



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Tartu kolledž

**VÄSTRIKU 21 ELAMU REKONSTRUEERIMINE:
TEHNILISE SEISUKORRA HINDAMINE,
VÄLISPIIRETE SOOJUS- JA NIISKUSTEHNILISTE
OMADUSTE PARANDAMINE JA ARHITEKTUURNE
PÕHIPROJEKT**

**RECONSTRUCTION OF VÄSTRIKU 21 RESIDENTIAL
BUILDING: TECHNICAL CONDITION ASSESSMENT,
ENHANCEMENT OF EXTERNAL WALLS' THERMAL AND
MOISTURE PERFORMANCE, AND ARCHITECTURAL MAIN
PROJECT**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Sirle Kont

Üliõpilaskood 177568EAEI

Juhendajad: Jiri Tintera,
Aime Ruus

Tartu 2024

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad,

kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

11. jaanuar 2024

Autor: Sirle Kont

/allkirjastatud digitaalselt/

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

11. jaanuar 2024

Juhendajad: Jiri Tintera

/allkirjastatud digitaalselt/

Aime Ruus

/allkirjastatud digitaalselt/

Kaitsmisele lubatud

".....".20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Sirle Kont,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt,

mille juhendajad on Jiri Tintera ja Aime Ruus

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh 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 käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

11.01.2024

Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Üliõpilane: **SIRLE KONT**

Üliõpilaskood **177568**
EAEI

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peeriala: Ehitiste projekteerimine

Lõputöö teema:

**VÄSTRIKU 21 ELAMU REKONSTRUEERIMINE: TEHNILISE SEISUKORRA
HINDAMINE, VÄLISPIIRETE SOOJUS- JA NIISKUSTEHNILISTE OMADUSTE
PARANDAMINE JA ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT**

Reconstruction of Västriku 21 residential building: technical condition assessment, enhancement of external walls' thermal and moisture performance, and architectural main project

Juhendajad: **Vanemlektor Jiri Tintera**

Jiri.tintera@taltech.ee

**Kaasprofessor ja Tallinna Tehnikaülikooli
Tartu kolledži direktor Aime Ruus**

Aime.ruus@taltech.ee

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Anda hinnang Västriku 21 ehitise tehnilisele seisukorrale
2. Hoone välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine
3. Elamu ruumiprogrammi ja välisilme muutmise

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Hoone inventariseerimine ja ajaloo tutvumine	17.02.2023
2. Termograafia teostamine	27.02.2023
3. Tehnilise seisukorra hinnangu koostamine	01.04.2023
4. Hoone ruumiplaneeringu muutmine	17.05.2023
5. Laboratoorsete tööde teostamine	02.07.2023
6. Rekonstrueerimisprojekti koostamine	15.10.2023
7. Lõputöö tekstilise osa kirjutamine ja jooniste vormistamine	05.01.2024

Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks

15.12.2023

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: Powerpoint esitlus ja jaotusmaterjalid

Lõputöö esitamise tähtaeg:

11. jaanuar 2024

Juhendajad:

Jiri Tintera

/allkirjastatud digitaalselt/

Aime Ruus

/allkirjastatud digitaalselt/

Ülesande vastu võtnud:

Sirle Kont

/allkirjastatud digitaalselt/

....

SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	3
EESSÕNA	10
SISSEJUHATUS	11
1. AJALOO UURING	12
2. INVENTARISEERIMINE.....	14
2.1 Hoone ülesmõõdistamine.....	14
3. TEHNILISE SEISUKORRA HINNANG.....	15
3.1 Sissejuhatus.....	15
3.1.1 Hoone kirjeldus	16
3.1.2 Hoone tehnilised andmed.....	17
3.1.3 Ehitise tehnilise seisukorra hinnangu ülevaade.....	18
3.2 Ehituskonstruksioonid	18
3.2.1 Vundamendid.....	18
3.2.2 Seinad.....	24
3.2.3 Vahelaed	28
3.2.4 Katusekonstruksioonid ja katusekate	31
3.2.5 Muud konstruksioonid.....	35
3.2.6 Tehnilise seisukorra hinnangu tabel	39
3.3 Ehitise tehnilise seisukorra kokkuvõte. Järeldused	43
4. REKONSTRUEERIMISE ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT.....	45
4.1 Üldosa	45
4.1.1 Lähteandmed	45
4.1.2 Normdokumendid.....	46
4.1.3 Hoone tehnilised andmed.....	46
4.2 Asendiplaan.....	47
4.3 Arhitektuurne lahendus	48
4.3.1 Olemasolev olukord	48
4.3.2 Hoone välisilme.....	48
4.3.3 Hoone ruumiplaneering.....	49
4.4 Välispiirete rekonstrueerimine	51
4.4.1 Vundament	52
4.4.2 Välisseinad	52
4.4.3 Katus.....	53
4.4.4 Avatäited	53

4.4.5	Rõdud, verandad, varikatus	54
4.4.6	Sõlmed	54
4.5	Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded	55
4.5.1	Tuletõkkeseksioonid	56
4.5.2	Tulekahjusignalisatsioon	56
4.5.3	Juurdepääsetavus	57
4.5.4	Suitsueemaldus	57
4.6	Sisepiiretele esitatavad helisolatsiooninõuded	57
4.7	Tehnosüsteemid.....	58
4.7.1	Küttesüsteem	58
4.7.2	Veevarustus ja kanalisatsioon.....	58
4.7.3	Ventilatsioon	58
4.7.4	Elekter ja nõrkvool	59
5.	VÄLISPIIRETE SOOJUS- JA NIISKUSTEHNILISED ARVUTUSED	60
5.1	Välispiirete soojus- ja niiskustehniliste arvutuste meetodika	60
5.2	Välisseinte soojusjuhtivus ja kondensatsioonioht	62
5.2.1	VS-1	68
5.2.2	VS-2	70
5.2.3	VS-3	71
5.2.4	VS-4	72
5.2.5	VS-5	73
5.2.6	VS-6	74
5.2.7	VS-7	75
5.2.8	VS-8	76
5.2.9	VS-9	77
5.2.10	VS-10	78
5.2.11	Seinatüüpide soojus- ja niiskustehnilise olukorra kokkuvõte	79
5.3	Külmasillad	80
5.3.1	Termograafia.....	80
5.3.2	Külmasildade kriitilisuse hindamine.....	84
	KOKKUVÕTE	93
	SUMMARY	95
	KASUTATUD KIRJANDUS	97

GRAAFILINE OSA
LISAD

EESSÕNA

Käesolev magistritöö käsitleb aadressil Västriku 21, Tartu asuva elamu ajalugu, inventariseerimist, ehitustehnilist seisukorda, välispiirete rekonstrueerimise lahendusi ning välisilme ja ruumiplaneeringu muutmist. Välispiirete rekonstrueerimislahenduste väljatöötamiseks teostatakse välispiirete soojus- ja niiskustehnilised arvutused.

Lõputöö teema sõnastati töö autori algatusel ning koostati Tallinna Tehnikaülikooli Tartu kolledžis. Põhilised algandmed on kogutud hoone inventariseerimise käigus ning läbi viidi ka intervjuu hoone omanikuga.

Lõputöö autor avaldab tänu vanemlektorile Jiri Tinterale ning kaasprofessorile ja Tallinna Tehnikaülikooli Tartu kolledži direktorile Aime Ruusile magistritöö juhendamise eest. Lisaks tänab töö autor vanemlektor Jane Raametsa konsultatsiooni ja laboratorsete analüüside teostamise eest ning lektor Lehar Leetsaart ja Liginullenergiahoonete uurimisrühma eksperti Kristo Kalbet konsultatsioonide eest.

Võtmesõnad: inventariseerimine, ehitustehniline seisukord, rekonstrueerimine, magistritöö

SISSEJUHATUS

Statistikaameti andmetel elab keskmine Eesti elanik 1974. aastal valminud hoones [1]. See inditseerib, et lisaks uute hoonete projekteerimisele ja ehitamisele on oluline pöörata tähelepanu ka olemasolevatele hoonetele ja nende rekonstrueerimisele. Hoonete eksploatatsiooni kestus ei ole teadupärast igavene, kuid läbi järjepideva hoone seisukorra hindamise, puuduste eemaldamise ja ennetamise on võimalik hoone eluiga tunduvalt pikendada.

Käesolev lõputöö käsitleb aadressil Västriku 21, Tartu asuva elamu ajalugu, inventariseerimist, ehitustehnilist seisukorda, vastavalt seisukorra hinnangus tehtud järeldustele konstruktsioonide rekonstrueerimise lahendusi ning välisilme ja ruumiplaneeringu muutmist.

Antud hoone eripära seisneb selles, et tegemist on 1979. aastal projekteeritud hoonega, mille ehitamine on kestnud juba aastakümneid, kuid on endiselt lõpetamata. Magistritöö eesmärgiks on olemasoleva hoone seisukorra kaardistamine, tänapäevastamine ja tervikuna kasutuskõlblikuks muutmine. Käesolev lõputöö on abiks samalaadsete hoonete omanikele-elanikele, kes võivad silmitsi seista sarnaste probleemidega, mis esinevad antud lõputöös käsitletaval hoonel.

Analüüsitava hoone on kolmekorruseline keldriga elamu. Hoone kandvate seinte materjalideks on silikaattellised ja gaaskukeroon väikeplokid ning katus on kombinatsioon kelp- ja viilkatusest. Katusekattematerjaliks on trapetsprofiil katuseplekk.

Hetkeseisu kriitilisimateks kohtadeks on hoone veekahjustused, piirdetarindite vähene soojapidavus ja külmasillad. Antud elamu projekteerimise perioodil olid väliskonstruktsioonidele esitatavad soojusfüüsikalised nõuded tunduvalt väiksemad kaasaegsete normidega võrreldes. Hoone tänapäevastamiseks tuleb tõsta hoone soojapidavust, seejuures vältides niiskustehnilisi kitsaskohti.

Töö on jaotatud viieks põhiosaks. Neist esimeses on välja toodud informatsioon hoone ajaloo kohta. Teises peatükis on kirjeldatud hoone inventariseerimise protsessi. Kolmandas peatükis hinnatakse hoone tehnilist seisukorda. Neljas peatükk sisaldab arhitektuurse põhiprojekti seletuskirja koos valitud sõlmlahendustega ning viies peatükk keskendub väliskonstruktsioonide soojus- ja niiskustehnilistele arvutustele.

1. AJALOO UURING

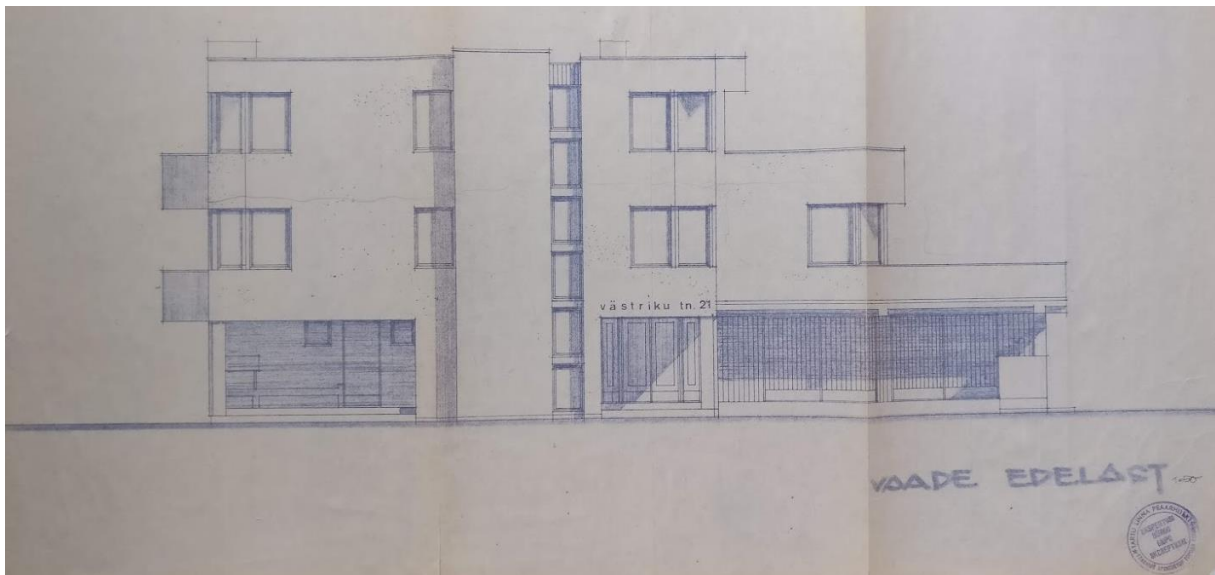
Käesolev magistritöö käsitleb hoonet, mille aadress on Västriku 21, Tartu.

Hoonele koostati projekt 1979. aastal [2] ja samal aastal anti välja ka ehitusluba [2].

Ehitamisega alustati arvatavasti 1979. aastal ning kuni tänase päevani pole hoone lõplikult valmis.

Hoone ehitamise aluseks on olnud 1979. aastal koostatud projekt, mida on ehituse käigus osaliselt muudetud. Suurimaks erinevuseks on hoone katuse kuju muutmine: lamekatus asendati viilkatusega. Hoone omaniku sõnul tugines see otsus ehitaja toleaeegsel kogemusel lamekatustega: lamekatused ei olnud sel ajal nii töökindlad kui tänapäeval.

Teine suurem erinevus on osade avatäidete paiknemises ja mõõtudes võrreldes projektis esitatud lahendusega. Osaliselt on kasutatud ka ehitusprojekti toodust erinevaid materjale. Muudatused tehti vastavalt sellele, mis materjale õnnestus tollel ajal kätte saada ja mis kogemustepagas oli hoone ehitajal. Näiteks asendati osaliselt 2. korruse projektijärgne monoliitne raudbetoonvahelagi puitkonstruktsioonvahelaga puitmaterjali kättesaadavuse ja väiksema maksumuse tõttu.



Joonis 1.1 Västriku 21 hoone 1979. aastal koostatud projekt. Vaade edelast. [2]

Hoonet on ehitatud järgemööda nii hoone omaniku kui ka palgatud tööjõu toel. Hoone esimene omanik oli elukutseline ehitaja. Esimese ehitusaasta jooksul rajati hoonele vundament. Hoone katustati ligikaudu 1998. aastal. Siseruumides on ehitamist alustatud ülemisest korrusest.

Elamu projekteerimisel pidi kinni pidama tol ajal kehtestatud maksimaalsest hoone pindala piirangust, mis oli seotud hoones elavate inimeste arvuga. Hoone projekteeriti 9-liikmelise suurpere tarbeks.

Lubatud elamispiinnaks oli määratud Eesti NSV Tartu Linna Rahvasaadikute Nõukogu Täitevkomitee otsusega kuni 90 m² ja kasulikuks pindalaks kuni 140 m² [3].

Krunt eraldati individuaalelamuehituseks kõrvaloleva krundi arvelt. Krundil kasvasid viljapuud ja põõsad. Krundil asub ka kuur, pindalaga ~35 m² ja mahuga ~86 m³.

Tänaseks päevaks on hoone kolmas korrus elamisvalmis ning esimene ja teine korrus vajavad täiendavaid ehitustöid.

2. INVENTARISEERIMINE

2.1 Hoone ülesmõõdistamine

Enne hoone kohapeal ülesmõõdistamist tutvus töö autor elamu algupärase ehitusprojektiga. Ehitusprojekt saadi paber kandjal hoone omaniku käest. Ehitusprojekti ja eelneva objekti ülevaatusel põhjal koostati hoone korruseplaanidest ja vaadetest umbkaudsed eskiisid.

Ülesmõõdistamise käigus märgiti mõõdetud andmed plaanidele ja vaadetele ning digitaliseeriti hiljem kasutades joonestustarkvara ArchiCAD. Inventariseerimisel kasutati mõõdulinti ja lasermõõtjat Makita LD060P.

Inventariseerimisjoonised on lisatud lõputöö graafilisse ossa (joonised I-01...I-16)



Joonis 2.1 Vaade hoonele tänavalt (autori foto)

3. TEHNILISE SEISUKORRA HINNANG

3.1 Sissejuhatus

Tehnilise seisukorra koostamisel on struktuuri ülesehitusel võetud põhjaks Ekspertiis ja Projekt OÜ poolt koostatud Vabaduse pst 16a, Tallinn ehituskonstruksioonide ekspertiisi [4] struktuur.

Hinnangu eesmärk

Anda ülevaade hoone tehnilisest seisukorrast, määrata esinevad kahjustused, tuua välja seisundi halvenemise põhjused ja vajalikud parenduslikud tööd. Hinnatakse, kas ehitist on võimalik rekonstrueerida ja millistel tingimustel.

Ülevaatuse tegemise aeg ja ilmastikuolud

Objekti ülevaatus teostati neljal päeval:

21.02.2023

Ilmastikuolud: -6 °C, pilvine ilma sajuta päev, lumikate.

03.02.2023

Ilmastikuolud: 3 °C, pilvine ilma sajuta päev, lumesula.

08.03.2023

Ilmastikuolud: -2 °C, pilvine ilma sajuta päev, lumikate.

03.04.2023

Ilmastikuolud: -2 °C, lumesadu, õhuke lumikate.

Hinnangus juhitudakse

Ehitusseadustik, vastu võetud 11.02.2015 [5]

RKAS Hoonete tehnilise seisukorra hindamise juhend, versioon 1.0 (26.01.2018) [6]

Ehitise auditi tegemise kord, vastu võetud 12.10.2020 nr 61 [7]

Muinsuskaitse amet. Hooldus- ja remonttööd. [8]

Kasutatud mõõteseadmed

Mõõdulint, laserkaugusmõõtja Makita LD060P, Google Pixel telefonikaamera, Flir E8xt 2.1L termokaamera, termomeeter, digitaalne niiskusmõõtja Holzmeister LG9 NG (Joonis 3.1).



Joonis 3.1 Digitaalne niiskusmõõtja Holzmeister LG9 NG (autori foto)

3.1.1 Hoone kirjeldus

Analüüsitud hoone on kolmekorruselise keldriga elamu. Esimesel korrusel asub garaaž kahele autole ja välja ehitamata ruumid. Teisel korrusel on köök, välja ehitamata ruumid, veranda ja kaks rõdu. Kolmandal korrusel on köök-elutuba, kolm magamistuba, klosett-vannituba ning kaks rõdu. Hoonel on kombinatsioon kelp- ja viilkatusest, mille all on külm pööning. Keldris asub katlaruum, ruum tahke kütuse ladustamiseks ning panipaigad.

Hoone on ehitatud puttbetoonist madalvundamendile. Betooni valamisel kasutati seesmistel pindadel raketisena silikaattellismüüri, mida peale betoneerimist ei eemaldatud, vaid see jäi keldriseinte sisevoodriks.

Hoone kandvad seinad on tellis- ja tuhaplokkseinad. Hoone vahelaed on nii monoliitset raudbetoonist kui ka puitkarkassist konstruktsiooniga. Hoone viilkatuse katusekattematerjaliks on trapetsprofiil katuseplekk.

Hoone näol pole tegemist ehitismälestisega ning see ei asu muinsuskaitsealal ega miljöövärtuslikus piirkonnas. Krundile ei ole koostatud detailplaneeringut. Kehtib Tartu linna üldplaneering, mille kohaselt asub hoone väikeelamu maa-alal. Hoone rekonstrueerimisel või lammutamisel tuleb lähtuda Tartu linna üldplaneeringus [9] esitatud tingimustest.

3.1.2 Hoone tehnilised andmed

Tabelis 3.1 on välja toodud hoone tehnilised andmed.

Tabel 3.1 Hoone tehnilised andmed

Hoone tehnilised andmed	
Ehitisealune pind	170,48 m ²
Suletud netopind	427,75 m ²
Maapealse osa korruste arv	3
Maa-aluse osa korruste arv	1
Kõrgus	10,16 m
Pikkus	19,92 m
Laius	10,70 m
Sügavus	1,48 m
Köetav pind	255,41 m ²
Üldkasutatav pind	164,26 m ²
Tehnopind	8,08 m ²
Vundamendi liik	Madalvundament
Kande- ja jäigastavate konstruktsioonide materjal	Silikaattellis, tuhaplokk, raudbetoon, puttbetoon
Katuste ja katuslagede kandva osa materjal	Puit
Vahelagede kandva osa materjal	Monoliitne raudbetoon, puit
Katusekatte materjal	Trapetsprofiil katuseplekk
Soojusvarustuse liik	Lokaalküte
Soojusallikas	Katel
Energiaallikas	Puit
Eluruumide arv	1
Eluruumide pind	185,35 m ²

3.1.3 Ehitise tehnilise seisukorra hinnangu ülevaade

Ehitise tehnilise seisukorra hinnangu eesmärk oli anda ülevaade hoone tehnilisest seisukorrast, määrata esinevad kahjustused, tuua välja seisundi halvenemise põhjused ja vajalikud parenduslikud tööd.

Ülevaatuse käigus hinnatakse ehitise tehnilist seisukorda visuaalsel meetodil. Piirde- ja kandekonstruktsioonide kahjustused kaardistatakse, sh kirjeldatakse kahjustuste tekkimise põhjuseid ja näidatakse joonistel nende asukohad ja ulatus. Hinnatakse ja määratakse biokahjustuste liik visuaalselt, võetakse hallituse proovid ja analüüsitakse neid mikroskoobi abil. Antakse hinnang kahjustuste tekkimise põhjustele ja tehakse ettepanekud kahjustuste likvideerimiseks.

Hinnatakse, kas ehitist on võimalik rekonstrueerida ja millistel tingimustel: milline on kande- ja piirdekstruktsioonide olukord; millised on kahjustused; milline on kahjustuste ulatus ja iseloom; millest kahjustused on tingitud. Hinnangus tuleb välja tuua, milliseid konstruktsioone on võimalik säilitada ja millises ulatuses tuleb konstruktsioonid asendada. [10] Konstruktsioonielementidele määratakse seisunditegurid.

Hinnangu tegemisel lähtuti kohapeal tehtud mõõtmistest ja visuaalsest ülevaatest. Hoone soojakadude ja külmasildade hindamiseks teostati termograafiline uuring. Hinnangu käigus tehti 637 fotot, mis säilitatakse hinnangu tegija arhiivis. Ehitise tehnilise seisukorra hinnangus on lisatud fotode pildistamise suunad joonistele.

3.2 Ehituskonstruktsioonid

3.2.1 Vundamendid

Ehitusgeoloogilised tingimused

Västriku 21 krundil ei ole teostatud geoloogilisi uuringuid ja pinnasekihtide kohta täpsed andmed puuduvad. Maa-ameti geoloogilise baaskaardi andmetel on kõige ülemine pinnakatte kiht (v.a muld) moreen [11]. Seda kinnitavad ka Eesti Ehitusgeoloogia Fondi veebilehel olevad 1989. aastal läbiviidud trassi uuringu tulemused. Trassi uuring tehti Kesk-Kaare tänaval (lõigus Riia mnt kuni Raudtee tn). Uuritud Kesk-Kaare tänav möödub Västriku 21 hoonest 40 m kauguselt. Tehtud šurfide põhjal on saviliivmoreen geoloogilistes profiilides kahe eristuva kihina, millest ülemise osa puhul on tegemist kerge

kuni raske saviliivaga, mis on kruusane, kõva kuni plastne ning sisaldab jämepurdu visuaalselt 10-15%. Alumises moreeniosas on rohkem jämepurdu (veeriseid ja munakaid). Moreen on konsistentsilt suuremas osas kõva, pesiti plastne. Šurfid tehti 1,2 kuni 3,5 meetri sügavuseni. Välitööde ajal pinnasevesi kaevanditesse nähtavale ei tulnud. [12]

Vundamentide kirjeldus

Hoone on ehitatud puttbetoonist madalvundamendile. Betooni valamisel kasutati seesmistel pindadel raketisena silikaattellismüüri, mida peale betoneerimist ei eemaldatud, vaid see jäi keldriseinte sisevoodriks. Sokliosade pole väljastpoolt kaetud.

Hoone vundamendi seisukorda saab lugeda heaks.

Ehitustehnilise hinnangu käigus vundamenti ei avatud, vaid hinnati vundamenti visuaalselt nii sokliosast kui ka keldrist. Projekti järgi on vundamendi sügavus olenevalt maapinna kõrgusest 1,9 m kuni 2,4 m. Tegelikult asub maapind madalamal ja vundamendi sügavus jääb sel juhul 1,7 kuni 2,1 m maapinnast. Keldri kõrgus seestpoolt mõõdetuna on 2,3 m. Külumissügavus, mis on arvatud 1970. aasta Eesti kliimaatlasest pärit keskmiste talvekuude temperatuuridega liivpinnase puhul Tartus on keskmiselt 1,35 m ja maksimaalselt 1,95 m.

Välissein on sokli suhtes kergelt eenduv. See on ka ehituslikult soovitatav lahendus, kuna ei soosi vee sattumist välisseina mööda soklile. Sokli kohale pole paigaldatud täiendavalt vett soklist eemale juhtivat veeniprofiili.

Maapind on võrreldes projektilahendusega hoone ümbruses madalam, sokliosade on maapinnast keskmiselt 60 cm kõrgusel. Esimese korruse tasandil olevasse garaaži sõitmiseks on garaažiesist maapinda tõstetud selle põranda tasapinnani.

Hoone sokli ümber ei ole pandust. Soklit ümbritsev maapind on kerge kaldega hoonest eemale. Hoone puttbetoonist vundament ja sokkel on soojustamata. Horisontaalne hüdroisolatsioon sokliosade peal on teostatud bituumenvõõba ja tõrvapapiga, mille hüdroisoleerivad omadused võivad olla materjali vanuse tõttu puudulikud. Vertikaalne hüdroisolatsioon vundamendil puudub.

Vundamendis ei esine vajumite erisusest tingitud pragusid ning vundamendi kandevõime on antud hoone jaoks piisav. Puttbetooni suurefraktsioonilise täiteaine tõttu on sokli pind kohati ebaühtlane ja krobeline, kuid sokliosades pragusid ei esine.

Vundamentide kahjustused ja nende põhjused

Vundamendi sokliosal kasvab hoone põhjapoolsel küljel kohati rohevetikas (Joonis 3.2). See on põhjustatud konstruktsiooni liigniiskusest. Niiskus pääseb vundamendile ligi nii maapinnast kui ka sademetest.



Joonis 3.2 Vetikakahjustusega sokkel hoone põhjapoolses osas (autori foto)

Puuduva vihmaveesüsteemi tõttu voolab sadevesi üle katuseräästa ja rõduplaatide maapinnale (Joonis 3.3). Sadevesi jõuab soklisse nii pritsmetena kui ka maapinnast imendudes ja liikudes mööda soklit edasi kapillaartõusu toimel.



Joonis 3.3 Rõduplaadilt langev vesi on põhjustanud garaažiseina ja sokli veekahjustused (autori foto)

Vundamendil puudub suuremas jaos hüdroisolatsioon. Kuna hoone sokliosa on soojustamata, siis moodustub mööda soklit esimese korruse põrandasse külmasild.

Ettepanekud remonttöödeks ja rekonstrueerimiseks

Olemasolev vundament on heas seisukorras ja ei vaja remonti. Niiskuskahjustuste vältimiseks on vaja minimeerida vee ligipääsu vundamenti. Selleks on oluline rajada hoonele sadeveesüsteem, mille abil katusele sattuv vesi juhitakse maapinnale ja maapinnal hoonest eemale.

„Kaldkatuse puhul koosneb sadevetesüsteem räästapealsetest või ripp-rennidest ja neist vett allajuhtivatest (lehtritega või ilma) torudest, mis omakorda koosnevad sirgetest lülidest, põlvedest ja väljavoolusuudmikest e. sülititest.“ „Puuduvate vihmaveetorude asendamisel uutega tuleb jälgida, et torud paikneksid seinast piisavalt kaugel (vähemalt 12 cm). Nõnda on tagatud üle voolava või läbi lekkiva vee äravool mööda toru külgi, ilma et see oluliselt niisutaks lähedalasuvat seinu. Nii jääb ka toru ja seinu vahele kuivamist hõlbustav ruum.“ Jälgida, et paigaldatavad torud ei oleks liiga väikse läbimõõduga. Vihmaveetorude ristlõikepindala arvestatakse 1-1,5 cm² katusepinna ühe ruutmeetri kohta. [13]

Hoone rekonstrueerimisel on soovituslik teostada sokli ja keldriseinte ülemise osa soojustamine ja hüdrosoleerimine, kuna praegusel soklilahendusel on suur soojusjuhtivus ja soklisõlmes moodustub külmasild. Hoone vundamenti soojustamine viib väiksema energiakuluni hoone kütmisel, põrandad jäävad soojemad ja tagab tervislikuma elukeskkonna. Vundamenti soojustamise tööde käigus lahti kaevatud maapinna tagasitaitena kasutada killustikku või kergkruusa, kuna see takistab pinnasevee imbumist vundamenti.

Vundamentide kandevõime on piisav juhul, kui suuremaid ümberehitusi ei planeerita ja kasutusotstarvet ei muudeta.

Rohevetikad soklil

Biokahjustused tekivad pikaajalisel kokkupuutel veega. Vetikate kasvamiseks on vajalik vee olemasolu või väga kõrge õhuniiskus. Kui puudub vesi, ei toimu ka vetikate elutegevust. [14] Seega tuleb tõkestada vee ligipääs vundamentidele. Seda on võimalik saavutada, kui vundamendil on hüdroisolatsioon nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt ning paigaldatud vihmaveerennid ja nende otstesse vihmaveetorud, et vihmavett vundamendist eemale juhtida. Seejuures tuleb jälgida, et sadeveerennidest kogutud vesi oleks juhitud kaldega hoonest eemale.

Olemasolevast vetikast lahti saamiseks puhastada pinnad mehaaniliselt (käsi- või survepesu) ning töödelda pindu vetikate kasvu tõkestavate kemikaalidega. Suuremate pindade puhul on soovitatav pöörduda professionaalide poole. [14]

Sokli kõrgus maapinnast peab olema vähemalt 30 cm [15] – see tingimus on täidetud.

Vundamendi pealmine pind tuleb katta hüdroisolatsiooniga, et takistada niiskuse pääsemist konstruktsioonini. Hüdroisolatsiooniks sobivad veetihedad kummibituumenipõhised rullmaterjalid ja bituumeni baasil ühe- või kahekomponentsed vööpmaterjalid.

Kuna hoone keldris esineb näriliste probleem, siis on soovitatav lisada sokli tuulutusavadele näriliste eest kaitsev metallvõrk. Tihedama mustriga võrgud takistavad ka putukatel hoonesse sisenemist.

Hoone ümber on soovitatav rajada sillutisriba sellise kaldega, et pandus juhiks vee hoonest eemale. Maapinnal peaks olema kalle minimaalselt 1:20 kuni kolme meetri kaugusele vundamendist. Kui see on praktikas teostamatu, siis piisava vee ärajuhtimise ja sokli mitteniiskumise tagab ka kalle 1:50...1:80 [16]. Kuna drenaažisüsteemi rajamist pole ette nähtud, immutatakse sadevesi pinnasesse. Et vältida sadevee kogunemist hoone ümbrusesse, rajada sokli kõrvale killustikust imbkiht.

Kelder

Hoonel on täiskelder, kus asub katlaruum ja panipaigad. Osades ruumides on sokliosia läbivad tuulutusavad. Tuulutusavade eesmärgiks on niiskuse väljakuivamise võimaldamine. Tuulutusavad olid hoone ülevaatuse ajal avatud.

Keldri konstruktsioonide seisukorda polnud seal asetseva olmeprügi ja ehitusmaterjalide tõttu võimalik terviklikult hinnata. Terviklikuks hindamiseks tuleb keldrist eemaldada või oma asukohalt nihutada kõik prügi ja ehitusmaterjalid.

Keldriseinad ja laed on valatud puttbetoonist. Keldriseintel esineb niiskuskahjustusi, mis on tekkinud kas maapinnast pärit vee või sadevee sattumisel keldriseintesse. Liigset niiskust indikeerivad paar tumedamaks värvunud keldri siseseina ülemist piirkonda verandade all asuvates keldriosades ja mõningane efloresents müüritisel (Joonis 3.4).



Joonis 3.4 Efloresents keldriseinas (autori foto)

Efloresents

„Müüri- ja vuugimaterjalides on poorid suurusega $\sim 80 \text{ nm} \dots 20 \mu\text{m}$, mis lasevad veel liikuda kuni aurustumiseni ruumiõhku. Koos veega transporditakse kapillaaride kaudu vees ja müüritisel olevaid vees lahustunud või hüdratiseerunud soolasid.“ Seda nähtust nimetatakse efloresentsiks. [17]

Efloresents saab esineda nii müüritise pinnal kui ka sees. Pindmine soolade välja aurustumine on eelkõige visuaalne probleem ja indikaator liigeste niiskusest, kuid müüritise sisene efloresents võib põhjustada müüritise kildudena lagunemise suure hüdrostaatilise rõhu tõttu. [18] Seega võivad soolakahjustused vähendada müüritise kandevõimet.

Pindmist müürile ladestunud soola on võimalik mehaaniliselt (näiteks traatharjaga) eemaldada. Ennetamiseks soolakahjustusi, tuleb likvideerida nende põhjus ehk takistada vee ligipääsu konstruktsiooni. Selleks tuleb pinnasega kokkupuutuvad konstruktsioonid katta hüdroisolatsiooniga või takistada sadevete ligipääs konstruktsiooni.

Efloresents keldriseinal võib selles hoones olla ka ehitusaegne, seega eemaldades olemasoleva ladestunud soola on võimalik jälgida, kas efloresents kordub praegustes tingimustes.

Kokkuvõte. Hinnang vundamentidele

Vundamendi kandevõime on praeguste tingimuste juures piisav. Sokliosale esineb niiskuskahjustusi ebaefektiivse sadeveesüsteemi ning maapinna niiskuse tõttu. Konstruktsioone on võimalik säilitada. Vundament ei vaja remonti, kuid on soovitatav soojustada ja hüdroisoleerida.

3.2.2 Seinad

Seinte kirjeldus

Hoone seinte seisukorda saab lugeda heaks. Läbi viidi visuaalne ülevaatus ja ühest välisseinatüübist (VS-9) võeti ka proov läbi kogu seina ristlõike, et hinnata seina niiskussisaldust.

Seinte konstruktsioon on suures osas viimistlusmaterjalidega katmata. Hoone kandeseinad on silikaattellistest ja gaaskukeroon-väikeplokkidest (Narva plokk). Müüritise ladumiskvaliteet on hea. Kasutatud on silikaatkive standardmõõtudega 250x120x88 mm. Müüri kihid on omavahel fikseeritud jäigalt mörti kinnitatud terassidemetega. Seinte isolatsioonimaterjaliks on suures osas saepurutäidis: kas termoliit ehk lupja või kipsi sisaldav saepurutäidis või saepuru-tselluvilla segu (ligikaudselt hoone kolmanda korruse ulatuses). Isolatsioonimaterjalina on kasutatud ka ehitusaegset mineraalvatti, kuid osad seinad on ka ilma soojustuseta.

Välisvoodriks on silikaattellismüüritis. Siseseinad on laotud kas silikaattellistest või tuhaplokkidest müüritisena. Hoones on ka üks metallkarkassil vahesein. Osad siseseinad on krohvitud ning seejärel värvitud või tapetseeritud, osad viimistluseta.

VS-9 niiskussisalduse mõõtmine

Seinatüübist VS-9 võeti proovid diameetriga 100 mm kogu seina paksuse ulatuses (440 mm). Antud seina kihid on seestpoolt lugedes järgmised: 10 mm krohv, 200 mm tuhaplokk, 110 mm termoliit, 120 mm silikaattellismüür. Proovid viidi laborisse, seejuures hoides materjale transpordi ajal õhutihedas keskkonnas. Materjaliliikide kaupa kaaluti materjalide mass ja asetati 70-kraadisesse ahju. Proovid olid ahjus kokku 4 ööpäeva ja igal päeval fikseeriti proovide mass. Saadud katseandmete põhjal arvutati välja materjali algne niiskussisaldus.

Seinaproovide katseandmete saamiseks ja arvutuste tegemiseks järgiti standardis EVS-EN ISO 12570:2000 [19] toodud meetodeid. Niiskussisaldus leiti katsekehade massi järgi ehk proovidest välja kuivanud vee mass jagati kuivatatud materjali massiga.

$$u = \frac{m - m_0}{m_0}, \quad (3.1)$$

kus

m – katsekeha mass enne kuivatamist

m_0 – katsekeha mass peale kuivatamist

Samade materjalide väiksemad tükid kombineeriti mitme aluse peale. Niiskussisalduse arvvaartuse lõpptulemus on saadud aritmeetilise keskmisena erinevate samade materjalide komplektide tulemustest. Mõõtmistulemused ja materjalide niiskussisaldused on välja toodud Tabelis 3.1. Krohvi niiskussisalduseks leiti 0,405%, tuhaplokil 2,985%, termoliidil 12,694% ja silikaattellisil 2,423%.

Tabel 3.2 VS-9 proovide mõõtmistulemused ja niiskussisaldused

Välisseina proovide niiskussisaldus							
Kaalutav materjal	Tähis	Mass (g) 27.06.2023	Mass (g) 28.06.2023	Mass (g) 29.06.2023	Mass (g) 30.06.2023	Niiskus- sisaldus (%)	Keskmine niiskussisaldus (%)
Termoliit	E1	238,900	213,656	212,823	212,755	12,2888	12,694
Termoliit	E3	107,673	95,402	95,241	95,202	13,0995	
Krohv	K1	219,190	218,319	218,296	218,305	0,4054	0,405
Silikaattellis	S1	1836,820	1812,530	1806,020	1801,500	1,9606	2,423
Silikaattellis	S2	498,346	485,851	484,647	484,366	2,8862	
Tuhaplokk	T1	601,185	584,620	583,630	583,453	3,0391	2,985
Tuhaplokk	T2	773,047	752,973	752,229	751,034	2,9310	

Seinte kahjustused ja nende põhjused

Tellisvoodri seisukord on üldjoones hea, kuid kohati esineb fassaadil niiskuskahjustusi. Liigset niiskust indikeerivad paar tumedamaks värvunud seinapiirkonda ja mõningane efloresents müüritisel hoone põhjapoolsel küljel (Joonis 3.5). Konstruktsioonis oleva vee aurustudes on moodustunud müüritisele soolakristallid, mis paisudes tekitavad müüritises lisasurve, mis materjali lagundab. [20]



Joonis 3.5 Efloresents tellismüüritisel (autori foto)

Vesi satub fassaadile nii puudliku vihmaveesüsteemi tõttu kui ka kaldvihmaga. Niiskuskahjustusi on ka hoone kaguküljel oleval garaažiseinal. Seal on vesi sattunud fassaadile selle kohal oleva rõduplaadi pealt alla voolates, kuna rõdu servas pole veeplekki ega veerenni (Joonis 3.6). Samas seinas jooksevad ka kitsad praod mööda vuuke (Joonis 3.7). Kuna prao kuju ei viita vundamendi lahkvajumitele, võib eeldada, et pragu on tekkinud liigniiske seina külmumise tõttu.



Joonis 3.6 Veekahjustusega fassaad (autori foto)



Joonis 3.7 Pragu tellismüüritises (autori foto)

Ettepanekud remonttöödeks ja rekonstrueerimiseks

Niiskuslaigud fassaadil

Tuleb tõkestada vee ligipääs seintele. Seda on võimalik saavutada paigaldades rõduplaadilt ja katuselt alla voolavale veele vihmaveesüsteem sadevete hoonest eemale juhtimiseks.

Efloresents müüritisel

Pindmist müürile ladestunud soola on võimalik mehaaniliselt (näiteks traatharjaga) eemaldada. Ennetamaks soolakahjustusi, tuleb likvideerida nende põhjus ehk takistada vee ligipääsu konstruktsiooni.

Lisasoojustamine

Välisseinte suurte soojusjuhtivuste ja külmasildade tõttu võib välisseinte lisasoojustamist pidada möödapääsmatuks ohutu ja tervisliku sisekliima nõudeid ja energiasäästu vajadust arvestades [21].

Hoone soojustamine kaitseb ka kiviseinu külmakahjustuste ja suurte soojuspaisumiste eest, kuna suvised-talvised keskmised temperatuurimuutused, temperatuuripinged ja deformatsioonid seinas on aastaringelt väiksed ega põhjusta pragusid ja murenemist [20].

„Oluline on takistada vihma seinapääsu soojustuse ja aluskonstruktsiooni liitekohtade (nagu aknapõskede, kaitseplekkide jms vahelised pilud) kaudu. Need tuleb täita kas paisuva tihendi, elastse hermeetiku või eriprofiiliga.“ Igal juhul tuleb tagada, et poleks võimalik hilisem seinte pidev märgumine. Sõldunud aluspinnalt tuleb enne soojustuse paigaldamist soolakiht täielikult eemaldada (näiteks terasharjaga). [20]

Kokkuvõte. Hinnang seintele

Seintel esines kohati niiskuskahjustusi, kuid hoone seinte seisukorda saab lugeda üldjoones heaks ning konstruktsioone on võimalik säilitada.

3.2.3 Vahelaed

Vahelagede kirjeldus

Hoone vahelagede konstruktsioonid on heas seisukorras. Hinnangu käigus konstruktsioone ei avatud, kuid need olid suuremas osas vähemalt ühelt poolt katmata ja seega visuaalselt hinnatavad.

Vahelagede konstruktsiooniks on enamjaolt 100 mm paksune monoliitne sardbetoonist plaat, kuid kahe teise korruse toa lagi ja kolmanda korruse lagi on puitkarkasskonstruktsiooniga. Garaaži vahelaeks on terastaladel betoonplaadid. Lae voodrina on kasutatud laudist ja viimistletud kipsplaate, osades ruumides on laeviimistlus tegemata.

Kolmanda korruse ja pööningu vahel on väike vaheplatvorm, mis toetub osaliselt laetaladele ja osaliselt raudbetoonile. Kolmanda korruse ja pööningu vahel olevad laetalad

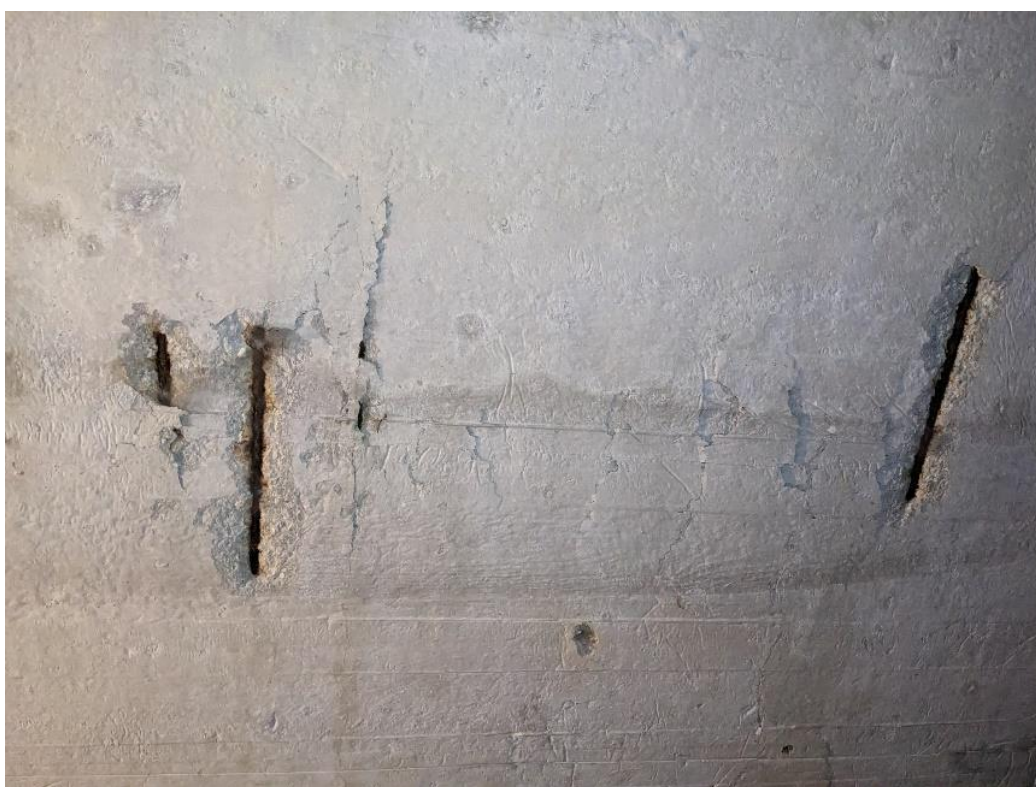
on väga heas seisukorras, niiskuskahjustusi ei esinenud. Sardbetoonist vahelagedel märgatavaid läbipaindeid ei esinenud.

Välisuste juures olevate verandade lagi, mis on ühtlasi ka teise korruse kahe ruumi põrandaks, on soojustamata. Müüritiskorstna läbiviigid on põlevmaterjalidest isoleeritud betoonkraega. Nii raudbetoonist vahelagede kui ka puittaladel vahelagede helikindlus on olemasoleva olukorra puhul väike.

Vahelagede kahjustused ja nende põhjused

Keldri välisseinte osade nurkade ümbruses on keldri vahelaes liigniiskus. Probleemaatilised kohad asuvad kahe esimese korruse veranda all. Verandadel on küll lagi, kuid kaldvihmade korral imbub sadevesi hüdroisolatsioonita verandade pindadelt keldrisse.

Keldri sardbetoonist vahelael on betoon kohati armatuuri roostetamise tagajärjel pragunenud ja laest irdunud (Joonis 3.8). Praod esinevad ka garaaži laes, mille kohal asuvad rõdu ja veranda. Sarruse korrosioon on toimunud veega läbi imunud või pragunenud betooni tõttu, kus vees lahustunud hapnik on reageerinud terasega, moodustades roostekihi. Moodustunud korrosiooniproduktid kas eraldavad sarruse tsemendikihist või tekitavad paisudes praod monoliiti, mistõttu raudbetooni tugevus väheneb. [22] Armatuuri ristlõige on roostetamise käigus vähenenud vähesel määral.



Joonis 3.8 Keldri vahelaes irdunud betoon ja korrodeerunud sarrused (autori foto)



Joonis 3.9 Vee ligipääsusu tagajärjel konstruktsiooni on garaaži lae terastalad korrodeerunud ja tekkinud praod betooni (autori foto)

Välisuste juures olevate verandade lagi (Joonis 3.10), mis on ühtlasi ka teise korruse kahe ruumi põrandaks, on soojustamata. Kuna betooni soojusjuhtivus on suur, liigub märkimisväärne osa toasoojusest betoonpõranda kaudu hoonest välja. Hetkel asuvad verandade kohal kütmata ruumid.



Joonis 3.10 Välisukse juures oleva veranda raudbetoonlagi (autori foto)

Ettepanekud remonttöödeks ja rekonstrueerimiseks

Kahjustunud sardbetoonvahelage tuleb remontida. Hetkel puudub armatuuril kohati kaitsekiht. Betoonest kaitsekihi puudumine soodustab armatuuri roostetamise jätkumist ja seeläbi betooni rohkemat kahjustumist. Vahelae remontimiseks tuleb esmalt eemaldada kahjustatud betoon ja pind puhastada nakkumist vähendavatest ainetest. Paljastunud armatuur katta korrosioonikaitsevahendiga. Seejärel katta kahjustunud ala parandusseguga.

Veekahjustuste vältimiseks garaaži laes on vajalik selle kohal asuva rõdu pinna hüdroisoleerimine.

Liigniiskete keldri lagede parendamiseks on vaja likvideerida vee imbumine konstruktsiooni läbi väliskeskkonnas asuvate rõhtsete betoonplaatide. Selleks on vaja mainitud pinnad kas hüdroisoleerida ja luua kalle vee äravoolamiseks hoonest eemale plaadi pealt maha või ehitada verandad kinni. Verandade kinniehitamine annab hoonele juurde sisepinda. Lisaks kaob veranda kohal asuva siseruumi betoonpõranda suure soojusjuhtivuse probleem. Kui soovitakse verandasid säilitada, on vajalik nii veranda põranda kui ka lae soojustamine.

Ehitustööde käigus on soovitatav tõsta vahelagede helipidavust.

Kokkuvõte. Hinnang vahelagedele

Vahelagedes tuvastati korrosiooni tagajärjel tekkinud kahjustusi ja keldri laes niiskuskahjustusi. Konstruktsioone on võimalik säilitada, kuid vajalikud on remonttööd ja vee konstruktsiooni sattumise vältimine.

3.2.4 Katusekonstruktsioonid ja katusekate

Katusekonstruktsioonide ja katusekate kirjeldus

Hoonel on ligikaudu 20-kraadise kaldega katus, mille kuju on kombinatsioon kelp-ja viilkatusest. Hoonel on külmpööning ehk katus on soojustamata ja pööningut ei kõeta. Pööningule pääseb pööningu allosas oleva luugi kaudu.

Katuse kandvaks konstruktsiooniks on puidust sarikad ristlõikega 150 x 60 mm, sammuga 850 mm. Sarikaid toestavad pärlinid, mis omakorda toetuvad postidele. Sarikate peal on katuse aluskate. Aluskatte peal on roovlauad, millele kinnitub trapetsprofiil katuseplekk.

Sarikate müüritisega kokkupuutuvad pinnad on mähitud tõrvapapiga. Joonisel 3.11 on näha hoone katusekonstruktsioon.



Joonis 3.11 Katuse konstruktsioon (autori foto)

Hoonel ei ole tuulekasti. Katust läbivad 2 silikaattellistest pitsiga korstent. Katusel on harjaplekk. Hoone katuse seisukord on üldjoones hea.

Katusekonstruktsioonide ja katusekatte kahjustused ja nende põhjused

Sarikate otstel ja katuse räästaosas olevatel roovlaudadel esineb niiskuskahjustusi, mis on tingitud sadevete sattumisest üle katuseserva katusekattelt katusekonstruktsiooni (Joonis 3.12). See on põhjustatud eelkõige puudulikust vihmaveesüsteemist, kuid sarikate otsi ja roovlaudist kaitseks ilmastikuolude eest ka tuulekast (Joonis 3.13).

Katuse räästaosas olevad puitkonstruktsioonid on küll visuaalsete niiskuskahjustustega, kuid mitte pehkinud. Vajalik on antud konstruktsioonide täpse seisukorra kindlaks tegemine ning vajadusel tuleb kahjustunud osad asendada.



Joonis 3.12 Niiskuskahjustused roovlaudade otstes (autori foto)



Joonis 3.13 Vihmaveesüsteemi ja tuulekasti puudumine (autori foto)

Pööninguosas on katusekonstruktsioonid heas seisukorras. Katuseharja piirkonnas sarikate liitumiskohas esineb sarikate otstel visuaalseid niiskuskahjustusi. Läbi katuse on kohati lekkinud sadevett katusekonstruktsioonidele, kuid kahjustuste ulatus on väike. Niiskumõõtjaga Holzmeister LG9 NG määrati ka visuaalselt suurimate niiskuskahjustustega sarikaotste niiskust. Niiskussisalduseks mõõdeti 10,2% ja 12,6%, mis on madal niiskussisaldus.

