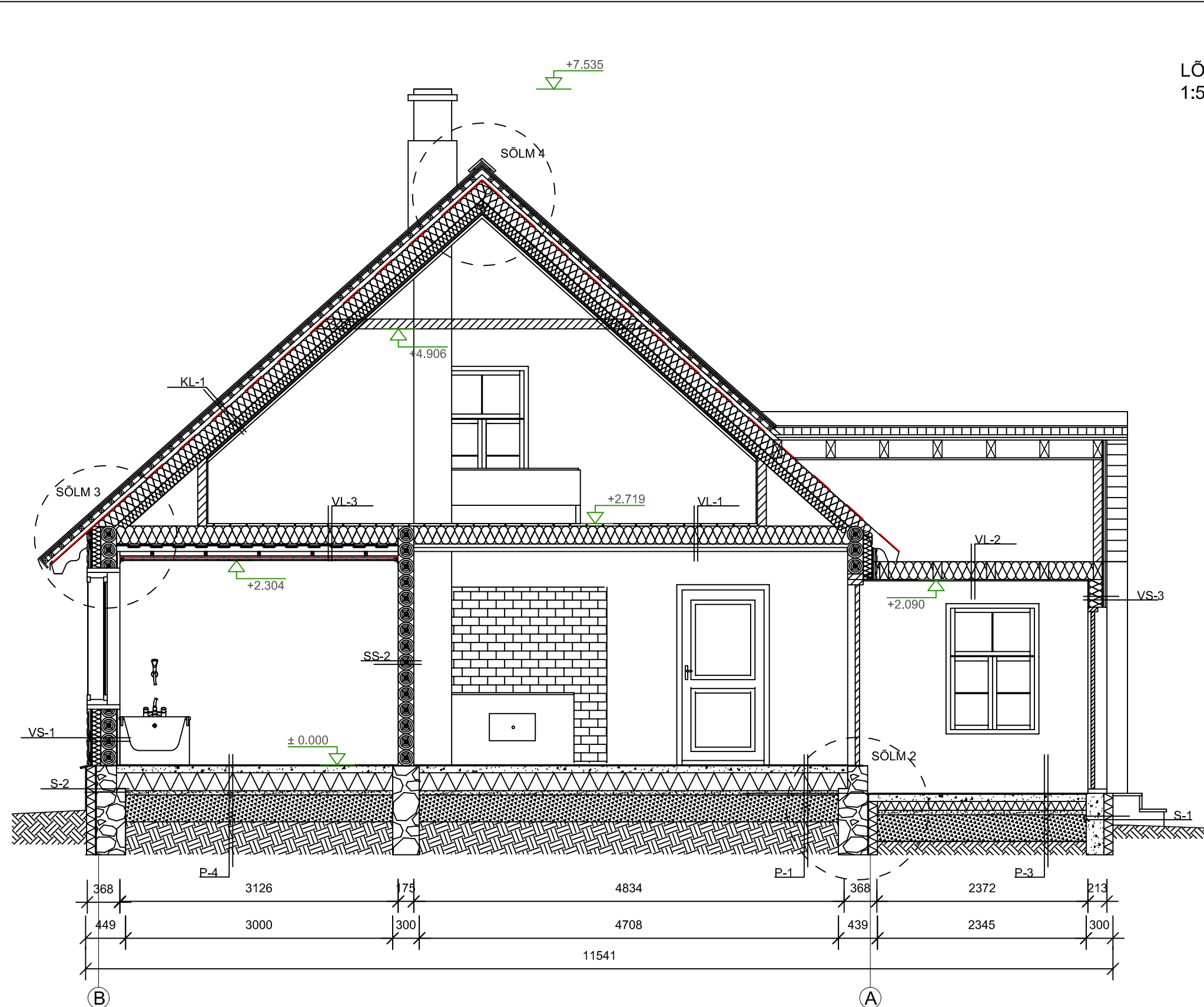
MÄRKUSED:

- Piirdekonstruktsioonide lõiked on toodud välja joonisel 18

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: 2. korruse plaan	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 4	Lehti 30	Mõõtkava 1:75

LÕIGE A-A  
1:50

<p>VS-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voodrilaud</li> <li>Puidust distantsliist 22x50mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/puitroovid 50x100mm.s=600mm</li> <li>Olemasolev palksein Ø175mm</li> <li>Roomatt</li> <li>Savikrohv</li> </ul>
<p>VS-3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voodrilaud</li> <li>Puidust distantsliist 22x50mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Mineraalvill 150mm/Puitkarkass 50x150mm, s=600mm</li> <li>Aurutõke</li> <li>Sisevoodrilaud</li> </ul>
<p>P-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandakivi</li> <li>Armeeritud betoonpõrand 80mm, põrandaküte</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm</li> <li>Filterkangas</li> <li>Kruus</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<p>P-3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandakivi</li> <li>Armeeritud betoonpõrand 80mm</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm</li> <li>Tihendatud liivakiht 50mm</li> <li>Filterkangas</li> <li>Kruus</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<p>P-4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandakivi</li> <li>Armeeritud betoonpõrand 80mm</li> <li>Hüdroisolatsioon</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm</li> <li>Tihendatud liivakiht 50mm</li> <li>Filterkangas</li> <li>Kruus</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<p>S-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Betoonist lintvundament 200mm</li> </ul>
<p>S-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Tasanduskrohv</li> <li>Olemasolev maakividest vundament</li> </ul>
<p>VL-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandalauad 28mm</li> <li>Vildiriba talade peal</li> <li>Mineraalvill 100mm/Olemasolevad laetalad 285x150mm</li> <li>Ehituspaber</li> <li>Olemasolev laelaudis, restaureeritud</li> </ul>
<p>VL-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mineraalvill 200mm/laetalad 50x200mm</li> <li>Sisevoodrilaud 18mm</li> </ul>
<p>KL-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Katusesindel, kolmekihiline, okaspuidust</li> <li>Puitroov 50x50mm, s=150mm</li> <li>Puidust distantsliist 50x50mm</li> <li>Hingav aluskate</li> <li>Tuuletõkkeplaat, sarikate vahel</li> <li>Mineraalvill 150mm/Sarikad Ø160mm või 150x75mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/Ristroovid 50x100mm</li> <li>Aurutõke</li> <li>Laudis</li> <li>Roomatt</li> <li>Lubikrohv</li> </ul>
<p>SS-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puhastatud palksein</li> <li>Kamaubavaha</li> </ul>



VL-3

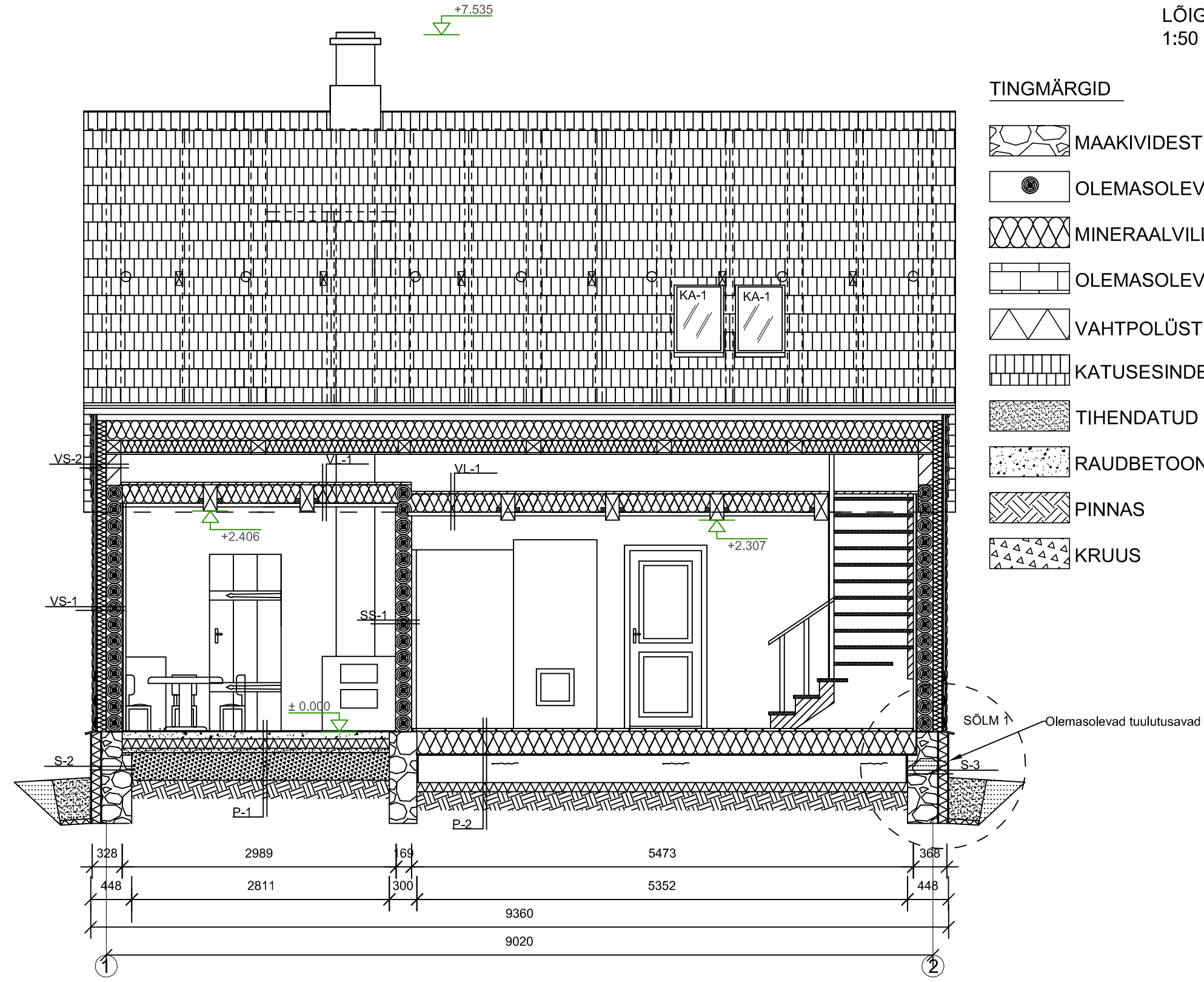
- Põrandalauad 28mm
- Vildiriba talade peal
- Mineraalvill 100mm/Olemasolevad laetalad 285x150mm
- Ehituspaber
- Olemasolev laelaudis, restaureeritud
- Lisareikad 50x32mm
- Laudis
- Aurutõke
- Õhkvahe
- Laelaudis

**MÄRKUSED:**

- Piirdekonstruktsioonide lõiked on toodud välja joonisel 18;
- Tingmärgid on välja toodud LÕIKEL B-B

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt
Koostas	Nimi Maarja Allmaa	Allkiri	Kuupäev 27.05.2015
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Joonise nimetus: Lõige A-A
Leht 5	Lehti 30	Mõõtkaava 1:50	

<p>VS-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voodrilaud</li> <li>Puidust distantssliit 22x50mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/puitroovid 50x100mm, s=600mm</li> <li>Olemasolev palksein Ø175mm</li> <li>Roomatt</li> <li>Savikrohv</li> </ul>
<p>VS-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Servamata laud</li> <li>Puidust distantssliit 22x50mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/puitroovid 50x100mm, s=600mm</li> <li>Mineraalvill 150mm/puitkarkass 50x150mm, s=600mm</li> <li>Horisontaalne laudis 15mm</li> <li>Roomatt</li> <li>Lubikrohv</li> </ul>
<p>P-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandakivi</li> <li>Armeeritud betoonpõrand 80mm, põrandaküte</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm</li> <li>Filterkangas</li> <li>Kruus</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<p>P-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Olemasolev põrandalaud, restaureeritud</li> <li>Mineraalvill 285mm/Olemasolevad põrandatalad 285x150mm</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm</li> <li>Õhkvahe&gt;300mm</li> <li>XPS jäik soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Olemasolev pinnas</li> </ul>
<p>S-2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Tasanduskrohv</li> <li>Olemasolev maakividest vundament</li> </ul>
<p>S-3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vähese tsemendisisaldusega lubikrohv</li> <li>XPS soojustus Styrofoam 100mm</li> <li>Tasanduskrohv</li> <li>Olemasolev maakividest vundament</li> <li>Mineraalvillast tuuletõkkeplaat</li> </ul>
<p>VL-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Põrandalaud 28mm</li> <li>Vildiriba talade peal</li> <li>Mineraalvill 100mm/Olemasolevad laetalad 285x150mm</li> <li>Ehituspaber</li> <li>Olemasolev laelaudis, restaureeritud</li> </ul>
<p>KL-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Katusesindel, kolmekihiline, okaspuidust</li> <li>Puitroov 50x50mm, s=150mm</li> <li>Puidust distantssliit 50x50mm</li> <li>Hingav aluskate</li> <li>Tuuletõkkeplaat, sarikate vahel</li> <li>Mineraalvill 150mm/Sarikad Ø160mm või 150x75mm</li> <li>Mineraalvill 100mm/Ristroovid 50x100mm</li> <li>Aurutõke</li> <li>Laudis</li> <li>Roomatt</li> <li>Lubikrohv</li> </ul>
<p>SS-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Olemasolev puhastatud palksein</li> </ul>



