



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

INSENERITEADUSKOND

Virumaa Kolledž

Eramu kandekonstruksioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel

Detached house load-bearing calculations and price comparison in Estonia and
Finland

HOONETE E HITUSE ÖPPEKAVA RDBR06/11 LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Maria Uke

Üliõpilaskood: 166209 RDBR

Juhendaja: Galina Kadnikova, lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole keegi teine varem kutse-või teaduskraadi või inseneridiplomit taotlenud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

“27” mai 2021

Lõputöö autor: Maria Uke

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele.

“....” 2021

Juhendaja: Galina Kadnikova

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud “....” 2021

Kaitsmiskomisjoni esimees:

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS

Mina, Maria Uke (sünnikuupäev: 02.05.1983)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa enda loodud teose "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel", mille juhendaja on Galina Kadnikova;
 - 1.1 reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et ülaltoodud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

SISUKORD

EESSÕNA.....	8
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	9
SISSEJUHATUS.....	12
1. ÜLDANDMED JA E HITUSTINGIMUSED	13
1.1 ASENDIPLAAN	13
1.1.1 Käsitleva hoone lähteandmed.....	13
1.1.1 Antiteesi lähteandmed ja asukoht.....	13
1.1.2 Käsitleva hoone asukoha kirjeldus	14
1.1.3 Käsitleva kinnistu andmed	14
1.1.4 Käsitleva krundi reljeef ja vertikaalplaneering	14
1.1.5 Olemasolevad teed ja tänavad.....	15
1.2 E HITUSGEOLOOGILISED TINGIMUSED.....	15
1.3 TEHNILISED NÄITAJAD	17
2. ARHETIKTUUR	18
2.1 VIIMISTLUS	18
2.1.1 Välisviimistlus	18
2.1.2 Siseviimistlus.....	18
2.2 E HITUSKONSTRUKTSIOONID JA PINNAKATTED.....	18
2.2.1 Kaevetööd.....	18
2.2.2 Vundament	19
2.2.3 Välisseinad.....	19
2.2.4 Siseseinad	20
2.2.5 Vahelagi.....	20
2.2.6 Katus.....	20
2.2.7 Avatäited	20
2.2.8 Treppid.....	21
2.2.9 Päärdeaed (Põhiprojekt_AR_AR10)	21
2.3 HOONE KOMMUNIKATSIOONID.....	21
2.3.1 Küte.....	21
2.3.2 Ventilatsioon.....	21
2.3.3 Veevarustus ja kanalisatsioon	22
2.3.4 Valgustus	22
2.3.5 Sideväli- ja elektrivõrgud	22
3. KOORMUSED	24

3.1 LUMEKOORMUS	24
3.2 TUULEKOORMUS	26
3.2.1 Tuulekoormuse lähteandmed	28
3.2.2 Tuulekoormus seintele	28
3.2.3 Tuulekoormus katusele	29
3.3 OMAKAALUKOORMUSED	33
3.4 ALALISED KOORMUSED	34
3.4.1 Katuslae omakaalukoormus	34
3.4.2 Välisseina omakaalukoormus	35
3.4.3 Vahelae omakaalukoormus	37
3.5 KASUSKOORMUSED	38
3.6 KOORMUSTE TEISENDUSED	39
4. KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUS	40
4.1 MATERJALI OMADUSED	40
4.1.1 Normatiivsed omadused	40
4.1.2 Arvutuslikud omadused	40
4.2 KATUSESARIKAD. ARVUTUS KANDEPIIRSEISUNDIS	41
4.2.1 Materjali arvutuslikud omadused	41
4.2.2 Materjali paindetugevuse arvutuslikud omadused	41
4.2.3 Koormused katusesarikale	41
4.2.4 Osavarutegurid	42
4.2.5 Kombinatsioonitegurid	42
4.2.6 Kandepäärseisundi koormuskombinatsioonid	42
4.2.7 Katusesarika arvutusskeem	44
4.2.8 Sisejõud	44
4.2.9 Katusesarika kontrollarvutused	44
4.3 KATUSE HARJATALA	47
4.3.1 Harjatala lähteandmed	47
4.3.2 Harjatala materjali arvutuslikud omadused	47
4.3.3 Koormused harjatalal	47
4.3.4 Koormuskombinatsioon	47
4.3.5 Arvutusskeem ja toereaktsioonid	48
4.3.6 Harjatala kontrollarvutused	49
4.4 POST P1	51
4.4.1 Posti lähteandmed	51
4.4.2 Materjali arvutuslikud omadused	51
4.4.3 Posti arvutusskeem	53

4.4.4 Posti kontrollarvutused.....	53
4.4.5 Posti stabiilsuse kontroll.....	54
4.5 VAHELAETALA	55
4.5.1 Vahelaetala lähteandmed	55
4.5.2 Vahelaetala materjali omadused	55
4.5.3 Vahelaetala koormused.....	55
4.5.4 Vahelaetala arvutuskeem	56
4.5.5 Sisejõud.....	56
4.5.6 Vahelaetala kontrollarvutused	56
4.6 LIIDE	58
4.6.1 Lähteandmed.....	58
4.6.2 Liide kontrollarvutused	58
5. KOGUMAKSUMUSE ANALÜÜS JA VÕRDLOS	62
5.1 ÜLDINE STATISTIKA.....	62
5.2 TURUUURINGUD.....	63
5.2.1 Üürituru uuring.....	63
5.2.2 Kinnisvara ostu uuring	63
5.3 HINNAVÕRDLOS	63
5.4 SAADUD TULEMUSTEL PÕHINEV KOKKUVÕTTE.....	69
KOKKUVÕTE.....	70
SUMMARY	71
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	72
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU.....	74
TABELITE LOETELU	75

EESSÕNA

Lõputöö teema sõnastati autori algatusel.

Kolledžis õppides koostas autor eramu projekti. Lõputöös otsustati teha selle maja jaoks projekt, arvutada koormused ja võrrelda konkreetse eramu põhjal ehitusmaterjalide hindu Eestis ja Soomes.

Lõputöö ettevalmistamisel aitas juhendaja Galina Kadnikova oma ideede ja juhistega palju kaasa. Tänan teda innustamise, julgustuse, kiire reageerimise ja selge juhendamise eest.

Puitkarkassmaja, eramu, kandekonstruktsioonide arvutus, hinnavõrdlus, diplomitöö.

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

R_w – helipidavus, [dB]

U – soojusjuhtivus, [W/m^2K]

μ_i – lumekoormuse kujutegur;

s_k – normatiivne lumekoormus maapinnal, [kN/m^2]

C_e – avatustegur, Eestis 1,0

C_t – soojustegur, Eestis 1,0

α – katuse kaldenurk, [°]

s_k - lumekoormuse normsuurus, [kN/m^2]

μ_i - lumekoormuse kujutegur

s - lumekoormuse normsuurus, [kN/m^2]

s_d – lumekoormuse arvutuslik suurus, [kN/m^2]

γ_Q – muutuvkoormuse osavarutegur

γ_G – omakaalukoormuse osavarutegur

$q_p(z_e)$ – tippkiirusrõhk, [kN/m^2]

z_e – hoone tegelik kõrgus

z_e – siserõhu arvutuskõrgus

e, b - hoone pikkus, [m]

d - hoone laius, [m]

z - hoone kõrgus, [m]

w_e – välispindadele mõjuv tuulerõhk, [kN/m^2]

z_e – arvutuskõrgus, [m]

c_{pe} – välisrõhutegur

h - kõrgus, [m]

d - hoone külgliseina laius, [m]

w_i - sisepindadele mõjuv tuulerõhk, [kN/m^2]

w_{net} - netorõhk tuulekoormus

s – materjali samm, [mm]

g_k - normatiivne omakaalukoormus, [kN/m^2]

g_d - arvutuslik omakaalukoormus, [kN/m^2]

p_k - normatiivne joonkoormus, [kN/m]

p_d - arvutuslik joonkoormus, [kN/m]

$f_{m,k}$ -normatiivne paindetugevus, $[N/mm^2]$
 $f_{m,d}$ - arvutuslik paindetugevus $[N/mm^2]$
 $f_{v,k}$ -normatiivne nihketugevus, $[N/mm^2]$
 $f_{v,d}$ - arvutuslik nihketugevus, $[N/mm^2]$
 $f_{c,90,k}$ - normatiivne muljumistugevus ristikiudu, $[N/mm^2]$
 $f_{c,90,d}$ - arvutuslik muljumistugevus ristikiudu, $[N/mm^2]$
 $f_{c,0,k}$ - normatiivne muljumistugevus pikikiudu, $[N/mm^2]$
 $f_{c,0,d}$ - arvutuslik muljumistugevus pikikiudu, $[N/mm^2]$
 $E_{0,mean}$ - keskmine elastsusmoodul pikikiudu, $[N/mm^2]$
 $E_{0,05}$ - elastsusmooduli 5% väärtus pikikiudu, $[N/mm^2]$
 k_{mod} - modifikatsioonitegur
 k_h - ristlõiketegur
 k_{sys} - süsteemi tugevustegur
 γ_M - materjali osavarutegur
 $\Psi_{0,i}$ - kombinatsioonitegur, sõltuvalt muutuvkoormuse liigist
 M_d - paindemoment, $[kNm]$
 $M_{d,max}$ - maksimaalne paindemoment, $[kNm]$
 V_d - põikjõud, $[kN]$
 $V_{d,max}$ - maksimaalne põikjõud, $[kN]$
 b - ristlõike laius, $[mm]$
 W_y - ristlõike vastupanumoment, $[mm^3]$
 $\sigma_{m,d}$ - arvutuslik paindepinge, $[N/mm^2]$
 $\sigma_{m,k}$ - normatiivne paindepinge, $[N/mm^2]$
 $\sigma_{c,90,d}$ - arvutuslik muljumispinge ristikiudu, $[N/mm^2]$
 $\sigma_{c,90,k}$ - normatiivne muljumispinge ristikiudu, $[N/mm^2]$
 $\sigma_{c,0,d}$ - arvutuslik muljumispinge pikikiudu, $[N/mm^2]$
 $\sigma_{c,0,k}$ - normatiivne muljumispinge pikikiudu, $[N/mm^2]$
 A - ristlõike pindala, $[mm^2]$
 τ_k - normatiivne nihkepinge, $[N/mm^2]$
 τ_d - arvutuslik nihkepinge, $[N/mm^2]$
 k_{crit} - pragude mõju tegur (võtab arvesse)
 A_{ef} - efektiivne muljumispindala ristikiudu, $[mm^2]$

l_{ef} – arvutus pikkus, [mm]

$\sigma_{m,crit}$ - kriitiline paindepinge okaspuidust riskülikukujulise ristlõike korral, [N/mm²]

$\lambda_{rel,m}$ - suhteline saledus paindel

$k_{c,90}$ – tegur, mis arvestab koormuse konfiguratsiooni

β_c - surutud elemendi sirgust arvestav tegur

$F_{c,0,d}$ - arvutuslik survejõud ristikiudu, [kN]

A_{neto} - ristlõike nettopidala [mm²]

i – inertsiraadius, [mm]

I - ristlõike inertsimoment, [mm⁴]

λ_z - varda saledus

$\lambda_{rel,z}$ - varda suhteline saledus

k_z - tegur

$k_{c,z}$ - nõtketegur

t - terasplaadi paksus, [mm]

$F_{v,Rd}$ - ühe kinnituselemendi arvutuslik kandevõime ühe nihkepinna kohta, [N]

$F_{v,Rk,min}$ - ühe nihkepinna minimaalne normkandevõime, [N]

$f_{h,i,k}$ - muljumistugevuse normväärtused puitelemendis, [N/mm²]

$F_{ax,Rk}$ - kinnituselemendi teljesuunalise väljatõmbe normkandevõime, [kN]

$M_{y,Rk}$ - sideme voolupiirile vastav normatiivne paindemoment, [N/mm];

d - kinnituselemendi läbimõõt, [mm];

β - elementide muljumistugevuste suhe.

ρ_k - puumaterjali muljumistugevus, [N/mm³]

$f_{h,k}$ - normatiivne puitelemendi muljumistugevus, [N/mm²]

$f_{h,d}$ - arvutuslik puitelemendi muljumistugevus, [N/mm²]

SISSEJUHATUS

Üle maailma ehitatakse üha rohkem hooneid ja eramuid, mille kandvaks konstruktsiooniks on puit. Keskendudes üha enam keskkonnale ja taastuvate ressursside kasutamisele ehitustööstuses. Puumajade populaarsus kasvab mitte ainult Euroopas ja Skandinaaviamaades kuid ka Eestis. Lõputöö teema on "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel". Autor kirjutas lõputöö tuginedes õppeprotsessis omandatud teadmistele ja töökogemusele.

Rakenduskõrgharidustöö koostamisel on kasutatud järgnevaid arvutiprogramme: Autocad 20, Microsoft Excel, Microsoft Word, BEAM 2.2.6.1.

Lõputöö põhieesmärgiks on koostada puitkarkassmaja projekt ja viia läbi kandekonstruktsioonide arvutusi. Leida sobiv lahendus piirdekonstruktsioonidele, projekteerida välisseinad, arvutada ehitusmaterjalide kulu ja võrrelda nende maksumust, tuginedes Eesti ja Soome hindadele. Esitatud arvutused ja arhitektuurne lahendus on autori valik täies mahus.

Lõputöö mahtu ei kuulu vundamendi arvutused, energiatõhususe arvutused ja hoone maapealsete kandetarindite tulepüsivusnõuete arvutused. Lõputöös autor ei käsitle aluspinnase geoloogilisi tingimusi.

Lõputöös on neli osa ja viis peatükki. Esimene osa on seletuskiri, mille aluseks autor kasutas Eesti standardi EVS 932:2017 "Ehitusprojekt". Seletuskirjas autor annab ülevaade asendiplaanilisest, konstruktiivsest lahendusest, kirjeldab hoone ehituskonstruktsioone. Lõputöö teises osas teostab autor lume-, tuule-, omakaalu- ning kaskoormuste arvutusi. Kolmandas osas teeb kandekonstruktsioonide arvutusi, mille tulemuste põhjal on hoonel tagatud stabiilsus. Neljandas osas autor arvutab, baseerudes arvutustest saadud tulemustele, materjalide kulu ja maksumuse ja võrdleb hindasi ning nende erinevusi kahe riigi vahel.

Graafiline osa koosneb arhitektuursetest joonistest, asendiplaanist, lõiketest ja sõlmedest.

1. ÜLDANDMED JA E HITUSTINGIMUSED

Hoone kandekonstruktsioonideks on puitkarkasseinad 45x150 mm postid, sammuga 600 mm, mille vahele paigaldatakse mineraalvill. Hoone seinte jäikus tagatakse OSB plaadiga 22 mm, mis on paigaldatud seina sissepoole. Kandvast konstruktsioonist väljapoole paigaldatakse 50x50 mm horisontaalne roovitus, mille vahele omakorda mineraalvill. Roovituse peale paigaldatakse tuuletõkkeplaat ja tuuletõkkeplaadi vuukidele spetsiaalne teip.

Hoone arvutustel on arvesse võetud hoone omakaalu koormused, kaskoormused, lumekoormused ja tuulekoormused.

1.1 Asendiplaan

1.1.1 Käsitletava hoone lähteandmed

Planeeritava hoone asukohaks Eestis valisin 2020 märtsikuu seisuga müügil oleva maatükki, mille katastritunnuseks on 89001:001:0780. Maatükki hinnaks on 105 000 €, liitumised on hinna sees.

1.1.2 Antiteesi lähteandmed ja asukoht

Antiteesiks diplomitöös vaadeldava eramu kogumaksumuse analüüsiks on valitud teine maatükk Helsinki piirkonnas, aadressil Penttiläntie 5 b, Suutarila, Vantaa. Valitud krunt on kallim, hinnaks on 190 000 €. Krundi pindala on 1522 m², mis on 20m² suurem, kui Harjumaal asuv maatükk. Vee-, kanalisatsiooni ja elektriliitumised on hinna sees. Samas on võimalus paigaldada taskukohaselt maakütesüsteemi. Krundil on kehtiv ehitusluba. Lubatud ehitusalune pindala krundil 130 m² majale pluss 25 m² autokatusele ja abihoonetele.

Infrastruktuur antud piirkonnas on täielikult välja arendatud. Viiesaja meetri raadiuses on 4 bussipeatust. Kilomeetri raadiuses on 2 kauplust, 3 lasteaeda, 2 algkooli, lisaks 1 põhikool. Vähem kui 2 kilomeetri kaugusel on 3 haiglat, 2 gümnaasiumit, 2 spordikeskust ja 1 spordiväljak. Krunt paikneb Helsingi rahvusvahelisest lennujaamast vaid 7,7 kilomeetri kaugusel.

Mõlemad krundid asuvad kesklinnast vähem, kui kahekümne kilomeetri kaugusel. Soomes asuval krundil aga, kiirteede võrgustiku tõttu, pääseb isegi tiptunnil kesklinna ajaliselt kiiremini.

Linnade asukoha tõttu on kliimatingimused võrdsed. Arvutades lume- ja tuulekoormusi autor valis aluseks Harjumaal asuva elamu.

1.1.3 Käsitletava hoone asukohta kirjeldus

Diplomitöös käsitletava hoone asukoht on Harju maakonnas, Viimsi vallas, Lubja külas, Viimsi alevikus, Rabalille tee 9. Asendiplaani joonisel on näidatud käesolevas diplomitöös projekteeritava ühepereelamu asukoht ja piirnevad 4 kinnistud.

Katastritunnus	Sihtotstarve
89001:001:0778	Elamumaa 100%
89001:001:0781	Elamumaa 100%
89001:010:2365	Maatulundusmaa 100%
89001:001:0784	Transpordimaa 100%



Joonis 1.1 Informatiivne väljavõte Maa-ameti kaardiserverist [1]

1.1.4 Käsitletava kinnistu andmed

Katastritunnus	89001:001:0780
Sihtotstarve	Elamumaa 100%
Pindala	1502 m ²
Absoluutkõrgus	28 m

Kinnistu katastritunnus on 89001:001:0780. Kinnistu sihtotstarbeks on 100% elamumaa. Kinnistu pindala 1502 m² ja absoluutne kõrgus on 28 m.

1.1.5 Käsitletava krundi reljeef ja vertikaalplaneering

Krunt on tasase reljeefiga. Absoluutkõrgused Balti süsteemi järgi jäävad vahemikku 34,5÷35,5 m. Sadevee juhtimiseks hoonest tõstetakse hoone maapinnakõrgust. Vundamendisüvendi kaevamisel kooritakse süvendi pinnalt muld, mida hiljem kasutatakse krundi haljastuseks ning vertikaalplaneerimiseks. Kahekorruseline ühepereelamu kõrgus maapinnast on 6,86 m.

Hoone on paigutatud paralleelselt kinnistu lõuna piirile. Juurdepääs krundile toimub krundi lõunapoolsest osast.

1.1.6 Olemasolevad teed ja tänavad

Kinnistule pääseb mööda Rabalille teet. Kinnistu juurdepääsutee on asfaltkattega.

1.2 Ehitusgeoloogilised tingimused



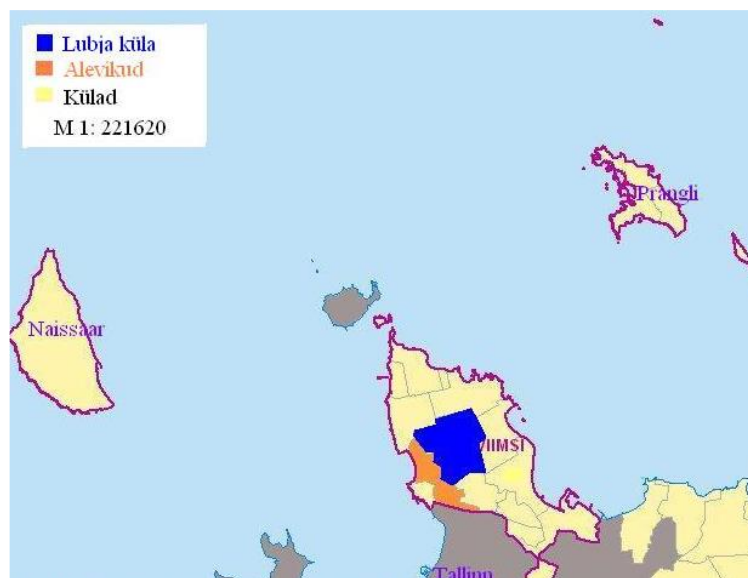
Joonis 1.2 Harjumaa reljeef ja aluspõhja avamused [2]

Planeeritav hoone paikneb Põhja-Eesti rannikumadalikust lõunaserval, Viimsi Lubjamäel. Lubja küla osa on valdavalt tasasest Põhja-Eesti lavamaast kerkiv aluspõhjaline saarkõrgustik. Absoluutne kõrgus Lubjamäel ca 52 m.ü.m, krundil madalam, 28,0 meetrit üle merepinna.

Planeeringuala pinnakatte moodustab valdavalt alla 1 m paksune moreenikiht. Moreeni peenes on sageli hallikaspruun ja selles sisaldub diktüoneemakildi peenest. Planeeritava ala kirdeosas katab moreeni fluvioglatsiaalne kruus. Kruus on karbonaatiderikas ning sageli pruunikashall, sisaldades ka diktüoneemakilda tükikesi.

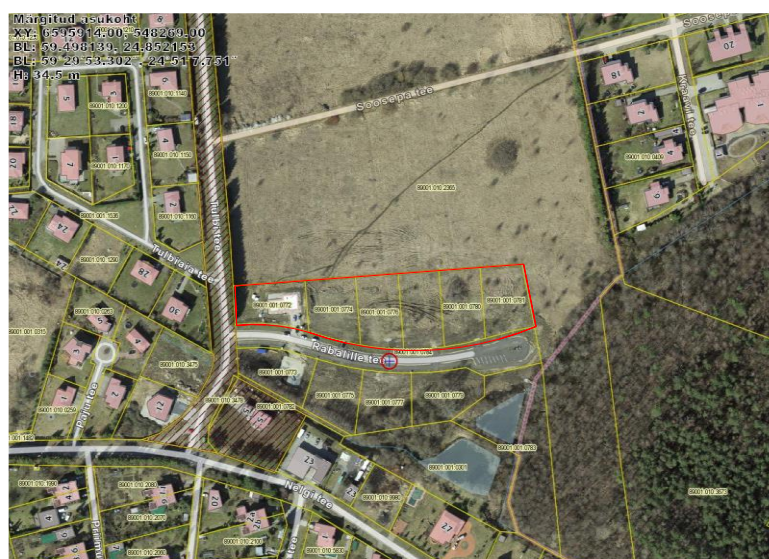
Pinnakatte all levivad (ülalt alla):

- Alam-Ordoviitsiumi glaukoniitliivakivi (paksus 2-2,5 m), diktüoneemakilt (paksus 4,5-5,5 m) ja oobulusliivakivi (fosforiit; paksus 4-5 m);
- Alam-Kambriumi peene ja keskmiseteraliste liivakivide ja aleuroliitode erimid (paksus 20-25 m). [23]



Joonis 1.3 Lubja küla asukoht Viimsi poolsaarel [2]

Käsitlev krunt jääb Lubja küla lõunaosasse planeeringualasse (vt. joonis 1.4). Maa-ala suurus on ligikaudu 99 hektarit. Planeeringuala piirneb lõuna suunal Rabalille teega, läänest Tulbi teega ja põhjast Soosepa teega.



Joonis 1.4 Planeeringuala asendiskeem [2]

Radooniriski seisukohast on oluline diktüoneemakildi ja oobulusliivakivi (fosforiidi) levik. Tuginedes Eesti Geoloogiakeskuse 2004. aastal läbi viidud uurimusele „Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase radooniohtlikkuse hinnangu aruandele” on planeeringuala pinnaseõhu Rn-sisaldus kõrge või väga kõrge. Konkreetsel krundil pole uuringuid läbi viidud. Kuna radoonitase maapinnas on väga kõikum, tuleb uuringud teostada enne ehitustööde alustamist ja vastavalt sellele rakendada tõrjet või mitte. Ehitusgeoloogia (geotehnika) vaatenurga pealt on pinnas üldiselt suure kandevõimega. Ehitussüvendid tuleb aga tihti raiuda lubjakivisse, mis võib omakorda suurendada Rn

juurdevoolu sügavamal asuvast diktüoneemakildist ja fosforiidist. Lähtudes uuringu numbritest põrnadpinnasel projekteerimisel on radoonieemaldamisel väga oluline roll [2].

1.3 Tehnilised näitajad

Ehitalune pindala	77,49 m ²
Suletud netopind	91,02 m ²
Maapealse osa korruste arv	2
Tubade arv	3
Absoluutkõrgus	28,0 m
Hoone kõrgus	6,86 m
Viilkatus , kalle	19°
Hoone pikkus	10,61 m
Hoone laius	5,67 m
Köetav pind	91,02 m ²
Tulepüsivusklass	TP 3

2. ARHETIKTUUR

Projekteeritav elamu on kahekorruseline, ilma keldrita. Hoone gabariitmõõtmed on 10,61 x 5,67 m. Hoone kõrgus on 6,86 m.

Hoone on kavandatud viilkatusega, mille kalleks on 19 kraadi. Ehitise konstruktiivne skeem on tasane. Maja sise- ja välisseinad on projekteeritud puitkarkasselementidest. Elemendid koosnevad 145x45 mm hõõveldatud prussidest.

Projekteeritav vundament teostatakse Fibo õõnesplokkidest. Peasissepäas hoonesse on kavandatud lõunapoolsest majaküljest.

2.1 Viimistlus

2.1.1 Välisviimistlus

Sokkel	korhvitud, värvus tumehall
Välisseinad	värvitud voodrilaud, värv Tikkurila VINHA, põhitoon Q857, viimistlus Q854
Katus	SBS rullmaterjal ICOPAL LIIMAULTRA grafiitmust kate
Vihmaveetorud	kandiline vihmaveesüsteem 71x98, värvus RR23 tumehall
Aknad	MSE-tüüpi kaheraamsed puitaknad, värvus RAL 7021
Uksed	Andre 7R, 1000x210, värvus RAL 7021

2.1.2 Siseviimistlus

Seinte sisepinnad üldjuhul tasandatakse õhekrohviga ning viimistletakse tapeediga või värviga. Osades ruumides kasutatakse seinakattena keraamilist plaati või laudvoodrit (lahendatakse sisearhitektuuri projektiga).

2.2 Ehituskonstruksioonid ja pinnakatted

Projekteeritav hoone on kahekorruseline viilkatusega, 19° katusekaldega.

Esimesel korrusel asuvad: elutuba, köök, hall, vannituba ja esik. Teisel korrusel on 2 magamistuba ja hall.

2.2.1 Kaevetööd

Vundamendi kaevetööde sügavused ja mõõdud on näidatud vundamendi ja põrandate joonistelt, kust leidub ka torujuhtmete, kanalisatsiooni jms vastavate spetsiaalsete sektiioonide projektijoonised. Kaevikud on tehtud nii laiad ja sügavad, et projektis esitatud konstruksioone saab ehitada takistusteta. Vajalik põrandatealune täitmine viiakse läbi mineraalse täitepinnase, liiva või killustikuga massivahetustööde käigus.

2.2.2 Vundament

Vastavalt Viimsi valla radooniohtlikkuse hinnangu aruandele on planeeritava hoone pinnaseõhu Rn-sisaldus kõrge või väga kõrge. Enne põrandatöid tihendatakse kaevise aluspõhja 200 mm paksuse killustikuga, mille fraktsioon on 20/40. Vibroplaadi abil teostatakse tihendustöid eraldi kihiti liivapadjale ja killustikupadjale nii põranda, kui ka torustike aluseks. Vundament on isoleeritud vahtpolüstüreeni külgedega (min. survetugevus 0,25 MPa). Kahe vahtpolüstüreeni kihi vahele paigaldada radoonitõkke kile, mille vuugid teipidakse korralikult tihendusteibiga. Läbiviikude korral (nt torustik), kus kilet ei saa üle läbiviigu paigaldada, toimub tihendamine nii tihendusteibi-, kui ka bitüülteibi abil. Tihendamine lõpetatakse tihendusribade paigaldamisega torude ümber. Enne vundamendi valamist kõik maa-alused kommunikatsioonid ja samuti radoonitõkke kile peavad olema lõplikult paigaldatud.

Pinnase külmamuhkude kõrvalmõjude vähendamiseks piki hoone perimeetrit paigaldatakse 50 mm paksune vahtpolüstürool 1000 mm, kõrvalekalle hoonest on 5°. Vundament on maapinnast eraldatud hüdroisolatsioonikihiga.

Vundamendi ehitamisel tuleks arvestada krundi reljeefiga. Pinnase kalle peaks olema majast eemale.

Vundament on ehitatud Fibo õõnesplokkidest, mille vahele valatakse betoon C20/25. Eps 120 Perimeeter peale valatud 100 mm paksune betoonist tasanduskiht. Kandekonstruktsiooniks on laagid on 45x195 mm sammuga 600 mm, mille vahele on paigaldatud pooljäik 150 mm kivivillaplaat (ROCKWOOL SUPERROCK). Villa peale on jäetud õhuvähe ja aurutõkke. Laakide peal on roovitus 50x50 mm sammuga 400 mm. Roovituse peal on kiht 22 mm paksune sulundservadega OSB-3 puitlaastplaat. Viimistluseks on puitparkett.

2.2.3 Välisseinad

Hoone kandekonstruktsioonideks on puitkarkasseinad 45x145 mm postid sammuga 600 mm, mille vahele paigaldatakse 150 mm mineraalvillast soojustuskiht. Saematerjali klass on C24, lubatud niiskuste 16÷20 %. Kasutatava saematerjali töödeldakse antiseptiliste puiduimmutusvahenditega. Tugipostid kinnitatakse alumise- ja ülemise vöö külge tsingitud nurkade abil 105x105 mm, tugiprussi mõlemalt poolt. Kasutada nurkade kinnitamiseks tsingitud kruve või naelu. Hoone seinte jäikus tagatakse OSB-3 puitkuidplaadiga paksusega 15 mm, mis on paigaldatud seinas sissepoole. Kandvast konstruktsioonist väljapoole paigaldatakse 50x50 mm horisontaalne roovitus, mille vahele omakorda mineraalvill. Roovituse peale paigaldatakse 20 mm tuuletõkkeplaat (ROCKWOOL WINDROCK 20x1200x2000 mm) ja tuuletõkkeplaadi vuukidele spetsiaalne teip. Seestpoolt on viimistlus värvitud kahekordne kipsplaat, mille all asub õhutusvähe ja aurutõkke.