Ettepanekud remonttöödeks ja rekonstrueerimiseks

Hoonele tuleb rajada vihmaveesüsteem, mis sadevee katusele alla juhiks ilma katusekonstruktsioone kahjustamata. Ripprenn kinnitada räästas vähemalt 50 mm katuse kaldejoonest madalamale, et kuhjunud lumi saaks libiseda üle renni alla, seda

purustamata [23]. Vältimaks vihmavee kogunemist fassaadile, teha vihmaveetorude kinnituskonksude kalle seinast eemale [20].

Katuse ümber on soovitatav rajada tuulekast, mis lisab hoonele esteetilisust ja kaitseb katuse sarikaid ja roovlaudu ilmastikumõjude eest. Lisaks takistab räästakast lindude tungimist pööningule. Tuulekastilaudade paigaldamisel tuleb nende vahele jätta vahed, mille kaudu toimub pööningu õhuvahetus. Optimaalne pilude laius on 10 mm: see tagab pööningu tuulutamiseks vajaliku õhu liikuvuse, kuid linnud pööningule ei pääse. [23]

Katusele tuleb luua ohutu juurdepääs korstnani. „Ehitistele katusekaldega $> 11^\circ$ tuleb katuseruugist või räästast korstnani paigaldada statsionaarsed ühendusteel ja/või – redelid. Korstnale kõrgusega $> 1,2$ m katusepinnast tuleb puhastamiseks paigaldada töötasapind koos vajaliku ligipääsuredeli või korstna astmeraudadega. Statsionaarse katuseredeli ülemine ots peab ulatuma korstna küljeni või statsionaarse korstnaredelini. Redeli alumine ots peab ulatuma räästani või olema 1 m katuseruugist või –aknast allpool.“ [24]

„Korstna ülemine ots kaitstakse ilmastiku mõjude eest ilmastikukaitse või korstnamütsiga, kui sademed võivad sattuda korstnalõõridesse või kui korstnal puudub kondensaadi või sademevee äravoolusüsteem ning seda ei ole võimalik teisiti eemale juhtida. Ilmastikukaitse või korstnamüts valmistatakse materjalidest tuletundlikkusklassiga A1 ning see ei tohi takistada korstna tõmmet, arvestades lume mõju ja korstnapühkimise vajadust.“ Ilmastikukaitse või korstnamüts peab olema hoolduse käigus eemaldatav või avatav. [24]

Lisaks võiks kaaluda lumetõkete paigaldamist katusele. Lumetõkked katusel pole küll kohustuslikud, kuid ohutuse huvides siiski kasulikud. Lisaks võib raske sulalumi, mille tihedus võib ulatuda kuni 400-500 kg/m³ [25], lumetõkete olemasoluga vihmaveesüsteemi kahjustada.

Kokkuvõtte. Hinnang katusekonstruktsioonidele ja katusekattele

Hoone katuse kandekonstruktsioonide seisukord on hea. Plekist katusekate on heas seisukorras, rooste puudub. Sarikate otstel ja roovlaudadel esinevad niiskuskahjustused. Niiskuskahjustuste vältimiseks on vajalik rajada vihmaveesüsteem ja ümber katuse serva tuulekast. Enne tuulekasti ehitamist hinnatakse lähemalt sarikate otste ja roovlaudade seisukorda ning vajadusel kahjustunud osad proteesitakse. Konstruktsioone on võimalik säilitada.

3.2.5 Muud konstruktsioonid

Rõdud ja verandad

Hoone välisuste juures olevate verandade põrandaks olevad betoonplaadid on hüdroisoleerimata ja soojustamata. Seetõttu on võimalik vee sattumine konstruktsiooni. Verandade välisääred on kaetud bituumenvõõbaga, kuid antud pinnad pole täielikult hüdroisoleeritud. Kuna veranda betoonpõrand on valatud ühes tükis esimese korruse põrandaga, siis moodustub veranda põrandast külmasild. Kitsaskohtade parandamiseks tuleks väliskeskkonnas olevad betoonplaadid soojustada ja hüdroisoleerida. Alternatiivse lahendusena on töö autor välja pakkunud verandade kinniehitamise. Pakutud lahendus on visualiseeritud ruumiprogrammi muudatuste joonisel (graafiline osa: joonis R-02) ja vaadetel (graafiline osa: joonis R-05, R-07 ja R-08).



Joonis 3.14 Teise korruse veranda kahjustunud lagi, mille kohal asub kolmanda korruse rõdu (autori foto)

Katuseta suured rõdud ei ole vettpidavad. Veekahjustusi on nii terastaladel, betoonil, seintel kui ka rinnatistel. Teise korruse veranda kohal olevalt suurelt rõdult lekib sadevett verandale (Joonis 3.14) ja teise korruse verandalt ja katustamata rõdult omakorda garaaži.

Kolmanda korruse suure rõdu plaati on täiendavalt betoneeritud kalde tekitamise eesmärgil. See on aidanud vihmavee rõdult alla juhtimisel, kuid lume sulades tekkiv vesi sealt siiski ära ei voola ja lekib edasi teise korruse verandale. Rõdudel ja verandal esinevad mõned praod betoonis, mis on vajalik remontida, et vältida konstruktsiooni edasist

kahjustumist. Täpsemalt on vajalik pragude sulgemine nende täitmisega, mis vähendab või takistab betooni ja terasega reageerivate ainete sissetungimist konstruktsiooni. Kuna pragude laius pole suur, on soovitatav injekeerimiseks kasutada hea sidumisvõimega vaigu baasil täiteaineid [26].

Rinnatise alumistel kiviridadel on tellised pidevas kokkupuutes vihma- ja sulaveega ning on seetõttu tumedamat tooni, kuid murenemist tellistel ei esine. Märgunud telliste külmumis-sulamistsüklite tagajärjel (vee jäätumise tõttu materjali poorides) on pudedaks muutunud veranda välispiiril maas olevad tellised, mis on muutunud kasutuskõlbmatuks.

Hoone kaks väiksemat rõdu on katustatud ja seal veekahjustusi pole. Küll aga moodustavad nii väiksed kui ka suured rõdud külmasillad, kuna rõdude põrandaks olev betoonplaat jookseb hoonesse sisse, olles seal siseruumide põrandaks. Külmasilla vastu aitab rõduplaatide soojustamine. Rekonstrueerimistöode käigus on vajalik ka rõdude hüdroleerimine.

Varikatus

Maja ees oleval raudbetoonist varikatusel esineb niiskuskahjustusi (Joonis 15). Plaadi kalle ei ole hoone suunas, kuid vee efektiivseks ärajuhtimiseks pole olemasolev kalle piisav. Lahendus oleks kas varikatuse lammutamine või sellele $\geq 1:80$ kalde tekitamine, hüdroleerimine ja külmasilla vältimiseks betoonplaadi soojustamine.



Joonis 3.15 Veekahjustustega raudbetoonist varikatus (autori foto)

Avatäited/avatäidete ümbrus

Hoonel on 2-kordsed plastpakettaknad, garaaži- ja keldriaknad on puitraamid. Osad aknad on hoonel puudu ning aknaavad on kas soojustusplaatide või puiduga ajutiselt kaetud.

Avatäidete paigaldamisel ei ole kasutatud tihendusteipe ega mastiksit ja seetõttu pole akna ja seina liitekoht õhutihe (Joonis 3.16).



Joonis 3.16 Akna paigaldamisel pole kasutatud tihendusteipe (autori foto)

Üksikutel akendel puuduvad veeplekid. Seina ja lengi vaheline osa on soojustatud polüuretaanvahuga. Hoone soojustamisel tõstetakse aknad soojustuskihti ja paigaldatakse vastavalt tootja paigaldusjuhendile. Tähelepanu pöörata ka vuukide tihendamisele ning vajalik on veeparki lisamine. „Veeparki laius tuleks valida nii, et veeparki nina ulatuks üle fassaadi vähemalt 3 cm (nii suunatakse vesi äravoolamisel fassaadi pinnast kaugemale) kuid soovitatavalt mitte üle 6 cm (liiga suurel ülekattel on oht, et tuuled murravad parki lahti). Veeparki pikkus peaks olema valitud nii, et ka peale parki otste üles valtsimist oleks võimalik külgpalede ülekate parkile vältimaks vee sattumist pale ja parkiservade vahele. Juhul kui ei ole võimalik teostada välispale ülekate parkile, tuleb veeparki ja pale omavaheline puutepind tihendada vuugimassiga. Veeparkide kinnitus teostatakse parkikruvidega aknaalusesse paigaldusprofiili. Lisakinnitused kül- või aluspalesse teostatakse vajadusel vastavalt igale konkreetsele situatsioonile eraldi. Kindlasti tuleb parki paigaldusel jälgida, et veeparki kalle oleks väljapoole vähemalt 5°.“
[27]

Garaaži uste ja põranda vahel on tühimikud, mille kaudu kaotab hoone soojust ning hoonesse pääsemise võimalus on ka närilistel ja putukatel. Uute garaažiuste tellimisel valida vastavate mõõtudega tooted, et terve ava oleks täidetud.

Avatäidete betoonsillused moodustavad nende ehituskonstrktiivsetest lahendustest tingitult külmasillad (Joonis 3.17).



Joonis 3.17 Avatäite betoonsillus tekitab külmasilla (autori foto)

Olemasolevad aknad ja ukсед on üldiselt heas seisukorras, kuid osade akende ja rõduuste ümbruses esineb hallitust (Joonis 3.18), mis on tingitud külmasildadest. „Külmasilla piirkonnas on madala pinnatemperatuuri tõttu suhteline niiskus kõrge, mis on soodsaks kasvukeskkonnaks hallitusele.“ [21]



Joonis 3.18 Rõduukse nurgas esineb hallitust, mis on tingitud külmasillast (autori foto)

Ainus võimalus likvideerida külmasild akna ja vana telliseina liitekohas on soojustada hoone välisseinad ja tõsta aknad välisseina välispinda, soojustuse sisse. Ruumipuuduse tõttu akna ja pale vahel pole võimalik ainult aknapaalede soojustamine väljastpoolt. [21]

Hallitusproovid

Hallituse määramiseks võeti hoonest ka proovid. Kokku võeti 42 proovi, millest hallitus visualiseerus seitsmel proovil. Hallituse perekondadest olid esindatud Aspergilluse, Penicillumi ja Chaetomiumi liigid.

Kuna hallitus on tervisele kahjulik, tuleb olemasolev hallitus kindlasti eemaldada. Selleks kasutada näiteks Biotol hallituse eemaldamise vahendit või pesuvalgendit (NaOCl). Hallituse tekkimist pärsivad lupja või savi sisaldavad viimistluskihid, seega on soovitatav probleemsed kohad katta näiteks lubikrohvi või lubivärviga. Lisaks hoida aken mikrotuulutuse asendis, kuna hallitus ei saa kasvada kohtades, kus esineb õhu liikumist. (J. Raamets, konsultatsioon, 2023)

Korsten

Hoonel on kaks korstent, millest suuremas on nii suitsu- kui ka ventilatsioonilõõrid ning väiksem, kahe lõõriga korsten on mõeldud tulevikus kaminatega ühendamiseks. Korstnajakad on silikaat- ja savitellistest, korstnapitsid silikaattellistest.

Korsten on ligikaudu 13 meetrit kõrge ja tagab hea tõmbe, kuna tekib piisav rõhkude vahe. Korstnal nähtavaid pragusid ei esine. Täpsemaks seisukorra hindamiseks tuleks kohale kutsuda kutsetunnistusega korstnapühkija, kes küttesüsteemi üle vaataks ja selle kas töökorras olevaks tunnistaks või puudustele tähelepanu juhiks ning puudused võimaluse korral kõrvaldaks.

3.2.6 Tehnilise seisukorra hinnangu tabel

Tabeli koostamisel on kasutatud ehitusinsener Maari Idnurme ehitise tehnilise seisukorra hindamise abitabelis toodud hindamise metoodikat. Tabelis 3.2 on välja toodud seisukorra hinnang "6-palli süsteemis" ja tööde prioriteetsuse tasemed.

Hinded antakse järgnevalt:

"1" - täiesti amortiseerunud ehitise osa;

"2" - halvas seisukorras, kohest remonti/vahetamise planeerimist vajav ehitise osa;

"3" - remonti vajav, kuid veel kestev ehitise osa;

"4" - tehniliselt korras, kuid moraalselt vananenud ehitise osa;

"5" - väheamortiseerunud või uus väikeste vigadega ehitise osa;

"6" - värskelt korrastatud ehitise osa, mis vastab heale ehitustavale ja ehitusnormidele ning ei tekita ohtu keskkonnale ega inimeste elule, tervisele või varale.

Tabeli tulp "prioriteet" täidetakse vastavalt alltoodud metoodikale:

J1. prioriteet: Terviseriskide ning kandekonstruktsioonide ja püsivuse probleemid;

J2. prioriteet: Kandekonstruktsioonide kaitseelementide ning fassaadi, sademete- ja katusesüsteemi ilmastikukindluse või töökorra probleemid";

J3. prioriteet: Elektritoite, küttesüsteemi, korstnate ja ventilatsiooni töö- või seisukorra ning varariskide probleemid;

J4. prioriteet: Veevarustuse, kanalisatsiooni, akende ja uste probleemid, kui ei ole tegu kõrgemate prioriteetsustasemetega;

J5. prioriteet: Viimistlustööd, territooriumitööd jms tööd.

Tabel 3.2 Tehnilise seisukorra hinnangu tabel

Tehnilised andmed ja analüüs. Ehituskonstruktivne osa						
Nimetus	Tüüp	Puudused	Soovitused	Soovituste põhjendus	Hinne (max6/min1)	Prioriteet (J1-J5)
Sokkel	Puttbetoon	Rohevetikas sokliosa pinnal	Olemasolevast vetikast lahti saamiseks tuleb pinnad mehaaniliselt puhastada (käsi- või survepesu) ning pindu töödelda vetikate kasvu tõkestavate kemikaalidega. Tulevikus vetikate kasvu vältimiseks on vaja vähendada vundamendi niiskuskoozumust seda hüdroisoleeridas ja juhtides sadevesi hoonest eemale. Paigaldada ümber hoone perimeetri pandus kaldega hoonest eemale.	Rohevetika näol on tegemist on eelkõige kosmeetilise probleemiga. Rohevetika kahjustuse likvideerimine aitab tulevikus paremini hinnata seda, kas vetika kasv jätkub. Kui jätkub, siis järelkult asuvad hoone konstruktsioonid liigniisketes tingimustes ja kuna liigniiskus konstruktsioone kahjustab, siis tuleks tegelda liigniiskuse probleemi lahendamisega. Seega on rohevetika kasv indikaatoriks liigniiskest keskkonnast.	4	J2
Keldri sein	Silikaattellis-müür	Efloresents	Pindmine müürile ladestunud sool eemaldada mehaaniliselt. Ennetamaks soolakahjustusi, tuleb likvideerida nende põhjus ehk takistada vee ligipääsu konstruktsiooni.	Efloresents keldriseinal võib selles hoones olla ka ehitusaegne, seega eemaldades olemasoleva ladestunud soola on võimalik jälgida, kas efloresents kordub praegustes tingimustes. Sellest saab omakorda järeldada, kas keldris esineb liigniiskuse probleem.	4	J2
Välisseinad	Silikaattellis-müür	Niiskuskahjustused (tumedamaks värvunud alad fassaadil, mõningane efloresents)	Vihmaveesüsteemi rajamine, sadestunud soolade mehaaniline eemaldamine.	Et vältida hoone konstruktsioonide seisukorra halvenemist, tuleb sadevesi hoonest eemale juhtida.	4	J2
Rõdud, verandad, varikatus	Raudbetoon	Niiskuskahjustused, praod raudbetoonis	Pragude remont. Tagada piisavad kalded hoonest eemale ja pinnad hüdroisoleerida.	Et vältida hoone konstruktsioonide seisukorra halvenemist, tuleb praod täita ja sadevesi hoonest eemale juhtida.	2	J2
Keldri lagi	Sardebetoon	Sarruse korrosioon, betooni pragunemine ja irdumine	Kahjustunud sardebetoonvahelage tuleb remontida. Vahelae remontimiseks tuleb esmalt eemaldada kahjustatud betoon ja pind puhastada nakkumist vähendavatest ainetest. Paljastunud armatuur katta korrosioonikaitsevahendiga. Seejärel katta kahjustunud ala parandusseguga.	Hetkel puudub armatuuril kohati kaitsekiht. Betoonist kaitsekihi puudumine soodustab armatuuri roostetamise jätkumist ja seeläbi betooni ulatuslikumat kahjustumist.	3	J2

Tabel 3.2 Tehnilise seisukorra hinnangu tabeli järg 1

Tehnilised andmed ja analüüs. Ehituskonstrukttiivne osa						
Nimetus	Tüüp	Puudused	Soovitused	Soovituste põhjendus	Hinne (max6/min1)	Prioriteet (J1-J5)
Katuse kandetarind	Puidust sarikad ja roovid	Niiskuskahjustused sarikate otstel ja katuse räästaosas olevatel roovlaudadel	Hoonele rajada vihmaveesüsteem ja lisada räästaosasse tuulekast. Katuse räästaosas olevad puitkonstruktsioonid on küll märgunud, kuid mitte pehkinud ning nende asendamine pole visuaalselt hinnates vajalik. Kui vihmaveesüsteemi rajades selgub niiskunud osade täpsem seisukord, tuleb need vajadusel proteesida.	Et säilitada katuse kandekonstruktsiooni tugevus, tuleb neid ilmastikuolude eest kaitsta. Vihmaveerenni puudumisel satub sadevesi üle katuseserva katusekattelt katusekonstruktsiooni. Liigniiskuse tõttu puit pehkeb ja kaotab oma kandevõime.	3	J2
Eluruumide aknad	Plastpakett-aknad	Akna ja seina liitekoht pole õhutihe	Paigaldada aknad vastavalt tootja paigaldusjuhiste, kasutada tihendusteipe.	Kuna akna ja seina liitekoht pole õhutihe, toimuvad sealt kontrollimatud soojakaod.	3	J4
Avatäidete ümbrus	Kipsplaat ja krohv	Osade akende ja rõduuste ümbruses esineb hallitust, mis on tingitud külmasildadest	Eemaldada olemasolev hallitus. Selleks kasutada näiteks Biotol hallituse eemaldamise vahendit või pesuvalgendit (NaOCl). Hallituse tekkimist pärsivad lupja või savi sisaldavad viimistluskihid, seega on soovitatav probleemsed kohad katta näiteks lubikrohvi või lubivärviga. Lisaks hoida aken mikrotuulutuse asendis, kuna hallitus ei saa kasvada kohtades, kus esineb õhu liikumist. Hallitust põhjustavate külmasildade likvideerimiseks on vaja hoone soojustada ja tõsta avatäidete soojustuse tasapinda.	Kuna hallitus on tervisele kahjulik, on oluline selle likvideerimine ja selle tekke vältimine.	2	J1

3.3 Ehitise tehnilise seisukorra kokkuvõte. Järeldused

Hinnang pidi vastama küsimusele, millises ehitustehnilises seisus on Västriku 21 hoone piirde- ja kandekonstruktsioonid, milliseid konstruktsioone on võimalik säilitada ja millises ulatuses tuleb konstruktsioonid asendada.

Vajalik oli kahjustuste iseloomu, põhjuse ja ulatuse kaardistamine. Esmatähtis on kahjustunud konstruktsiooni või mittetoimiva süsteemi renoveerimisel probleemi tekitanud põhjuse likvideerimine ning seejärel saab hakata tegelema tekkinud tagajärgede parandamisega. Hinnangu lisana on esitatud joonised, kus on illustreerivalt näidatud ehitise kahjustunud piirkonnad ja kahjustuste olemus. Tehnilise seisukorra joonised on lisatud lõputöö graafilisse ossa (joonised TS-01...TS-08)

Vundamendid

Puttbetoonist vundamendil ja soklil on niiskuskahjustusi. Vajalik on vee eemale juhtimine hoonest.

Kandeseinad

Kohati esineb seintel niiskuskahjustusi. Vajalik on rajada terviklik vihmaveesüsteem vee eemale juhtimiseks hoonest.

Vahelaed

Üldine vahelagede seisukord on hea, kuid keldri laest on paiguti betoon irdunud ja armatuur paljastunud. Konstruktsiooni suurema kahjunemise vältimiseks on vaja kahjustunud kohad remontida.

Katus

Sarikate otstel ja väliskeskkonda jääval roovitusel esinevad niiskuskahjustused, kuna vihmaveerenni puudumisel satub sadevesi üle katuseserva katusekattelt katusekonstruktsiooni.

Avatäidete ümbrus

Osade akende ja rõduuste ümbruses esineb hallitust, mis on tingitud külmasildadest. Kuna hallitus on tervisele kahjulik, on oluline selle likvideerimine ja selle tekke vältimine.

Külmasillad ja välispiirete suur soojusjuhtivus

Välispiirete kaudu kaotab hoone palju soojust. Hoone energiatõhustamiseks on vajalik lisasoojustamine.

Järeldused

Põhiliseks kahjustuste põhjustajaks on puudulik sadeveesüsteem, mille tõttu on sadevesi konstruktsioonidesse sattunud. See on põhjustanud niiskuskahjustusi soklile, välisseintele, rõdudele, verandadele, varikatusele ja katuse puitkonstruktsioonidele.

Esialgse hoonekehandi säilitamine on võimalik, kuid vajalik on teha parendustöid.

4. REKONSTRUEERIMISE ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT

Antud lõputöö raames on koostatud Västriku 21 elamu rekonstrueerimistöödeks vajalik arhitektuurne põhiprojekt, mis hõlmab endas välispiirete soojus- ja niiskustehnilist projekteerimist, hoone ruumiprogrammi ümberkujundamist ja välisilme muutmist. Välispiirete soojus- ja niiskustehnilised arvutused on esitatud käesoleva lõputöö viiendas peatükis.

Algselt ühele suurperele projekteeritud elamu jaotatakse neljaks eraldi korteriks nii, et esimesel korrusel asub esimene korter, teisel korrusel asub kaks korterit ning kolmandal korrusel on neljas korter. Kuna esimese korruse ruumide kõrgus on väiksem kui 2,5 meetrit, ei vasta need eluruumidele esitatavatele nõuetele [28], seega arvestatakse 1. korruse vastav pind mitteiluruumina.

Kui ümberehitada (näiteks soojustamine või osaline lammutamine) ehitisealuse pinnaga üle 60 m² hoonet, siis on selleks vaja esitada ehitusteatis ja ehitusprojekt, samuti ka hoone laiendamise kuni 33% puhul [29]. Hoone osa asendamisel samaväärsega ei ole vaja kooskõlastust kohaliku omavalitsusega [29].

4.1 Üldosa

Käesolev arhitektuurne rekonstrueerimisprojekt hõlmab Tartu linnas aadressil Västriku 21 asuva elamu välispiirete soojus- ja niiskustehnilise olukorra parandamist, hoone ruumiplaneeringu ja arhitektuuri muutmist. Hoone rekonstrueerimise käigus muudetakse ühepereelamu kolme eluruumi ja ühe mitteiluruumiga kortermajaks.

4.1.1 Lähteandmed

Projekti lähteandmeteks on hoone inventariseerimise käigus koostatud plaanid, vaated, lõiked ja sõlmed. Hoone konstruktsioonide parendamise vajadus tuleneb ehitise tehnilise seisukorra hinnangu käigus tehtud järeldustest.

4.1.2 Normdokumendid

Rekonstrueerimisprojekti koostamisel lähtuti järgmistest normdokumentidest:

- Ehitusseadustik, vastu võetud 11.02.2015 [5]
- EVS 932:2017 Ehitusprojekt [30]
- Nõuded ehitusprojektile. Majandus- ja taristuministri 17.07.2015 a. määrus nr 97 [31]
- Ehitise tehniliste andmete loetelu ja arvestamise alused. Majandus- ja taristuministri 05.06.2015 a. määrus nr 57 [32]
- EVS 812-7:2018 Ehitise tuleohutus, Osa 7 – Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded [33]
- *EVS 842:2003 Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest.* [34]

4.1.3 Hoone tehnilised andmed

Tabelis 4.1 on välja toodud hoone rekonstrueerimisjärgsed tehnilised andmed.

Tabel 4.1 Hoone rekonstrueerimisjärgsed tehnilised andmed

Hoone tehnilised andmed	
Ehitisealune pind	183,32 m ²
Suletud netopind	470,09 m ²
Maapealse osa korruste arv	3
Maa-aluse osa korruste arv	1
Kõrgus	10,16 m
Pikkus	20,34 m
Laius	11,12 m
Sügavus	1,48 m
Köetav pind	297,75 m ²
Üldkasutatav pind	215,45 m ²
Tehnopind	8,08 m ²
Vundamendi liik	Madalvundament
Kande- ja jäigastavate konstruktsioonide materjal	Silikaattellis, tuhaplokk, raudbetoon, puttbetoon
Katuste ja katuslagede kandva osa materjal	Puit
Vahelagede kandva osa materjal	Monoliitne raudbetoon, puit

Tabel 4.1 Hoone rekonstrueerimisjärgsed tehnilised andmed, järg 1

Hoone tehnilised andmed	
Katusekatte materjal	Trapetsprofiil katuseplekk
Soojusvarustuse liik	Lokaalküte
Soojusallikas	Katel
Energiaallikas	Puit
Eluruumide arv	3
Eluruumide pind	182,64 m ²
Mitteeluruumide arv	1
Mitteeluruumide pind	63,91 m ²

4.2 Asendiplaan

Järgnevalt on riiklikust ehtisregistrist (EHR) [35] välja toodud andmed käsitletava hoone ja krundi kohta. Lisaks on Joonisel 4.1 näha hoone paiknemine kinnistul ja teiste hoonete suhtes.

Ehitise aadress: Tartu maakond, Tartu linn, Västriku tn 21

Ehitise liik: hoone

Ehitise nimetus: elamu

Ehtisregistri kood: 104037505

Katastritunnus: 79504:033:0022

Kinnistu pindala: 615 m²

Ehitisealune pind: 170,48 m²



Joonis 4.1 Väljavõte ehtisregistrist. [35] Sinisega on tähistatud Västriku 21 hoone ning kollaste joontega on tähistatud kinnistute piirid

Lisaks elamule asub kinnistul ka kuur, mille ehitisealune pind on ligikaudu 35 m² ja maht 86 m³. Kinnistul kasvavad viljapuud ja marjapõõsad ning maapind on suuremas osas kaetud murukattega.

Sadeveed tuleb juhtida hoonest eemale andes maapinnale vähemalt 1:20 kalde.

Hoones on garaaž, mis mahutab kaks autot, lisaks on võimalik parkida hooneesisel alal.

4.3 Arhitektuurne lahendus

Käesoleva projektiga parandatakse hoone välispiirete soojus- ja niiskustehnilist olukorda. Lisaks muudetakse hoone välisilmet ja ruumiplaneeringut.

Rekonstrueerimisjoonised on lisatud lõputöö graafilisse ossa (joonised R-01...R-15)

4.3.1 Olemasolev olukord

Rekonstrueeritav hoone on kolmekorruseline keldriga elamu. Esimesel korrusel asub garaaž kahele autole ja välja ehitamata ruumid. Teisel korrusel on köök, klosett-vannituba, välja ehitamata ruumid, veranda ja kaks rõdu. Kolmandal korrusel on köök-elutuba, kolm magamistuba, klosett-vannituba ning kaks rõdu. Hoonel on kombinatsioon kelp- ja viilkatusest, mille all on külm pööning. Keldris asub katlaruum, ruum tahke kütuse ladustamiseks ning panipaigad.

4.3.2 Hoone välisilme

Hoone soojustamisel kaetakse olemasolev silikaattelistest välisvooder vahtpolüstüreenist soojustusplaatidega. Seejärel fassaad krohvitakse kahes kihis: alumiseks krohvikihiks on armeeritud aluskrohv ja selle peale paigaldatakse silikoonkrohv. Silikoonkrohv värvitakse helehalli silikoonvärviga, mis jääb fassaadi lõppviimistluseks. Kinniehitatavate hooneosade seinad ja garaažiuste vaheline ala eristuvad ülejäänud fassaadist: need viimistletakse tellismüüri imitatsiooniga fassaadi viimistlusplaatidega, mille värvus on tumehall.

Sokkel soojustatakse samuti vahtpolüstüreenist soojustusplaatidega, krohvitakse kahes kihis ning värvitakse halli tooni.

Katusekattematerjali rekonstrueerimistöõde käigus ei vahetata: säilitatakse algupärane trapetsprofiil katuseplekk, mille värvus on tumehall. Räästale lisatakse tuulekastid ja paigaldatakse vihmaveesüsteem. Vihmaveesüsteemi tsingitud terasplekist elementide värvus on tumehall. Sama materjali ja tooni kasutatakse ka serva- ja aknaplekkide puhul.

Uute paigaldatavate rõdupiirete välimus järgib hoone algupärase projekti koostanud arhitekti visiooni: kasutatakse horisontaalset puitlaudist, säilitatakse naturaalse puidu toon.

Hoone aknad on väljastpoolt tumepruuni raamiga PVC aknad. Uus välisuks järgib sama tooni. Välisukse kohale paigaldatakse varikatus.

4.3.3 Hoone ruumiplaneering

Hoone uue ruumiplaneeringu koostamisel oli eesmärk üksikelanust ümber kujundada mitme korteriga elamu. Kolmekorruselises hoones kujunes uue ruumiplaneeringu järgi neli eraldi korterit: kahetoaline korter esimesel korrusel, kahe- ja kolmetoaline korter teisel korrusel ning neljatoaline korter hoone kolmandal korrusel.

Külm pööning säilitatakse ning sinna eluruume ei rajata. Keldris asub katlaruum, tahke kütuse panipaik ja eraldi panipaigad igale korterile.

Esimesel korrusel asuvad kaetud verandad ehitatakse kinni ning nendest saavad siseruumi osad. Hoonesse sisenedes saabutakse tuulekotta ja sealt edasi ruumikasse halli, mille kaudu saab suunduda nii ülemistele korrustele kui ka esimese korruse korterisse. Et saavutada rajatava korteri välisukse mõõduks 90 cm, tuleb olemasolevat ukseava suurendada 15 cm võrra.

Esimese korruse korteri ruumilahenduse saavutamiseks on vajalik osade seinte lammutamine ning osade avade kinniehitamine. Edelas asuva veranda kinniehitamisel tekib esimesele korrusele juurde siseruum ning veel lisandub korterile üks magamistuba endise garaaži panipaiga arvelt. Elutoast rajatakse pääs aias asuvale terrassile. Lisaks suurendatakse kööki jääva akna ava rohkema valguse ligipääsuks.

Teise korruse ruumiplaneeringu koostamisel tekitas piiranguid olemasolev trepi asukoht ja pikk korstnasein, mida tuleb säilitada. Moodustus kaks korterit: kahetoaline ja kolmetoaline korter. Liitmaks kolmetoaline korter tervikuks, tekitatakse kandvasse silikaattellisseina 900 mm laiune ukseava, lisatakse sein ja paigaldatakse sinna korteri

välisuks ning ehitatakse kinni olemasolev ukseava. Korterijuurde kuulub ka 9,37 m² suurune rõdu vaatega aeda.

Kahetoalise korteri uus ruumiplaneering on võimalik saavutada veranda kinniehitamisel. Algupärase veranda asemel asub uus köök-elutuba. Korterijuurde kuulub suur rõdu pindalaga 25,14 m².

Kolmanda korruse ruumiplaneeringus muutuseid ei tehta, kuna eksisteerib juba olemasolev toimiv lahendus. Kolmandale korrusele jääb köök-elutoa, kolme magamistoa ja ühe klosett-vannitoaga elamispind. Lisaks kuulub korterijuurde kaks rõdu pindaladega 9,32 m² ja 26,35 m².

Ruumide eksplikatsioon

Tabelis 4.2 on välja toodud esimese korruse rekonstrueerimisjärgne ruumide eksplikatsioon, Tabelis 4.3 teise korruse rekonstrueerimisjärgne ruumide eksplikatsioon ja Tabelis 4.4 kolmanda korruse rekonstrueerimisjärgne ruumide eksplikatsioon.

Tabel 4.2 Esimese korruse ruumide eksplikatsioon

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
K1.1.1	ELUTUBA	17,97
K1.1.2	MAGAMISTUBA 1	14,38
K1.1.3	ESIK	3,87
K1.1.4	KÖÖK	14,88
K1.1.5	VANNITUBA	4,23
K1.1.6	MAGAMISTUBA 2	8,58
1.7	HALL	13,62
1.8	TUULEKODA	6,21
1.9	GARAAŽ	41,59
1.10	TREPIKODA	8,98
	1. KORRUS KOKKU	134,32

Tabel 4.3 Teise korruse ruumide eksplikatsioon

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
K2.2.1	MAGAMISTUBA 1	11,55
K2.2.2	MAGAMISTUBA 2	13,94
K2.2.3	ESIK-KORIDOR	10,26
K2.2.4	KÖÖK-ELUTUBA	19,37
K2.2.5	VANNITUBA	4,72
2.6	TREPIKODA	13,70
K3.2.7	ESIK	5,52
K3.2.8	MAGAMISTUBA	8,74
K3.2.9	VANNITUBA	2,97
K3.2.10	KÖÖK-ELUTUBA	20,14
	2. KORRUS KOKKU	110,91

Tabel 4.4 Kolmanda korruse ruumide eksplikatsioon

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
K4.3.1	MAGAMISTUBA 1	18,30
K4.3.2	MAGAMISTUBA 2	16,77
K4.3.3	KÖÖK-ELUTUBA	20,46
K4.3.4	KORIDOR	12,62
K4.3.5	MAGAMISTUBA 3	9,39
K4.3.6	VANNITUBA	7,89
3.7	TREPIKODA	8,68
	3. KORRUS KOKKU	94,11

4.4 Välispiirete rekonstrueerimine

Hoone soojustamise kavandamisel on töö autor vältinud seespoolse lisa-soojustuse kasutamist, kuna see on niiskustehniliselt riskantsem kui välispidine soojustamine [36]. Lisaks säiliksid seespoolisel soojustamisel külmasillad uste-akende ümbruses ning siseruumide gabariidid väheneksid tunduvalt. Soovitud energiatõhususe saavutamiseks vajaliku lisa-soojustuse paksus selgitati välja soojus- ja niiskustehniliste arvutuste käigus. Arvestama pidi ka hoone geomeetriaga.

Välisseinte soojustamiseks pakub lõputöö autor välja fassaadisoojustuse liitsüsteemi, mille puhul tugevdusvõrguga (klaaskiudvõrgust armeering) krohvikate kantakse otse soojustusele. Soojustusmaterjalina kasutada vahtpolüstüreenplaate (EPS), kuna sel

juhul on võimalik võimalikult väikse maksumuse juures saavutada kehtivatele nõuetele ning rekonstrueeritud fassaadi soojus- ja niiskustehnilise toimivuse ootustele vastav lahendus. Soojustusplaatide kinnitamiseks aluskonstruksiooni külge kasutada kombineeritud kinnitusviisi liimi ja tüüblitega. Armeeritud krohvikihhi soovituslik paksus on 5 mm [37], kattekihi paksuseks kujuneb tavaliselt 4...6 mm [20].

Ehitusseadustiku §62 põhjal kohalduvad hoonele energiatõhususnõuded, kuna tegemist on hoonega, mille sisekliima ja ruumiõhu kvaliteedi tagamiseks, sealhulgas soovitud temperatuuri saavutamiseks, kasutatakse energiat.

4.4.1 Vundament

Hoone vundament soojustatakse 150 mm vahtpolüstüreenist soojustusplaatidega EPS 120 Perimeeter. Enne soojustusplaadi paigaldamist hüdroisoleeritakse soojustusplaatide taha jääv vundamendi pind vööphüdroisolatsiooniga. Soojustusplaadid kinnitatakse vahtpolüstüreeni liimise-guga. Soojustusplaatidele kantakse kaks kihti krohvi: armeerimiskrohv ja silikoonkrohv. Seejärel värvitakse krohvitud pind silikoonvärviga.

Maa alla jääva soojustusplaadi pind kaetakse vundamendikattega. Sokli ülaossa paigaldatakse tilgaprofiiliga sokliprofiil.

Ümber hoone perimeetrit paigaldatakse horisontaalne soojustus Styrofoam 250 SL-A-N 50 mm. Tagasitäide tehakse liiva või kruusaga.

Rajatakse kalle vähemalt 1:20 suunaga hoonest eemale, et tagada sadevete vundamendist eemale juhtimine.

Enne vundamendi soojustamist on vajalik eemaldada sokliosas olevad vetikad.

4.4.2 Välisseinad

Välisseinad soojustatakse 200 mm vahtpolüstüreenist soojustusplaadiga EPS 60. Soojustusplaadid kinnitatakse seintele vahtpolüstüreeni liimise-gu ja kinnitustüüblitega. Soojustusplaatidele kantakse kaks kihti krohvi: armeerimiskrohv ja silikoonkrohv. Seejärel värvitakse fassaad silikoonvärviga. Sama protsess läbitakse kõigi kümne seinatüübi puhul.

Enne välisseinte soojustamist on vajalik mehaaniliselt eemaldada müüritisel olev efloresents.

4.4.3 Katus

Hoone plekist katusekate säilitatakse. Ümber hoone katuse rajatakse tuulekast, mis lisab hoonele esteetilisust ja kaitseb katuse sarikaid ja roovlaudu ilmastikumõjude eest. Lisaks takistab räästakast lindude tungimist pööningule. Tuulekastilaudade paigaldamisel tuleb nende vahele jätta vahed, mille kaudu toimub pööningu õhuvahetus. Optimaalne pilude laius on 10 mm: see tagab pööningu tuulutamiseks vajaliku õhu liikuvuse, kuid linnud pööningule ei pääse. [23] Räästaossa paigaldatakse vihmaveerennid katusele langeva sadevee kokkukogumiseks ja hoonest eemale juhtimiseks. Veel lisatakse katusele tuulesuunajad, mille paigaldamiseks on vajalik ülemine tellisvoodri osa lammutada. Sellega tagatakse piisav tuulutusvahe tuulesuunaja ja katuse aluskatte vahel.

Pööningu vahelaele lisatakse 200 mm mineraalvilla, et saavutada tänapäevaste normidega vastavuses olev külma pööningu vahelae soojusjuhtivus.

Katuse olemasolevad sarikad säilitatakse. Kui tuulekasti paigaldustööde käigus tuvastatakse sarika otstel puidu tugevust alandavaid kahjustusi, siis sarikad proteesitakse vastavalt kahjustuste ulatusele.

Katusele tuleb luua ohutu juurdepääs korstnani. „Ehitistele katusekaldega $> 11^\circ$ tuleb katuseluugist või räästast korstnani paigaldada statsionaarsed ühendusteel ja/või – redelid. Korstnale kõrgusega $> 1,2$ m katusepinnast tuleb puhastamiseks paigaldada töötasapind koos vajaliku ligipääsuredeli või korstna astmeraudadega. Statsionaarse katuseredeli ülemine ots peab ulatuma korstna küljeni või statsionaarse korstnaredelini. Redeli alumine ots peab ulatuma räästani või olema 1 m katuseluugist või –aknast allpool.“ [24]

4.4.4 Avatäited

Fassaadi soojustamisel tõstetakse olemasolevad avatäited soojustuse tasapinda: nii välditakse külmasildu. Soovitav on vahetada kahekordsed klaaspakettaknad kolmekordsete vastu. Hoone välisseinte soojustamisel tekib kohati soojustuskihis katkestusi avatäidete paiknemise ja hoone kuju tõttu. Mainitud sõlmede lahendamine ei

kuulunud lõputöö mahu sisse, kuid uute avatäidete soetamisel on kasulik tellida antud kohtadesse väiksema laiuse ja/või kõrgusega aknad-uksed, et soojustuskihis katkestusi ei esineks.

4.4.5 Rõdud, verandad, varikatus

Hoonel on kokku neli rõdu: kaks väiksemat ja kaks suuremat. Rekonstrueerimislahenduste põhieesmärgiks on rõdude soojustamine ja hüdroisoleerimine, tagades seejuures piisava kalde vee äravooluks rõdu pinnalt.

Väikse rõdu sõlmele pakutakse välja kaks erinevat lahendust: üks neist ilma lisasoojustuseta rõduplaadi ümber ning teine lisasoojustusega rõduplaadi ümber. Antud lahenduste soojustehnilisi lahendusi võrreldakse lõputöö alapeatükis 5.3.2 läbi sisepinna temperatuuriindeksi (f_{Rsi}).

Soovituslik rõdude kalle on $\geq 1:80$. Kolmanda korruse suure rõdu plaati on täiendavalt betoneeritud kalde tekitamise eesmärgil. Olemasolev kalle on ligikaudu 1:100.

Ette on nähtud rõdudele uute piirete lisamine. Rõdupiirdena kasutatakse horisontaalset puitlaudist. Suurte rõdude parapetid soojustatakse.

Hoone kolm verandat ehitatakse kinni: see loob hoonesse lisaruume ning on ka soojustehniliselt kasulik lahendus.

Hoone garaažiuste kohal olev amortiseerunud varikatus lammutatakse, kuna töö autor on arvamusel, et varikatuse remontimine, hüdroisoleerimine, soojustamine ja sellele vajaliku kalde tekitamine ei tasu end ära.

4.4.6 Sõlmed

Käesoleva lõputöö raames lahendatakse seitse erinevat sõlme. Tuuakse välja praegune olukord ja lahendus peale rekonstrueerimist. Rekonstrueerimise eesmärk on hoone energiatõhususe kaasajastamine, külmasildade likvideerimine ja tervisliku elukeskkonna saavutamine.

Antud töö raames on välja töötatud järgmised sõlmlahendused:

1) soklisõlm;

- 2) räästasõlm;
- 3) väikse rõdu plaadi, välisseina ja põranda liitepunkt;
- 4) suure rõdu plaadi ja välisseina liitepunkt;
- 5) veranda kohale jääva siseruumi põranda ja sein liitepunkt 1
(rekonstrueerimislahenduse järgi muudetakse veranda kinniseks ruumiks);
- 6) veranda kohale jääva siseruumi põranda ja sein liitepunkt 2
(rekonstrueerimislahenduse järgi muudetakse veranda kinniseks ruumiks);
- 7) välisseinte ja vahelae liitepunkt

Soklisõlme olemasolev olukord ja rekonstrueerimislahendus on välja toodud lõputöö graafilises osas, vastavalt Joonis I-10 ja Joonis R-09.

Räästasõlme olemasolev olukord ja rekonstrueerimislahendus on välja toodud lõputöö graafilises osas, vastavalt Joonis I-11 ja Joonis R-10.

Väikse rõdu sõlme olemasolev olukord ja kaks rekonstrueerimislahendust on välja toodud lõputöö graafilises osas, vastavalt Joonis I-12, Joonis R-11 ja Joonis R-12.

3. korruse suure rõdu sõlme olemasolev olukord ja rekonstrueerimislahendus on välja toodud lõputöö graafilises osas, vastavalt Joonis I-13 ja Joonis R-13.

Veranda lae sõlmede olemasolev olukord ja rekonstrueerimislahendus on välja toodud lõputöö graafilises osas, vastavalt Joonis I-14 ja Joonis R-14.

Välisseina ja vahelae sõlme olemasolev olukord ja rekonstrueerimislahendus on välja toodud lõputöö graafilises osas, vastavalt Joonis I-15 ja Joonis R-15.

4.5 Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded

Hoone kasutusviisi määramisel lähtutakse selles toimuvast tegevusest. Antud eluhoone liigitatakse tuleohutuse järgi I kasutusviisiga hooneks. [38]

Tules käitumise (tulekindel, tuldtakistav, tuldkartev) alusel jaotatakse hooned kolme tuleohutusklassi [39]. Antud 3-korruseline I kasutusviisiga hoone kuulub TP2 klassi ja

seega võib hoone kandekonstruktsioon olla materjalidest, mille tuletundlikkus on D [33].

„Välisseinale paigaldatavaid soojustussüsteeme, mille soojusisolatsioonimaterjali tuletundlikkus on E kuni C, saab paigaldada kuni 22 m kõrgusele.“ [33] Katusekatte väline tuletundlikkus peab olema Broof(t_2-t_4). Metallist katusekattematerjal loetakse vastavaks Broof(t_2) nõudele [40]. „Katusekatted ja aluskatted, mis vastavad tuletundlikkusklassi Broof(t_2-t_4) nõuetele, võivad ulatuda korstna pinnani [24].“

Rõdu, lodža ja terrassi põranda nõutud tuletundlikkus kolme kuni kaheksakorruselise hoone puhul on B_{fi}-s1 [40].

4.5.1 Tuletõkkeseektsioonid

Hoone jaotatakse tuletõkkeseektsioonideks selliselt, et iga korter asub eraldi tuletõkkeseektsioonis. Kandekonstruktsioonide tulepüsivus peab olema vähemalt R 60 ja tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivus pealmaakorrustel EI 60. Lisaks moodustab eraldi tuletõkkeseektsiooni garaaž ning katlaruum. Keldrikorrusel rajatakse tuletõkkekonstruktsioon vähemalt A2-s1,d0 tuletundlikkusega materjalidest, välja arvatud avatäidete puhul [40]. Keldrikorrusel peab kandekonstruktsioonide tulepüsivus olema suure eripõlemiskoormusega ruumides (eripõlemiskoormus üle 1200 MJ/m²) R 180 ja tuletõkkekonstruktsioonid EI 120. Keskmise eripõlemiskoormusega (600 MJ/m² – 1200 MJ/m²) ruumides kandekonstruktsioonid R 120 ja tuletõkkekonstruktsioonid EI 90. Põlevmaterjali laoruum keldris liigitub suure eripõlemiskoormusega ruumi alla ja tavapärased keldriruumid on keskmise eripõlemiskoormusega.

Tuletõkkekonstruktsioonis olevate avatäidete tulepüsivusaeg peab olema vähemalt 50 protsenti tuletõkkekonstruktsioonile ettenähtud tulepüsivusajast, kuid kõige vähem 30 minutit. Avaäidete paigaldamisel ja kinnitamisel tuleb kasutada materjale, mille tuletundlikkus on vähemalt B. [40]

4.5.2 Tulekahjusignalisatsioon

Autonoomne tulekahjusignalisatsiooniandur peab olema iga korteri vähemalt ühes eluruumis.

4.5.3 Juurdepääsetavus

Hoonele pääseb ligi Västriku tänavalt.

Pööningule pääseb pööningu allosas oleva luugi kaudu. Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele määruse kohaselt peavad sissepääsu valgusava külje pikkused olema vähemalt 600 ja 800 millimeetrit [40] Hoonel peab olema kohtkindel redel, millega võimaldatakse juurdepääs pööningule [33].

4.5.4 Suitsueemaldus

Trepikojast suitsu eemaldamise võimalus on iga korruse tasapinnalt avatava, vähemalt 0,5 m² suuruse efektiivse pindalaga akna kaudu. Evakuatsioonitee konstruktsioonide ning trepikäikude ja –mademete tulepüsivus peab olema vähemalt R 60. [33]

4.6 Sisepiiretele esitatavad heliisolatsiooninõuded

Korterite eluruumide ning korterite eluruumide ja üldkasutatavate ruumide vahel olevate sisepiirete nõutud õhumüra isolatsiooniindeks R'_w on 55 dB. Korterite ja müratekitavate ruumide (garaaž) vaheline sisepiirete nõutud õhumüra isolatsiooniindeks R'_w on 60 dB. Korterite ja üldkasutatavate ruumide vahel, kui korteri seinas on uks, on sisepiirete nõutud õhumüra isolatsiooniindeks R'_w 39 dB. Kusjuures ukse või ustekompleksi heliisolatsioon peaks olema $R'_w \geq 35$ dB. [34]

Sisepiirete taandatud löögimürataseme indeksi $L'_{n,w}$ nõutud suurus korterist teise korterisse on 53 dB. Nõue ei laiene löögimüra eest kaitstava korteri vannitoale, WC-le, saunale vms ruumile. Taandatud löögimürataseme indeksi $L'_{n,w}$ nõutud suurus rõdult, trepilt, koridorist jms ruumidest, vannitoast ja WC-st teise korterisse on 58 dB. Taandatud löögimürataseme indeksi $L'_{n,w}$ nõutud suurus müratekitavast garaažist korterisse on 48 dB. [34]

4.7 Tehnosüsteemid

4.7.1 Küttesüsteem

Hoonel on lokaalne küttesüsteem, mille soojusallikaks on katel ja energiaallikaks halupuit. Hoone ruumides asuvad reguleeritavad radiaatorid. Tulevikus on võimalikuks alternatiiviks vahetada katel soojuspumba vastu.

Täpsemaks küttesüsteemi lahenduseks koostatakse eraldi projekt.

4.7.2 Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoone kuulub tsentraalsesse veevarustuse- ja kanalisatsioonisüsteemi. Olemasolev vee- ja kanalisatsioonitorustik on suures osas paigaldatud põranda- ja seinakonstruktsioonide sisse.

Lisatava veevarustuse ja kanalisatsiooni täpsemaks lahenduseks koostatakse eraldi projekt.

4.7.3 Ventilatsioon

Hoone soojustamisel on vajaliku õhuvahetuse saavutamiseks ette nähtud värskeõhukanalite paigaldamine radiaatorite taha või kohale. Alternatiiviks on õhuvahetuse tekitamine PVC akende piidas olevate tuulutusklaappide kaudu.

Hoone vannitubades ja köökides on vajalik mehaaniline väljatõmbeventilatsioon. Soojustagastusega ventilatsioonisüsteemi ei rajata.

Täpsemaks ventilatsioonisüsteemi lahenduseks koostatakse eraldi projekt.

4.7.4 Elekter ja nõrkvool

Hoonesse on vajalik rajada uus elektrisüsteem. Vastavalt uuele ruumiplaneeringule koostatakse elektri- ja nõrkvoolusüsteemi lahendus eraldi projektiga.

5. VÄLISPIIRETE SOOJUS- JA NIISKUSTEHNILISED ARVUTUSED

Lõputöö käigus teostati välispiirete soojuslähivuse arvutused ja kontrolliti veeauru difusioonist põhjustatud komponendisese kondenseerumise riski konstruktsioonides.

Soojuslähivus U , mille ühikuks on $\frac{W}{m^2 \cdot K}$, on tarindi omadus, mis väljendab soojusvoolu (üldisemas mõttes: juhtivus + konvektsioon + kiirgus) vattides läbi 1 m² pinnaga tarindi, kui temperatuuride vahe eri keskkondade vahel on 1 K [41].

Kondenseerumine on aine üleminek gaasilisest olekust vedelasse olekusse [42]. Kondensvesi võib kahjustada seinakonstruktsioone ja soojustusmaterjale [43] ning luua soodsa kasvulava hallituse tekkeks.

Arvutused tehti läbi nii olemasolevas olukorras olevate välispiirete tüüpidega kui ka välja pakutud rekonstrueerimislahendustega. Vana ja uut konstruktsioonilahendust kõrvutades on võimalik välja tuua rekonstrueerimise vajalikkust ja eeldatavalt saavutatavat kasu. Lisaks välispiirete soojapidavuse parandamisele on uue lahenduse välja töötamisel oluline kindlaks teha, et tarindis ei toimuks peale soojustuse lisamist kondenseerumist.