LÕIGE B-B  
1:50

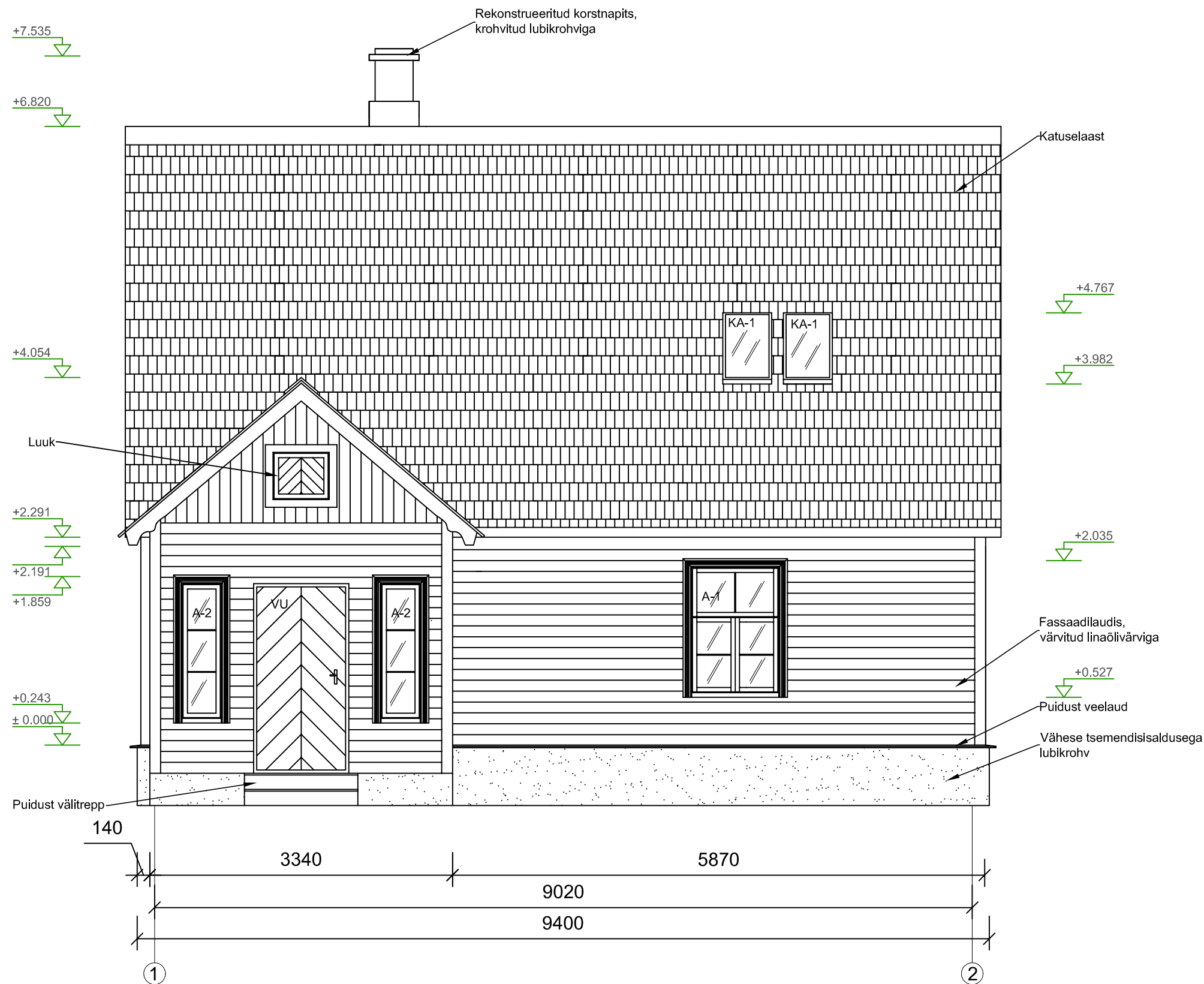
TINGMÄRGID

	MAAKIVIDEST VUNDAMENT
	OLEMASOLEV PALKSEIN
	MINERAALVILLASOOJUSTUS
	OLEMASOLEV KIVISEIN
	VAHTPOLÜSTÜREENSOOJUSTUS
	KATUSESINDEL
	TIHENDATUD LIIV
	RAUDBETOON
	PINNAS
	KRUUS

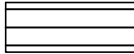
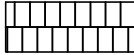
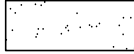
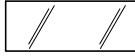
MÄRKUSED:  

- Piirdekonstruktsioonide lõiked on toodud välja joonisel 18

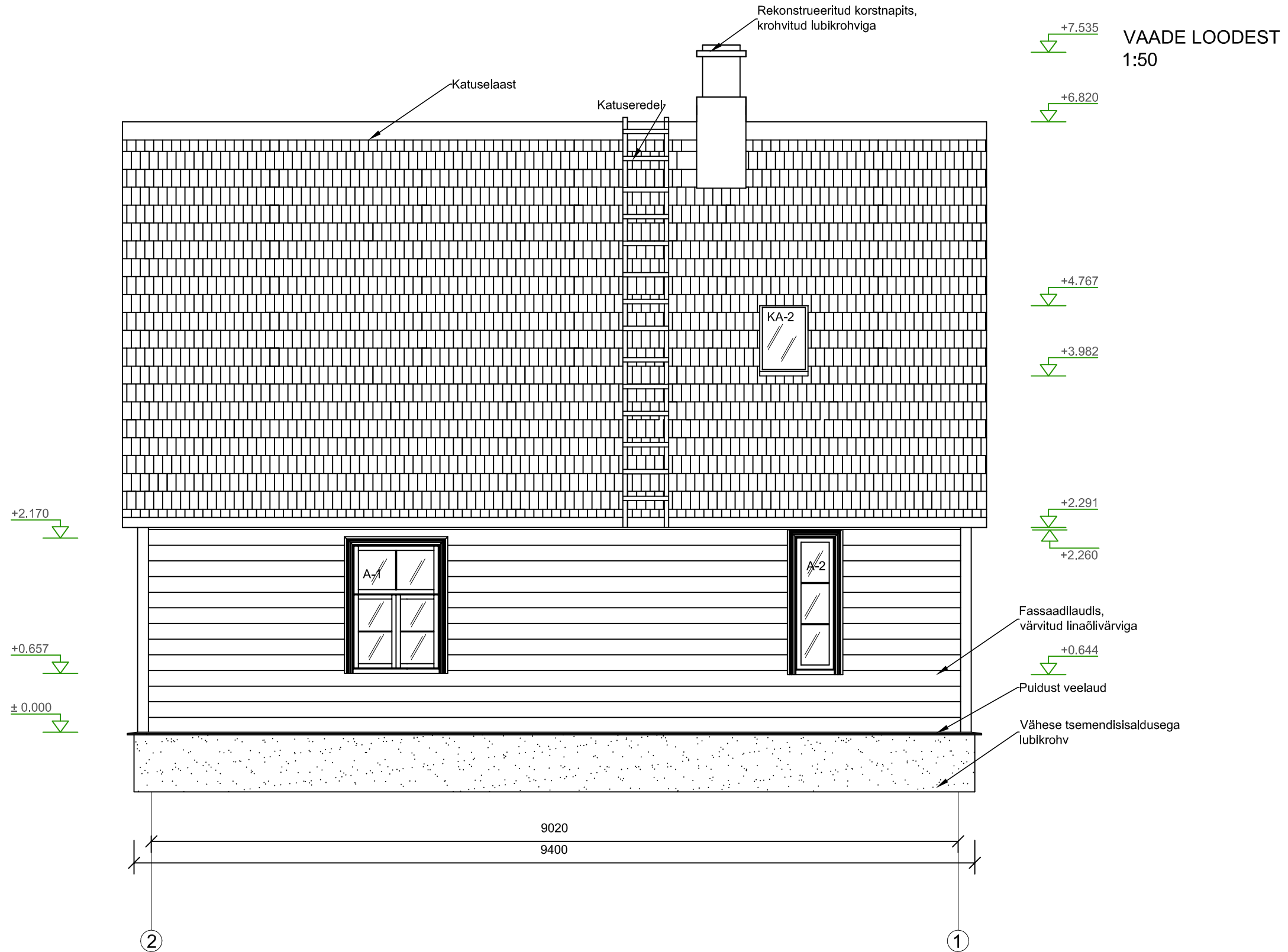
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Lõige B-B	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht	Lehti	Möötkava
			6	30	1:50



TINGMÄRGID

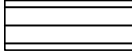

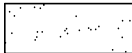
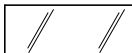
-  HORISONTAALNE FASSAADILAUDIS
-  KATUSESINDEL
-  VÄHESE TSEMENDISALDUSEGA LUBIKROHV
-  KLAAS

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Vaade kagust	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 7	Lehti 30	Möötkava 1:50



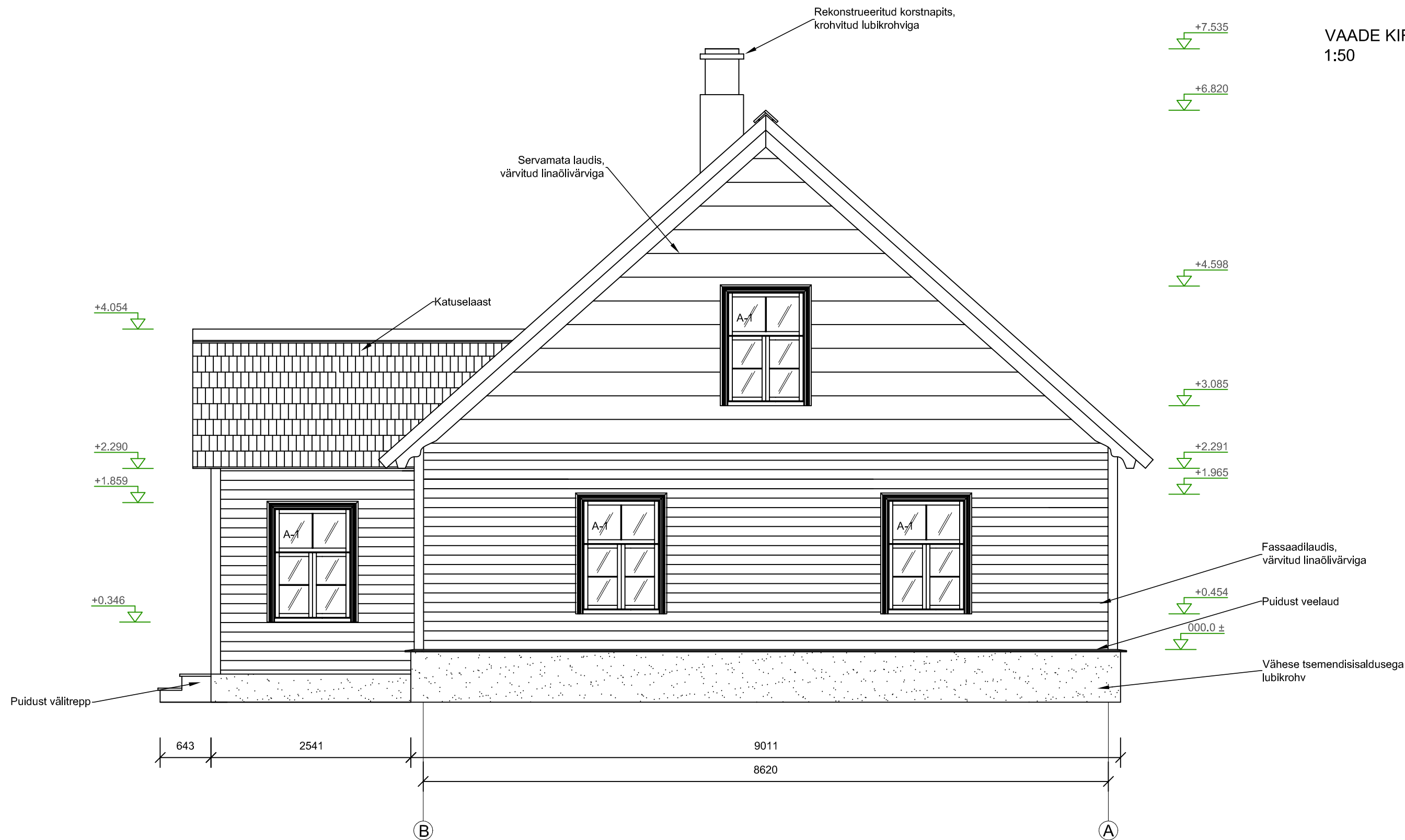
VAADE LOODEST  
1:50

TINGMÄRGID

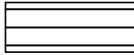
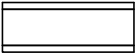
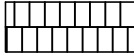
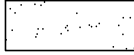