2.2.4 Siseseinad

Hoone kandekonstruktsioonideks on puitkarkasseinad 45x145 mm postid sammuga 600 mm, mille vahele paigaldatakse mineraalvill. Hoone seinte jäikus tagatakse OSB-3 puitkiudplaadiga paksusega 15 mm. Konstruktsiooni vahele paigaldatakse 150 mm paksune mineraalvilla kiht. Seestpoolt on viimistlus värvitud küprok plaat. Vannitoa siseseinad (SS-3 ja osa SS-2) on plaaditud. Kipsplaadi ja keraamilise plaadi vahel on hüdrolatsioonikiht.

2.2.5 Vahelagi

Vahelaekandjad on 95x195 mm puittalad sammuga 600 mm. Talad toetuvad esimese korruse seinakarkassi ülemisele vööle. Parketti alla on paigaldatud konstruktsiooniliselt väga tugev sulundservadega OSB-3 plaat paksusega 22 mm. OSB-3 on väga hea termisolaator ja energiasäästlik, samas hea helisolaator. 35x100 mm sammuga laua roovituse peale, OSB-3 alla, paigaldatakse jäik mineraalvillaplaat ISOVER FLO, mille kiht tagab hea sammumüra summutamist hoones. Vahelagi soojustuskihiks on 150 mm kivivill (Superrock). Seestpoolt on kahekordne kipsplaat, mille all on õhutusvahe ja aurutõkke.

2.2.6 Katus

Katuse kandekonstruktsiooni moodustavad nelikant hõõveldatud sarikad 45x195 sammuga 600 mm. Projekteeritavaks katusekatteks on ICOPAL SBS-tüüpi katusekate LIIMAULTRA viilkatusele, mis ei vaja aluskatet. Kinnitatakse naeltega läbi alumise kihi ja kummibituumenliimiga 18 mm OSB-3 puitkiudplaadi peale. Värvus nii rullmaterjalil, kui ka harjaplaadil on grafiitmust. OSB-3 all on 22 mm tuulutusrööv, mille all on tuuletõkkeplaat ROCKWOOL WINDROCK 15mm ja tuuletõkkeplaadi vuugid on teibitud spetsiaalse teibiga. Soojustuseks on mineraalvill 300 mm, 200 mm sarikate vahel ja 2x50 mm katuse- ja laeroovituse vahel. Katuse- ja laeroovituse mõõdud on 50x50 mm ja samm 400 mm. Siseviimistluseks on värvitud kahekordne kipsplaat, mille all asub 28 mm õhutusvahe ja aurutõkke. Katuse kalle 19°. Katusele on planeeritud käigusillad korstna hoolduseks.

2.2.7 Avatäited

Välisukseks nähakse ette tumehalli Andre 7R ust. Ukse helipidavus on $R_w = 25 [dB]$ ja soojusjuhtivus - $U = 1,0 [W/m^2K]$. Uksel on kahekordne argoontäitega energiasäästlik klaas.

Siseuksed – männipuidust, klaasidega, näiteks TOSSA RADEX 5S 7X21/UNI. Künnetteta uste vahe on 10 mm, mis tagab ruumides normaalse õhuvahetuse. Vannitoa ja muude

sanitaarruumide ukсед on niiskuskindlad ja alumises osas varustatud ventilatsioonirestiga.

MSE-tüüpi puitaknad, kaheraamsed, sissepoole avanevad. Akende mõõdud on 1250x1200 mm kolmekordsete klaasidega aknad. Soojusjuhtivus: $U = 1,0 [W/m^2K]$, helisummutamisvõime avataval aknal 40 dB. Kõik männipuidust detailid on immutatud puidukaitsevahendiga. Standardis 4 mm klaas välisraamis ja kahekordne klaaspakett siseraamis.

Uste, akende ja seinte vahelised vahed täidetakse paigaldusvahuga. Akende ja välisuste kinnitusdetailid peavad olema korrosioonikindlad.

2.2.8 Treppid

Välitrepp on valmistatud monoliitsest raudbetoonist.

Sisetreppiks projekteeritud puudust sik-sak pöördega L-trepp. Astmed on valmistatud lehisest, muud elemendid – oksevabast männipuust.

2.2.9 Päärdeaed (Põhiprojekt_AR_AR10)

Rabalille tee 9 kinnistut ümbritsev päärdeaed on kavandatud terasprofiilist raudbetoonpostidega. Peapiire kõrgus on 1200 mm. Väravad ja jälgvärav teostakse samas stiilis.

2.3 Hoone kommunikatsioonid

2.3.1 Küte

Põhiküttesüsteemiks on gaasiküte. Majja paigaldatakse gaasikatel võimsusega 24kW. Gaasiprojekti koostamisel tuleb lähtuda Eesti Gaasiliidu juhendeid G1-1, G2-1 ja G3-1, seadme ohutuse seadusele (18.02.2015), majandus- ja taristusministri määrusele nr.87 (03.07.2015), Gaasivõrgud AS tehniliste tingimustele PJ-1/18 ja PJ-2/18 (02.01.2018). Gaasitorustik tuleb ehitada järgides kõiki projektis toodud tingimusi ja kooskõlastusi, kõiki Eesti Vabariigis ehitamisele kehtestatud nõudeid, Eesti Gaasiliidu juhendite G1-1 ja G-3-1, seadmete ja materjalide valmistajate poolt väljatöötatud nõudeid ladustamisele/paigaldamisele [21].

Projekt võimaldab kasutada kaminaküte kasutamist soovi korral. Kamin asub esimese korruse elutoas.

2.3.2 Ventilatsioon

Hoone on projekteeritud loomulikku väljalaskesüsteemiga ning mehaanilise väljatõmbe- ja sissevooluventilatsiooniga, kasutades ventilatsioonitorudena metallkanaleid.

Hoones on ette nähtud sundventilatsioon vannitoast ja köögist. Ventilatsioonitoru viiakse välja läbi maja katuse.

Pööninguruumi ventilatsioon toimub katuseharja kaudu.

2.3.3 Veevarustus ja kanalisatsioon

Rabalille tee 9 maaüksus on ühendatud ühisveevärgiga.

Veevarustuse liitumispunktiks on 1 m tänavapoolsest krundipiirist olev maakraan. Liitumispunkt säilitatakse olemasoleval kujul.

Projektiga kavandatakse uus veetorustik PEM torudest läbimõõduga DN 25mm alates liitumispunktist kuni hoone sisendini esikus. Kuna veesoojendus toimub gaasikatlas, siis veesisend majja on kavandatud gaasikatlale võimalikult lähedale. Sisendil hoonesse paigaldatakse sulgarmatuur ja filtersüsteem ja kollektorid. Kavandatakse nii kuuma kui külma vee torustikud. Magistraaltorustikud paigaldatakse peidetuna ehituskonstruksioonide sees.

Hoonesisese veesüsteemi torustikud on kavandatud Pex-Al-Pex torudest läbimõõduga 15 - 20 mm.

Kinnistu on ühendatud ühiskanalisatsiooniga.

Liitumispunktiks on krundi tänavapoolisel piiril paiknev liitumiskaev.

Projektiga kavandatakse uus krundisisene kanalisatsioonitorustik PVC NAL, SN4 torudest läbimõõduga 110 mm. Torustiku pööretel paigaldatakse kontrollkaevud läbimõõduga 315 mm.

Hoonesisene kanalisatsioonitorustik on kavandatud 110/75/50 mm PE torudest, mis kulgevad valdavalt hoone põrandakonstruksioonide sees. Torustikele paigaldada piisavas koguses puhastusluuke ja õhutusklappe.

2.3.4 Valgustus

Projektiga on ette nähtud projekteeritava objekti kõikide ruumide üldvalgustus, turvvalgustus ja välisvalgustus. Üldvalgustuseks kasutatakse pinnapealseid ja süvistatavaid valgusteid luminestsents ja kompakt-luminestsentslampidega.

Valgustite valikul on arvestatud ruumide otstarbega, keskkonnaga, ruumide kõrgusega ja lae konstruksiooniga. Ruumide üldvalgustatus on valitud vastavuses standardiga EVS-EN 12464-1:2003 Valgus ja valgustatus.

2.3.5 Sideväli- ja elektrivõrgud

Kinnistu on kavas ühendada AS Elektrilevi elektrivõrguga. Liitumispunkt on kavandatud krundi lõunapiiril sissesõiduvärava lähedal. Liitumiskilp on kavandatud kolmefaasilise peakaitsmega 25 A, ning kilbi sisse paigaldatakse ka elektriarvesti. Liitumiskilbi paigalamiseks tuleb sõlmida liitumisleping võrguvaldajaga ning tasuda liitumistasu. Krundivälised elektriehitustööd kuni liitumiskilbini lahendatakse eraldi projektiga, mille koostab/tellib võrguvaldaja. Krundiväliste elektriliinide ehitamist ja liitumiskilbi

paigaldamist teostab võrguvaldaja, kui liitumislepingu sõlmimisel ei ole kokkulepitud teisiti.

Toitekaabel liitumiskilbist kuni projekteeritava hooneni on kavandatud maa-alusena, sügavusel 0,6 meetrit.

3. KOORMUSED

Projekteeritava hoone koormused, kasuskoormused ja vastavad osavarutegurid on määratud Eesti standardile EVS-EN 1991-1-1:2 + National Annex: 2002 Eurokoodeks 1-le: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused [6].

Hoone kasuskoormused on valitud vastavalt kasutusklassile, milleks on kasutusklass A (majapidamis- ja elamispinnad).

Katusele pääseb remondi- ja hooldustööde läbiviimiseks ja sellest tuleneb klass H ($q_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 1,5 \text{ kN}$). Omakaalu ehk alalisekoormuse osavaruteguriks on 1,2.

Vahelagede ja pörandate projekteerimisel on koormuseks $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ ja $Q_k = 2,0 \text{ kN}$. Lumekoormuse ja tuulekoormuse mõju on näidatud joonisel 3.1.

Lumi ja tuul on muutuvkoormused ja nende osavaruteguriks on 1,5.

3.1 Lumekoormus

Lumekoormuse arvutamisel lähtun hoone asukohast ja katuse kaldenurgast.

Lumekoormus on määratud Eesti standardis EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2016

Eurokoodeksis 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused.

Lumekoormus. Eestis on koostatud maksimaalse lumekoormuse kaart. Lumekoormus on staatiline koormus katuse horisontaalprojektsiooni ruutmeetri kohta. Lumekoormus mõjutab konstruktsiooni survejõu mõjul. Katusetüübiks on viilkatus, mille kaldenurk on 19° [7].

Lumekoormuse normsuurus katusel arvutatakse alalise arvutusolukorra puhul valemiga (3.1) [7, p. 18]:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (3.1)$$

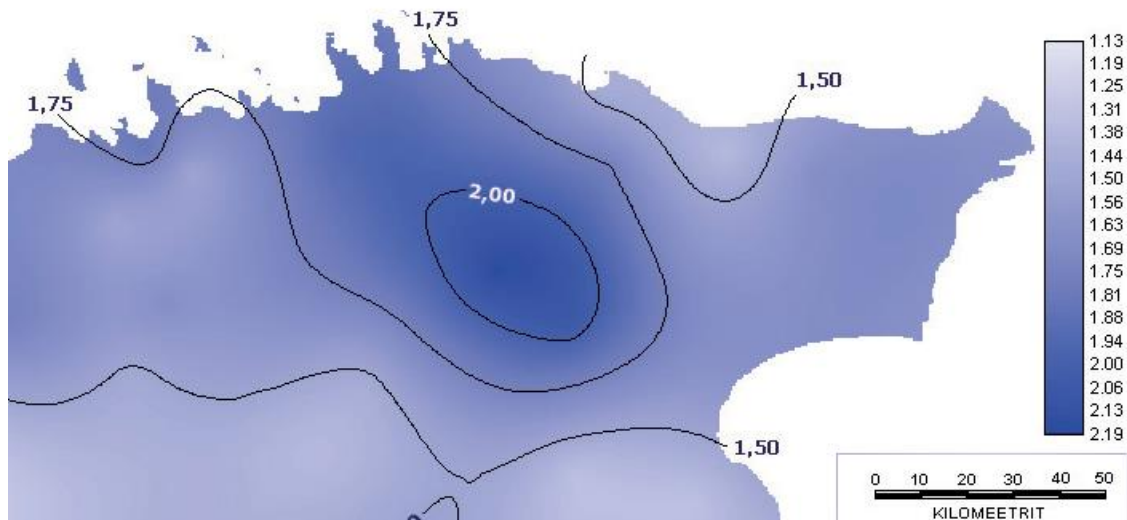
kus μ_i – lumekoormuse kujutegur;

s_k – normatiivne lumekoormus maapinnal, kN/m^2 ;

C_e – avatustegur, Eestis 1,0;

C_t – soojustegur, Eestis 1,0;

α – katuse kaldenurk, $^\circ\text{C}$.



Joonis 3.1 Harjumaa maksimaalse lumekoormuse interpoleeritud kaart [kN / m^2] 1962–2002 andmete alusel [12]

Lumekoormuse normsuurus Viimsi vallas on $s_k = 1,75 \text{ kN}/m^2$.

Lumekoormuse kujutegur μ_i võetakse tabelist 3.1, vastavalt katuse kaldele. Tabeliväärtused kehtivad juhul, kui lumelibisemine katuselt alla ei ole lumetõkkega takistatud.

Tabel 3.1 Lumekoormuse kujutegurid viilkatusel

Katusekalle	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Kujutegur μ_1	0,8	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha)/30$	0,0
Kujutegur μ_2	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha)/30$	$1,1 \cdot (60 - \alpha)/30$	0,0

Tabeli 3.1 andmete järgi hoone viilkatuse kaldenurga $\alpha = 19^\circ$ puhul lumekoormuse kujutegur on $\mu_1 = 0,8$.

Normatiivne lumekoormus kogu katusel on [7, p. 18]:

$$s = 0,8 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 1 = 1,4 \text{ kN}/m^2 \quad (3.2)$$

Arvutuslik lumekoormus katusele arvutatakse valemi (3.3) järgi:

$$s_d = \gamma_Q \cdot s \cdot \cos \alpha \quad (3.3)$$

kus γ_Q – muutuva koormuse osavarutegur;

s – lumekoormuse normsuurus, kN / m^2 .

Arvutuslik lumekoormus katusel saadakse normatiivse lumekoormuse korrutamisel muutuva koormuse osavaruteguriga $\gamma_Q = 1,5$.

Arvutuslik lumekoormus katusele [7, p. 18]:

$$s_d = 1,5 \cdot \cos 19^\circ \cdot 1,4 = 1,99 \text{ kN}/m^2 \quad (3.4)$$

3.2 Tuulekoormus

Tuulekoormuse arvutustes tuleb arvestada nii tuule survega kui ka tõmbejõuga. Tuulekoormus oleneb ümbritsevast maastikust, hoone kõrgusest ja katuse kujust. Tuule mõju on suurem lagedatel maastiku- ja rannikualadel, samuti kõrgemate hoonete puhul. Tuulekoormuse normväärtus on määratud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-4+NA:2007 - Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Tuulekoormus [8].

Hoone asukohaks on Viimsi vald, Harjumaa, millele vastab II maastikutüüp. Hoonel on kahekaldeline viilkatus, mille kaldeks on 19° mõlemal viilul, maksimaalne tuule kiirus [m/s] tabelist 3.2, milles on toodud ka kiirusrõhk sõltuvalt kõrgusest erinevate maastikutüüpide jaoks.

Tabel 3.2 Maastikutüübid ja kiirusrõhk

	z_{min} [m]	kiirusrõhk q_p , [kN/m ²]
Meri või kaldapiirkond, mis on avatud merele	1	$q_p = 6,72 \ln^2 \frac{z}{0,003} + 47,02 \ln \frac{z}{0,003}$
Järved või tasane horisontaalne maastik madala rohutaolise taimkattega ja ilma takistusteta	1	$q_p = 7,96 \ln^2 \frac{z}{0,01} + 55,70 \ln \frac{z}{0,01}$
Maastik madala rohutaolise taimkattega ja üksikute takistustega (puud, hooned), mille vaheline kaugus võrdub vähemalt 20-kordse kõrgusega	2	$q_p = 9,96 \ln^2 \frac{z}{0,05} + 69,75 \ln \frac{z}{0,05}$
Maastik, mis on kaetud ühtlase taimkatte või ehitistega või üksikute takistustega, mille vahekaugus ei ole suurem 20-kordsest kõrgusest (maaasulad, äärelinnad, ühtlaselt metsaga kaetud alad)	5	$q_p = 12,81 \ln^2 \frac{z}{0,3} + 89,64 \ln \frac{z}{0,3}$
Maastik, kus vähemalt 15% pinnast on kaetud hoonetega, mille keskmine kõrgus ületab 15 m (linnaalad)	10	$q_p = 15,15 \ln^2 z + 106,06 \ln z$

Tuulekoormuse tippkiirusrõhk arvutatakse valemi (3.5) järgi [8]:

$$q_{p(z)} = 9,96 \cdot \ln^2 \frac{\max(2,z)}{0,05} + 69,75 \cdot \ln \frac{\max(2,z)}{0,05} \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned}q_{p(z)} &= 9,96 \cdot \ln^2 \frac{6,86}{0,05} + 69,75 \cdot \ln \frac{6,86}{0,05} = 241,24 + 343,27 = 584,51 \text{ N/m}^2 \\ &= 0,59 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

3.2.1 Tuulekoormuse lähteandmed

- hoone viilkatuse kalled: $\alpha_1 = 19^\circ$, $\alpha_2 = 19^\circ$ m;
- hoone pikkus: $e = b = 10,61$ m;
- hoone laius: $d = 5,67$ m;
- kõrgus: $z = 6,86$ m;
- hoone asukoht: Viimsi vald, Harjumaa;
- maastikutüüp: II - Maastik madala taimkattega (nagu rohi) ja üksikute takistustega (puud, hooned), mille vaheline kaugus võrdub vähemalt 20-kordse kõrgusega [8].

Ohtlikuim olukord hoonele tekib tuule suunaga $\theta = 0^\circ$, kuna tuulekoormus tuule suunaga $\theta = 90^\circ$ mõjub lume ja omakaaluga vastassuunas.

3.2.2 Tuulekoormus seintele

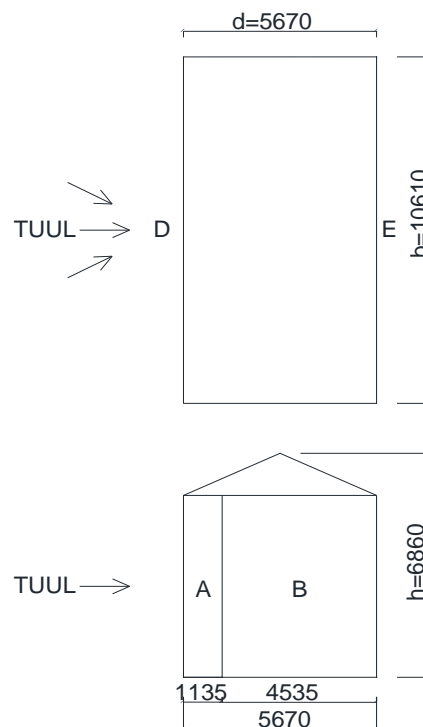
Välispindadele mõjuv tuulerõhk (3.6) [8, p. 58]:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (3.6)$$

kus $q_p(z_e)$ - tippkiirusrõhk, kN/m^2 ;

z_e - arvutuskõrgus, m;

c_{pe} - välisrõhutegur.



Joonis 3.2 Tuulekoormuse skeem seintele

Välisrõhukoeitsiendi väärtust leian hoone kõrguse ja külgliseina laiuse suhtest:

$$\frac{h}{d} = \frac{6,86}{5,67} = 1,21$$

Hoonete välisrõhutegurid c_{pe} sõltuvad tuulele avatud pinna suurusest. $A \geq 10 \text{ m}^2$,

seega $c_{pe,1} = c_{pe,10}$.

Väärtusi määratakse kindlaks lineaarse interpoleerimise teel [8]:

Tabel 3.3 Seinte välisrõhutegurid c_{pe} väärtused tsoonide kaupa

Tsoon	A	B	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
1,21	-1,2	-0,8	+0,8	-0,5105

$$w_{e,A} = 0,59 \cdot (-1,2) = -0,708 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,B} = 0,59 \cdot (-0,8) = -0,472 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,D} = 0,59 \cdot (+0,8) = +0,472 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,E} = 0,59 \cdot (-0,5105) = -0,301 \text{ kN/m}^2$$

Sisepindadele mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga (3.7) [8, p. 58]:

$$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi} \quad (3.7)$$

kus, c_{pi} - siserõhutegur; seintes on avad, väärtuseks määratakse kas +0,2 või -0,3.

$$w_{i,(0,2)} = 0,59 \cdot 0,2 = 0,118 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{i,(-0,3)} = 0,59 \cdot (-0,3) = -0,177 \text{ kN/m}^2$$

Netorõhk välispindadele arvutatakse valemi (3.8) järgi [8, p.58]:

$$w_{net} = w_e - w_i \quad (3.8)$$

kus, w_e - välispindadele mõjuv rõhk, kN/m^2 ;

w_i - sisepindadele mõjuv rõhk, kN/m^2 (ohtlikum väärtus).

$$w_{net,A} = -0,708 - 0,118 = -0,826 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{net,B} = -0,472 - 0,118 = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{net,D} = 0,472 - 0,177 = 0,649 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{net,E} = -0,301 - 0,118 = -0,419 \text{ kN/m}^2$$

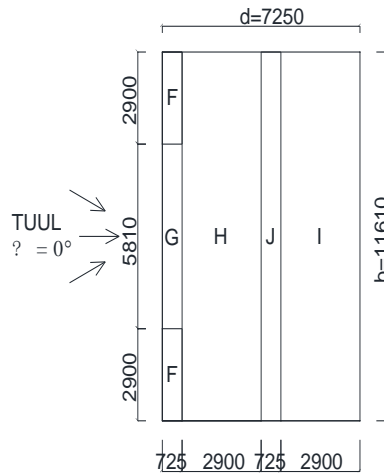
Suurim tuulekoormus seinale tekib tsoonis A, mille väärtuseks on $w_{net,A} = -0,826 \text{ kN/m}^2$.

3.2.3 Tuulekoormus katusele

Katusel tuulekoormuse arvutamiseks kasutatakse samu valemid, mis tuulekoormuse arvutamiseks seintel. Katuse tuulekoormuse arvutamisel vaadatakse olukordi tuulesuunaga $\theta = 0^\circ$ ja $\theta = 90^\circ$. Hoonel on kahekaldeline viilkatus, mille kalleteks on

$\alpha_1 = 19^\circ$ ja $\alpha_2 = 19^\circ$. Välisrõhutegurid sõltuvad projekteeritava hoone katuse kujust, katuse kalletest ja tuule suunast [8].

a) Tuule rõhk katusele, kui tuule suund on $\theta = 0^\circ$:



Joonis 3.3 Tuulekoormuse skeem katusele, $\theta = 0^\circ$ tuule suuna puhul

$$b = 11,61 \text{ m}$$

$$h = 6,86 \text{ m}$$

$$2h = 2 \cdot 6,86 = 13,72 \text{ m}$$

Kuna $2h > b$, siis $e = b = 11,61 \text{ m}$

Väärtusi määratakse kindlaks lineaarse interpoleerimise teel.

Tabel 3.4 Katuse välisrõhutegurite c_{pe} väärtused tsoonide kaupa kahekaldelisele katusele

Tsoon	F		G		H		I		J	
Kaldenurk α	$c_{pe,10}$		$c_{pe,10}$		$c_{pe,10}$		$c_{pe,10}$		$c_{pe,10}$	
30°	-0,5	+0,7	-0,5	+0,7	-0,2	+0,4	-0,4	+0,0	-0,5	+0,0
19°	-0,79	+0,33	-0,72	+0,33	-0,27	+0,25	-0,4	+0,0	-0,87	+0,0
15°	-0,9	+0,2	-0,8	+0,2	-0,3	+0,2	-0,4	+0,0	-1,0	+0,0

Katusele mõjuv tuulerõhk $\theta = 0^\circ$ tuule suuna korral:

$$w_{e,F1} = 0,59 \cdot (-0,79) = -0,4661 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,F2} = 0,59 \cdot 0,33 = +0,1947 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,G1} = 0,59 \cdot (-0,72) = -0,4248 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,G2} = 0,59 \cdot 0,33 = +0,1947 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,H1} = 0,59 \cdot (-0,27) = -0,1593 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,H2} = 0,59 \cdot 0,25 = +0,1475 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,I1} = 0,59 \cdot (-0,4) = -0,236 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,I2} = 0,59 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,J1} = 0,59 \cdot (-0,87) = -0,5133 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,J2} = 0,59 \cdot 0,0 = 0,0 \text{ kN/m}^2;$$

Netorõhu arvutus konstruktsioonile ohtlikuma koha tuvastamiseks:

$$w_{net,F1} = -0,4661 - 0,118 = -0,5841 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,F2} = 0,1947 - 0,177 = 0,3717 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,G1} = -0,4248 - 0,118 = -0,5428 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,G2} = 0,1947 - 0,177 = 0,3717 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,H1} = -0,1593 - 0,118 = -0,2773 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,H2} = 0,1475 - 0,177 = 0,3245 \text{ kN/m}^2;$$

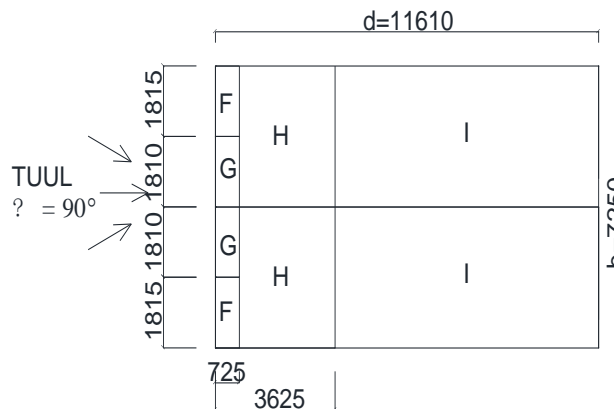
$$w_{net,I1} = -0,236 - 0,118 = -0,354 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,I2} = 0,0 - 0,177 = 0,177 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,J1} = -0,5133 - 0,118 = -0,6313 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,J2} = 0,0 - 0,177 = 0,177 \text{ kN/m}^2;$$

b) Tuule rõhk katusele, kui tuule suund on $\theta = 90^\circ$



Joonis 3.4 Tuulekoormuse skeem katusele, $\theta = 90^\circ$ tuule suuna puhul

$$b = 7,25 \text{ m};$$

$$h = 5,43 \text{ m};$$

$$2h = 2 \cdot 5,43 = 10,86 \text{ m};$$

Kuna $2h > b$, siis $e = b = 7,25 \text{ m}$.

Väärtusi määratakse kindlaks lineaarse interpoleerimise teel.

Tabel 3.5 Katuse välisrõhutegurite c_{pe} väärtused tsoonide kaupa kahekaldelisele katusele

Tsoon	F	G	H	I
Kaldenurk α	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
30°	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
19°	-1,25	-1,33	-0,65	-0,5
15°	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5

Katusele mõjuv tuulerõhk 90° tuule suuna korral:

$$w_{e,F} = 0,59 \cdot (-1,25) = -0,7375 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,G} = 0,59 \cdot (-1,33) = -0,7847 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,H} = 0,59 \cdot (-0,65) = -0,3835 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{e,I} = 0,59 \cdot (-0,5) = -0,295 \text{ kN/m}^2.$$

Netorõhu arvutus konstruktsioonile ohtlikuma koha tuvastamiseks:

$$w_{net,F} = -0,7375 - 0,118 = -0,7493 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,G} = -0,7847 - 0,118 = -0,7965 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,H} = -0,3835 - 0,118 = -0,3953 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{net,I} = -0,295 - 0,118 = -0,413 \text{ kN/m}^2.$$

Suurim katusele mõjuv tõstev jõud esineb tsoonis G: $w_{net,G} = -0,7965 \text{ kN/m}^2$, kui tuule suund on $\theta = 90^\circ$. Antud tsoonis tuulekoormus mõjub katusele lumekoormusega ja katuse omakaalukoormusega vastassuunas. Sellest tuleneb, et ohtlik olukord tekib tuule suunaga $\theta = 0^\circ$ tsoonis F, kus $w_{net,F} = 0,3717 \text{ kN/m}^2$.

Arvutusliku tuulekoormuse katusel saan tuulekoormuse korrutamise osavaruteguriga γ_Q [10. p.184]:

$$w_d = \gamma_Q \cdot w_{net,F} \quad (3.9)$$

$$w_d = 1,5 \cdot 0,3717 = 0,558 \text{ kN/m}^2.$$

3.3 Omakaalukoormused

Materjalide mahukaalud on määratud Eesti Vabariigi standardi EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Omakaalukoormuste hulka loetakse konstruktsioonide omakaal, neile kinnitatud statsionaarsete seadmete kaal, samuti pinnase kaal. Konstruktsioonide omakaalukoormus määratakse projektmõõtmete ja materjalide mahukaalu järgi. Võimalusel tuleb omakaalu täpsustada tootja andmete järgi [10, p. 184].

Normatiivse omakaalu arvutus mahukaalu ja paksuse järgi arvutatakse (3.10) valemi järgi:

$$g_k = \gamma \cdot \left(\frac{B}{1000} \right) \quad (3.10)$$

kus γ – materjali mahukaal, kN/m^3 ;

B – materjali paksus, mm .

Normatiivse omakaalu arvutus mahukaalu, paksuse, kõrguse ja sammu järgi arvutatakse valemi (3.11) järgi:

$$g_k = \frac{B}{1000} \cdot \frac{h}{1000} \cdot \gamma / \left(\frac{s}{1000} \right) \quad (3.11)$$

, kus h – materjali kõrgus, mm ;

s – materjali samm, mm .