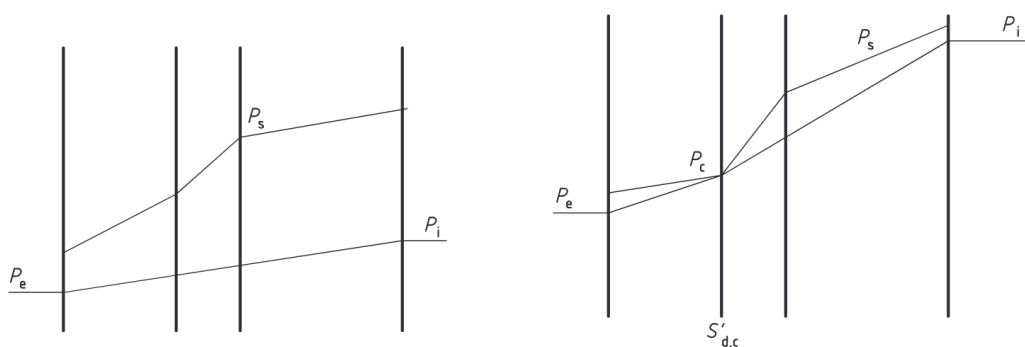
5.1 Välispiirete soojus- ja niiskustehniliste arvutuste meetodika

Välispiirete soojuslähivus arvutati vastavalt standardis EVS 908-1:2016 [41] toodud meetodile. Piirete soojuslähivuse leidmiseks arvutatakse esmalt piirdetarindi iga soojuslikult homogeense kihi soojustakistus ja seejärel määratakse üksikute kihtide ja pindade soojustakistuste summeerimisel piirdetarindi kogu soojustakistus. Läbi soojustakistuse arvutatakse piirde soojuslähivus. [41] Antud lõputöös ei ole välispiirete soojuslähivuse arvutamisel arvestatud mehaaniliste kinnitite mõju ega võimalikku soojustusesisesest mikrokonvektsioonist tingitud parandust. Arvutused teostati kasutades Microsoft Exceli tabelarvutustarkvara.

MS Excel tabelarvutusprogrammi abil analüüsiti ka kondensaadi tekkimise ohtu. Piirdetarindite soojus- ja niiskustehniline toimivus arvutati vastavalt standardis EVS-EN ISO 13788:2012 [44] toodud meetodikale. Hallituse, korrosiooni või teiste niiskuskahjustuste tekkimise vältimiseks määratleti aasta iga kuu lõikes

välitemperatuur, välisõhuniiskus, sisetemperatuur ja siseõhu suhteline niiskus. Väliskliima ääritingimustena kasutati kondensaadi testaasta kliimaandmeid, mis on mõõdetud Väike-Maarjas 1995. aasta juulist 1996. aasta juunini [45]. Sisetemperatuur võeti standardi EVS-EN 16798-1:2019 [46] järgi 21 °C ja suhteline õhuniiskus 50%. Arvutati veeauru küllastusrõhk p_{sat} . Kriitilisima kuu tabelarvutus on iga seinatüübi kohta magistritöö Lisades välja toodud. [44]

Ehituskomponentide sisese kondenseerumise arvutamiseks jaotati piirdetarind mitmeks paralleelsete külgedega homogeeneks kihiks ja määratleti iga kihi materjali omadused ning pinnaomadused. Iga üksiku kihi kohta arvutati soojustakistus R ja veeaurudifusiooniga ekvivalentne õhukihi paksus s_d . Määratleti sise- ja välitemperatuur ja niiskus. Teostati arvutused iga kuu andmete põhjal ja tehti kindlaks kondensaadi tekkimise võimalikkus. Selleks arvutati temperatuur igal materjalide vahelisel piirpinnal. Lähtudes materjalikihtide vaheliste piirpindade temperatuurist arvutati auru küllastusrõhk. Leitud andmete põhjal loodi ehituselemendi ristlõige, millel auru küllastusrõhu punktid igal materjalide vahelisel piirpinnal ühendatakse sirgjoonega. Teise joonega märgiti ära tegelik veeauru osarõhk. Kui tegeliku veeauru osarõhk ei ületa ühelgi piirpinnal küllastusrõhku, siis kondenseerumist ei esine. Joonisel 5.1 on välja toodud difusioonigraafikud, millest vasakpoolse puhul elemendisest kondenseerumist ei esine ja parempoolse graafiku puhul toimub kondenseerumine ühel piirpinnal. [44]



Joonis 5.1 Difusioonigraafikud. Vasakul: veeaurudifusioon mitmekihilises ehituselemendis, kui elemendisest kondenseerumist ei esine. Paremal: veeaurudifusioon, kui kondenseerumine toimub ühel piirpinnal [44]

Tarkavaraga THERM 7.8.57 arvutati ja visualiseeriti hoone sõlmededes toimuvat soojusvoo liikumist. THERM tarkvara teostab kahemõõtmelisi soojusülekande arvutusi ja simulatsioone, mis põhinevad lõplike elementide meetodil ehk LEM-il (ingl k Finite Element Method, FEM). THERMi temperatuurivälja arvutustes määrati sõlme kõikidele

materjalidele nende soojuseri juhtivused, pindadele soojustakistused ja temperatuurid. Selle põhjal genereeris tarkvara soojusvoolu liikumise läbi tarindi. Lisaks oli võimalik määrata temperatuur kindlas punktis ja leitud temperatuuri kasutati temperatuuriindeksi arvutustes.

Lisaks arvutustele teostati ülesvõtted termokaameraga Flir E8xt 2.1L. Termokaameraga jäädvustatud pildid inditseerivad hoone soojalekkeid ja niiskuskahjustusi.

5.2 Välisseinte soojusjuhtivus ja kondensatsioonioht

Analüüsitava hoonel esineb kümme erinevat välisseina tüüpi. Järgnevalt on välja toodud kõikide välisseinatüüpide soojusjuhtivuse arvutused ja kontrollitud kondensatsiooni tekkimise võimalikkust.

Arvutusteks vajalikud lähteandmed on saadud EVS standarditest [47] [41], käsiraamatutest [48] [49] [50], Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukorra ning prognoositava eluea uuringu lõpparuandest [21], ehitusmaterjalide tootjate veebilehtedel oleva tehnilise informatsiooni ja tootelehtede põhjal [51] [52] [53] [54] ja kirjavahetusest ehitusmaterjali tootva ettevõtte tehnilise konsultandiga.

Järgnevalt on välja toodud arvutustes kasutatavad tähised, valemid ja muu info. Andmed on saadud standarditest EVS-EN ISO 13788:2012 [44], EVS 908-1:2016 [41], EVS-EN ISO 12572:2016 [55] ja EVS-EN ISO 10211:2017 [56].

MATERJALI JA TOOTE OMADUSED

λ - soojuseri juhtivus, $\frac{W}{m \cdot K}$ [44]

R - soojustakistus, $\frac{m^2 \cdot K}{W}$ [44]

U - soojusläbivus, $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ [41]

μ - veeauru difusioonitakistustegur, - [44]

s_d - veeauru difusioonitakistusega ekvivalentne õhukihi paksus, m [44]

ANDMED

„Piirdetarindi pinnatemperatuur ei võrdu ümbritseva õhu temperatuuriga piirde pinnal oleva üleminekukihi soojustakistuse tõttu. Selle üleminekukihi takistus on leeb soojusvoo suunast ja on erinev seinte, lagede ja põrandate sise- ning välispinna jaoks.“ [57]

Sisepinna soojustakistuse R_{si} ja välispinna soojustakistuse R_{se} väärtused tarindisisesse kondenseerumise või akende ja uste pinnakondenseerumise hindamisel tuleb kasutada Tabelis 5.1 antud R_{si} ja R_{se} väärtusi.

Tabel 5.1 Sisepinna soojustakistus R_{si} tarindisisesse kondenseerumise või akende ja uste pinnakondensatsiooni hindamisel [44]

Sisepinna soojustakistus R_{si} , m^2K/W			Välispinna soojustakistus R_{se} , m^2K/W		
Soojusvoolu suund					
Horisontaalne	Üles	Alla	Horisontaalne	Üles	Alla
0,13	0,10	0,17	0,04		

Sisekeskkonna ja kütmata ruumi vahelise tarindi kogusoojustakistuse arvutamisel võetakse piirde mõlema pinna soojustakistuseks R_{si} [41].

Välisseinas oleva ventileerimata õhkvahe soojustakistus saadi Tabeli 5.2 põhjal.

Tabel 5.2. Ventileerimata õhkvahe soojustakistused R_a , $m^2 \cdot K/W$ sõltuvalt soojusvoolu suunast [41]

Õhkvahe paksus, mm	Õhkvahe pindade emissioonitegur $\epsilon \geq 0,8$			Õhkvahe pindade emissioonitegur $0,2 > \epsilon < 0,8$			Õhkvahe pindade emissioonitegur $\epsilon < 0,1$
	Horisontaalne	Üles	Alla	Horisontaalne	Üles	Alla	Horisontaalne
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11	0,17	0,17	0,17	0,17
7	0,13	0,13	0,13	0,23	0,20	0,23	0,24
10	0,15	0,15	0,15	0,29	0,23	0,29	0,32
15	0,16	0,17	0,17	0,33	0,24	0,36	0,45
25	0,16	0,18	0,19	0,37	0,25	0,43	0,62
50	0,16	0,18	0,21	0,34	0,27	0,61	0,62
100	0,16	0,18	0,22	0,34	0,27	0,61	0,58
300	0,16	0,18	0,23				

EVS-EN ISO 13788:2012 [44] standardi kohaselt tuleks pinna kuu **keskmine suhteline niiskus** võtta 0,8 või 0,75 kui täpsemad andmed puuduvad. Käesolevas lõputöös on kriitilise niiskuse piirväärtusena kasutatud suhtelist niiskust 75% ehk

$$RH_{crit} = 75\% = \varphi_{si} = \varphi_{sigr} = 0,75$$

VALEMID

Soojustakistus R , $(m^2 \cdot K)/W$ [41]

$$R = \frac{d}{\lambda}, \quad (5.1)$$

kus

d - kihi paksus, m

λ - materjali soojuserijuhtivus, $W/(m \cdot K)$

Soojuslähivus U , $W/(m^2 \cdot K)$ [41]

$$U = \frac{1}{R_{tot}}, \quad (5.2)$$

kus

R_{tot} - piirdetarindi kogusoojustakistus (soojusülekanne keskkonnast keskkonda), $(m^2 \cdot K)/W$

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}, (m^2 \cdot K)/W, [41] \quad (5.3)$$

kus

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

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

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

Sisepinna temperatuuriindeks sisepinna soojustakistusel R_{si} - [56]

$$f_{R_{si}} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{int} - \theta_e}, \quad (5.4)$$

kus

θ_{si} - sisepinna temperatuur vaadeldavas punktis, °C

θ_e - välisõhutemperatuur, °C

θ_{int} - sisetemperatuur, °C.

Sisepinna temperatuuriindeks iseloomustab hoone välispiirde soojuslikku kvaliteeti [44].

Temperatuuriindeksi arvutamisel ei tohi viga olla suurem kui 0,005 [56].

Suhteline difusioonitakistus ehk veeauru difusioonitakistusega võrdne õhukihi paksus, m [44]

$$s_d = \mu \cdot d, \quad (5.5)$$

kus

μ - veeauru difusioonitakistustegur, ühikuta

d - materjalikihi paksus, m

Suhteline niiskus, - [44]

$$\varphi = \frac{p}{p_{sat}} = RH, \quad (5.6)$$

kus

p - veeauru osarõhk, Pa

p_{sat} - veeauru küllastusrõhk, Pa

Veeauru küllastusrõhk kui temperatuuri funktsioon, Pa [44]

$$p_{sat} = 610,5e^{\frac{17,269\theta}{237,3+\theta}}, \text{ kui } \theta \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.7)$$

$$p_{sat} = 610,5e^{\frac{21,875\theta}{265,5+\theta}}, \text{ kui } \theta < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.8)$$

Eelnevad valemid on teisendatavad kujule, mis võimaldab arvutada igale veeauru küllastusrõhule vastava küllastustemperatuuri, °C [44].

$$\theta = \frac{237,3 \log_e \left(\frac{p_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left(\frac{p_{sat}}{610,5} \right)}, \text{ kui } p_{sat} \geq 610,5 \text{ Pa} \quad (5.9)$$

$$\theta = \frac{265,5 \log_e \left(\frac{p_{sat}}{610,5} \right)}{21,875 - \log_e \left(\frac{p_{sat}}{610,5} \right)}, \text{ kui } p_{sat} < 610,5 \text{ Pa} \quad (5.10)$$

Veeaurutakistus Z_p , $\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa} / \text{kg}$ [55]

$$Z_p = \frac{1}{W_p}, \quad (5.11)$$

kus

W_p - veeauruläbivus, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$

Veeauruerijuhtivus δ_p , $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ [55]

$$\delta_p = W_p \cdot d, \quad (5.12)$$

kus

W_p - veeauruläbivus, $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$

d - materjali kihi paksus, m

Veeauru difusioonitakistustegur μ , - [55]

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta_p}, \quad (5.13)$$

kus

δ_p - veeauruerijuhtivus, kg/(m·s·Pa)

δ_a - õhu veeauruerijuhtivus, kg/(m·s·Pa)

Õhu veeauruerijuhtivus δ_a , kg/(m·s·Pa)

$$\delta_a = \frac{0,086 \cdot p_0}{R_D \cdot T \cdot p} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{1,81}, \quad (5.14)$$

kus

R_D - gaasi konstant veeaurule, $462,10^{-6}$ Nm/(mg·K)

p_0 - õhurõhk, 1013,25 hPa = 101325 Pa = 1 atm

p - keskkonna rõhk, hPa

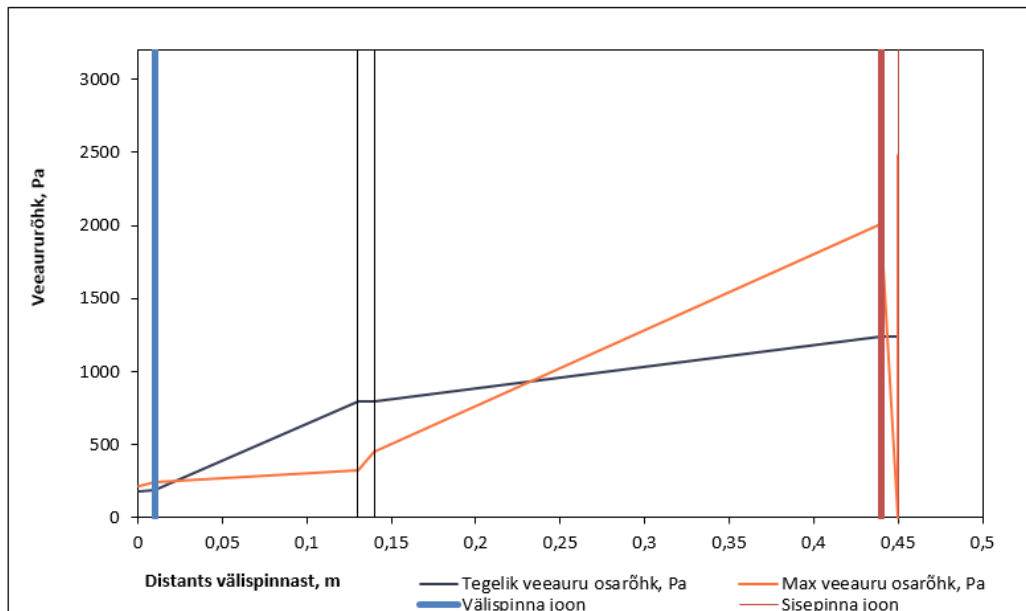
T - termodünaamiline temperatuur, K

5.2.1 VS-1

Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud välissein VS-1 tulemused. Lisas 12 on näha VS-1 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 13 on VS-1 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis olemasolevas olukorras on $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-1 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris, märtsis ja aprillis. Kondenseerumist ei toimu mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-1 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

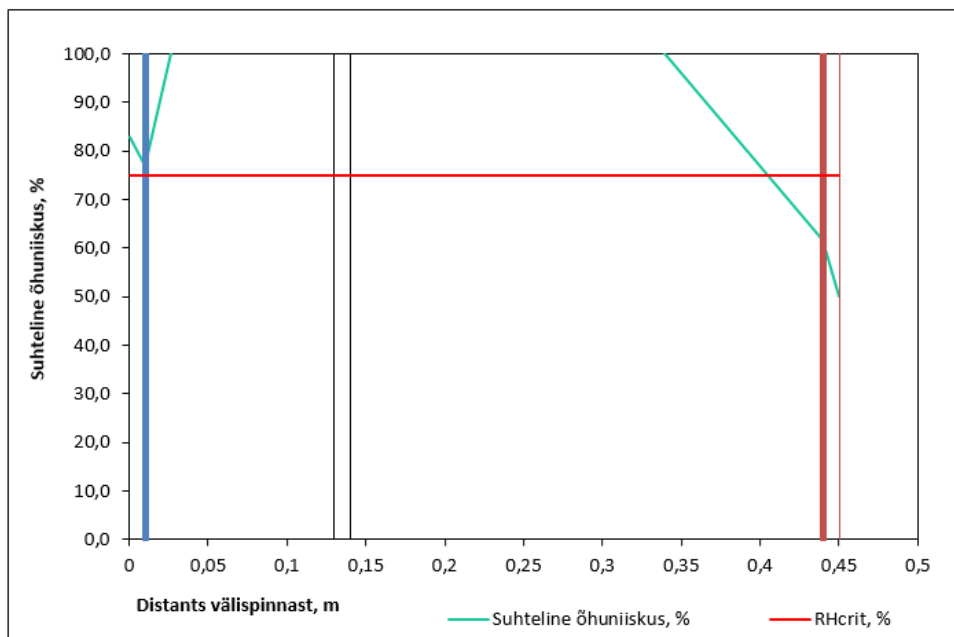
Joonisel 5.2 olev graafik on genereeritud eelmainitud tabelarvutuste põhjal. Antud graafiku abil on võimalik teha järelendus kondenseerumise riski kohta tarindis. Kuna VS-1 tegelik veeauru osarõhk (graafikul tähistatud musta joonega) ei jää kogu konstruktsiooni lõikes maksimaalsest veeauru osarõhust allapoole (tähistatud oranži joonega), siis järelikult toimub konstruktsioonis kondensatsioon.



Sinine joon märgib joonistel tarindi välispinda.
Mustad kriipsud tähistavad kihtide piire.
Punane joon märgib tarindi sisepinda.

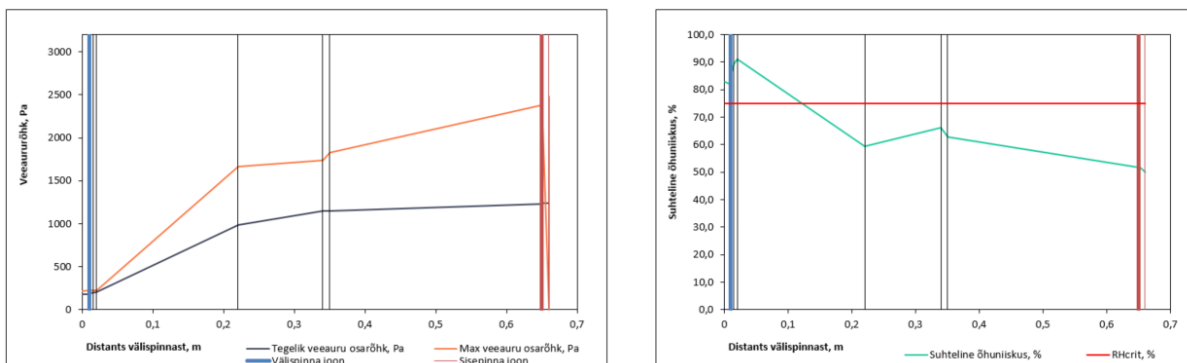
Joonis 5.2 VS-1 kondensaadi tekke hindamine

Joonisel 5.3 on roheline joonega kujutatud suhteline õhuniiskus konstruktsiooni lõikes ja horisontaalne punane joon märgib ära kriitilise suhtelise õhuniiskuse piiri, mille väärtuseks on võetud 75%.



Joonis 5.3 VS-1 suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires

Joonisel 5.4 on toodud VS-1 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja suhtelise õhuniiskuse graafik konstruktsiooni piires (paremal).



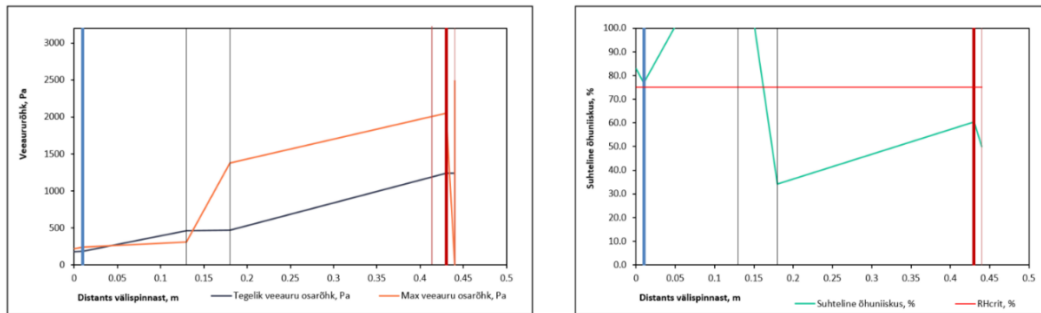
Joonis 5.4 VS-1 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-1 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.2 VS-2

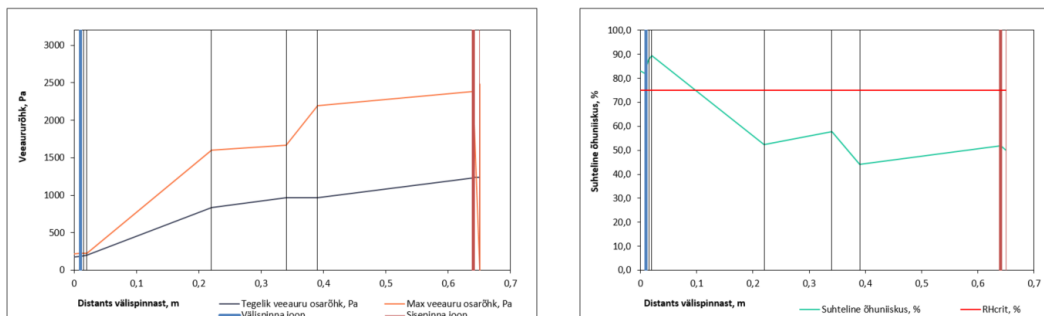
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatatud VS-2 tulemused. Lisas 14 on näha VS-2 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 15 on VS-2 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis olemasolevas olukorras on $0,72 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-2 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris ja märtsis. Kondenseerumist ei toimu aprillis, mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-2 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

Joonisel 5.5 ja Joonisel 5.6 on toodud VS-2 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.5 VS-2 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-2 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



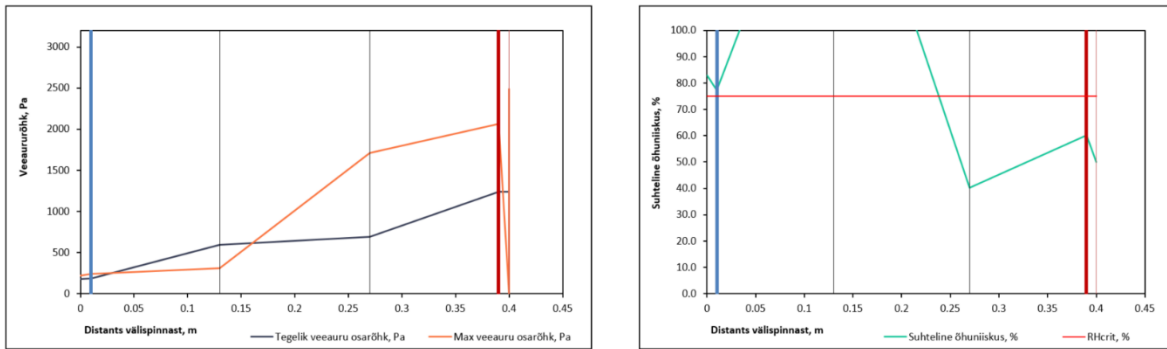
Joonis 5.6 VS-2 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-2 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.3 VS-3

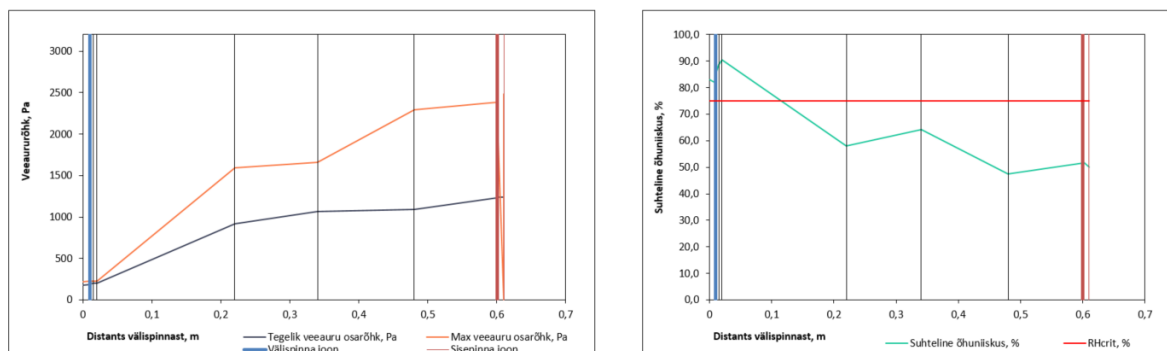
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-3 tulemused. Lisas 16 on näha VS-3 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 17 on VS-3 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis praeguses olukorras on $0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-3 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris ja märtsis. Kondenseerumist ei toimu aprillis, mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-3 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

Joonisel 5.7 ja Joonisel 5.8 on toodud VS-3 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.7 VS-3 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-3 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



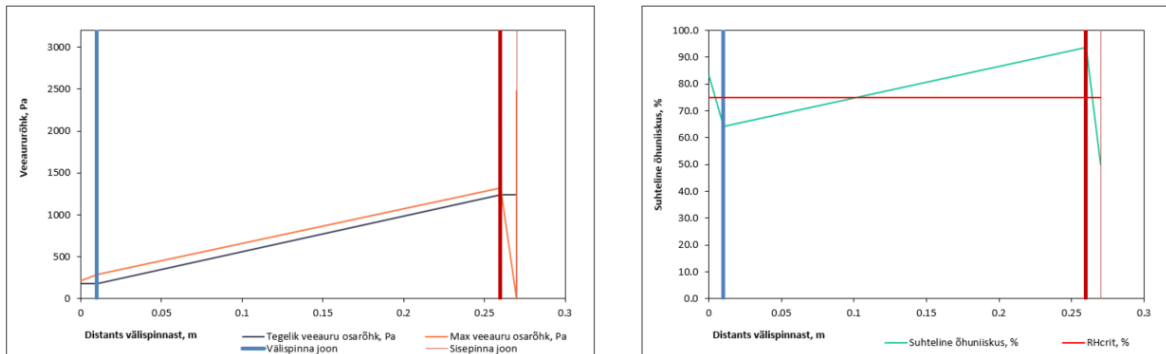
Joonis 5.8 VS-3 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-3 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.4 VS-4

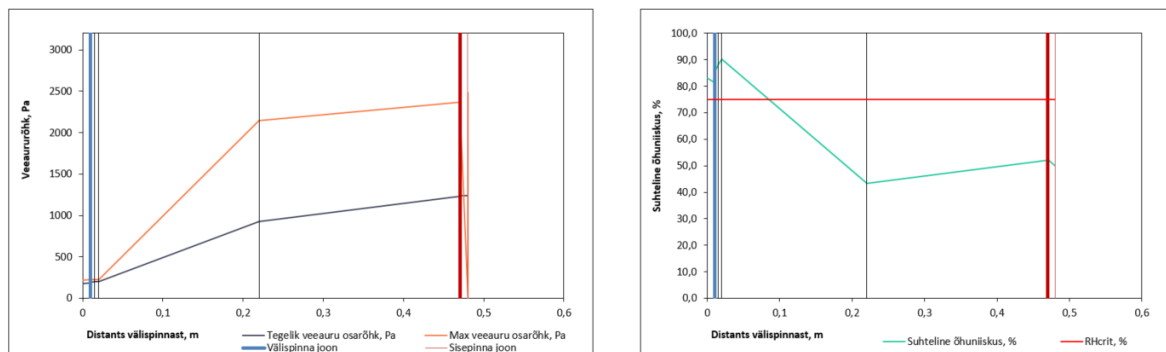
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatatud VS-4 tulemused. Lisas 18 on näha VS-4 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 19 on VS-4 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojuslähivus U , mis praeguses olukorras on $2,31 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojuslähivus on $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-4 seina praeguse olukorra puhul ei toimu kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumist ühelgi kuul. VS-4 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni samuti ühelgi kuul.

Joonisel 5.9 ja Joonisel 5.10 on toodud VS-4 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.9 VS-4 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-4 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



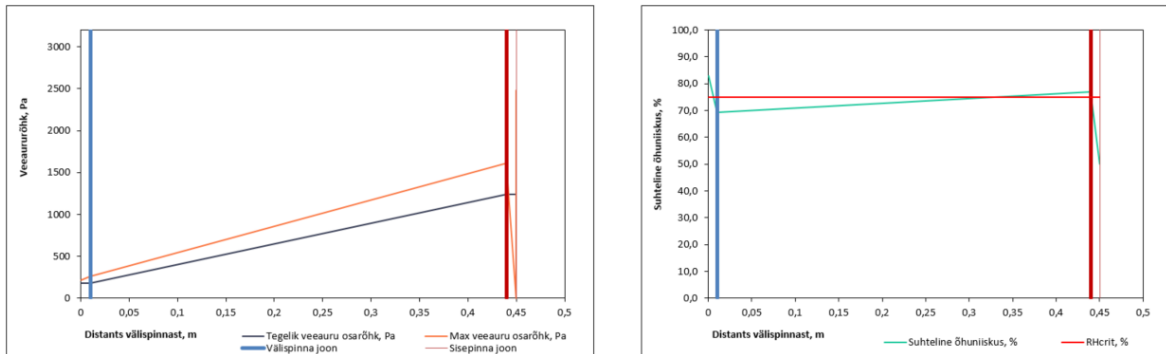
Joonis 5.10 VS-3 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-3 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.5 VS-5

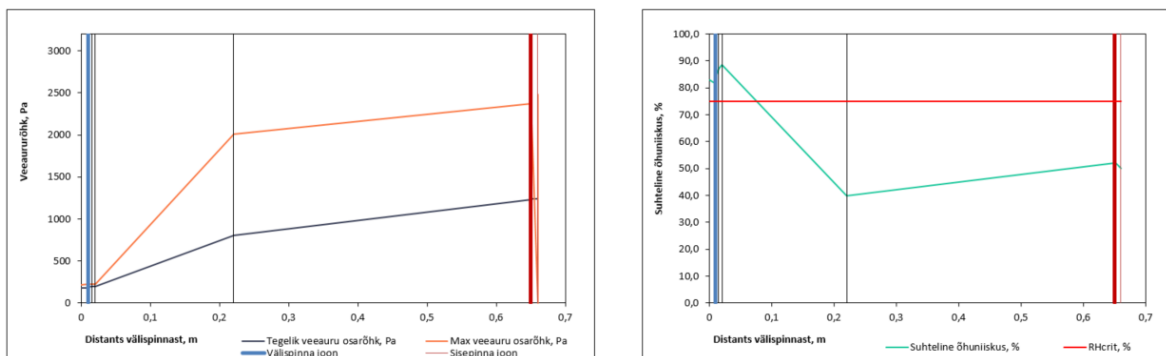
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-5 tulemused. Lisas 20 on näha VS-5 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 21 on VS-5 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis praeguses olukorras on $1,61 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

VS-5 seina praeguse olukorra puhul ei toimu kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumist ühelgi kuul. VS-5 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni samuti ühelgi kuul.

Joonisel 5.11 ja Joonisel 5.12 on toodud VS-5 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.11 VS-5 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-5 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



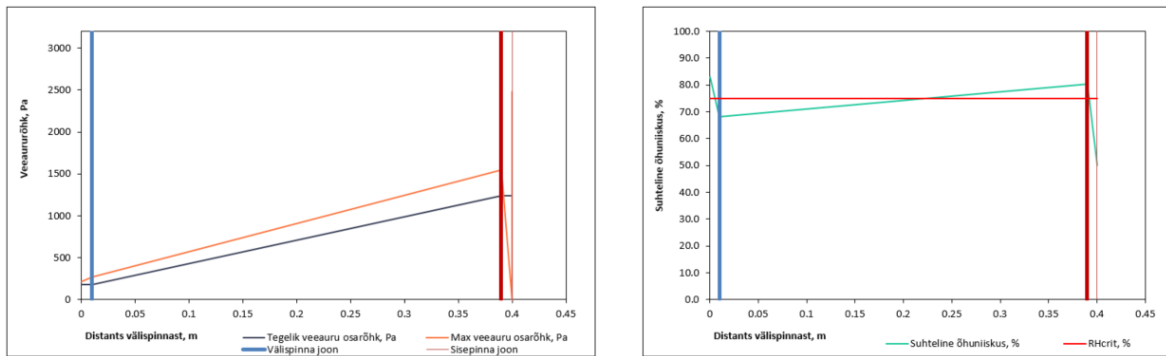
Joonis 5.12 VS-5 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-5 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.6 VS-6

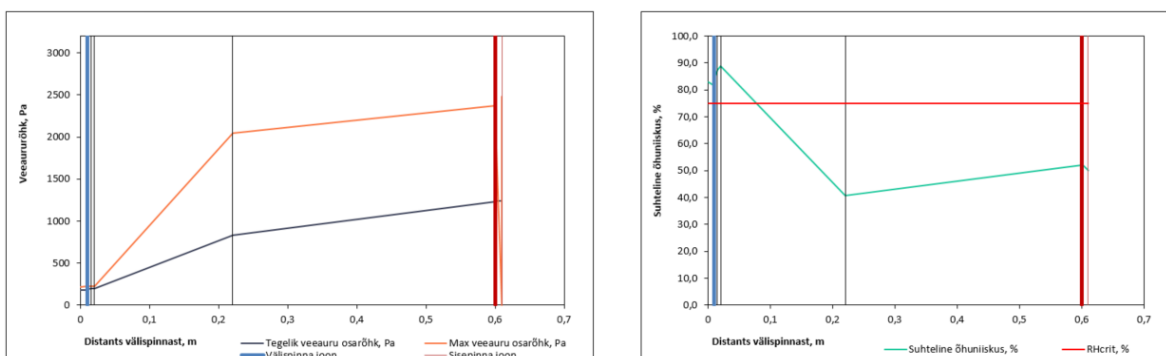
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-6 tulemused. Lisas 22 on näha VS-6 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 23 on VS-6 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis praeguses olukorras on $1,75 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-6 seina praeguse olukorra puhul ei toimu kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumist ühelgi kuul. VS-6 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni samuti ühelgi kuul.

Joonisel 5.13 ja Joonisel 5.14 on toodud VS-6 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.13 VS-6 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-6 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



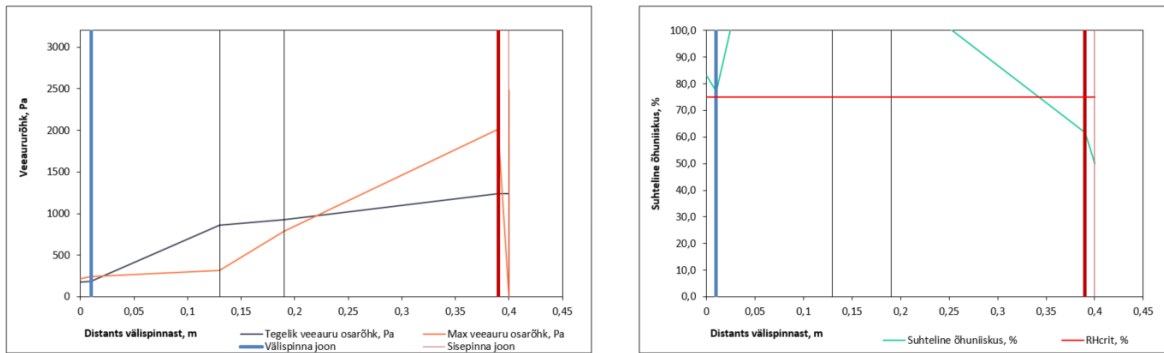
Joonis 5.14 VS-6 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-6 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.7 VS-7

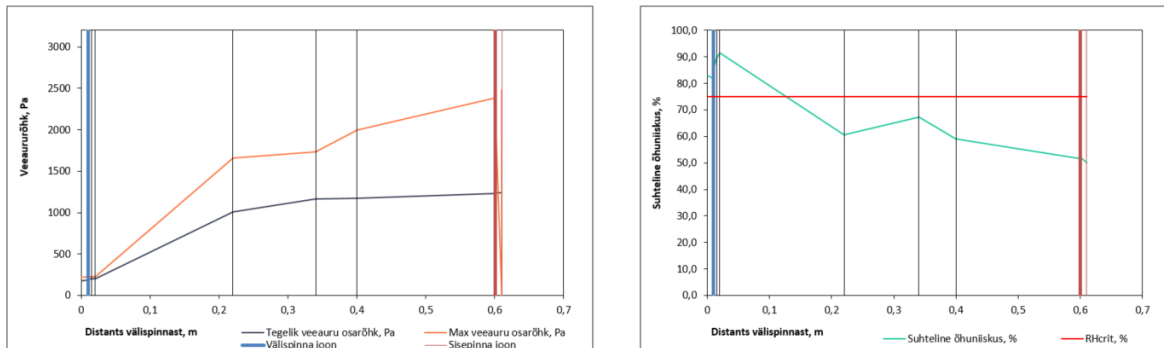
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-7 tulemused. Lisas 24 on näha VS-7 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 25 on VS-7 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojuslähivus U , mis praeguses olukorras on $0,79 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojuslähivus on $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

VS-7 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris, märtsis ja aprillis. Kondenseerumist ei toimu mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-7 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

Joonisel 5.15 ja Joonisel 5.16 on toodud VS-7 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.15 VS-7 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-7 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



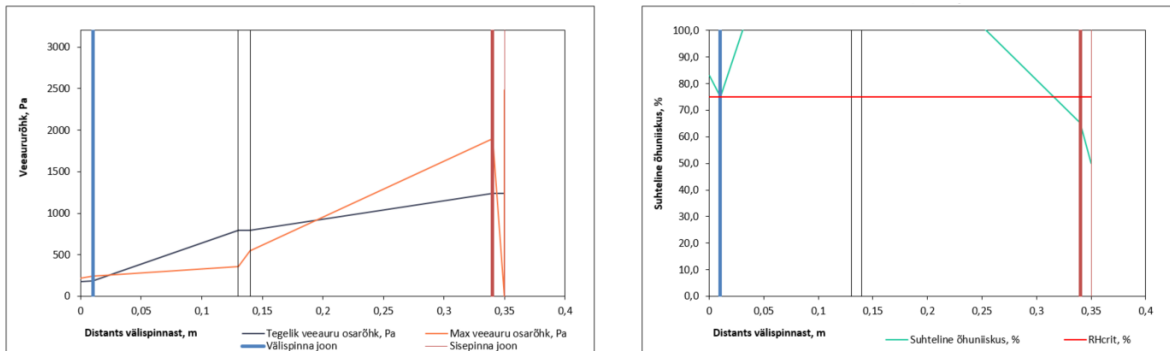
Joonis 5.16 VS-7 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-7 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.8 VS-8

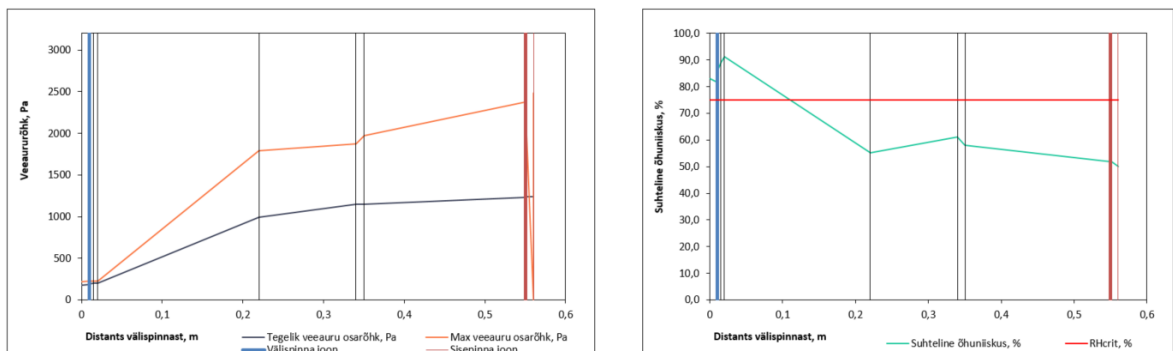
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-8 tulemused. Lisas 26 on näha VS-8 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 27 on VS-8 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis praeguses olukorras on $1,01 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-8 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi tekstaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris, märtsis ja aprillis. Kondenseerumist ei toimu mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-8 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

Joonisel 5.17 ja Joonisel 5.18 on toodud VS-8 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.17 VS-8 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-8 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



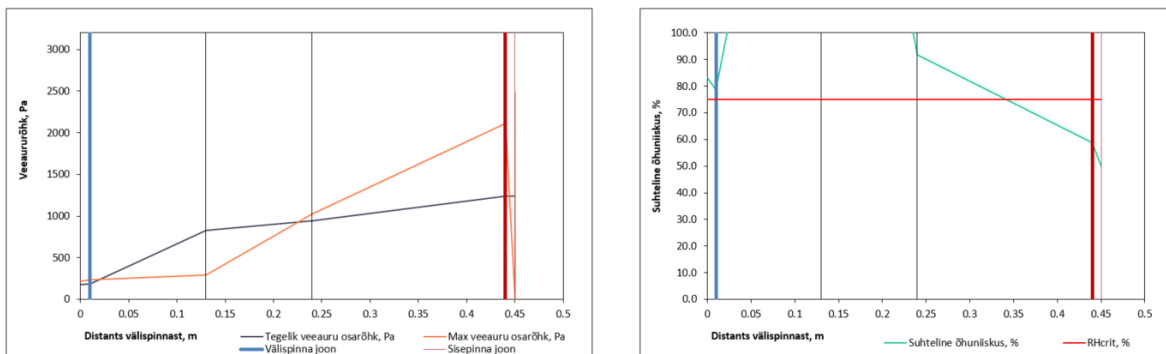
Joonis 5.18 VS-8 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-8 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.9 VS-9

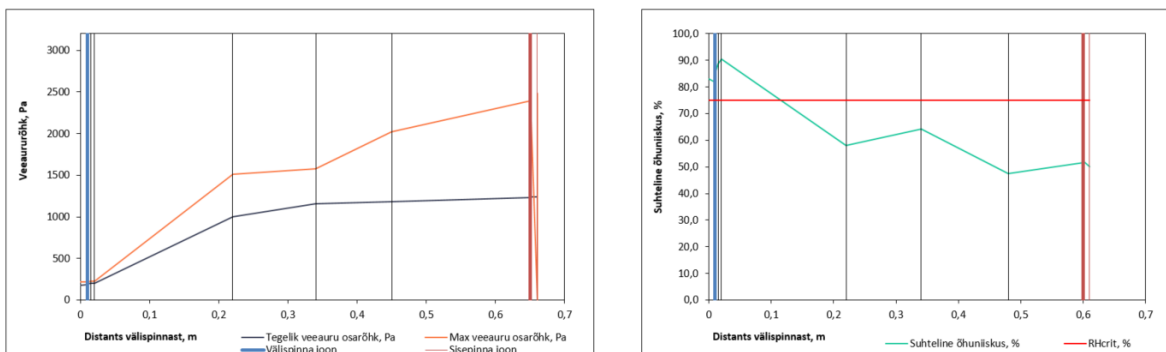
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-9 tulemused. Lisas 28 on näha VS-9 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 29 on VS-9 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis praeguses olukorras on $0,62 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

VS-9 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi teke aasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris, märtsis ja aprillis. Kondenseerumist ei toimu mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-9 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

Joonisel 5.19 ja Joonisel 5.20 on toodud VS-9 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.19 VS-9 olemasoleva olukorra kondensaadi teke hindamise graafik (vasakul) ja VS-9 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



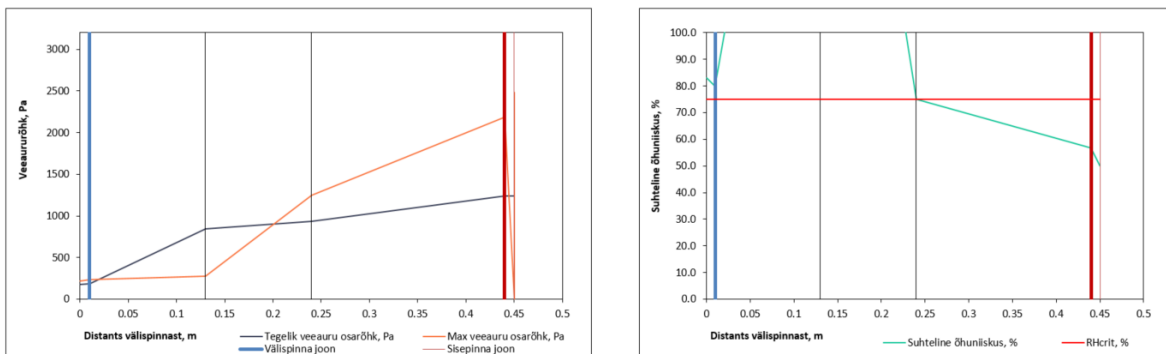
Joonis 5.20 VS-9 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi teke hindamise graafik (vasakul) ja VS-9 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.10 VS-10

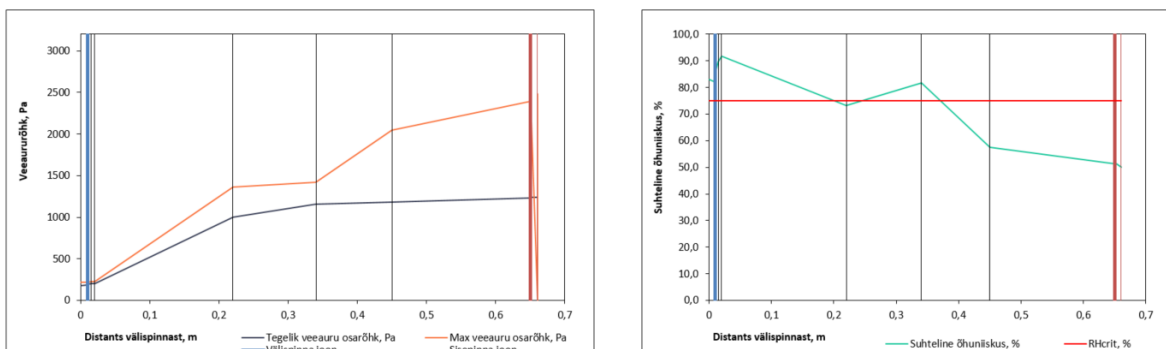
Järgnevalt on välja toodud veebruarikuu andmetega arvatud VS-10 tulemused. Lisas 30 on näha VS-10 olemasoleva olukorra soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel ja Lisas 31 on VS-10 rekonstrueerimislahenduse soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel. Tabelitest on näha seinte soojusläbivus U , mis praeguses olukorras on $0,49 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja rekonstrueerimisel saavutatav soojusläbivus on $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

VS-10 seina praeguse olukorra puhul toimub kondensaadi testaasta andmete põhjal konstruktsioonis kondenseerumine novembris, detsembris, jaanuaris, veebruaris, märtsis ja aprillis. Kondenseerumist ei toimu mais, juunis, juulis, augustis, septembris, oktoobris. VS-10 seina rekonstrueerimisjärgse olukorra puhul ei toimu konstruktsioonis kondensatsiooni ühelgi kuul.

Joonisel 5.21 ja Joonisel 5.22 on toodud VS-10 olemasoleva olukorra ja rekonstrueerimislahenduse niiskustehniliste arvutuste graafikud.



Joonis 5.21 VS-10 olemasoleva olukorra kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-10 olemasoleva olukorra suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)



Joonis 5.22 VS-10 rekonstrueerimislahenduse kondensaadi tekke hindamise graafik (vasakul) ja VS-10 rekonstrueerimislahenduse suhteline õhuniiskus konstruktsiooni piires (paremal)

5.2.11 Seinatüüpide soojus- ja niiskustehnilise olukorra kokkuvõte

Järgnevalt on välja toodud kümne seinatüübi soojus- ja niiskustehnilise olukorra kokkuvõte. Tabelis 5.3 on näidatud seinatüüpide soojusläbivused olemasolevas olukorras ja peale 200 mm paksuse vahtpolüstüreeniga soojustamist. Tabelis 5.4 on näidatud seinatüüpide soojusläbivused praeguses olukorras ja peale 150 mm paksuse vahtpolüstüreeniga soojustamist.

Tabelis 5.5 on välja toodud liginullenergia väikeelamute piirdetarindite soovituslik soojusläbivus [58]. Välisseinte soovituslikuks soojusläbivuseks on seal toodud 0,12-0,15 W/(m²·K); peale lisasoojustamist saavutatavad välisseinte soojusläbivused jäävad 200 mm paksuse vahtpolüstüreeni puhul vahemikku 0,14-0,18 W/(m²·K) ja 150 mm paksuse vahtpolüstüreeni lisamisel vahemikku 0,17-0,24 W/(m²·K).

Tabel 5.3 Seinatüüpide soojusläbivused ja kondensaadi tekke oht enne ja pärast rekonstrueerimist 200 mm vahtpolüstüreeni lisamisel

Seinatüüp	Soojusläbivus, W/(m ² ·K)		Kondensaadi teke enne		Kondensaadi teke pärast	
	Enne	Pärast	Jah	Ei	Jah	Ei
VS-1	0,80	0,16	x			x
VS-2	0,72	0,16	x			x
VS-3	0,70	0,16	x			x
VS-4	2,31	0,18		x		x
VS-5	1,61	0,18		x		x
VS-6	1,75	0,18		x		x
VS-7	0,79	0,16	x			x
VS-8	1,01	0,17	x			x
VS-9	0,62	0,15	x			x
VS-10	0,49	0,14	x			x

Tabel 5.4 Seinatüüpide soojusläbivused ja kondensaadi tekke oht enne ja pärast rekonstrueerimist 150 mm vahtpolüstüreeni lisamisel

Seinatüüp	Soojusläbivus, W/(m ² ·K)		Kondensaadi teke enne		Kondensaadi teke pärast	
	Enne	Pärast	Jah	Ei	Jah	Ei
VS-1	0,80	0,20	x			x
VS-2	0,72	0,19	x			x
VS-3	0,70	0,19	x			x
VS-4	2,31	0,24		x		x
VS-5	1,61	0,23		x		x
VS-6	1,75	0,23		x		x
VS-7	0,79	0,20	x			x
VS-8	1,01	0,21	x			x
VS-9	0,62	0,19	x			x
VS-10	0,49	0,17	x			x

Tabel 5.5 Liginullenergia väikeelamute piirdetarindite soovituslik soojusläbivus [58]

Piirdetarind	Liginullenergia väikeelamute soovituslik soojusläbivus	Ühik
Välissein	0,12-0,15	W/(m ² · K)
Aken	0,8-0,9	W/(m ² · K)
Katuslagi	0,07-0,10	W/(m ² · K)
Põrand pinnasel ja alt tuulutatav	0,10-0,12	W/(m ² · K)
Põrand välisõhu kohal	0,10	W/(m ² · K)

5.3 Külmasillad

„Külmasillad on kohad piirdetarindis, kus soojusjuhtivus on lokaalselt suurem. Külmasillad võivad olla geomeetrilised (välisseina välisnurk, põranda ja välisseina liitumine, katuslae ja välisseina liitumine jne.) või ehitustehnilised (välisvoodri sidemed, läbiviigid tarinditest jne). Sisetemperatuuri lokaalset alanemist võivad põhjustada ka vead soojustuse paigalduses, soojustuse puudumine, märgunud soojustus, alarõhu tingimustes lekked õhutõkkes ning kütte ja ventilatsioonisüsteemide toimivus.“ Külmasildade tuvastamine ja nende likvideerimine või mõju vähendamine on külmas Eestimaises kliimas oluline, kuna külmasillad võivad põhjustada hoones mikroorganismide kasvu, veeauru konsenseerumist tarindite pinnal või sees. Lisaks suurendavad külmasillad hoone energiakulu ja vähendavad elanike soojuslikku mugavust. [21]

5.3.1 Termograafia

Külmasildade visualiseerimiseks viidi läbi termopildistamine.