-  HORISONTAALNE FASSAADILAUDIS
-  KATUSESINDEL
-  VÄHESE TSEMENDISISALDUSEGA LUBIKROHV
-  KLAAS

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt
	Nimi	Allkiri	Kuupäev
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Joonise nimetus: Vaade loodest
Leht	Lehti	Mõõtkava	
8	30	1 : 50	

VAADE KIRDEST  
1:50

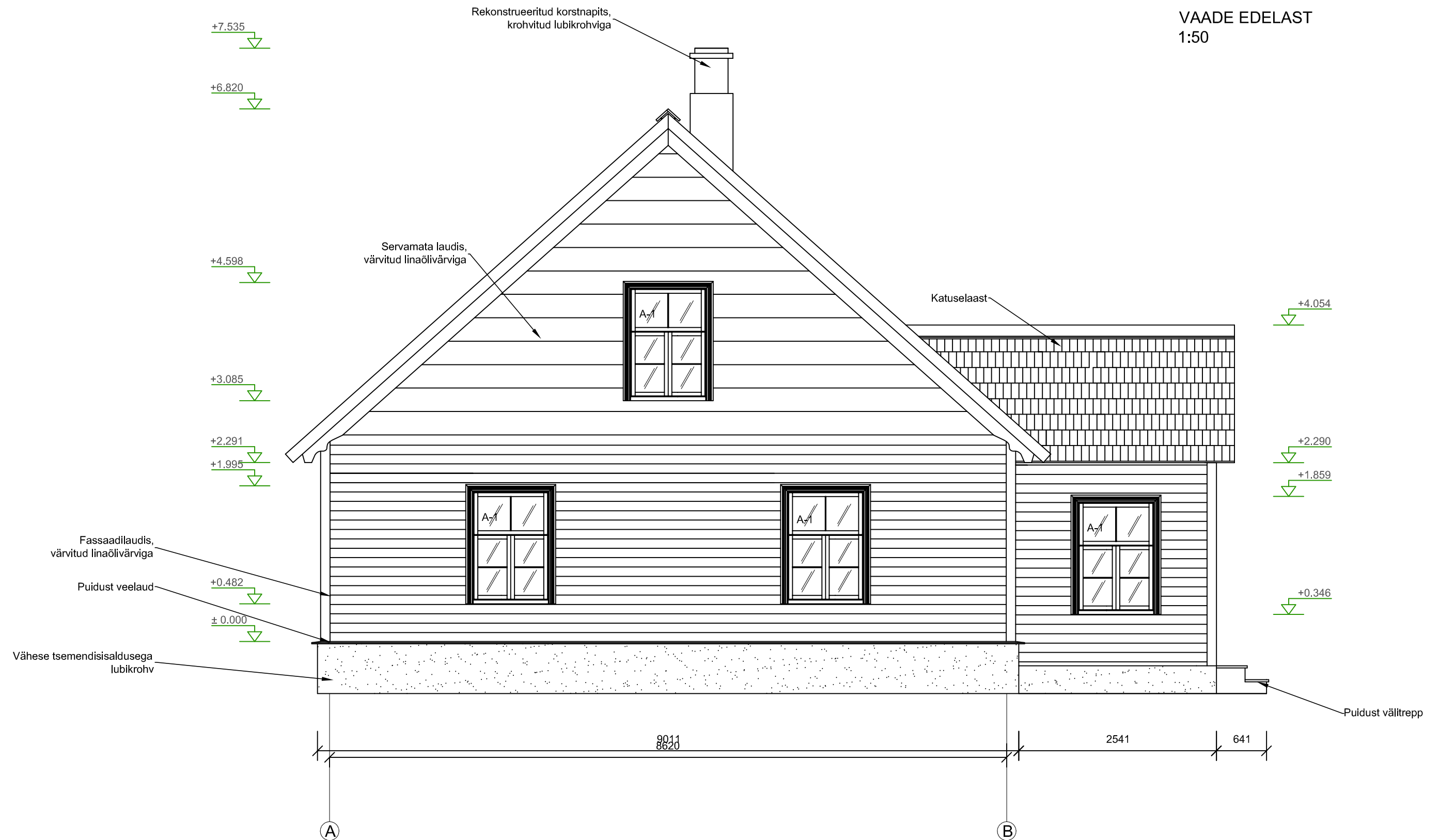


TINGMÄRGID

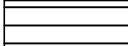
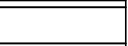

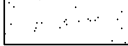
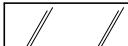
-  HORIZONTAALNE FASSAADILAUDIS
-  HORIZONTAALNE SERVAMATA FASSAADILAUDIS
-  KATUSESINDEL
-  VÄHESE TSEMENDISALDUSEGA LUBIKROHV
-  KLAAS

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Vaade kirdest	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 9	Lehti 30	Möötkava 1:50

VAADE EDELAST  
1:50

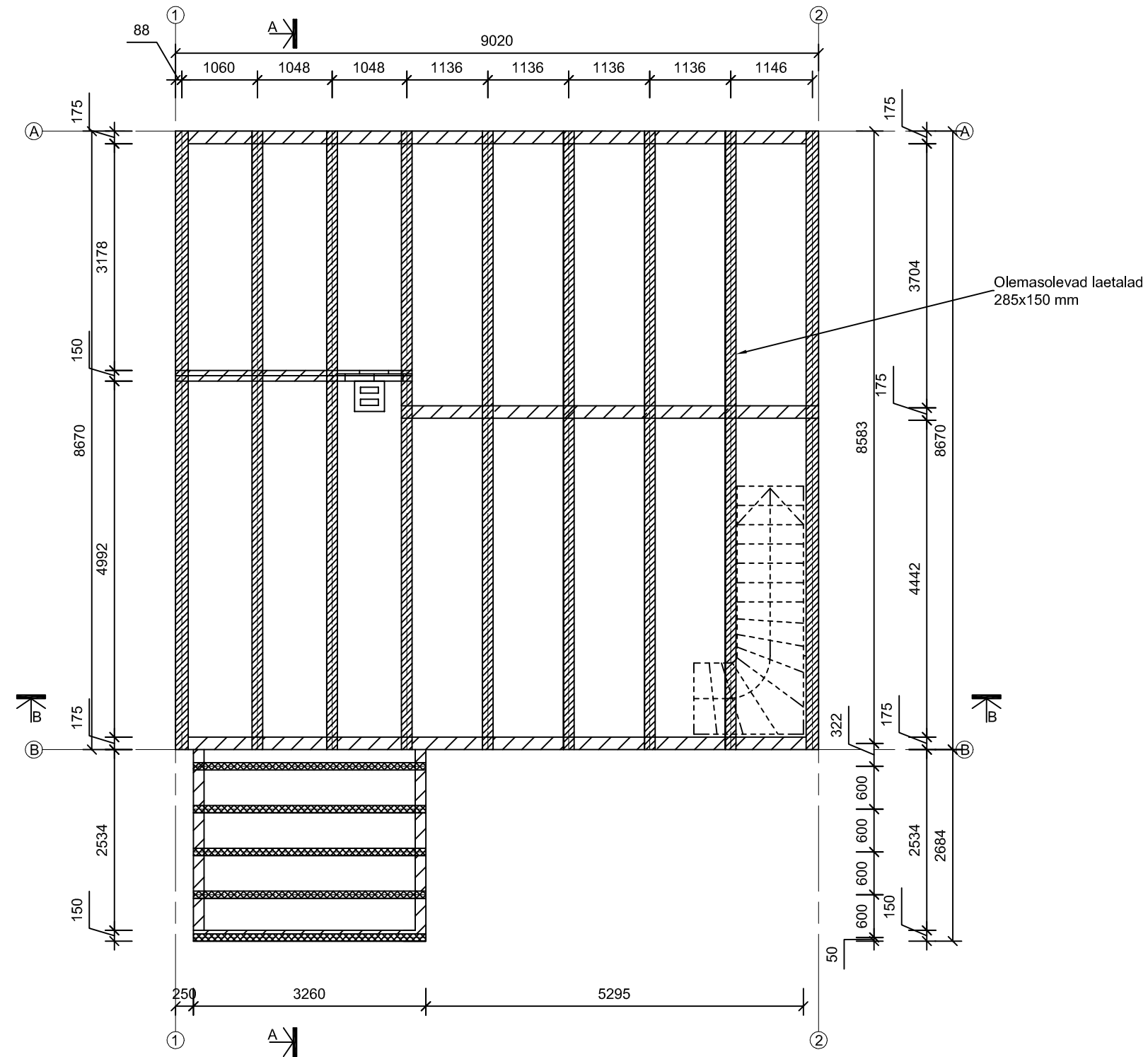


TINGMÄRGID

-  HORIZONTAALNE FASSAADILAUDIS
-  HORIZONTAALNE SERVAMATA FASSAADILAUDIS
-  KATUSESINDEL
-  VÄHESE TSEMENDISALDUSEGA LUBIKROHV
-  KLAAS

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Vaade edelast	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 10	Lehti 30	Möötkava 1 : 50

VAHELAETALADE PLAAN  
1:75



TINGMÄRGID

- 1. KORRUSE KANDVAD SEINAD
- OLEMASOLEVAD VAHELAETALAD
- UUED VAHELAETALAD

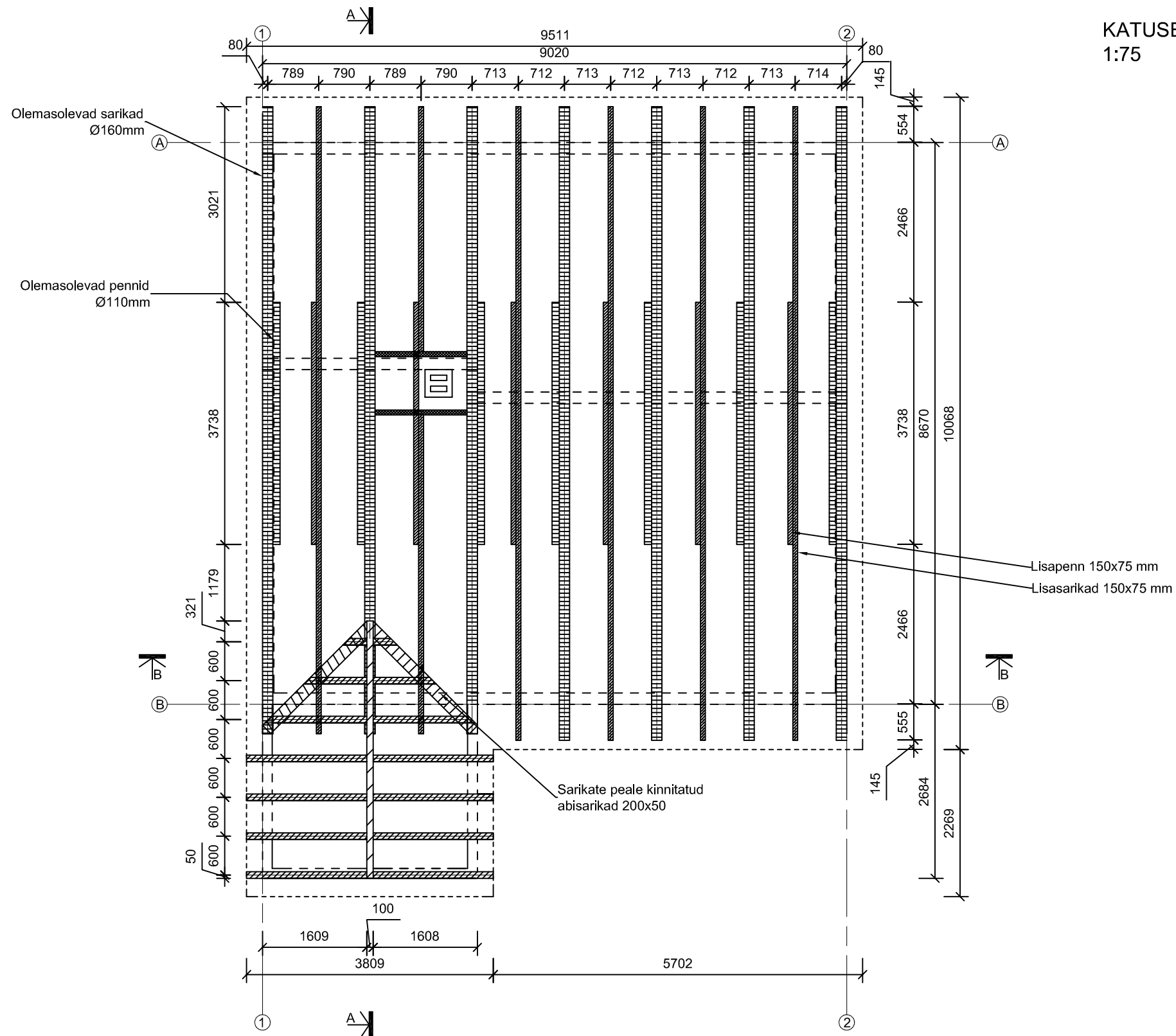
MÄRKUSED:

- Piirdekonstruktsioonide lõiked on toodud välja joonisel 18
- Põhikehandi laetalad on kõik olemasolevad
- Laetalasid ei ole vekseldatud