3.4 Alalised koormused

3.4.1 Katuslae omakaalukoormus

Tabel 3.6 KL-1 katuslae normatiivne omakaalukoormus [6, p. 31-37]

Koormuse nimetus	Omakaal, kN	Normatiivne väärtus ühele ruutmeetrile, kN
ALALISED KOORMUSED		
SBS-tüüpi katusekate Kaal - 7,33 kg/m ² Katuse pindala - 75,424 m ² 0,072 · 75,424 = 5,42 kN	5,42	0,072
OSB-3 puitkiudplaat 18 mm Kaal - 10,4 kg/m ² Katuse pindala - 75,424m ² 0,102 · 75,424 = 7,69 kN	7,693	0,102
Vertikaalne tuulutusrööv 22 x 50 mm, s400. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 3,623 m, kogus - 60 tk, 3,623 · 60 · 0,05 · 0,022 · 4,2 = 1,004 kN	1,004	0,013
Tuuletõkkeplaat 20 mm Kaal - 3,696 kg/m ² Katuse pindala - 75,424 m ² 0,036 · 75,424 = 2,734 kN	2,734	0,036
Puitroovitus 50 x 50 mm, s400. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 11,61m, kogus - 18 tk, 11,61 · 18 · 0,05 · 0,05 · 4,2 = 2,19 kN	2,19	0,029
Katusesarikas 45 x 195 mm, s650. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 3,623 m, kogus - 16 tk,	2,136	0,028

$3,623 \cdot 16 \cdot 0,045 \cdot 0,195 \cdot 4,2 = 2,136 \text{ kN}$		
Mineraalvill 300 mm $\gamma = 1 \text{ kN/m}^3$ Kaetud pindala – 54,65 m ² $0,3 \cdot 54,65 \cdot 1 = 13,66 \text{ kN}$	16,4	0,25
Laeroovitus 50 x 50 mm, s400. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus – 9,86 m, kogus - 14 tk, Kaetud pindala – 54,65 m ² $9,86 \cdot 14 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 1,45 \text{ kN}$	1,45	0,019
Kipsplaat 2 x 12,5 mm $\gamma = 8 \text{ kN/m}^3$, Kaetud pindala – 54,65 m ² , $\left(\frac{25}{1000}\right) \cdot 8 = 0,2 \text{ kN}$	10,93	0,2
Katuslae omakaal	49,96	
Normatiivne koormus ühele ruutmeetrile		$g_k = 0,749 \text{ kN/m}^2$
Arvutuslik koormus ühele ruutmeetrile		$g_d = 0,899 \text{ kN/m}^2$

3.4.2 Välisseina omakaalukoormus

Tabel 3.7 VS-5, VS-9 välisseinte normatiivne omakaalukoormus [6, p. 31-37]

Koormuse nimetus	Omakaal, kN	Normatiivne väärtus ühele ruutmeetrile, kN
ALALISED KOORMUSED		
Välisvoodrilaud 21 x 120 mm $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus – 5,67 m, kogus - 45 tk, $5,67 \cdot 45 \cdot 0,12 \cdot 0,021 \cdot 4,2 = 2,7 \text{ kN}$	2,7	0,088
Horisontaalne distantслиist 22 x 50 mm, s600. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus – 5,67 m, kogus - 10 tk, $5,67 \cdot 10 \cdot 0,05 \cdot 0,022 \cdot 4,2 = 0,262 \text{ kN}$	0,262	0,009
Vertikaalne distantслиist 22 x 50 mm, s600.	0,249	0,008

$\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 5,38 m, kogus - 10 tk, $5,38 \cdot 10 \cdot 0,05 \cdot 0,022 \cdot 4,2 = 0,249 \text{ kN}$		
Tuuletõkkeplaat 25 mm Kaal - 4,62 kg/m ² Seina pindala - 30,51 m ² $0,045 \cdot 30,51 = 1,373 \text{ kN}$	1,373	0,045
Horisontaalne roovitus 50 x 50 mm, s600. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 5,67 m, kogus - 10 tk, $5,67 \cdot 10 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 0,595 \text{ kN}$	0,595	0,02
Mineraalvill 250 mm $\gamma = 1 \text{ kN/m}^3$ Kaetud pindala - 30,51 m ² $0,25 \cdot 30,51 \cdot 1 = 7,63 \text{ kN}$	7,63	0,250
Kandev puitkarkass 145 x 50 mm, s600. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, VS-5 ja VS-9 kogu pindala on 33,54 m ² , Prusside kogus kokku - 112 jm. $112 \cdot 0,145 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 3,41 \text{ kN}$	3,41	0,102
OSB-3 puitkiudplaat 15 mm Kaal - 8,67 kg/m ² Seina pindala - 30,51 m ² $0,085 \cdot 30,51 = 2,59 \text{ kN}$	2,59	0,085
Vertikaalne roovitus 50 x 50 mm, s600. $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 5,38 m, kogus - 10 tk, $5,38 \cdot 10 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 0,565 \text{ kN}$	0,565	0,019
Kipsplaat 25 mm (2 x 12,5 mm) Kipsplaat 2x12,5mm $\gamma = 8 \text{ kN/m}^3$, Kaetud pindala - 30,51 m ² , $\left(\frac{25}{1000}\right) \cdot 8 = 0,2 \text{ kN}$	6,102	0,2

Välisseina omakaal	25,47	
Normatiivne koormus ühele ruutmeetrile		$g_k = 0,826 \text{ kN/m}^2$
Arvutuslik koormus ühele ruutmeetrile		$g_d = 0,991 \text{ kN/m}^2$

3.4.3 Vahelae omakaalu koormus

Tabel 3.8 VL-1 vahelae normatiivne omakaalu koormus [6, p. 31-37]

Koormuse nimetus	Omakaal, kN	Normatiivne väärtus ühele ruutmeetrile, kN
ALALISED KOORMUSED		
Parkett 14 mm $\gamma = 8 \text{ kNm}^3 \gamma = 8 \text{ kN/m}^3$, Kaetud pindala - 43,65 m ² , $141000 \left(\frac{14}{1000}\right) \cdot 6 = 0,084 \text{ kN}$	3,67	0,084
OSB-3 puitkiudplaat 22 mm Kaal - 12,71 kg/m ² Kaetav pindala - 43,65 m ² $0,125 \cdot 43,65 = 5,46 \text{ kN}$	5,46	0,125
Distantsliist 30x50 mm (s=400 mm) $\gamma = 4,2 \text{ kNm}^3 \gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 9,85 m, kogus - 13 tk, Kaetud pindala - 48,33 m ² $9,85 \cdot 13 \cdot 0,03 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 0,807 \text{ kN}$	0,807	0,019
Isolatsioon (ISOVER FLO) 30 mm Kaal - 2,16 kg/m ² Kaetav pindala - 43,65 m ² $0,0212 \cdot 43,65 = 0,93 \text{ kN}$	0,93	0,02
Puitroovitus 50x50 mm (s=400 mm) $\gamma = 4,2 \text{ kNm}^3 \gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus - 9,85 m, kogus - 13 tk, Kaetud pindala - 43,65 m ² $9,85 \cdot 13 \cdot 0,05 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 1,35 \text{ kN}$	1,35	0,031
Mineraalvill 200 mm $\gamma = 1 \text{ kN/m}^3$ Kaetud pindala - 43,65 m ²	8,73	0,2

$0,2 \cdot 43,65 \cdot 1 = 8,73 \text{ kN}$		
Põranda puittalad 95x195 mm (s=600 mm) $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus – 5,1 m, kogus -18 tk, Kaetud pindala – 43,65 m ² $5,1 \cdot 18 \cdot 0,095 \cdot 0,195 \cdot 4,2 = 7,14 \text{ kN}$	7,14	0,164
Puitroovitus 25x50 mm (s=400 mm) $\gamma = 4,2 \text{ kN/m}^3$, pikkus – 9,85 m, kogus -13 tk, Kaetud pindala – 43,65 m ² $9,85 \cdot 13 \cdot 0,025 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 0,67 \text{ kN}$	0,67	0,015
Kipsplaat 2x12,5 mm $\gamma = 8 \text{ kN/m}^3$, Kaetud pindala – 43,65 m ² , $\left(\frac{25}{1000}\right) \cdot 8 = 0,2 \text{ kN}$	8,73	0,2
Vahelae omakaal	37,49	
Normatiivne koormus ühele ruutmeetrile		$g_k = 0,858 \text{ kN/m}^2$
Arvutuslik koormus ühele ruutmeetrile		$g_d = 1,03 \text{ kN/m}^2$

3.5 Kasuskoormused

Hoone konstruktsioonidele mõjuvad kasuskoormused ja neile vastavad osavarutegurid on määratud Eesti standardi EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002 Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused põhjal [6].

Tabel 3.9 Kasuskoormuste normatiivsed väärtused [6, p. 21]

Ruumi grupp	Funktsiooniklass	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Eluruumid, köögid, majapidamisruumid, WC jms.	klass A	2,0	2,0
Vertikaalkoormus katusekonstruktsioonile ja teenindustasapindadele (grupp H)	klass H	0,4	1,0

3.6 Koormuste teisendused

Järgnevalt on esitatud koormuse teisendus, mida läheb vaja hilisematel arvutustel katusesarika ja pörandatala juures [6].

Teisendan omakaalukoormus g_k [kN/m] ruutmeetrikoormusest joonkoormuseks valemi (3.12) järgi:

$$g_k = g_k \cdot \left(\frac{s}{1000}\right) \quad (3.12)$$

, kus g_k – normatiivne omakaalukoormus, kN/m²;

s – sarikate samm, mm.

Antud valem kehtib ka lume-, tuule- ja kasuskoormuse teisendamisel.

4. KANDEKONSTRUKTSIOONIDE ARVUTUS

4.1 Materjali omadused

4.1.1 Normatiivsed omadused

Materjali normatiivdes omadused (puidu tugevusklass C24) [15, p 7]

- paindetugevus $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$;
- nihketugevus $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$;
- muljumistugevus $f_{c,90,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$;
- keskmine elastsusmoodul pikikiudu: $E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$;
- elastsusmooduli 5% väärtus pikikiudu: $E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$.

4.1.2 Arvutuslikud omadused

Arvutuslik paindetugevus $f_{m,d} [\text{N/mm}^2]$ arvutatakse (4.1) valemi järgi [11, p.21]:

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} \quad (4.1)$$

, kus k_{mod} - modifikatsioonitegur;

k_h - ristlõiketegur;

k_{sys} - süsteemi tugevustegur;

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

γ_M - materjali osavarutegur.

Arvutuslik nihketugevus $f_{v,d} [\text{N/mm}^2]$ arvutatakse (4.2) valemi järgi [11, p.23]:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} \quad (4.2)$$

, kus $f_{v,k}$ - materjali normatiivne nihketugevus.

Arvutuslik muljumistugevus $f_{c,90,d} [\text{N/mm}^2]$ arvutatakse (4.3) valemi järgi [11, p.19]:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} \quad (4.3)$$

, kus $f_{c,90,k}$ - materjali normatiivne muljumistugevus.

4.2 Katusesarikad. Arvutus kandepiirseisundis

4.2.1 Materjali arvutuslikud omadused

- sarikate samm $s = 650 \text{ mm}$;
- sildeava $L = 2680 \text{ mm}$;
- ristlõige $45 \times 195 \text{ mm}$;
- toepikkus $\alpha = 70 \text{ mm}$;
- positsioon: kalde all, katusekalde nurk $\alpha = 19^\circ$;
- hoone kasutusklass on 1 [10, p. 506];
- koormused: lühiajalised (lume- ja tuulekoormus) [10, p. 504];
- materjali osavarutegur $\gamma_M = 1,3$; [10, p. 504];
- modifikatsioonitegur $k_{mod} = 0,9$; [10, p. 505];
- ristlõiketegur $k_h = 1,0$; [10, p. 506];
- süsteemi tugevustegur $k_{sys} = 1,0$. [10, p. 16];

4.2.2 Materjali paindetugevuse arvutuslikud omadused

Materjali paindetugevuse arvutuslik omadus (valem 4.1 p. 4.1.2) [11, p.21]:

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24}{1,3} = 16,62 \text{ N/mm}^2;$$

Materjali nihketugevuse arvutuslik omadus (valem 4.2 p. 4.1.2) [11, p.23]:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,5}{1,3} = 1,73 \text{ N/mm}^2;$$

Materjali ristikiudu muljumistugevuse arvutuslik omadus (valem 4.3 p. 4.1.2) [11, p.19]:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,5}{1,3} = 1,73 \text{ N/mm}^2$$

4.2.3 Koormused katusesarikale

Katusesarikale mõjuvad normatiivsed koormused tuleb teisendada ruutmeetrikoormusest joonkoormuseks, teisenduse valemiks on (4.4) [9]:

$$q_k = Q_k \cdot s_{sarikas} \quad (4.4)$$

Katuse normatiivne ruutmeetri omakaalukoormus on $g_k = 0,749 \text{ kN/m}^2$,

lumekoormus on $g_{k,lumi} = 1,4 \text{ kN/m}^2$ ja tuulekoormus on $g_{k,tuul} = 0,372 \text{ kN/m}^2$.

Hoonete kasuskoormused põhjal:

Tabel 4.1 Joonkoormused katusesarikale

Normatiivse koormuse nimetus	Tähis	Koormus [kN/m]
Omakaalukoormus	g_k	0,45
Lumekoormus	$q_{k,lumi}$	0,84
Tuulekoormus	$q_{k,tuul}$	0,22

4.2.4 Osavarutegurid

Tabel 4.2 Osavarutegurite väärtused kandepiirseisundis [10, p.82]

Koormuse liik	Koormuse osavarutegurid		
	Tähis	Soodne mõju	Ebasoodne mõju
Alalised koormused	γ_G	1,0	1,2
Muutuvkoormused	γ_Q	0	1,5

4.2.5 Kombinatsioonitegurid

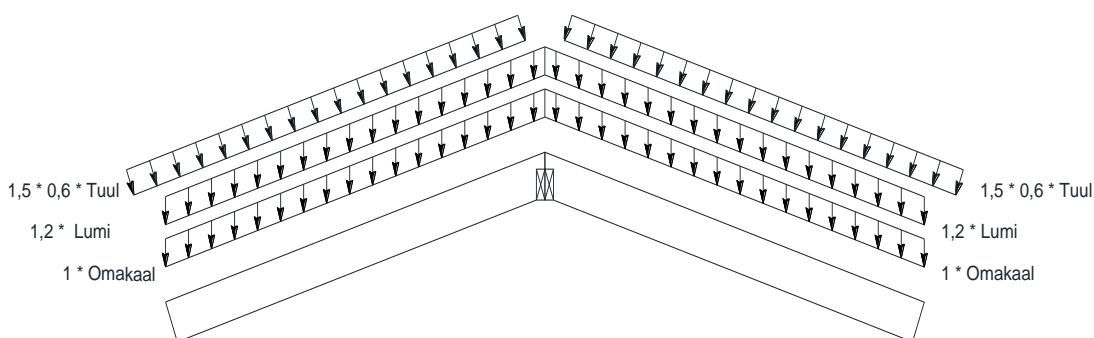
Tabel 4.3 Muutuvate koormuste kombinatsioonitegurite väärtused [9, p.88]

Koormuse liik	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Lumekoormus	0,5	0,2	0
Tuulekoormus	0,6	0,2	0

4.2.6 Kandepiirseisundi koormuskombinatsioonid

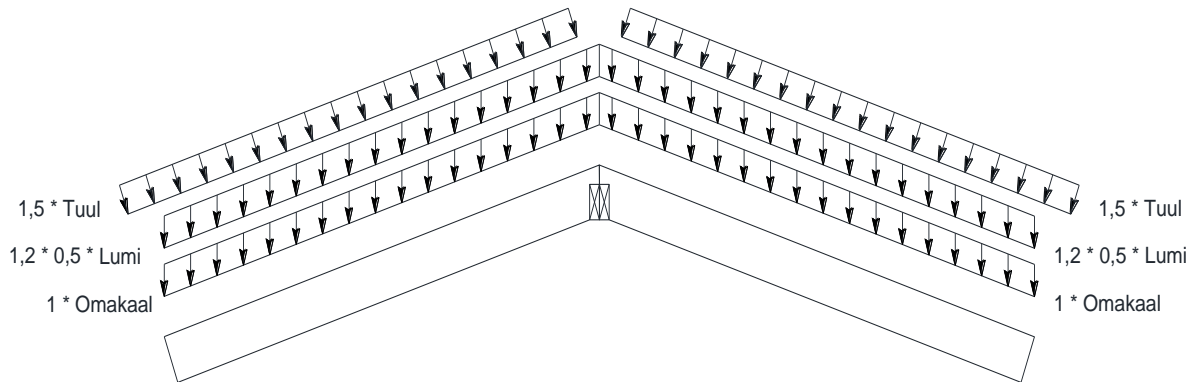
Arvutuslik joonkoormus p_d [kN/m] sarikale arvutatakse koormuskombinatsiooniga kahel viisil, kui:

- domineerivaks muutuvkoormuseks on lumi:



Joonis 4.1 Skeem, kui domineerivaks muutuvkoormuseks on lumi

- domineerivaks muutuvkoormuseks on tuul:



Joonis 4.2 Skeem, kui domineerivaks muutuvkoormuseks on tuul

Kui domineerivaks muutuvkoormuseks esineb lumi, siis arvutusliku joonkoormuse sarikale arvutatakse (4.5) valemi järgi [7]:

$$p_d = g_k \cdot \cos \alpha \cdot \gamma_G + \gamma_Q \cdot \cos \alpha \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot \psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul} \quad (4.5)$$

$$p_d = 0,749 \cdot \cos 19^\circ \cdot 1,2 + 1,5 \cdot \cos 19^\circ \cdot 1,4 + 0,372 \cdot 0,6 \cdot 1,5 = 3,17 \text{ [kN/m]} - \underline{\text{jääb määravaks!!!}}$$

Kui domineerivaks muutuvkoormuseks esineb tuul, siis arvutusliku joonkoormuse sarikale arvutatakse (4.6) valemi järgi [7]:

$$p_d = g_k \cdot \cos \alpha \cdot \gamma_G + \gamma_Q \cdot \cos \alpha \cdot \psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_Q \cdot Q_{k,tuul} \quad (4.6)$$

$$p_d = 0,749 \cdot \cos 19^\circ \cdot 1,2 + 1,5 \cdot \cos 19^\circ \cdot 0,5 \cdot 1,4 + 0,372 \cdot 1,5 = 2,40 \text{ [kN/m]} - \text{ei jää määravaks!!!}$$

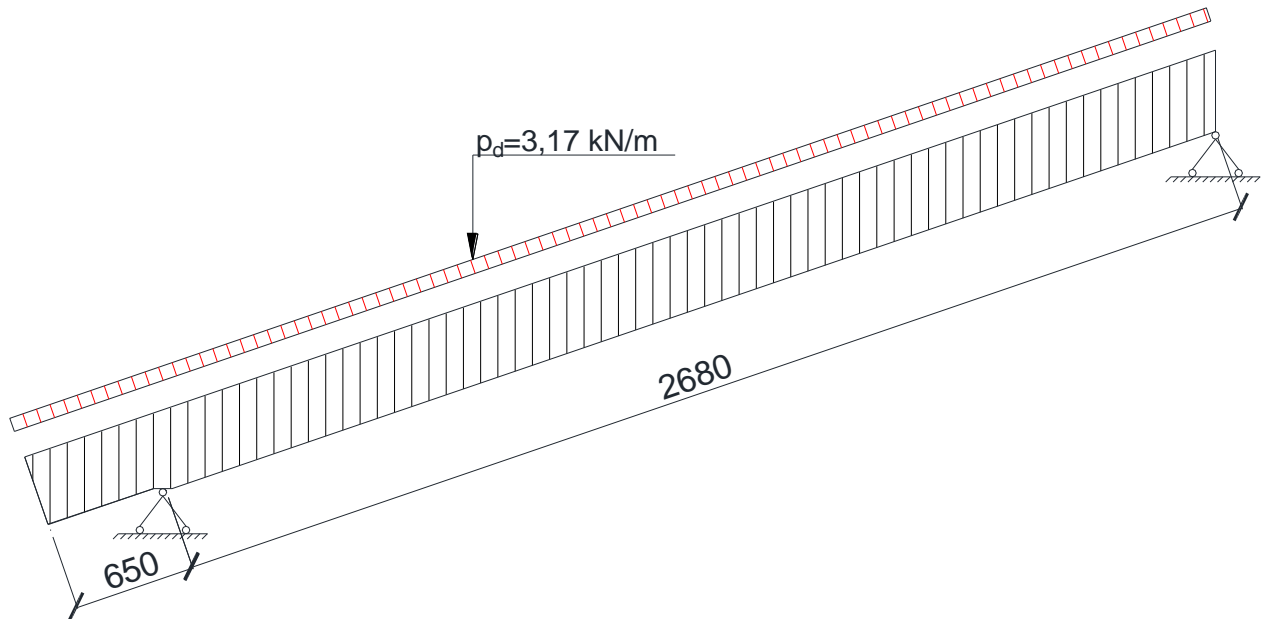
kus $\psi_{0,tuul} = 0,6$ – tuule kombinatsioonitegur; [10, p.183]; (Tabel 4.3, p. 4.2.5)

$\psi_{0,lumi} = 0,5$ – lume kombinatsioonitegur; [10, p.183];

$\gamma_G = 1,2$ – omakaalukoormuse osavarutegur;

$\gamma_Q = 1,5$ – muutuvkoormuse osavarutegur.

4.2.7 Katusesarika arvutuskeem



Joonis 4.3 Katusesarika arvutuskeem

4.2.8 Sisejõud

Paindemoment M_d [kNm] joonkoormuse puhul arvutatakse (4.7) valemi järgi [10, p.65]:

$$M_d = \frac{p_d \cdot L^2}{8} \quad (4.7)$$

, kus p_d - arvutuslik joonkoormus.

Katusesarika maksimaalne paindemoment on [10, p.65]:

$$M_{d,max} = \frac{3,17 \cdot 2,68^2}{8} = 2,85 \text{ [kNm]}$$

Maksimaalne põikjõud $V_{d,max}$ [kN] joonkoormuse puhul arvutatakse (4.8) valemi järgi [10, p.65]:

$$V_{d,max} = \frac{p_d \cdot L}{2} \quad (4.8)$$

Katusesarika maksimaalne põikjõud on [10, p.65]:

$$V_{d,max} = \frac{3,17 \cdot 2,68}{2} = 4,25 \text{ [kN]}$$

4.2.9 Katusesarika kontrollarvutused

Ristlõike arvutus

Katusesarikal maksimaalseks paindemomendiks on $M_{d,max} = 2,85 \text{ kNm}$, ja maksimaalseks põikjõuks, ehk toereaktsiooniks on $V_{d,max} = 4,25 \text{ kN}$.

Ritlõike laiust arvutatakse (4.9) valemi järgi [11, p. 22]:

$$b = \sqrt[3]{\frac{M_{d,max} \cdot 6}{f_{m,d} \cdot 4}} \quad (4.9)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{2,85 \cdot 6}{16,62 \cdot 4}} = 63,6 \text{ mm}.$$

Sarika ristlõigeks valin 45x195 mm. Ristlõike kontroll on esitatud tabelis 4.5.

Kontroll paindele

Katusesarika ristlõike vastupanumoment arvutatakse (4.10) valemi järgi [11, p. 22]:

$$W_y = \frac{45 \cdot 195^2}{6} = 285188 \text{ mm}^3 \quad (4.10)$$

Arvutusliku paindepinget arvutatakse (4.11) valemi järgi [11, p. 21]:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,max} \cdot 10^6}{W_y} \quad (4.11)$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{2,85 \cdot 10^6}{285188} = 9,99 \text{ N/mm}^2.$$

Kontroll nihkele

Katusesarika ristlõike pindala:

$$A = 45 \cdot 195 = 8775 \text{ mm}^2$$

Arvutusliku nihkepinget arvutatakse (4.12) valemi järgi [10, p. 23]:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,max} \cdot 10^3}{A} \cdot \frac{1}{k_{crit}} \quad (4.12)$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{4,25 \cdot 10^3}{8775} \cdot \frac{1}{0,67} = 1,08 \text{ N/mm}^2;$$

, kus $V_{d,max}$ – maksimaalne põikjõud;

A – ristlõike pindala ($b \cdot h$);

k_{crit} – tegur, mis võtab arvesse pragude mõju (saepuidu korral 0,67).

Kontroll muljumisele

Katusesarika efektiivne muljumispindala:

A_{ef} – efektiivne muljumispind ristikiudu, mm^2 . Efektiivne kontaktpind, mis määratakse arvestades efektiivset kontaktpikkust pikikiudu, kus tegelikku kontaktpikkust l on suurendatud mõlemas suunas 30 mm võrra, kuid mitte rohkem kui toe vaba otsa pikkus l või $l/2$ [14]

$$A_{ef} = 45 \cdot (70 + 30) = 4500 \text{ mm}^2 \quad (4.13)$$

Arvutuslikku muljumispinget arvutatakse (4.14) valemi järgi [11, p.18]:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{V_{d,max} \cdot 10^3}{A_{ef}} \quad (4.14)$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{4,25 \cdot 10^3}{4500} = 0,94 \text{ N/mm}^2.$$

Kontroll kiivele

Katusesarika arvutuspikkust arvutatakse (4.15) valemi järgi [11, p.33]:

$$l_{ef} = 0,9 \cdot L + 2 \cdot h \quad (4.15)$$

$$l_{ef} = 0,9 \cdot 2,68 + 2 \cdot 195 = 3925 \text{ mm}.$$

Arvutuslikku kriitilist paindepinget okaspuidust ristkülikukujulise sarika ristlõike korral arvutatakse (4.16) valemi järgi [11, p.36]:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \quad (4.16)$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 45^2}{195 \cdot 3925} \cdot 7400 = 15,27 \text{ N/mm}^2.$$

Suhtelist saledust paindel arvutatakse (4.17) valemi järgi [11, p.36]:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (4.17)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{24}{15,27}} = 1,25.$$

Kiivetegur katusesarika arvutuseks [11, p.36]:

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} \quad (4.18)$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 1,25 = 0,62.$$

Tabel 4.4 Ristlõike 45x195 mm tugevuskontrollide tulemused

Nimetus	Tugevustingimus	Tulemused	Täitumus [%]
Paindekontroll	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	$9,99 \text{ N/mm}^2 < 16,62 \text{ N/mm}^2$	166
Nihkekontroll	$\tau_d \leq f_{v,d}$	$1,08 \text{ N/mm}^2 \ll 1,73 \text{ N/mm}^2$	160
Muljumiskontroll	$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$	$0,94 \text{ N/mm}^2 \ll 2,16 \text{ N/mm}^2$	230
Kiivekontroll	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$	$9,99 \text{ N/mm}^2 < 0,62 \cdot 16,62$ $= 10,30 \text{ N/mm}^2$	103

, kus $k_{c,90}$ – abitegur, saepuidul $k_{c,90} = 1,25$. Pideval toel asuv element, mille silde

pikkus $l_1 \geq 2 \cdot h$;

h - ristlõike kõrgus.

Tugevustingimused on täidetud!

4.3 Katuse harjatala

4.3.1 Harjatala lähteandmed

- toepikkus $\alpha = 145 \text{ mm}$;
- puidu tugevusklass C24;
- positsioon: horisontaalne;
- kasutusklass 1;
- materjali osavarutegur $\gamma_M = 1,3$; [10, p. 506]
- koormuse kestus: alaline; [10, p. 504]
- modifikatsioonitegur $k_{mod} = 0,9$; [10, p. 505]
- ristlõiketegur $k_h = 1,0$; [10, p. 506]
- süsteemi tugevustegur $k_{sys} = 1,0$. [10, p. 16]

4.3.2 Harjatala materjali arvutuslikud omadused

Materjali paindetugevuse arvutuslik omadus (valem 4.1 p. 4.1.2) [11, p.21]:

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24}{1,3} = 16,62 \text{ N/mm}^2$$

Materjali nihketugevuse arvutuslik omadus (valem 4.2 p. 4.1.2) [11, p.23]:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,5}{1,3} = 1,73 \text{ N/mm}^2$$

Materjali ristikiudu muljumistugevuse arvutuslik omadus (valem 4.3 p. 4.1.2) [11, p.19]:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_m} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,5}{1,3} = 1,73 \text{ N/mm}^2$$

4.3.3 Koormused harjatalal

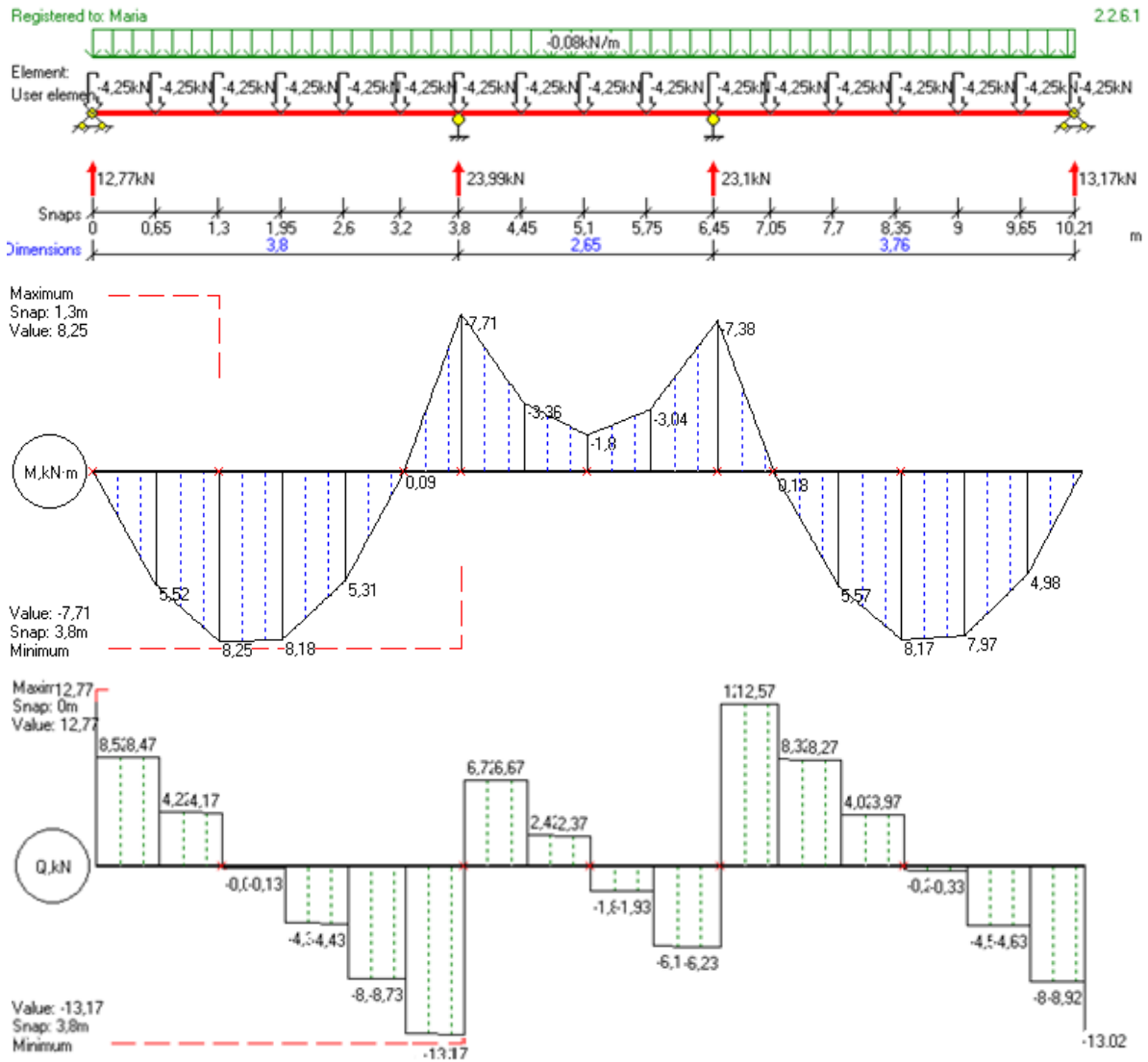
Harjatala arvutan katusesarika maksimaalse põikijõuga, mis sel juhul on võrdne katusesarika toereaktsiooniga. Seega harjatala maksimaalseks arvutatud punktkoormuseks on $p_d = V_{d,max} = 4,25 \text{ kN}$.