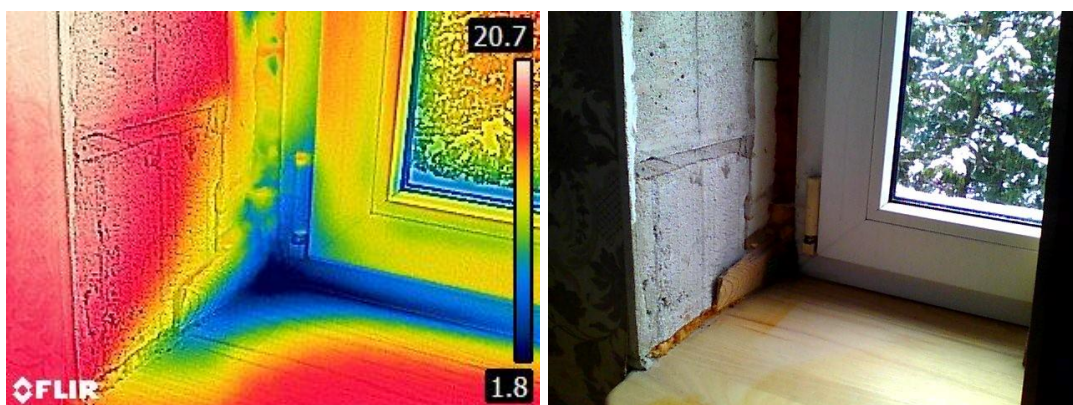
„Kõetava hoone välispiirete soojustehniliste omaduste ebaühtlus kajastub välispiirete pinnatemperatuuride ebaühtluses, kui piirdega eraldatud ruumides on erinev temperatuur. Piirde pinnatemperatuuride jaotust saab kasutada soojusläbivuse ebaühtluse põhjuste tuvastamiseks, milleks võivad olla erinev materjalikasutus, soojustusdefektid, konstruktsioonilised, geomeetrilised või ehituslikud külmasillad, niiskusest tingitud suurem soojusläbivus või õhuleke konstruktsioonide ebatiheduste kaudu. Hoonete termograafia on meetod, mis soojuskiirguse mõõteseadme kaudu

(termokaamera) võimaldab visualiseerida ja salvestada uuritava hooneosa näivat kiirguslikku pinnatemperatuuride jaotust termopildina." [57]

Termopildistamisel kasutati termokaamerat Flir E8xt 2.1L. Termografeerimisel tugineti standardis EVS-EN 13187:2001 [59] toodud termograafia meetodikale. Välisõhu temperatuur termopildistamise ajal oli -6°C .

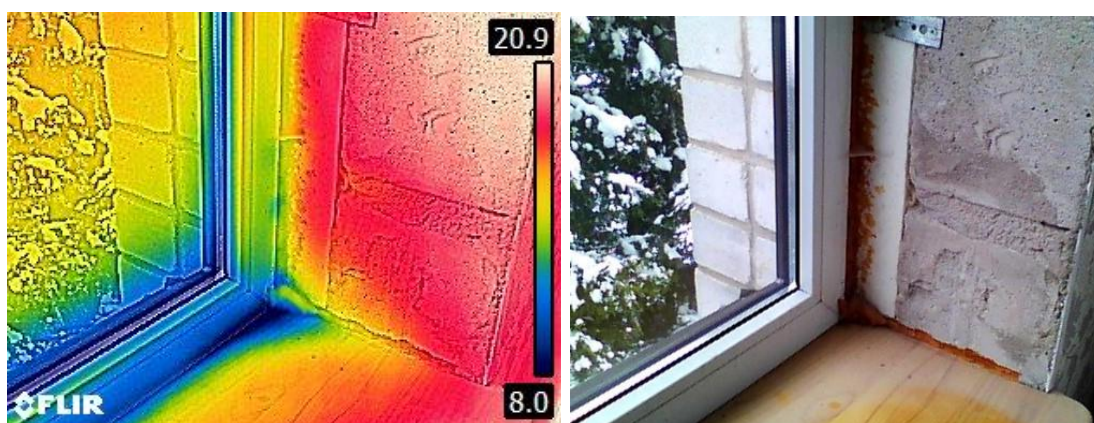
Suuremad soojuslekked tuvastati avatäidete ümbruses ning välisseinte liidetes pörandate ja lagedega. Osad soojuslekked on põhjusatud külmasildadest, kuid avatäidete ümbruses esineb ka akna tihendamata jätmisest tingitud õhulekkeid.

Järgnevalt on kõrvuti näidatud samas asukohas tehtud termo- ja tavafotod. Termopiltidel on juures temperatuuriskaala, mille värvi järgi on võimalik konstruktsiooni temperatuure määrata.



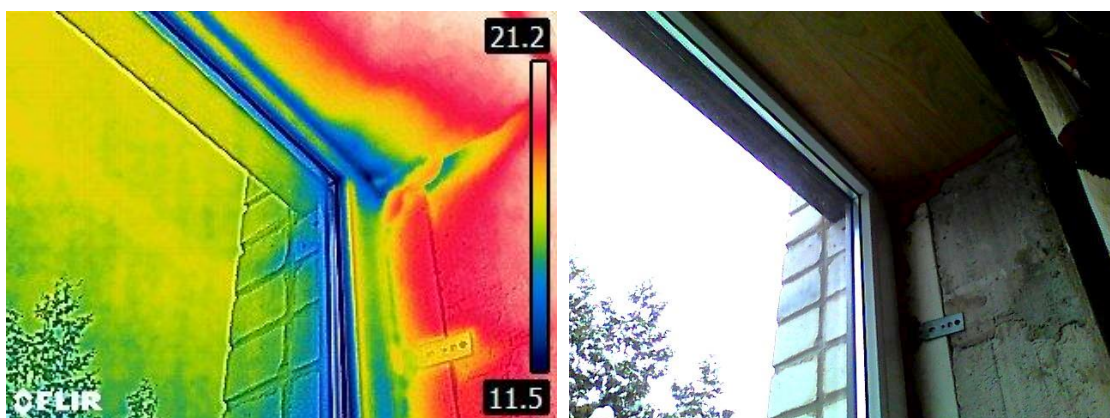
Joonis 5.33. Termopilt (vasakul) ja tavafoto (paremal) akna alumisest nurgast; termofotol visualiseerub õhuleke, mis on tingitud akna tihendamata jätmisest (autori fotod)

Välisõhutemperatuur -6°C ja siseõhutemperatuur 20°C



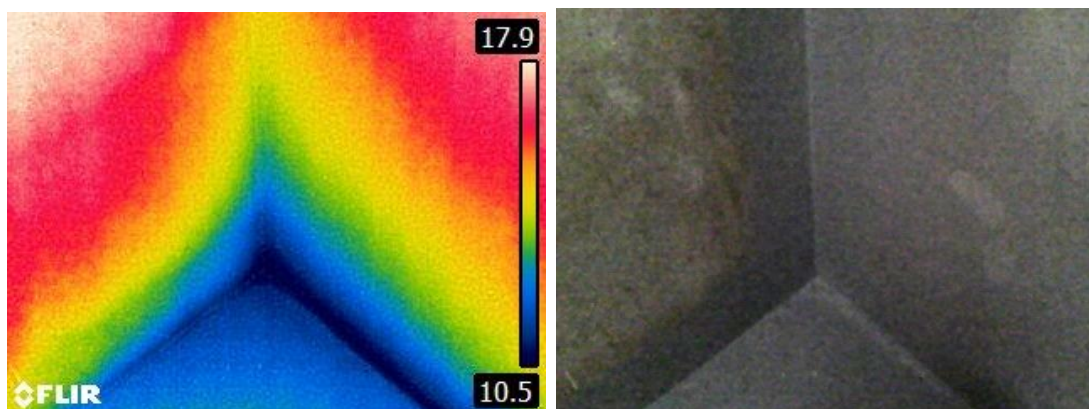
Joonis 5.34. Termopilt (vasakul) ja tavafoto (paremal) akna teisest alumisest nurgast (autori fotod)

Välisõhutamperatuur -6°C ja siseõhutamperatuur 20°C



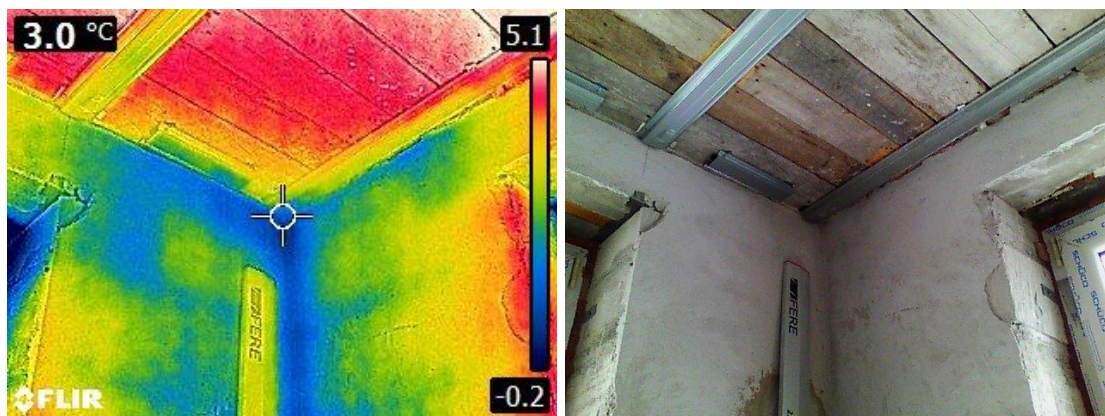
Joonis 5.35 Termokaamera foto (vasakul) ja tavafoto (paremal) akna ülemisest nurgast (autori fotod)

Välisõhutamperatuur -6°C ja siseõhutamperatuur 20°C



Joonis 5.36 Termokaamera foto (vasakul) ja tavafoto (paremal) välisseina, siseseina ja põranda liitekohast. Põranda all asub kütmata ruum (autori fotod)

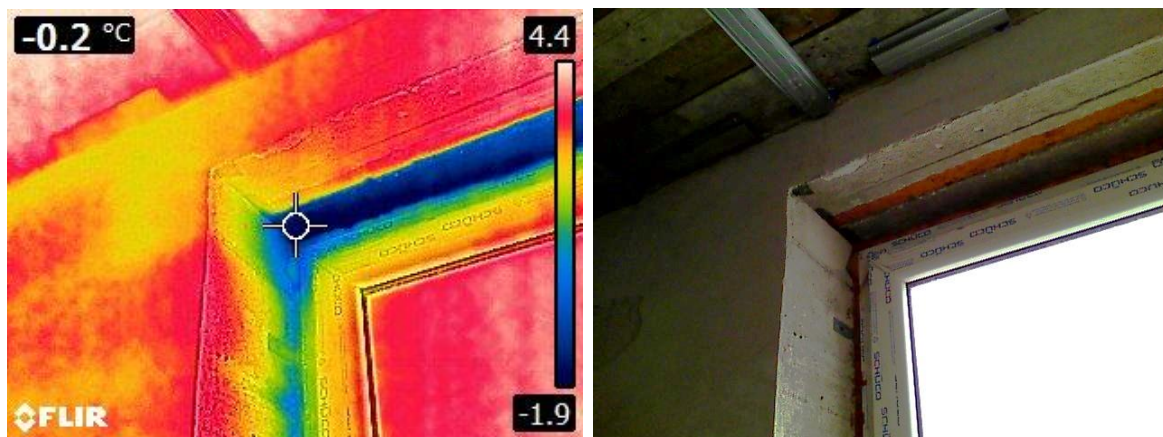
Välisõhutamperatuur -6°C ja siseõhutamperatuur 17°C



Joonis 5.37 Termokaamera foto (vasakul) ja tavafoto (paremal) kahe välisseina ja

vahelae liitekohast. Foto tehtud kütmata ruumist, mille kohal asub köetav ruum (autori fotod)

Välisõhutamperatuur -6°C ja siseõhutamperatuur 9°C



Joonis 5.38 Termokaamera foto (vasakul) ja tavafoto (paremal) akna ülemisest nurgast. Foto tehtud kütmata ruumist, mille kohal asub köetav ruum. Akna raudbetoonsillus moodustab akna kohal külmasilla (autori fotod)

Välisõhutamperatuur -6°C ja siseõhutamperatuur 9°C



Joonis 5.39 Termokaamera foto (vasakul) ja tavafoto (paremal) hoone välisvaatest (autori fotod)

Välisõhutamperatuur -6°C

5.3.2 Külmasildade kriitilisuse hindamine

Külmasildade kriitilisust hinnati temperatuuriindeksi (f_{Rsi}) kaudu.

Sisepinna temperatuuriindeks iseloomustab hoone välispiirde soojuslikku kvaliteeti [44] ja selle abil saab hinnata hallituse ja kondensaadi tekkimise ohtu.

Sisepinna temperatuuriindeksi arvutamisel juhitud standardist EVS-EN ISO 10211:2017 [56].

Tabelis 5.6 on välja toodud temperatuuriindeksite piirsuurused, millest lähtuvalt peaks rekonstrueerimisjärgse lahenduse temperatuuriindeksi piirsuurus $f_{Rsi, min}$ olema $\geq 0,8$.

Tabel 5.6 Temperatuuriindeksite piirsuurused Eestis hoonete projekteerimisel ja soojusliku kvaliteedi hindamisel [44]

Niiskusklass	Temperatuuriindeksi piirsuurus $f_{Rsi, min}$	
	Uued hooned ja rekonstrueeritud hooned	Enne 2000. aastat ehitatud või rekonstrueeritud hooned olemasoleva olukorra hindamiseks
3	$\geq 0,8$	$\geq 0,8$
≤ 2	$\geq 0,8$	$\geq 0,65$

Temperatuuriindeksi arvutused

Sisepinna temperatuuriindeks arvutati kuues hoone sõlmes:

- 1) välisseina ja pööninglae liitepunktis;
- 2) väikse rõdu plaadi, välisseina ja põranda liitepunktis;
- 3) suure rõdu plaadi ja välisseina liitepunktis;
- 4) veranda kohale jääva siseruumi põranda ja sein liitepunkt 1 (rekonstrueerimislahenduse järgi muutetakse veranda kinniseks ruumiks);
- 5) veranda kohale jääva siseruumi põranda ja sein liitepunkt 2 (rekonstrueerimislahenduse järgi muutetakse veranda kinniseks ruumiks);
- 6) välisseinte ja vahelae liitepunktis

Sisepinna temperatuuriindeks sisepinna soojustakistusel R_{si} - [56]

$$f_{R_{si}} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{int} - \theta_e}, \quad (5.14)$$

kus

θ_{si} - sisepinna temperatuur vaadeldavas punktis, °C

θ_e - välisõhutemperatuur, °C

θ_{int} - sisetemperatuur, °C.

Temperatuuriindeksi arvutamisel ei tohi viga olla suurem kui 0,005 [56].

Temperatuuriindeksi arvutamisel võeti välisõhutemperatuuriks -10°C ja sisetemperatuuriks 20 °C.

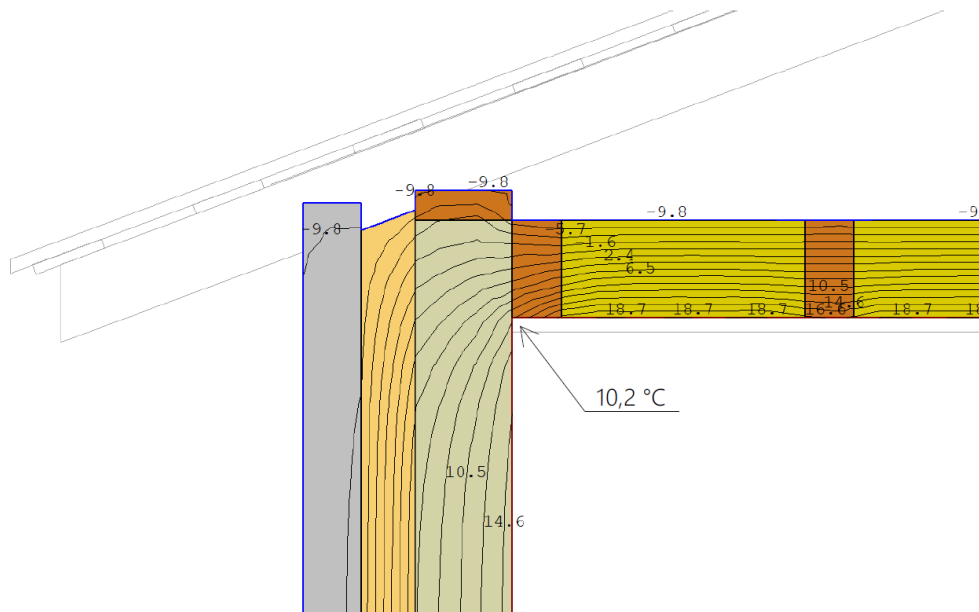
Tarkavaraga THERM 7.8.57 arvutati ja visualiseeriti hoone sõlmedes toimuvat soojusvoo liikumist. THERM is joonestati konstruktsiooni sõlm, määrati sõlme kõikidele materjalidele nende soojuserijuhtivused, pindadele soojustakistused ja temperatuurid. Selle põhjal genereeris tarkvara soojusvoolu liikumise läbi tarindi, mis visualiseerus isotermidena. THERMi abil määrati sisepinna temperatuur kindlas valitud punktis ja leitud temperatuuri kasutati temperatuuriindeksi arvutustes.

Välispinna soojustakistuse R_{se} väärtuseks on võetud 0,04 m²·K/W. Temperatuuriindeksi arvutamisel võetakse sisepinna soojustakistuse R_{si} väärtuseks 0,25 m²·K/W. [44]

Joonistel on punase piirjoonega märgitud sisepinnad ning sinise piirjoonega on märgitud välispinnad.

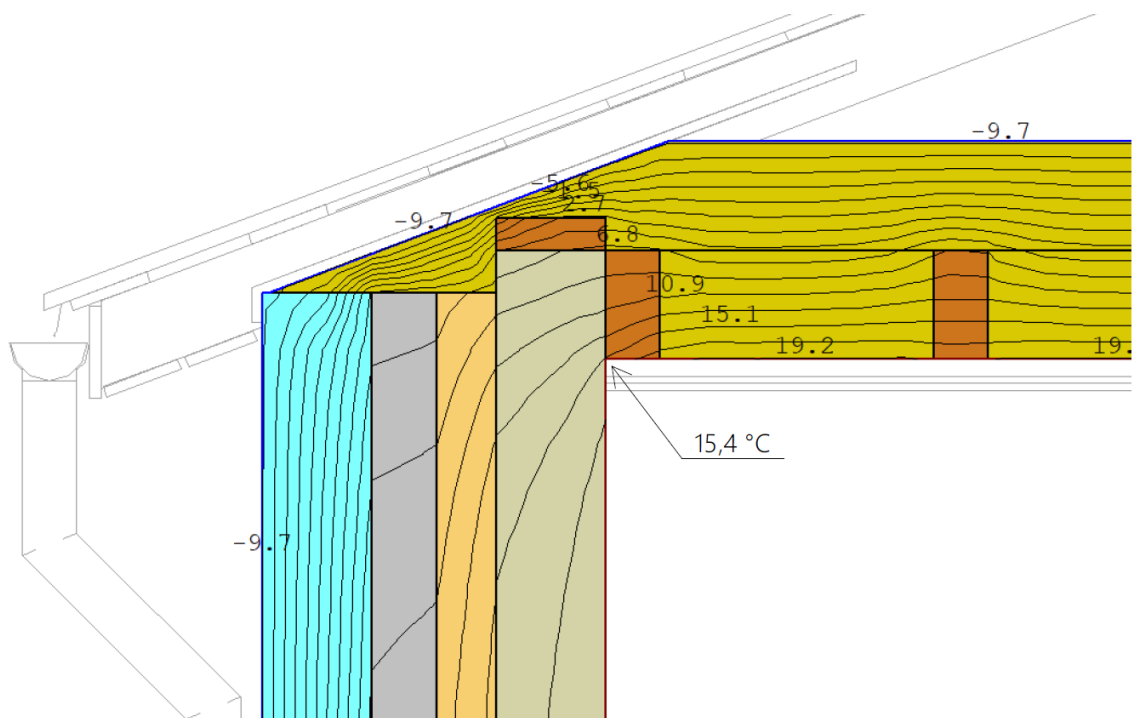
Liitekohtade täpsem konstruktsioon on toodud sõlmede inventariseerimis- ning rekonstrueerimisjoonistel, mis on lisatud antud lõputöö graafilises osas.

Järgnevalt on välja toodud THERM 7.8.57 tarkvaras koostatud mudelite tulemused koos sisepinna temperatuuridega tarindite nurkades ja sisepinna temperatuuriindeksitega ($f_{R_{si}}$). Sisepinna temperatuuriindeksid arvutati MS Excel tabelarvutusprogrammi abil



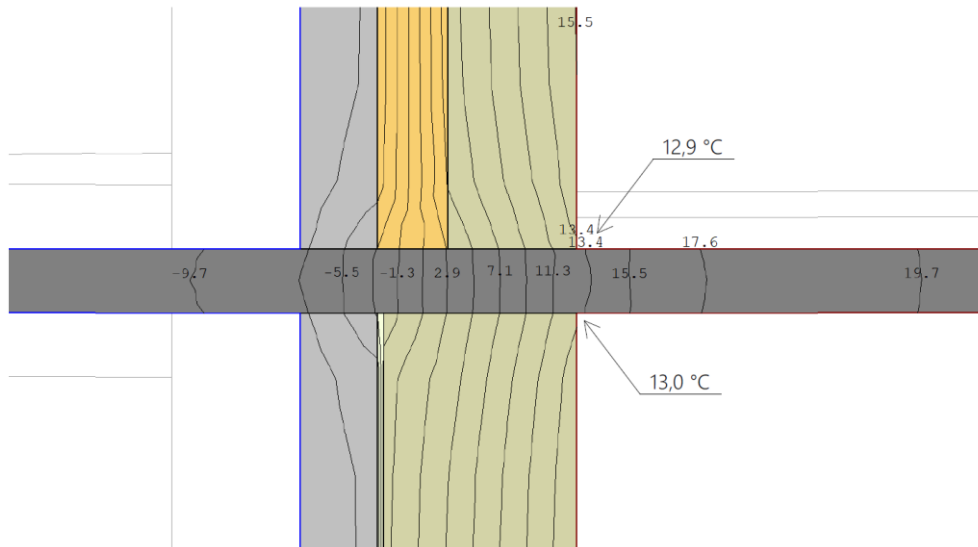
Joonis 5.40 Räästasõlm, olemasolev olukord

$f_{Rsi} = 0,673$ – kolmanda korruse lae nurk



Joonis 5.41 Räästaõlm, rekonstrueerimislahendus

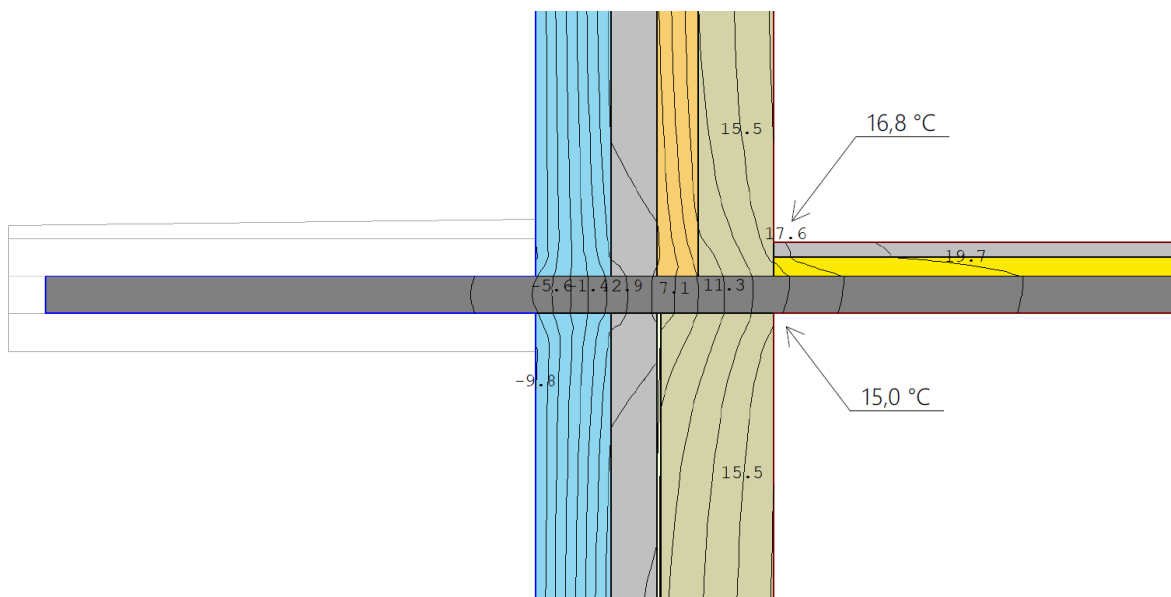
$f_{Rsi} = 0,847$ – 3. korruse lae nurk



Joonis 5.42 Väikse rõdu sõlm, olemasolev olukord

$f_{Rsi} = 0,763$ – 2. korruse põranda nurk

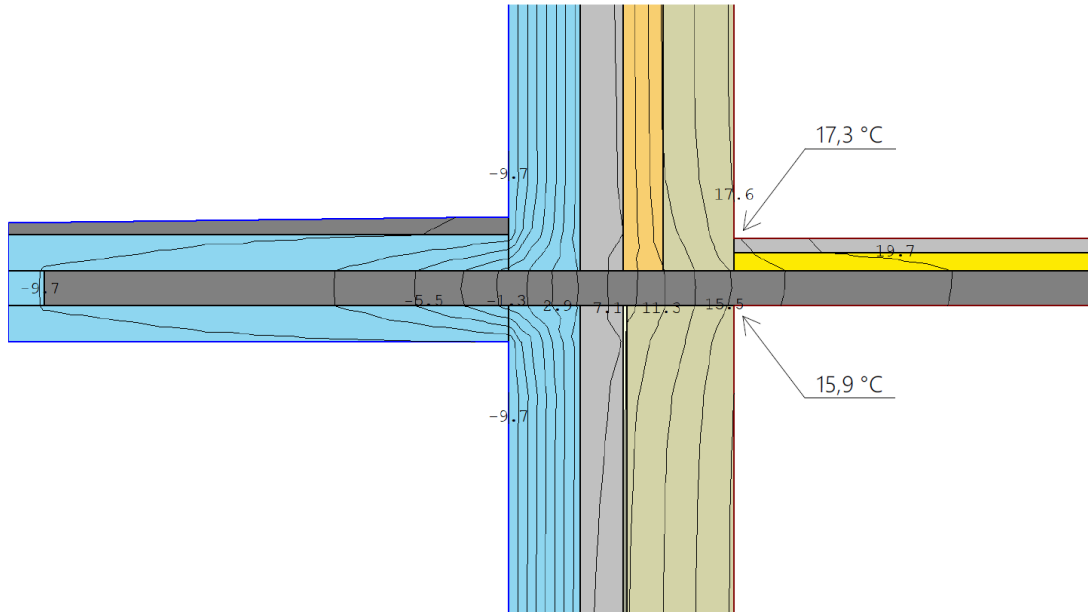
$f_{Rsi} = 0,767$ – 1. korruse lae nurk



Joonis 5.43 Väikse rõdu sõlm, rekonstrueerimislahendus V1

$f_{Rsi} = 0,893$ – 2. korruse põranda nurk

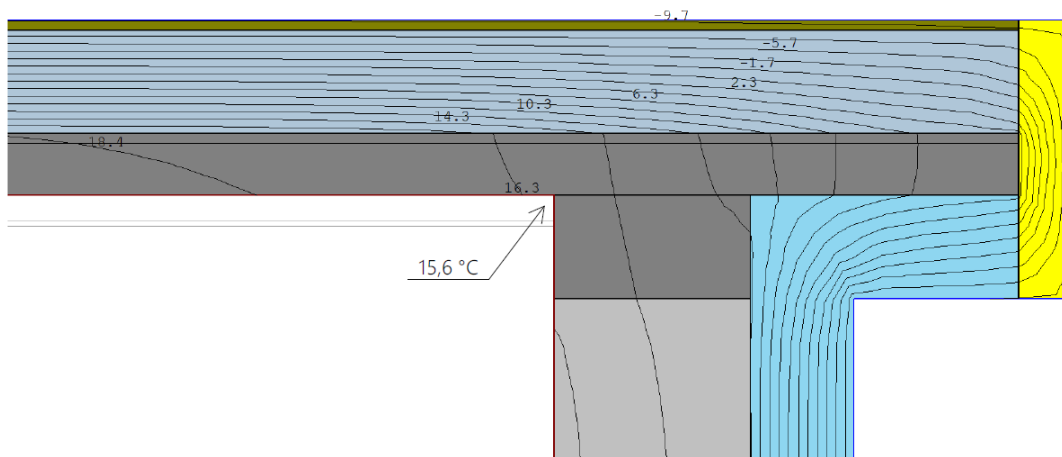
$f_{Rsi} = 0,833$ – 1. korruse lae nurk



Joonis 5.44 Väikse rõdu sõlm, rekonstrueerimislahendus V2

$f_{Rsi} = 0,910$ – 2. korruse põranda nurk

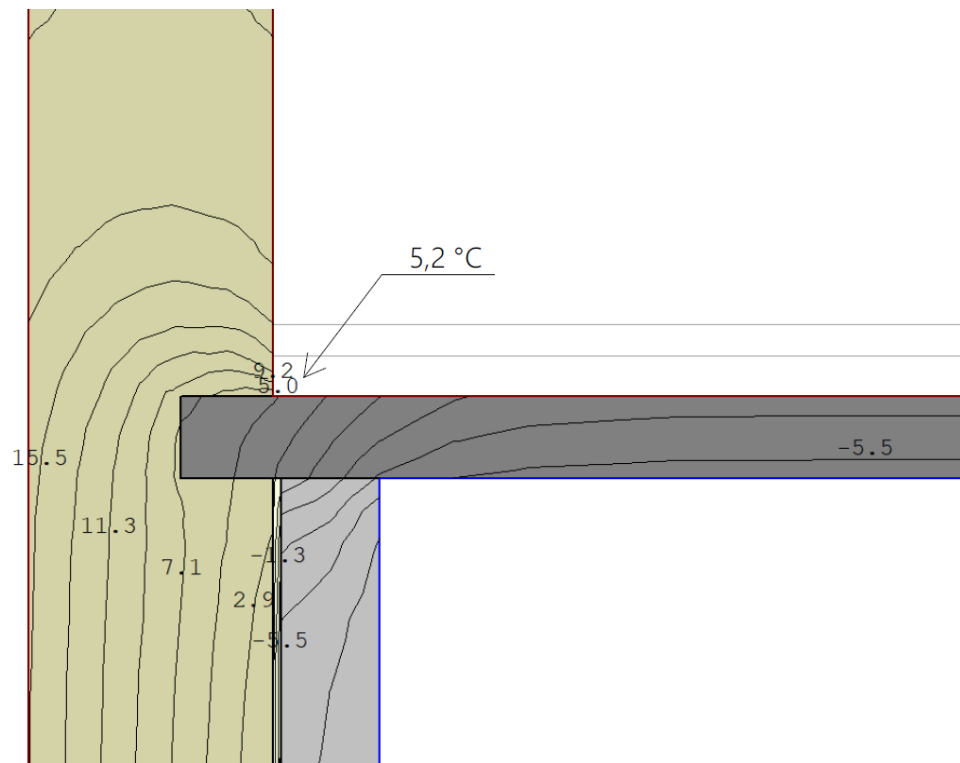
$f_{Rsi} = 0,863$ – 1. korruse lae nurk



Joonis 5.45 Kolmanda korruse suure rõdu sõlm, rekonstrueerimislahendus

$f_{Rsi} = 0,853$ – 2. korruse lae nurk

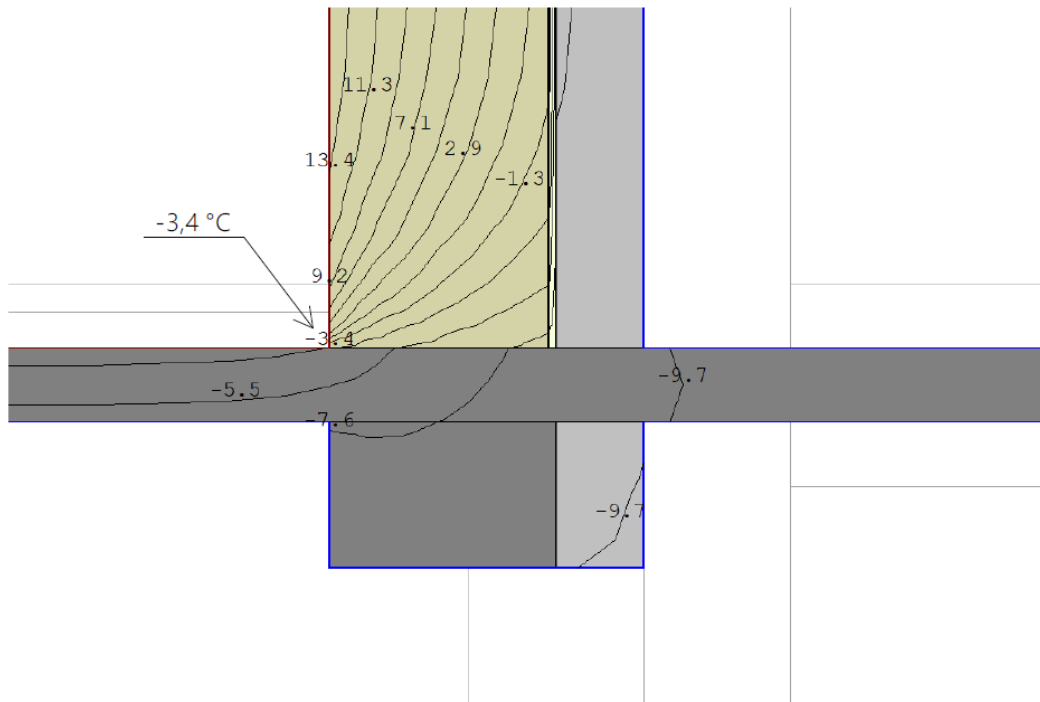
Kolmanda korruse suure rõdu sõlme olemasoleva olukorra sisepinna temperatuuriindeksit ei arvutata, kuna rõdu all asub veranda (välisõhk).



Joonis 5.46 Veranda lae sõlm, olemasolev olukord

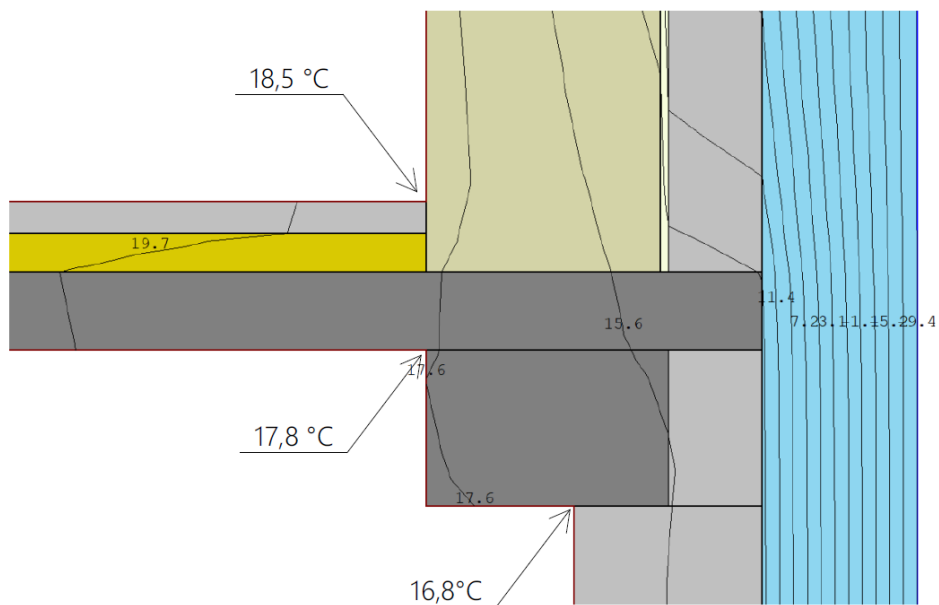
$f_{Rsi} = 0,507$ – 2. korruse põranda siseseinaäärne nurk

2. korruse põranda siseseinaäärse nurga rekonstrueerimislahenduse sisepinna temperatuuriindeksit pole vaja eraldi arvutada, kuna uue lahenduse järgi jääb antud sõlm täielikult sisepindade ümbrusesse, seega $f_{Rsi}=1$.



Joonis 5.47 Veranda lae sõlm, olemasolev olukord

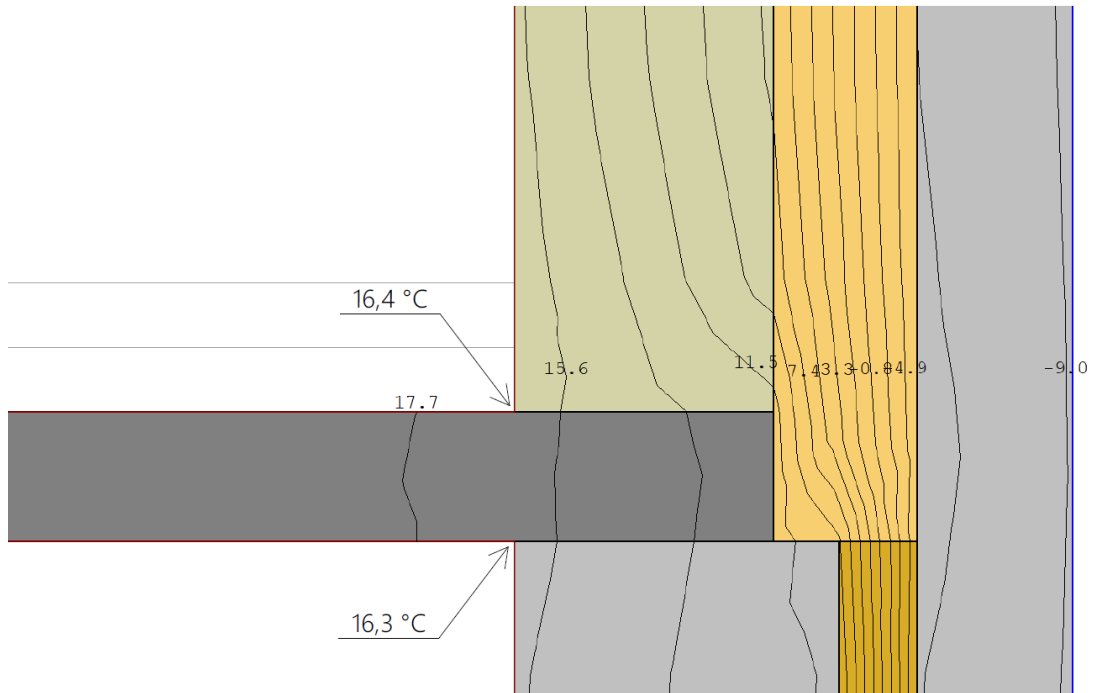
$f_{Rsi} = 0,220$ – 2. korruse põranda välisseinaäärne nurk



Joonis 5.48 Veranda lae sõlm, rekonstrueerimislahendus

$f = 0,950$ – 2. korruse põranda välisseinaäärne nurk

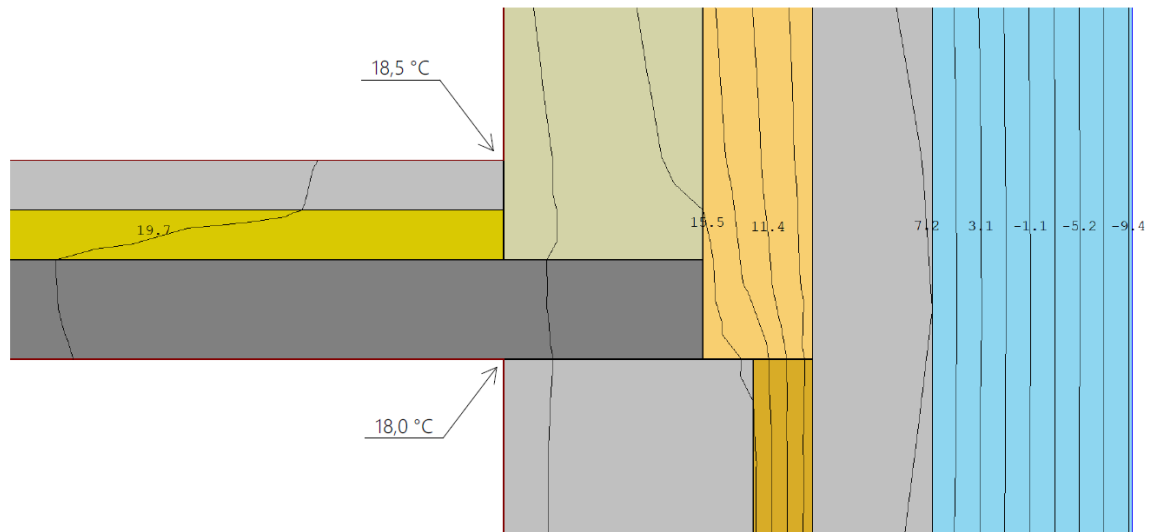
$f_{Rsi} = 0,893$ – 1. korruse lae välisseinaäärne nurk



Joonis 5.49 Välisein-vahelagi sõlm, olemasolev olukord

$f_{Rsi} = 0,880$ – 2. korruse põranda nurk

$f_{Rsi} = 0,877$ – 1. korruse lae nurk



Joonis 5.50 Välisein-vahelagi sõlm, rekonstrueerimislahendus

$f_{Rsi} = 0,950$ – 2. korruse põranda nurk

$f_{Rsi} = 0,933$ – 1. korruse lae nurk

Tabelis 5.7 on kokkuvõtvalt välja toodud sisepinna temperatuuriindeksi arvutamise tulemused. Rekonstrueerimislahenduste sisepinna temperatuuriindeksi väärtused on tunduvalt paremad, kui olemasoleva olukorra temperatuuriindeksid. Kõik rekonstrueerimislahenduste sisepinna temperatuuriindeksid on $\geq 0,8$. Seega on pakutud välispiirete lahendused hea soojusliku kvaliteediga ja hallituse ega kondensaadi tekkimise ohtu pole.

Väikse rõdu sõlme puhul pakuti välja kaks erinevat lahendust. Soojustamata rõduplaadiga variant 1 saavutas $f_{Rsi} \geq 0,8$ ning erinevus võrreldes soojustatud rõduplaadi lahendusega (variant 2) pole suur. Aktsepteeritavad on mõlemad lahendused, kuid soojapidavama konstruktsiooni saavutamiseks on soovitatav kasutada variandis 2 välja pakutud lahendust.

Tabel 5.7 f_{Rsi} arvutuste kokkuvõte

Jrk nr	Sõlm	Ol.olev	Uus	Ol.olev	Uus
		Sisepinna temp, °C	Sisepinna temp, °C	f(Rsi)	f(Rsi)
1	Räästasõlm: 3. korruse lae nurk	10,2	15,4	0,673	0,847
2.1	Väikse rõdu sõlm V1: 2. korruse põranda nurk	12,9	16,8	0,763	0,893
2.2	Väikse rõdu sõlm V1: 1. korruse lae nurk	13,0	15,0	0,767	0,833
2.3	Väikse rõdu sõlm V2: 2. korruse põranda nurk	12,9	17,3	0,763	0,910
2.4	Väikse rõdu sõlm V2: 1. korruse lae nurk	13,0	15,9	0,767	0,863
3	Suure rõdu sõlm: 2. korruse lae nurk	-	15,6	-	0,853
4.1	Veranda lae sõlm: 2. korruse põranda sisesseinäärne nurk	5,2	20,0	0,507	1,000
5.1	Veranda lae sõlm: 2. korruse põranda välisseinäärne nurk	-3,4	18,5	0,220	0,950
5.2	Veranda lae sõlm: 1. korruse lae välisseinäärne nurk	-	16,8	-	0,893
6.1	Välisein-vahelagi sõlm: 2. korruse põranda nurk	16,4	18,5	0,880	0,950
6.2	Välisein-vahelagi sõlm: 1. korruse lae nurk	16,3	18,0	0,877	0,933

KOKKUVÕTE

Käesolevas lõputöös on käsitletud aadressil Västriku 21, Tartu asuva elamu ajalugu, inventariseerimist, ehitustehnilist seisukorda, vastavalt seisukorra hinnangus tehtud järeldustele konstruktsioonide rekonstrueerimise lahendusi ning välisilme ja ruumiplaneeringu muutmist.

Töö on jaotatud viieks põhiosaks. Neist esimeses on välja toodud informatsioon hoone ajaloo kohta. Teises peatükis on kirjeldatud hoone inventariseerimise protsessi, mille käigus hoone mõõdistati ja joonestati. Kolmandas peatükis hinnatakse hoone tehnilist seisukorda. Neljas peatükk sisaldab arhitektuurse põhiprojekti seletuskirja koos valitud sõlmlahendustega ning viies peatükk keskendub väliskonstruktsioonide soojus- ja niiskustehnilistele arvutustele.

Tehnilise seisukorra hinnang tuvastas hetkeseisu kriitilisimateks kohtadeks hoone veekahjustused, piirdetarindite vähese soojapidavuse ja külmasillad. Nende kitsaskohtade lahendamisele keskenduti ka hoone konstruktsioonide rekonstrueerimise lahendusi välja töötades.

Algselt ühele suurperele projekteeritud elamu jaotatakse neljaks eraldi korteriks nii, et esimesel korrusel asub esimene korter, teisel korrusel asub kaks korterit ning kolmandal korrusel on neljas korter. Koostatud rekonstrueerimisprojektijärgselt muutub ka hoone välisilme.

Hoone välisseintele projekteeriti soojusisolatsiooni-liitsüsteem ja kontrolliti soojustatud tarindite niiskustehnilist toimivust. Välja pakutud lahendus hoiab ära kondensaadi tekkimise välisseintes ja parandab märkimisväärselt piirdetarindite soojusläbivust: olemasolevate seinte soojusläbivus jääb vahemikku $0,49...2,31 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ja välisseinte rekonstrueerimisjärgne soojusläbivus on $0,14...0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Saadud soojusläbivused on vastavuses liginullenergia väikeelamute välisseinte soovitusliku soojusläbivusega.

Lõputöö käigus töötati välja kuus sõlmlahendust: soklisõlm, räästasõlm, kaks rõdu sõlme, kaetud veranda sõlm ning välissein-vahelagi sõlm. Külmasildade kriitilisust hinnati temperatuuriindeksi (f_{Rsi}) kaudu. Kõik pakutud sõlmlahendused ületasid temperatuuriindeksi piirsuurust. Seega on pakutud välispiirete lahendused hea soojusliku kvaliteediga. Enne rekonstrueerimistööd tuleks lahendada ka hoone ülejäänud sõlmed.

Magistritöö eesmärgiks oli olemasoleva hoone seisukorra kaardistamine, tänapäevastamine ja tervikuna kasutuskõlblikuks muutmine. Käesolev lõputöö on abiks samalaadsete hoonete omanikele-elanikele, kes võivad silmitsi seista sarnaste probleemidega, mis esinevad antud lõputöös käsitletaval hoonel.

SUMMARY

In this thesis, the history, inventory, and technical condition of a residential building located at Västriku 21, Tartu are examined, along with solutions for the reconstruction of structures based on conclusions drawn from the condition assessment, as well as changes to the external appearance and spatial planning. The work is divided into five main parts. The first part provides information about the history of the building, the second chapter describes the process of inventorying the building, including measurements and drawings. The third chapter evaluates the technical condition of the building, while the fourth chapter includes the explanatory memorandum of the architectural master plan with selected junction solutions. The fifth chapter focuses on thermal and moisture technical calculations for external structures.

The technical condition assessment identified water damage, poor insulation of enclosing structures, and thermal bridges as critical issues. Addressing these concerns was the main focus when developing solutions for the reconstruction of the building's structures. Originally designed for one large family, the residence is divided into four separate apartments, with the first floor housing one apartment, the second floor housing two apartments, and the third floor hosting the fourth apartment. The external appearance of the building will also change according to the developed reconstruction project.

A thermal insulation composite system was designed for the external walls, and the moisture-technical performance of insulated structures was checked. The proposed solution prevents condensation in external walls and significantly improves the thermal conductivity of enclosing structures. The thermal conductivity of existing walls ranges from 0.49 to 2.31 W/(m²·K), while the post-reconstruction thermal conductivity of external walls is 0.14 to 0.18 W/(m²·K). The obtained thermal conductivities are in line with the recommended thermal conductivity for nearly zero-energy residential external walls.

Six junction solutions were developed during the thesis: foundation junction, eaves junction, two balcony junctions, covered veranda junction, and external wall-interfloor junction. The criticality of thermal bridges was assessed through the temperature index (fR_{si}). All proposed junction solutions exceeded the temperature index limit, indicating good thermal quality for the proposed external barriers. Before reconstruction works, the remaining junctions of the building should also be addressed.