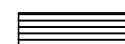

<b>Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž</b>			Töö pealkiri: <b>Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt</b>		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Vahelaetalade plaan	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
<b>Säästva Tehnoloogia Õppetool</b>				Leht 11	Lehti 30
				Mõõtkava 1 : 75	



KATUSESARIKATE PLAAN  
1:75



TINGMÄRGID

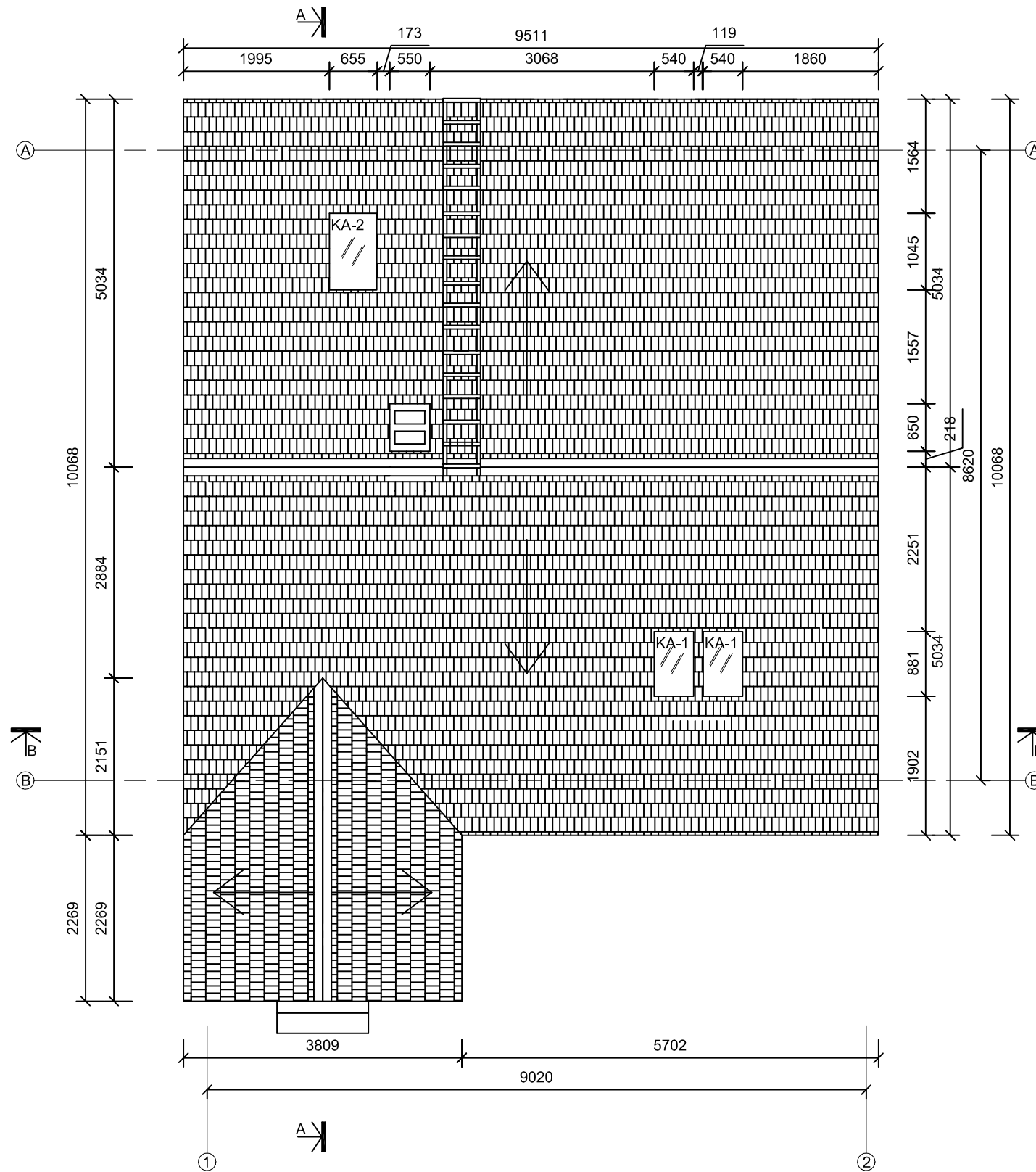
-  UUED SARIKAD JA PENNID
-  OLEMASOLEVAD SARIKAD JA PENNID
-  VEKSELSARIKAS

MÄRKUSED:

- Piirdekonstruktsioonide lõiked on toodud välja joonisel 18;
- Põhikehandi olemasolevad sarikad on ümarpalgid Ø160mm ning pennideks on tahatud palgid ristlõikega 160x110mm;
- Põhikehandile lisatavad sarikad ja pennid on ristlõikega 150x75 mm, puidu tugevusklassiga C22;
- Eeskoja sarikad on ristlõikega 100x50 mm

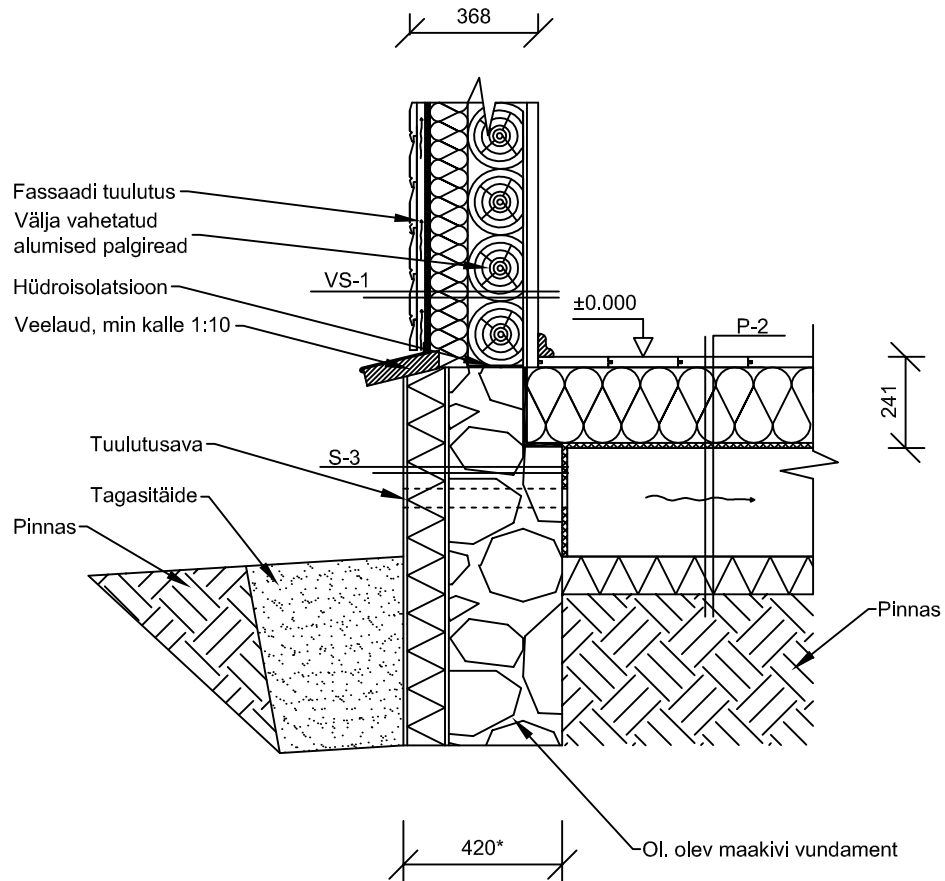
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Katusesarikate plaan	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 12	Lehti 30	Mõõtkava 1:75

1. KATUSE PLAAN  
1:75



Märkused:  
Katusekattematerjaliks on kolmekordne okaspuidust sindel

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Katuse plaan	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 13	Lehti 30	Möötkava 1 : 75



S-3

- Vähesse tsemendisisaldusega lubikrohv
- XPS jäik soojustus Styrofoam 100mm
- Tasanduskrohv
- Olemasolev maakividest vundament
- Mineraalvillast tuuletõkkeplaat, 13mm

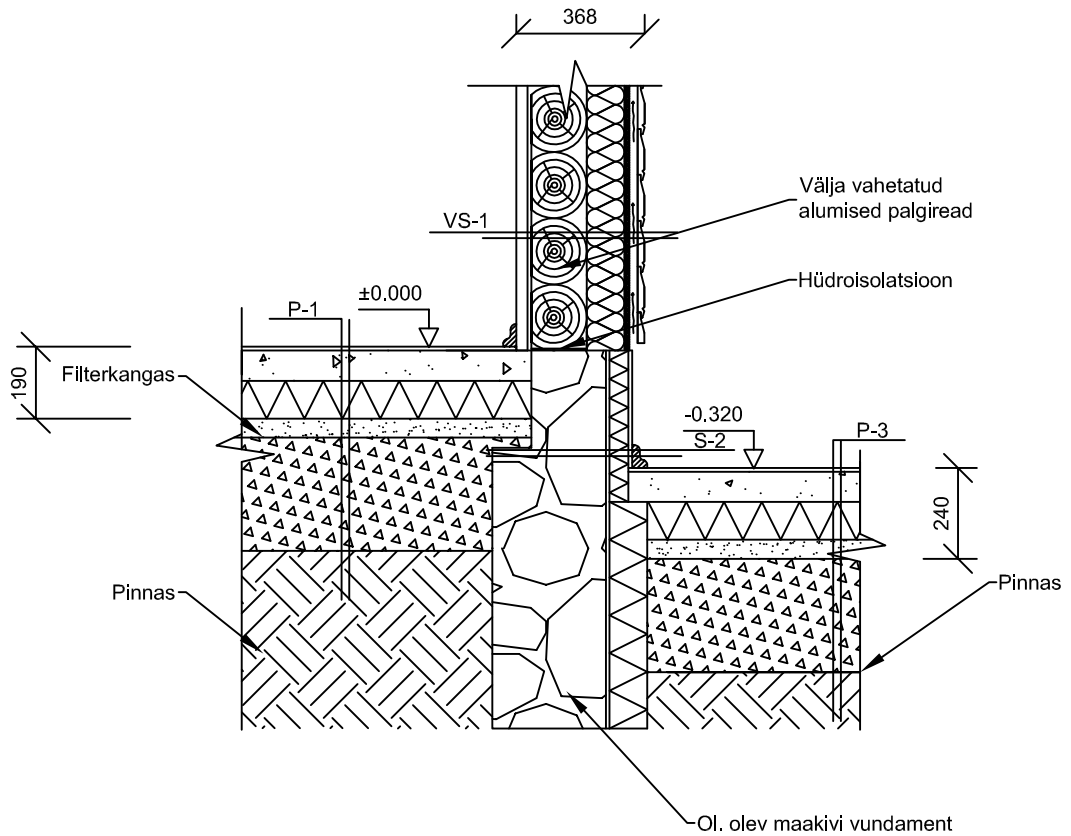
P-2

- Pinnas
- XPS soojustus Styrofoam 100mm
- Õhkvahe 300mm
- Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
- Mineraalvill 250mm/ olemasolev põrandatalad 250x150mm
- Ehituspaber
- Põrandalaud, 28mm (restaureeritav)

VS-1

- Fassaadilaudis 18mm
- Distsantsliist, 22x50mm
- Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
- Mineraalvill 100mm/vertikaalsed puitroovid 100x50mm
- Olemasolev palksein, Ø175mm
- Roomatt 10mm
- Lubikrohv 30mm

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Sõlm 1		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015	Leht 14		
Säästva Tehnoloogia Õppetool						



- P-1**
- Põrandakivid
  - Armeeritud betoonpõrand, põrandaküte
  - XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm
  - Tihendatud liivakiht 50mm
  - Filterkangas
  - Kruus
  - Olemasolev pinnas