4.3.4 Koormuskombinatsioon

Harjatalale samuti tekkivad nii tuule- kui ka lumekoormus sarnaselt katusesarika koormusarvutusele, kuid antud juhul need koormused olid juba arvestatud katusesarika arvutusel. Harjatala arvutusel kaldenurgaks on 0° . Harjatala arvutusel domineerivaks muutuvkoormuseks jääb lumekoormus.

4.3.5 Arvutuskeem ja toereaktsioonid

Harjatala on kolmesildeline jätkuvtala, mis on staatikaga määratud konstruktsioon. Toereaktsioonide ja avamomentide leidmiseks kasutan programmi BEAM 2.2.6.1. Harjatala arvutuskeem paindemomendi- ja põikijõuepüürid on esitatud joonisel 4.4.



Joonis 4.4 Harjatala arvutuskeem, paindemomendi- ja põikijõu epüürid

Tala maksimaalne paindemoment on toel B ja võrdu $M_{d,max} = 7,71 \text{ kN/m}$, ning maksimaalne põikjõud on $V_{d,max} = 25,94 \text{ kN}$.

4.3.6 Harjatala kontrollarvutused

Ristlõike arvutus

Harjatala ristlõike laius arvutatakse (4.9) valemi järgi:

$$b = \sqrt[3]{\frac{M_{d,max} \cdot 6}{f_{m,d} \cdot 4}} \quad (4.9)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{7,71 \cdot 6}{16,62 \cdot 4}} = 88,61 \text{ mm}$$

Kontrollarvutusteks on valitud ristlõige mõõtudega 2x70x220 mm. Harjatala ristlõike kontrollid on esitatud tabelis 4.5.

Kontroll paindele

Harjatala ristlõike vastupanumomendi arvutatakse (4.10) valemi järgi:

$$W_y = \frac{140 \cdot 220^2}{6} = 1129333 \text{ mm}^3 \quad (4.10)$$

Arvutusliku paindepinget arvutatakse (4.11) valemi järgi:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,max} \cdot 10^6}{W_y} \quad (4.11)$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{7,71 \cdot 10^6}{1129333} = 6,83 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll nihkele

Harjatala ristlõike pindala:

$$A = 140 \cdot 220 = 30800 \text{ mm}^2$$

Arvutusliku nihkepinget arvutatakse (4.12) valemi järgi:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,max} \cdot 10^3}{A} \cdot \frac{1}{k_{crit}} \quad (4.12)$$

, kus $V_{d,max}$ – maksimaalne põikjõud;

A – ristlõike pindala ($b \cdot h$);

k_{crit} – tegur, mis võtab arvesse pragude mõju (saepuidu korral 0,67).

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{25,94 \cdot 10^3}{30800} \cdot \frac{1}{0,67} = 1,49 \text{ N/mm}^2;$$

Kontroll muljumisele

Harjatala efektiivne muljumispindala:

$$A_{ef} = 140 \cdot (145 + 30) = 24500 \text{ mm}^2; \quad (4.13)$$

Arvutusliku muljumispinget arvutatakse (4.14) valemi järgi:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{V_{d,max} \cdot 10^3}{A_{ef}} \quad (4.14)$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{25,94 \cdot 10^3}{24500} = 1,06 \text{ N/mm}^2.$$

Kontroll kiivele

Harjatala arvutus pikkust arvutatakse (4.15) valemi järgi:

$$l_{ef} = 0,9 \cdot L + 2 \cdot h \quad (4.15)$$

$$l_{ef} = 0,9 \cdot 10210 + 2 \cdot 220 = 9629 \text{ mm}.$$

Harjatala arvutuslikku kriitilist paindepinget arvutatakse (4.16) valemi järgi:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \quad (4.16)$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 140^2}{220 \cdot 9629} \cdot 7400 = 53,42 \text{ N/mm}^2.$$

Suhtelist saledust paindel arvutatakse (4.17) valemi järgi:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (4.17)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{24}{53,42}} = 0,67$$

Kiivetegur harjatala arvutuseks:

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} \quad (4.18)$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,67 = 1,06$$

Tabel 4.5 Ristlõike 70x220 mm tugevuskontrollide tulemused

Nimetus	Tugevustingimus	Tulemused	Täitumus [%]
Paindekontroll	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	$6,83 \text{ N/mm}^2 < 16,62 \text{ N/mm}^2$	243
Nihkekontroll	$\tau_d \leq f_{v,d}$	$1,49 \text{ N/mm}^2 < 1,73 \text{ N/mm}^2$	116
Muljumiskontroll	$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$	$1,06 \text{ N/mm}^2 < 2,16 \text{ N/mm}^2$	203
Kiivekontroll	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$	$6,83 \text{ N/mm}^2 < 17,62 \text{ N/mm}^2$	258

Tugevustingimused on täidetud!

4.4 Post P1

4.4.1 Posti lähteandmed

- posti pikkus $l = 3000 \text{ mm}$;
- puidu tugevusklass $C24$;
- positsioon: vertikaalne;
- kasutusklass 1;
- materjali osavarutegur saepuidule: $\gamma_M = 1,3$;
- koormused: keskkestvad;
- modifikatsioonitegur $k_{mod} = 0,8$;
- ristlõiketegur $k_h = 1,0$;
- süsteemi tugevustegur $k_{sys} = 1,0$;
- tegur mis arvestab elemendi sirgsust $\beta_c = 0,2$ saepuidule.

Materjali normatiivsed omadused on esitatud peatükis 4.1.1.

4.4.2 Materjali arvutuslikud omadused

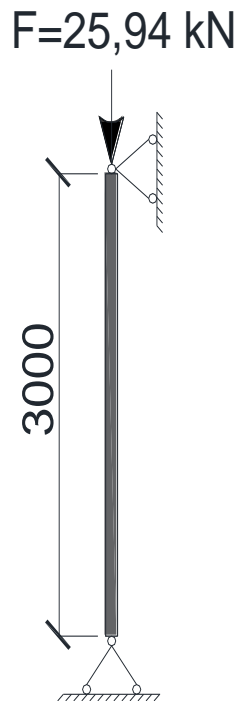
Koormuse kestusklass on muutunud lühiajalisest keskkestvaks. Posti materjali arvutuslikud omadused arvutan uuesti.

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot k_{sys} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24}{1,3} = 14,76 \text{ N/mm}^2; \quad (4.1)$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 2,5}{1,3} = 1,54 \text{ N/mm}^2; \quad (4.2)$$

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 21}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2. \quad (4.3)$$

4.4.3 Posti arvutusskeem



Joonis 4.5 Posti arvutusskeem

4.4.4 Posti kontrollarvutused

Kandevõime arvutus

Postile mõjuva koormuse saan katuse harjatala toereaktsioonist punktis B ($F = 25,94 \text{ kN}$), arvutuseks valin ristlõike $95 \times 95 \text{ mm}$.

Arvutusliku survepinget ristikiudu $\sigma_{c,0,d}$ [N/mm^2] arvutatakse (4.19) valemi järgi [10, p.18]:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{A_{neto}} \quad (4.19)$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{25,94 \cdot 10^3}{95 \cdot 95} = 2,87 \text{ N/mm}^2$$

, kus $\sigma_{c,0,d}$ - surve pinge pikikiudu, N/mm^2 ;

$F_{c,0,d}$ - arvutuslik survejõud ristikiudu kN ;

A_{neto} - ristlõike nettopidala, mm^2 .

Arvutusliku survetugevust pikikiudu $f_{c,0,d}$ [N/mm^2] arvutatakse (4.20) valemi järgi [11, p. 23]:

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} \quad (4.20)$$

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

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

Posti kandevõimet kontrollides peab olema täidetud tingimus [11, p.18]:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (4.21)$$

$$\frac{2,87}{12,92} = 0,22 \ll 1 \Rightarrow \text{Posti kandevõime on tagatud!!!}$$

4.4.5 Posti stabiilsuse kontroll

Posti stabiilsuse kontrolliks peab olema täidetud tingimus [11, p. 36]:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (4.22)$$

$$l_{ef} = l \cdot 1 = 3000 \text{ mm}$$

Inertsraadiust i arvutatakse (4.23) valemi järgi [11, p.30]:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \Rightarrow \sqrt{\frac{a^2}{12}} = \sqrt{\frac{95^2}{12}} = 27,42 \text{ mm} \quad (4.23)$$

, kus I - ristlõike inertsmoment;

A - ristlõike pindaala.

Posti saledus λ_z teguri arvutatakse (4.24) valemi järgi [11, p.30]:

$$\lambda_z = \frac{l_{ef}}{i} \quad (4.24)$$

$$\lambda_z = \frac{3000}{27,42} = 109,41$$

Suhtelise saleduse $\lambda_{rel,z}$ arvutatakse (4.25) valemi järgi [11, p.30]:

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (4.25)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{109,41}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,86$$

Saepuidu puhul võrdub surutud elemendi sirgust arvestav tegur $\beta_c = 0,2$ [10, p.515]:

Teguri k_z arvutatakse (4.26) valemi järgi [11, p.30]:

$$k_z = 0,5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right] \quad (4.26)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left[1 + 0,2 \cdot (1,86 - 0,3) + 1,86^2 \right] = 2,39$$

Nõtketeguri $k_{c,z}$ arvutatakse (4.27) valemi järgi [11, p.30]:

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad (4.27)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{2,39 + \sqrt{2,39^2 - 1,86^2}} = 0,757;$$

$$\frac{2,87}{0,757 \cdot 12,92} = 0,29 \ll 1 \Rightarrow \text{Posti stabiilsus on tagatud!!!}$$

Tabel 4.6 Ristlõike 95x95 mm tugevuskontrollide tulemused

Nimetus	Tugevustingimus	Tulemused	Täitumus [%]
Kandevõime kontroll	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$	0,22	455
Stabiilsuse kontroll	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$	0,29	345

Tugevustingimused on täidetud!!!

4.5 Vahelaetala

4.5.1 Vahelaetala lähteandmed

- talade samm $s = 600 \text{ mm}$;
- sildeava $L = 3135 \text{ mm}$;
- puidu tugevusklass $C24$;
- positsioon: horisontaalne;
- kasutusklass 1;
- koormused: keskkestvad [10, p. 504], alaline (omakaal);
- materjali osavarutegur $\gamma_M = 1,3$; [10, p. 504]
- modifikatsioonitegur $k_{mod} = 0,8$; [10, p. 505]
- ristlõiketegur Eestis reeglina $k_h = 1,0$; [10, p. 506]
- süsteemi tugevustegur $k_{sys} = 1,0$ [11 p. 16]; Eestis reeglina 1,0

Materjali normatiivsed omadused on esitatud peatükis 4.1.1.

4.5.2 Vahelaetala materjali omadused

Arvutusliku paindetugevust arvutatakse (4.1) valemi järgi [p.4.1.2]:

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

Arvutusliku nihketugevust arvutatakse (4.2) valemi järgi [p.4.1.2]:

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,54}{1,3} = 1,54 \text{ N/mm}^2;$$

Arvutuslik muljumistugevus arvutatakse (4.3) valemi järgi [p.4.1.2]:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 2,5}{1,3} = 1,54 \text{ N/mm}^2.$$

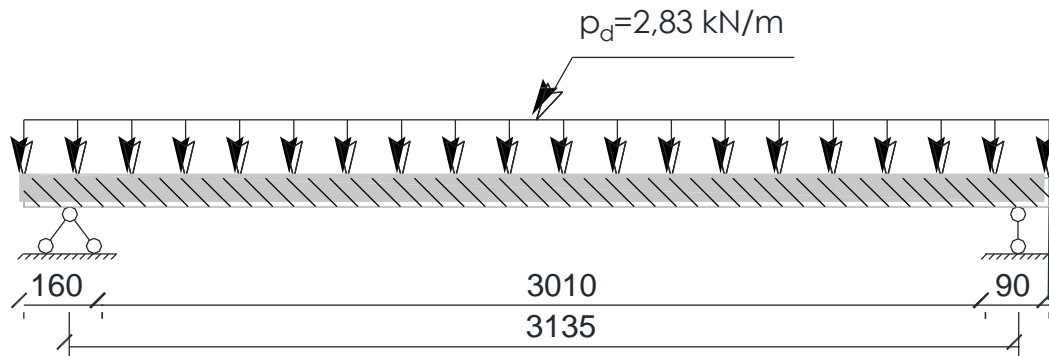
4.5.3 Vahelaetala koormused

Vahelaetala arvutan kui kahesildelist lihttala, mis on üheltpoolt kinnitatud liikuva liigendtoega ja teiselt poolt liikumatu liigendtoega. Konstruktsiooni omakaalukoormus on

$g_k = 0,858 \text{ kN/m}^2$. Ruumid on mõeldud inimeste elamiseks ja seepärast vahelaev arutamiseks tuleb omakaalu koormusele lisada normatiivne kasuskoormus $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ (mööbel jne). Talade samm 600 mm , siit joonkormus talale $1,2 \text{ kN/m}$. Arvutuslik koormus $p_d \text{ [kN/m]}$ vahelaetalale (4.5) arvutatakse järgnevalt:

$$p_d = g_k \cdot \gamma_G + q_k \cdot \gamma_Q = 0,858 \cdot 1,2 + 1,2 \cdot 1,5 = 2,83 \text{ [kN/m]};$$

4.5.4 Vahelaetala arvutuskeem



Joonis 4.6 Vahelaetala arvutuskeem

4.5.5 Sisejõud

Vahelaetala maksimaalne paindemoment (4.7):

$$M_d = \frac{p_d \cdot L^2}{8} \quad (4.7)$$

$$M_{d,max} = \frac{2,83 \cdot 3,135^2}{8} = 3,48 \text{ kN/m}$$

Maksimaalne põikjõud (4.8):

$$V_{d,max} = \frac{p_d \cdot l_{ef}}{2} \quad (4.8)$$

$$V_{d,max} = \frac{2,83 \cdot 3,135}{2} = 4,44 \text{ kN/m}$$

4.5.6 Vahelaetala kontrollarvutused

Ristlõike arvutus

Vahelaetala ristlõike laius vastavalt maksimaalsele paindemomendile $M_{d,max}$ (4.9):

$$b = \sqrt[3]{\frac{M_{d,max} \cdot 6}{f_{m,d} \cdot d^4}} \quad (4.9)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{3,48 \cdot 6}{14,77 \cdot 4}} = 70,7 \text{ mm}$$

Kontrollarvutusteks on valitud ristlõige mõõtudega 95x195 mm. Vahelaetala ristlõike kontrollitulemused on esitatud tabelis 4.7.

Kontroll paindele

Vahelaetala ristlõike vastupanumoment (4.10) [11, p. 21]:

$$W_y = \frac{95 \cdot 195^2}{6} = 602063 \text{ mm}^3 \quad (4.10)$$

Arvutuslik paindepinge (4.11) [11, p. 21]:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,max} \cdot 10^6}{W_y} \quad (4.11)$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{3,48 \cdot 10^6}{602063} = 5,78 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll nihkele

Tala ristlõike pindala:

$$A = 95 \cdot 195 = 18525 \text{ mm}^2$$

Arvutuslik nihkepinge (4.12):

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,max} \cdot 10^3}{A} \cdot \frac{1}{k_{crit}} \quad (4.12)$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{4,44 \cdot 10^3}{18525} \cdot \frac{1}{0,67} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll muljumisele

Vahelaetala efektiivne muljumispindala (4.13) [11, p. 23]:

$$A_{ef} = 95 \cdot (95 + 30) = 11875 \text{ mm}^2 \quad (4.13)$$

Arvutuslik muljumispinge (4.14) [11, p. 20]:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{V_{d,max} \cdot 10^3}{A_{ef}} \quad (4.14)$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{4,44 \cdot 10^3}{11875} = 0,37 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll kiivele

Vahelaetala arvutuspikkus (4.15) [11, p. 32]:

$$l_{ef} = 0,9 \cdot L + 2 \cdot h \quad (4.15)$$

$$l_{ef} = 0,9 \cdot 3135 + 2 \cdot 195 = 3212 \text{ mm}$$

Arvutuslik kriitiline paindepinge (4.16):

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \quad (4.16)$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 95^2}{195 \cdot 3212} \cdot 7400 = 83,17 \text{ N/mm}^2$$

Suhteline saledus paindel (4.17) [11, p. 36]:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (4.17)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{24}{83,17}} = 0,54$$

Kiivetegur vahelaetala arvutuseks (4.18) [11, p. 36]:

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} \quad (4.18)$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,54 = 1,16$$

Tabel 4.7 Ristlõike 95x195 mm tugevuskontrollide tulemused

Nimetus	Tugevustingimus	Tulemused	Täidetud [%]
Paindekontroll	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	$5,78 \text{ N/mm}^2 < 14,77 \text{ N/mm}^2$	256
Nihkekontroll	$\tau_d \leq f_{v,d}$	$0,54 \text{ N/mm}^2 \ll 1,54 \text{ N/mm}^2$	285
Muljumiskontroll	$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$	$0,37 \text{ N/mm}^2 \ll 1,93 \text{ N/mm}^2$	522
Kiivekontroll	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$	$5,78 \text{ N/mm}^2 < 17,12 \text{ N/mm}^2$	296

Tugevustingimused on täidetud!

4.6 Liide

Vahelaetala mõõtudeks sain 95x195. Seina VS-8 alumise vöö prussi ja VS-4 ülemise vöö prussi mõõduks on 95x145. Sõlme ühenduseks on valitud talaking BSN45/167.

Liide tüübiks on: naelühendusega teras-puiduga liide.

4.6.1 Lähteandmed

- puidu tugevusklass C24;
- Naelutus kammnaeltega CNA 4,0 x 40, 6 tk;
- Terasplaadi paksus $t = 2 \text{ mm}$;
- kasutusklass 1;
- koormused: keskkestvad;
- materjali osavarutegur $\gamma_M = 1,3$; [15, p.42]:
- modifikatsioonitegur $k_{mod} = 0,8$;

4.6.2 Liide kontrollarvutused

Tala toe kõrgus peab olema vähemalt 2/3 kasutatava tala kõrgusest. Vahelaetala kõrgus on 195 mm. Sellest järgneb:

$$\geq \frac{2}{3} \cdot 195 = 130 \text{ mm}$$

Võtan kasutusele talakinga BSN45/167, mille kõrgus on 167 mm.

Terasest äärmiste elementidega ühelõikeline liide peab täitma tingimuse [15, p. 38]:

$$t_1 \leq 0,5 \cdot d$$

$$t_1 = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ mm} \Rightarrow \text{täidab!}$$

Arvutuslik kandevõime $F_{v,Rd}$ kinnituselemendi ühe nihkepinna kohta leitakse seosega [15, p. 38]:

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk,min}}{\gamma_M}$$

, kus $F_{v,Rd}$ - ühe kinnituselemendi arvutuslik kandevõime ühe nihkepinna kohta, [N];

$F_{v,Rk,min}$ - ühe nihkepinna minimaalne normkandevõime (tabelist), [N];

Terasest äärmiste elementidega ühelõikeline liide ($t_1 < 0,5d$) [16, p. 90]:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right. \quad (4.28)$$

, kus $f_{h,1,k}, f_{h,2,k}$ - muljumistugevuse normväärtused puitelemendis 1 või 2, [N/mm^2];

$F_{ax,Rk}$ - kinnituselemendi teljesuunalise väljatõmbe normkandevõime, [kN].

Arvutustes ei võta arvesse.

$M_{y,Rk}$ - sideme voolupiirile vastav normatiivne paindemoment, [N/mm];

d - kinnituselemendi läbimõõt, [mm];

t_1 - talakinga metalli paksus, [mm];

t_2 - puidu või laua paksus või süvistussügavus, [mm];

β - elementide muljumistugevuste suhe.

Sõimpunkti summaarne arvutuslik vertikaalkoormus

Vahelaetala maksimaalne põikjõud:

$$V_{d,max} = 4,44 \text{ kN}$$

Vahelaetala maksimaalne paindemoment:

$$M_{d,max} = 3,48 \text{ kN/m}$$

$$t_1 = 2 \text{ mm}$$

$$t_2 = 95 \text{ mm}$$

$$d =$$

$$4 \text{ mm}$$

Puumaterjali muljumistugevus

$$\rho_{k,mänd} = 433,4 \text{ kg/m}^3 = 425,02 \text{ N/mm}^3$$

Puitelemendi muljumistugevuse normväärtus $f_{h,k}$ arvutatakse valemi järgi [15, p. 45]:

$$f_{h,k} = 0,82 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} \quad (4.29)$$

$$f_{h,k,mänd} = 0,82 \cdot 425,02 \cdot 4,0^{-0,3} = 22,99 \text{ N/mm}^2$$

Puidu muljumistugevuse arvutusväärtus [16. p. 89]:

$$f_{h,1,d} = f_{h,2,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{h,k,mänd}}{1,3} = \frac{0,8 \cdot 22,99}{1,3} = 14,15 \text{ N/mm}^2;$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,d}}{f_{h,1,d}} = 1$$

Tabel 4.8 Puumaterjali keskmised tihedused ja niiskussisaldused

Puiduliik	Niiskussisaldus, [%]	ρ_k , [kg/m ³]
Tamm	10,58	700,8
Saar	10,4	687,3
Mänd	11,62	433,4
Kuuski	10,4	527,9

Puitelemendi paksuse kontroll

Puitelementide miinimumpaksus ettepuurimata naelte korral sõltub puidu normtihedusest ja naela läbimõõdust ning peab rahuldama järgmisi tingimusi [16, p. 92]:

$$t_{max} = \begin{cases} 7 \cdot d; \\ \frac{(13 \cdot d - 30) \cdot \rho_k}{400} \end{cases} \quad (4.30)$$

$$t_{max} = \begin{cases} 7 \cdot 4 = 28 \text{ mm}; \\ \frac{(13 \cdot 4 - 30) \cdot 433,4}{400} = 23,83 \text{ mm} \sim 24 \text{ mm}; \end{cases}$$

⇒ kasutatava tala paksus sobib!!!

Naela voolupiirile vastava paindemomendi normväärtus

Kasutan 4 mm läbimõõduga, ümarristlõikega naelu.

Naelühenduste arvutusel arvestatakse nende naeltega, mille teravikupoolne süvistussügavus (ankurduspikkus) on järgmine:

- siledad naelad vähemalt 8d;
- **kamm- ja keermesnaelad 6d /_{min} = 6 · 4,0 = 24 mm.**

$$M_{y,Rd,nael} = \frac{M_{y,Rk,nael}}{\gamma_M}$$

terasest sideme korral $\gamma_M = 1$.

Tavalisest siledast terastraadist, minimaalse tõmbetugevusega 600 N/mm²,

valmistatud naelte jaoks tuleb voolupiirile vastava paindemomendi normväärtuseks võtta [16, p. 93]:

$$M_{y,Rk,nael} = M_{y,Rd,nael} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 4,0^{2,6} = 6616,5 \text{ N/mm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot 14,15 \cdot 95 \cdot 4 = 2150,8 \text{ N} \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 6616,5 \cdot 14,15 \cdot 4} = 995,16 \text{ N} \end{array} \right.$$

Normatiivne kandevõime kinnituselemendi ühe nihkepinna on $F_{v,Rk} = 995,16 \text{ N} = 0,995 \text{ kN}$

Arvutuslik kandeõime kinnituselemendi ühe nihkepinna kohta:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,8 \cdot F_{v,Rk,min}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 0,995}{1,3} = 0,6 \text{ kN}$$

Elementide ühendamiseks valin 6 kammnaela CNA 4,0 x 40, siis:

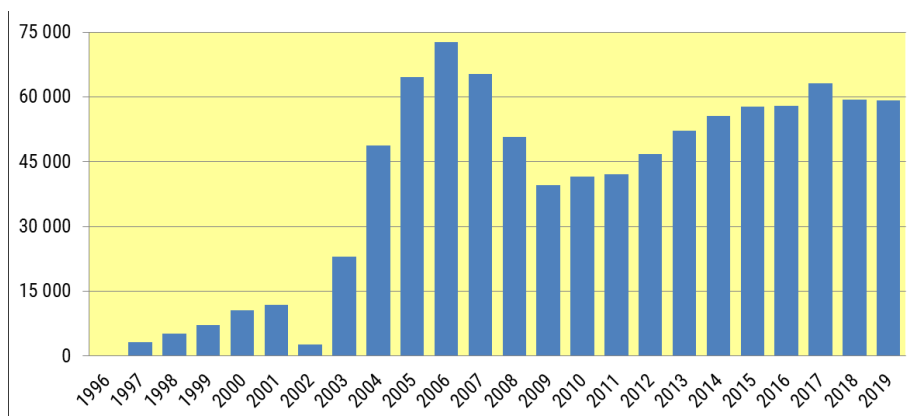
$$F_{v,Rd} = 6 \cdot 0,6 = 3,6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 3,6 \text{ kN} > F_{tala} = 2,16 \text{ kN} \Rightarrow \text{Nõuded on tagatud!}$$

5. KOGUMAKSUMUSE ANALÜÜS JA VÕRDLOS

5.1 Üldine statistika

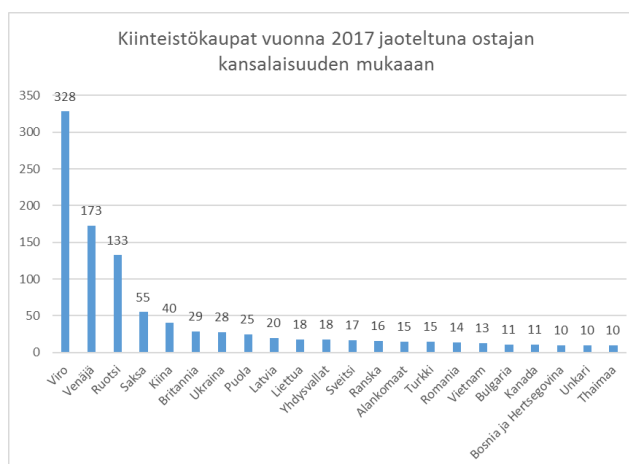
Maa-ameti poolt koostatud aastakokkuvõtet on moodustatud selleks, et läbi viia maa hindamist ning töödelda andmeid kinnisvara turul toimuvatest tehingutest. Antud kokkuvõtte annab võimalust tutvuda üldiste trendidega, mis toimuvad Eestis kinnisvarasektoris.



Tabel 5.1 Kinnisvara tehingute arv tehingute andmebaasis [17]

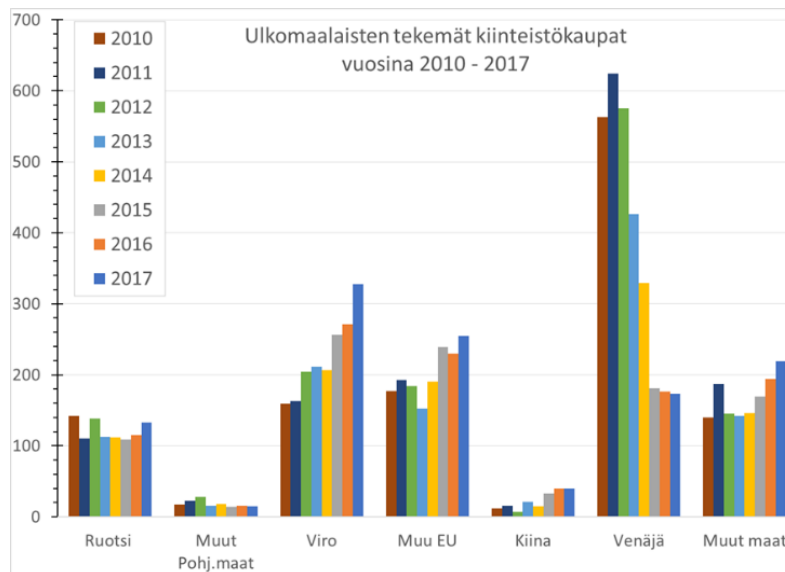
Tuginedes aruande andmetele, samuti riigikanalite uudistele, on selgelt nähtav kinnisvara pideva kasvu trend nii Eestis (vt. tabel 5.1), kui ka Soomes. Enamgi veel, ostjad eelistavad osta eluaset uusarenduses, või ehitada ise, mitte selliseid, mis nõuaksid kohe pärast ostmist investeeringuid ja on enamasti juba amortiseerunud.

Sama situatsioon toimub ka Soomes, eriti Helsinki piirkonnas, kus Eesti kodanikud, näiteks aastal 2017, juhivad välismaalaste poolt teostatud kinnisvara tehingute arvu (vt. tabel 5.2).



Tabel 5.2 Kinnisvaratehingud 2017. aastal ostja kodakondsuse järgi [18]

Nagu näha tabelist 5.3, Eesti kodanike kinnisvaraostude arv Soomes kasvab pidevalt. Venemaa kodanike poolt ostetud kinnisvara arv on aastast 2010 järsult langenud.



Tabel 5.3 Välismaalaste kinnisvaratehingud aastatel 2010-2017 [18]

Nii intensiivne välismaalaste kinnisvaraostu kasv on Soome kaitseministeeriumile väga murettekitav.

5.2 Turuuuringud

5.2.1 Üürituru uuring

Soomlased, nagu teisedki eurooplased tänapäeval, kinnisvarahindade tõusu tõttu ja samas soovimatuse tõttu ennast siduda kinnisvara asukohaga konkreetses piirkonnas elada, eelistavad rentida. Eesti mentaliteet on aga teine ja eestlased eelistavad osta kinnisvara, kui selleks on piisavalt raha.