The objective of the master's thesis was to assess, modernize, and transform the current building into a fully functional state. This thesis serves as a guide for owners and residents of similar buildings who may encounter comparable challenges as those addressed in the presented work.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] *Statistikaamet. Kasutatud 16.05.2023, <https://www.stat.ee/>.*
- [2] *Projekt individuaalelamu ehitamiseks Tartus, Västriku tn nr 21 asuvale ehituskrundile. arhitekt V.Tšentropov, Tartu, 1979.*
- [3] *Eesti NSV Tartu Linna Rahvasaadikute Nõukogu Täitevkomitee otsus ehitatava individuaalelamu elamis- ja kasuliku pinna piirmäära suurendamisest. Tartu, 1978.*
- [4] *Ekspertiis ja Projekt OÜ, Vabaduse pst 16a, Tallinn ehituskonstruksioonide ekspertiis, Maari Idnurm, Tallinn 2018.*
- [5] *Riigi Teataja, Ehitusseadustik, 2015. Kasutatud 05.02.2023, <https://www.riigiteataja.ee/akt/105032015001>.*
- [6] *RKAS Hoonete tehnilise seisukorra hindamise juhend, versioon 1.0 (26.01.2018).*
- [7] *Riigi Teataja, Ehitise auditi tegemise kord, 12.10.2020 vastu võetud määrus. Kasutatud 05.03.2023, <https://www.riigiteataja.ee/akt/120102020004>.*
- [8] *Muinsuskaitse amet. Hooldus- ja remonttööd. Kasutatud 20.02.2023, <https://www.muinsuskaitseamet.ee/et/hooldus-ja-remonttööd>.*
- [9] *Tartu Linnavolikogu, Tartu linna üldplaneering 2040+, Tartu 07.10.2021. Kasutatud 20.02.2023, <https://tartu.ee/et/uldplaneering2040>.*
- [10] *Põhja-Tallinna linnaosa üldplaneering. Tallinna Strateegiakeskus. Kasutatud 09.01.2024, <https://www.tallinn.ee/et/ruumiloome/pohja-tallinna-linnaosa-uldplaneering>.*
- [11] *„Maa-ameti kaardirakendus. Kasutatud 15.03.2023, <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/geoloogia50k>,“ [Võrgumaterjal].*
- [12] *„Maa-amet. Kasutatud 23.03.2023, <https://www.maaamet.ee/egf/index.php?lht=aru&id=26129>,“ [Võrgumaterjal].*
- [13] *Muinsuskaitseamet, Sadeveesüsteem ja selle korrashoid. Kasutatud 01.04.2023, <https://www.muinsuskaitseamet.ee/et/sadeveesusteem-ja-selle-korrashoid>.*
- [14] *Muinsuskaitseamet, Hoonete biokahjustused. Kasutatud 15.03.2023, <https://www.muinsuskaitseamet.ee/et/hoonete-biokahjustused-1>.*
- [15] *Eesti Ehitusteabe Fond, RT 81-10854-et Väikeelamu vundament ning selle liitumine põranda ja seintega.*
- [16] *Ehituskeskus, RIL 107-2012: ehitiste vee- ja niiskuskaitse juhend, 2015.*
- [17] *Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga: uuringu lõpparuanne. Tallinn 2011. Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus.*
- [18] *“BSI-011: Capillarity—Small Sacrifices | Building Science Corporation.” Kasutatud 31.03.2023, <https://buildingscience.com/documents/insights/bsi-011-capillarity-small-sacrifices>.*

- [19] *EVS-EN ISO 12570:2000. Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of moisture content by drying at elevated temperature.*
- [20] *Hoonete remont ja rekonstrueerimine 3. osa. Kokku seadnud Sulev Käärid. Tallinna Tehnikakõrgkool. Tallinn 2006.*
- [21] *T. Kalamees jt. Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga. Uuringu lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikool, 2010.*
- [22] *Lembi-Merike Raado "Korrosioonikaitse ehituses" Kirjastaja: Sihtasutus Professor Karl Õigeri Stipendiumifond. Tallinn 2021.*
- [23] *Hoonete remont ja rekonstrueerimine 2. osa. Kokku seadnud Sulev Käärid. Tallinna Tehnikakõrgkool. Tallinn 2004.*
- [24] *EVS 812-3:2018. Ehitiste tuleohutus. Osa 3: Küttesüsteemid.*
- [25] *Ilmateenistus.ee. Kasutatud 14.04.2023, <https://www.ilmateenistus.ee/2009/03/kui-palju-kaalub-lumi/>.*
- [26] *Betooni pragude remont, BetoniPlast. Kasutatud 14.09.2023, <https://betoniplast.eu/betooni-remont/betooni-pragude-remont/>.*
- [27] *Aknakoda. Akende paigaldusjuhend. Kasutatud 14.04.2023, <https://aknakoda.ee/wp-content/uploads/2017/05/juhend-ee.pdf>.*
- [28] *Eluruumile esitatavad nõuded. Majandus- ja taristuministri määrus. Redaktsiooni jõustumise kp 12.07.2020.*
- [29] *Ehituseadustik. Lisa 1. Tabel ehitusteatis, ehitusprojekti ja ehitusloa kohustuslikkuse kohta.*
- [30] *EVS 932:2017 Ehitusprojekt.*
- [31] *Nõuded ehitusprojektile. Majandus- ja taristuministri 17.07.2015 a. määrus nr 97.*
- [32] *Ehitise tehniliste andmete loetelu ja arvestamise alused. Majandus- ja taristuministri 05.06.2015 a. määrus nr 57.*
- [33] *EVS 812-7:2018. Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded.*
- [34] *EVS 842:2003 Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest.*
- [35] *Riiklik ehitisregister. Kasutatud 26.03.2023, <https://livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1>.*
- [36] *E. A. T. K. Paul Klõšeiko, „Teaduslik uurimistöo projektis: „Interreg IVB Baltic Sea Region Project Co2olBricks - Climate Change, Cultural Heritage & Ene. "Muinsuskaitse all oleva koolimaja tellistest välisseina seespoolse lisasoojustuse soojus- ja niiskustehnilise toimivuse uuring",“ Tallinna Tehnikaülikool. Ehitiste projekteerimise instituut. Ehitusfüüsika ja energiatõhususe õppetool, 2013.*
- [37] *Knauf. Fassaadide soojustamine. Kasutatud 10.06.2023, <https://www.knauf.ee/et/tarindid/fassaadi-ja-soklisoojustus/fassaadisoojustus/>.*
- [38] *„Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“ LISA 1. Kinnitatud siseministri 30.03.2017 määrusega nr 1-1/17.*

- [39] Päästeamet. Ehituslike tuleohutusnõuete kokkuvõte. 2017.
- [40] Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele. Vastu võetud 30.03.2017 nr 17.
- [41] EVS 908-1:2016 Hoone piirdetarindi soojuslähivuse arvutusjuhend. Osa 1: Välisõhuga kontaktis olev lähipaistmatu piire.
- [42] Finnish Environment Institute and Finnish Meteorological Institute. Environmental dictionary. Kasutatud 01.05.2023, <https://mot.kielikone.fi/mot/entic/netmot.exe?UI=ened&height=165>.
- [43] A. Piirfeld, Tarmatrade. SOOJUSTATUD VÄLISSEINA HINGAMINE JA SELLE ARVUTUSMETOODIKA. Kasutatud 14.05.2023, <http://www.tarmatrade.ee/wp-content/uploads/2017/04/FASSAADIDE-HINGAMISE-ARVUTUS.pdf>.
- [44] EVS-EN ISO 13788:2012 Hoone elementide ja piirdetarindite soojus- ja niiskustehniline toimivus. Kriitilise pinnaniiskuse ja elemendisese kondenseerumise vältimine. Arvutusmeetodid.
- [45] „Targo Kalamees, Juha Vinha. Estonian Climate Analysis for Selecting Moisture Reference Years for Hygrothermal Calculations. Sage Publications, 2004“.
- [46] EVS-EN 16798-1:2019 Hoonete energiatõhusus. Hoonete ventilatsioon. Osa 1: Sisekeskkonna lähteandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust keskkonnast, valgustusest ja akustikast. Moodul M1-6.
- [47] EVS-EN ISO 10456:2008 EHITUSMATERJALID ja -TOOTED. Soojus- ja niiskustehnilised omadused. Tabuleeritud arvutusväärtused ja deklareeritavate ning arvutusväärtuste määramise meetodid.
- [48] Tiit Masso jt, Ehituskonstruktori käsiraamat, EHITAME kirjastus, 2014.
- [49] T. Masso, Väikemajad, Tallinn: Valgus, 1990.
- [50] L. Jürgenson, Elamuehitus I. Ehitusfüüsika ja -ökonoomika, -materjalid ja põhitariidid, Tartu: Teaduslik Kirjandus, 1949.
- [51] Weber Saint-Gobain, Weber Saint-Gobain. Weber Therm 310. Kasutatud 04.03.2023, https://www.ee.weber/files/ee/2020-12/weber.therm%20310_0.pdf.
- [52] Ceresit. CT74. Kasutatud 04.03.2023, <https://dm.henkel-dam.com/is/content/henkel/ee-ceresit-ct74-isepuhastuv-silikoonkrohv-kivike-25kg-tds-ee>.
- [53] Ceresit. CT48. Kasutatud 04.03.2023, <https://www.ceresit.ee/et/products/facade-solutions/facade-finishes/paints-finishes/ceresit-ct-48.html>.
- [54] Caparol. Amphibolin. Kasutatud 04.03.2023, <https://www.caparol.ee/tooted/vaerid/fassaadivaerid/akruelaatvaerid/amphibolin>.
- [55] EVS-EN ISO 12572:2016 Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of water vapour transmission properties - Cup method (ISO 12572:2016).

- [56] *EVS-EN ISO 10211:2017 Külmasillad hoones. Soojusvoolud ja pinnatemperatuurid. Detailed arvutused.*
- [57] *Korterelamute energiaauditite koostamise juhend. Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus, Kredex. Tallinn 2015.*
- [58] *Liginullenergia eluhooned. Väikemajad. Tallinna Tehnikaülikool ehituse ja arhitektuuri instituut, Kredex. Tallinn. Detsember 2017.*
- [59] *EVS-EN 13187:2001. Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method.*

GRAAFILINE OSA

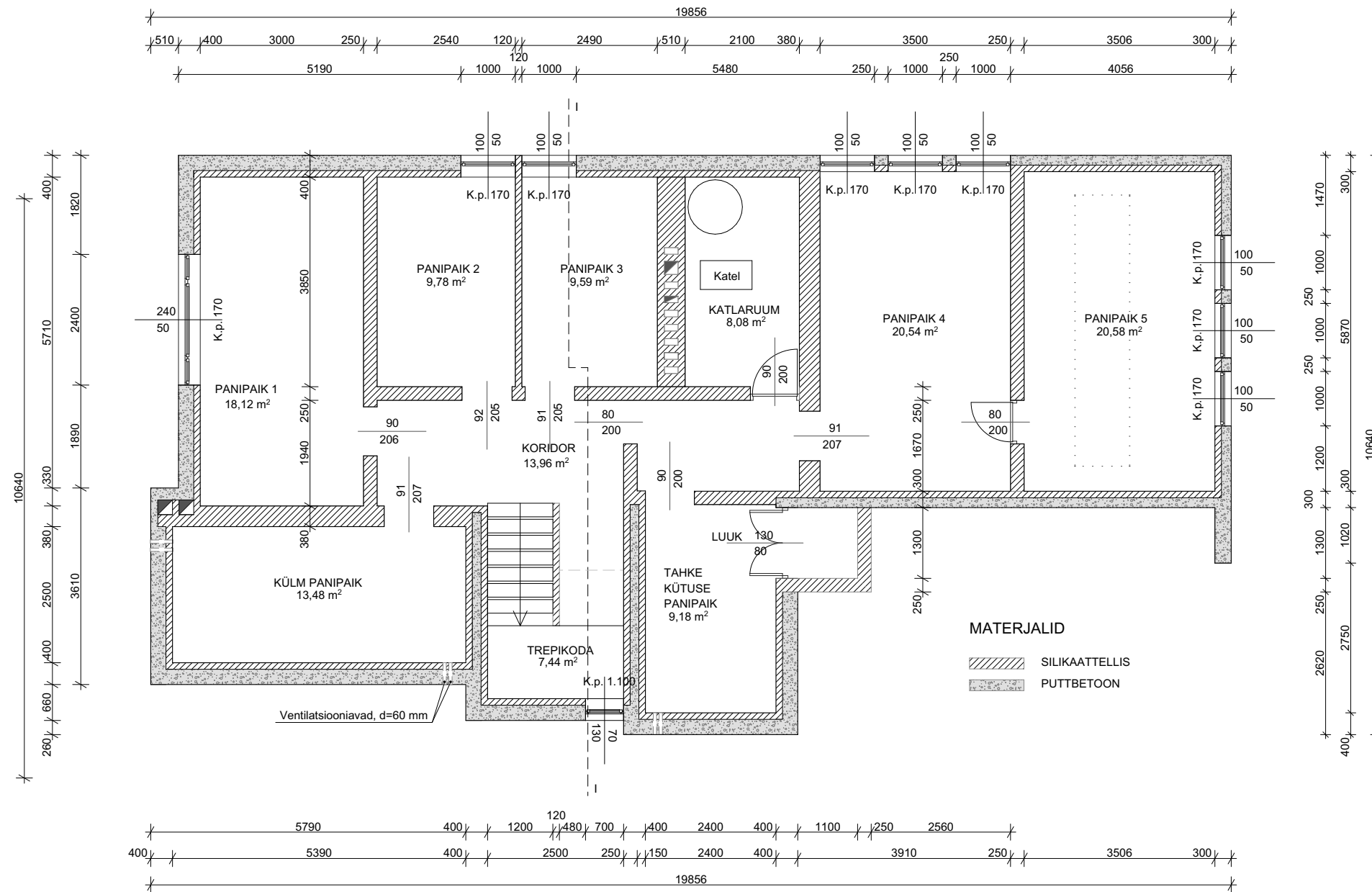
Joonise nr	Nimetus	Formaat	Mõõtkava
INVENTARISEERIMISJONISED			
I-01	Keldrikorruse plaan	A3	1:100
I-02	1. korruse plaan	A3	1:100
I-03	2. korruse plaan	A3	1:100
I-04	3. korruse plaan	A3	1:100
I-05	Lõige I-I	A3	1:75
I-06	Vaade edelast	A3	1:75
I-07	Vaade kirdest	A3	1:75
I-08	Vaade loodest	A3	1:75
I-09	Vaade kagust	A3	1:75
I-10	Soklisõlm	A4	1:20
I-11	Räästasõlm	A4	1:15
I-12	Väikse rõdu sõlm	A4	1:15
I-13	3. korruse suure rõdu sõlm	A4	1:10
I-14	Veranda lae sõlmed	A4	1:20
I-15	Väliseina ja vahelae sõlm	A4	1:20
I-16	Seinatüübid	A3	1:20

TEHNILISE SEISUKORRA JOONISED			
TS-01	Keldrikorruse plaan	A3	1:100
TS-02	1. korruse plaan	A3	1:100
TS-03	2. korruse plaan	A3	1:100
TS-04	3. korruse plaan	A3	1:100
TS-05	Vaade edelast	A3	1:75
TS-06	Vaade kirdest	A3	1:75
TS-07	Vaade loodest	A3	1:75
TS-08	Vaade kagust	A3	1:75

REKONSTRUEERIMISPROJEKTI JOONISED			
R-01	Keldrikorruse plaan	A3	1:100
R-02	1. korruse plaan	A3	1:100
R-03	2. korruse plaan	A3	1:100
R-04	3. korruse plaan	A3	1:100
R-05	Vaade edelast	A3	1:75
R-06	Vaade kirdest	A3	1:75
R-07	Vaade loodest	A3	1:75
R-08	Vaade kagust	A3	1:75
R-09	Soklisõlm	A4	1:20
R-10	Räästasõlm	A4	1:15
R-11	Väikse rõdu sõlm, V1	A4	1:15
R-12	Väikse rõdu sõlm, V2	A4	1:15
R-13	3. korruse suure rõdu sõlm	A4	1:10
R-14	Veranda lae sõlmed	A4	1:20
R-15	Väliseina ja vahelae sõlm	A4	1:20

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
0.1	PANIPAİK 1	18,12
0.2	PANIPAİK 2	9,78
0.3	PANIPAİK 3	9,59
0.4	PANIPAİK 4	20,54
0.5	PANIPAİK 5	20,58
0.6	KÜLM PANIPAİK	13,48
0.7	TAHKE KÜTUSE PANIPAİK	9,18
0.8	KATLARUUM	8,08
0.9	KORIDOR	13,96
0.10	TREPIKODA	7,44
KELDRIKORRUS KOKKU		130,75

KELDRIKORRUSE PLAAN Olemasolev olukord



**TAL
TECH**

TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Formaat:
A3

Möötkava:
1:100

Koostaja:
Sirle Kont

Joonise nr:
I-01

Joonise pealkiri:

Juhendajad:
Jiri Tintera
Aime Ruus

Joonise tüüp:
Inventariseerimisjoonis

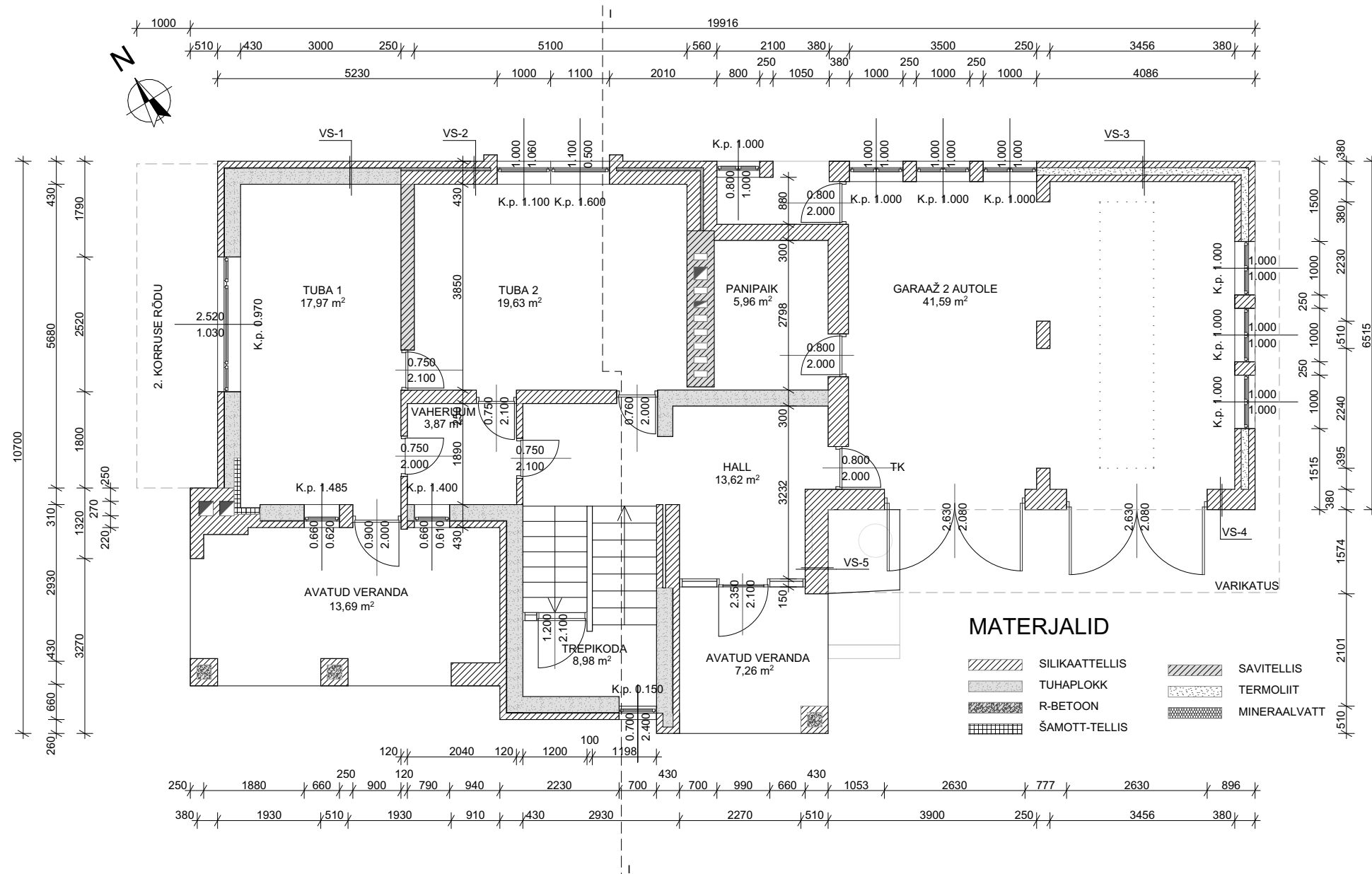
Keldrikorruse plaan

Tartu kolledž

Lõputöö pealkiri:
Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
1.1	TUBA 1	17,97
1.2	TUBA 2	19,63
1.3	VAHERUUM	3,87
1.4	HALL	13,62
1.5	PANIPAİK	5,96
1.6	GARAAŽ	41,59
1.7	TREPIKODA	8,98
1. KORRUS KOKKU		111,62

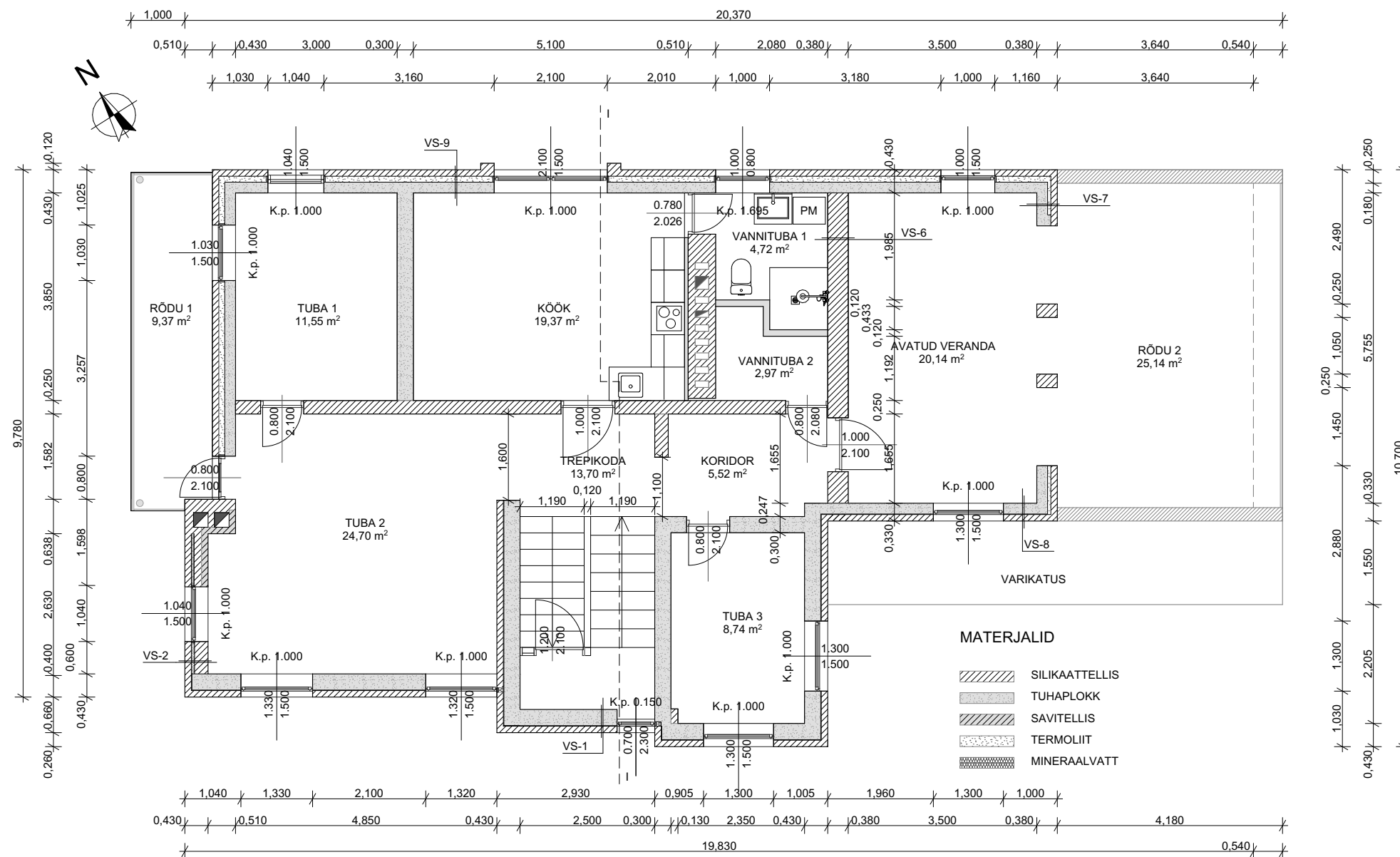
1. KORRUSE PLAAN Olemasolev olukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: I-02	Joonise pealkiri: 1. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
2.1	TUBA 1	11,55
2.2	TUBA 2	24,70
2.3	KÖÖK	19,37
2.4	TREPIKODA	13,70
2.5	KORIDOR	5,52
2.6	TUBA 3	8,74
2.7	VANNITUBA 1	4,72
2.8	VANNITUBA 2	2,97
2. KORRUS KOKKU		91,27

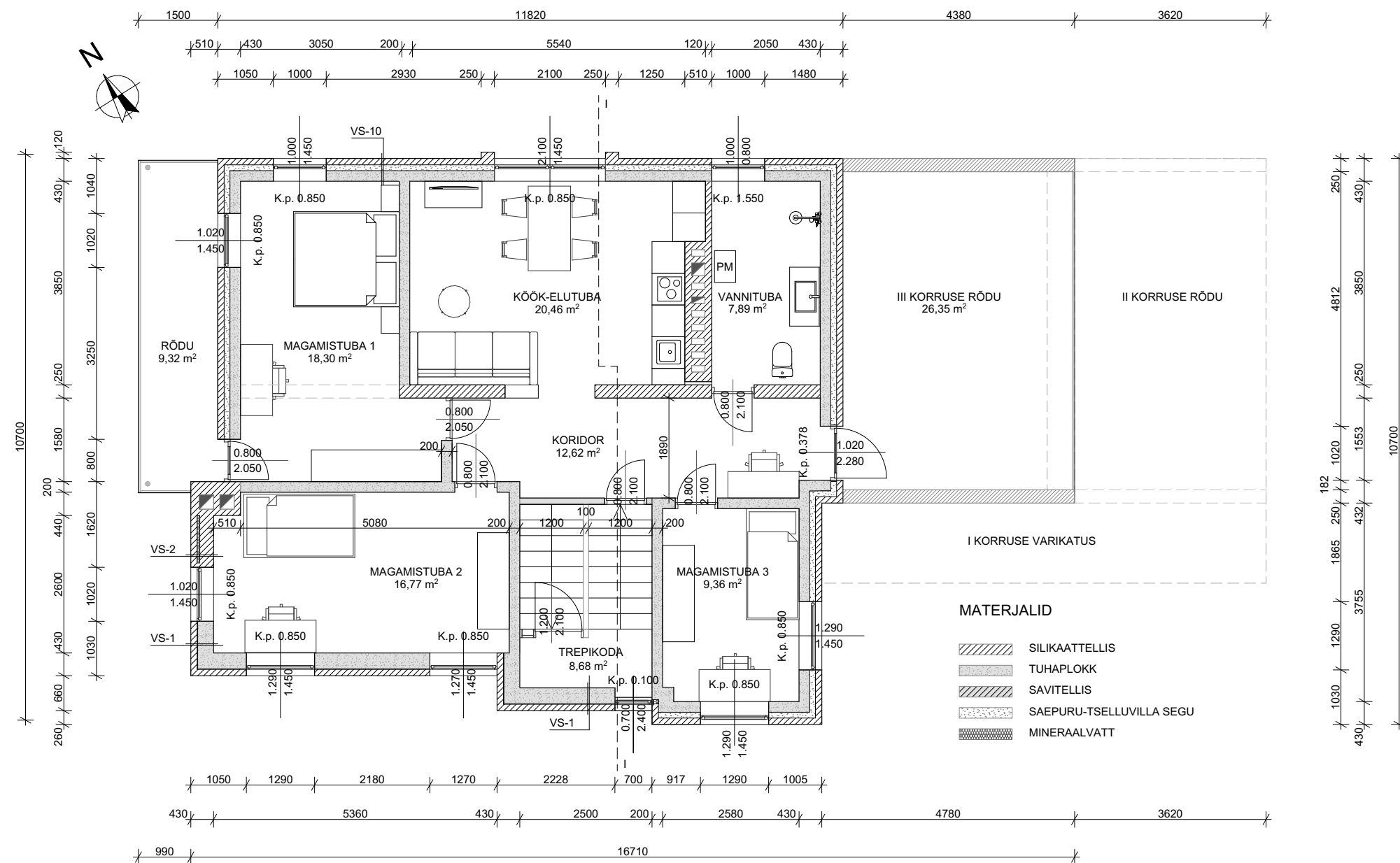
2. KORRUSE PLAAN Olemasolev olukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-03	Joonise pealkiri: 2. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

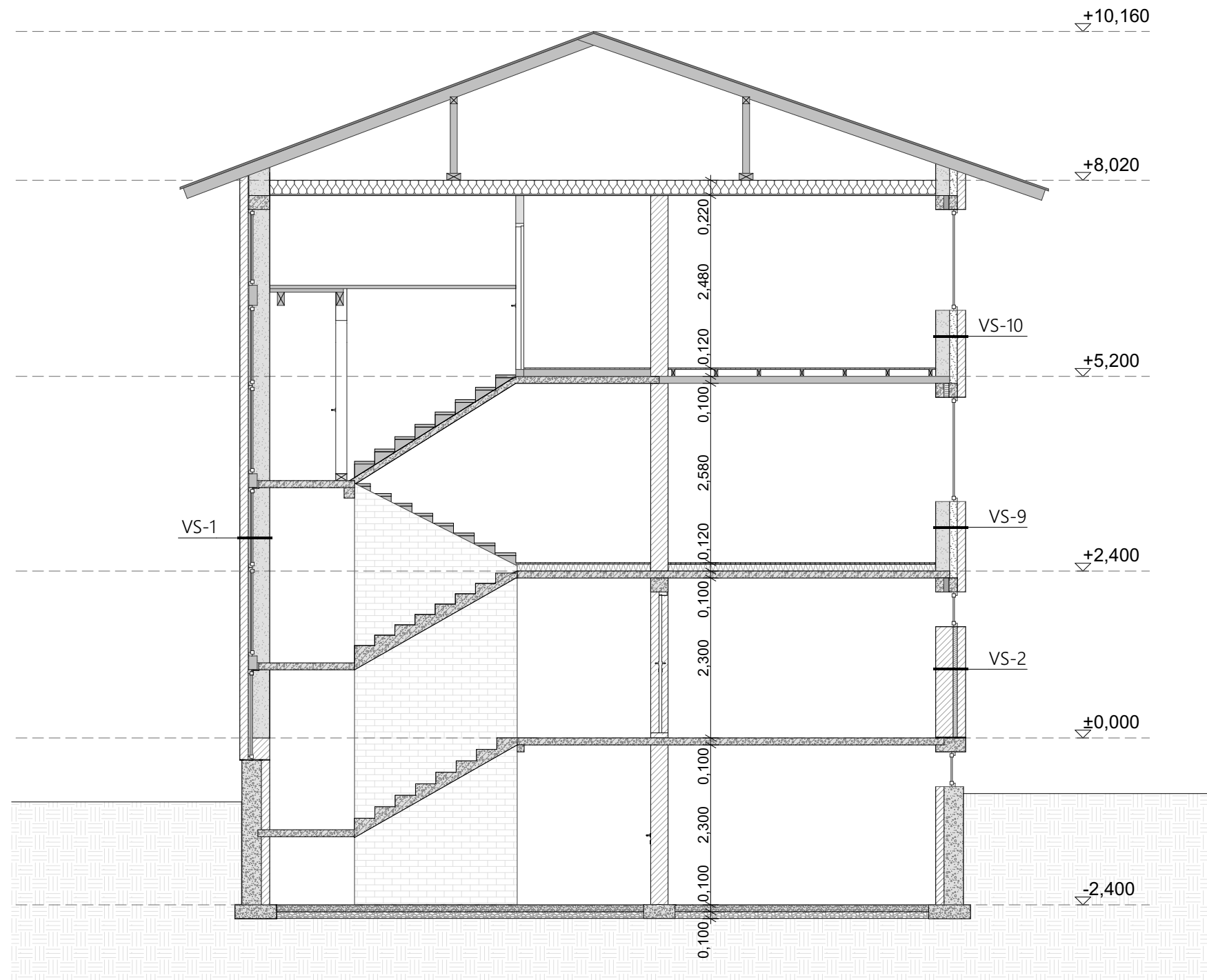
RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
3.1	MAGAMISTUBA 1	18,30
3.2	MAGAMISTUBA 2	16,77
3.3	KÖÖK-ELUTUBA	20,46
3.4	KORIDOR	12,62
3.5	TREPIKODA	8,68
3.6	MAGAMISTUBA 3	9,39
3.7	VANNITUBA	7,89
3. KORRUS KOKKU		94,11

3. KORRUSE PLAAN Olemasolev olukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-04	Joonise pealkiri: 3. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

LÕIGE I-I
Olemasolev olukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-05	Joonise pealkiri: Lõige I-I		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE EDELAST
Olemasolev olukord



MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: silikaattellisvooder, valge
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: puttbetoon, hall
4. Välisuks: puit, tumepruun
5. Rõdupiire: servamata laud, tumepruun

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: I-06	Joonise pealkiri: Vaade edelast		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

VAADE KIRDEST
Olemasolev olukord

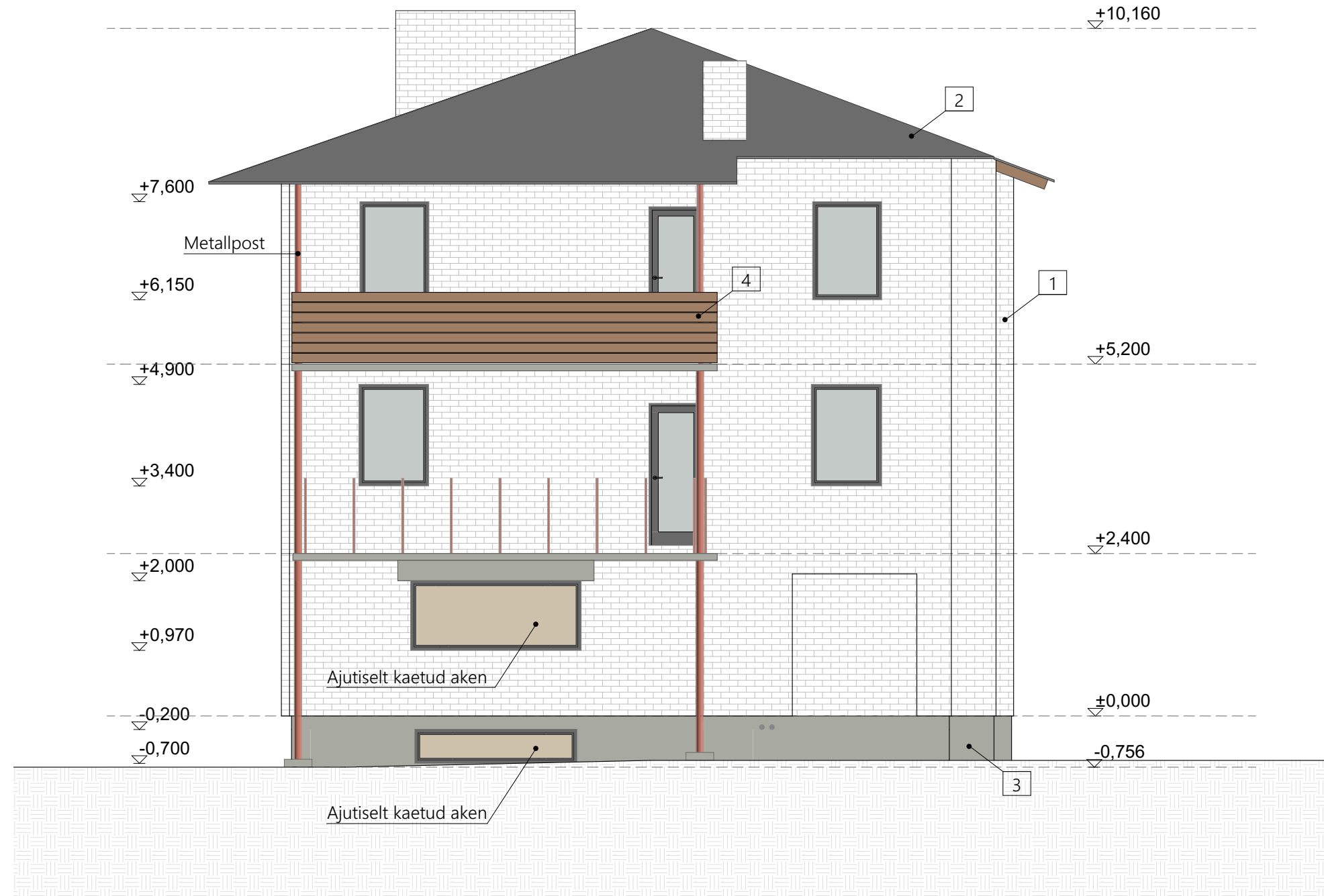


MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: silikaattellisvooder, valge
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: puttbetoon, hall
4. Rõdupiire: servamata laud, tumepruun

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-07	Joonise pealkiri: Vaade kirdest		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE LOODEST
Olemasolev olukord



MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: silikaattellisvooder, valge
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: puttbetoon, hall
4. Rõdupiire: servamata laud, tumepruun

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: I-08	Joonise pealkiri: Vaade loodest		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

VAADE KAGUST
Olemasolev olukord

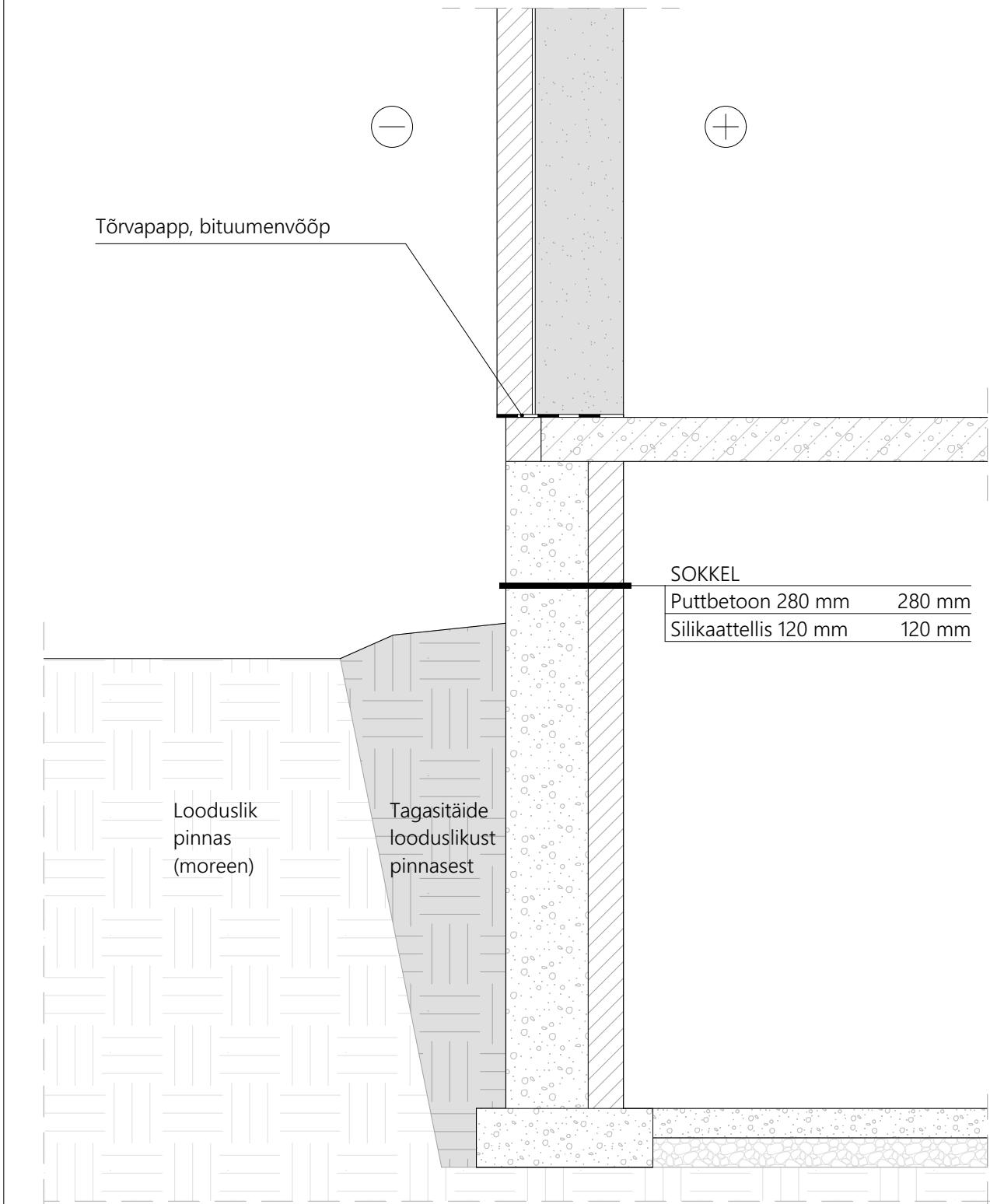


MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: silikaattellisvooder, valge
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: puttbetoon, hall
4. Rõdupiire: servamata laud, tumepruun

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-09	Joonise pealkiri: Vaade kagust		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

SOKLISÕLM
Olemasolev olukord



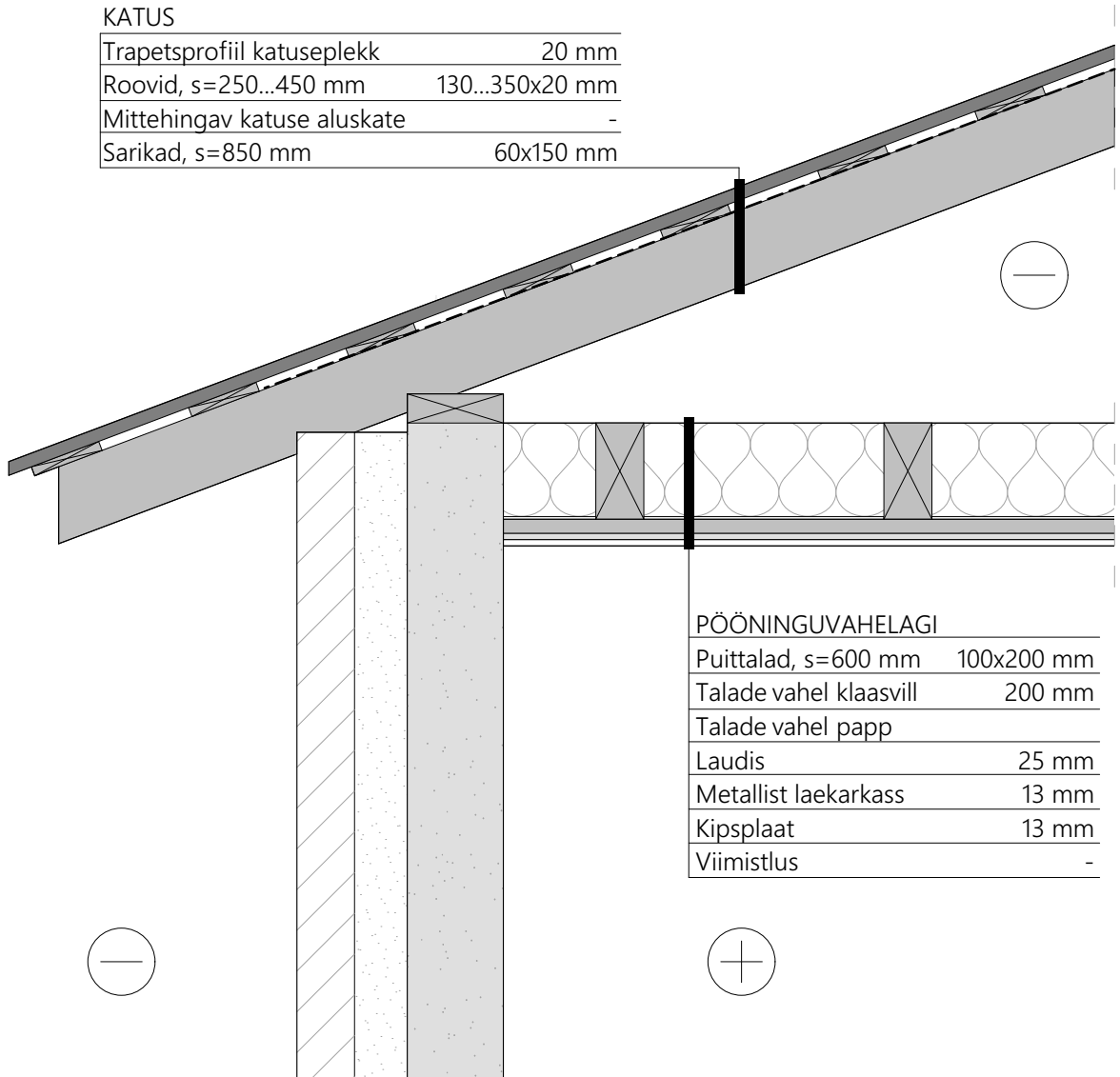
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:20
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-10	Joonise pealkiri: Soklisõlm		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

RÄÄSTASÕLM

Olemasolev olukord

KATUS

Trapetsprofiil katuseplekk	20 mm
Roovid, s=250...450 mm	130...350x20 mm
Mittehingav katuse aluskate	-
Sarikad, s=850 mm	60x150 mm



PÖÖNINGUVAHELAGI

Puitalad, s=600 mm	100x200 mm
Talade vahel klaasvill	200 mm
Talade vahel papp	
Laudis	25 mm
Metallist laekarkass	13 mm
Kipsplaat	13 mm
Viimistlus	-

**TAL
TECH**

TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Formaat:

A4

Möötkava:

1:15

Koostaja:
Sirle Kont

Joonise nr:
I-11

Joonise pealkiri:

Juhendajad:
Jiri Tintera
Aime Ruus

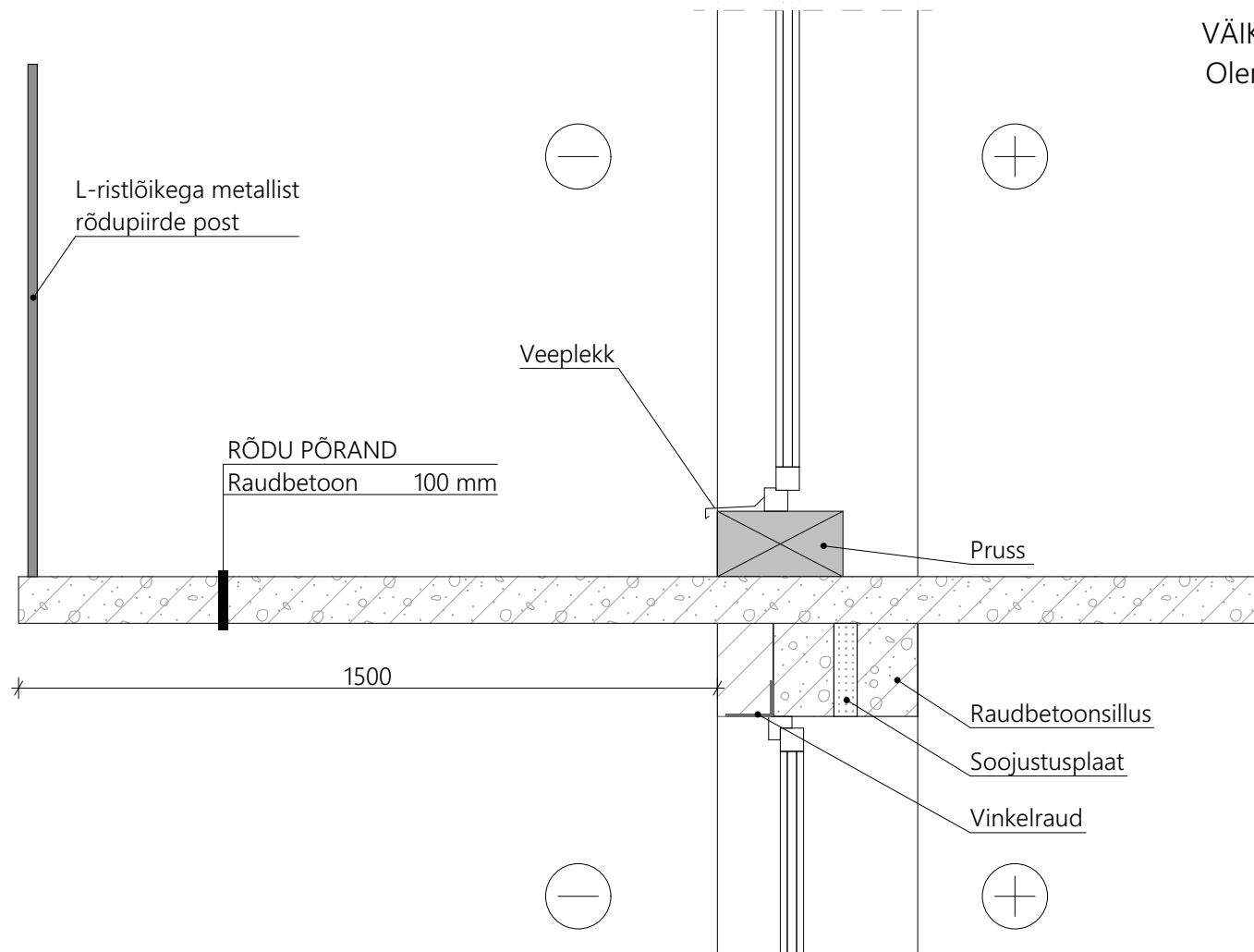
Joonise tüüp:
Inventariseerimisjoonis

Räästasõlm

Tartu kolledž

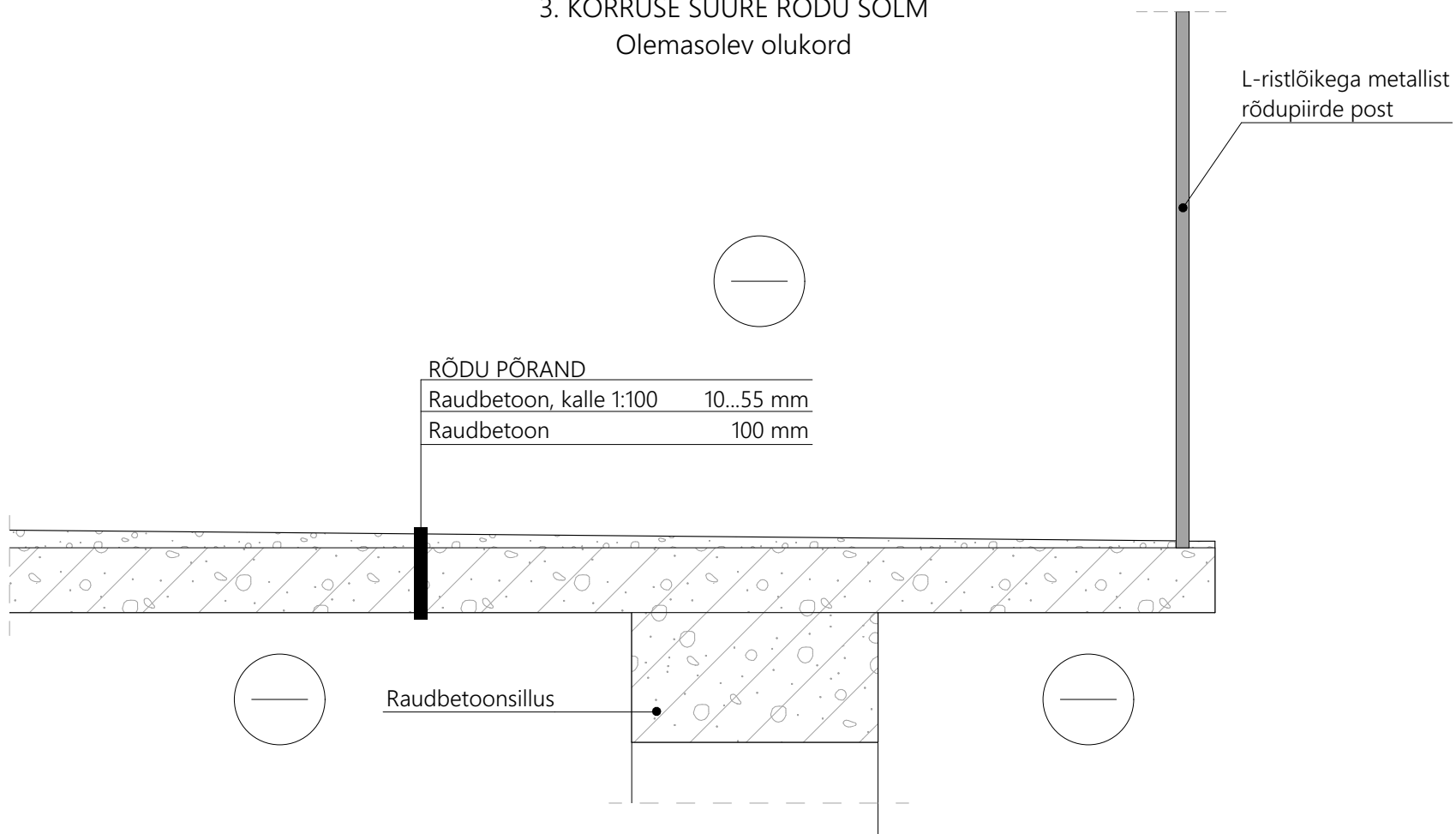
Lõputöö pealkiri:
Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt

VÄIKSE RÕDU SÕLM
Olemasolev olukord



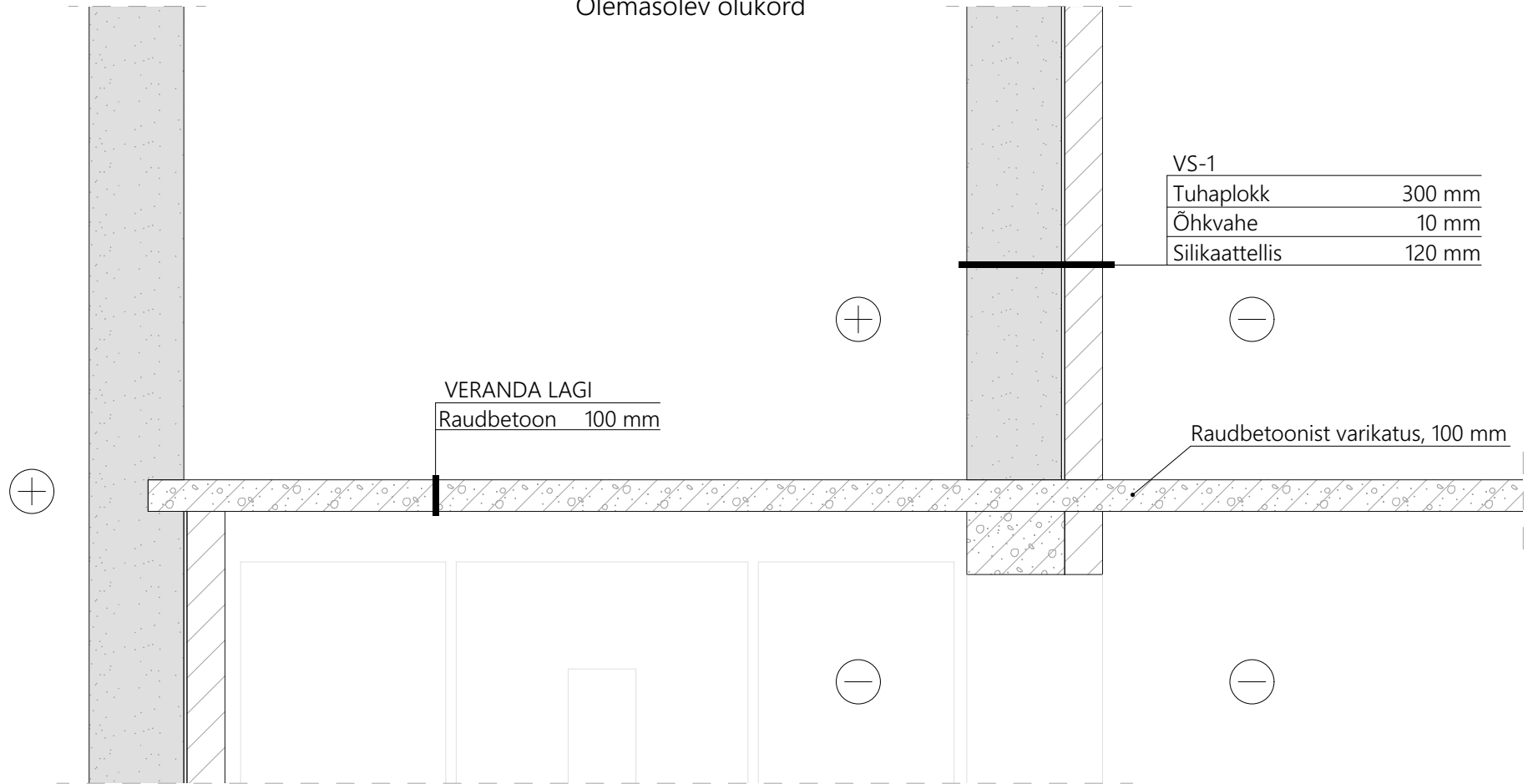
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:15
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-12	Joonise pealkiri:		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis	Väikse rõdu sõlm		
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

3. KORRUSE SUURE RÕDU SÕLM
Olemasolev olukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Mõõtkava: 1:10
Koostaja:	Sirle Kont	Joonise nr:	I-13	
Juhendajad:	Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp:	Inventariseerimisjoonis	
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri:	3. korruse suure rõdu sõlm	
		Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

VERANDA LAE SÕLMED
Olemasolev olukord



VS-1	
Tuhaplokk	300 mm
Õhkvähe	10 mm
Silikaattellis	120 mm

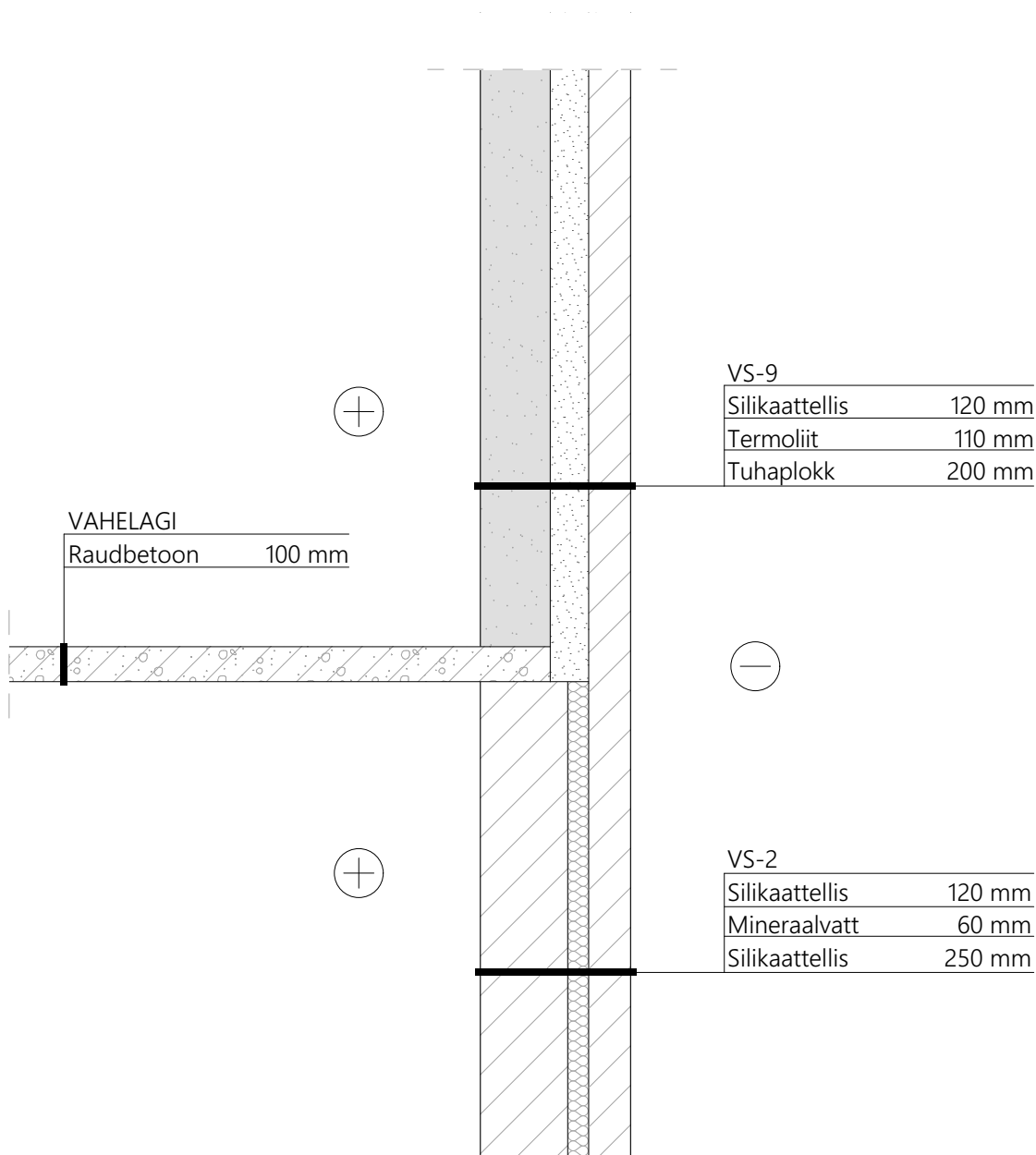
VERANDA LAGI
Raudbetoon 100 mm

Raudbetoonist varikatus, 100 mm

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:20
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-14	Joonise pealkiri: Veranda lae sõlmed		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

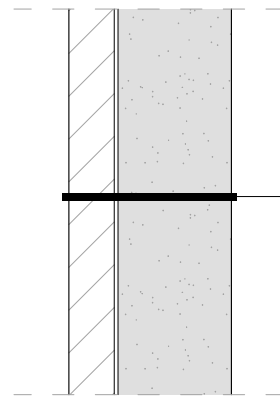
VÄLISSEIN-VAHELAGI SÕLM

Olemasolev olukord

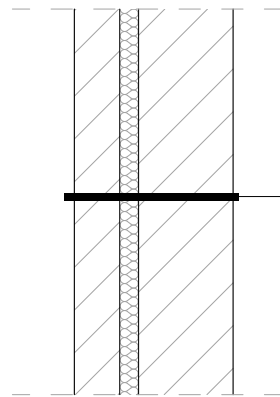


TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:20
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-15	Joonise pealkiri: Välissein-vahelagi sõlm		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

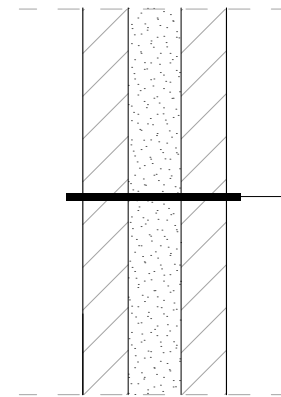
SEINATÜÜBID
Olemasolev olukord



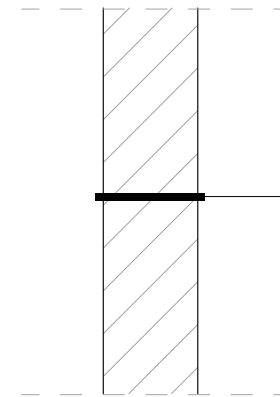
VS-1	
Silikaattellis	120 mm
Õhkvahe	10 mm
Tuhaplokk	300 mm



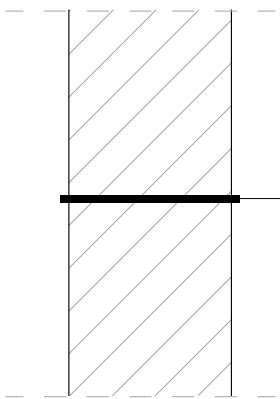
VS-2	
Silikaattellis	120 mm
Mineraalvatt	60 mm
Silikaattellis	250 mm



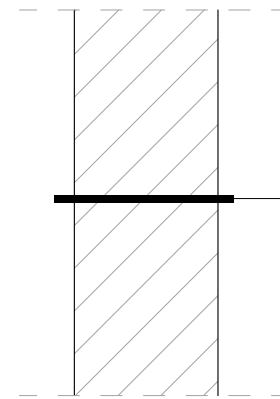
VS-3	
Silikaattellis	120 mm
Termoliit	140 mm
Silikaattellis	120 mm



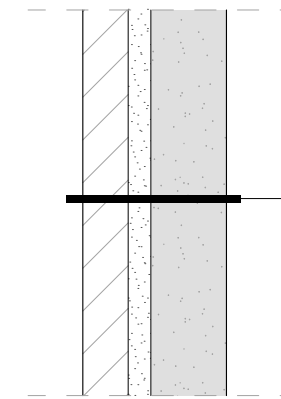
VS-4	
Silikaattellis	250 mm



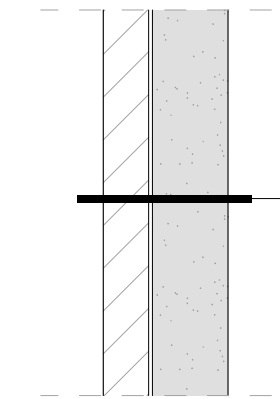
VS-5	
Silikaattellis	430 mm



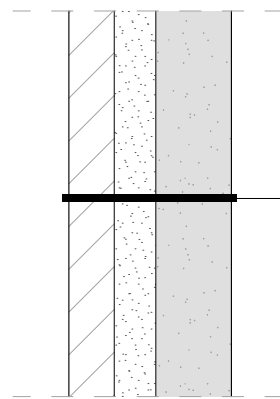
VS-6	
Silikaattellis	380 mm



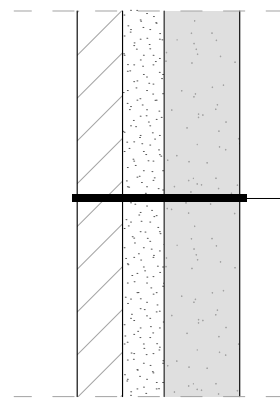
VS-7	
Silikaattellis	120 mm
Termoliit	60 mm
Tuhaplokk	200 mm



VS-8	
Silikaattellis	120 mm
Õhkvahe	10 mm
Tuhaplokk	200 mm



VS-9	
Silikaattellis	120 mm
Termoliit	110 mm
Tuhaplokk	200 mm

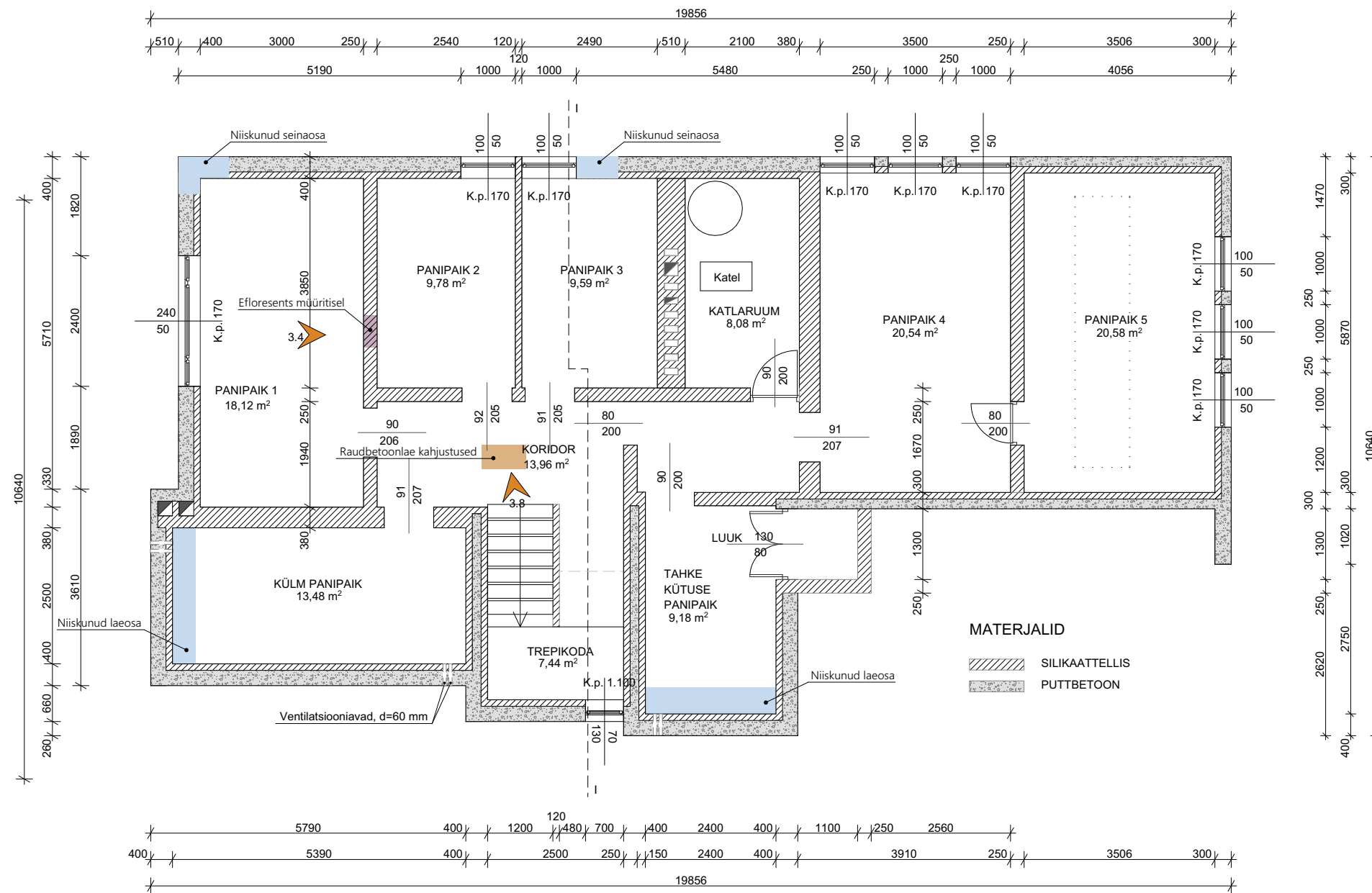


VS-10	
Silikaattellis	120 mm
Saepuru-tselluvilla segu	110 mm
Tuhaplokk	200 mm

	TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:20
	Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: I-16	Joonise pealkiri: Seinatüübid		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Inventariseerimisjoonised				
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
0.1	PANIPAIK 1	18,12
0.2	PANIPAIK 2	9,78
0.3	PANIPAIK 3	9,59
0.4	PANIPAIK 4	20,54
0.5	PANIPAIK 5	20,58
0.6	KÜLM PANIPAIK	13,48
0.7	TAHKE KÜTUSE PANIPAIK	9,18
0.8	KATLARUUM	8,08
0.9	KORIDOR	13,96
0.10	TREPIKODA	7,44
KELDRIKORRUS KOKKU		130,75

KELDRIKORRUSE PLAAN Tehniline seisukord



**TAL
TECH**

TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Formaat:
A3

Möötkava:
1:100

Koostaja:
Sirle Kont

Joonise nr.:
TS-01

Joonise pealkiri:

Juhendajad:
Jiri Tintera
Aime Ruus

Joonise tüüp:
Tehniline seisukord

Keldrikorruse plaan

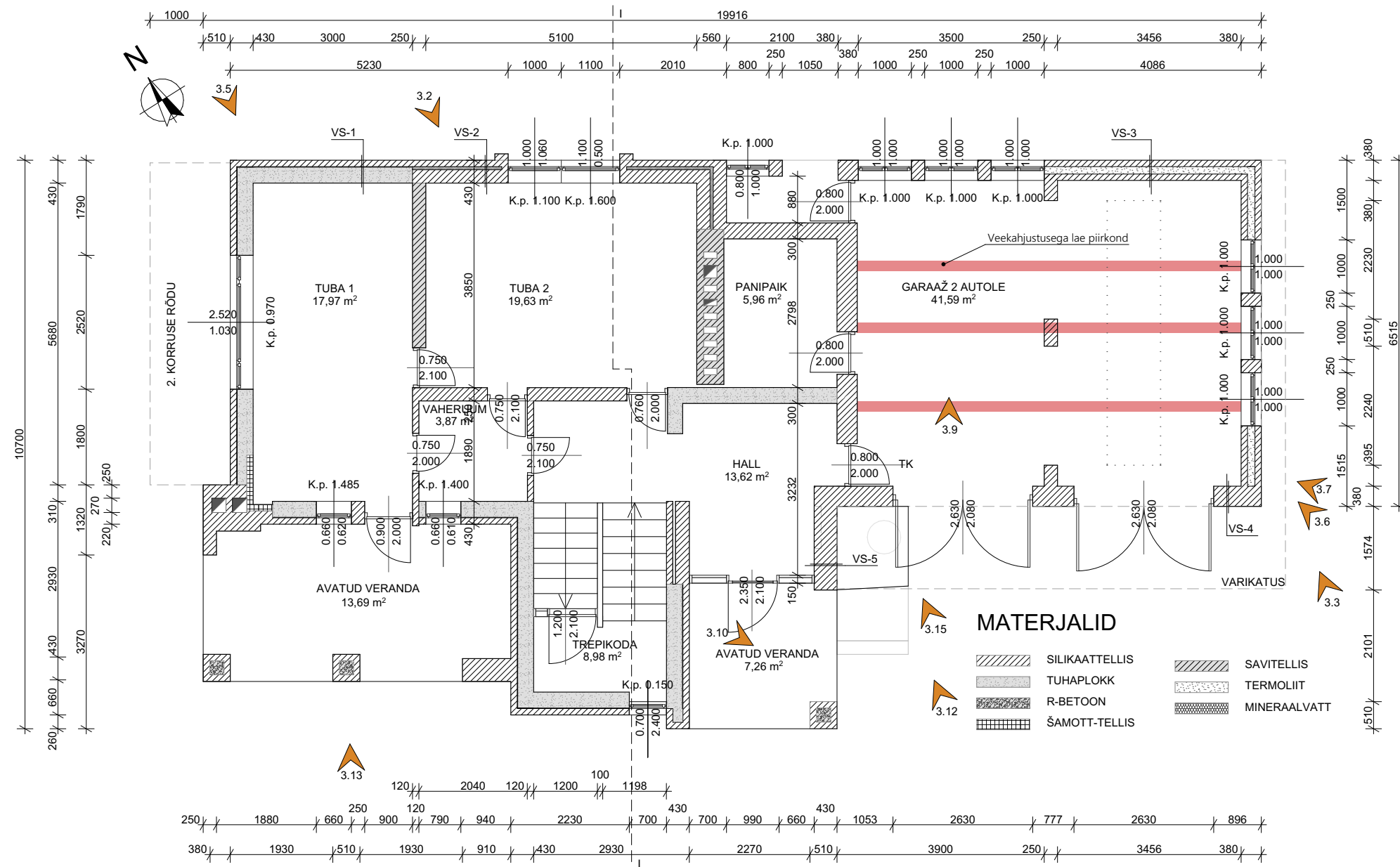
Tartu kolledž

Lõputöö pealkiri:
Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
1.1	TUBA 1	17,97
1.2	TUBA 2	19,63
1.3	VAHERUUM	3,87
1.4	HALL	13,62
1.5	PANIPAİK	5,96
1.6	GARAAŽ	41,59
1.7	TREPIKODA	8,98
1. KORRUS KOKKU		111,62

1. KORRUSE PLAAN

Tehniline seisukord



**TAL
TECH**

TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Formaat:

A3

Möötkava:

1:100

Koostaja: Sirle Kont

Joonise nr: TS-02

Joonise pealkiri:

1. korruse plaan

Juhendajad: Jiri Tintera
Aime Ruus

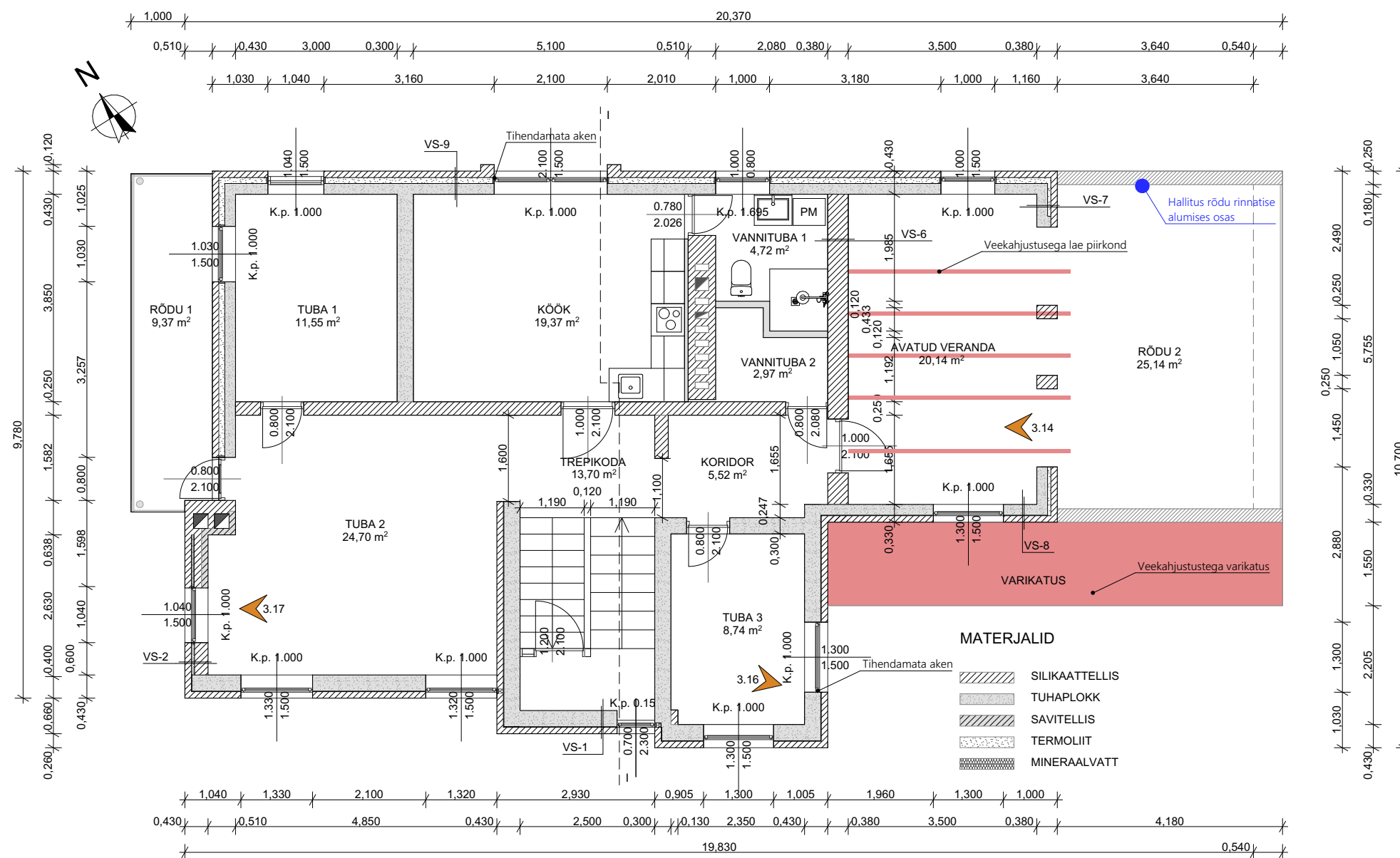
Joonise tüüp: Tehniline seisukord

Tartu kolledž

Lõputöö pealkiri:
Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
2.1	TUBA 1	11,55
2.2	TUBA 2	24,70
2.3	KÖÖK	19,37
2.4	TREPIKODA	13,70
2.5	KORIDOR	5,52
2.6	TUBA 3	8,74
2.7	VANNITUBA 1	4,72
2.8	VANNITUBA 2	2,97
2. KORRUS KOKKU		91,27

2. KORRUSE PLAAN Tehniline seisukord



**TAL
TECH**

TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Formaat:
A3

Möötkava:
1:100

Koostaja:
Sirle Kont

Joonise nr.:
TS-03

Joonise pealkiri:

Juhendajad:
Jiri Tintera
Aime Ruus

Joonise tüüp:
Tehniline seisukord

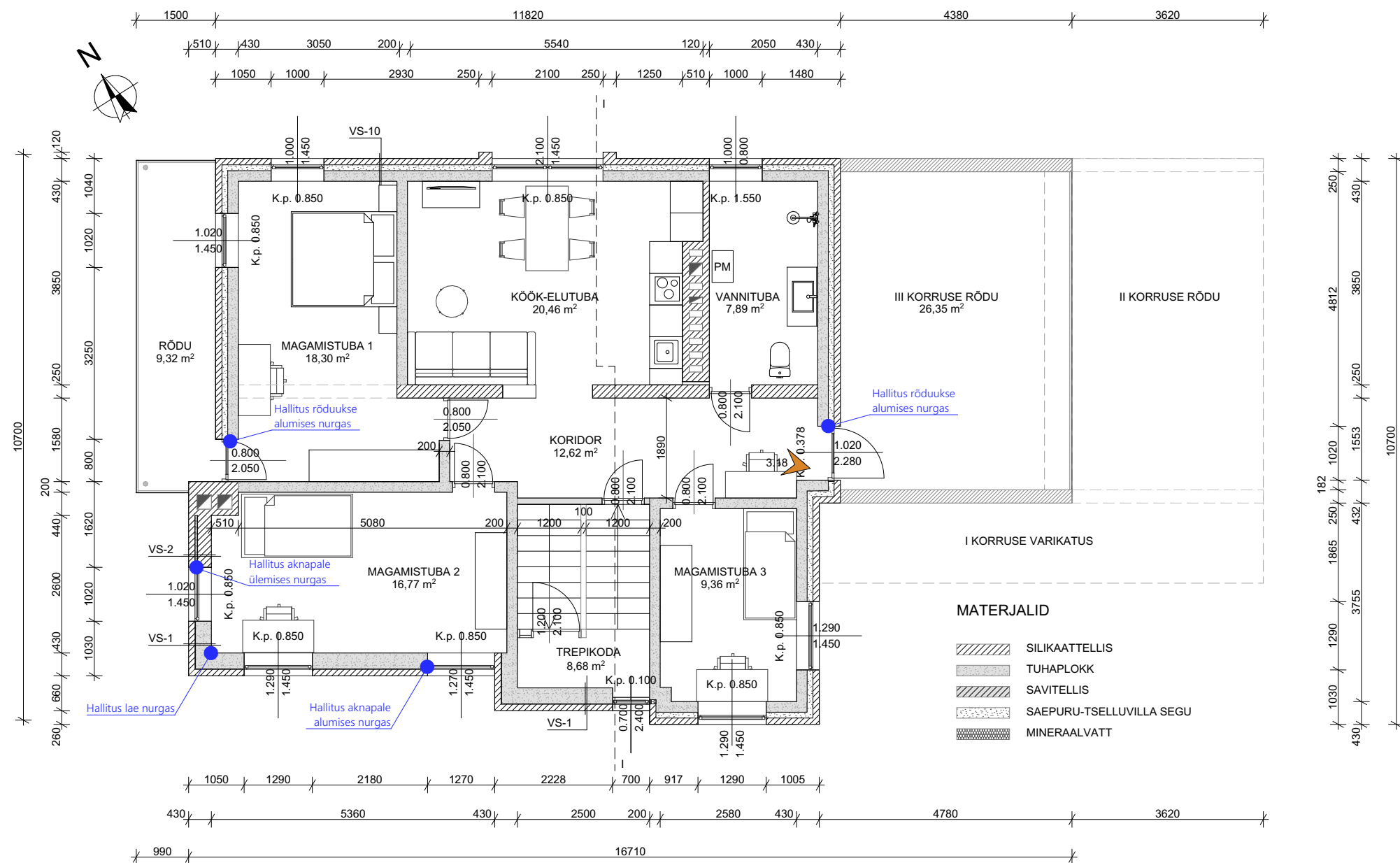
2. korruse plaan

Tartu kolledž

Lõputöö pealkiri:
Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
3.1	MAGAMISTUBA 1	18,30
3.2	MAGAMISTUBA 2	16,77
3.3	KÖÖK-ELUTUBA	20,46
3.4	KORIDOR	12,62
3.5	TREPIKODA	8,68
3.6	MAGAMISTUBA 3	9,39
3.7	VANNITUBA	7,89
3.8	3. KORRUS KOKKU	94,11

3. KORRUSE PLAAN Tehniline seisukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: TS-04	Joonise pealkiri: 3. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Tehniline seisukord			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE EDELAST
Tehniline seisukord



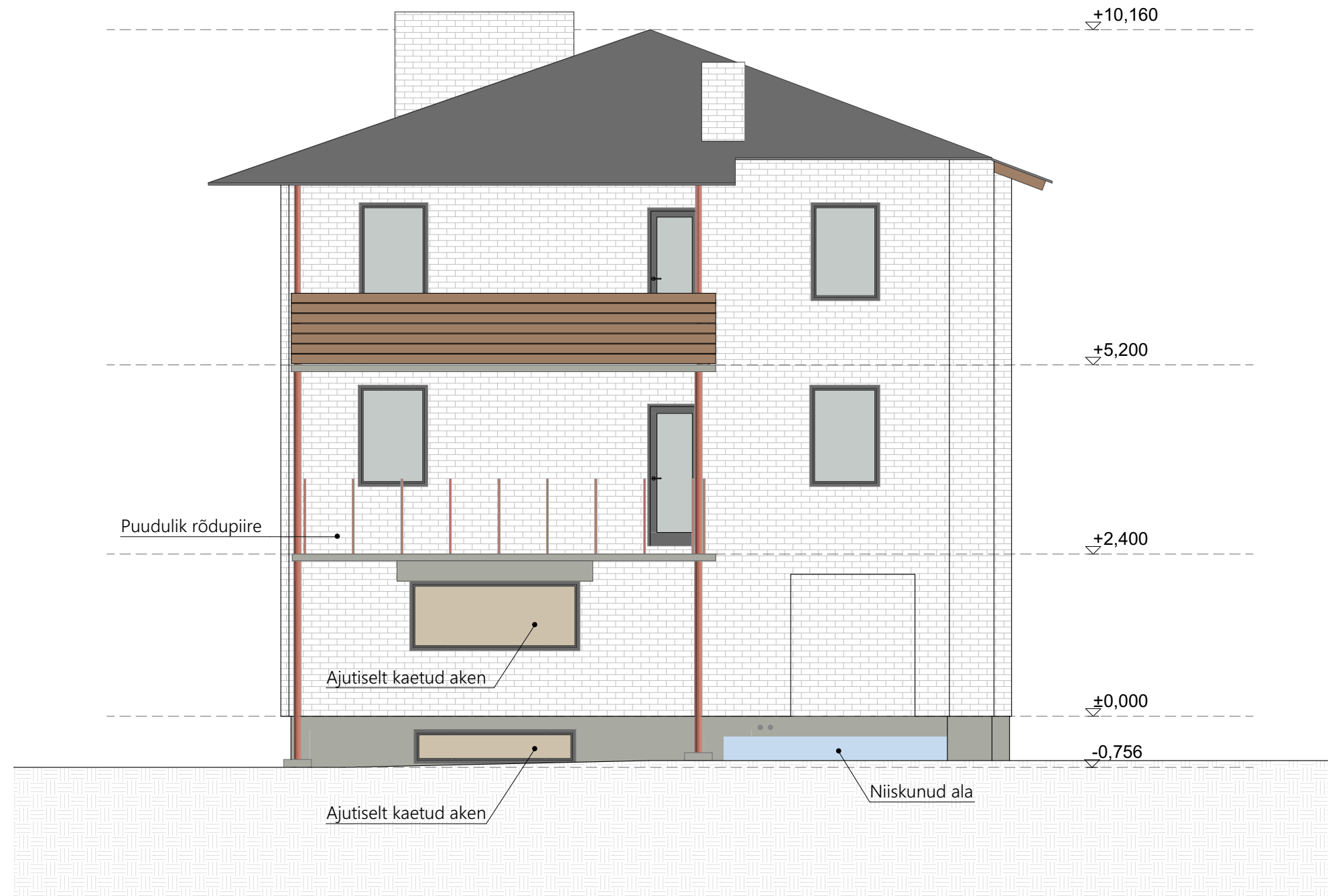
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: TS-05	Joonise pealkiri: Vaade edelast		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Tehniline seisukord			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE KIRDEST
Tehniline seisukord



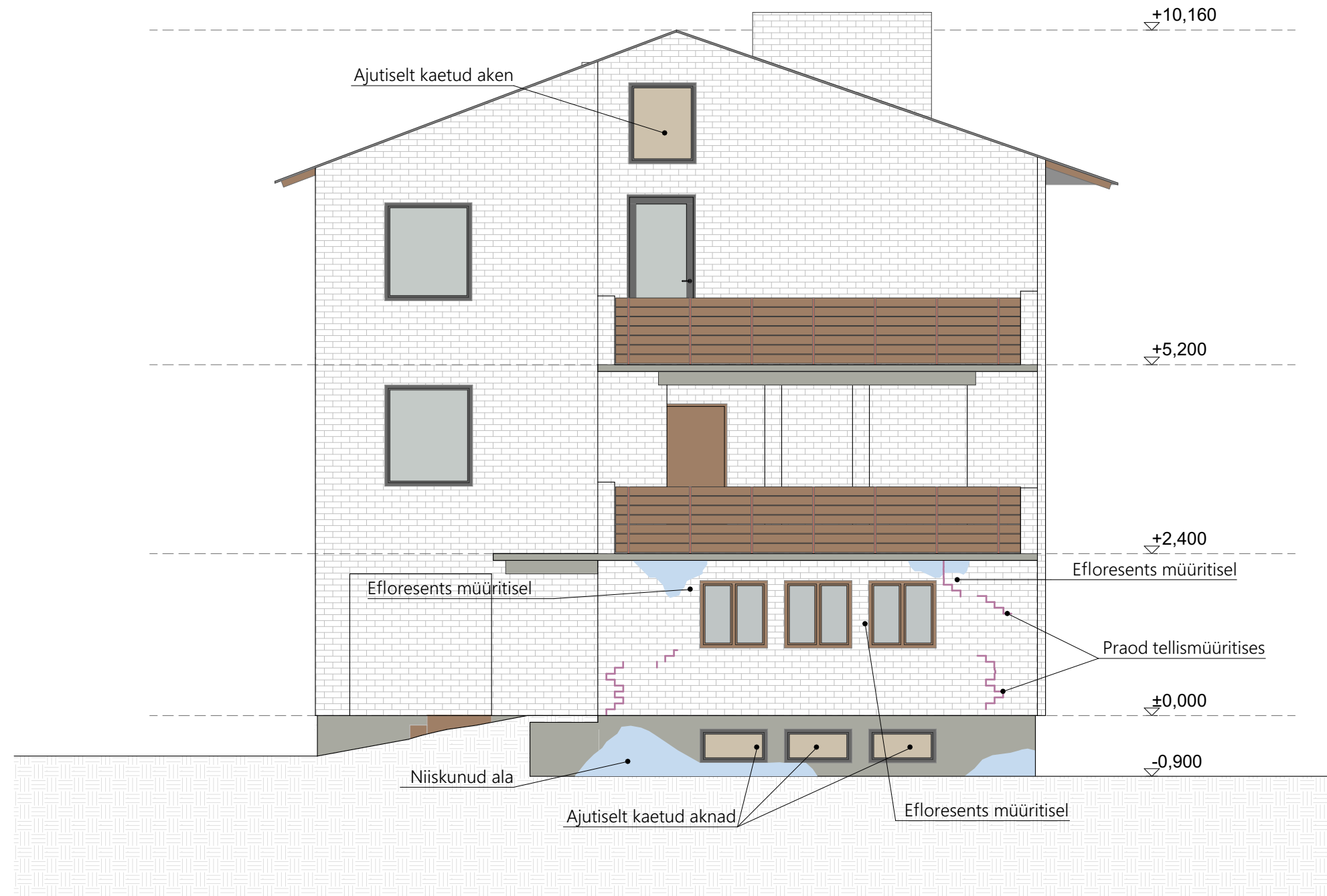
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: TS-06	Joonise pealkiri: Vaade kirdest		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Tehniline seisukord			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE LOODEST
Tehniline seisukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: TS-07	Joonise pealkiri: Vaade loodest		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Tehniline seisukord			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

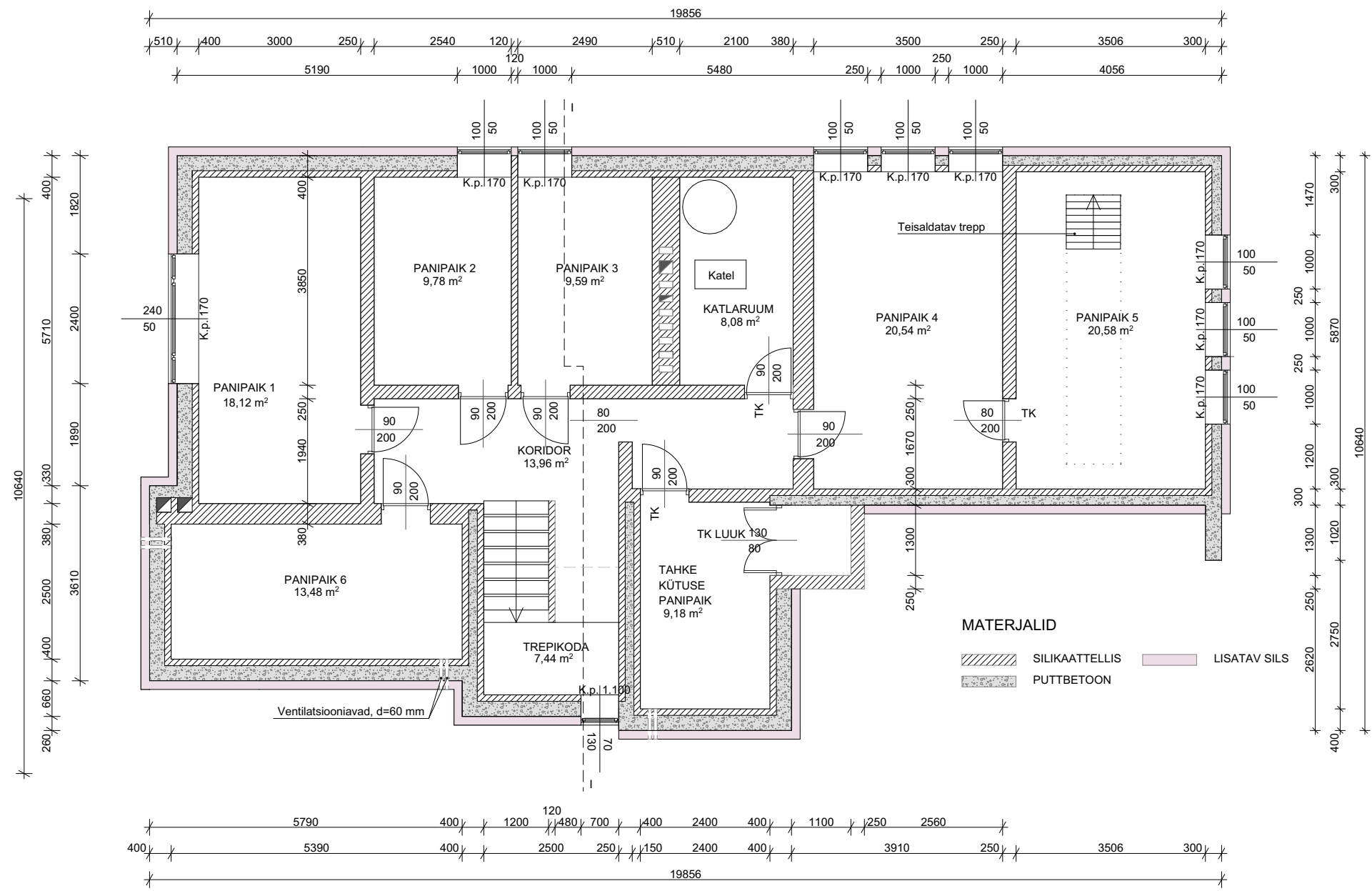
VAADE KAGUST
Tehniline seisukord



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: TS-08	Joonise pealkiri: Vaade kagust		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Tehniline seisukord			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
0.1	PANIPAIK 1	18,12
0.2	PANIPAIK 2	9,78
0.3	PANIPAIK 3	9,59
0.4	PANIPAIK 4	20,54
0.5	PANIPAIK 5	20,58
0.6	PANIPAIK 6	13,48
0.7	TAHKE KÜTUSE PANIPAIK	9,18
0.8	KATLARUUM	8,08
0.9	KORIDOR	13,96
0.10	TREPIKODA	7,44
KELDRIKORRUS KOKKU		130,75

KELDRIKORRUSE PLAAN Rekonstrueerimislahendus



TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Formaat:

A3

Möötkava:

1:100

Koostaja: Sirle Kont

Joonise nr: R-01

Joonise pealkiri:

Juhendajad: Jiri Tintera
Aime Ruus

Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis

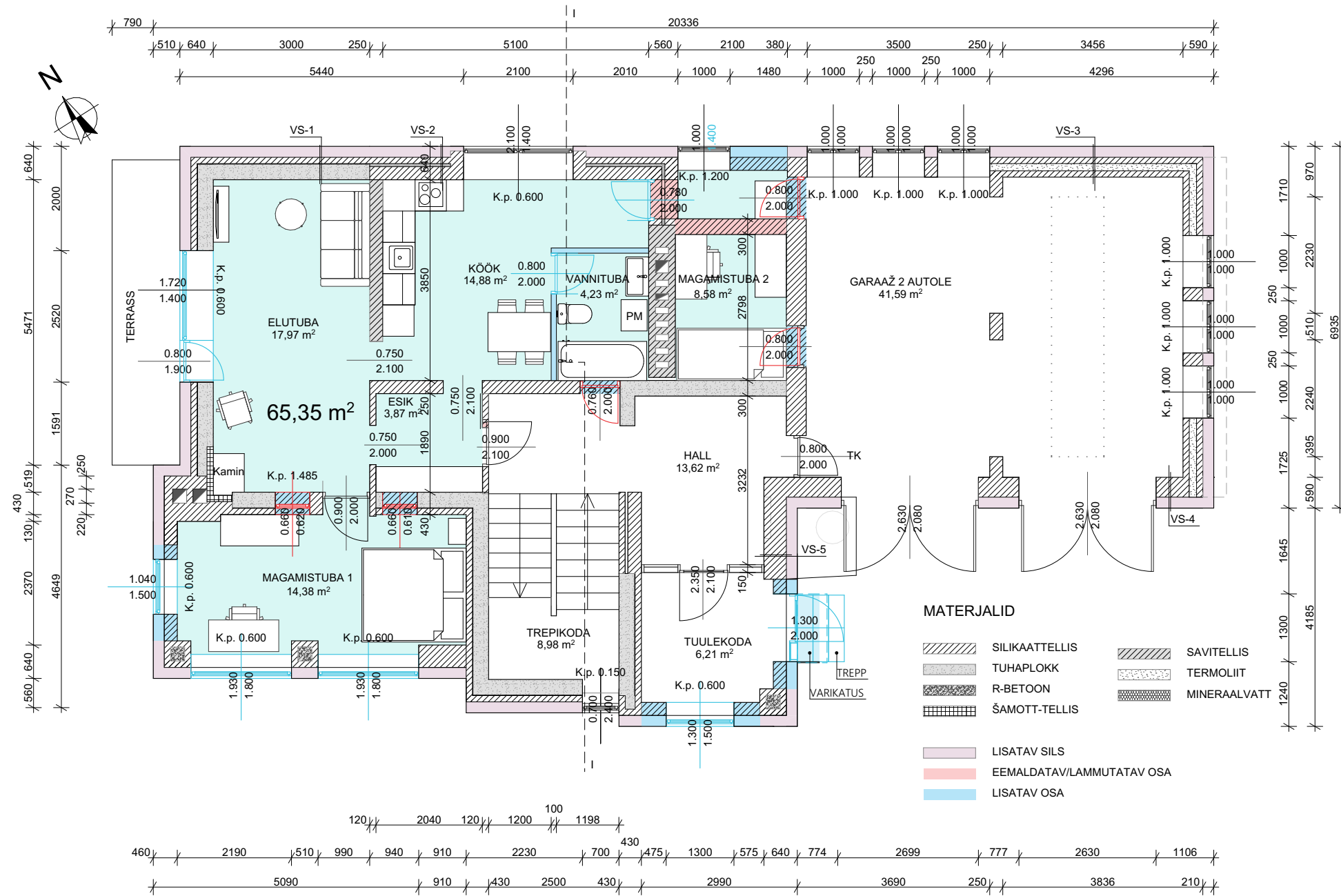
Keldrikorruse plaan

Tartu kolledž

Lõputöö pealkiri:
Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
K1.1.1	ELUTUBA	17,97
K1.1.2	MAGAMISTUBA 1	14,38
K1.1.3	ESIK	3,87
K1.1.4	KÖÖK	14,88
K1.1.5	VANNITUBA	4,23
K1.1.6	MAGAMISTUBA 2	8,58
1.7	HALL	13,62
1.8	TUULEKODA	6,21
1.9	GARAAŽ	41,59
1.10	TREPIKODA	8,98
1. KORRUS KOKKU		134,32

