

B ENERGIAKLASSI ÜKSIKELAMU ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT, VÄLISPIIRETE ENERGIATÕHUSUS NING KONSTRUKTSIOONITÜÜPIDE VÕRDUS

PRINCIPAL ARCHITECTURAL DESIGN, ENERGY EFFICIENCY CALCULATIONS AND COMPARISON OF CONSTRUCTION TYPES OF A B ENERGY CLASS PRIVATE HOUSE

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Arto Tõnnis

Üliõpilaskood: 107849 EAEI

Juhendaja(d): Jiri Tintera
Kristo Kalbe

Tartu 2021

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.

24. mai 2021

Autor: Arto Tõnnis

Allkirjastatud digitaalselt

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"24" mai 2021

Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe

Allkirjastatud digitaalselt

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Arto Tõnnis,

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

B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus

mille juhendajad on Jiri Tintera ja Kristo Kalbe

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.

_____ (kuupäev)

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 loomingu 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.

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **ARTO TÕNNIS**

Üliõpilaskood **107849EAEI**

Õppekava, peeriala: **EAEI02/12Tartu - Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine** spetsialiseerumisega ehitiste projekteerimine ja arhitektuur

Lõputöö teema:

B ENERGIAKLASSI ÜKSIKELAMU ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT, VÄLISPIIRETE ENERGIATÕHUSUS NING KONSTRUKTSIOONITÜÜPIDE VÕRDLUS

Principal architectural design, energy efficiency calculations and comparison of construction types of a B energy class private house

Juhendaja: Lektor, Jiri Tintera
Ekspert, Kristo Kalbe

Jiri.Tintera@taltech.ee
Kristo.kalbe@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja
Perekonnanimi

Kontakt (e-post või
telefon)

Allkiri ja kuupäev

Lektor, Lehar Leetsaar

Lehar.leetsaar@taltech.ee

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Kahe konstruktsioonitüübi võrdlus
2. Elamu arhitektuurse põhiprojekti koostamine

Töö keel: eesti keel

24.05.2021

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
ABSTRACT	8
1. ENERGIATÕHUSUS	9
1.1 Projekteerimistöö piiritus	9
1.1.1 Kasutatud normdokumendid	9
1.2 Arhitektuuriline üldkontseptsioon	10
1.3 Arvutamise meetodika	10
1.4 Tarindite soojusläbivus	11
1.5 Piirdetarindite joonsoojusläbivused	11
1.6 Energiatõhususarv	12
1.6.1 Puitkonstruktsioonist hoone Energiatõhususarv	12
1.6.2 Betoonmüürikivist konstruktsiooni Energiatõhususarv	13
1.7 Järeldus	14
2. MAKSUMUS	15
2.1 Hindade kujunemine	15
2.2 Puitkonstruktsioonist eramu.....	16
2.3 Betoonmüürikivist eramu.....	20
2.4 Maksumustabelite Võrdlus	24
3. KOKKUVÕTE	25
ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT	26
4. ÜLDOSA	26
4.1 Seletuskirja üldosa	26
4.2 Üldandmed	26
4.2.1 Kinnistu andmed	26
4.2.2 Ehitise kirjeldus	26
4.3 Alusdokumendid	26
4.3.1 Ehitusuuringud.....	26
4.3.2 Normdokumendid.....	26
5. ASENDIPLAAN	28
5.1 Olemasolev olukord	28
5.1.1 Paiknemine.....	28
5.1.2 Olemasolevad hooned ja rajatised	28
5.1.3 Olemasolev reljeef.....	28
5.1.4 Olemasolev kõrghaljastus.....	28
5.1.5 Krundi pinnase omadused	28
5.2 Asendiplaaniline lahendus	28
5.2.1 Hoonete ja rajatiste paigutus	28
5.3 Vertikaalplaneering	29
5.3.1 Vertikaalplaneerimise lähtetingimused	29
5.3.2 Hoone paiknemiskõrgus	29
5.3.3 Sadevee käitlemine	29
5.4 Teed ja plastid	29
5.4.1 Parkimine	29
5.4.2 Krundisisesed teed ja platsid	29
5.5 Haljastus ja heakord	29
5.5.1 Olemasolev säilitatav haljastus	29
5.5.2 Projekteeritud haljastus	30
5.5.3 Piirded ja väravad	30
5.5.4 Jäätmed.....	30
5.6 Välisvalgustus	30
6. ARHITEKTUURILAHENDUS	30

6.1	Arhitektuurne üldlahendus	30
6.1.1	Hoone arhitektuuri üldkonseptsioon	30
6.1.2	Välisviimistlus	30
6.1.3	Ruumid	31
6.1.4	Energiatõhusus ja sisekliima	31
6.2	Ehitiste põhiandmed	31
6.2.1	Elamu põhiandmed	31
6.3	Sisearhitektuur.....	32
6.3.1	Elamu sisearhitektuur	32
7.	KONSTRUKTSIOONILAHENDUS	33
7.1	Elamu piirdekonstruktsioonide üldine iseloomustus konstruktsioonitüüpide järgi 33	
7.1.1	Vundament.....	33
7.1.2	Välisseinad	33
7.1.3	Siseseinad	34
7.1.4	Vahelaed	34
7.1.5	Katus.....	34
7.1.6	Avatäited	34
7.1.7	Terrassid, varikatused ja sadeveesüsteem	35
8.	TEHNILINE LAHENDUS	35
8.1	Elamu tehniline lahendus	35
8.1.1	Veevarustus ja kanalisatsioon	35
8.1.2	Elekter ja nõrkvool	36
8.1.3	Küte, ventilatsioon ja jahutus	36
9.	TULEOHUTUS	37
9.1	Normdokumendid	37
9.2	Elamu tuleohutus	37
9.2.1	Tuleohutusklass, kasutusviis ja -otstarve	37
9.2.2	Tuleohutuskujad	37
9.2.3	Kande- ja tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivusajad	37
9.2.4	Tuletõkkeseksioonid	37
9.2.5	Tuletundlikkus	37
9.2.6	Evakuatsioon	38
9.2.7	Suitsuärastus.....	38
9.2.8	Tuleohutusabinõud hoones	38
9.2.9	Päästemeeskonna juurdepääs	38
9.2.10	Pääsud katusele.....	38
9.2.11	Tulekustutusvesi	38
10.	NIISKUSTURVALISUS	39
10.1	Puitkonstruktsiooni niiskusturvalisuse tagamine	39
GRAAFILINE OSA	40	
LISAD	41	

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on leida ja välja tuua soodsaim lahendus arendajale tüüpilise ühepereelamu hoone konstruktsioontüübi valikul. Mõeldes tüüpilise eramu arendusprojektile, siis tegemist on alla 220m² hoonega, mille puhul nõutakse madalenergiahoone ehk B-energiaklassi nõuete täitmist. Saavutamaks eelnevalt välja toodud nõuet, tekib küsimus, millisest konstruktsioontüübist oleks taolist hoonet kõige mõistlikum ehitada.