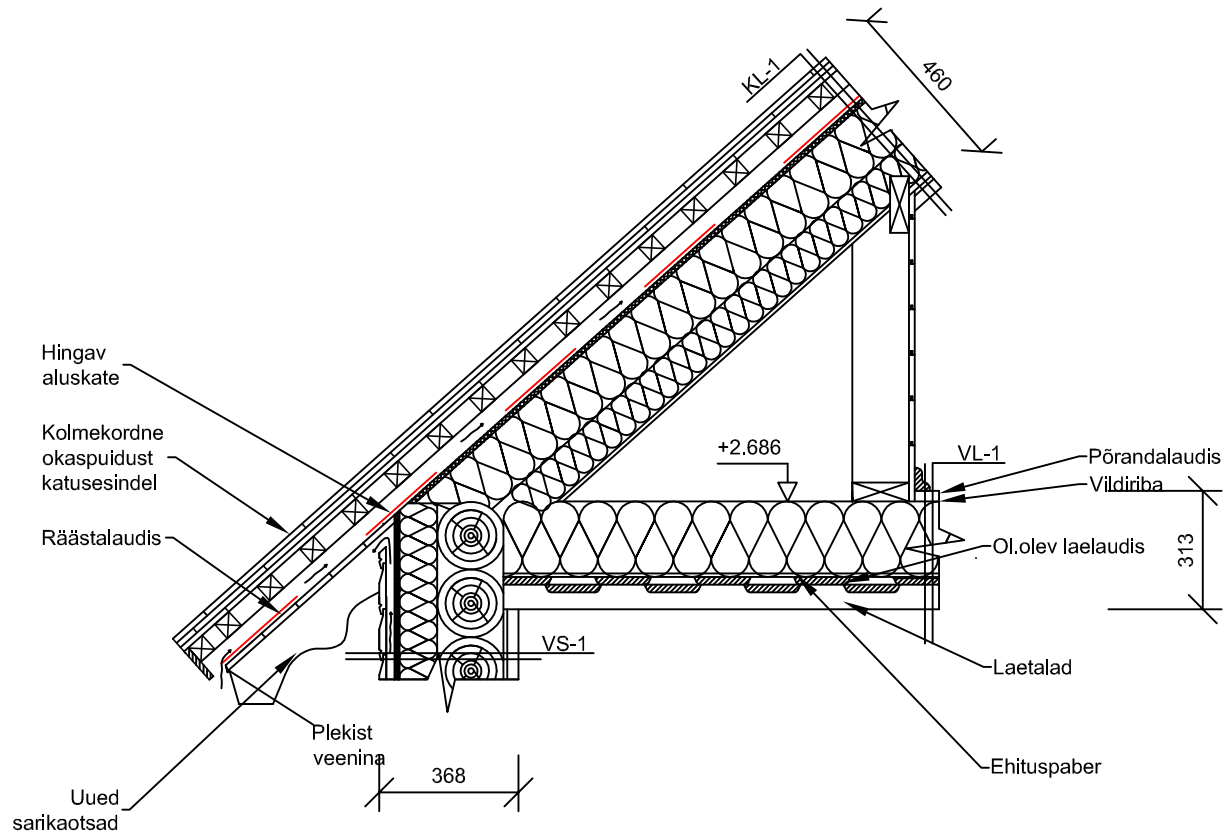
- P-3**
- Põrandakivid
  - Armeeritud betoonpõrand
  - XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm
  - Tihendatud liivakiht 50mm
  - Filterkangas
  - Kruus
  - Olemasolev pinnas

- S-2**
- Vähesese tsemendisisaldusega lubikrohv
  - XPS jäik soojustusplaat Styrofoam 50mm
  - Tasanduskrohv
  - Olemasolev maakivist sokkel
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm

- VS-1**
- Fassaadilaudis 18mm
  - Distantsslist, 22x50 mm
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13 mm
  - Mineraalvill roovide vahel, 100 mm/vertikaalsed puitroovid, 100x50mm, s=600mm
  - Olemasolev palksein, Ø175 mm
  - Roomatt
  - Lubikrohv

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Sõlm 2		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015	Leht	Lehti	Mõõtkava
Säästva Tehnoloogia Õppetool				15	30	1 : 20

SÕLM 3  
1:20



VL-1

- Põrandalaud 28mm
- Vildiriba laetalade ja põrandalaudise vahel
- Olemasolevad laetalad 285x150mm/
- Mineraalvill laetalade vahel, 100mm
- Ehituspaber
- Olemasolev laelaudis, restaureeritud

VS-1

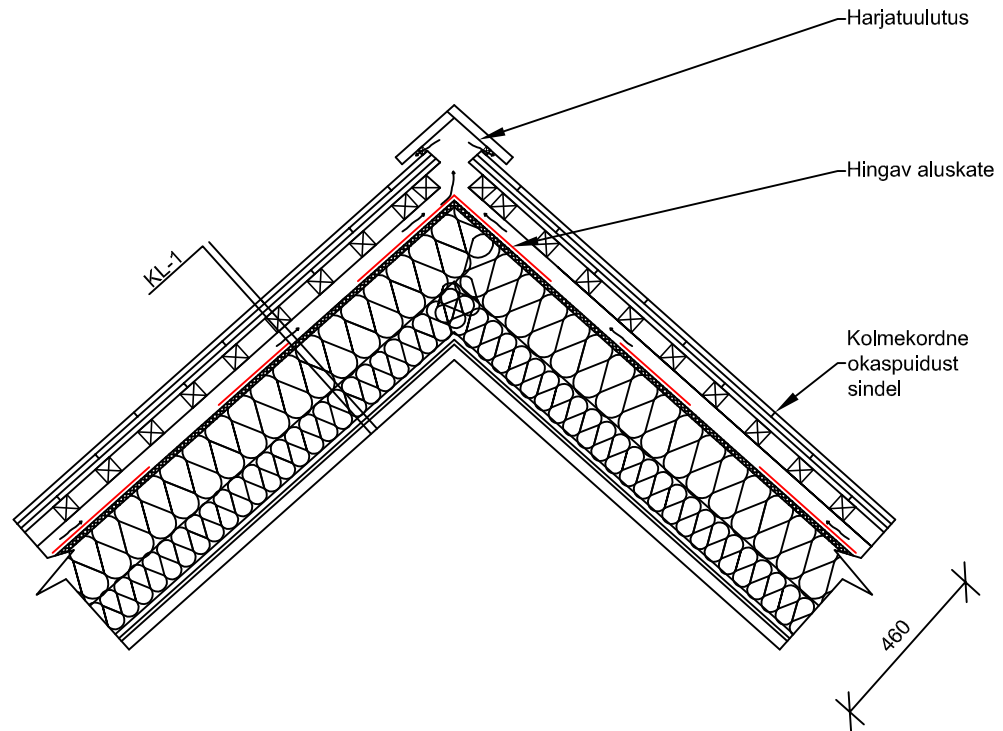
- Fassaadilaudis 18mm
- Distantssliist. 22x50mm
- Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
- Mineraalvill 100mm/vertikaalsed puitroovid 100x50mm
- Olemasolev palksein, Ø175mm
- Roomatt 10mm
- Lubikrohv 30mm

KL-1

- Katusesindel, kolmekordne, okaspuidust
- Puitroovid 50x50mm, s=150mm
- Puidust distantssliist 50x50mm
- Hingav aluskate
- Mineraalvillast tuuletõkkeplaat sarikate vahel
- Mineraalvill 150mm/Olemasolevad katusesarikad Ø160mm ja uued sarikad 150x75 mm
- Mineraalvill 100mm/ Risti kinnitatud puitroovid, 100x50mm
- Aurutõke
- Laudis 15mm
- Roomatt
- Lubikrohv

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Sõlm 3		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015	Leht	Lehti	Mõõtkava
Säästva Tehnoloogia Õppetool				16	30	1 : 20

SÕLM 4  
1:20

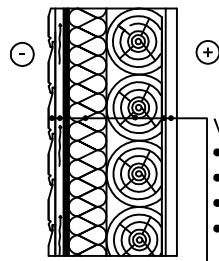


KL-1

- Katusesindel, kolmekordne, okaspuidust
- Puitroovid 50x50mm, s=150mm
- Puidust distantssliist 50x50mm
- Hingav aluskate
- Mineraalvillast tuuletõkkeplaat sarikate vahel
- Mineraalvill 150mm/Olemasolevad katusesarikad Ø160mm ja uued sarikad 150x75 mm
- Mineraalvill 100mm/ Risti kinnitatud puitroovid, 100x50mm
- Aurutõke
- Laudis 15mm
- Roomatt
- Lubikrohv

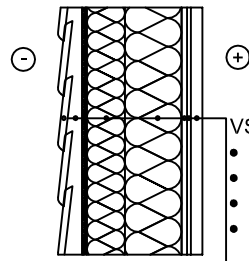
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
				Joonise nimetus: Sõlm 4		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev			
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015			
Säästva Tehnoloogia Õppetool				Leht	Lehti	Möötkava
				17	30	1 : 20

VÄLISSEIN 1  
U=0,22 W/(m²K)



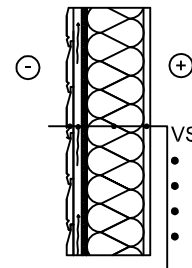
- VS-1
- Voodrilaud
  - Puidust distantssliist 22x50mm
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
  - Mineraalvill 100mm/  
puitroovid 50x100mm.
  - Olemasolev palksein Ø175mm
  - Roomatt
  - Savikrohv

VÄLISSEIN 2  
U=0,16 W/(m²K)



- VS-2
- Servamata laud
  - Puidust distantssliist 22x50mm
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
  - Mineraalvill 100mm/  
puitroovid 50x100mm. s=600mm
  - Mineraalvill 150mm/  
puitkarkass 50x150mm, s=600mm
  - Horisontaalne laudis 15mm
  - Roomatt
  - Lubikrohv

VÄLISSEIN 3



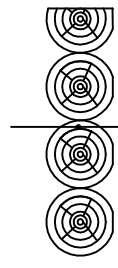
- VS-3
- Voodrilaud
  - Puidust distantssliist 22x50mm
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
  - Mineraalvill 150mm/  
Puitkarkass 50x150mm, s=600mm
  - Aurutõke
  - Sisevoodrilaud

SISESEINAD 1 JA 3



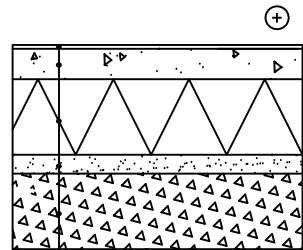
- SS-1/SS-3
- Olemasolev puhastatud palksein

SISESEINAD 2 JA 4



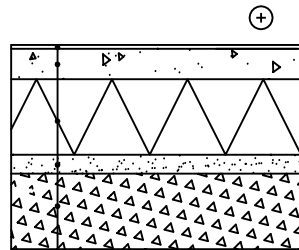
- SS-2/SS-4
- Olemasolev puhastatud palksein
  - Märgruumi poolt palgid töödeldud niiskuskindla vahendiga

PÕRAND 1  
U=0,15 W/(m²K)



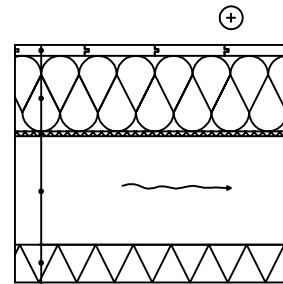
- P-1
- Põrandakivi
  - Armeeritud betoonpõrand 80mm, põrandaküte
  - XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm
  - Filterkangas
  - Kruus
  - Olemasolev pinnas

PÕRAND 2  
U=0,15 W/(m²K)



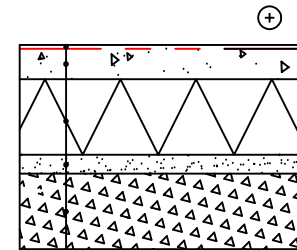
- P-3
- Põrandakivi
  - Armeeritud betoonpõrand 80mm
  - XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm
  - Tihendatud liivakiht 50mm
  - Filterkangas
  - Kruus
  - Olemasolev pinnas

PÕRAND 3  
U=0,15 W/(m²K)



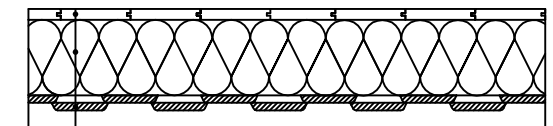
- P-2
- Olemasolev põrandalaud, restaureeritud
  - Mineraalvill 285mm/  
Olemasolevad põrandalaud  
285x150mm
  - Mineraalvillast tuuletõkkeplaat 13mm
  - Õhkvahe>300mm
  - XPS jäik soojustus Styrofoam 100mm
  - Olemasolev pinnas

PÕRAND 4  
U=0,15 W/(m²K)



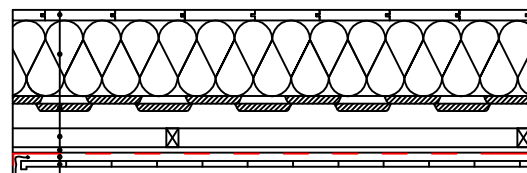
- P-3
- Põrandakivi
  - Hüdroisolatsioon
  - Armeeritud betoonpõrand 80mm
  - XPS jäik soojustus Styrofoam 200mm
  - Tihendatud liivakiht 50mm
  - Filterkangas
  - Kruus
  - Olemasolev pinnas

VAHELAGI 1



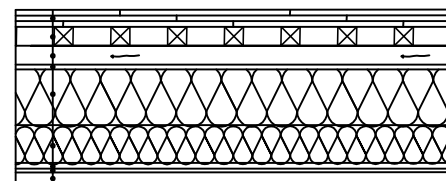
- VL-1
- Põrandalaud 28mm
  - Vildiriba talade peal
  - Mineraalvill 100mm/  
Olemasolevad laetalad 285x150mm
  - Ehituspaber
  - Olemasolev laelaudis, restaureeritud

VAHELAGI 3



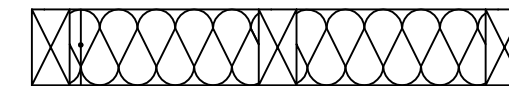
- VL-3
- Põrandalaud 28mm
  - Vildiriba talade peal
  - Mineraalvill 100mm/  
Olemasolevad laetalad 285x150mm
  - Ehituspaber
  - Olemasolev laelaudis, restaureeritud
  - Lisaretkad 50x32mm
  - Laudis
  - Aurutõke
  - Õhkvahe
  - Laelaudis