Üürihinnad on erinevad nii Eestis, kui Soomes. Selleks, et leida keskmist hinda ruutmeetri kohta, autor võttis 15 rendipinda samast piirkonnast ja leidis keskmise hinna ruutmeetri kohta kuus. Autor sai Viimsis hinnaks 9€/m², Vantaal aga 16€/m² kuus. Vahe on peaaegu ~78%.

Hindade erinevus on muidugi suur, aga elatustaseme erinevused on veelgi suuremad.

5.2.2 Kinnisvara ostu uuring

Vaadeldes kuni 5 aastaseid müügil olevaid maju keskmist ruutmeetri hinnaks sai autor Viimsi vallas ~2755 €/m². Vantaal sai autor keskmiseks hinnaks ~4413 €/m², mis on ~60% kallim, kui Eestis.

5.3 Hinnavõrdlus

Hinnavõrdluses ei ole arvesse võetud küte- ja ventilatsiooni, veevärgi ja kanalisatsiooni, samuti ka elektrivõrgustiku maksumust, kuna nende projektid puuduvad.

Tööjõukulud viimase 5 aastaga Eestis on tõusnud ja tänapäeval erinevus Soomega minimaalne. Hea spetsialisti hind on 35€/tund, mis makstakse firmale töömehe eest.

Seda näitab ka pendelränne vähenemine Soome ehitusvaldkonna töötajate poolt. Seetõttu autor ei ole võtnud arvesse ka tööjõukulud maja valmis ehitamiseks. Tabelis 5.4 on välja toodud materjali kuluarvestus, nende hinnad Eestis ning Soomes ja nende erinevus. Punase kirjaga on näidatud materjali kallim hind. Tabelist võib näha, et Soomes on hinnad natukene kallimad, vaid vähesel määral. Kogu arvutatud materjali hinnaerinevuseks sai autor 11%.

Tabel 5.4 Hinnavõrdlus ja ehitusmaterjalide hinnad Eestis ja Soomes

Ehitusmaterjali numetus		Kogus	Mõõtühik	Vaja	Hind, [m ² , jm, tk]		Eesti	Soome	Vahe
					Eesti	Soome			
Vundament									
Betoon	Taldmik C25/30/XC2	5,5	m ³	5,50	100	170	550	935	385
	Plokkide vahe C20/25	6,7	m ³	7	100	170	700	1190	490
	Põrand C20/25/S3	5,04	m ³	5	80	150	400	750	350
	Välisrepp	1	m ³	0,93	100	170	100	170	70
Armatuur, Ø10, 6 m		61	tk	366	0,74	0,82	270,84	300,12	29,28
Armatuur, Ø16, 6 m		24	tk	144	1,86	2,15	267,84	309,60	41,76
Müürivõrk, Ø4, BpI, Zn, 3 m		15	tk	45	0,58	1,30	26,10	58,50	32,40
Armatuurivõrk, Ø5, 150x1200x2000 mm, 2,4 m ²		26	tk	52	3	3	176	156	-20
Õõnesplakk	190x190x390 mm	563	tk	563	1,60	-	900,80	-	101,90
	190x190x600 mm	271	tk	271	-	3,70	-	1002,70	
Müüri segu M100/600		1000	kg	1	130	139	130	139	9
Vahtplast	EPS 120F Perimeeter, 12 m ²	5	tk	60	5	5	289	290	1
	EPS 100F, 12 m ²	9	tk	108	4	4	446	432	-14
Põrand. 1 korrus									
Laagid, 45x195 mm, 6 m		19	tk	114	4,40	4,50	501,60	513	11,40
Roovistik, 50x50 mm, 6 m		28	tk	168	1,05	0,89	176,40	149,52	-26,88
Kivivill Superrock, 150 mm, 2,82 m ²		18	tk	50,76	5,20	5,52	263,95	280,20	16,24
OSB-3, 22 mm, 3,125 m ²		17	tk	53,13	9,15	9,42	486,09	500,44	14,34
Alusvaip 3mm, 120m ²		1	tk	120	0,49	0,60	58,80	72	13,20
Parkett Cello 14mm Tamm 3-lippi, 3,18 m ²		12	tk	38,16	27,90	29,90	1064,66	1140,98	76,32
Liistud		40	jm	40	2,21	2,29	88,40	91,60	3,20
Põrandaplaat		10	m ²	10	13,99	21,90	139,90	219	79,10
Seinaplaat vannituppa		18	m ²	18	13,99	13,90	251,82	250,20	-1,62
Liim CM12 plus, 25 kg		3	tk	3	19	26,30	57	78,90	21,90
Hüdrostop, 10 l		1	tk	1	47,50	91,20	47,50	91,20	43,70

Tabel 5.4 järg

Seinad. Siseseinad									
Siseüksed	900x2100	5	tk	5	122	110	610	550	-60
Mineraalvill Superrock, 100mm, 4,52 m ²		25	tk	113	4,77	5,20	539,01	587,60	48,59
Puit, 50x150 mm		105	jm	105	2,71	2,99	284,55	313,95	29,40
OSB-3, 15mm, 3,125 m ²		37	tk	115,63	6,05	6,92	699,53	800,13	100,59
Kipsplaat, 13x1200x2750 mm		35	tk	115,50	2	2,56	231	295,68	64,68
Kinnitustarvikud, pahtlid ja värv		15	%				354,61	382,10	27,49
Seinad. Välisseinad									
Välisuks Cello	1000x2100	1	tk	1	425	419	425	419	-6
Aknad	600x1250	1	tk	1	265	373	265	373	108
	1200x1250	7	tk	7	355	462	2485	3234	749
	1200x1800	1	tk	1	531	705	531	705	174
	600x1800	1	tk	1	397	570	397	570	173
Välisvoodrilaud, 20x145 mm, UTV, krundtut		1235	jm	1235	2,65	2,20	3272,75	2717	-555,75
Distantssliist, 22x50 mm		285	jm	285	0,67	0,53	190,95	151,05	-39,90
Tuuletõkkeplaat Rockwool, 20 mm, 2,4 m ²		70	tk	168	3,58	3,96	601,44	665,28	63,84
Roovitus, 50x50 mm		320	jm	320	1,05	0,89	336	284,80	-51,20
Kivivill Superrock, 50 mm, 8,48m ²		20	tk	169,50	2,47	2,55	418,67	432,23	13,56
Pruss, 45x145 mm		395	jm	395	2,71	2,99	1070,45	1181,05	110,60
Nurgikud, kinnitustarvikud		230	tk	230	1,59	1,59	365,70	365,70	0
Kivivill Superrock, 150 mm, 2,82m ²		42	tk	118,44	5,20	5,52	615,89	653,79	37,90
OSB-3, 15mm, 3,125 m ²		47	tk	146,88	6,05	6,92	888,59	1016,38	127,78
Roovitus, 50x50 mm		302	jm	302	1,05	0,89	317,10	268,78	-48,32
Kipsplaat, 13x1200x2750 mm		63	tk	207,90	2	2,56	415,80	532,22	116,42
Kinnitustarvikud, pahtlid ja värv		15	%				1274	1240,24	-33,76
Vahelagi									
Kipsplaat, 13x1200x2750 mm		30	tk	99	2	2,56	198	253,44	55,44
Distantssliist, 22x50 mm		138	jm	138	0,67	0,53	92,46	73,14	-19,32
Aurutõkke, 30 m ²		49	m ²	49	0,52	0,79	25,48	38,71	13,23

Tabel 5.4 järg

Aurutökketeip, 25 m	1	tk	1	11	17	11	17	6
Pruss, 95x145 mm	93	jm	93	11,30	8,50	1050,90	790,50	-260,40
Prussiking, 45x167 mm	36	jm	36	2,99	1,99	107,64	71,64	-36
Kivivill Superrock, 150 mm, 2,82 m ²	17	tk	47,94	5,20	5,52	249,29	265	15,34
Roovitus, 35x100 mm	139	jm	139	0,87	0,75	120,93	104,25	-16,68
Isover FLO, 30 mm	45	m ²	45	6,02	8,06	270,90	362,70	91,80
OSB-3, 22 mm, 3,125 m ²	15	tk	46,88	9,15	9,42	428,91	441,56	12,66
Sammutusmüramatt Isover FLO, 7,2 m ²	6	tk	43,20	4,59	6	198,29	259,20	60,91
Parkett Cello, Tamm, 3-lippi, 14mm, 3,18 m ²	14	tk	44,52	27,90	29,90	1242,11	1331,15	89,04
Liistud	45	jm	45	2,21	2,29	99,45	103,05	3,60
Kinnitustarvikud, pahtlid ja värv	10	%				329,65	359,85	30,21
Katuslagi								
Kipsplaat, 13x1200x2750 mm	33	tk	108,90	2	2,56	217,80	278,78	60,98
Distantisliist, 22x50 mm	95	jm	95	0,67	0,53	63,65	50,35	-13,30
Aurutökke	54	m ²	54	0,52	0,47	28,08	42,66	14,58
Aurutökketeip, 25 m	2	tk	2	11	17	22	34	12
Roovitus, 50x50 mm	342	jm	342	1,05	0,89	359,10	304,38	-54,72
Kivivill Superrock, 50 mm, 8,48 m ²	19	tk	161,03	2,47	2,55	397,73	410,61	12,88
Pruss 45 x 195 mm	131	jm	131	3,70	3,50	484,70	458,80	-26,20
Kivivill Superrock, 150 mm, 2,82 m ²	18	tk	50,76	5,20	5,52	263,95	280,20	16,24
Tuulet.pl. Rockwool, 20 mm, 2,4 m ²	35	tk	84	3,58	3,96	300,72	332,64	31,92
Distantisliist, 22 x 50 mm	211	jm	211	0,67	0,53	141,37	111,83	-29,54
OSB-3, 18 mm, 3,125 m ²	27	tk	84,38	7,49	7,67	631,97	647,16	15,19
Katusekate, Icopal LiimaUltra, 8 mm, 8 m ²	11	tk	88	6	7,50	528	660	132
Harja/räästa katelint 12/20 must	3	tk	3	59	41,95	177	125,85	-51,15
Kummibituumen, naelad, 20 kg	5	tk	5	51	79	255	395	140
Otsaplekk, 2,0 m, must, 2 m	4	tk	8	8	8,50	64	68	4
Räästaplekk, 2,0 m, must, 2 m	12	tk	24	6,50	7	156	168	12
Vihmaveesüsteem Ruukki	1	tk	1	384	456	384	456	72

								Tabel 5.4 järg	
Kinnitustarvikud, pahtlid ja värv	10	%				447,51	482,40	34,89	
Trepp									
L-trepp, lehis/mänd	1	tk	1	2120	2537	2120	2537	417	
						35528,86	39224,15	3695,29	

5.4 Saadud tulemustel põhinev kokkuvõtte

Võttes arvsse ja võrreldes kinnisvara müügi- ja üürihindade märkimisväärset erinevust, samuti ka samaväärset krundi hinnaerinevust, hakkab silma ehitusmaterjali väike hinnaerinevus.

Tabel 5.5 Kokkuvõttev tabel

	Eesti	Soome	
Krundi hind	105 000 €	190 000 €	81%
Ehitusmaterjal	35 529 €	39 224 €	10%
Keskmine müügihind, €/m ²	2 755 €	4 413 €	60%
Keskmine üürihind, €/m ²	9 €	16 €	78%

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks autoril oli Harju maakonnas planeeritava eramu projekteerimine, ja kandekonstruktsioonide arvutus. Samuti ehitusmaterjalide hinnavõrdlus Eestis ja Soomes, eeldusel, et samasugune maja ehitatakse tulevikus antisees riigi pealinna piirkonnas. Hoone konstruktiivne lahendus on tehtud kehtivate standardite ja normide alusel.

Lõputöö koostamisel autor oli kasutanud järgnevaid programme: kandekonstruktsioonide arvutamiseks oli kasutatud BEAM 2.2.6.1, graafilises osas - Autodesk AutoCAD Mechanical 2020 ja eramu kogumaksumuse analüüsiks ja võrdlemiseks Eestis ja Soomes kasutas autor Microsoft Excel'i.

Kandekonstruktsioonide arvutuse käigus saadud tulemustest on näha, et kandekonstruktsioonide kandevõime projekteeritavas eramus on tagatud. Sarikate konstrueerimisel valitud hõõveldatud pruss 45x195 mm, harjatalaks on valitud ristlõige mõõtudega 70x220 mm kaks prussi kõrvuti. Harjatala kohal siseseintesse on projekteeritud tugipostid. Siseseinteks on puitkarkasseinad 45x145 mm sammuga 600 mm. Vahelaekandjad on 95x195 mm nelikant puittalad sammuga 600 mm.

Maja kavandamisel lähtus autor Eesti külmast kliimast ja pikast talvest, et tulevikus maksimaalselt vähendada maja küttekulusid. Projekteeritava maja energiatarbimise vähendamiseks soovis autor kujundada selle võimalikult kompaktselt ning pöörata erilist tähelepanu välisseinte heale soojapidavusele, maksimaalsele tihedusele, paigaldada tuuletõkke ning aurutõkke ja tepida vuuke.

Viimsi valla radooniohtlikkuse hinnangu aruande põhjal pöördus autor vundamendi projekteerimisele erilist tähelepanu. Vundament on isoleeritud vahtpolüstüreeniga. Kahe vahtpolüstüreeni kihi vahele kavandatud radoonitõkkele, mille vuugid teipidakse korralikult tihendus- ja bitüülteibiga.

Teostades kogumaksumuse analüüsi ja hinnavõrdlust Eestis ja Soomes, autor tegi järelduse, et Eesti ja Soome kinnisvara müügi- ja üürihindadel ning krundi müügihindadel on märkimisväärne hinnaerinevus, mida ei saa öelda ehitusmaterjalide hinnaerinevusest.

Sellega on saavutatud antud diplomitöös püstitatud eesmärk. Lõputöös tehtud arvutused loovad eelduse uue hoone ehitamise alustamiseks ja vajaliku ehitusloa taotlemiseks nii Eestis kui ka Soomes.

SUMMARY

The aim of this dissertation is to design a private house in Harju County and to calculate the load-bearing structures. Also a price comparison of construction materials in Estonia and Finland, provided that a similar house is built in the future in the region of the capital.

The buildings constructive solution is based on valid standards and norms.

In compiling the dissertation, the author used the following programs :

BEAM 2.2.6.1 was used to calculate the load-bearing structures,

In the graphical part- Autodesk AutoCAD Mechanical 2020,

and to analyze and compare the total cost of a house in Estonia and Finland the author used Microsoft Excel.

The results obtained during the calculation of the load-bearing structures show that the load-bearing capacity of the load-bearing structures in the designed house is guaranteed.

When designing the rafters, a 45mm x 195mm planed beam was chosen, a cross section with dimensions 70mm x 220mm was chosen as the brush beam, two beams next to each other.

Support posts have been designed for the inner walls above the brush beam.

The inner walls are wooden frame walls 45mm x 145mm with a step of 600mm.

The intermediate carriers are 95mm x 195mm square wooden beams with a pitch of 600mm.

When designing the house, the author took into account Estonias cold climate and long winters. In order to minimize energy consumption of the designed house, the author wanted to make it as compact as possible and pay special attention to good thermal insulation of the external walls, maximize density, install a wind barrier and a vapor barrier and quilt joints.

Based on the report of the radon hazard assessment of Viimsi municipality, the author paid special attention to the design of the foundation. The foundation is insulated with polystyrene foam. Radon barrier film is to be placed between two layers of polyester styrene, the joints of which are properly taped with sealing and bityl tape.

Performing a total cost analysis and price comparison in Estonia and Finland, the author concluded that there is a significant price difference between Estonian and Finnish real estate sales, rental prices and plot sales prices, which cannot be said about the price difference between building materials.

This has achieved the goal set in this diploma thesis.

The calculations made in the dissertation create a precondition for starting the construction of a new building and applying for the necessary building permit both in Estonia and Finland.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Maa-ameti geoportaal, X-GIS.
<http://geoportaal.maaamet.ee/> (14.03.2017).
2. https://www.viimsivald.ee/public/ww_vana/lubja_klindiaastangu_detailplan_KSH_aruanne.pdf (14. märtsil, 2017)
3. http://admin.entsyklopeedia.ee/EE_11/Alusp%C3%B5hja%20avamus.png
4. https://www.toode.ee/tootekataloog/vihmaveesusteemid/kandiline_vihmaveesusteem/
5. https://www.ttu.ee/public/e/ehitusteaduskond/Instituudid/Ehitiste_projekteerimise_instituut/Oppematerjalid/Valdo_Jaaniso/Pinnased_omadused_vesi_pm_123.pdf
6. EVS-EN 1991-1-1:2002. Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1. Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
7. EVS-EN 1991-1-3:2006+NA:2006 Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused, lumekoormus. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2006.
8. EVS-EN 1991-1-4+NA:2007 - Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Tuulekoormus. Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007.
9. EVS-EN 1990:2002 Eurokoodeks. Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused, Eesti Standardikeskus, 2002.
10. T. Masso, Ehituskonstruktoriga käsiraamat, Tallinn: Ehitame, 2010, p. 577.
11. Martti Kiisa, „Liimpuutkonstruktsioonide projekteerimise alused“, Abimaterjal TTK üliõpilastele, 2015.
12. https://www.ilmateenistus.ee/wpcontent/uploads/2013/01/eesti_ilma_riskid_2012_lumikatejalumekoormus.pdf
13. https://old.taltech.ee/public/e/ehitusteaduskond/Instituudid/Ehitiste_projekteerimise_instituut/Oppematerjalid/Projekteerimise_alused/Sissejuh_Omak_Kasus.pdf
14. https://old.taltech.ee/public/e/ehitusteaduskond/Instituudid/Ehitiste_projekteerimise_instituut/Oppematerjalid/puit_arhitektid/Arh_Puit_2015.pdf
15. EVS-EN 1995-1-1:2005 EUROKOODEKS 5 Puitkonstruktsioonide projekteerimine.
16. Elmar-Jaan Just jt. Puit ja puidupõhised konstruktsioonid, Tallinn 2015 lk 90
17. https://www.maaamet.ee/sites/default/files/content-editors/kinnisvara/eesti_kinnisvaraturg_2019.pdf
18. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_253+2018.aspx
19. <https://www.etuovi.com/myytavat-asunnot/vantaa?haku=M1654801503>

20. [https://www.kv.ee/?act=search.simple&last_deal_type=3&orderby=pdwl&deal_type=3&dt_select=3&county=1&search_type=new&parish=1070&c\[0\]=800&c\[1\]=38&c\[2\]=104&c\[3\]=39](https://www.kv.ee/?act=search.simple&last_deal_type=3&orderby=pdwl&deal_type=3&dt_select=3&county=1&search_type=new&parish=1070&c[0]=800&c[1]=38&c[2]=104&c[3]=39)
21. <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015004> (13.11.2020)
22. https://www.ttu.ee/public/e/ehitusteaduskond/Instituudid/Ehitiste_projekteerimise_instituut/Oppematerjalid/Projekteerimise_alused/Lumekoormus.pdf
23. https://www.viimsivald.ee/public/ww_vana/lubja_klindiastangu_detailplan_KSH_aruanne.pdf (15.05.2020)

GRAAFILISE MATERJALI LOETELU

Joonis 1-4	Vaade "A", "B", "C", "D"	A4
Joonis 5	Lõige 1-1	A4
Joonis 6-7	1- ja katusekorruse plaan	A3
Joonis 8	Katuse plaan	A3
Joonis 9	Vundamendi ja R/B plaadi plaan	A3
Joonis 10-11	1- ja katuskorruse välisseinad	A3
Joonis 12	1- ja 2 korruse siseseinad	A3
Joonis 13	Vahelae talade plaan	A3
Joonis 14	Sarikate plaan	A3
Joonis 15	Sõlm "V"	A3
Joonis 16-19	Sõlm "P", "K", "R", "U"	A4
Joonis 20	Seinte, põrandate, katuse ja vahelae konstruktsioonid	A3
Joonis 21	Aknakast	A4
Joonis 22	Asendiplaan	A2

TABELITE LOETELU

Tabel 3.1 Lumekoormuse kujutegurid viilkatusel

Tabel 3.2 Maastikutüübid ja kiirusrõhk

Tabel 3.3 Seinte välisrõhutegurite c_{pe} väärtused tsoonide kaupa.

Tabel 3.4 Katuse välisrõhutegurite c_{pe} väärtused tsoonide kaupa kahekaldelisele katusele.

Tabel 3.5 Katuse välisrõhutegurite c_{pe} väärtused tsoonide kaupa kahekaldelisele katusele.

Tabel 3.6 KL-1 katuslae normatiivne omakaalukoormus

Tabel 3.7 VS-5, VS-9 välisseinte normatiivne omakaalukoormus

Tabel 3.8 VL-1 vahelaie normatiivne omakaalukoormus

Tabel 3.9 Kasuskoormuste normatiivsed väärtused

Tabel 4.1 Joonkoormused katusesarikale

Tabel 4.2 Osavarutegurite väärtused kandepiiriseisundis

Tabel 4.3 Muutuvate koormuste kombinatsioonitegurite väärtused

Tabel 4.4 Ristlõike 45 x 195 mm tugevuskontrollide tulemused

Tabel 4.5 Ristlõike 70 x 220 mm tugevuskontrollide tulemused

Tabel 4.6 Ristlõike 95 x 95 mm tugevuskontrollide tulemused

Tabel 4.7 Ristlõike 95 x 195 mm tugevuskontrollide tulemused

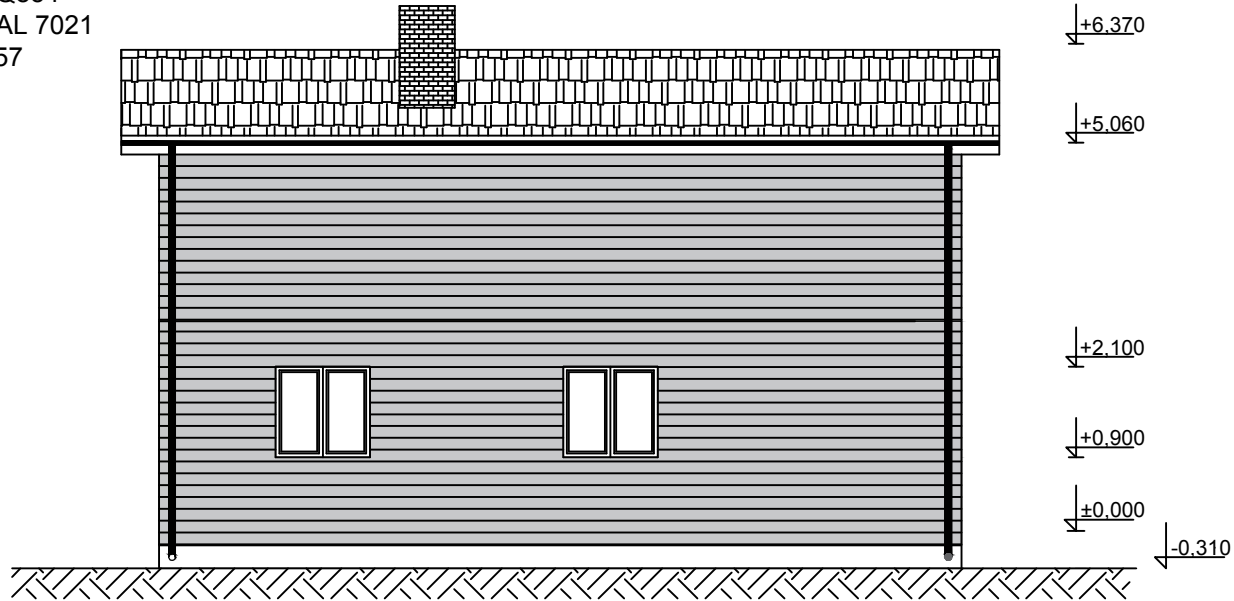
Tabel 4.8 Puumaterjali keskmised tihedused ja niiskussisaldused

Tabel 5.1 Hinnavõrdlus ja ehitusmaterjalide hinnad Eestis ja Soomes

VÄLISVIIMISTLUS:

KORSTEN - punane tellis
KATUS - SBS-tüüpi, grafiitmust
KATUSEKARNIIS - hallikasvalge Q854
AKNAD - MSE-tüüpi puitaknad, RAL 7021
SEINAD - voodrilaud, helehall Q857
SOKKEL - krohv, tumehall

VAADE "A"



Mõõtkava 1:100

Koostaja M. Uke 2021-05-15

Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

VAADE "A"

Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"

TTÜ
Virumaa Kolledž

Leht 1/22

VÄLISVIIMISTLUS:

KORSTEN - punane tellis

KATUS - SBS-tüüpi, grafiitmust

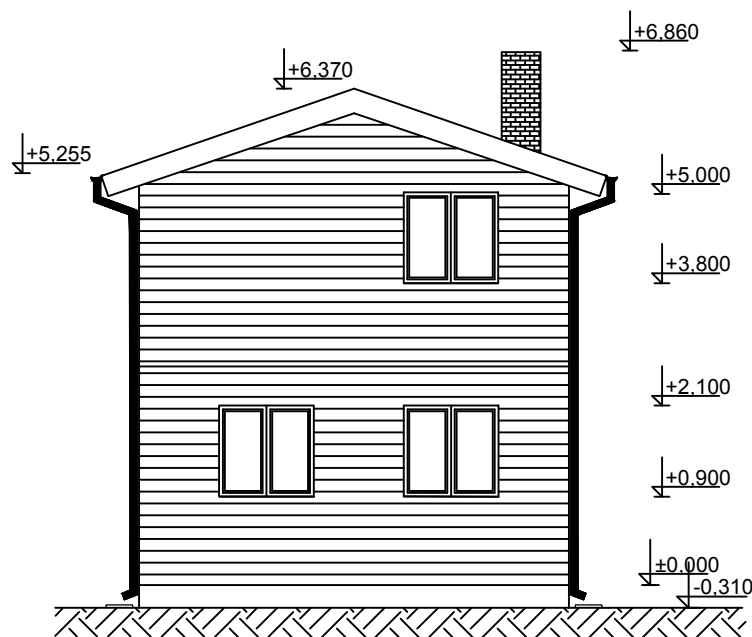
KATUSEKARNIIS - hallikasvalge Q854


AKNAD - MSE-tüüpi puitaknad, RAL 7021

SEINAD - voodrilaud, helehall Q857

SOKKEL - krohv, tumehall

VAADE "B"

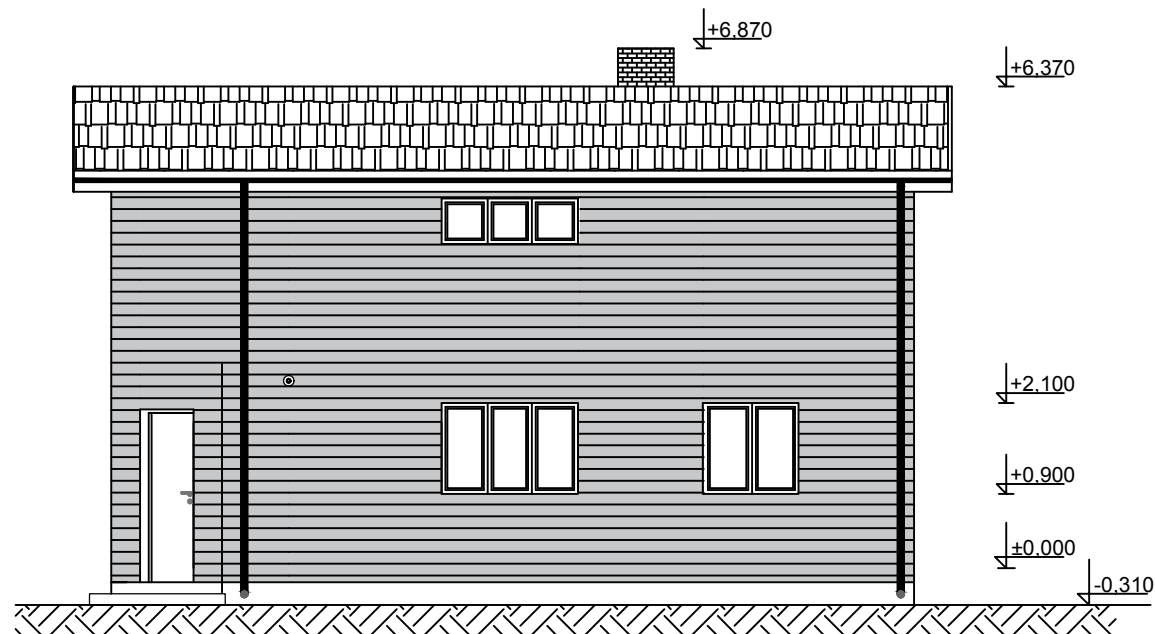



 TAL TECH TALLINNA TEHNIAOLÜKOOL INGENERITEADUSKOND Virumaa Kollidž		Möötkava 1:100
	Koostaja M. Uke 2021-05-15	VAADE "B" Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15	Leht 2/22	
TTÜ Virumaa Kollidž		

VAADE "C"

VÄLISVIIMISTLUS:

KORSTEN - punane tellis
 KATUS - SBS-tüüpi, grafiitmust
 KATUSEKARNIIS - hallikasvalge Q854
 AKNAD - MSE-tüüpi puitaknad, RAL 7021
 SEINAD - voodrilaud, helehall Q857
 SOKKEL - krohv, tumehall



 TALLINNA TEHNIAKADÜKOOL INSJENIERTADÜSKOND Virumaa Kollidž			Möötkava 1:100
	Koostaja M. Uke	2021-05-15	<h2>VAADE "C"</h2> Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja G. Kadnikova	2021-05-15		
TTÜ Virumaa Kollidž		Leht 3/22	

VÄLISVIIMISTLUS:

KORSTEN - punane tellis

KATUS - SBS-tüüpi, grafiitmust

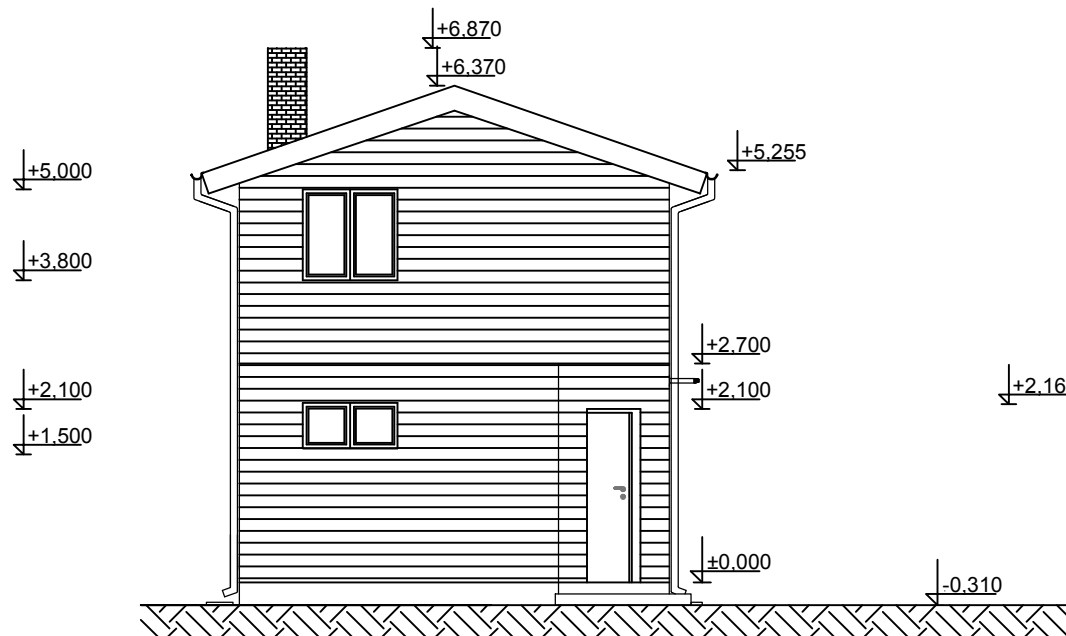
KATUSEKARNIIS - hallikasvalge Q854

AKNAD - MSE-tüüpi puitaknad, RAL 7021

SEINAD - voodrilaud, helehall Q857

SOKKEL - krohv, tumehall

VAADE "D"



Mõõtkava 1:100

Koostaja M. Uke 2021-05-15

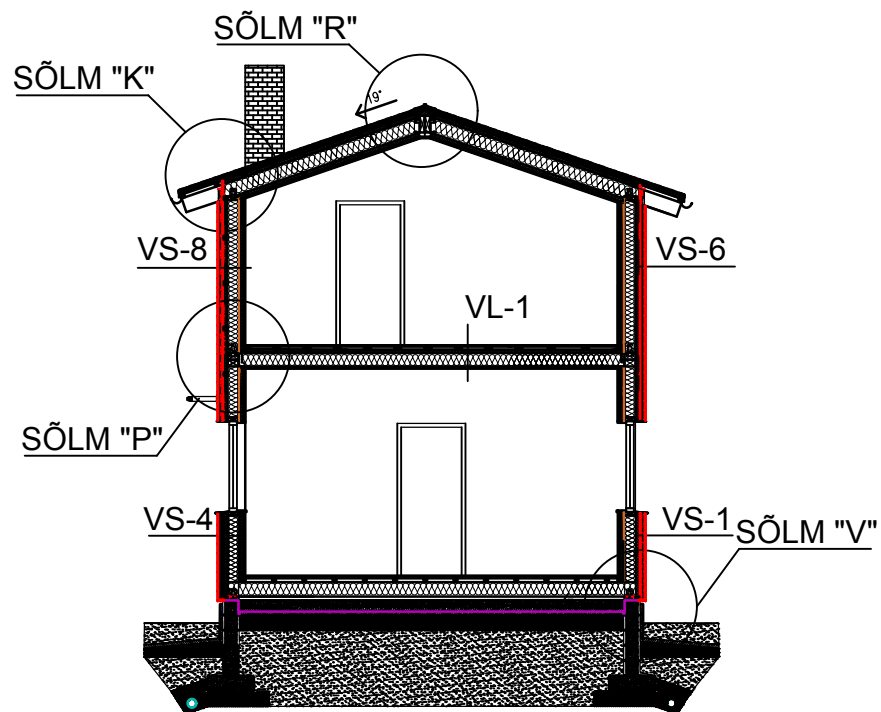
Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

TTÜ
Virumaa Kollidž

VAADE "D"

Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"

Leht 4/22



MÄRKUSED:

1. Sõlmed - vt. joonised Leht 16 - Leht 19.
2. Konstruktsioonide tüübid - vt. joonist Leht 20.



Koostaja M. Uke 2021-05-15

Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

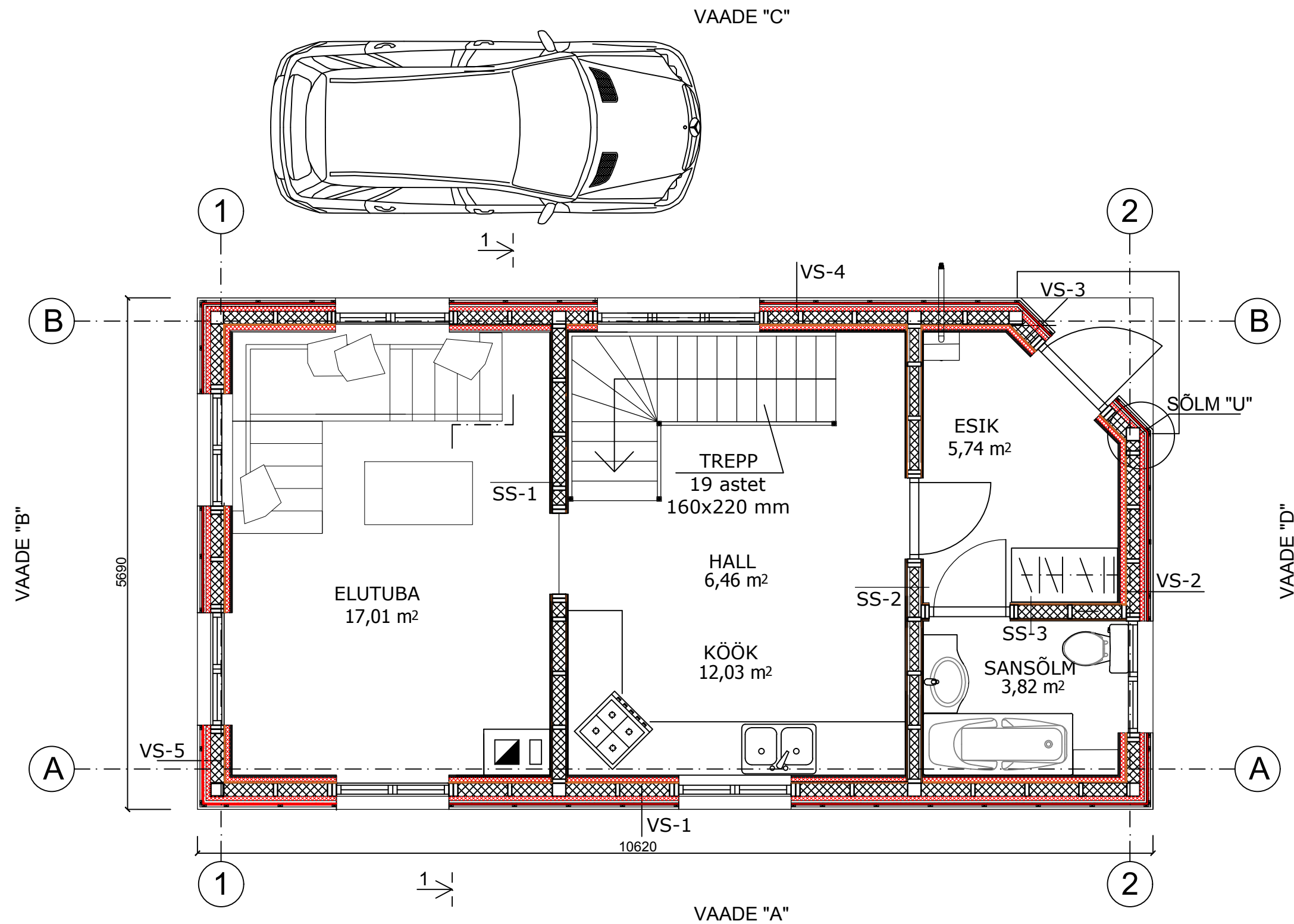
TTÜ
Virumaa Kollidž


Mõõtkava 1:100

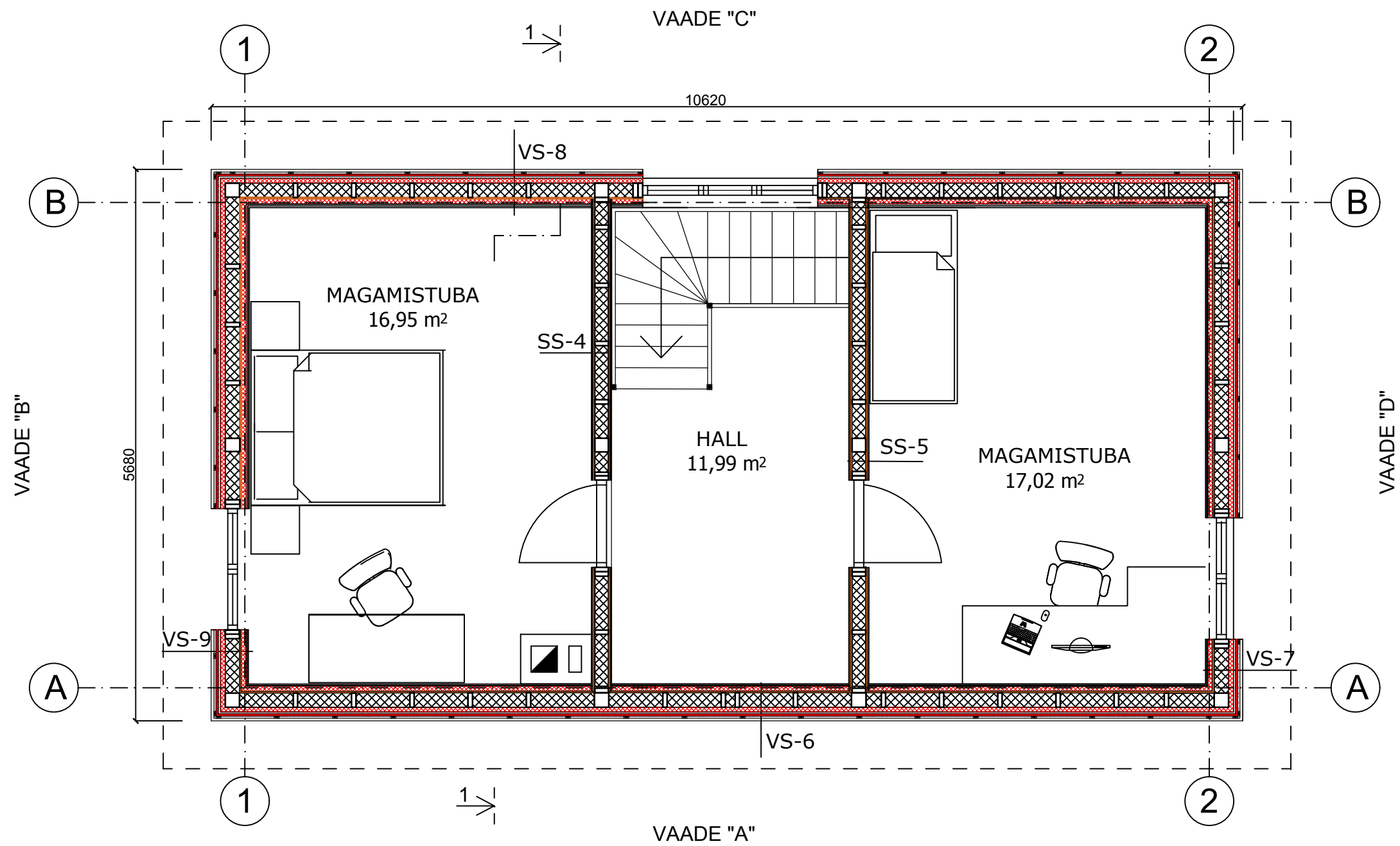
LÕIGE 1-1


Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"

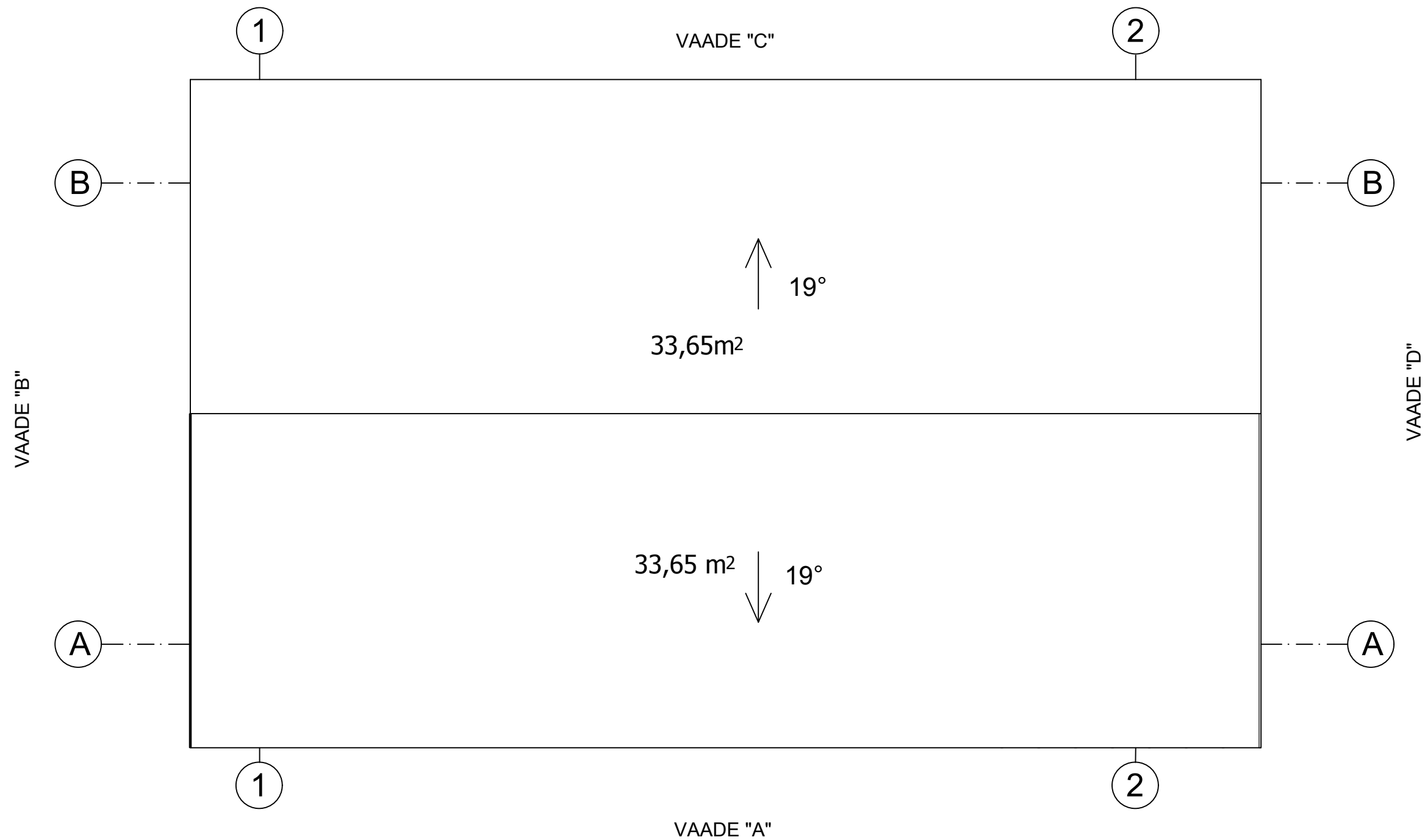
Leht 5/22



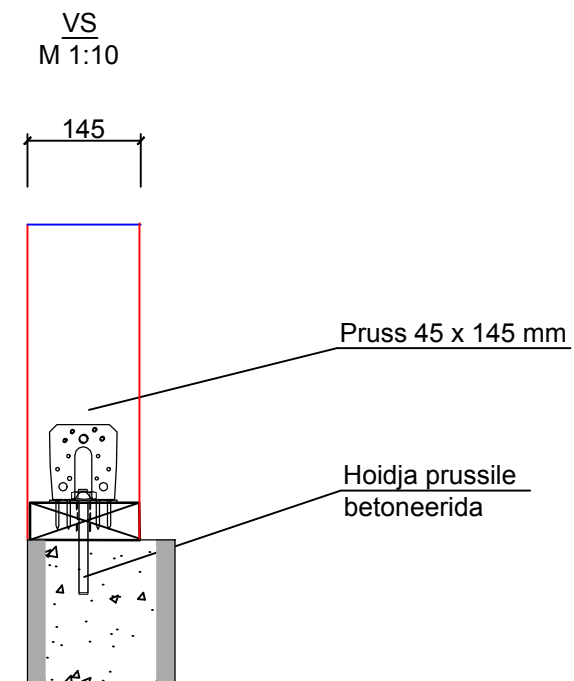
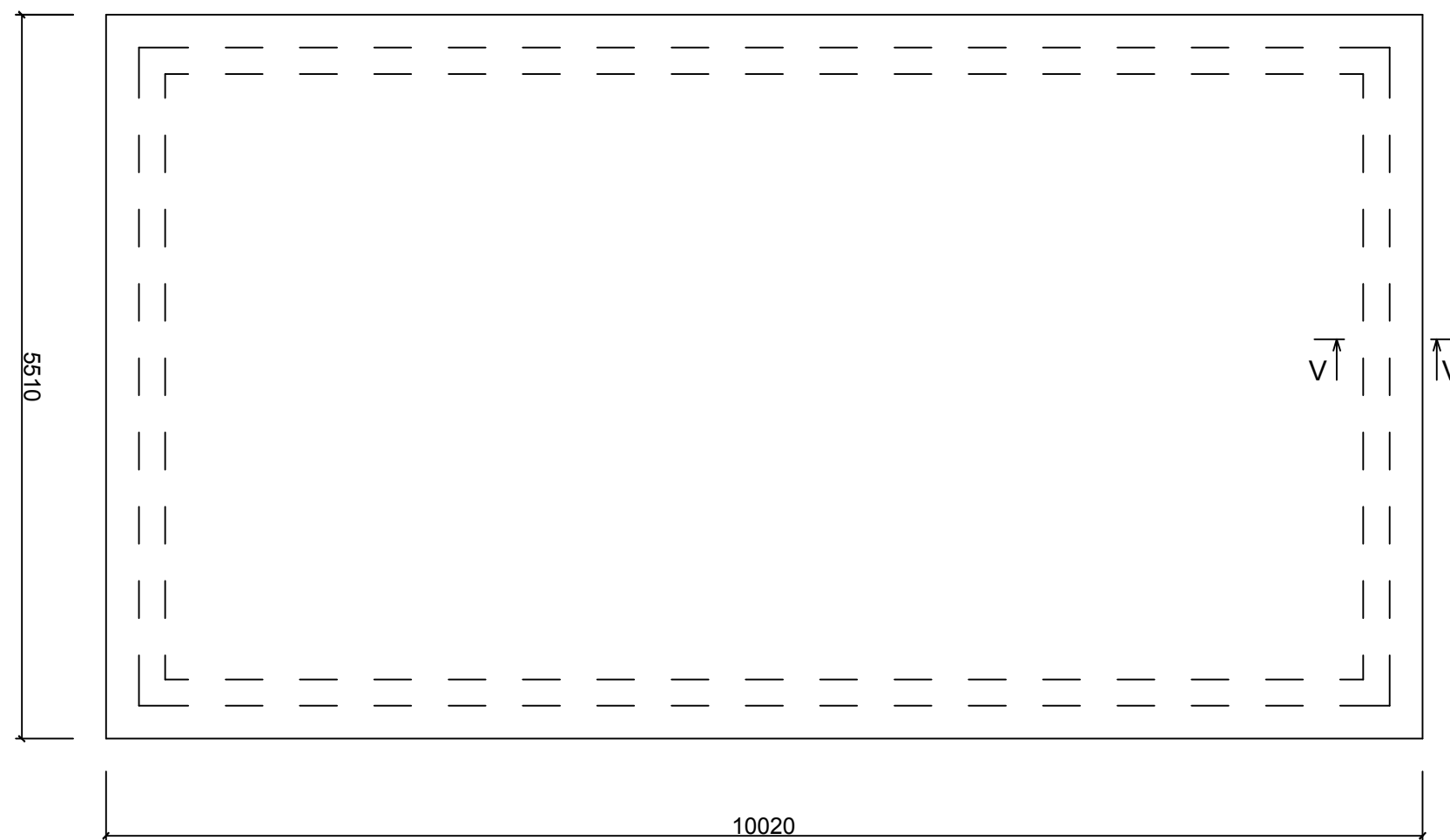
		Mõõtkava 1:50	
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	1 KORRUSE PLAAN Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15	
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht 6/22



 <small>TAL TECH</small> <small>TALLINNA TEHNIKALISKOOL TÄHENDATKAUASKOOLA Virumaa Kõledž</small>		Mõõtkava 1:50
Koostaja M. Uke	2021-05-15	KATUSEKORRUSE PLAAN Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja G. Kadnikova	2021-05-15	
TTÜ Virumaa Kõledž		Leht 7/22



 <small>TAL TECH</small> <small>TALINNA ÜHISEKÄLLEKOOL INGENERIETAADUSKOND Virumaa Kõledž</small>		Mõõtkava 1:50	
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	KATUSE PLAAN Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15	
TTÜ Virumaa Kõledž			Leht 8/22




MATERJALIDE SPETSIFIKATSIOON

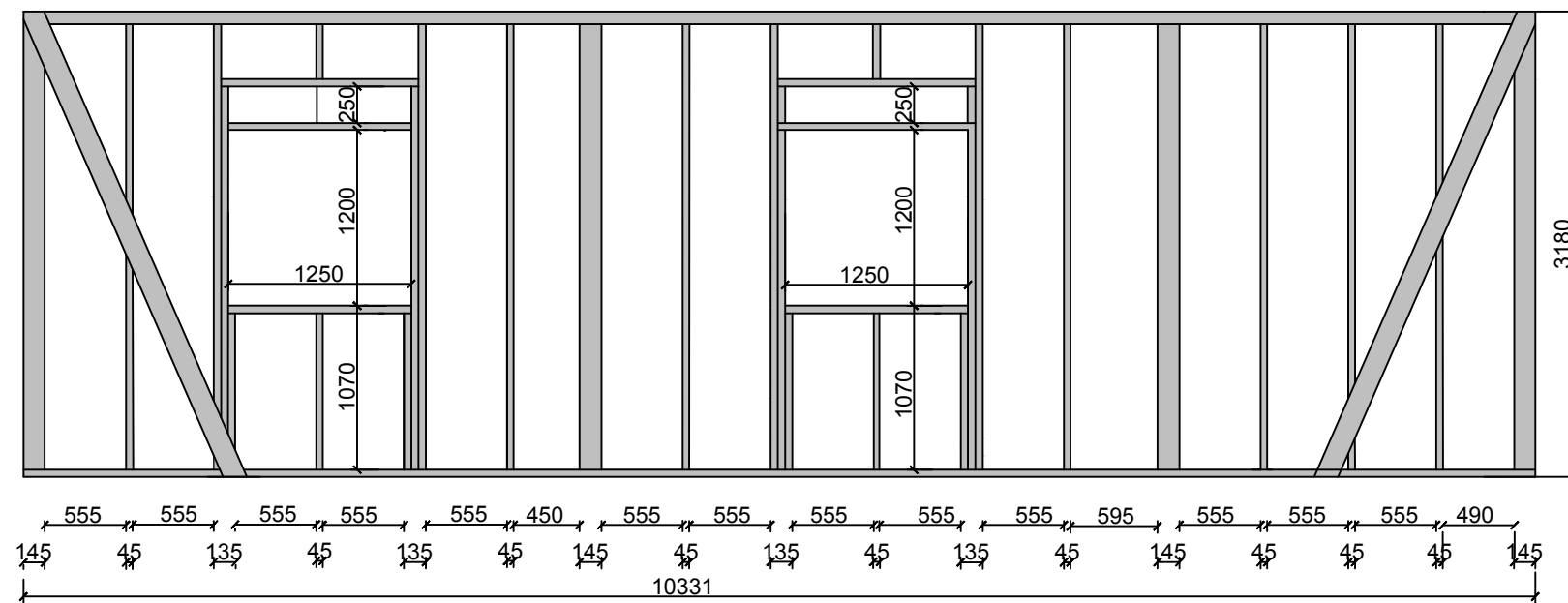
Nr	Nimetus	Kogus
1	Armatuur A III Ø10 mm	366 jm
2	Armatuur AIII Ø16 mm	144 jm
3	Müürivõrk, Ø4, Bpl, Zn, 3 m	15 tk
4	Armatuurvõrk, Ø5, 150x1200x2000	15 tk
5	Betoon C 20/25	6,7 m ³
6	Betoon C 20/25 S3	5,04 m ³
7	Betoon C 25/30 XC2	5,5 m ³

MÄRKUSED:

- Vundamendi alla ettevalmistada 20mm tihendatud killustikalust
- R/B plaati valada betooniga C 20/25.
- Armatuurvarraste ühendusel ülekatte pikijätkudel 400mm.
- Minimaalne betooni kaitsekiht on 30mm.
- Vundamendi soojustuseks kasutada penopolüestirooli survetugevusastmega ≥ 120 kPa (nt. EPS120 Perimeeter).
- Puitkonstruktsioone isoleerida R/B konstruktsioonidest topelt kihi hüdroisoleerimisega rullis.

				Mõõtkava 1:50
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	VUNDAMENDI JA R/B PLAADI PLAAN Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"	
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15		
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht	9/22

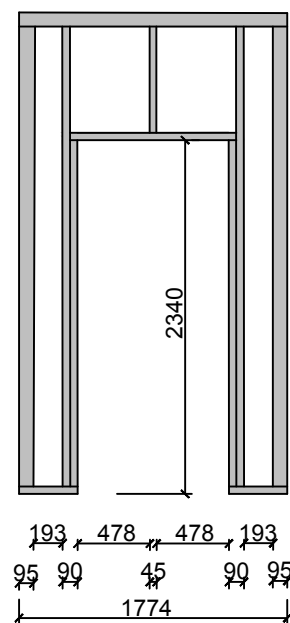
VS-1



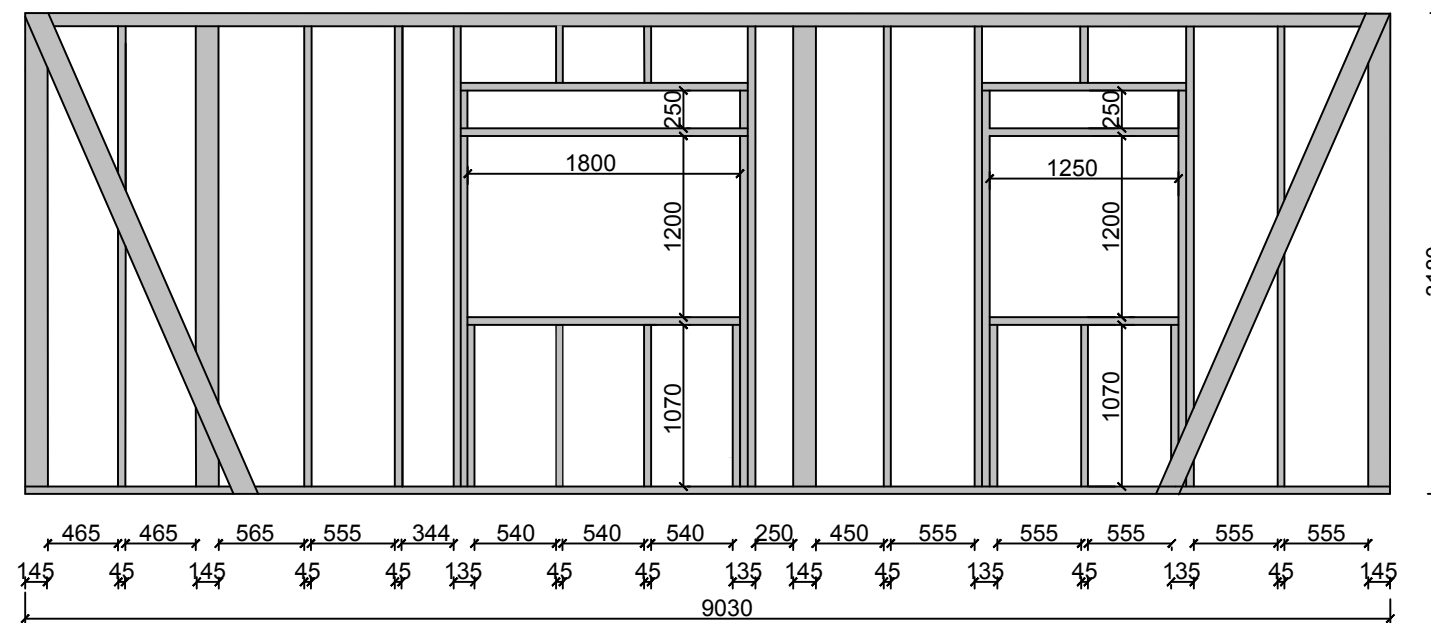
VS-2



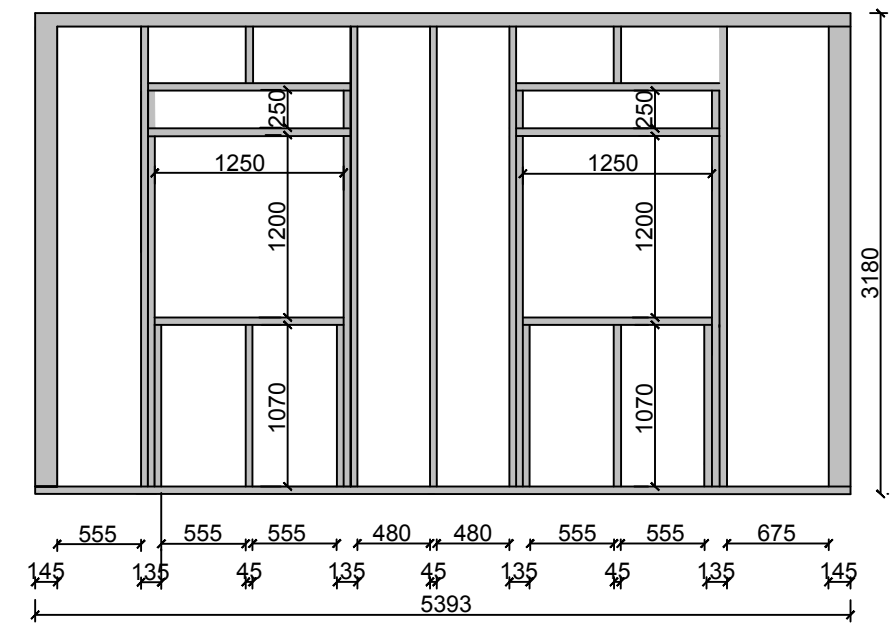
VS-3



VS-4



VS-5



MÄRKUSED:

- Välisseina karkass - puitpruss 45x145 mm, saematerjali klass C24, lubatud niiskusaste 16÷20%.
- Kasutatava saematerjali töödelda antiseptiliste puiduimmutusvahenditega.
- Tugiposte kinnitatakse alumise- ja ülemise vöö külge tsingitud nurkade abil 105x105mm, tugiprussi mõlemalt poolt. Kasutada nurkade kinnitamiseks tsingitud kruve või naelu.
- Horisontaalse ristpalgi pikkust arvestada 10mm väiksema, kui valitud villa mõõt.