Ülesehituslikult jaguneb töö kaheks - esimene osa käsitleb hoone energiatõhusust ja maksumust, kus keskendutakse kahele erinevale konstruktsioontüübile. Töö raames teostati puit- ning betoonmüürikivist konstruktsioonide kahemõõtmeline soojusvoogude analüüs ning arvatati detailselt tarindite soojuslähivused ning tarindite liitekohtade soojuslähivused. Täiendavalt kontrolliti tarindite liitekohtade niiskustehnilist toimivust temperatuuriindeksi piirmäära kontrolliga, määrati hoone energiaklass ning arvatati välja nende maksumus. Teine osa, puitkonstruktsioonist hoone arhitektuuriline põhiprojekt, koosneb seletuskirjast ning graafilisest osast. Seletuskiri käsitleb endas põhiosa, asendiplaani, arhitektuurilahendusi, konstruktsioonilahendusi, tehnilisi lahendusi ning tuleohutust. Graafilises osas keskendutakse asendiplaanile, korruste plaanidele, lõigetele, hoone vaadetele, tüüpsõlmedele ning avatäidete spetsifikatsioonidele.

Ehituskonstruktsioonide materjalide valikul on silmas peetud nende levimust tüüpiliste eramajade valmistamisel.

Projekteeritud eramu on kahekorruseline, lihtsa ristküliku kujulise vormiga, lähtudes eesmärgist luua hea sisekliimaga valgusküllane keskkond.

Töö teema valik tulenes autori erialasest huvist ning isiklikust soovist teada saada, millisest konstruktsioontüübist on kõige mõistlikum ja jätkusuutlikum selliseid eramuid ehitada.

Lõputöö koostamisel on kasutatud arvutiprogramme: Autodesk AutoCAD 2020, LBNL THERM 7.7, MS Word, MS Excel

ABSTRACT

The aim of this master's thesis is to find and bring out the most optimum solution for the developer in choosing the construction type of a typical single-family house. Thinking of a typical private house development project, it is a building less than 220 m², which expects the requirements of a low-energy building, ie energy class B. In order to achieve that requirement, the question arises as to which construction type would be the most reasonable to build.

The master's thesis focuses on two different types of construction - wooden construction and concrete stone construction

A typical rectangular two-storey single-family house has been designed, with the bedrooms moved to the second floor to separate them from the common areas. Dark-faced cladding boards have been used as the façade material while the roofing material is a two-layer SBS modified bitumen roll material.

In conclusion, from the developer's point of view it would be the most sensible to use a wooden construction. The cost analysis showed that wooden construction is about 5000 euros cheaper than stone construction, while it represents only 2.65% of the total cost. Based on personal development projects, the author of the work finds that the decision of a construction cannot always be decided on the money spent on it. As the energy efficiency of both types of construction is quite similar, other factors should definitely be taken into account when making a decision. Like the time spent on the construction and the internal and external noise levels. Although these topics were not addressed in this master's thesis, it would be extremely important to put them on the agenda in the future.

1. ENERGIATÕHUSUS

1.1 Projekteerimistöö piiritlus

Käesolev osa käsitleb nii puitkonstruktsioonist kui ka betoonmüürikivist elamu energiatõhususarvu leidmist. Eesmärgiks on saavutada madalenergiahoone ning mõlema konstruktsioonitüübi puhul sarnane energiatõhususarv, et neid kõige paremini võrrelda.

1.1.1 Kasutatud normdokumendid

- Ehitusseadustik
- EVS-EN ISO 10211:2017 „Külmasillad hoones. Soojusvoolud ja pinnatemperatuurid. Detailsed arvutused.“
- EVS-EN ISO 6946:2017 „Hoonete piirdetarindid ja komponendid. Soojustakistus ja soojusläbivus. Arvutusmeetodid“
- Ettevõtlus- ja infotehnoloogiainistri 11.12.2018 vastu võetud määrus nr 63 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“
- EVS 885:2005 „Ehituskulude liigitamine“
- Majandus- ja taristuministri 17.07.2015 vastu võetud määrus nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“
- Majandus- ja taristuministri 05.06.2015 vastu võetud määrus nr 58 „Hoone energiatõhususe arvutamise metoodika“
- Kredexi juhendmaterjalid :
 - „Piirdetarindite liitekohtade joonsoojusläbivuse arvutus“
 - „Joonsoojusläbivuse tulemuste esitamise vorm“

1.2 Arhitektuuriline üldkontseptsioon

Projekteeritav kahekorruseline eramaja asub Tartumaal, Tartu linnas, Rahinge külas, Hiieküla tn. 2 ning on köetava pinnaga 121,7 m². Seoses ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri 11.12.2018 vastu võetud määrusele nr 63 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“, peab hoone vastama madalenergia nõudele. Selle saavutamiseks on väikeelamutel nõutud energiatõhususarv 140 kWh/m²·a. Käsitletava hoone kohta koostatakse eraldi energiatõhususe projekt nii puitkonstruktsiooni kui ka betoonmüürikivi konstruktsiooni tüüpide kohta. Asendades puitkonstruktsioonid betoonmüürikivi konstruktsioonidega, muutuvad tarindite paksused, kuid hoone sisemõõdud jäävad samaks. Peale seinakonstruktsiooni muutub ka vahe- ning katuslae konstruktsioon, kus puitlahendus asendatakse õõnespaneelidega. Avatäited on projekteeritud hoone igale küljele, kuid kõige enam on aknaid lõuna küljel. Tagamaks kvaliteetne sisekliima, on hoonesse projekteeritud plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniseade. Sooja tootmine toimub maakütte soojuspumba baasil.

1.3 Arvutamise meetodika

Kasutades tarkvara Therm 7.7, leitakse liituvate tarindite soojusläbivused U (W/m²K), tarindite liitekoha arvutusulatust läbiv soojusvool Φ (W) ning madalaim sisepinna temperatuur (°C). Sealhulgas koostatakse kahemõõtmeline arvutusmudel, kus vastavalt standardile leitakse külmasildade lisasoojusjuhtivused sisemõõtmete järgi. Vastavad andmed sisestatakse Kredexi juhendmaterjali „Joonsoojusläbivuse tulemuste esitamise vormi“, mis arvutab tarindite liitekoha joonsoojusläbivuse Ψ (W/(m·K)) ning tarindite liitekoha sisepinna minimaalse temperatuurindeksi fR_{si} .