KATUSLAGI 1  
U=0,16 W/(m²K)



- KL-1
- Katusesindel, kolmekihiline, okaspuidust
  - Puitroov 50x50mm, s=150mm
  - Puidust distantssliist 50x50mm
  - Hingav aluskate
  - Tuuletõkkeplaat, sarikate vahel
  - Mineraalvill 150mm/Sarikad Ø160mm või 150x75mm
  - Mineraalvill 100mm/Ristroovid 50x100mm
  - Aurutõke
  - Laudis
  - Roomatt
  - Lubikrohv

VAHELAGI 2



- VL-2
- Mineraalvill 200mm/laetalad 50x200mm
  - Sisevoodrilauad 18mm

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž

Töö pealkiri:

Vana-Raukase talu rekonstrueerimise  
arhitektuurne eelprojekt

	Nimi	Allkiri	Kuupäev
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015

Joonise nimetus:

Piirdekonstruktsioonide lõiked

Säästva Tehnoloogia Õppetool

Leht  
18

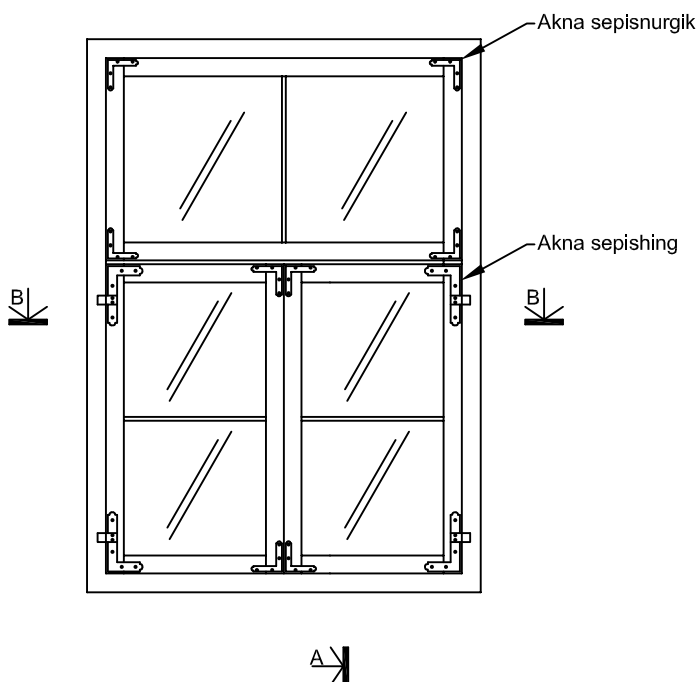
Lehti  
30

Mõõtkava  
1 : 20

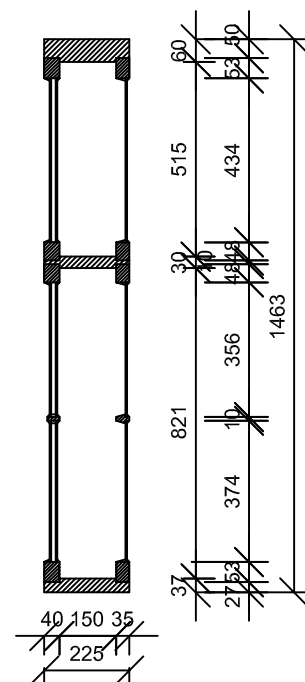
TÄHIS	KOGUS	ESKIIS	MÄRKUSED	AVA MÕÕTMED (mm)	
A-1	10		<ul style="list-style-type: none"> <li>• UUS MÄNNIPUIDUST KAHE-RAAMNE PUITAKEN</li> <li>• SEPISEDETAILID LAHENDUS ON ANTUD JOONISEL 22</li> <li>• AKNAD VÄRVITAKSE LINAÖLIVÄRVIGA VÄLJAST VALGEKS JA SEEST NATURAALSEKS</li> <li>• AKNA LAHENDUS ON ESITATUD JOONISEL 20</li> </ul>	1050 x 1470	
A-2	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• UUS MÄNNIPUIDUST KAHE-RAAMNE PUITAKEN</li> <li>• SEPISEDETAILID LAHENDUS ON ANTUD JOONISEL 22</li> <li>• AKNAD VÄRVITAKSE LINAÖLIVÄRVIGA VÄLJAST VALGEKS JA SEEST NATURAALSEKS</li> <li>• AKNA LAHENDUS ON ESITATUD JOONISEL 20</li> </ul>	520 x 1570	
KA-1	2		<ul style="list-style-type: none"> <li>• KATUSEAKEN ROTO Q-4 U=1,0 W/(m²K)</li> <li>• KATUSEAKEN PAIGALDATAKSE VASTAVA TOOTJA JUHENDITE JÄRGI</li> </ul>	550 x 980	
KA-2	1		<ul style="list-style-type: none"> <li>• KATUSEAKEN ROTO Q-4 U=1,0 W/(m²K)</li> <li>• KATUSEAKEN PAIGALDATAKSE VASTAVA TOOTJA JUHENDITE JÄRGI</li> </ul>	650 x 1180	
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Akende eksplikatsioon	
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015		
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 19	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 50



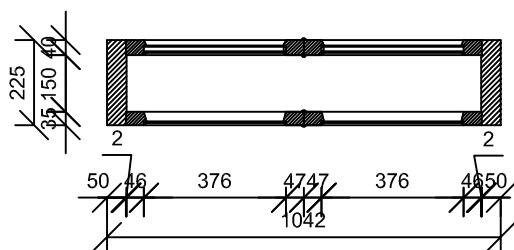
VAADE VÄLJAST



LÕIGE A-A



LÕIGE B-B



## MÄRKUSED:

Enne akende valmistamist, tuleb üle kontrollida avade mõõtmed.

Raami ja lengi materjalina kasutada okaspuitu

Kaheraamne lihtaken, nii sise- kui ka välisraam on avatavad. Ülemised kaks aknaruutu asuvad eraldi raamis.

Välimine raam avaneb keskelt välja poole, sisemine raam keskelt sisse poole ning ülemine aknaraam avaneb ripptiivana

Välisraamis on 4mm kirkasklaas, siseraamis on kahekordne klaaspakett (4mm kirkasklaas+ 12mm õhkvahe+ 4mm selektiiv kirkasklaas). Siseraamidele on paigaldatud silikoontihendid

Välisvärv- valge linaõlivärv

Sisevärv- naturaalne linaõli

Aknale paigaldatakse tsingitud terasest veeplekk

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž

Töö pealkiri:

Vana-Raukase talu rekonstrueerimise  
arhitektuurne eelprojekt

	Nimi	Allkiri	Kuupäev
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015
Juhendas	Maari Idnurm		27.05.2015

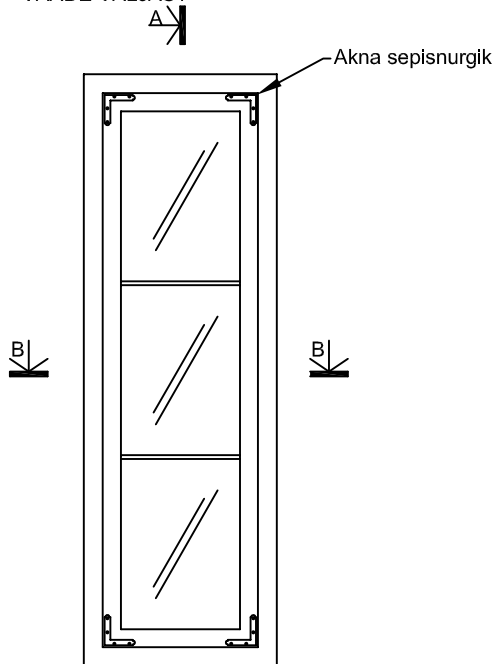
Joonise nimetus:

Aken A-1

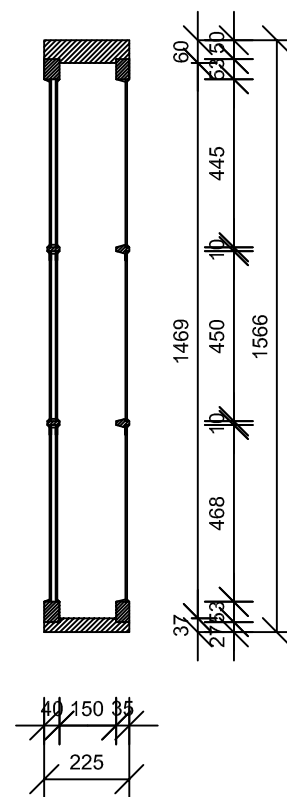
Säästva Tehnoloogia Õppetool

Leht  
20Lehti  
30Mõõtkava  
1 : 20

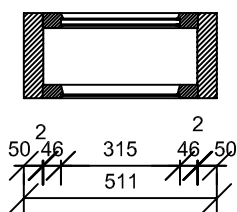
VAADE VÄLJAST



LÕIGE A-A



LÕIGE B-B



## MÄRKUSED:

Enne akende valmistamist, tuleb üle kontrollida avade mõõtmed.

Raami ja lengi materjalina kasutada okaspuitu

Kaheraamne lihtaken, nii sise- kui ka välisraam ei ole avatavad.

Välisraamis on 4mm kirkasklaas, siseraamis on kahekordne klaaspakett (4mm kirkasklaas+ 12mm õhkuvahe+ 4mm selektiiv kirkasklaas). Siseraamidele on paigaldatud sillikoontihendid

Välisvärv- valge linaõlivärv

Sisevärv- naturaalne linaõli

Aknale paigaldatatakse tsingitud terasest veepilek

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž

Töö pealkiri:

Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt

	Nimi	Allkiri	Kuupäev
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015
Juhendas	Maari Idnurm		27.05.2015

Joonise nimetus:

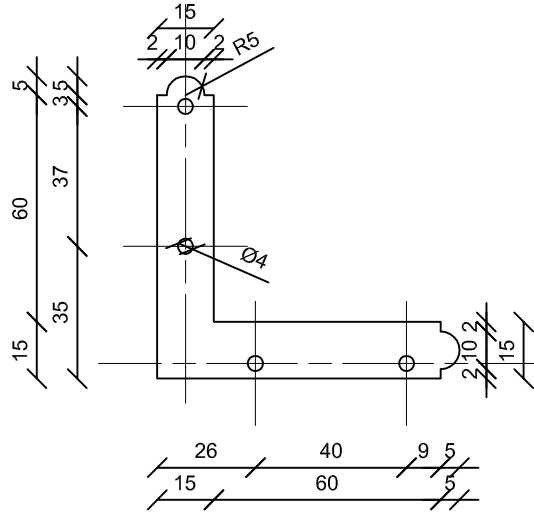
Aken A-2

Säästva Tehnoloogia Õppetool

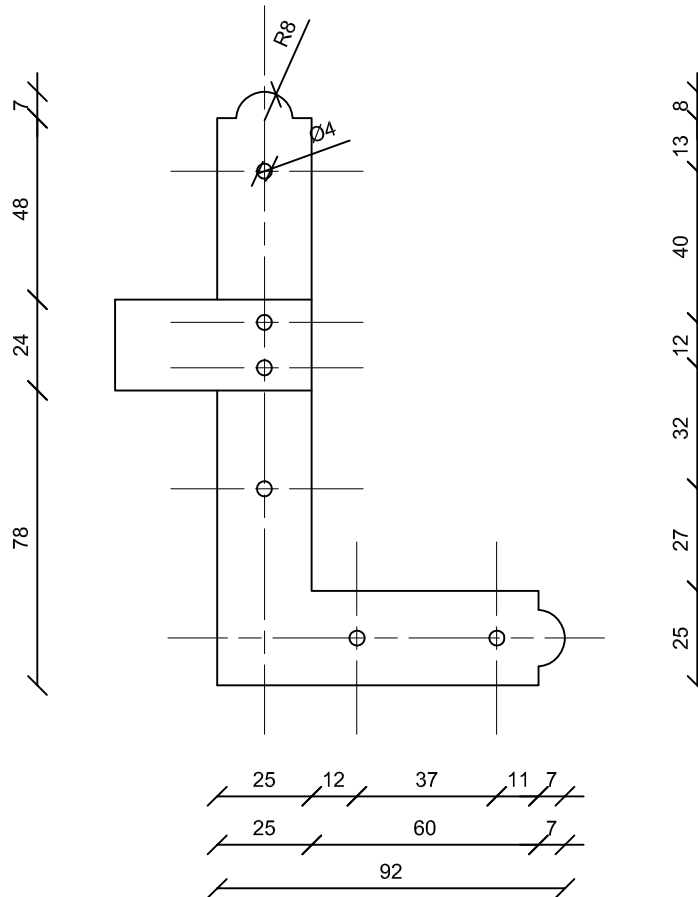
Leht  
21Lehti  
30Mõõtkava  
1 : 20

AKNA SEPISNURGIK

AKNA SEPISED  
1:2

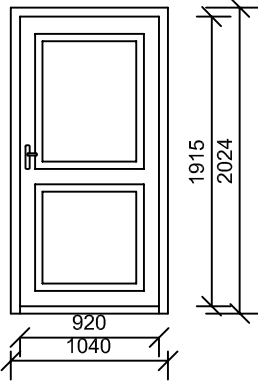


AKNA SEPIŠING



Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Akna sepised		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015			
Säästva Tehnoloogia Õppetool				Leht 22	Lehti 30	Möötkava 1:2