Koostaja M. Uke 2021-05-15

Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

TTÜ
Virumaa Kõledž

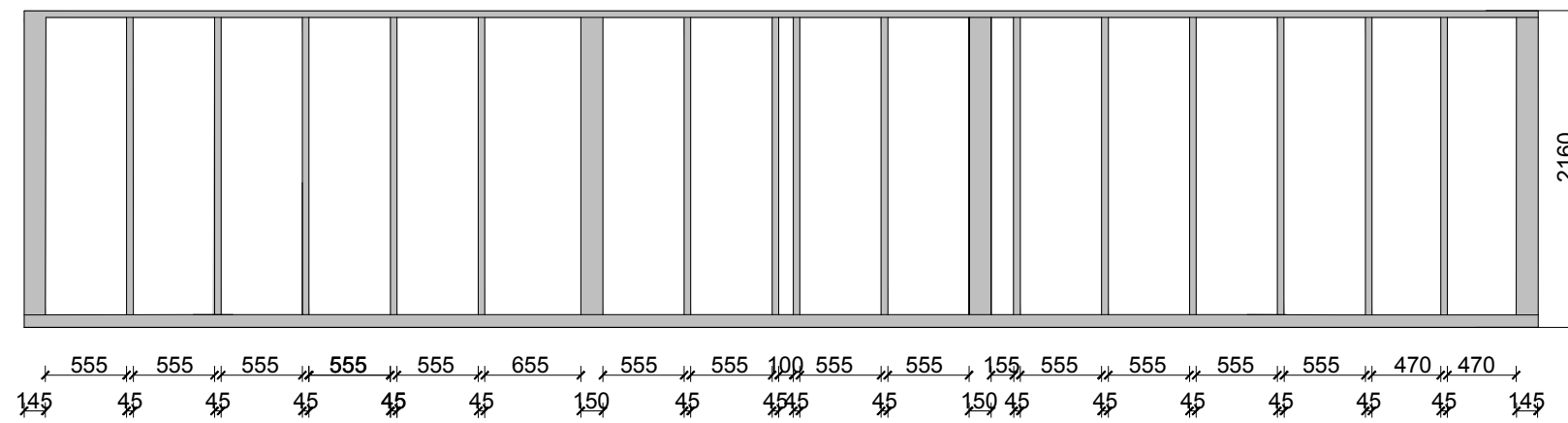
Mõõtkava 1:50

1 KORRUSE VÄLISSEINAD

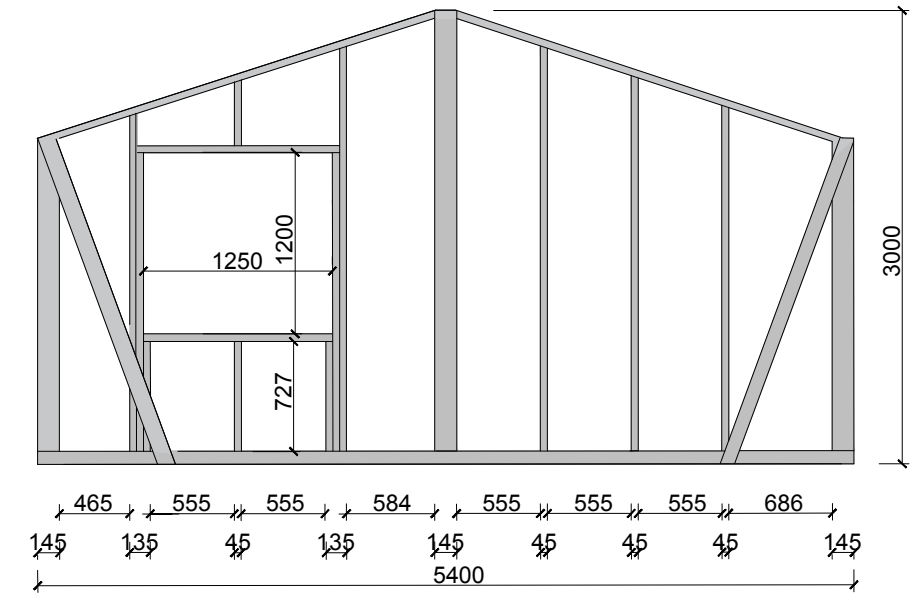
Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"

Leht 10/22

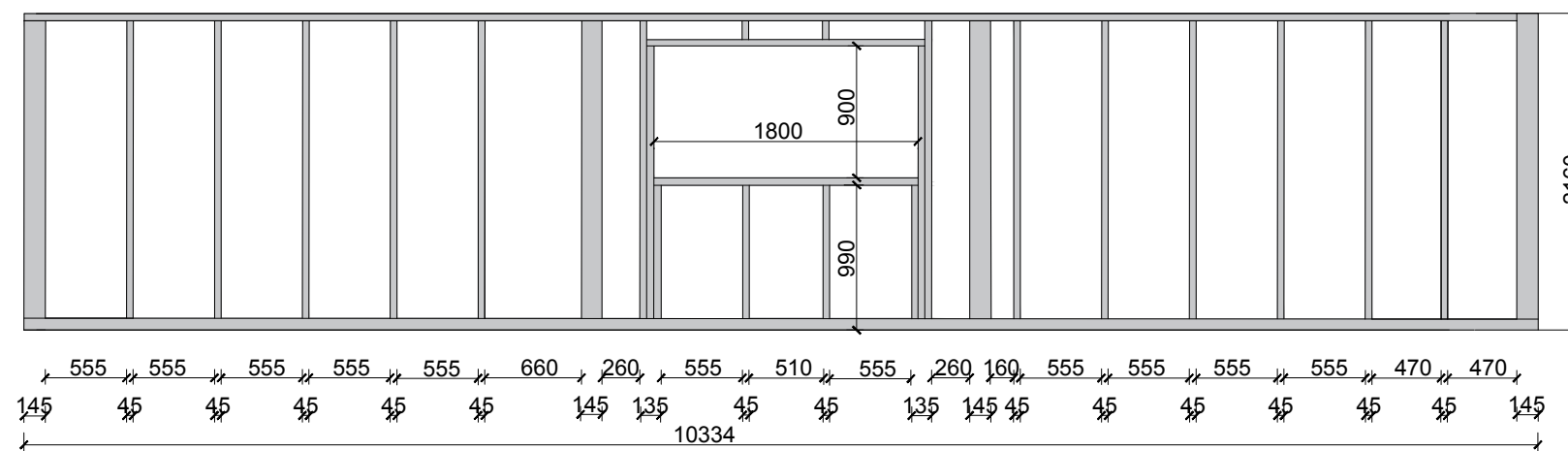
VS-6



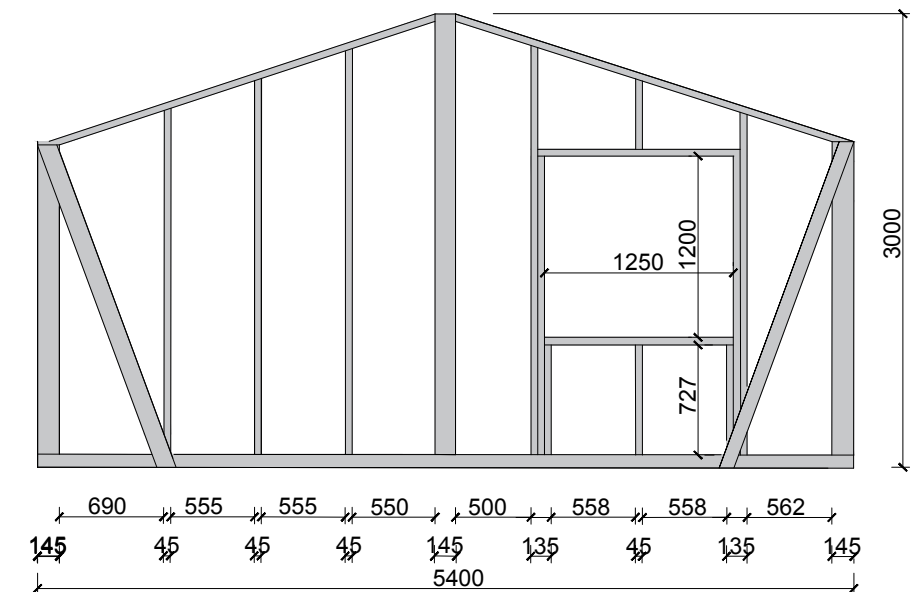
VS-7



VS-8




VS-9



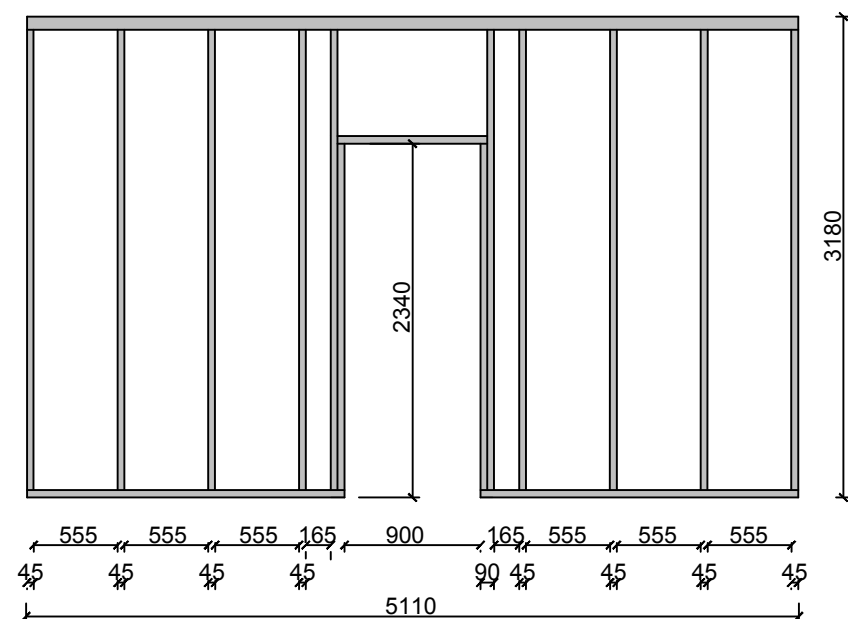
MÄRKUSED:

1. Välisseina karkass - puitpruss 45x145 mm, saematerjali klass C24, lubatud niiskusaste 16÷20%.
2. Kasutatava saematerjali töödelda antiseptiliste puiduimmutusvahenditega.
3. Tugiposte kinnitatakse alumise- ja ülemise vöö külge tsiingitud nurkade abil 105x105mm, tugiprussi mõlemalt poolt. Kasutada nurkade kinnitamiseks tsiingitud kruve või naelu.
4. Horisontaalse ristpalgi pikkust arvestada 10mm väiksema, kui valitud villa mõõt.

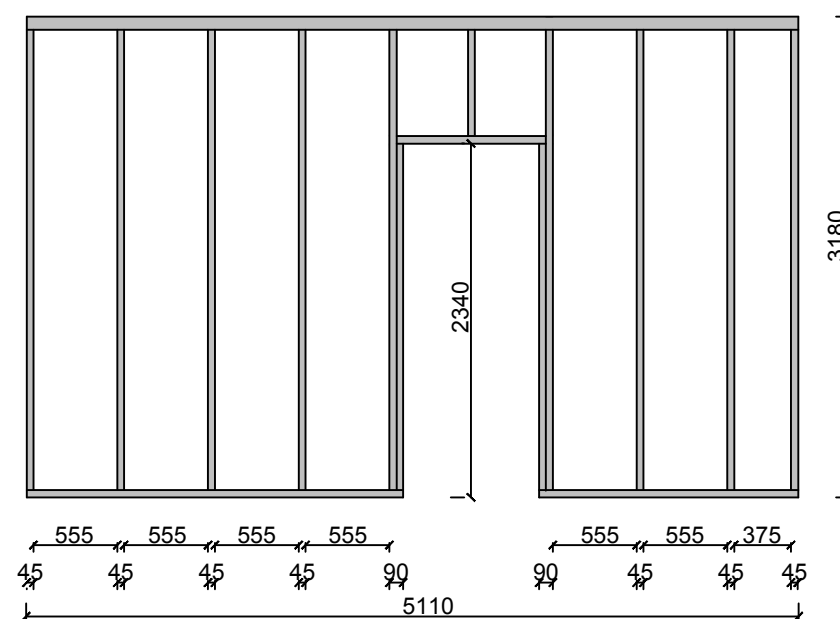
				Mõõtkava 1:50
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	KATUSEKORRUSE VÄLISSEINAD Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"	
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15		
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht	11/22

1 JA 2 KORRUSE SISESEINAD

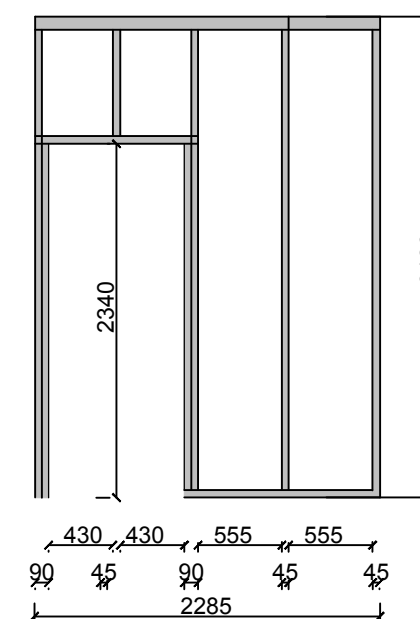
SS-1



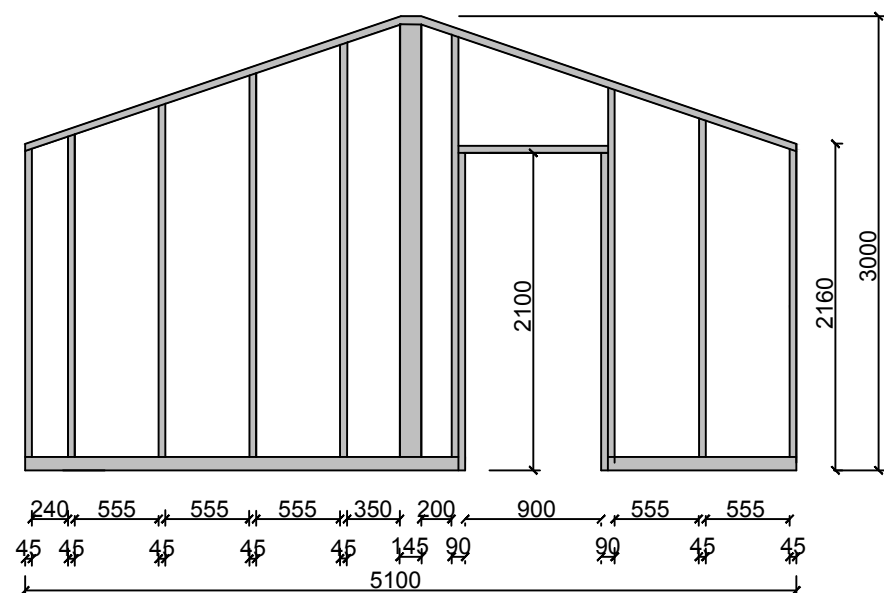
SS-2



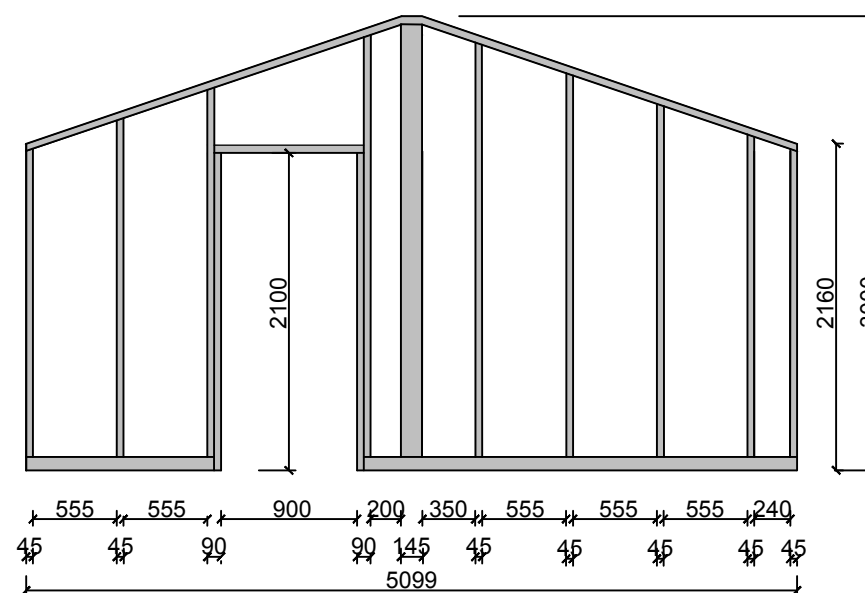
SS-3



SS-4




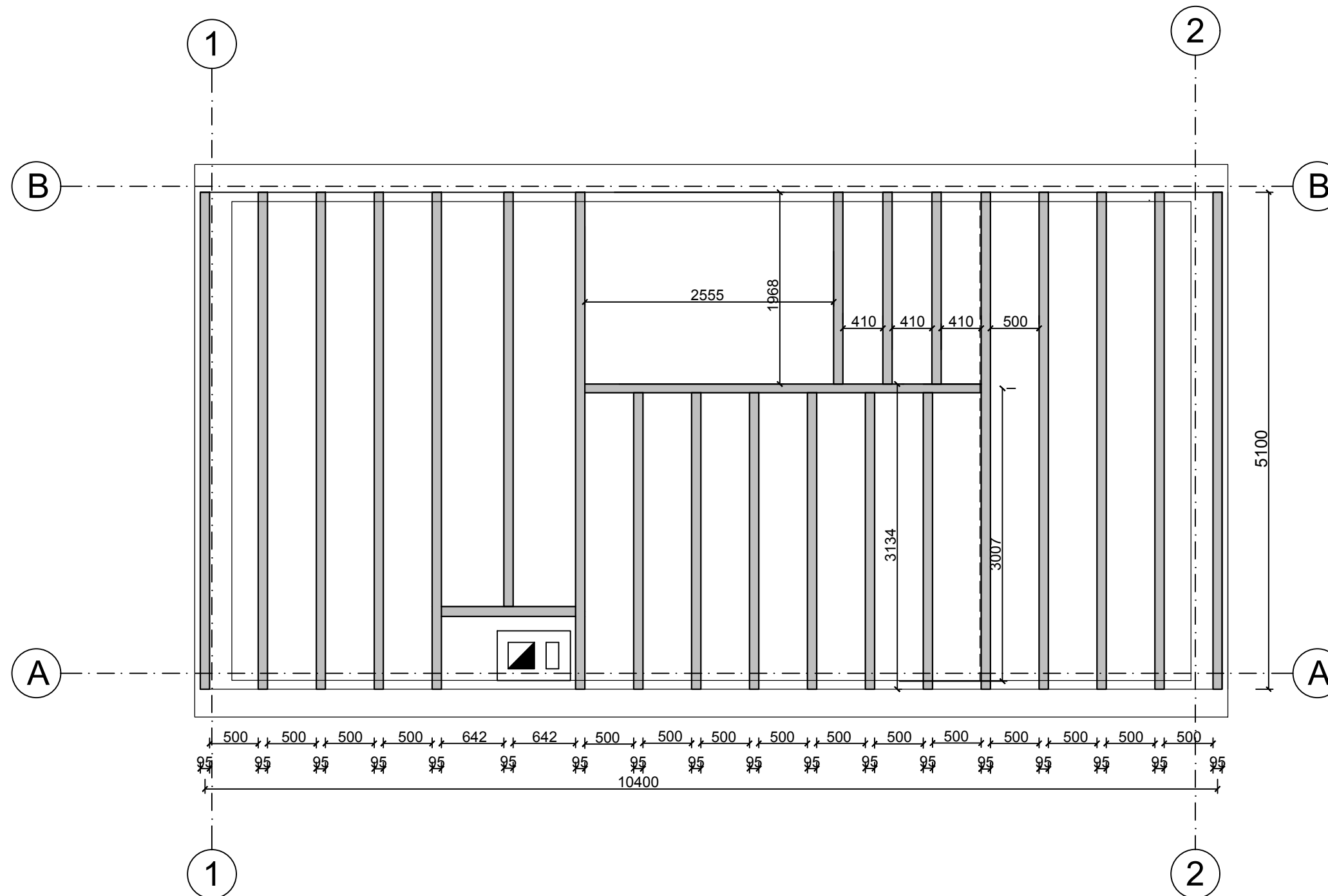
SS-5



MÄRKUSED:


1. Siseseina karkass - puitpruss 45x145 mm, saematerjali klass C24, lubatud niiskusaste 16÷20%.
2. Kasutatava saematerjali töödelda antiseptiliste puiduimmutusvahenditega.
3. Tugiposte kinnitatakse alumise- ja ülemise vöö külge tsingitud nurkade abil 105x105mm, tugiprussi mõlemalt poolt. Kasutada nurkade kinnitamiseks tsingitud kruve või naelu.
4. Horisontaalse ristpalgi pikkust arvestada 10mm väiksema, kui valitud villa mõõt.

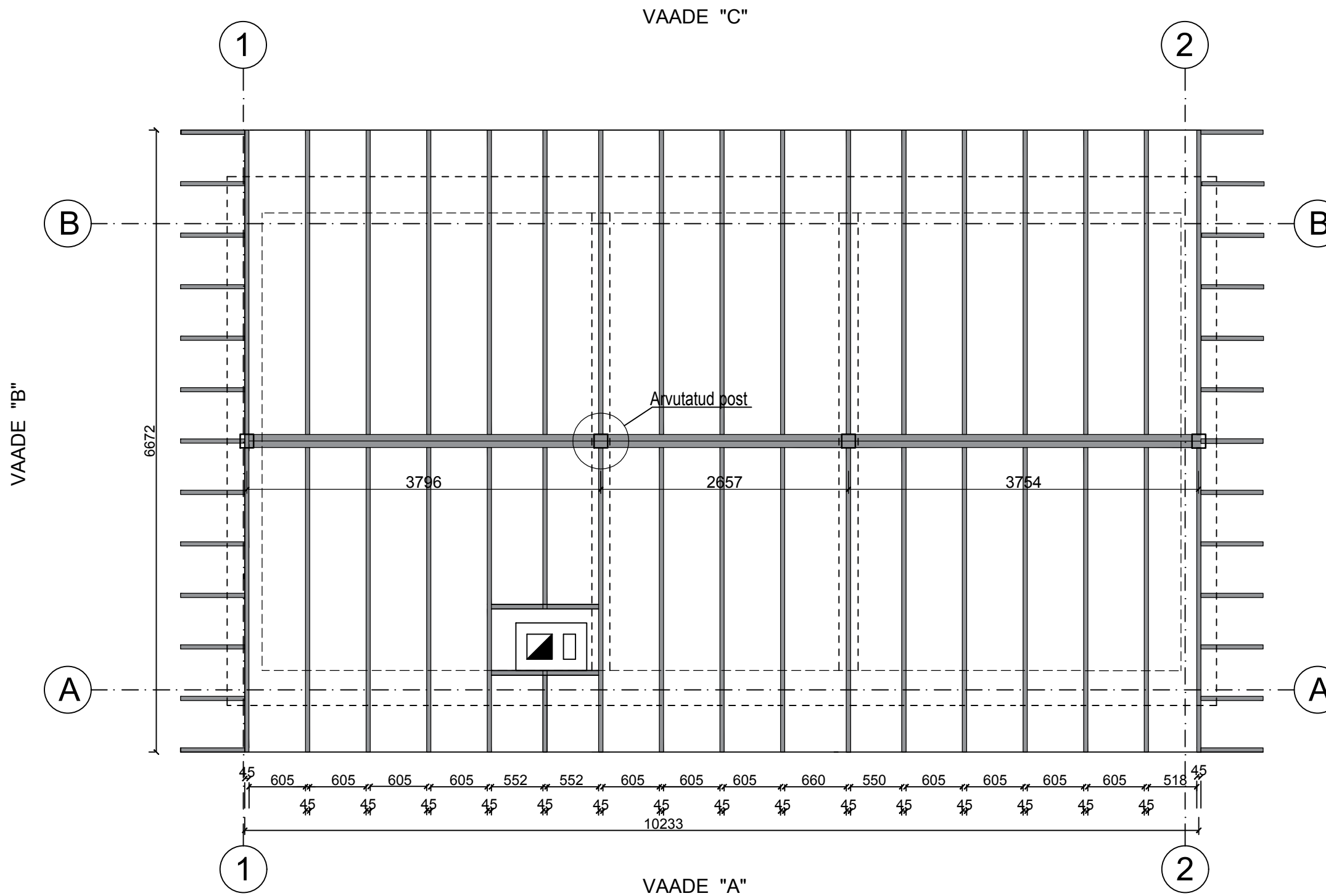
		Mõõtkava 1:50	
Koostaja M. Uke Juhendaja G. Kadnikova	2021-05-15 2021-05-15	1 JA 2 KORRUSE SISESEINAD Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"	
TTÜ Virumaa Kollidž			




MÄRKUSED:

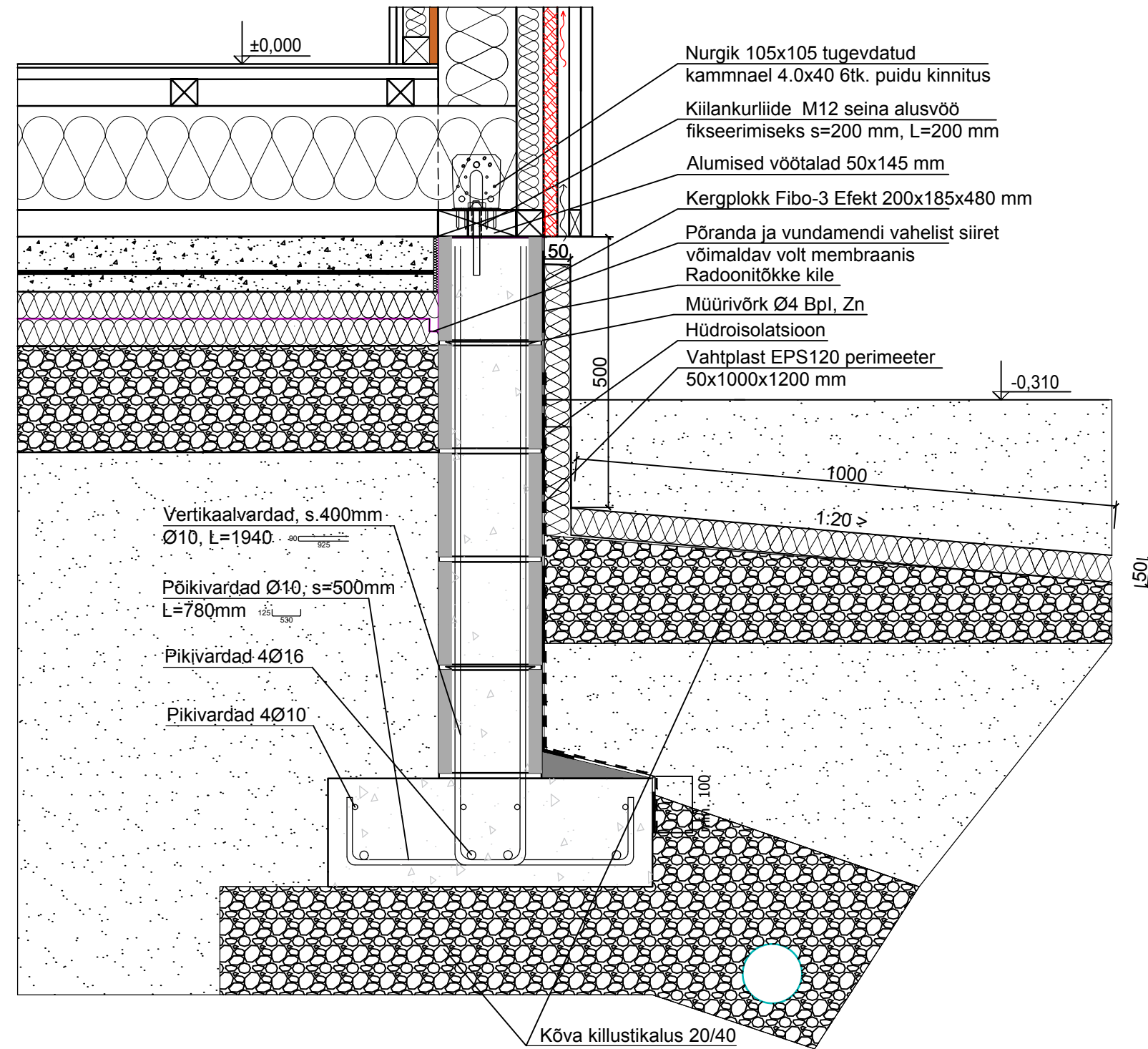
1. Vahelae talad - pruss 45x145 mm, saematerjali klass C24, lubatud niiskusaste 16 ÷ 20%.
2. Kasutatava saematerjali töödelda antiseptiliste puiduimmutusvahenditega.
3. Tugiposte kinnitatakse ülemise vöö külge tsiingitud nurkade abil 100x100x100x2 mm, tugiprussi mõlemalt poolt. Kasutada nurkade kinnitamiseks tsiingitud kruve või naelu.
4. Vt. lisaks joonised Leht 17 ja Leht 20.

		Mõõtkava 1:50	
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	VAHELAE TALADE PLAAN Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15	
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht 13/22




- MÄRKUSED:
1. Sarikad, pöiketalad - pruss 50x200 mm, saematerjali klass C24, lubatud niiskusaste 16 ÷ 20%.
 2. Kasutatava saematerjali töödelda antiseptiliste puiduimmutusvahenditega.
 3. Sarikate samm 650 mm (keskkoht).
 4. Sarikaid kinnitada ülemise vöö külge tsingitud nurkade abil 100x100x100x2 mm, tugiprussi mõlemalt poolt. Kasutada nurkade kinnitamiseks tsingitud kruve või naelu.
 5. Sarikate pikiühenduseks kasutada tsingitud keermrvardeid, min 3 tk/ühenduskoha kohta.
 6. Vt. lisaks joonised: Leht 18 ja Leht 20.