Energiatõhususarvu leidmiseks kasutatakse vastavalt ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri 11.12.2018.a. määrusele nr. 63 „Hoone energiatõhususe nõuded“ Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi veebilehel avaldatud „Väikeelamu energiatõhususarvu kalkulaatorit“. Kalkulaatorisse sisestatakse andmed hoone kohta, määratakse peamine kütteallikas, sisestatakse tarindite soojusjuhtivustegurid ning joonsoojusläbivused.

1.4 Tarindite soojuslähivus

Puitkonstruktsiooni soojuslähivus		Betonmüürikivi konstruktsiooni soojuslähivus	
Välissein VS-1	0,13 W/m ² K	Välissein VSc-1	0,12 W/m ² K
Põrand pinnasel PP-1	0,08 W/m ² K	Põrand pinnasel PP-1	0,08 W/m ² K
Katuslagi KL-1	0,10 W/m ² K	Katuslagi KL-3	0,10 W/m ² K
Horisontaalne aken	0,90 W/m ² K	Horisontaalne aken	0,90 W/m ² K
Välisuks	0,90 W/m ² K	Välisuks	0,90 W/m ² K

1.5 Piirdetarindite joonsoojuslähivused

Piirdetarindite joonkülmasildade detailsemad tulemused on esitatud lisadena. Tulemused on kajastatud Kredexi poolt väljastatud joonsoojuslähivuse tulemuste esitamise vormis.

Puitkonstruktsioonide joonsoojuslähivused		Kivikonstruktsioonide joonsoojuslähivused	
Välissein – Välissein VS-VS	0,05 W/(m·K)	Välissein – Välissein VS-VS	0,09 W/(m·K)
Välissein – Katuslagi VS-KL	0,03 W/(m·K)	Välissein – Katuslagi VS-KL	0,13 W/(m·K)
Välissein – Põrand pinnasel VS-PP	0,16 W/(m·K)	Välissein – Põrand pinnasel VS-PP	0,15 W/(m·K)
Välissein – Aken: VS-Aken:	0,04 W/(m·K)	Välissein – Aken: VS-Aken:	0,04 W/(m·K)

1.6 Energiatõhususarv

1.6.1 Puitkonstruktsioonist hoone Energiatõhususarv

Väikeelamu energiatõhususarvu kalkulaator - sisesta andmed kollasesse väljadesse

27.12.2018 TalTech

Andmed hoone kohta								Energiarvutuse teostaja			
Aadress				Uue hoone püstitamine				Nimi			
Kõetav pind	121,0	m ²	Ehitise kasutamise otstarve	11101 - Üksikelamu				Pädevus			
Netopind	121	m ²	Peamine soojusallikas ruumide kütteks	Maasoojuspump				Allkiri	allkirjastatud digitaalselt		
Piirdetarind	U_i	A_i	$H_{juhtivus}$	Joon-soojusläbivus	Ψ_k	I_k	$H_{joonläbivus}$	Infiltratsioon	$H_{infiltratsioon}$		
	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K				
Välissein	0,13	142,6	18,9	Välisseina välisnurk	0,050	28,2	1,4	q_{50}	1,5		
Katuslagi	0,10	97,7	9,8	Välisseina siseturk	0,000	0,0	0,0	Kavandatud mõõtmine			
Põrand pinnasel	0,08	78,6	6,6	Välissein-katuslagi	0,030	55,5	1,7	Korruste arv	2		
				Välissein-põrand	0,160	40,0	6,4	$A_{välispiire}$, m ²	364,5		
				Välissein-vahelagi	0,000	0,0	0,0				
				Välissein-sisesein	0,000	0,0	0,0				
				Akna seinakinnitus	0,040	63,9	2,6				
Välisüks	0,90	2,1	1,9	Ukse seinakinnitus	0,040	4,2	0,2				
Aken põhja	0,90	6,5	7,9	Rõdu seinakinnitus		0,0	0,0				
Aken kirdesse			0,0	Sisesein-katuslagi	0,000	0,0	0,0				
Aken itta	0,90	8,4	6,8	Sisesein-põrand	0,000	0,0	0,0				
Aken kagusse			0,0								
Aken lõunasse	0,90	18,3	5,8								
Aken edelasse			0,0								
Aken läände	0,90	10,3	8,4					q_{int} , m ³ /s	0,0063		
Aken loodesse			0,0								
Summa	$H_{juhtivus}$, W/K			$H_{joonläbivus}$, W/K			12,2	$H_{ühuleke}$, W/K			
			65,9				85,7	Aknapiina suhe kõetavasse pinda			
$H = H_{juhtivus} + H_{joonläbivus} + H_{ühuleke}$			W/K			85,7			36%		
Välispiirete summaarne soojuserikadu kõetava pinna kohta H/A			W/(m ² ·K)			0,71					
Tehnosüsteemid	Soojusallikad		Maasoojuspump	Õhk-vesi soojuspump	Kaugküte	Pelletikatel	Gaas-kondensatsioonikatel				
Projekteeritud õhk-vesi või maasoojuspumba nominaalvõimsus, kW	6,0		En. kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En. kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En. kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En. kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En. kasutus ja lokaalselt toodetud en.		En. kasutus ja lokaalselt toodetud en.		
Arvutuslik välisõhu temp., °C	-21		kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)		kWh/(m ² ·a)		
Kütteviis	põrandküte		Ruumide küte	57,9	15,6	24,8	69,5	73,6	65,8		
Soojustagasti tüüp	plaatsoojustagasti		Vent. õhu soojendamine	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5		
Soojustagastuse temperatuurisuhtarv, -	0,80		Tarbevee soojendamine	25,0	9,6	13,5	27,8	29,4	26,3		
Vent. liisa soojendamine	elektrikalorifeer		Ventilaatorid ja pumbad	7,4	7,4	7,4	9,4	9,4	9,4		
Ventilatsioonisüsteemi erivõimsus, kW/(m ³ /s)	2,0		Valgustus	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3		
Päikesepaneelide maksimaalne võimsus, kW	0,0		Seadmed	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0		
Kollektori aktiivpindala, m ²	0,0		Toodetud lokaalne taastuvelekter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Kollektori või paneeli suunatus	lõuna		Taastuvelektri omatarve, %	0	0	0	0	0	0		
Kollektori või paneeli kaldenurk	15°		Tarbitud lokaalne taastuvelekter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
			Eksportitud lokaalne taastuvelekter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
			Summa	123,0	65,3	78,4	139,4	145,1	134,3		
			Kaalutud energiakasutus		130,7	156,9	171,7	151,1	176,4		
Paneeli paigaldusviis	mõõduka tuulutusega		B-klassi ETA piirv	140	ETA (ilma PV)	131	157	172	151	176	
			A-klassi ETA piirv	120	ETA	131	157	172	151	176	