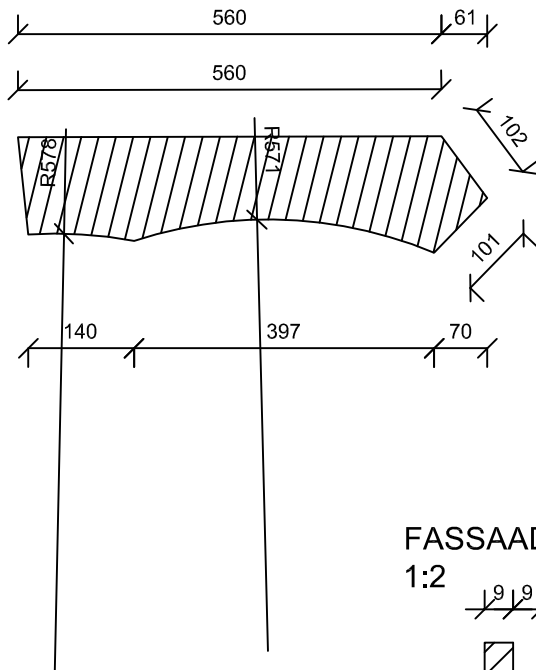
TÄHIS	KOGUS	ESKIIS	AVA MÕÕTMED (mm)
VU	1		1080 x 2095
SU-2	1		1080 x 2095
SU-2	1		1040 x 2054
SU-3	1		900 x 2000
		UUS UKS	
		UUS UKS	
		UUS UKS	
		RESTAUREERITAV UKS	
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž		Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt	
	Nimi	Allkiri	Kuupäev
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015
Säästva Tehnoloogia Õppetool		Leht 23	Leht 30
		Mõõtkava 1 : 50	

TÄHIS	KOGUS	ESKIIS	AVA MÕÕTMED (mm)
SU-4	1	 <p>RESTAUREERITAV UKS</p>	1040 x 2024

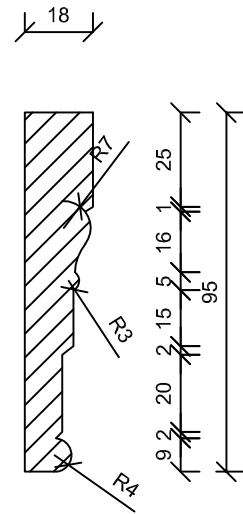
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Uste eksplikatsioon		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015			
Säästva Tehnoloogia Õppetool				Leht 24	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 50

PUITDETAILID  
1:10

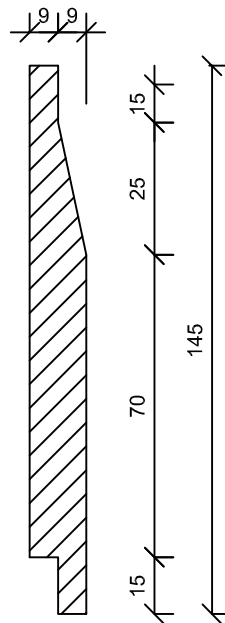
SARIKAOTS  
1:10



AKNA JA UKSE PIIRDELAUD  
1:2



FASSAADILAUD  
1:2



Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž				Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Joonise nimetus: Puitdetailid		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015			
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015			
Säästva Tehnoloogia Õppetool				Leht 25	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 10

OLEMASOLEV OLUKORD  
1. KORRUSE PLAAN  
1:100



SARIKAOTSAD ON PEHKINUD  
SARIKAOTSAD MAHA  
SAAGIDA, VAJADUSEL  
PROTEESIDA



SAHVRI AKEN ON AJALOOSELISLT OLNUD SAMA KUJUGA  
TEHA UUS SARNANE AKEN TEISTE  
AKENDEGA, GABARIIDID JÄTTA SAMAKS



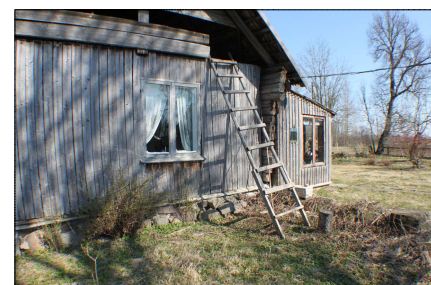
ALUMISED 4 PALGIRIDA ON PEHKINUD  
PALGID ASENDADA



VUNDAMENDI NURGAKIVI ON VAJUNUD VÄLJA  
STABILISEERIDA VUNDAMENT



VUNDAMENT ON KESKELT LÄBI  
VAJUNUD  
VUNDAMENT TULEB UUESTI  
LADUDA JA ALUMISED PALGIREAD  
ASENDADA



UUS AKNAAVA KÖÖGIS  
TEHA TEISTE AKENDEGA  
SARNANE UUS AKEN



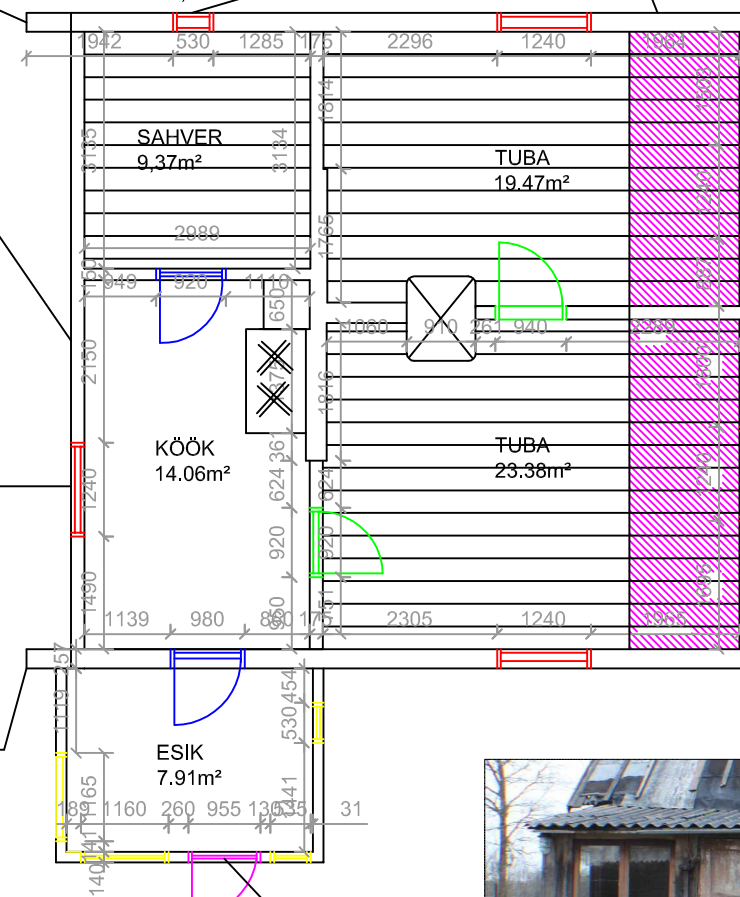
SEINAD ON VAJUNUD  
SEINADELE PAIGUTADA  
SIRUTUSPUUD



UUED AKNAD ON TÖSTETUD KAKS PALGIRIDA KÕRGEMALE  
UUED AKNAD ASENDADA VANADE AKENDE  
KOOPIATEGA JA PAIGALDADA VANALE KÕRGUSELE.



ESIKU AKNAD JA UKS EI OLE ALGUPÄRASED, TREPP ON AMORTISEERUNUD,  
EHITADA UUS, HOONEGA SOBIV, ESIK

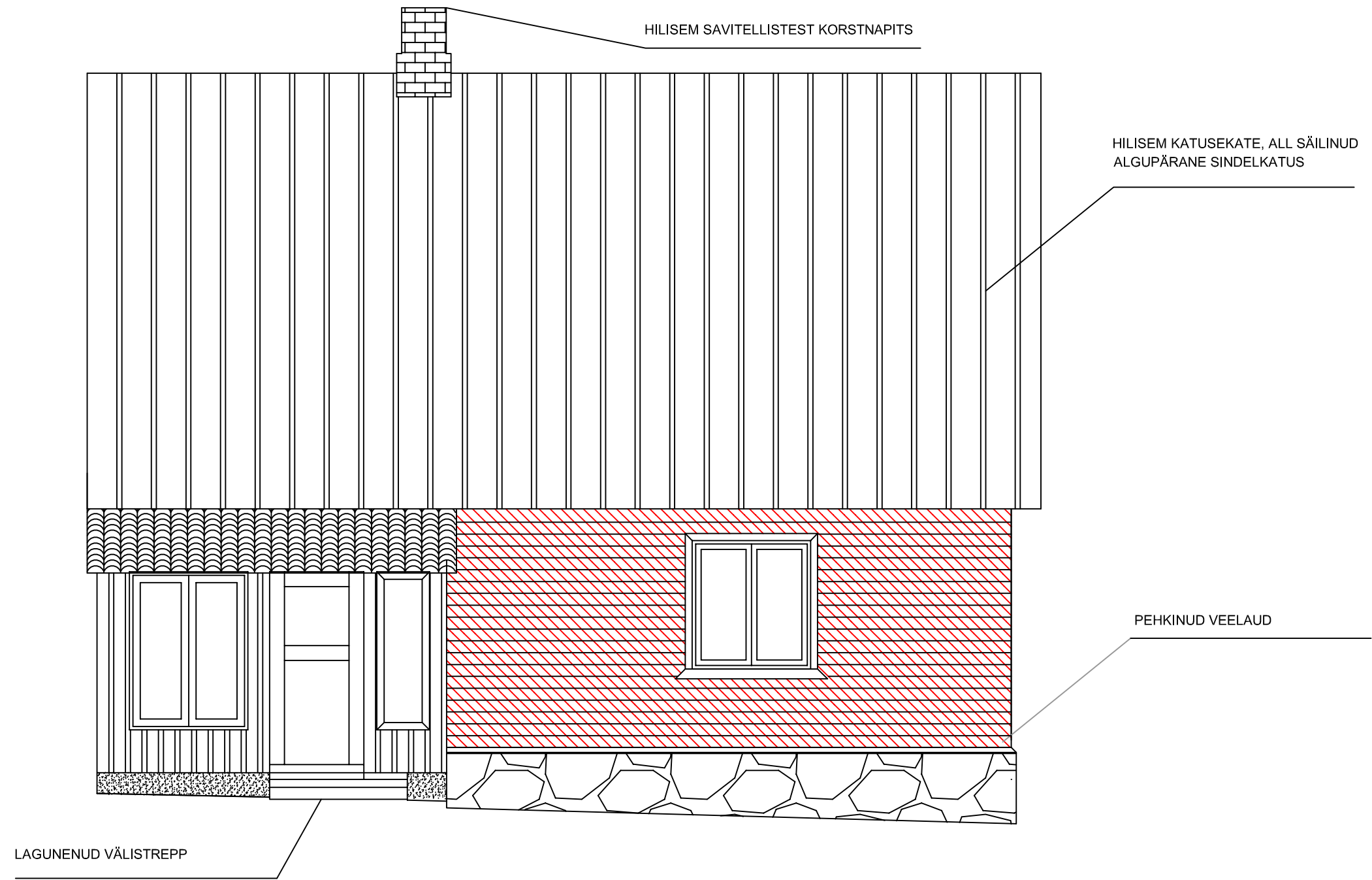


TINGMÄRGID:

- VÄLJA VAHETATUD AKEN, ASENDADA ALGUPÄRASE AKNA KOOPIAGA
- ESIKU AKNAD, ASENDADA UUTE AKENDEGA, MIS SOBIKSID MAJA STIILIGA
- ALGUPÄRANE UKS, RESTAUREERIDA
- VÄLJA VAHETATUD UKS, ASENDADA RESTAUREERITAVATE USTEGA SAMAS STIILIS UKSEGA
- EESKOJA UKS, ASENDADA UUE VÄLISUKSEGA, MILLE STIIL SOBIKS KOKKU ÜLEJÄÄNUD HOONEGA
- ALGUPÄRANE LAUDPÖRAND
- LÄBI VAJUNUD ALGUPÄRANE LAUDPÖRAND

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri:		
			Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
Koostas	Maarja Allmaa		Kuupäev	27.05.2015	Joonise nimetus:
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		Olemasolev olukord, 1. korruse plaan
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht	Lehti	Mõõtkava
			26	30	1:100