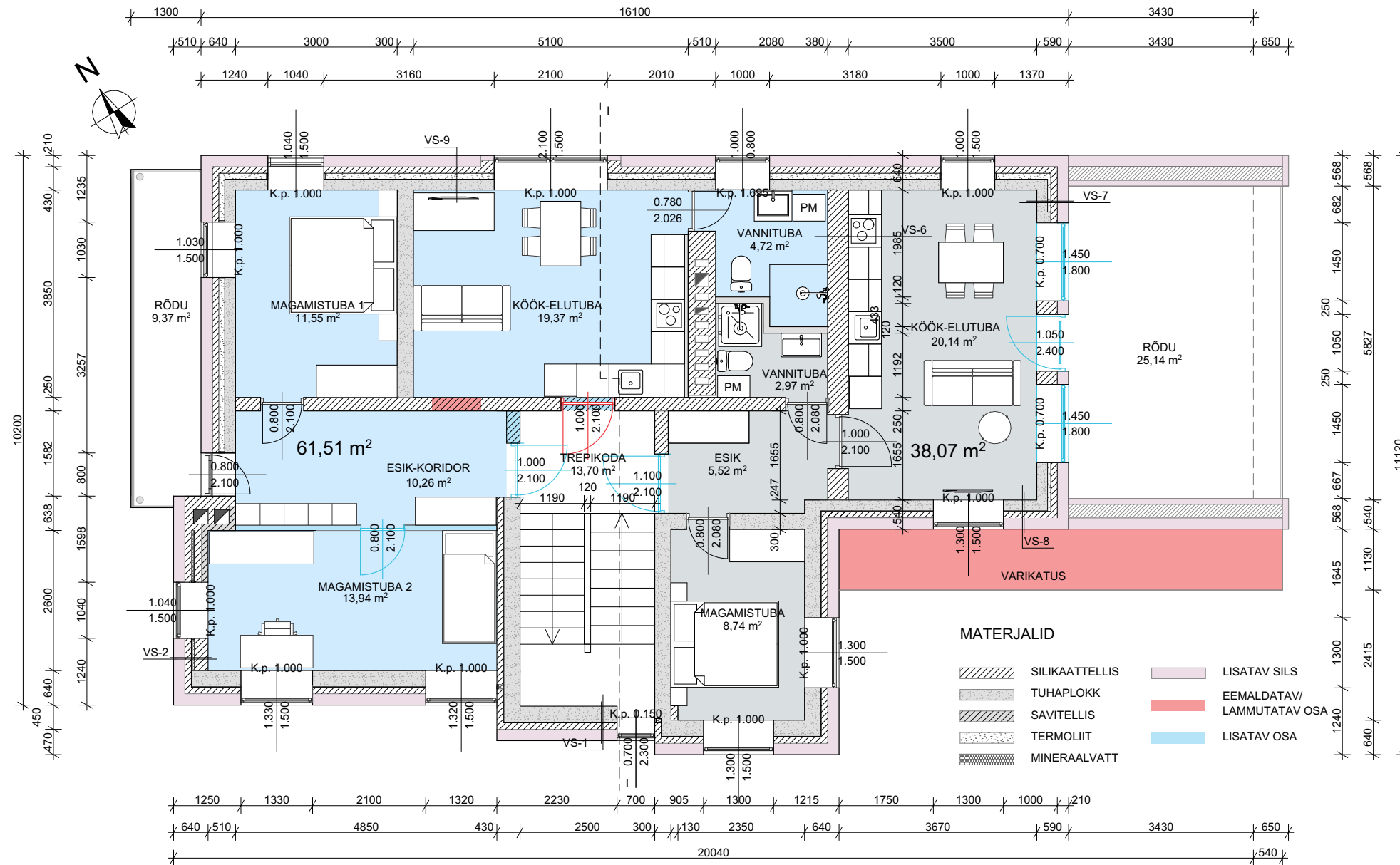
1. KORRUSE PLAAN Rekonstrueerimislahendus



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: R-02	Joonise pealkiri: 1. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
K2.2.1	MAGAMISTUBA 1	11,55
K2.2.2	MAGAMISTUBA 2	13,94
K2.2.3	ESIK-KORIDOR	10,26
K2.2.4	KÖÖK-ELUTUBA	19,37
K2.2.5	VANNITUBA	4,72
2.6	TREPIKODA	13,70
K3.2.7	ESIK	5,52
K3.2.8	MAGAMISTUBA	8,74
K3.2.9	VANNITUBA	2,97
K3.2.10	KÖÖK-ELUTUBA	20,14
2. KORRUS KOKKU		110,91

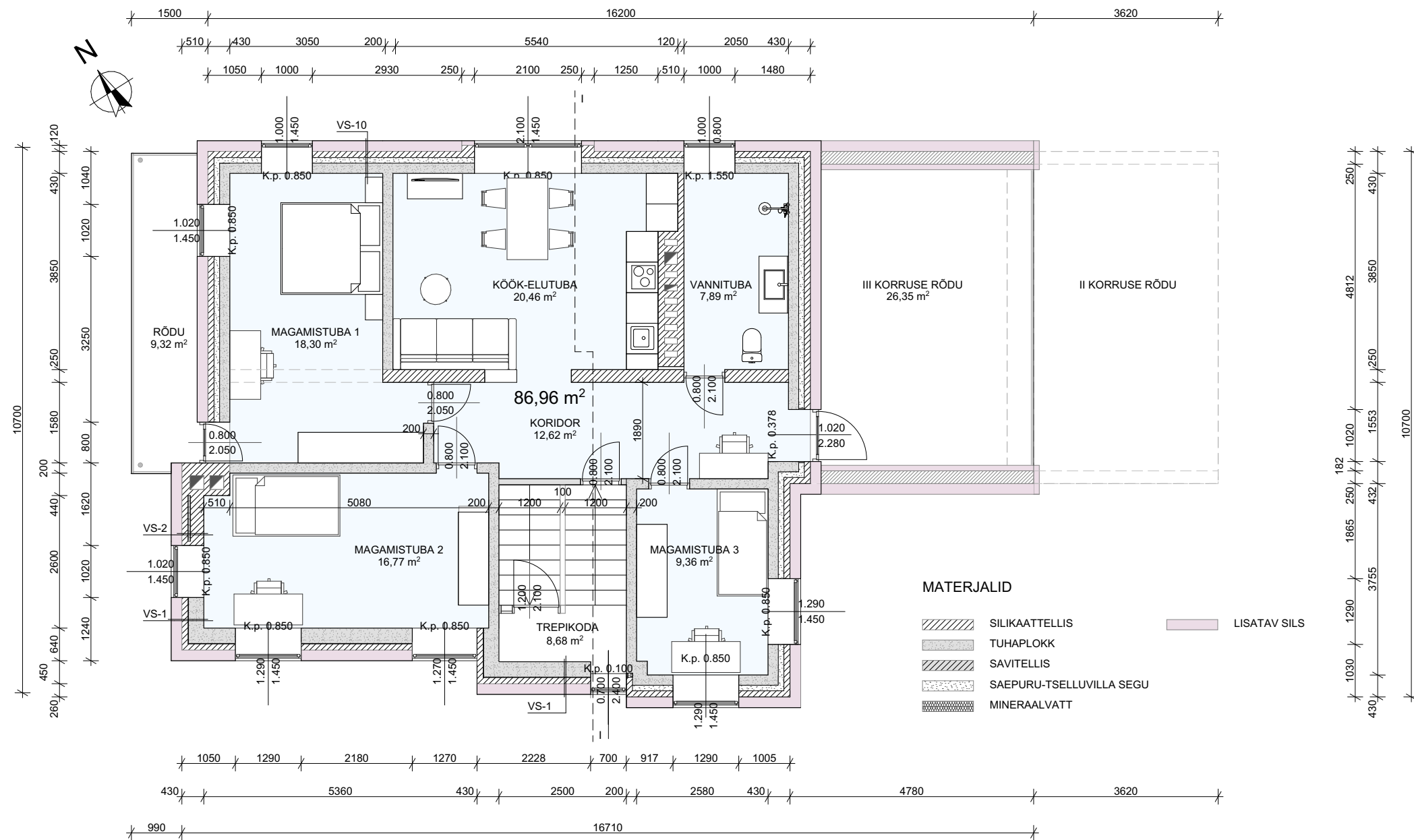
2. KORRUSE PLAAN Rekonstrueerimislahendus



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: R-03	Joonise pealkiri: 2. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

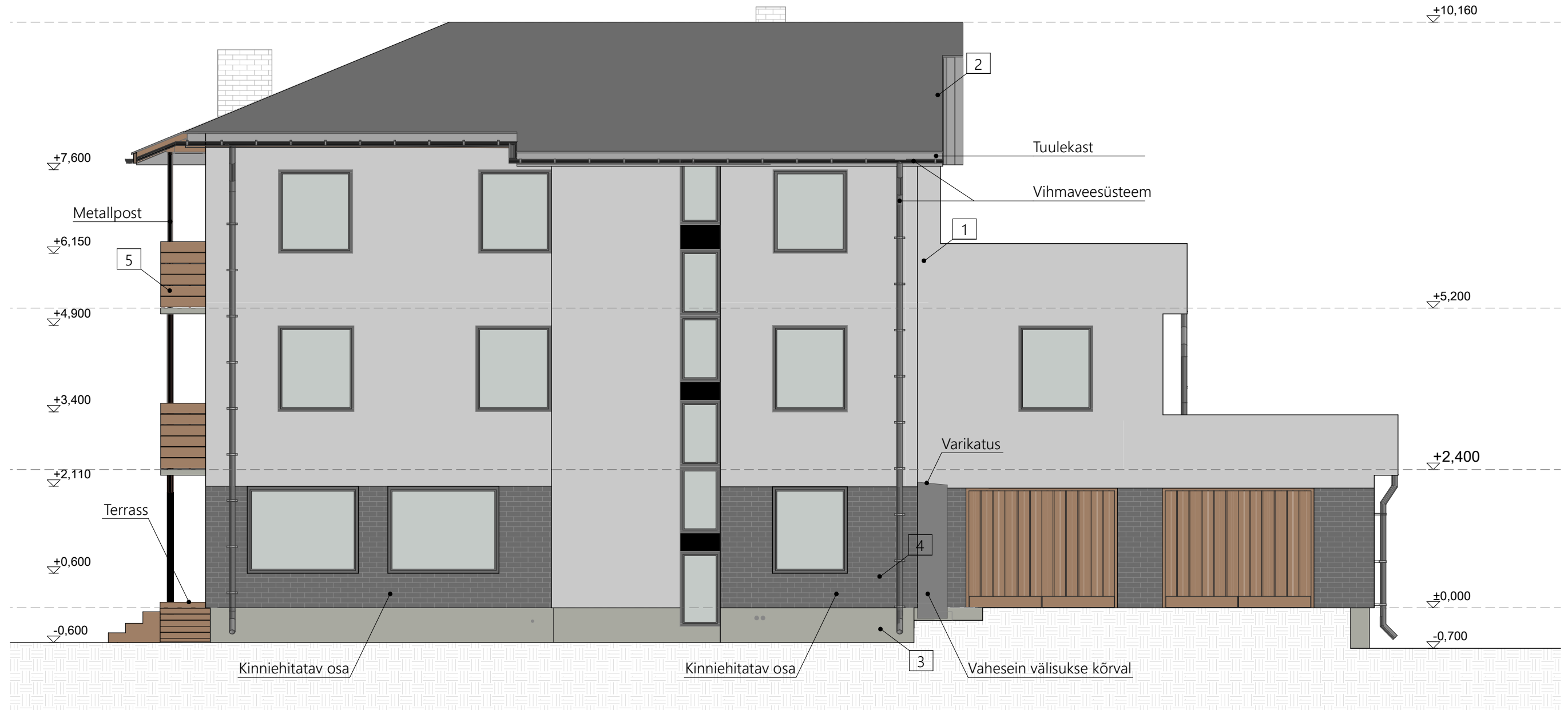
RUUMIDE EKSPLIKATSIOON		
NR	NIMETUS	NETOPINDALA M ²
K4.3.1	MAGAMISTUBA 1	18,30
K4.3.2	MAGAMISTUBA 2	16,77
K4.3.3	KOÖK-ELUTUBA	20,46
K4.3.4	KORIDOR	12,62
K4.3.5	MAGAMISTUBA 3	9,39
K4.3.6	VANNITUBA	7,89
3.7	TREPIKODA	8,68
3. KORRUS KOKKU		94,11

3. KORRUSE PLAAN Rekonstrueerimislahendus



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:100
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-04	Joonise pealkiri: 3. korruse plaan		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE EDELAST
Rekonstrueerimislahendus



MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: krohv, helehall
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: krohv, hall
4. Fassaad: tellismüüri imitatsiooniga fassaadiplaadid, tumehall
5. Rõdupiire: puitlaudis, pruun

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-05	Joonise pealkiri: Vaade edelast		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE KIRDEST
Rekonstrueerimislahendus

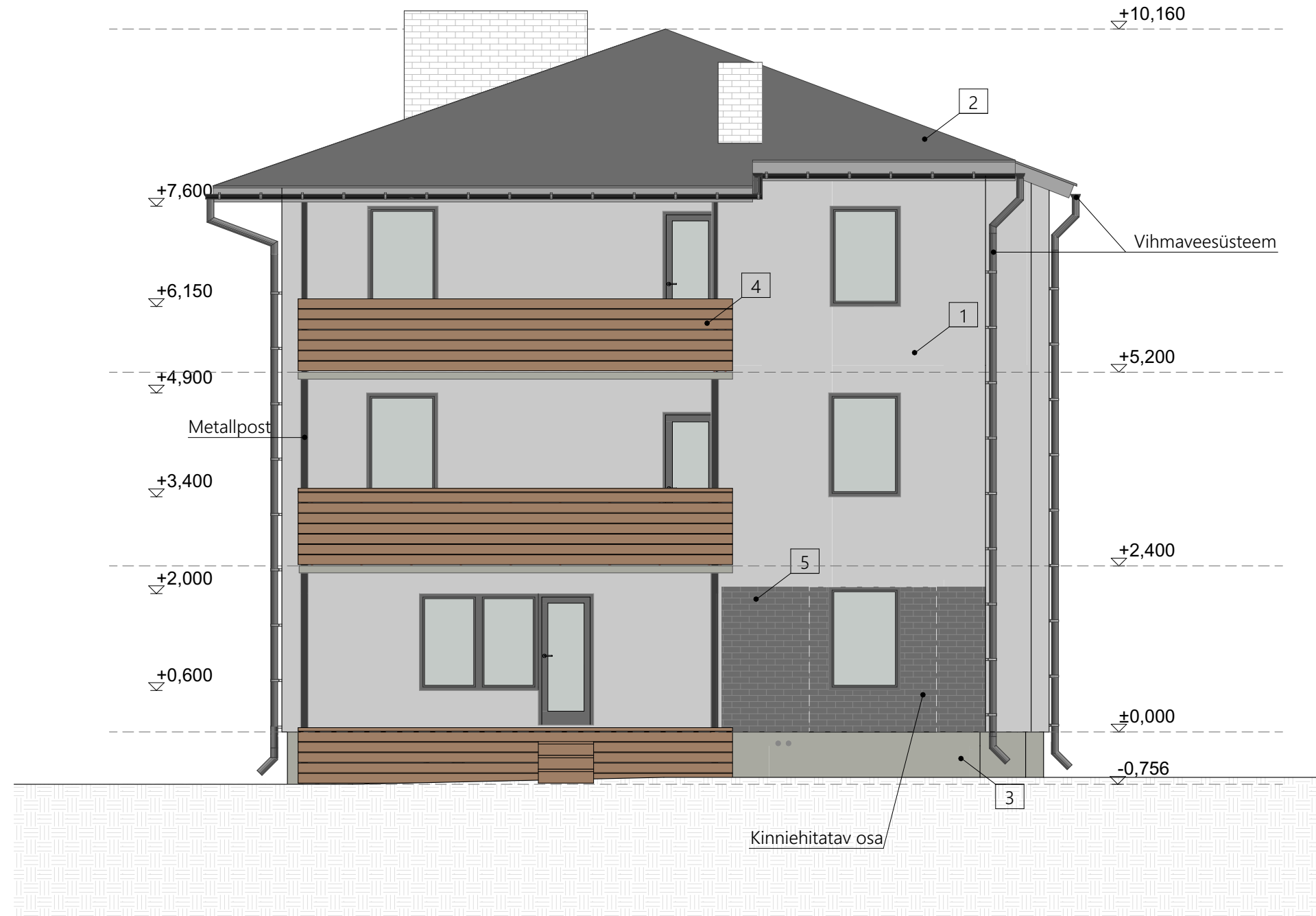


MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: krohv, helehall
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: krohv, hall
4. Rõdupiire: puitlaudis, pruun

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-06	Joonise pealkiri: Vaade kirdest		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VAADE LOODEST
Rekonstrueerimislahendus

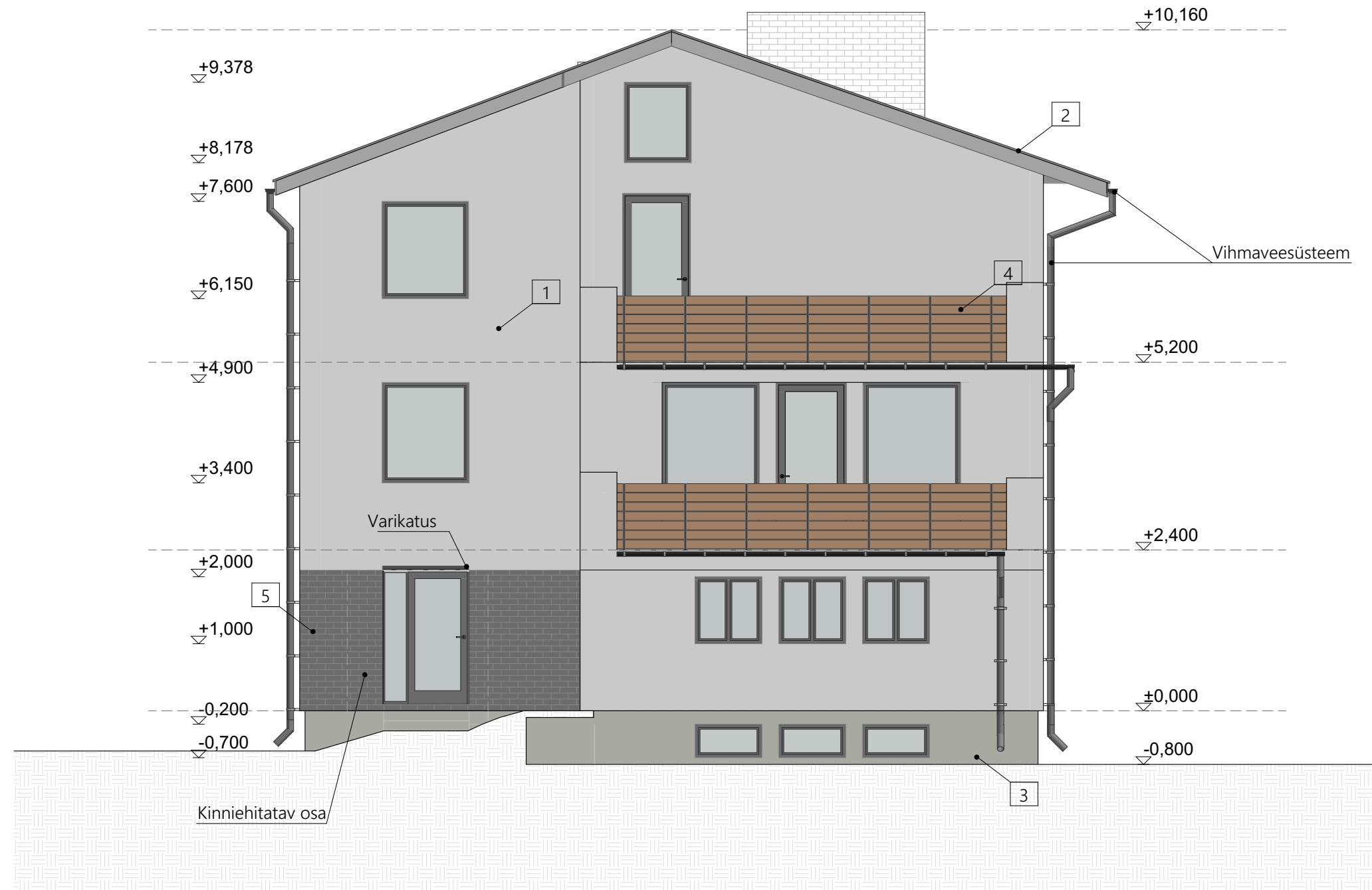


MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: silikaattellisvooder, valge
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: puttbetoon, hall
4. Rõdupiire: servamata laud, tumepruun
5. Fassaad: tellismüüri imitatsiooniga fassaadiplaadid, tumehall

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr.: R-07	Joonise pealkiri: Vaade loodest		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

VAADE KAGUST
Rekonstrueerimislahendus

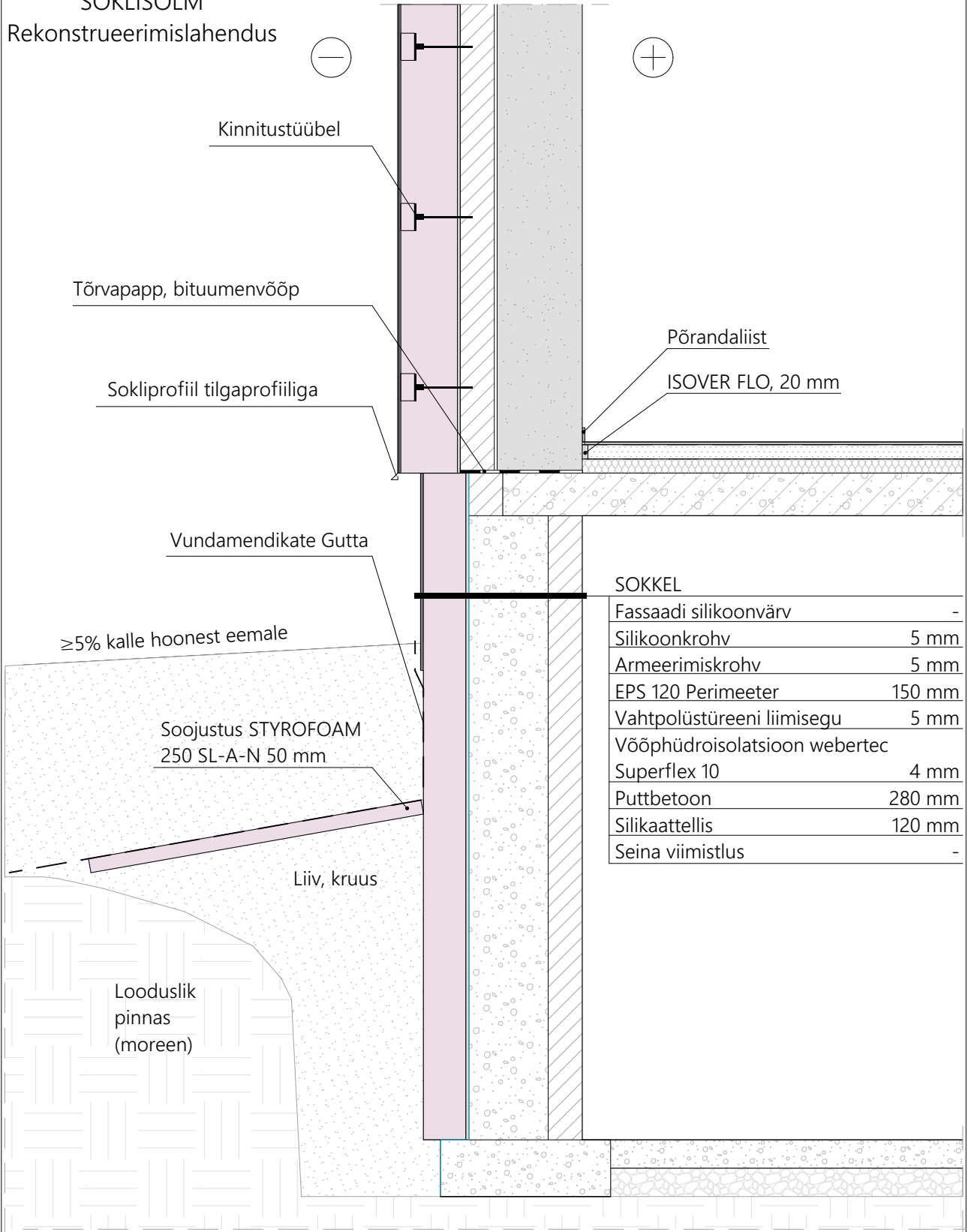



MATERJAL JA VIIMISTLUS

1. Fassaad: silikaattellisvooder, valge
2. Katus: trapetsprofiil-katuseplekk, tumehall
3. Sokkel: puttbetoon, hall
4. Rõdupiire: servamata laud, tumepruun
5. Fassaad: tellismüüri imitatsiooniga fassaadiplaadid, tumehall

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A3	Möötkava: 1:75
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-08	Joonise pealkiri: Vaade kagust		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

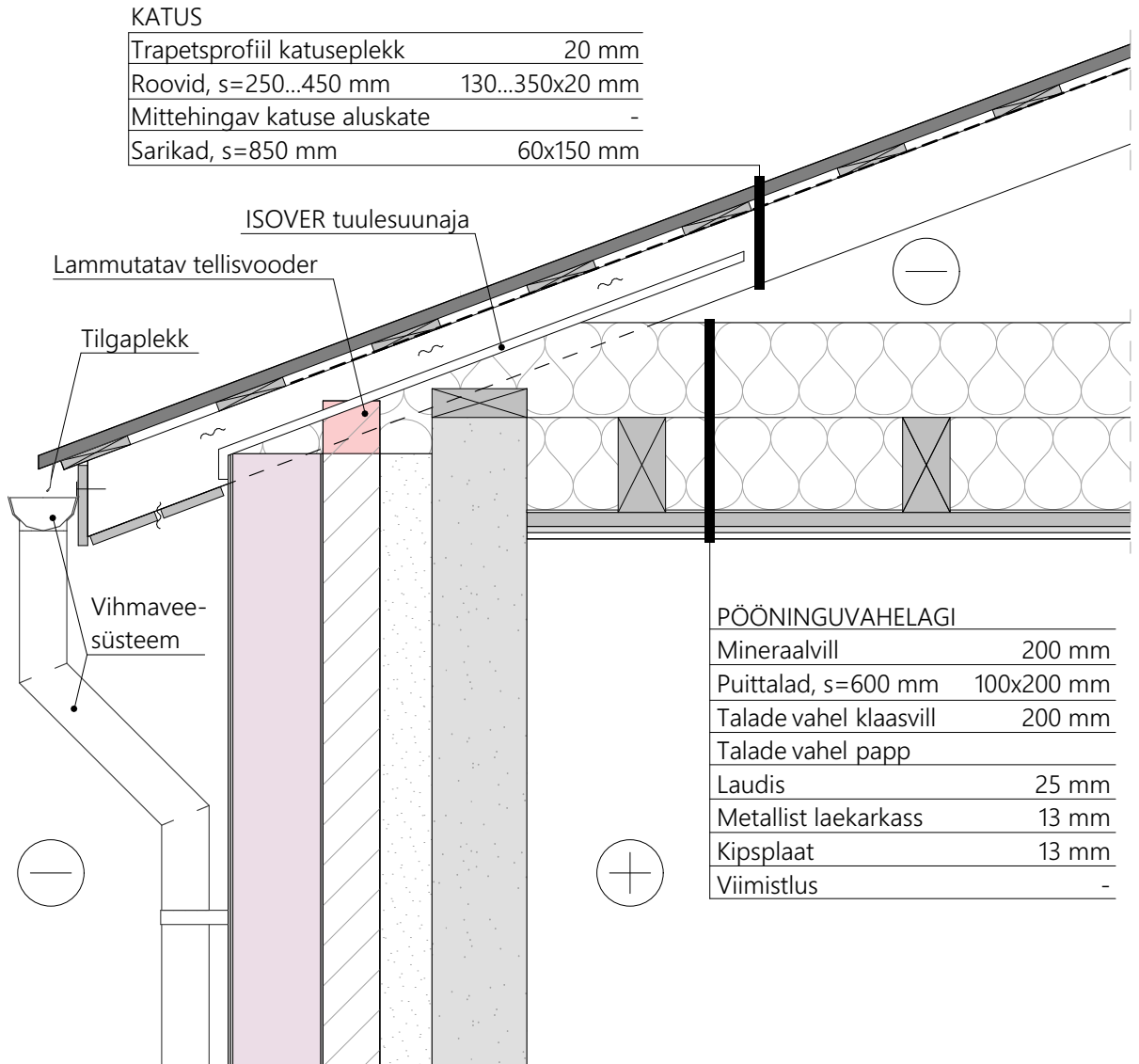
SOKLISÕLM
Rekonstrueerimislahendus



 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:20
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-09	Joonise pealkiri: Soklisõlm		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

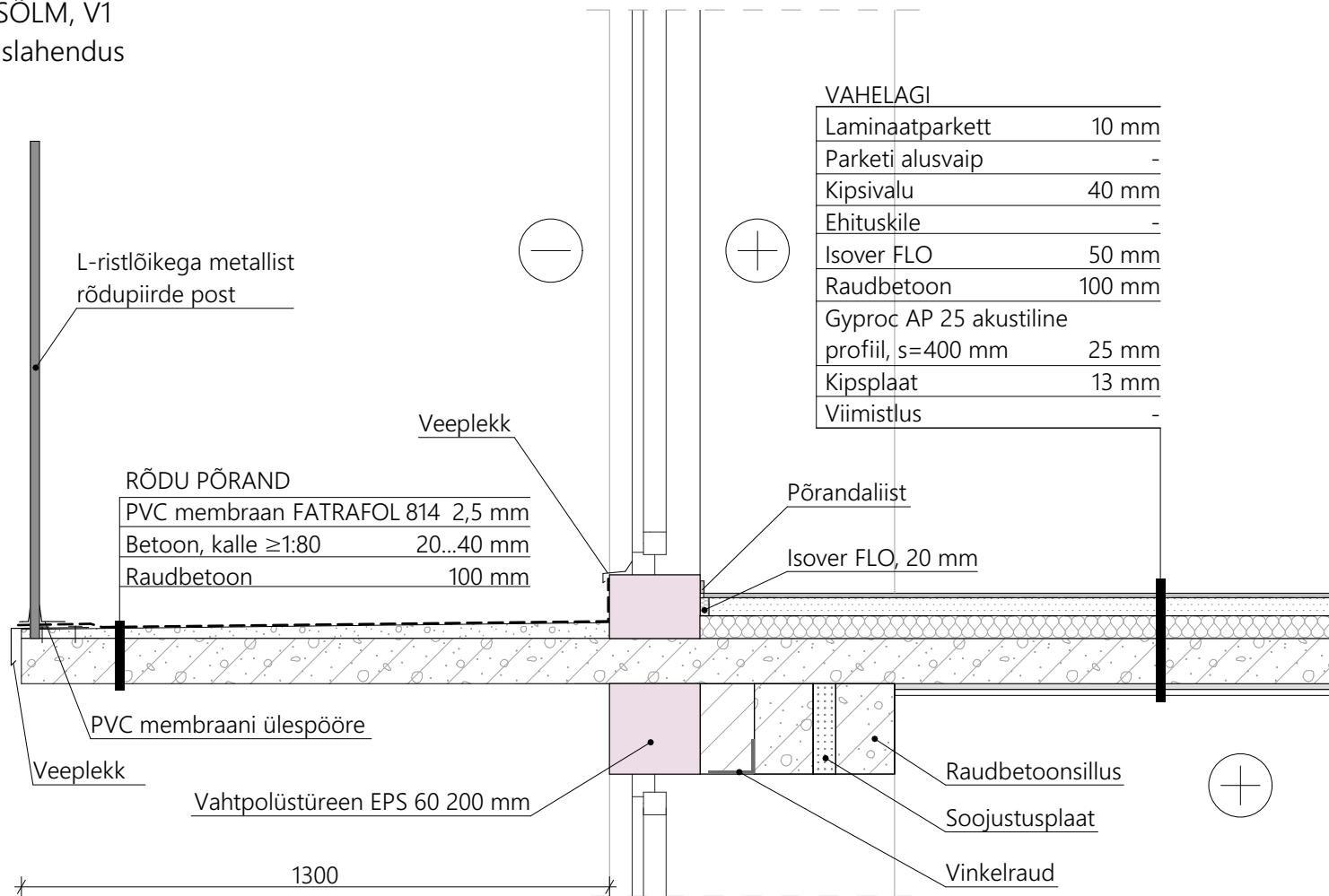
RÄÄSTASÕLM

Rekonstrueerimislahendus



		TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:15
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-10	Joonise pealkiri: Räästasõlm			
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis				
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt				

VÄIKSE RÕDU SÕLM, V1
Rekonstrueerimislahendus



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Mõõtkava: 1:15
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-11	Joonise pealkiri:		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis	Väikse rõdu sõlm Variant 1		
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

VÄIKSE RÕDU SÕLM, V2

Rekonstrueerimis-
lahendus

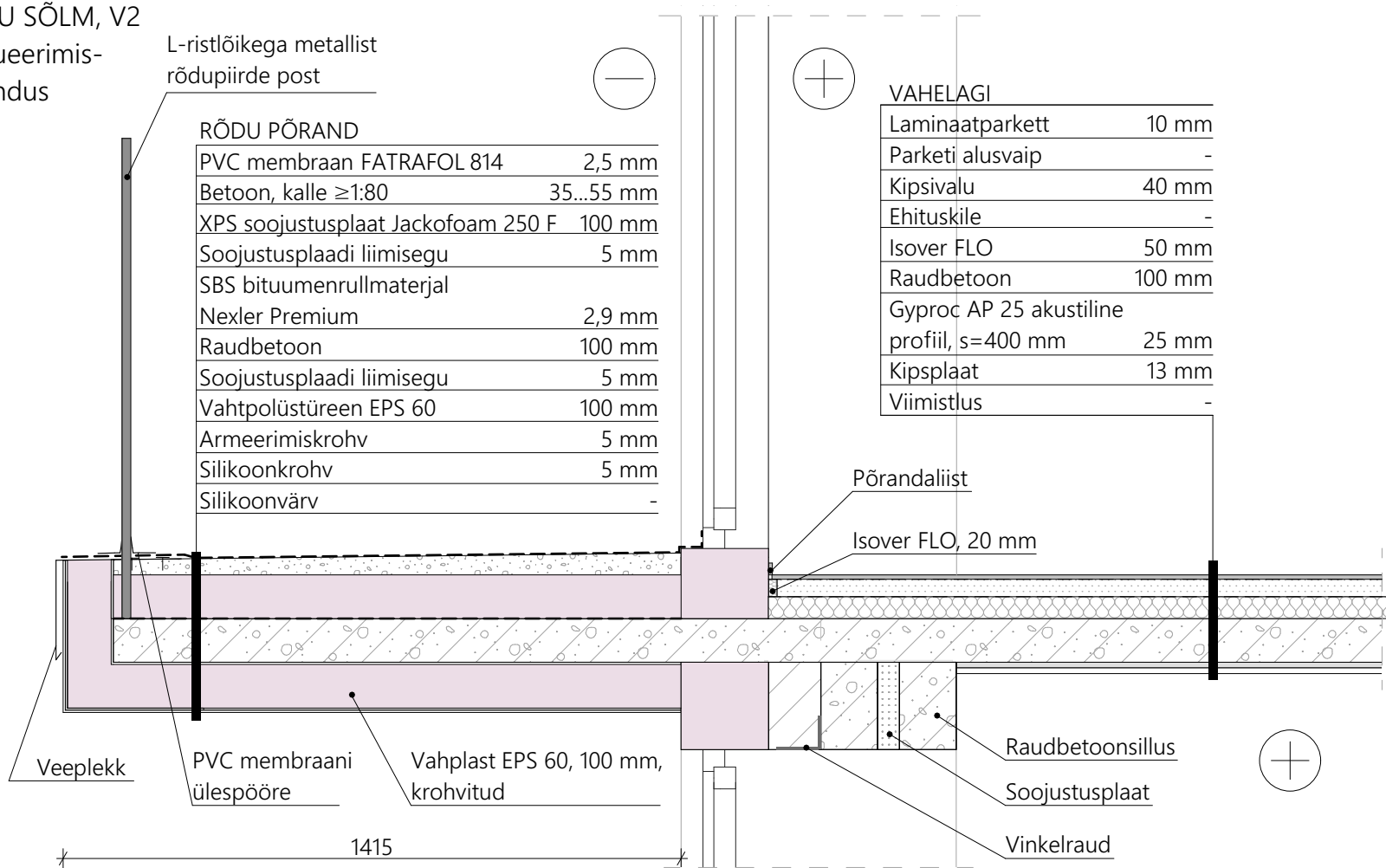
L-ristlõikega metallist
rõdupiirde post

RÕDU PÕRAND

PVC membraan FATRAFOL 814	2,5 mm
Betoon, kalle $\geq 1:80$	35...55 mm
XPS soojustusplaat Jackofoam 250 F	100 mm
Soojustusplaadi liimisegu	5 mm
SBS bituumenrullmaterjal	
Nexler Premium	2,9 mm
Raudbetoon	100 mm
Soojustusplaadi liimisegu	5 mm
Vahtpolüstüreen EPS 60	100 mm
Armeerimiskrohv	5 mm
Silikoonkrohv	5 mm
Silikoonvärv	-

VAHELAGI

Laminaatparkett	10 mm
Parketi alusvaip	-
Kipsivalu	40 mm
Ehituskile	-
Isover FLO	50 mm
Raudbetoon	100 mm
Gyproc AP 25 akustiline	
profiil, s=400 mm	25 mm
Kipsplaat	13 mm
Viimistlus	-



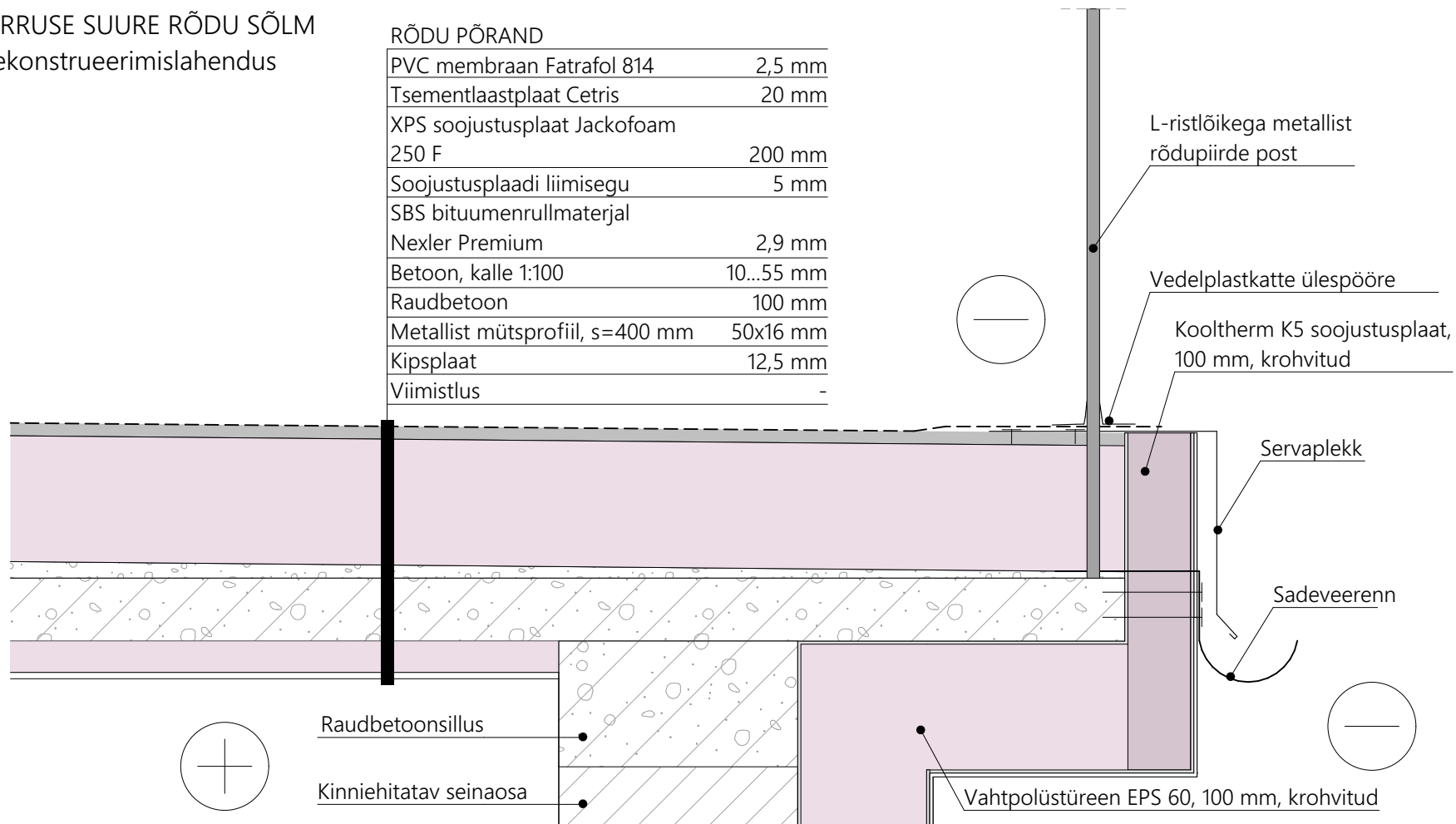
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:15
Koostaja:	Sirle Kont	Joonise nr:	R-12	Joonise pealkiri:
Juhendajad:	Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp:	Rekonstrueerimisjoonis	Väikse rõdu sõlm Variant 2
	Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri:	Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt	

3. KORRUSE SUURE RÕDU SÕLM

Rekonstrueerimislahendus

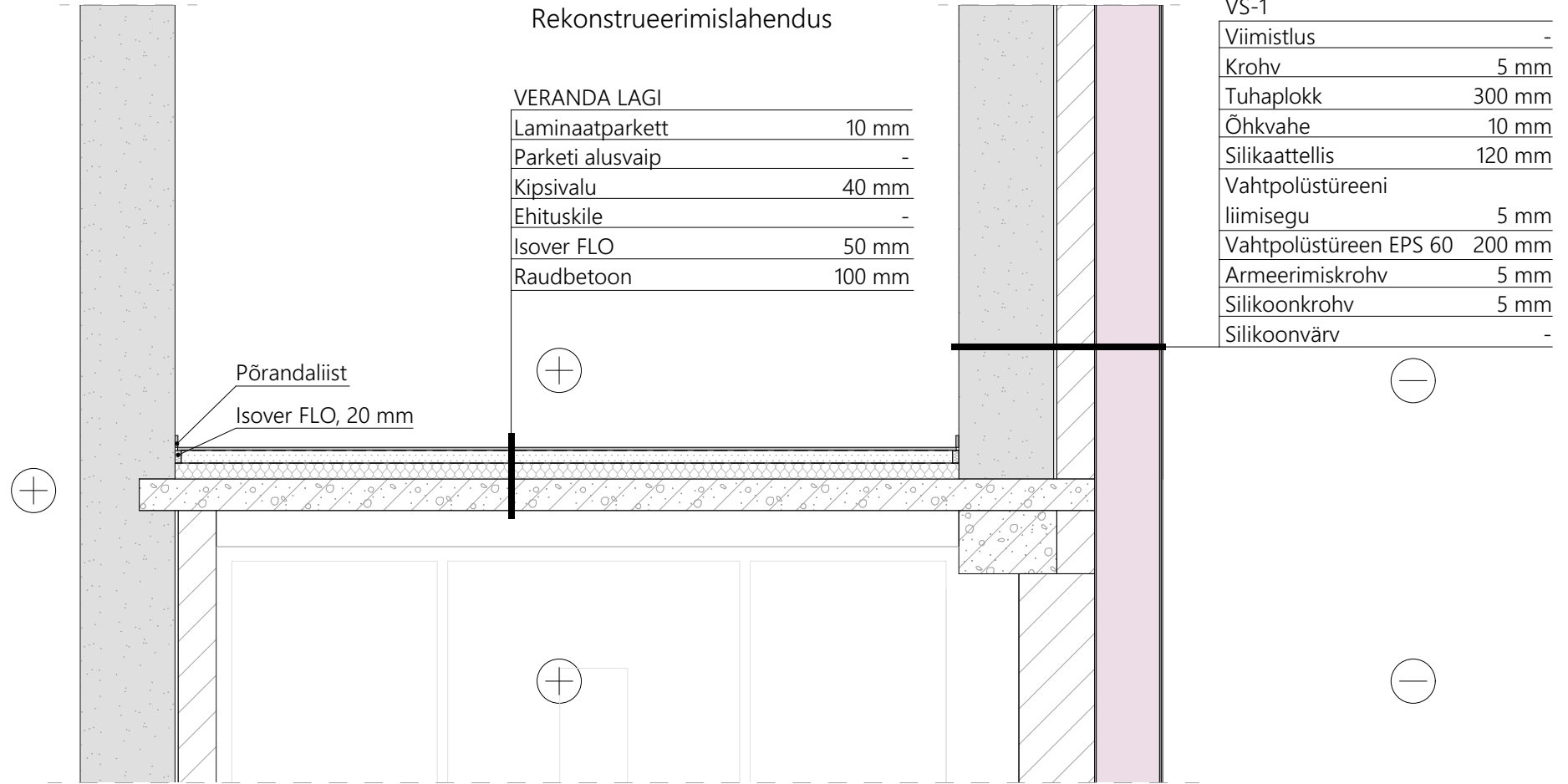
RÕDU PÕRAND

PVC membraan Fatrafol 814	2,5 mm
Tsementlaastplaat Cetris	20 mm
XPS soojustusplaat Jackofoam 250 F	200 mm
Soojustusplaadi liimisegu	5 mm
SBS bituumenrullmaterjal Nexler Premium	2,9 mm
Betoon, kalle 1:100	10...55 mm
Raudbetoon	100 mm
Metallist mütsprofiil, s=400 mm	50x16 mm
Kipsplaat	12,5 mm
Viimistlus	-



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:10
Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-13	Joonise pealkiri: 3. korruse suure rõdu sõlm		
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž		Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

VERANDA LAE SÕLMED
Rekonstrueerimislahendus



VERANDA LAGI	
Laminaatparkett	10 mm
Parketi alusvaip	-
Kipsivalu	40 mm
Ehituskile	-
Isover FLO	50 mm
Raudbetoon	100 mm

VS-1	
Viimistlus	-
Krohv	5 mm
Tuhaplokk	300 mm
Õhkvahe	10 mm
Silikaattellis	120 mm
Vahtpolüstüreeni liimisegu	5 mm
Vahtpolüstüreen EPS 60	200 mm
Armeerimiskrohv	5 mm
Silikonkrohv	5 mm
Silikonvärv	-

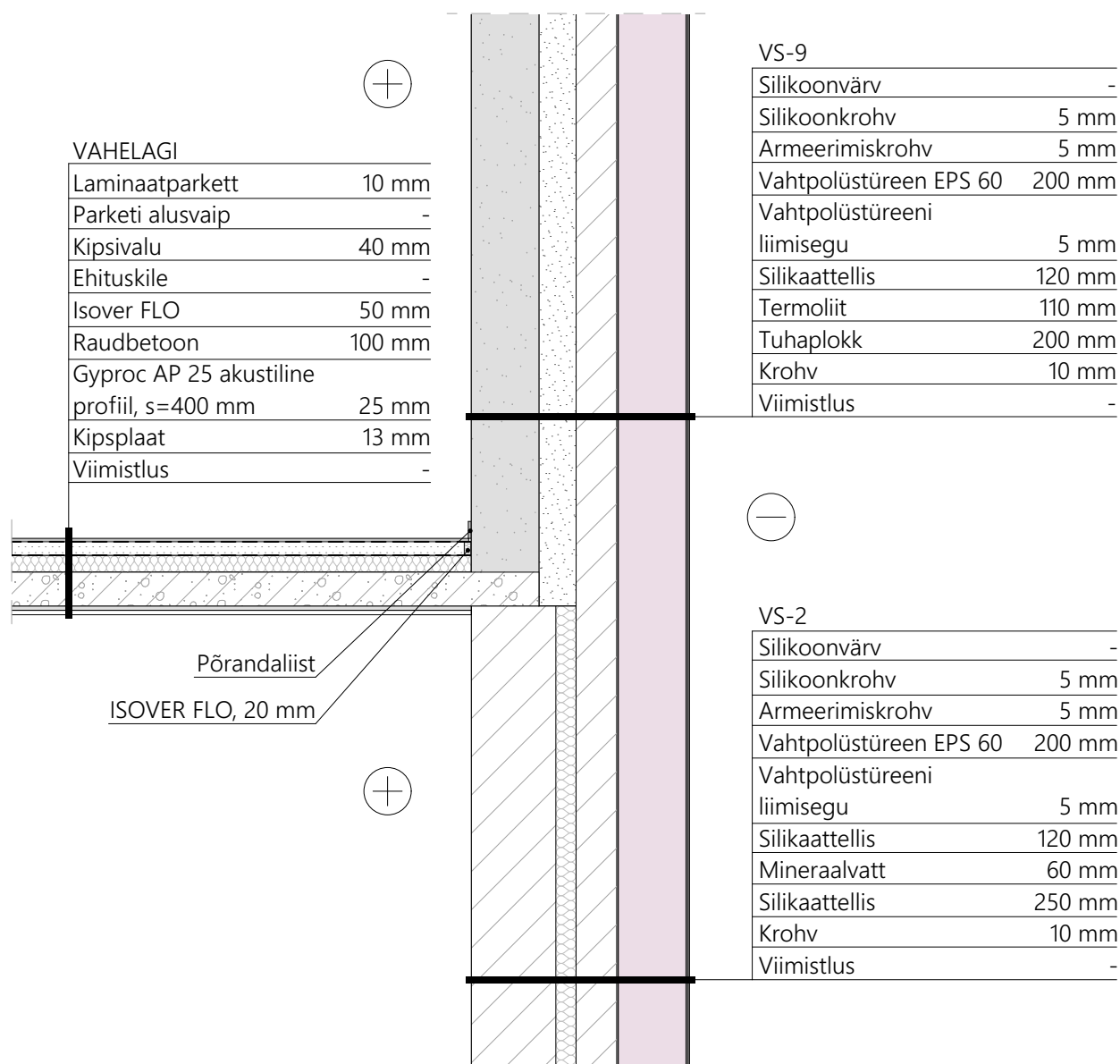
Pörandaliist
Isover FLO, 20 mm

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND	
Koostaja:	Sirle Kont
Juhendajad:	Jiri Tintera Aime Ruus
Tartu kolledž	

Magistritöö	Formaat: A4	Möötkava: 1:20
Joonise pealkiri: Veranda lae sõlmed		
Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt		