1.6.2 Betoonmüürikivist konstruktsiooni Energiatõhususarv

Väikeelamu energiatõhususarvu kalkulaator - sisesta andmed kollastesse väljadesse										27.12.2018 TalTech				
Andmed hoone kohta								Energiaarvutuse teostaja						
Address		Uue hoone püstitamine						Nimi						
Kõetav pind	121,0	m ²	Ehitise kasutamise otstarve			11101 - Üksikelamu		Pädevus						
Netopind	121	m ²	Peamine soojusallikas ruumide kütteks			Maasoojuspump		Allkiri	alkirjastatud digitaalselt					
Piirdetarind			U_i	A_i	$H_{juhtivus}$	Joonsoojusläbivus	Ψ_k	I_k	$H_{joonl\u00e4bivus}$	Infiltratsioon	$H_{infiltratsioon}$			
			W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K					
Välissein			0,12	142,6	16,9	Välisseina välisnurk	0,090	28,2	2,5	q_{50}	1,5			
Katuslagi			0,10	97,7	9,3	Välisseina sisenuk	0,000	0,0	0,0	Kavandatud m\u00f5otmine				
P\u00f6rand pinnasel			0,08	78,6	6,6	Välissein-katuslagi	0,130	55,5	7,2	Korruste arv	2			
		Välissein-p\u00f6rand				0,150	40,0	6,0	$A_{v\u00e4lispire}$, m ²	364,5				
		Välissein-vahelagi				0,000	0,0	0,0						
		Välissein-sisesein				0,000	0,0	0,0						
		Akna seinakinnitus				0,040	63,9	2,6						
V\u00e4lisuks			0,90	2,1	1,9	Ukse seinakinnitus	0,040	4,2	0,2					
Aken p\u00f6hja			0,90	6,5	7,9	R\u00f6du seinakinnitus		0,0	0,0					
Aken k\u00edrdesse					0,0									
Aken itta			0,90	8,4	6,8	Sisesein-katuslagi	0,000	0,0	0,0					
Aken kagusse					0,0									
Aken l\u00f6unasse			0,90	18,3	5,8	Sisesein-p\u00f6rand	0,000	0,0	0,0					
Aken edelasse					0,0									
Aken l\u00e4\u00e4nde			0,90	10,3	8,4				0,0	q_{int} , m ³ /s	0,0063			
Aken loodesse					0,0									
Summa			$H_{juhtivus}$, W/K			63,4	$H_{joonl\u00e4bivus}$, W/K			18,5	$H_{shuleke}$, W/K	7,6		
$H = H_{juhtivus} + H_{joonl\u00e4bivus} + H_{shuleke}$											89,5			
V\u00e4lispirete summaarne soojuserikadu k\u00f6etava pinna kohta H/A											W/(m ² ·K)		0,74	
											Aknapiinna suhe k\u00f6etavasse pinda		36%	
Tehnos\u00fcsteemid		Soojusallikad		Maasoojuspump		Õhk-vesi soojuspump	Kaugk\u00fcte	Pelletikatel	Gaas-kondensatsioonikatel					
Projekteeritud \u00f5hk-vesi v\u00f5i maasoojuspumba nominaalv\u00f5imsus, kW		6,0		Energiabilanss	Netovajadus	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.				
Arvutuslik v\u00e4lis\u00f5hu temp., \u00b0C		-21		kWh/(m ² ·a)		kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)	kWh/(m ² ·a)					
K\u00fcteviis		p\u00f6randk\u00fcte		Ruumide k\u00fcte	60,5	16,3	26,0	72,6	76,9	68,8				
Soojustagasti t\u00fc\u00fcp		plaatsoojustagasti		Vent. \u00f5hu soojendamise	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5				
Soojustagastuse temperatuurisuhtarv, -		0,80		Tarbevee soojendamise	25,0	9,6	13,5	27,8	29,4	26,3				
Vent. liisa soojendamise		elektrikalorifeer		Ventilaatorid ja pumbad	7,4	7,4	7,4	9,4	9,4	9,4				
Ventilatsioonis\u00fcsteemi eriv\u00f5imsus, kW/(m ³ /s)		2,0		Valgustus	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3				
P\u00e4ikesepaneelide maksimaalne v\u00f5imsus, kW		0,0		Seadmed	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0				
Kollektori aktiivpindala, m ²		0,0		Toodetud lokaalne taastuvelekter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Kollektori v\u00f5i paneeli suunatus		l\u00f6una		Taastuvelektri omatarve, %	0	0	0	0	0	0				
Kollektori v\u00f5i paneeli kaldenurk		15\u00b0		Tarbitud lokaalne taastuvelekter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
				Eksporditud lokaalne taastuvelekter	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
				Summa	125,5	66,0	79,6	142,5	148,4	137,2				
				Kaalutud energiasutus		132,1	159,1	174,5	153,3	179,3				
Paneeli paigaldusviis		m\u00f5\u00f5duka tuulutusega		B-klassi	140	ETA (ilma PV)	132	159	175	153	179			
				ETA piirv		ETA	132	159	175	153	179			
				A-klassi	120		132	159	175	153	179			
				ETA piirv			132	159	175	153	179			

1.7 Järeldus

Vastavalt Ettevõtlus- ja infotehnoloogia ministri 11.12.2018 määrusele „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“, on vahemikus 120-220 m² köetava pinnaga väikeelamu madalenergiahoone maksimaalne ETA 140 kW·h/m²·a. Arvutustes selgus, et puitkonstruktsiooni puhul tuli elamu energiatõhususarv $ETA=131 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ning betoonmüürikivi konstruktsiooni puhul $ETA=132 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$. Tulemused näitavad, et mõlemal juhul on tegemist madalenergiahoonega ning eesmärk, saavutada sarnased tulemused, on saavutatud.

2. MAKSUMUS

2.1 Hindade kujunemine

Ehitustööde maksumuse koondtabelis 3.1 ja 3.2 olevad ühikhinnad pärinevad aasta 2020 märts/aprilli kuust, kui mina, AS Ehitusfirma Rand ja Tuulbergi projektijuht, küsisin hinnapakkumisi Tartusse, Ladva tn 2 ja 4 kortermajade ehituseks. Hinnapakkumisi küsisin oma ala professionaalidelt ning meie pikaajastelt koostööpartneritelt. Välisvõrkude ning tehnosüsteemide hinnad taandasin vastavalt liinide pikkusele ning hoone ruutmeetritele vastavaks. Kuna Ladva tn kortermajad on projekteeritud betoonmüürikivist, tuli puitkonstruktsioonidele eraldi hinnad arvutada. Konstruktsioonimaterjali hind pärineb Puukeskus AS-i kodulehelt 2021 aasta mai kuu seisuga, siis paigaldustööde hinnad on siiski arvestatud 2020 aasta omad.