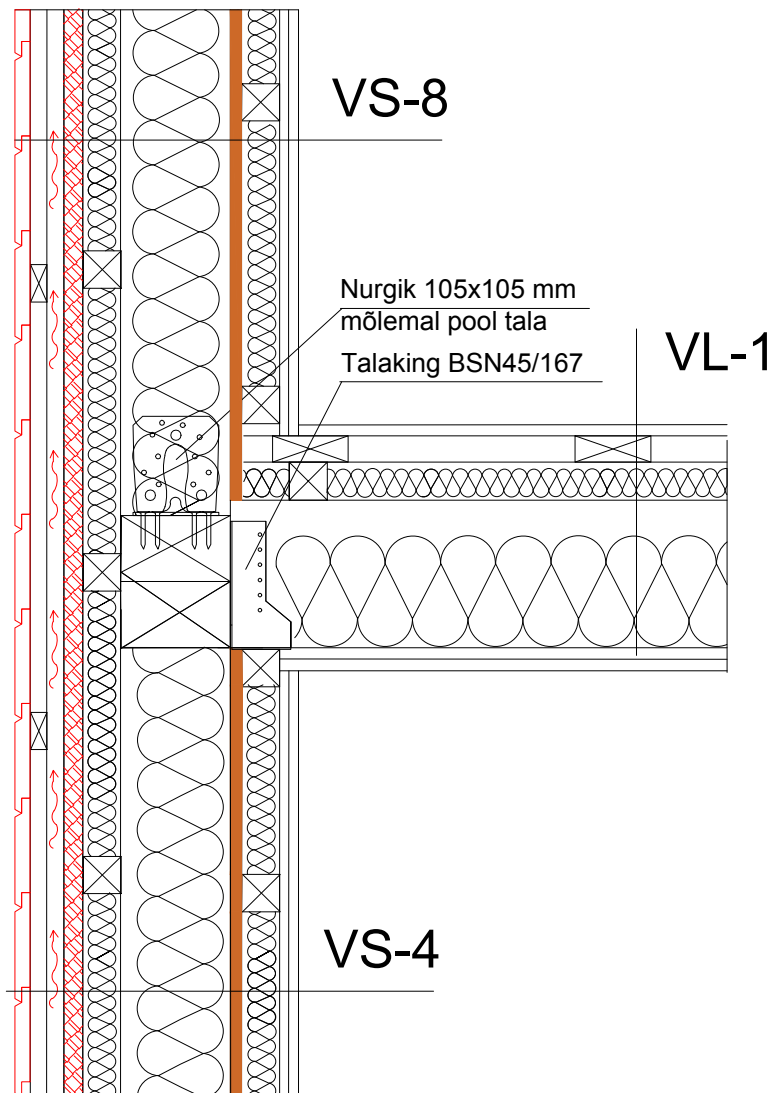
		Mõõtkava 1:50	
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	<h2>SARIKATE PLAAN</h2> <p>Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"</p>
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15	
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht 14/22



MÄRKUSED:

1. Vundamendi alla ettevalmistada 20mm tihendatud killustikalust
2. Taldmikuplaati valada betooniga C 25/30/XC2.
3. Tolerantsiklass 1, vastavalt EVS-EN 13670:2010 "Betonkonstruktsioonide ehitamine".
4. Armatuurteraste mark võtta B500B vastavalt standardile EVS-EN 10080:2006.
5. Armatuurvarraste ühendusel ülekatte pikijätkudel 400mm.
6. Minimaalne betooni kaitsekiht on 30 mm.
7. Vundamendi soojustuseks kasutada penopolüestirooli survetugevusastmega ≥ 120 kPa (nt. EPS120 Perimeeter).
8. Puitkonstruktsioone isoleerida R/B konstruktsioonidest topelt kihi hüdroisolatsiooniga rullis.

				Mõõtkava 1:10
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	SÕLM "V" Kuulub lõputõesse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"	
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15		
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht	15/22



**TAL
TECH**

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INŽENERTEADUSKOND
Virumaa Kõledž

Mõõtkava 1:10

Koostaja M. Uke 2021-05-15

Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

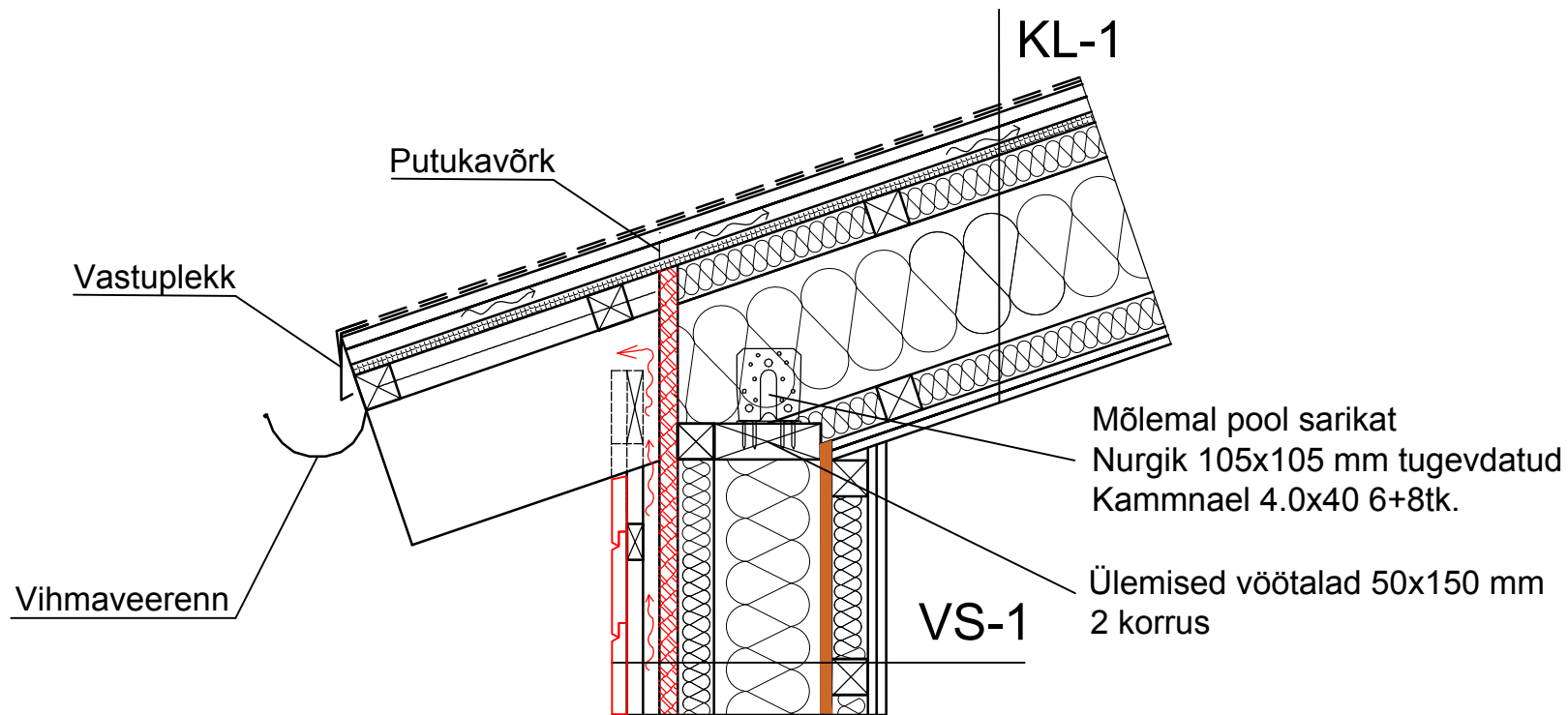
TTÜ

Virumaa Kõledž

SÕLM "P"

Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide
arvutus ja hinnavõdlus Eesti ja Soome vahel"

Leht 16/22



Mõõtkava 1:10

Koostaja M. Uke 2021-05-15

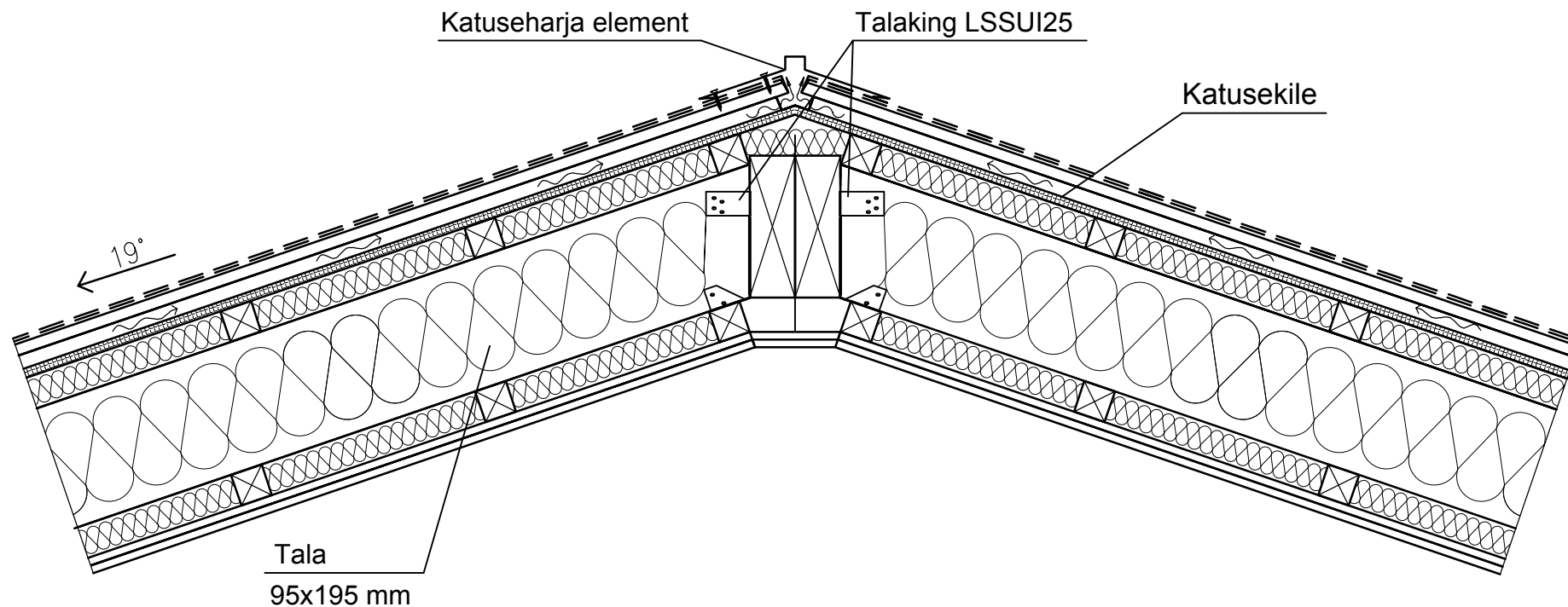
Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

TTÜ
Virumaa Kõrgeõpe

SÕLM "K"


Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"

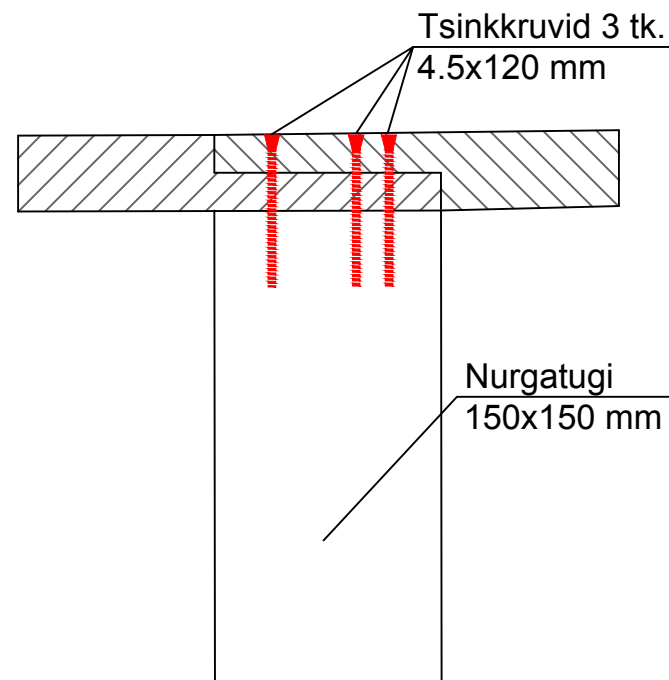
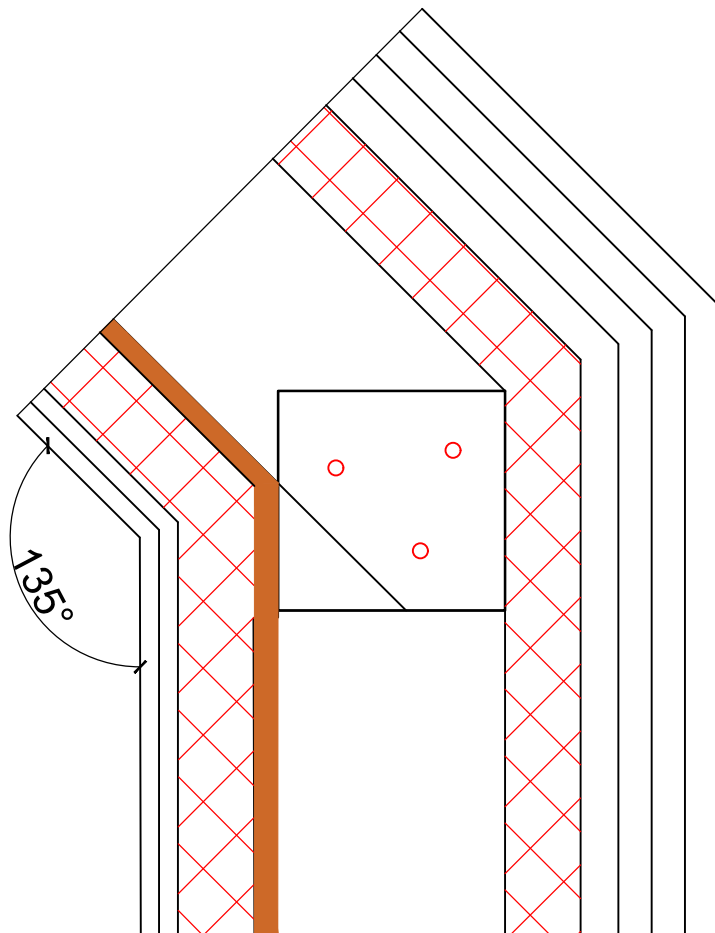
Leht 17/22



MÄRKUSED:

1. Puitkonstruktsioonide kinnitusvahendid kasutada tsingitud kinnitusvahendeid.
2. Kasutatava saematerjali klass C24, lubatud niiskussaste 16 ± 20%.
3. Kasutada tootjapoolseid juhiseid katusekatematerjali paigaldamisel.

 <p>TAL TECH TALLINNA TEHNILISE KÕRVALDUSE INSJENIITIDE ÜHISKONN Virumaa Kõllež</p>			Möötkava 1:10
	Koostaja M. Uke 2021-05-15 Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15	<h2>SÕLM "R"</h2> <p>Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"</p>	
<h3>TTÜ</h3> <h2>Virumaa Kõllež</h2>		Leht 18/22	



MÄRKUSED:

1. Vööde ühendus postiga teha 15x150 mm tapiga.
2. Ühenduskohas kasutata tsingituid kruve 4,5x120 mm, 3 tk/ühendus.
3. Ühendused 90° nurga all teostatakse sama skeemi järgi.



Koostaja M. Uke 2021-05-15

Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15

TTÜ
Virumaa Kollidž

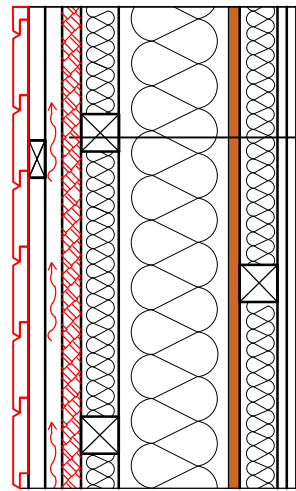
Möötkava 1:5

SÕLM "U"

Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"

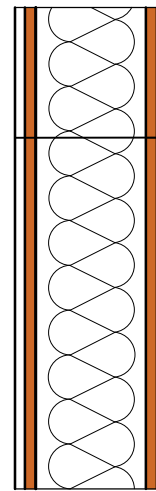
Leht 19/22

VS-1 ÷ VS-11



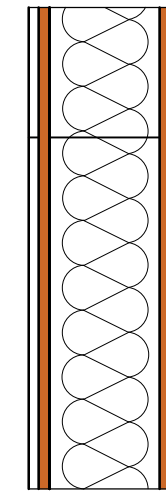
Välisvoodri laudis, 20 mm, UTV, krunditud
Horisontaalne distantssliist, 22x50 mm, s600
Vertikaalne distantssliist/tuul.vahe, 22x50 mm, s600, alla hiirevõrk!!!
Tuuletõkkeplaat ROCKWOOL WINDROCK, 20 mm, vuugid teipida!
Horisontaalne roovitus, 50x50 mm, vahel mineraalvill!
Vertikaalne puitpruss 45x145mm, s600, vahel mineraalvill!
OSB-3 puitkiudplaat, 15 mm
Vertikaalne puitroovitus 50x50 mm, s600, vahel mineraalvill!
Aurutõkke
Kipsplaat 2x12,5mm

SS-1, SS-2, SS-4, SS-5



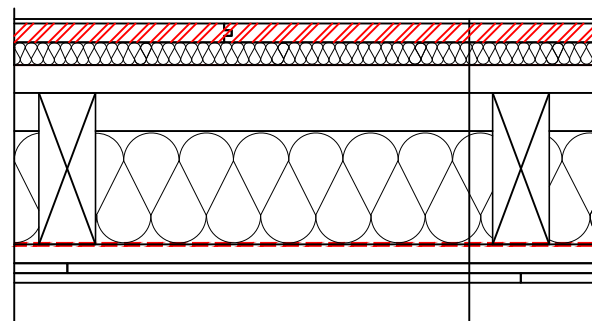
Kipsplaat, 12,5 mm
OSB-3 puitkiudplaat, 15 mm
Vertikaalne puitpruss, 45x145 mm s600, vahel mineraalvill!
OSB-3 puitkiudplaat, 15 mm
Kipsplaat, 12,5 mm

SS-3



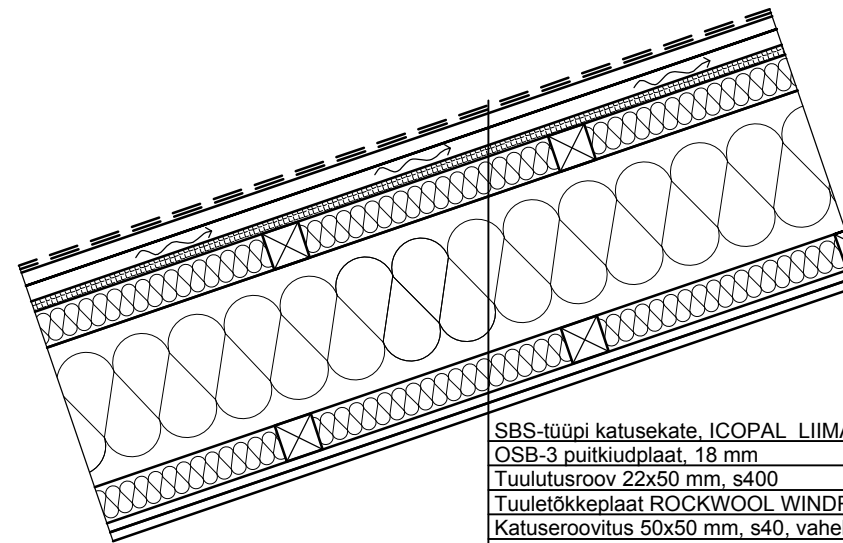
Kipsplaat, 12,5mm
OSB-3 puitkiudplaat, 15 mm
Vertikaalne puitpruss, 45 x 145 mm s600, vahel mineraalvill!
OSB-3 puitkiudplaat, 15 mm
Kipsplaat, 12,5mm
Hüdroisolatsioon
Keraamiline plaat

VL-1




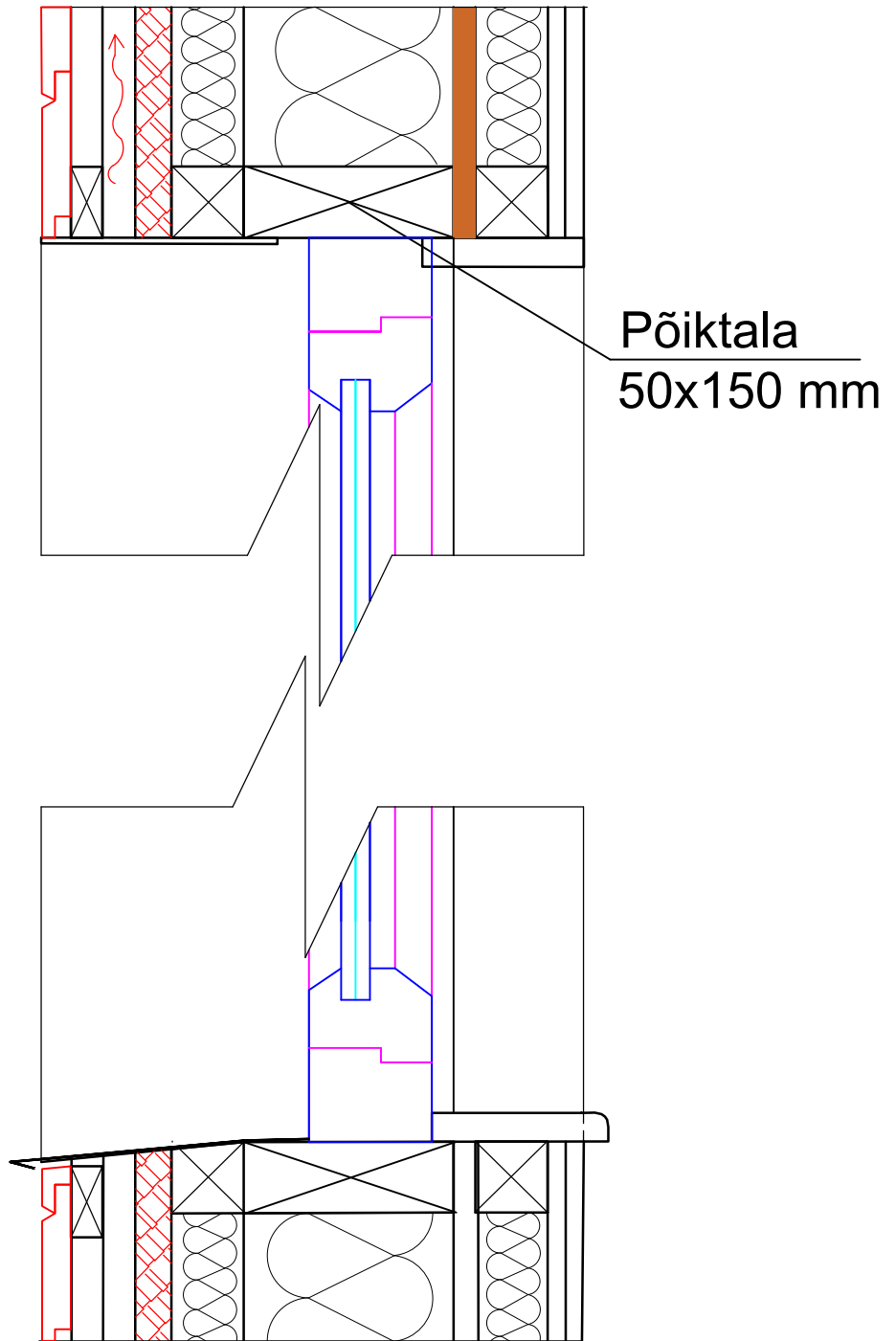
Parkett Cello, 14 mm, 3-lippi, Tamm
OSB-3 puitkiudplaat, 22 mm
Isolatsioon 30 mm (ISOVER FLO)
Laud 35x100 mm, s400
Tuulutusvahe, 50 mm
Kivivill Superrock, 150 mm
Laagid 95x195 mm, s600
Aurutõkke
Puitkarkass, 25 mm, s400
Kipsplaat 2x12,5 mm

KL-1




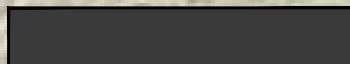


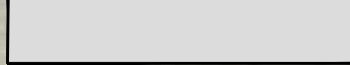







SBS-tüüpi katusekate, ICOPAL LIIMAUltra, 8 mm
OSB-3 puitkiudplaat, 18 mm
Tuulutusroov 22x50 mm, s400
Tuuletõkkeplaat ROCKWOOL WINDROCK, 20 mm, vuugid teipida!
Katuseroovitus 50x50 mm, s40, vahel mineraalvill!
Katusesarikas 45x195 mm, s600, vahel mineraalvill!
Laeroovitus 50x50 mm, s400 mm, vahel mineraalvill!
Aurutõkke
Distantssliist, 22 mm
Kipsplaat 2x12,5 mm

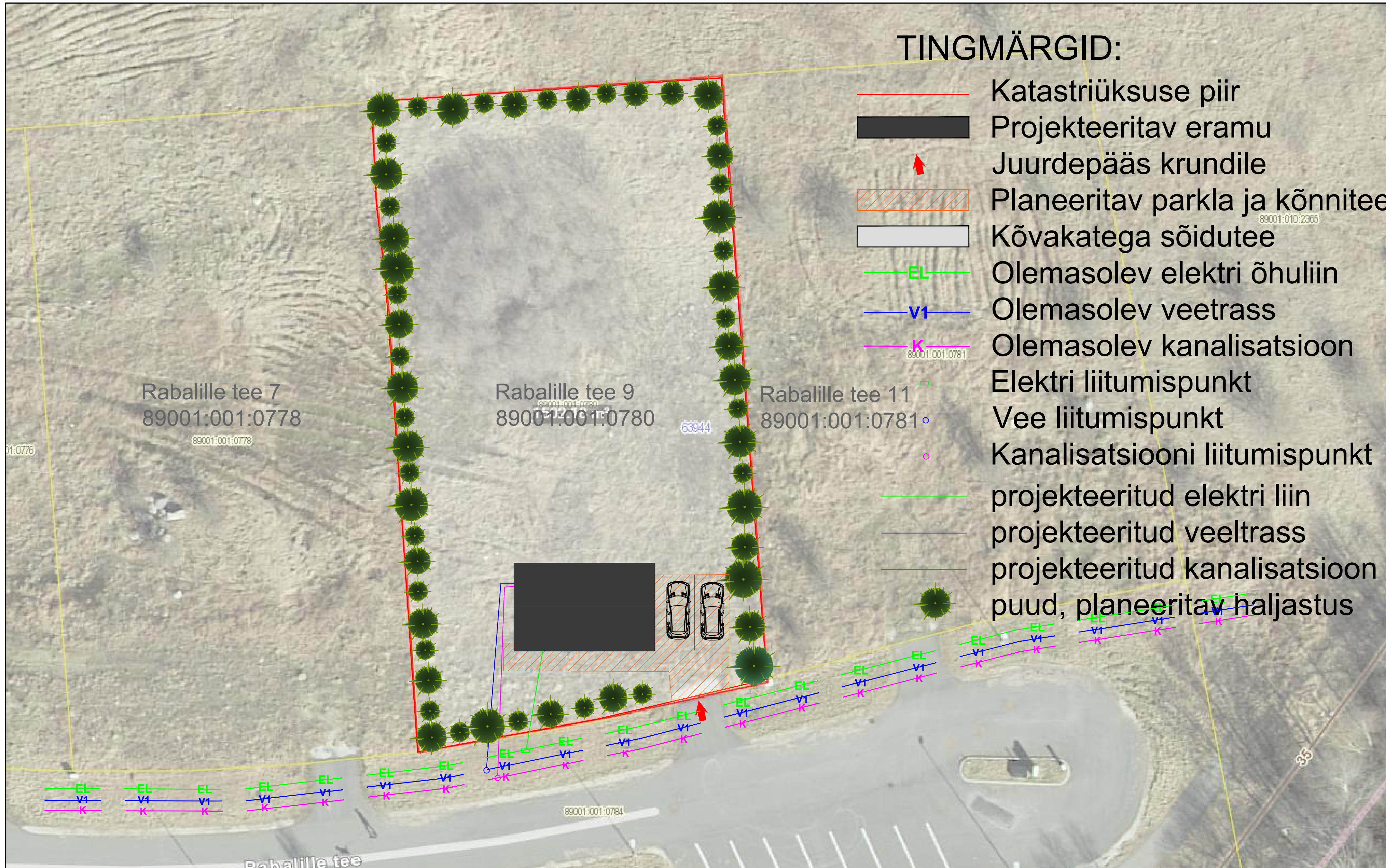
 <p>TAL TECH TALITSENA TÖÖRISAÄLISEKOGI INGENIEERITÄADUSKOND Virumaa Kõrledž</p>			Mõõtkava 1:10
	Koostaja M. Uke 2021-05-15 Juhendaja G. Kadnikova 2021-05-15	SEINTE, PÕRANDATE, KATUSE JA VAHELAE KONSTRUKTSIOONID Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"	
TTÜ Virumaa Kõrledž		Leht 20/22	




Põiktala
50x150 mm

TINGMÄRGID:

-  Katastriüksuse piir
-  Projekteeritav eramu
-  Juurdepääs krundile
-  Planeeritav parkla ja kõnnitee
-  Kõvakatega sõidutee
-  Olemasolev elektri õhuliin
-  Olemasolev veetrass
-  Olemasolev kanalisatsioon
-  Elektri liitumispunkt
-  Vee liitumispunkt
-  Kanalisatsiooni liitumispunkt
- projekteeritud elektri liin
- projekteeritud veeltrass
- projekteeritud kanalisatsioon
-  puud, planeeritav haljastus



		Möötkava 1:100	
Koostaja	M. Uke	2021-05-15	ASENDIPLAAN Kuulub lõputöösse: "Eramu kandekonstruktsioonide arvutus ja hinnavõrdlus Eesti ja Soome vahel"
Juhendaja	G. Kadnikova	2021-05-15	
TTÜ Virumaa Kolledž			Leht 22/22