VÄLISSEIN-VAHELAGI SÕLM

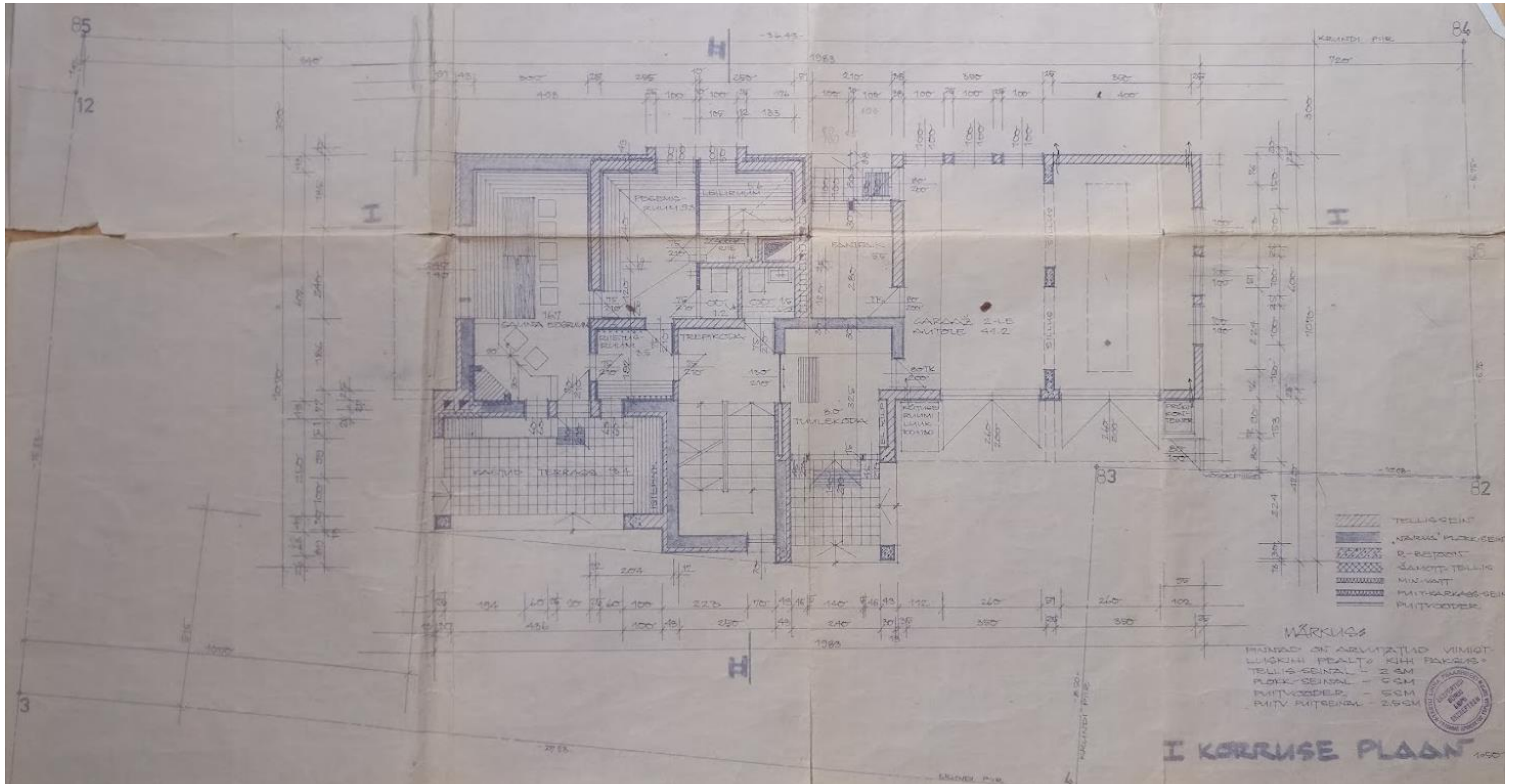
Rekonstrueerimislahendus



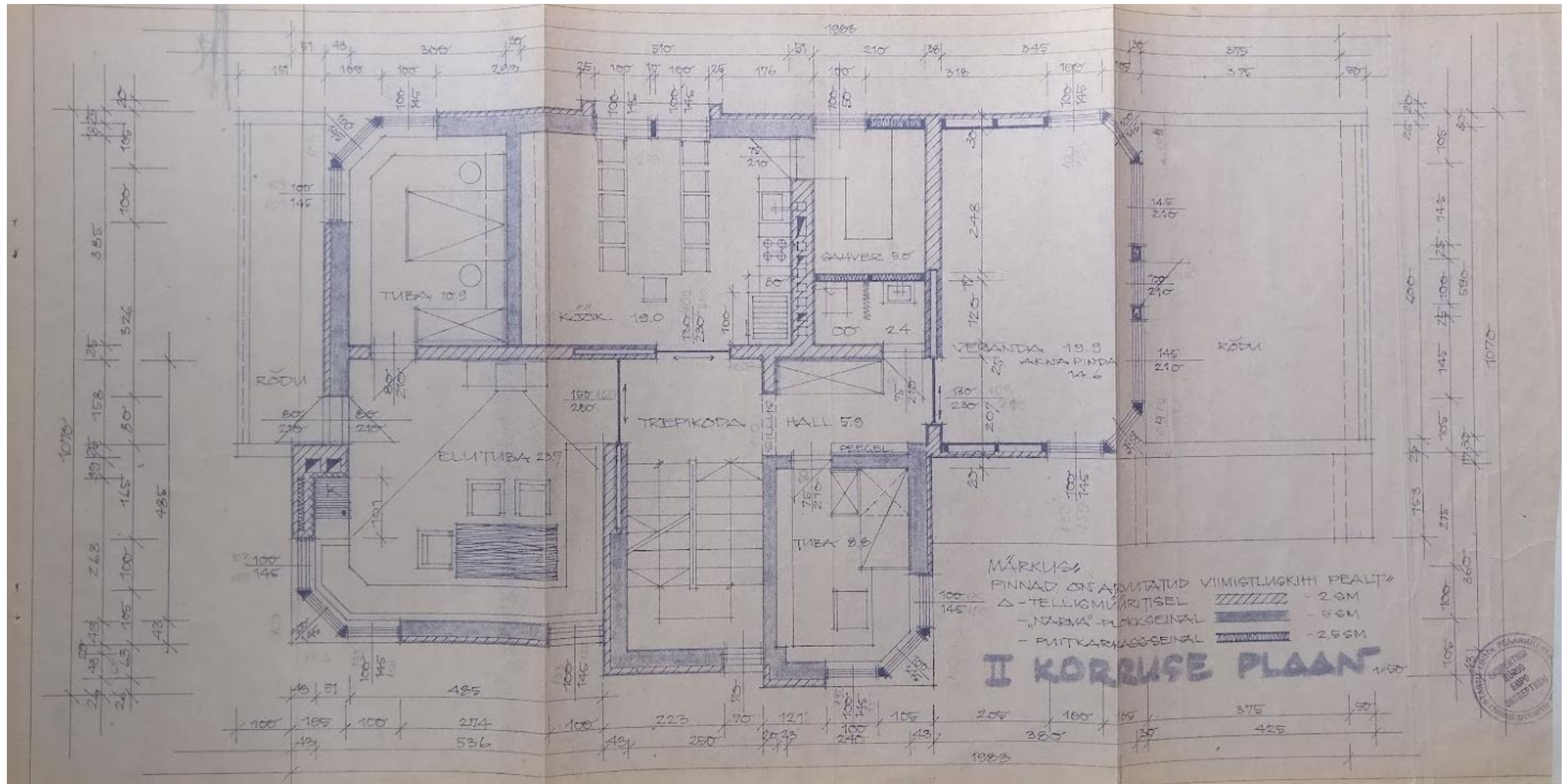
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö		Formaat: A4	Möötkava: 1:20
	Koostaja: Sirle Kont	Joonise nr: R-15	Joonise pealkiri: Välissein-vahelagi sõlm	
Juhendajad: Jiri Tintera Aime Ruus	Joonise tüüp: Rekonstrueerimisjoonis			
Tartu kolledž	Lõputöö pealkiri: Västriku 21 elamu rekonstrueerimine: tehnilise seisukorra hindamine, välispiirete soojus- ja niiskustehniliste omaduste parandamine ja arhitektuurne põhiprojekt			

LISAD

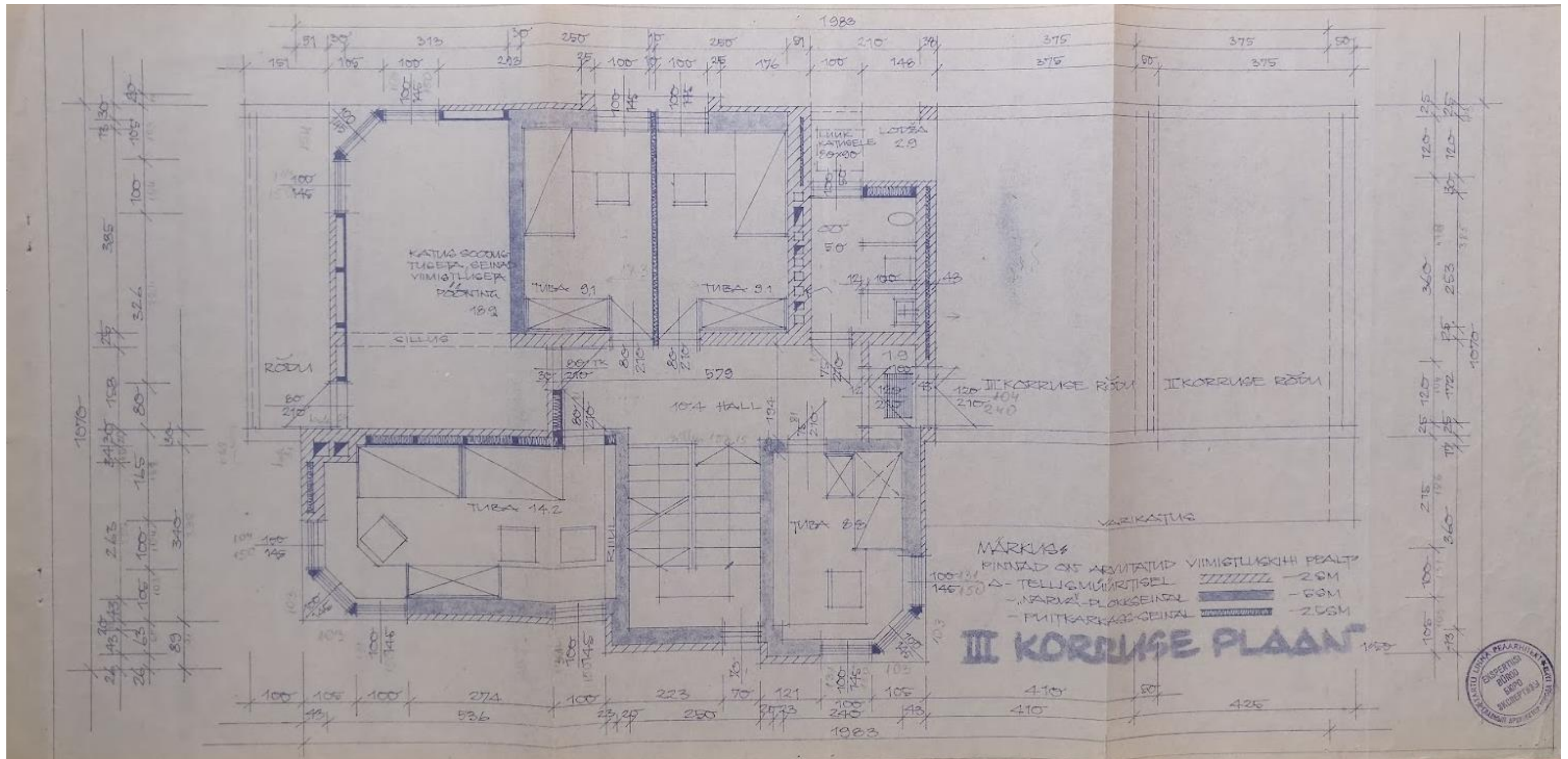
Lisa 1 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti 1. korrus



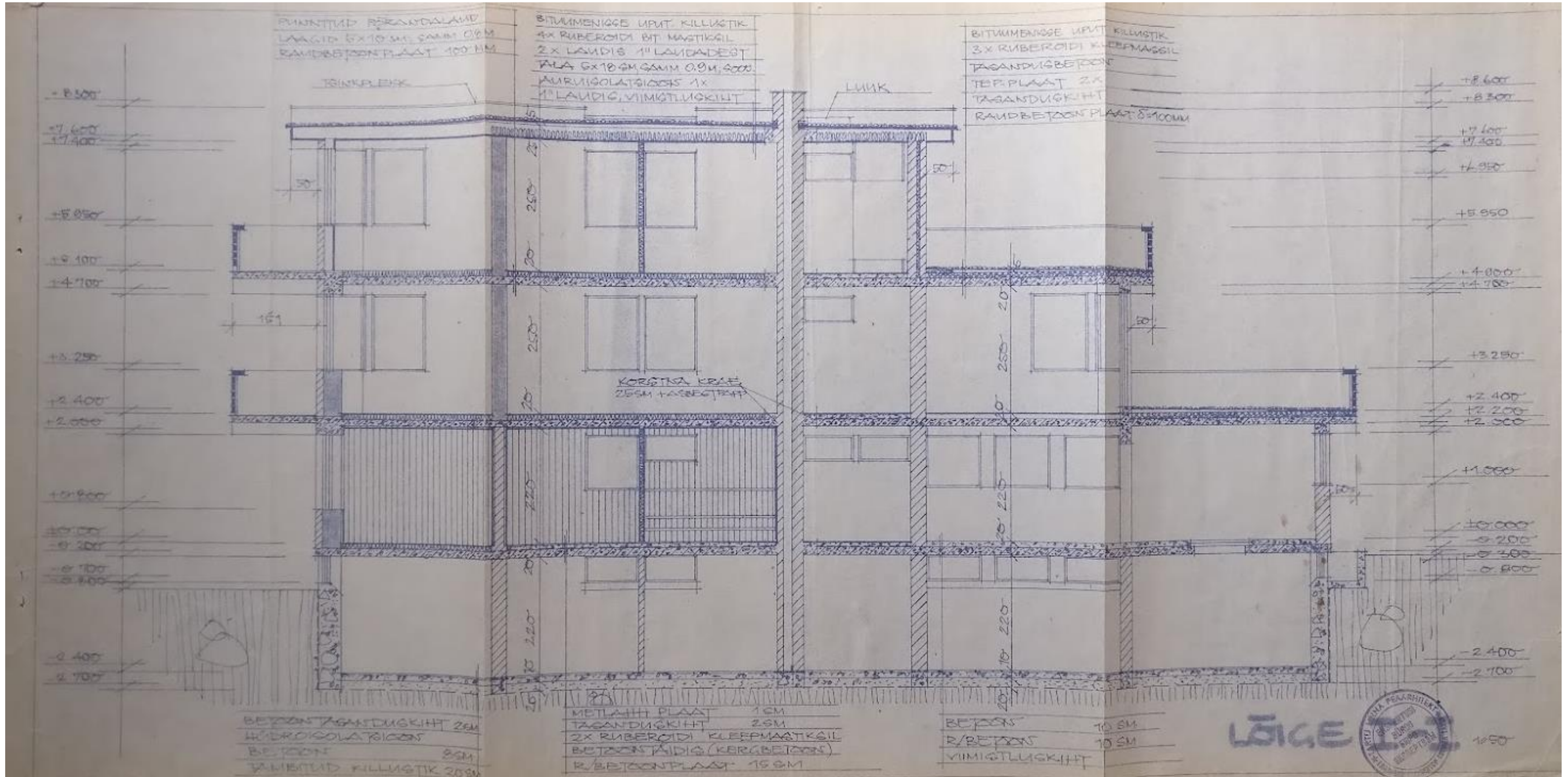
Lisa 2 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti 2. korrus

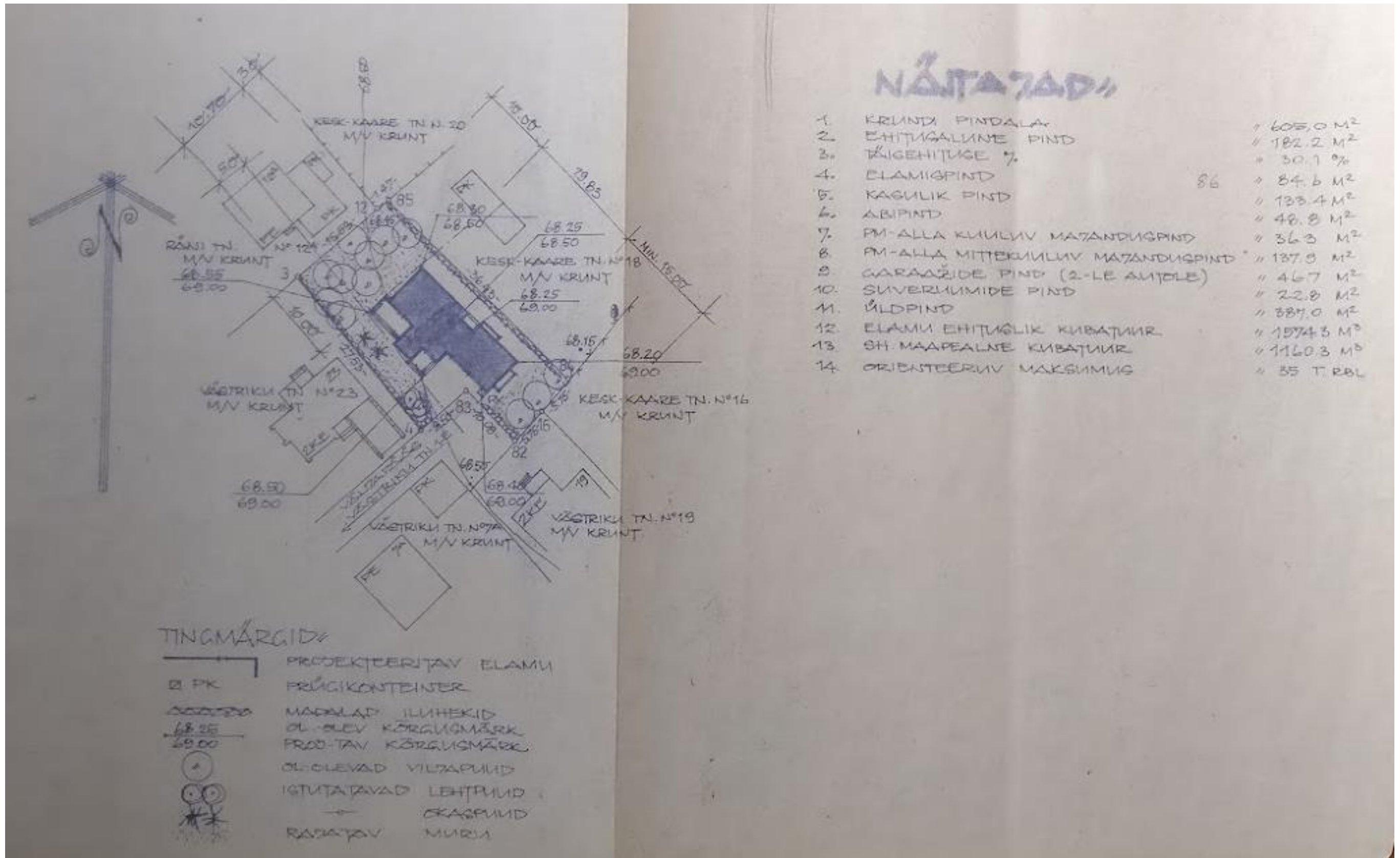


Lisa 3 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti 3. korrus

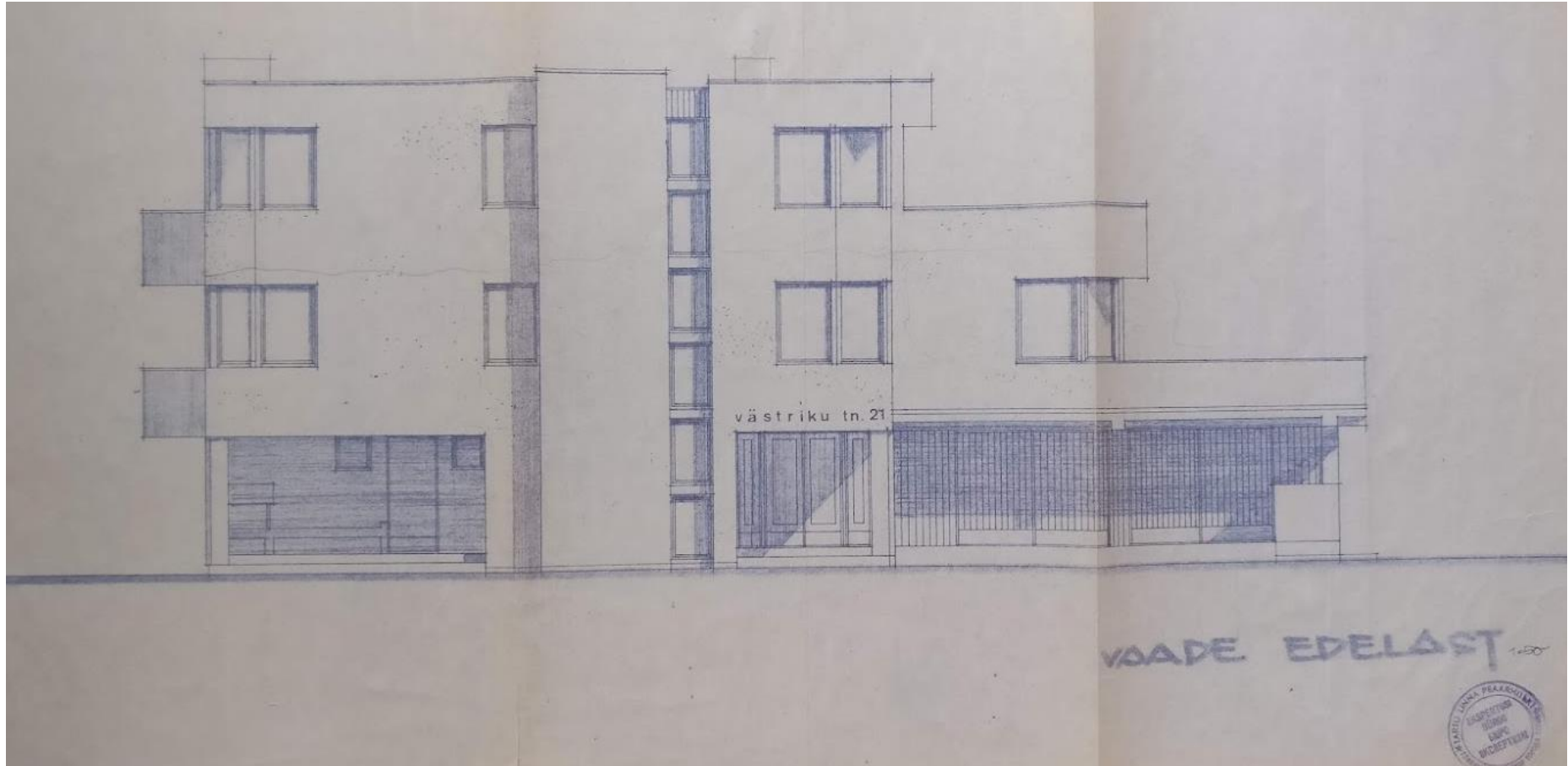


Lisa 5 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti lõige I-I

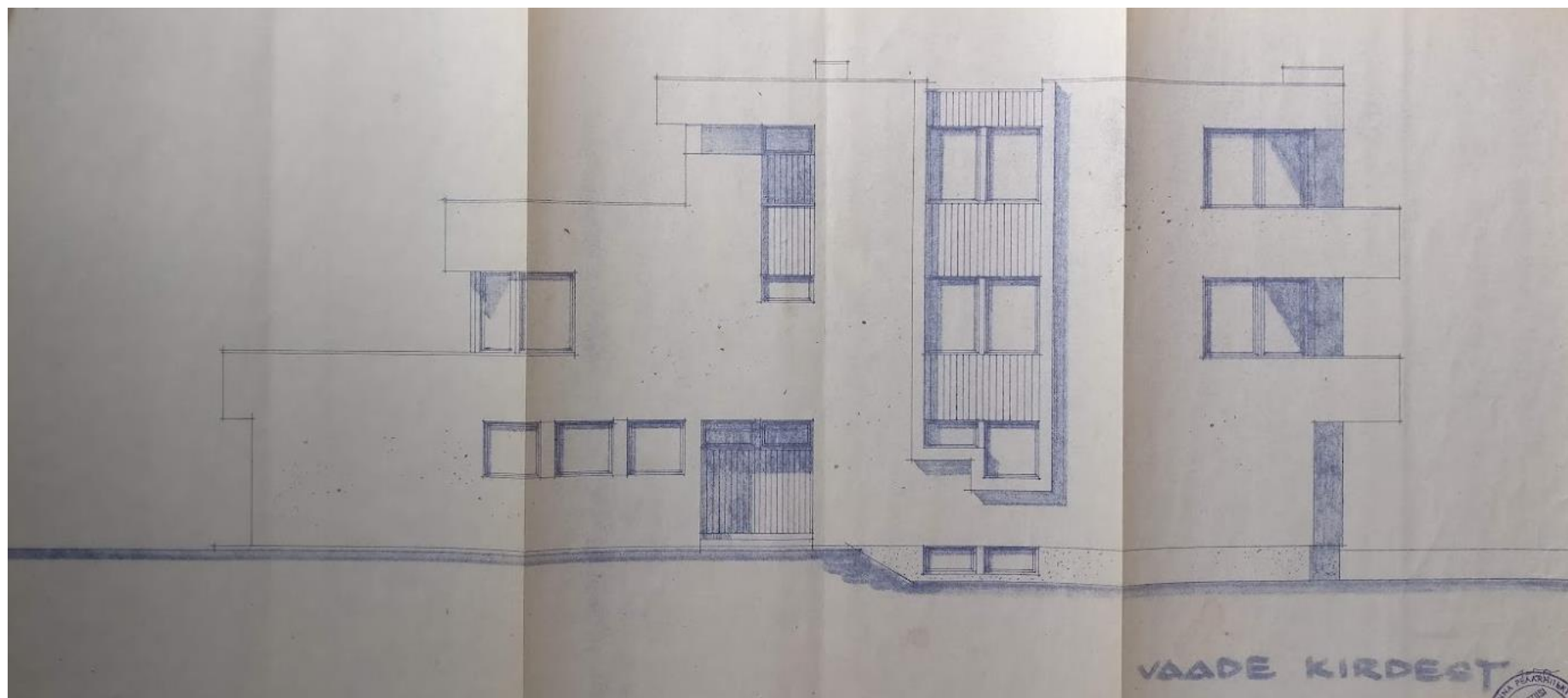




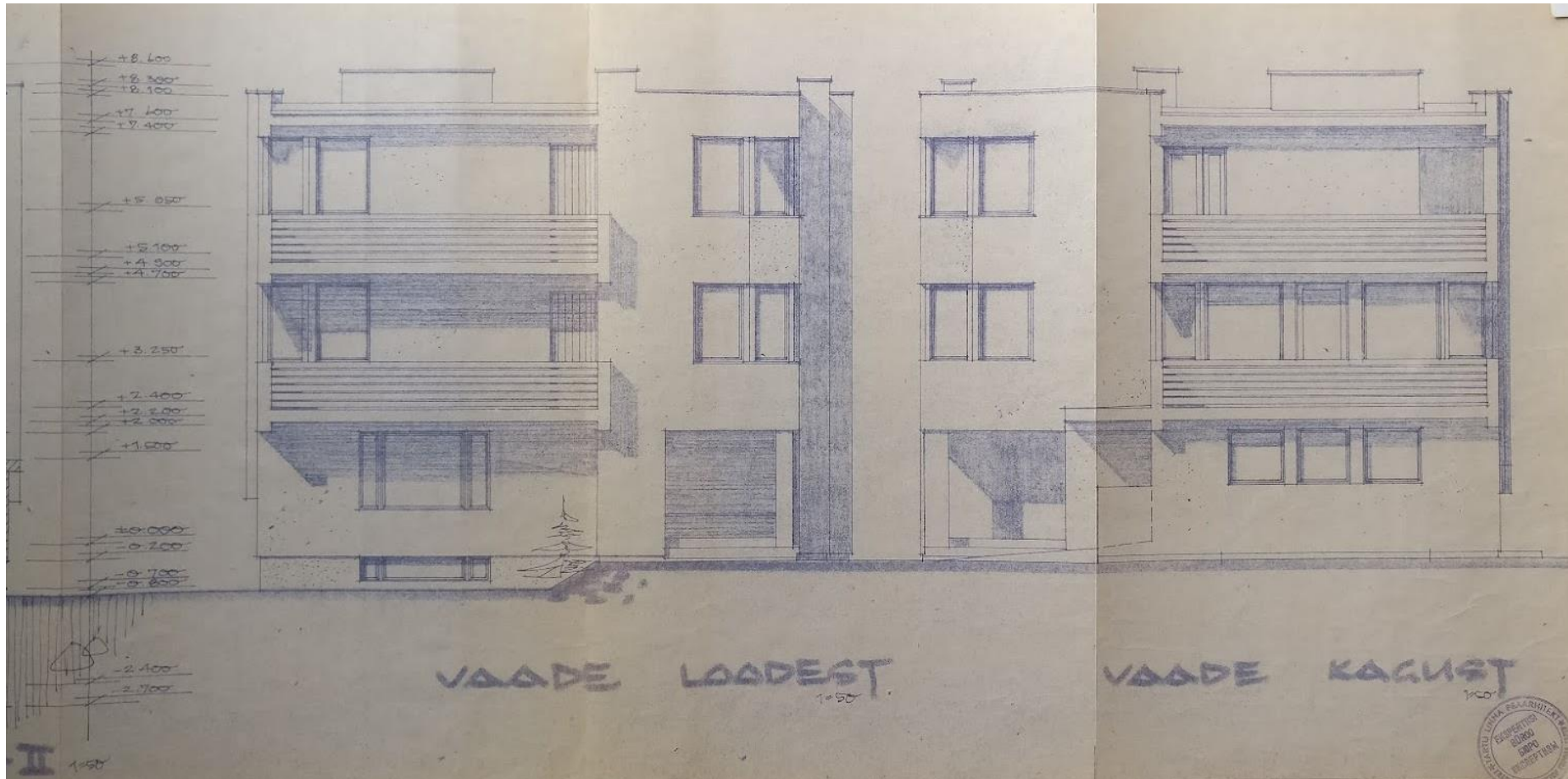
Lisa 7 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti vaade edelast



Lisa 8 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti vaade kirdest



Lisa 9 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti vaated loodest ja kagust



Lisa 10 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti seletuskiri

S e l e t u s k i r i

Üldosa. Elamu on projekteeritud Tartu Linna ESN TK otsuse nr.368, 18.10.78.a. alusel, mille kohaselt on lubatud projekteerida elamu elamispinnaga 90 m² ja kasuliku pinnaga 140 m².

A. Krundi planeerimine

Krundi suurus on 605 m². Veevarustuse ja kanalisatsioonivõrgud ehitatakse koos naabritega ühiselt ja ühendatakse linnavõrku.

Elamu on paigutatud krundile vastavalt APÜ-le.

Alusmüüride kaevikuist väljakaevatud pinnas kuulub ära vedamisele. Ploani kõrgusmärk ± 0.00 vastav absoluutkõrgusele 69.30.

Elamu ümber on muru ja iluaed. Suured olemasolevad viljapuud, mis ei jää ehituse alla, kuuluvad säilitamisele.

B. Elamu plaaniline lahendus

Projekteeritud elamu on kolme korruseline keldriga ehitus. Põhikorrusel asub saun, garaaž kahele autole ja abiruumid. II korrusel asub elutuba, köök sahvriga, kaks magamistuba ja veranda.

III korrusel asuvad 4 magamistuba, hall, sanuaula ning pööning. Keldrikorrusele on projekteeritud tahke kütuse panipaik katlaruumiga ja panipaigad.

C. Põhilised ehituskonstruktioonid

1. Alusmüürid tehakse puttbetoonist M-50.
2. Alusmüüride peale tehakse kahekordsest biokindlast ruberoiidist kleepmastiksil hüdroisolatsioon.
3. Välisseinad - mikroplekkidest või monoliitsest saepuru-betoonist, silikaat-tellistest veodriga, osaliselt tellis-

Lisa 11 Västriku 21 elamu 1979. aastal koostatud projekti seletuskirja järg 1

sein täidisega.

4. Siseseid kandeseinad on mikroplekkidest või tellistest.
5. Põrandad ja katusekonstruktsiooni tehakse raudbetoon- ja puitkonstruktsioonis vastavalt projektile.
6. Keldri ja I korruse vahelagi tehakse monel./raudbetoonist.
7. Katusekatteks 4x ruberoidi kleepmastikail.
8. Vastavalt tuleohutuse eeskirjadele eraldatakse küttekolled ja kersten puitkonstruktsioonist 1,5 kivi + asbest katikuga.
Katlaruumi pööningu ja garaaži ruumi eraldatakse teistest ruumidest asbesti ja plekiga ülesöödud tulekindlate uste ning luukidega (projektis TK).
9. Kloseti ja sauna põrand kaetakse metlaht-plaatidega.
10. Garaaži põrand betoonist.
11. Pööningu ja veranda katus ning seinad tehakse soojustateta.

D. Viimistlus

Hoone siseseinad krohvatakse või kaetakse "püssi" plaatidega ja tapitseeritakse. Köögi ja kloseti seinad värvitakse laeni mati heledatoonilise õlivärviga. Saun on seestpoolt veederdatud laudadega.

Laud krohvatakse ja valgendatakse, saunas kaetakse veedri-laudadega. Uksed, aknad ja põrandad värvitakse õlivärvidega.

Hoone välisseinad krohvatakse heledatoonilise pritsakrohviga. Puitosad värvitakse antratsenõliga. Aknaraamid - valgeks. Looduste sisepinnad värvitakse heleda pentaftaalvärviga.

E. Veevarustus

Puhas vesi saadakse linna veevõrgust Kesk-Kaare tänavalt.

F. Kanalisatsioon

Elamusse on ette nähtud veeklosetid. Kogu elamu heitveed juhitakse linna ühtsesse kanalisatsioonivõrku.

G. Ventilatsioon

1. Garaaži ventilatsioon juhitakse seinas asuvasse eraldi ventilatsiooni lõõridesse.
2. Klosettide ventileerimiseks on eraldi ventilatsioonilõõrid.

Lisa 12 VS-1 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kritiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusald us $v, \text{g/m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g/m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	3,18	1,05	-10,9	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,38	185	240	77,0
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	10,05	3,31	-7,5		15,00		9,42E+09	609,05	794	322	246,7
Ventileerimata õhkvahe	0,010		0,15	11,93	3,93	-3,6		1,00		5,24E+07	3,38	797	451	176,7
Gaaskukeroon väikeplokk	0,300	0,370	0,81	64,50	21,22	17,6				6,84E+09	442,05	1239	2011	61,6
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	10,34	3,40		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,38			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	1,26	100,00	OK
Soojuslähivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,80		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,64E+10
Veeaurulähivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	6,09E-11

Lisa 13 VS-1 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus $\text{RH}, \%$	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni- takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	$\% R$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	$\text{RH}, \%$
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,64	0,21	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,65	182	223	81,7
Silikonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	8,50	191	223	85,6
Silikonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,13	0,04	-11,6			0,14	7,33E+08	9,16	200	224	89,3
Aluskrohv (armeermiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,10	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	4,91	205	224	91,2
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	79,72	26,23	14,6		60,00		6,28E+10	785,07	990	1663	59,5
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	2,01	0,66	15,3		20,00		1,26E+10	157,01	1147	1735	66,1
Ventileerimata õhkvahe	0,010		0,15	2,39	0,79	16,1		1,00		5,24E+07	0,65	1148	1825	62,9
Gaaskukereroon väikeplokk	0,300	0,370	0,81	12,93	4,25	20,3				6,84E+09	85,47	1233	2383	51,7
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,3			0,14	7,33E+08	9,16	1242	2383	52,1
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,07	0,68		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,65			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	6,27	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,16		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	8,49E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	1,18E-11

Lisa 14 VS-2 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit.}} \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat.}} \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g/m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat.}}$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat.}}$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat.}}$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskulisla $\Delta v, \text{g/m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni- takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat.}} \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	2,87	0,94	-11,0	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	1,54	183	238	76,9
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	9,07	2,98	-8,0		15,00		9,42E+09	278,06	461	310	148,7
Mineraalvatt	0,050	0,060	0,83	59,83	19,68	11,7		1,00		2,62E+08	7,72	469	1376	34,1
Silikaattellismüür	0,250	0,950	0,26	18,89	6,22	17,9		20,00		2,62E+10	772,38	1241	2054	60,4
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	9,33	3,07		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	1,54			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot.}} (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	1,39	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,72		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot.}} (\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})/\text{kg}$	3,60E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$	2,78E-11

Lisa 15 VS-2 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,62	0,21	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,53	182	223	81,7
Silikoovärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	6,91	189	223	84,8
Silikoonekrohv	0,005	0,610	0,01	0,13	0,04	-11,7			0,14	7,33E+08	7,45	196	224	87,8
Aluskrohv (armeerimiskiht)	0,005	0,800	0,01	0,10	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	3,99	200	224	89,3
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	78,04	25,67	14,1		60,00		6,28E+10	638,19	839	1603	52,3
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	1,97	0,65	14,7		20,00		1,26E+10	127,64	966	1672	57,8
Mineraalvatt	0,050	0,060	0,83	13,01	4,28	19,0		1,00		2,62E+08	2,66	969	2194	44,2
Silikaattellismüür	0,250	0,950	0,26	4,11	1,35	20,3		20,00		2,62E+10	265,91	1235	2385	51,8
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,3			0,14	7,33E+08	7,45	1242	2385	52,1
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,03	0,67		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,53	1243	2485,6	50,0
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	6,41	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,16		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,04E+11
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	9,57E-12

Lisa 16 VS-3 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni- takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	2,81	0,93	-11,0	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	2,29	184	238	77,3
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	8,88	2,92	-8,1		15,00		9,42E+09	412,94	597	308	193,8
Termoliit	0,140	0,140	1,00	70,29	23,13	15,1		2,90		2,13E+09	93,14	690	1712	40,3
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	8,88	2,92	18,0		20,00		1,26E+10	550,58	1240	2062	60,2
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	9,14	3,01		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	2,29			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	1,42	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,70		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	2,42E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	4,13E-11

Lisa 17 VS-3 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisald us $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VALISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,62	0,20	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,60	182	223	81,8
Silikoonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	7,79	190	223	85,2
Silikoonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,13	0,04	-11,7			0,14	7,33E+08	8,39	198	224	88,7
Aluskrohv (armeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,10	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	4,49	203	224	90,4
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	77,67	25,56	13,9		60,00		6,28E+10	719,04	922	1591	57,9
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	1,96	0,65	14,6		20,00		1,26E+10	143,81	1066	1659	64,2
Termoliit	0,140	0,140	1,00	15,53	5,11	19,7		2,90		2,13E+09	24,33	1090	2292	47,5
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	1,96	0,65	20,3		20,00		1,26E+10	143,81	1234	2386	51,7
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,3			0,14	7,33E+08	8,39	1242	2386	52,1
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,02	0,66	21,0	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,60	1243	2485,6	50,0
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	6,44	100,00 OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,16	

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	9,27E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	1,08E-11

Lisa 18 VS-4 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus $\text{RH}_1, \%$	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	$\text{RH}, \%$
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	9,23	3,04	-8,9	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	2,81	184	287	64,3
Silikaattellismüür	0,250	0,950	0,26	60,75	19,99	11,1		15,00		1,96E+10	1055,62	1240	1323	93,7
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	30,01	9,87		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	2,81			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	0,43	100,00	OK
Soojuslääbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	2,31		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,97E+10
Veeaurulääbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	5,07E-11

Lisa 19 VS-4 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusald us $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,73	0,24	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,61	182	224	81,5
Silikoonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	7,88	190	224	85,0
Silikoonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,15	0,05	-11,6			0,14	7,33E+08	8,49	199	225	88,4
Aluskrohv (armeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,11	0,04	-11,6		15,00		3,93E+08	4,55	203	225	90,1
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	91,78	30,20	18,6		60,00		6,28E+10	727,51	931	2145	43,4
Silikaattellismüür	0,250	0,950	0,26	4,83	1,59	20,2		20,00		2,62E+10	303,13	1234	2368	52,1
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	20,2			0,14	7,33E+08	8,49	1242	2368	52,5
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,39	0,79		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,61			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	5,45	100,00	OK
Soojuslähivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,18		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	9,16E+10
Veeaurulähivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	1,09E-11

Lisa 20 VS-5 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus $\text{RH}, \%$	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	$\text{RH}, \%$
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	6,42	2,11	-9,8	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	1,64	183	264	69,3
Silikaattellismüür	0,430	0,950	0,45	72,70	23,92	14,1		15,00		3,38E+10	1057,97	1241	1611	77,0
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	20,88	6,87		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	1,64			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	0,62	100,00 OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	1,61	

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	3,39E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	2,95E-11

Lisa 21 VS-5 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,71	0,23	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,50	182	223	81,5
Silikonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	6,54	189	223	84,4
Silikonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,15	0,05	-11,6			0,14	7,33E+08	7,04	196	224	87,2
Aluskrohv (armeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,11	0,04	-11,6		15,00		3,93E+08	3,77	199	225	88,6
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	88,70	29,18	17,6		60,00		6,28E+10	603,41	803	2011	39,9
Silikaattellismüür	0,430	0,950	0,45	8,03	2,64	20,2		20,00		4,50E+10	432,44	1235	2372	52,1
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	20,2			0,14	7,33E+08	7,04	1242	2372	52,4
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,31	0,76		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,50			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	5,64	100,00 OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,18	

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,10E+11
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	9,05E-12

Lisa 22 VS-6 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g/m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g/m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	7,02	2,31	-9,6	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	1,86	183	269	68,2
Silikaattellismüür	0,380	0,950	0,40	70,18	23,09	13,5		15,00		2,98E+10	1057,54	1241	1546	80,3
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	22,81	7,50		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	1,86			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	0,57	100,00 OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	1,75	

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	2,99E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	3,34E-11

Lisa 23 VS-6 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur t, °C	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, RH _{crit.} , %	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk p _{sat.} , Pa	Abs. veeaurusisaldus v, g/m ³	Veeauru küllastus- sisaldus v _{sat.} , g/m ³	Küllastus- temperatuur t _{sat.} , °C	Küllastus- temperatuur t _{sat.} , °C	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, Δp, Pa	Niiskuslisa Δv, g/m ³
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	λ, W/(m·K)	R, (m ² ·K)/W	% R	Δ t, °C	t, °C	δ _p , kg/(m·s·Pa)	μ	S _d , m	Z _p , (m ² ·s·Pa)/kg	Δ p, Pa	p, Pa	p _{sat.} , Pa	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,72	0,24	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,53	182	223	81,5
Silikonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	6,86	189	223	84,6
Silikonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,15	0,05	-11,6			0,14	7,33E+08	7,39	196	224	87,5
Aluskrohv (armeeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,11	0,04	-11,6		15,00		3,93E+08	3,96	200	225	89,0
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	89,53	29,46	17,9		60,00		6,28E+10	633,42	834	2047	40,7
Silikaattellismüür	0,380	0,950	0,40	7,16	2,36	20,2		20,00		3,98E+10	401,17	1235	2371	52,1
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	20,2			0,14	7,33E+08	7,39	1242	2371	52,4
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,33	0,77		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,53			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	R _{tot.} , (m ² ·K)/W	5,58	100,00	OK
Soojuslähivus	U, W/(m ² ·K)	0,18		

Summaarne veeaurutakistus	Z _{p,tot.} , (m ² ·s·Pa)/kg	1,05E+11
Veeaurulähivus	W _p , kg/(m ² ·s·Pa)	9,50E-12

Lisa 24 VS-7 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeauresisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	3,16	1,04	-10,9	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,76	185	240	77,2
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	9,98	3,28	-7,6		15,00		9,42E+09	677,61	863	321	268,7
Termoliit	0,060	0,140	0,43	33,87	11,14	3,6		2,90		9,11E+08	65,50	928	788	117,8
Gaaskukeroon väikeplokk	0,200	0,370	0,54	42,72	14,05	17,6				4,32E+09	310,61	1239	2014	61,5
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	10,27	3,38		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,76			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	1,27	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,79		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,48E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	6,78E-11

Lisa 25 VS-7 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus $\text{RH}, \%$	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VALISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2 \cdot \text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	$\text{RH}, \%$
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,64	0,21	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,67	182	223	81,7
Silikonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	8,67	191	223	85,6
Silikonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,13	0,04	-11,6			0,14	7,33E+08	9,34	200	224	89,5
Aluskrohv (armeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,10	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	5,00	205	224	91,4
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	79,62	26,19	14,6		60,00		6,28E+10	800,74	1006	1659	60,6
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	2,01	0,66	15,2		20,00		1,26E+10	160,15	1166	1731	67,4
Termoliit	0,060	0,140	0,43	6,82	2,25	17,5		2,90		9,11E+08	11,61	1178	1997	59,0
Gaaskukeroon väikeplakk	0,200	0,370	0,54	8,61	2,83	20,3				4,32E+09	55,06	1233	2383	51,7
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,3			0,14	7,33E+08	9,34	1242	2383	52,1
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,07	0,68	21,0	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,67	1243	2485,6	50,0
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	6,28	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,16		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	8,33E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}\cdot\text{Pa})$	1,20E-11

Lisa 26 VS-8 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	4,05	1,33	-10,6	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,38	185	247	75,0
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	12,80	4,21	-6,4		15,00		9,42E+09	609,05	794	357	222,4
Ventileerimata õhkvahe	0,010		0,15	15,20	5,00	-1,4		1,00		5,24E+07	3,38	797	546	146,1
Gaaskukeroon väikeplokk	0,200	0,370	0,54	54,77	18,02	16,7				6,84E+09	442,05	1239	1896	65,4
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	13,17	4,33		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,38			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	0,99	100,00 OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	1,01	

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,64E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	6,09E-11

Lisa 27 VS-8 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni- takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2 \cdot \text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,67	0,22	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,65	182	223	81,7
Silikonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	8,50	191	223	85,5
Silikonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,14	0,04	-11,6			0,14	7,33E+08	9,16	200	224	89,2
Aluskrohv (armeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,10	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	4,91	205	225	91,1
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	83,32	27,41	15,8		60,00		6,28E+10	785,07	990	1795	55,1
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	2,10	0,69	16,5		20,00		1,26E+10	157,01	1147	1876	61,1
Ventileerimata õhkvahe	0,010		0,15	2,50	0,82	17,3		1,00		5,24E+07	0,65	1148	1977	58,0
Gaaskukeroon väikeplok	0,200	0,370	0,54	9,01	2,96	20,3				6,84E+09	85,47	1233	2379	51,8
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,3			0,14	7,33E+08	9,16	1242	2379	52,2
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	2,17	0,71	21,0	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,65	1243	2485,6	50,0
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	6,00	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,17		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	8,49E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}\cdot\text{Pa})$	1,18E-11

Lisa 28 VS-9 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	2,47	0,81	-11,1	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,58	185	235	78,7
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	7,78	2,56	-8,5		15,00		9,42E+09	644,46	830	295	280,8
Termoliit	0,110	0,140	0,79	48,42	15,93	7,4		2,90		1,67E+09	114,21	944	1029	91,7
Gaaskukeroon väikeplakk	0,200	0,370	0,54	33,31	10,96	18,4				4,32E+09	295,42	1239	2111	58,7
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	8,01	2,64		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,58			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	1,62	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,62		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,55E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	6,44E-11

Lisa 29 VS-9 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g/m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskulisla $\Delta v, \text{g/m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,60	0,20	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,66	182	223	81,8
Silikoovärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	8,60	191	223	85,7
Silikoonekrohv	0,005	0,610	0,01	0,12	0,04	-11,7			0,14	7,33E+08	9,26	200	223	89,5
Aluskrohv (armeerimiskiit)	0,005	0,800	0,01	0,09	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	4,96	205	224	91,5
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	75,34	24,79	13,2		60,00		6,28E+10	793,50	999	1512	66,0
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	1,90	0,63	13,8		20,00		1,26E+10	158,70	1157	1575	73,5
Termoliit	0,110	0,140	0,79	11,84	3,89	17,7		2,90		1,67E+09	21,09	1178	2021	58,3
Gaaskukeroon väikeplokk	0,200	0,370	0,54	8,14	2,68	20,4				4,32E+09	54,56	1233	2389	51,6
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,4			0,14	7,33E+08	9,26	1242	2389	52,0
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	1,96	0,64		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,66	1243	2485,6	50,0
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	6,64	100,00	OK
Soojuslähivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,15		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})/\text{kg}$	8,40E+10
Veeaurulähivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$	1,19E-11

Lisa 30 VS-10 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, olemasolev olukord

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g/m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g/m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	1,94	0,64	-11,3	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,64	185	232	79,9
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	6,13	2,02	-9,2		15,00		9,42E+09	655,40	841	277	303,1
Saepuru-tselluvilla segu	0,110	0,090	1,22	59,36	19,53	10,3		2,45		1,41E+09	98,13	939	1251	75,0
Gaaskukeroon väikeplokk	0,200	0,370	0,54	26,25	8,64	18,9				4,32E+09	300,44	1239	2186	56,7
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	6,31	2,08		1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	3,64			
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	2,06	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,49		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	1,53E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	6,55E-11

Lisa 31 VS-10 soojus- ja niiskustehniliste arvutuste tabel, rekonstrueerimislahendus

	Temperatuur $t, ^\circ\text{C}$	Suhteline õhuniiskus RH, %	Kriitiline suhteline õhuniiskus, $\text{RH}_{\text{crit}}, \%$	Veeauru osarõhk p, Pa	Max veeauru osarõhk $p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	Abs. veeaurusisaldus $v, \text{g}/\text{m}^3$	Veeauru küllastus- sisaldus $v_{\text{sat}},$ g/m^3	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Küllastus- temperatuur $t_{\text{sat}},$ $^\circ\text{C}$	Sise ja välisõhu veeauru osarõhkude vahe, $\Delta p, \text{Pa}$	Niiskuslisa $\Delta v, \text{g}/\text{m}^3$
VÄLISÕHK	-11,9	83,0	75,0	182	219	1,51	1,81	-13,9	-11,9	1061	7,6
SISEÕHK	21,0	50,0		1243	2486	9,15	18,31	10,2	21,0		

Tarindi osa	Kihi paksus	Soojus- erijuhtivus	Soojustakistus	Soojustakistuse osakaal	Temperatuuri muutus	Temperatuur kihtide vahel	Veeauru- erijuhtivus	Difusiooni- takistustegur	Kihi suhteline difusiooni-takistus	Veeauru-takistus	Veeaururõhu muut	Tegelik veeauru osarõhk	Max veeauru osarõhk	Suhteline õhuniiskus
	d, m	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$R, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	% R	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\delta_p, \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	μ	S_d, m	$Z_p, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	$\Delta p, \text{Pa}$	p, Pa	$p_{\text{sat}}, \text{Pa}$	RH, %
Välisõhk (joonisel vasak pool)						-11,9	1,91E-10					182	219	83,0
Tarindi välispind (pinnatakistus)	0,01		0,04	0,57	0,19	-11,7	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,66	182	222	81,9
Silikoonvärv	0,000	0,000	0,00			-11,7			0,13	6,81E+08	8,62	191	222	85,8
Silikoonkrohv	0,005	0,610	0,01	0,12	0,04	-11,7			0,14	7,33E+08	9,29	200	223	89,7
Aluskrohv (armeerimiskiht)	0,005	0,800	0,01	0,09	0,03	-11,6		15,00		3,93E+08	4,97	205	224	91,6
Vahtpolüstüreen	0,200	0,040	5,00	70,69	23,26	11,6		60,00		6,28E+10	795,96	1001	1366	73,3
Silikaattellismüür	0,120	0,950	0,13	1,79	0,59	12,2		20,00		1,26E+10	159,19	1160	1420	81,7
Saepuru-tselluvilla segu	0,110	0,090	1,22	17,28	5,68	17,9		2,45		1,41E+09	17,88	1178	2047	57,5
Gaaskukeroon väikeplokk	0,200	0,370	0,54	7,64	2,51	20,4				4,32E+09	54,73	1233	2395	51,5
Universaalvärv	0,000	0,000	0,00			20,4			0,14	7,33E+08	9,29	1242	2395	51,9
Tarindi sisepind (pinnatakistus)	0,01		0,13	1,84	0,60	21,0	1,91E-10	1,00	0,01	5,24E+07	0,66	1243	2485,6	50,0
Siseõhk (joonisel parem pool)						21,0	1,91E-10					1243	2485,6	50,0

Summaarne soojustakistus	$R_{\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$	7,07	100,00	OK
Soojusläbivus	$U, \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,14		

Summaarne veeaurutakistus	$Z_{p,\text{tot}}, (\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})/\text{kg}$	8,38E+10
Veeauruläbivus	$W_p, \text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$	1,19E-11