2.2 Puitkonstruktsioonist eramu

Tabel 3.1 Puitkonstruktsioonist eramu ehitustööde maksumuse koondtabel

Ehitustööde maksumuse koondtabel					
Jrk. nr.	Tööde nimetus	Ühik	Maht	Ühikhind	Summa
1	VÄLISRAJATISED				32 918,75
	Hoonealune süvend				3 178,60
	Pinnase koorimine				
	Kasvumulla, täite ja ehitusprahi eemaldamine hoone alt koos üleliigse pinnase äraveoga	m ³	120	8,00	960,00
	Kaeved				
	Aluse planeerimine ja tihendamine	m ²	120	1,14	136,80
	Täited				
	Sõidutee alune täide	m ³	140	14,87	2 081,80
	Välisvõrgud				17 819,05
	Väliskanalisatsioon	kompl	1	4 366,58	4 366,58
	Veetorustik	kompl	1	2 047,07	2 047,07
	Kaabelliinid	kompl	1	1 905,40	1 905,40
	Küte				
	Maaküte, koos soojustpumba ja maakollektoriga	kompl	1	9 500,00	9 500,00
	Maa-ala pinnakatted				11 921,10
	Haljastus				
	Puude eemaldamine ehitusaluselt pinnalt	tk	4	20,00	80,00
	Muru rajamine	m ²	720	5,71	4 111,20
	Teed ja platsid				
	Sõidutee betoonkivi parkett	m ²	140	44,60	6 244,00
	Äärekivid ja sadeveerennid				
	Sõidutee äärekivi	jm	65	22,86	1 485,90
2	ALUSED JA VUNDAMENDID				11 885,49
	Vundamendid				5 963,31
	Monoliitset raudbetoonist tarindid				
	Lintvundament	m ³	6,2	434,44	2 693,53
	Terrassi plaatvundament	m ³	5,24	480,00	2 515,20
	Sooja- ja hüdroisolatsioon				
	Vundamentide ja sokli rullmaterjalist hüdroisolatsioon	m ²	50	8,75	437,50
	Sokli soojustus EPS120 100mm	m ²	21,5	14,75	317,08
	Aluspõrandad				5 922,18
	Liv- ja killustikalus				
	Liivalused h=300 mm	m ³	33	19,44	641,52
	Betoontarindid				
	R/b-plaat 80mm	m ²	105	27,43	2 880,36
	Sooja- ja hüdroisolatsioon				
	Põrandaalune soojustus EPS100F 300mm	m ²	105	22,86	2 400,30

3	KANDEKARINDID				29 839,33
	Kandvad- ja välisseinad				23 008,87
	Puitkonstruktsioon				
	195x45 puitkarkass	jm	353,37	4,40	1 554,83
	95x45 puitkarkass	jm	353,37	2,15	759,75
	Mineraalvill 200mm	m ²	174	7,48	1 301,52
	Mineraalvill 100mm	m ²	174	4,52	786,48
	Tuuletõkkekips	m ²	174	11,36	1 976,64
	Tuuletõkkekangas	m ²	174	1,60	278,40
	Aurutõkkekile	m ²	174	0,60	104,40
	OSB plaat	m ²	174	10,56	1 837,44
	Kipsplaat	m ²	174	2,18	379,32
	Paigaldustööd	kmpl	1	5800,00	5 800,00
	Seinte fassaadikatted				
	Välislaudis	m ²	215,06	17,00	3 656,02
	35x45mm roovitus	jm	353,37	0,63	222,62
	22x45mm distantssliist	jm	353,37	0,60	212,02
	Paigaldustööd	kmpl	1	3200,00	3 200,00
	Sokkel				
	Sokli õhekrohv koos soojustusega (maapealne osa)	m ²	12,45	75,46	939,43
	Vahe- ja katuslaed				3 599,40
	Vahelagi				
	Vahelaetlad 45x245mm	jm	107	4,60	492,20
	150mm mineraalvill	m ²	50	5,62	281,00
	22x45mm roovitus	jm	107	0,60	64,20
	2x13mm kipsplaat	m ²	50	4,36	218,00
	OSB plaat 22mm	m ²	50	18,88	944,00
	Paigaldustööd	kmpl	1	1600,00	1 600,00

	Trepielemendid				3 231,06
	Betoontarindid				
	Monoliitsed rb välistrepid	m ³	0,8	788,83	631,06
	Puittarindid				
	Puidust sisetrepp	tk	1	2300,00	2 300,00
	Paigaldustööd	tk	1	300,00	300,00
4	FASSAADIELEMENID JA KATUSED				34 870,02
	Aknad				11 094,35
	Alumiiniumpuitaknad				
	A1	tk	3	984,00	2 952,00
	A2	tk	1	1220,00	1 220,00
	A3	tk	3	260,00	780,00
	A4	tk	1	490,00	490,00
	A5	tk	3	1025,00	3 075,00
	Akende paigaldus	kmpl	1	520,00	520,00
	Akende teipimine	jm	110,64	7,60	840,86
	Puitprussidest aknaümbrused	kmpl	1	688,80	688,80
	Aknalauad	jm	17,94	17,44	312,87
	Aknaplekid	jm	22,1	9,72	214,81
	Välisüksed ja väravad				5 362,00
	Lukustus ja varustus				
	Uste lukustus	kmpl	1	340,00	340,00
	Alumiiniumüksed ja -väravad				
	Alumiiniumprofiilis välisüksed sh				
	VL	tk	1	826,00	826,00
	U2	tk	2	1163,00	2 326,00
	U3	tk	1	1570,00	1 570,00
	Uste paigaldus	kmpl	1	300,00	300,00