OLEMASOLEV OLUKORD  
 VAADE KAGUST  
 1:50



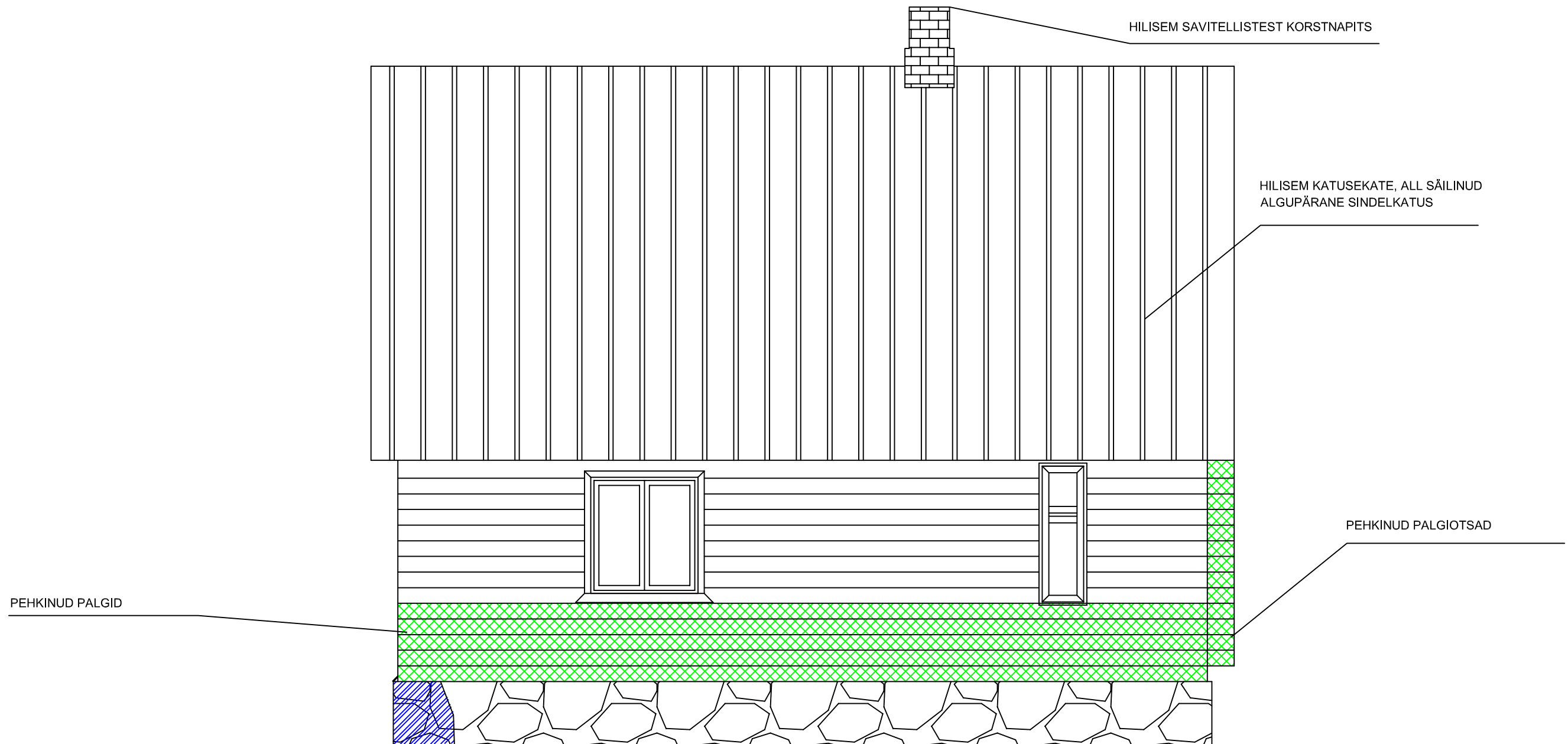
TINGMÄRGID

- PEHKINUD PALGID
- AMORTISEERUNUD FASAADILAUDIS
- VUNDAMENDIKAHJUSTUS

<b>Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž</b>			Töö pealkiri: <b>Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt</b>		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Olemasolev olukord, vaade kagust	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
<b>Säästva Tehnoloogia Õppetool</b>			Leht 27	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 50



OLEMASOLEV OLUKORD  
VAADE LOODEST  
1:50



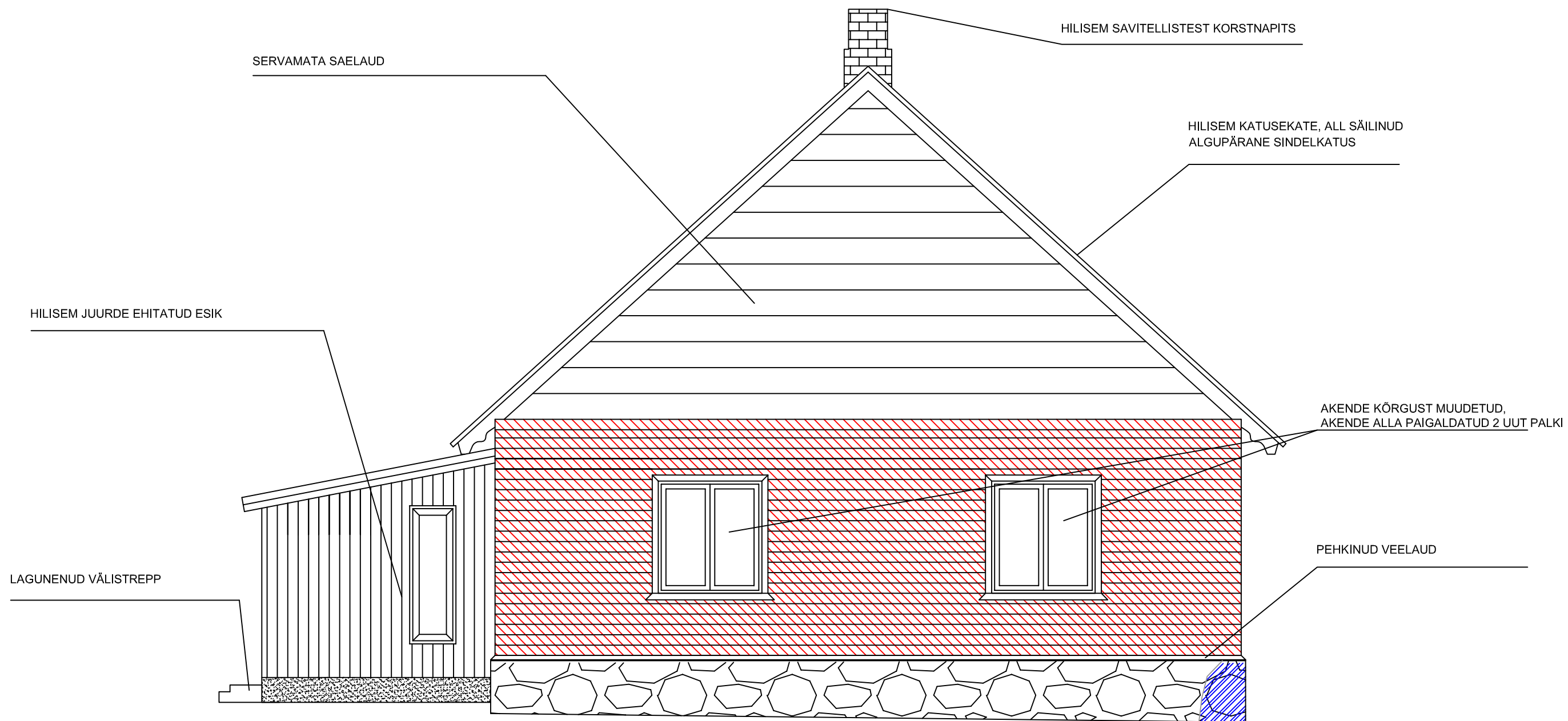
PEHKINUD PALGID

PEHKINUD PALGIOTSAD

- TINGMÄRGID
-  PEHKINUD PALGID
  -  AMORTISEERUNUD FASAADILAUDIS
  -  VUNDAMENDIKAHJUSTUS

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž			Töö pealkiri: Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Olemasolev olukord, vaade loodest	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
Säästva Tehnoloogia Õppetool			Leht 28	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 50

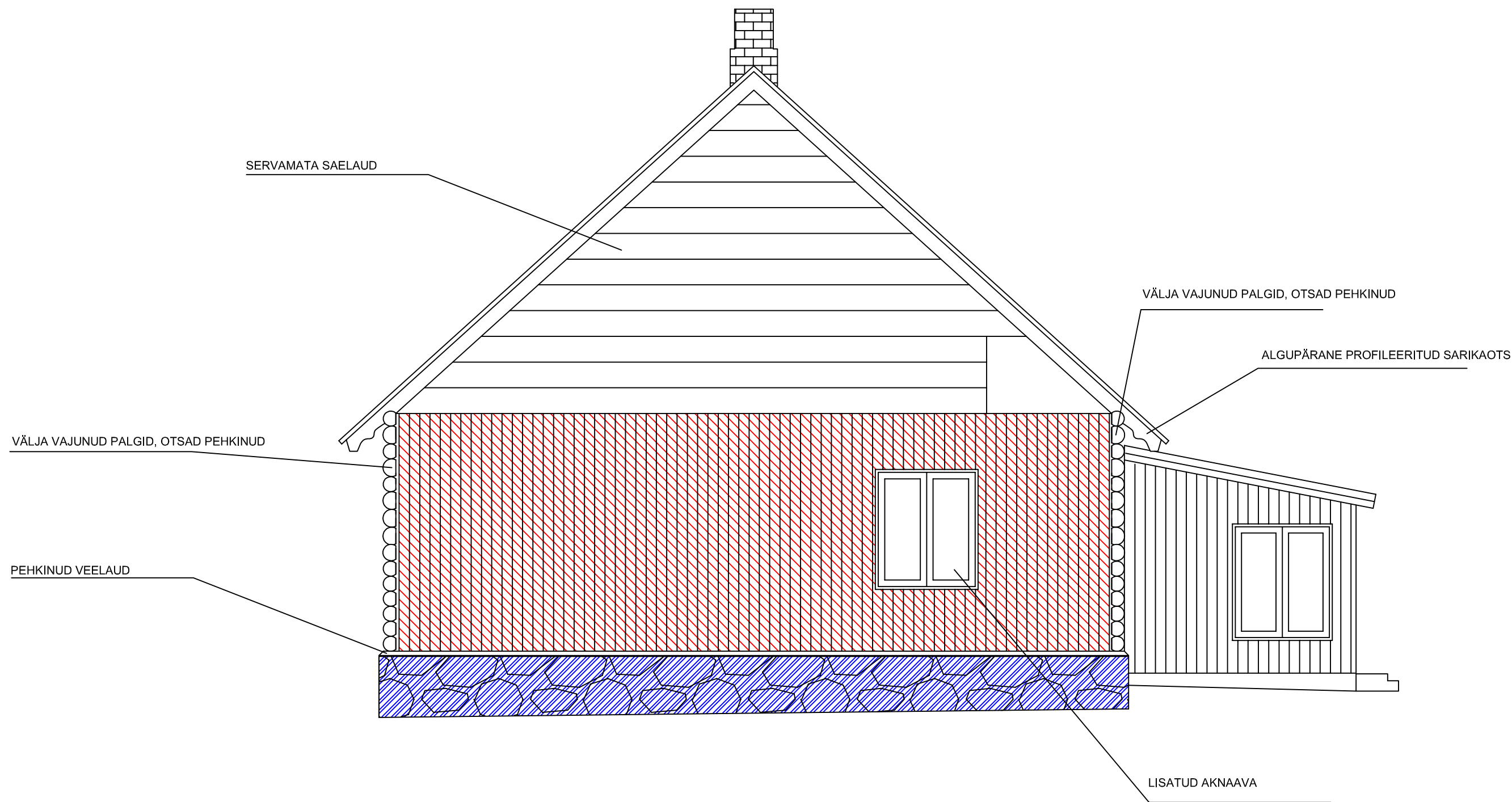
OLEMASOLEV OLUKORD  
VAADE KIRDEST  
1:50




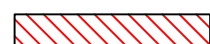
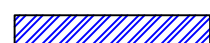
TINGMÄRGID

- PEHKINUD PALGID
- AMORTISEERUNUD FASAADILAUDIS
- VUNDAMENDIKAHJUSTUS

<b>Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž</b>			Töö pealkiri: <b>Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt</b>		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Olemasolev olukord, vaade kirdest	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
<b>Säästva Tehnoloogia Õppetool</b>			Leht 29	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 50



TINGMÄRGID

-  PEHKINUD PALGID
-  AMORTISEERUNUD FASAADILAUDIS
-  VUNDAMENDIKAHJUSTUS

<b>Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž</b>			Töö pealkiri: <b>Vana-Raukase talu rekonstrueerimise arhitektuurne eelprojekt</b>		
	Nimi	Allkiri	Kuupäev		
Koostas	Maarja Allmaa		27.05.2015	Joonise nimetus: Olemasolev olukord, vaade edelast	
Juhendas	Maari Idnum		27.05.2015		
<b>Säästva Tehnoloogia Õppetool</b>			Leht 30	Lehti 30	Mõõtkava 1 : 50