Rõdud, terrassid ja varikatused					4 127,96
Pinnakatted					
Puitrest (terrassi ja rõdude puit) termotöödeldud mänd 26x140	m ²	26,2	32,70	856,74	
Paigaldustööd	kmp	1	640,00	640,00	
Rõdukonstruksioon					
150x45 puitprussid	jm	21	3,65	76,65	
22x45mm roovitus	jm	21	0,60	12,60	
100x100mm puitpruss	jm	3,5	5,00	17,50	
75x45 puitprussid	m ²	21	2,45	51,45	
150x150mm postid	jm	5,63	11,30	63,62	
Paigaldustööd	kmp	1	960,00	960,00	
Varikatus					
150x150mm postid	jm	8,5	11,30	96,05	
195x45mm prussid	jm	40	4,40	176,00	
Katuseplekk	m ²	21	10,35	217,35	
Paigaldustööd	kmp	1	960,00	960,00	
Katuseetarindid					14 285,71
Katusekatted					0,00
Katusekaevud	tk	4	144,00	576,00	
Parapeti ehtius	jm	49,83	29,76	1 482,94	
Kahekihiline SBS rullmaterjal	m ²	107,78	14,40	1 552,03	
Kahekihilise SBS rullmaterjaliga ülespöörete tegemine	jm	59,47	15,60	927,73	
Ülespöörete alla kolmnurkliistu paigaldamine	jm	59,47	1,20	71,36	
Konstruksioon					
OSB plaat 22mm	m ²	107,78	18,88	2 034,89	
Roovitus 22x45mm	jm	180	0,60	108,00	
Katusefermid	jm	168	11,00	1 848,00	
Mineraalvill 260mm (puistena)	m ³	32,4	20,00	648,00	
Tuulutussoontega vill 30mm	m ²	107,78	3,40	366,45	
Aurutõkkekil	m ²	110	0,60	66,00	
Lisakarkass 45x45mm	jm	257,6	1,60	412,16	
Mineraalvill 50mm	m ²	107,78	1,88	202,63	
Roovitus 22x45mm	jm	257,6	0,60	154,56	
Kipsplaat 13mm	m ²	107,78	2,18	234,96	
Paigaldustööd	kmp	1	3600,00	3 600,00	

5	RUUMITARINDID JA PINNAKATTE				25 710,04
Vaheseinad					3 851,57
Siseseinad					
SS1	m ²	31,8	33,16	1 054,36	
SS2	m ²	12,15	39,79	483,45	
SS3	m ²	37,24	31,26	1 164,12	
SS4	m ²	7,66	55,67	426,43	
SS5	m ²	9,88	57,67	569,78	
Aknapalede voorderdamine kipsplaadiga	m ²	12,2	12,58	153,43	
Siseuksed					2 299,61
Puituksed					
Puituksed sh					
Sise manteluks Craft	tk	7	190,52	1 333,65	
Ustepalede voorderdamine kipsplaadiga	m ²	7,2	12,58	90,55	
Sauna uks Classic lepp	tk	1	181,80	181,80	
Piirdeliistud	jm	35,7	6,68	238,62	
Paigaldus, liistutamine	kompl	1	455,00	455,00	

Siseseinte pinnakatted					6 919,49
Värvkatted					
Kipsplaatidest seinte pahteldamine ja värvimine	m ²	253,1	12,00	3 036,60	
Akna- ja uksepalede viimistlus	jm	97,0	8,58	832,26	
Sauna seinakate					
Sauna voodrilaud	m ²	20,6	22,00	452,32	
Plaatkatted					
Keraamiline seinaplaat 200*200mm	m ²	63,8	10,14	646,93	
Seinte plaatimine	m ²	53,2	26,40	1 404,48	
Hüdroisolatsioon					
Hüdroisolatsioon	m ²	53,2	10,28	546,90	
Lagede pinnakatted					2 111,20
Värvkatted					
Lagede pahteldamine ja värvimine	m ²	111,5	13,15	1 466,23	
Ripplaed					
Alumiiniumprofiilist ripplaed	m ²	15,7	41,16	644,98	
Põrandad ja põrandakatted					10 528,16
Põrandatasandus					
Põrandavalu r/b-plaat 80mm, koos aluskattekihile ning võrguga	m ²	88	29,72	2 615,36	
EPS 100, 300mm	m ²	264	9,20	2 428,80	
Plaatpõrandad					
Keraamiline plaat 100*100mm (sansõlmed)	m ²	24,0	15,50	372,00	
Põrandate plaatimine	m ²	19,6	26,00	509,60	
Hüdroisolatsioon	m ²	32,4	10,28	333,07	
keraamiline plaat 200*200mm (esikupõrand ja majandusruum)	m ²	15,5	18,74	290,53	
Põrandate plaatimine	m ²	12,8	24,00	307,20	
Puitpõrandad					
Laudparkett, tamm	m ²	98	25,00	2 450,00	
Parketi paigaldus	m ²	89,4	10,00	894,00	
Põrandaliist	jm	130,0	2,52	327,60	

6	TEHNOSÜSTEEMID				16 298,42
Veevarustus ja kanalisatsioon					5 032,42
Veevarustus (sisevõrgud)					
	kompl	1	1908,86	1 908,86	
Sanseadmed					
	kompl	1	1530,66	1 530,66	
Kanalisatsioon (sisevõrgud)					
	kompl	1	1592,90	1 592,90	
Küte, ventilatsioon ja jahutus					6 246,00
Küte					
Sauna keris Harvia					
	tk	1	390,00	390,00	
põrandasisene torustik					
	kompl	1	2356,00	2 356,00	
Ventilatsioon					
Soojustagatisega ventilatsiooniseade koos klappidega					
	kompl	1	3500,00	3 500,00	
Tugevvoolupaigaldis					4 425,00
Elektripaigaldis					
	kompl	1	4425,00	4 425,00	
Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika					595,00
Andmevõrgud, telefoni- ja infoedastussüsteemid					
Side-arvutivõrk					
	kompl	1	350,00	350,00	
TV-süsteem					
	kompl	1	245,00	245,00	
7	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD				25 906,06
Juhtimiskulud					25 906,06
Ehitusplatsi kulud					
Ehitusplatsi mobiliseerimis- ja halduskulud, ajutised ehitused, piirded, ehitusaegne elektri- ja veevarustus, küte, kanalisatsioon, side jne, objekti koristus					
	kompl	1	7986,33	7 986,33	
Ehituse lisakulud (juhtimiskulud, s.h. ehituse dokumenteerimine, lubade taotlemine, katsetuste ja ekspertiiside teostamine jne), kasum ja ehitusrisk (s.h. pakkumisvigade katteks töömahtude arvestamisel)					
	kompl	1	17919,73	17 919,73	
Summa kokku:					177 428,11

2.3 Betoonmüürikivist eramu

Tabel 3.2 Betoonmüürikivist eramu ehitustööde maksumuse koondtabel

Ehitustööde maksumuse koondtabel					
Jrk. nr.	Tööde nimetus	Ühik	Maht	Ühikhind	Summa
1	VÄLISRAJATISED				32 918,75
	Hoonealune süvend				3 178,60
	Pinnase koorimine				
	Kasvumulla, täite ja ehitusprahi eemaldamine hoone alt koos üleliigse pinnase äraveoga	m³	120	8,00	960,00
	Kaeved				
	Aluse planeerimine ja tihendamine	m²	120	1,14	136,80
	Täited				
	Sõidutee alune täide	m³	140	14,87	2 081,80
	Välisvõrgud				17 819,05
	Väliskanalisatsioon	kompl	1	4 366,58	4 366,58
	Veetorustik	kompl	1	2 047,07	2 047,07
	Kaabelliinid	kompl	1	1 905,40	1 905,40
	Küte				
	Maaküte, koos soojustpumba ja maakollektoriga	kompl	1	9 500,00	9 500,00
	Maa-ala pinnakatted				11 921,10
	Haljastus				
	Puude eemaldamine ehitusaluselt pinnalt	tk	4	20,00	80,00
	Muru rajamine	m²	720	5,71	4 111,20
	Teed ja platsid				
	Sõidutee betoonkivi parkett	m²	140	44,60	6 244,00
	Äärekivid ja sadeveerennid				
	Sõidutee äärekivi	jm	65	22,86	1 485,90
2	ALUSED JA VUNDAMENDID				11 885,49
	Vundamendid				5 963,31
	Monoliitset raudbetoonist tarindid				
	Lintvundament	m³	6,2	434,44	2 693,53
	Terrassi plaatvundament	m³	5,24	480,00	2 515,20
	Sooja- ja hüdroisolatsioon				
	Vundamentide ja sokli rullmaterjalist hüdroisolatsioon	m²	50	8,75	437,50
	Sokli soojustus EPS120 100mm	m²	21,5	14,75	317,08
	Aluspõrandad				5 922,18
	Liiv-ja killustikalus				
	Liivalused h=300 mm	m³	33	19,44	641,52
	Betoontarindid				
	R/b-plaat 80mm	m²	105	27,43	2 880,36
	Sooja- ja hüdroisolatsioon				
	Põrandaalune soojustus EPS100F 300mm	m²	105	22,86	2 400,30

3	KANDEKANDIDID				38 556,05
	Kandvad- ja välisseinad				33 534,61
	Müüritised				
	CK-müüritised 190mm 100% tb (sillused ladumishinna mahus)	m ²	274,7	54,00	14 833,80
	Seinte fassaadikatted				
	Välislaudis	m ²	215,06	17,00	3 656,02
	35x45mm roovitus	jm	353,37	0,63	222,62
	22x45mm distantslüst	jm	353,37	0,60	212,02
	Tuuletõkkekips	m ²	174	11,36	1 976,64
	EPS 250mm	m ³	53,76	158,00	8 494,08
	Paigaldustööd	kmpl	1	3200,00	3 200,00
	Sokkel				
	Sokli õhekrohv koos soojustusega (maapealne osa)	m ²	12,45	75,46	939,43
	Vahelaed				1 790,37
	Betoontarandid				
	Vahelaepaneelid 220mm	m ²	43,1	22,10	952,51
	Paneelide montaaž koos monolitiseerimisega	m ²	43,1	19,44	837,86
	Trepielemendid				3 231,06
	Betoontarandid				
	Monoliitsed rb välistrepid	m ³	0,8	788,83	631,06
	Puitarandid				
	Puidust sisetrepp	tk	1	2300,00	2 300,00
	Paigaldustööd	tk	1	300,00	300,00
4	FASSAADIELEMENID JA KATUSED				28 524,54
	Aknad				11 094,35
	Alumiiniumpuitaknad				
	A1	tk	3	984,00	2 952,00
	A2	tk	1	1220,00	1 220,00
	A3	tk	3	260,00	780,00
	A4	tk	1	490,00	490,00
	A5	tk	3	1025,00	3 075,00
	Akende paigaldus	kmpl	1	520,00	520,00
	Akende teipimine	jm	110,64	7,60	840,86
	Puitprussidest aknaümbrused	kmpl	1	688,80	688,80
	Aknalauad	jm	17,94	17,44	312,87
	Aknaplekid	jm	22,1	9,72	214,81
	Välisüksed ja väravad				5 362,00
	Lukustus ja varustus				
	Uste lukustus	kmpl	1	340,00	340,00
	Alumiiniumüksed ja -väravad				
	Alumiiniumprofiilis välisüksed sh				
	VL	tk	1	826,00	826,00
	U2	tk	2	1163,00	2 326,00
	U3	tk	1	1570,00	1 570,00
	Uste paigaldus	kmpl	1	300,00	300,00
	Röüd, terrassid ja varikatused				4 127,96
	Pinnakatted				
	Puitrest (terrassi ja röüde puit) termotöödeldud määnd 26x140	m ²	26,2	32,70	856,74
	Paigaldustööd	kmpl	1	640,00	640,00
	Röüdkonstruktsioon				
	150x45 puitprussid	jm	21	3,65	76,65
	22x45mm roovitus	jm	21	0,60	12,60
	100x100mm puitpruss	jm	3,5	5,00	17,50
	75x45 puitprussid	m ²	21	2,45	51,45
	150x150mm postid	jm	5,63	11,30	63,62
	Paigaldustööd	kmpl	1	960,00	960,00
	Varikatus				
	150x150mm postid	jm	8,5	11,30	96,05
	195x45mm prussid	jm	40	4,40	176,00
	Katuseplekk	m ²	21	10,35	217,35
	Paigaldustööd	kmpl	1	960,00	960,00

Katuseetarindid				7 940,23
Katusepaneelid				
Katusepaneelid	m ²	78,6	22,10	1 737,06
Katusepaneelide montaaž koos monolitiseerimisega	m ²	78,6	19,44	1 527,98
Katusekatted				0,00
SBS aurutõkke paigaldamine	m ²	107,78	5,94	640,21
Soojustuse paigaldamine	m ²	49,83	29,76	1 482,94
Kallete ehitamine vahtpolüsteroolist	m ³	20	50,00	1 000,00
Kahekihilise SBS rullmaterjali paigaldamine	m ²	107,78	14,40	1 552,03
Kahekihilise SBS rullmaterjaliga ülespöörete tegemine	jm	59,47	15,60	927,73
Ülespöörete alla kolmnurkliistu (immutatud puit) paigaldamine	jm	59,47	1,20	71,36
Parapeti ehitus (Fibo 3)	kompl	1	1450,00	1 450,00
Katusekaevu paigaldamine	tk	4	144,00	576,00
Alarõhutuuluti paigaldamine	tk	6	24,00	144,00
5	RUUMITARINDID JA PINNAKATTE			28 170,34
Vaheseinad				3 851,57
Siseseinad				
SS1	m ²	31,8	33,16	1 054,36
SS2	m ²	12,15	39,79	483,45
SS3	m ²	37,24	31,26	1 164,12
SS4	m ²	7,66	55,67	426,43
SS5	m ²	9,88	57,67	569,78
Aknapalede voorderdamine kipsplaadiga	m ²	12,2	12,58	153,43
Siseuksed				2 299,61
Puituksed				
Puituksed sh				
Sise manteluks Craft	tk	7	190,52	1 333,65
Ustepalede voorderdamine kipsplaadiga	m ²	7,2	12,58	90,55
Sauna uks Classic lepp	tk	1	181,80	181,80
Piirdeliistud	jm	35,7	6,68	238,62
Paigaldus, liistutamine	kompl	1	455,00	455,00
Siseseinte pinnakatted				8 673,08
Värvkatted				
Kipsplaatidest seinte pahteldamine ja värvimine	m ²	66,4	12,00	796,80
Plokkseinte krohvimine	m ²	166,3	13,20	2 194,50
Plokkseinte värvimine	m ²	136,3	13,20	1 798,90
Akna- ja uksepalede viimistlus	jm	97,0	8,58	832,26
Sauna seinakate				
Sauna voodrilaud	m ²	20,6	22,00	452,32
Plaatkatted				
Keraamiline seinaplaat 200*200mm	m ²	63,8	10,14	646,93
Seinte plaatimine	m ²	53,2	26,40	1 404,48
Hüdroisolatsioon				
Hüdroisolatsioon	m ²	53,2	10,28	546,90
Lagede pinnakatted				1 536,98
Värvkatted				
Lagede värvimine	m ²	111,5	8,00	892,00
Ripplaed				
Alumiiniumprofiilist ripplaed	m ²	15,7	41,16	644,98

	Põrandad ja põrandakatted				11 809,10
	Põrandatasandus				
	Põrandavalu r/b-plaat 80mm, koos aluskattele ning võrguga	m ²	88	29,72	2 615,36
	Paneelipealne tasandusvalu koos isolatsiooniplaadi Isover flo-30mm, kile ning võrk	m ²	43,1	29,72	1 280,93
	EPS 100, 300mm	m ²	264	9,20	2 428,80
	Plaatpõrandad				
	Keraamiline plaat 100*100mm (sansõlmed)	m ²	24,0	15,50	372,00
	Põrandate plaatimine	m ²	19,6	26,00	509,60
	Hüdroisolatsioon	m ²	32,4	10,28	333,07
	keraamiline plaat 200*200mm (esikupõrand ja majandusruum)	m ²	15,5	18,74	290,53
	Põrandate plaatimine	m ²	12,8	24,00	307,20
	Puitpõrandad				
	Laudparkett, tamm	m ²	98	25,00	2 450,00
	Parketi paigaldus	m ²	89,4	10,00	894,00
	Põrandaliist	jm	130,0	2,52	327,60
6	TEHNOSÜSTEEMID				16 298,42
	Veevarustus ja kanalisatsioon				5 032,42
	Veevarustus (sisevõrgud)				
	Sanseadmed	kompl	1	1908,86	1 908,86
	Kanalisatsioon (sisevõrgud)				
		kompl	1	1530,66	1 530,66
		kompl	1	1592,90	1 592,90
	Küte, ventilatsioon ja jahutus				6 246,00
	Küte				
	Sauna keris Harvia	tk	1	390,00	390,00
	Põrandasisene torustik	kompl	1	2356,00	2 356,00
	Ventilatsioon				
	Soojustagatisega ventilatsiooniseade koos klappidega	kompl	1	3500,00	3 500,00
	Tugevoolupaigaldis				4 425,00
	Elektripaigaldis	kompl	1	4425,00	4 425,00
	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika				595,00
	Andmevõrgud, telefoni- ja infoedastussüsteemid				
	Side-arvutivõrk	kompl	1	350,00	350,00
	TV-süsteem	kompl	1	245,00	245,00
7	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD				25 906,06
	Juhtimiskulud				25 906,06
	Ehitusplatsi kulud				
	Ehitusplatsi mobiliseerimis- ja halduskulud, ajutised ehitused, piirded, ehitusaegne elektri-ja veevarustus, küte, kanalisatsioon, side jne, objekti koristus	kompl	1	7986,33	7 986,33
	Ehituse lisakulud (juhtimiskulud, s.h. ehituse dokumenteerimine, lubade taotlemine, katsetuste ja ekspertiiside teostamine jne), kasum ja ehitusrisk (s.h. pakkumisvigade katteks töömahtude arvestamisel)	kompl	1	17919,73	17 919,73
	Summa kokku:				182 259,65

2.4 Maksumustabelite Võrdlus

Tabelis 3.1 ja Tabelis 3.2 on välja toodud tüüpilise puitkonstruktsioonist ja betoonmüürikivist eramu ehitusmaksumus. Tabelist võib näha, et puitkonstruktsioonist hoone ehitamine on u 5000 eurot soodsam. Suurim hinnaerinevus tuleb sisse lahtris „Kandvad- ja välisseinad“, kus puitkonstruktsioonist välisseinte ehitamine on ca 10500 eurot odavam kui betoonkivist ladudes. Puitkonstruktsioonist ehitades tuleb u 1700 eurot odavam ka siseseinte viimistlustööd, kuna plokkeinte viimistlus jääb ära. 1300 eurone rahaline võit tuleb ka põrandatasandusest, kus jääb ära 2. korruse paneelipealne tasandusvalu. Puidust ehitamine pole aga kõikides aspektides odavam. Vahelae paneelid ning nende monteerimine tuleb poole odavam, ca 1800 eurot, kui puidust alternatiiv. Samuti on katusepaneelid ning katusekatted betoonkivist konstruktsioone kasutades tunduvalt odavam lahendus kui puidust kogu konstruktsioon ehitada. Siin on hinnavahe ca 6300 eurot.

Käesolevates tabelites pole arvestatud võimalike liitumistasudega, võimalike heakorratöödega väljaspool krundi piire ega arhitektuursetel plaanidel näidatud mööbli ja seadmete tarne ega paigaldusega.

Tööde nimetus	Puitkonstruktsioon	Betoonmüürikivi konstruktsioon
Kandvad- ja välisseinad	23 008,87 €	33 534,61 €
Vahe- ja katuslaed	3 599,40 €	1 790,37 €
Katusetarindid	14 285,71 €	7 940,23 €
Siseseinte pinnakatted	6 919,49 €	8 673,08 €
Lagede pinnakatted	2 111,20 €	1 536,98 €
Põrandad ja põrandakatted	10 528,16 €	11 809,10 €

3. KOKKUVÕTE

Antud magistritöö eesmärgiks oli leida ning välja tuua soodsam lahendus tüüpilise ühepereelamu konstruktsioonitüübi valikul. Töö raames koostati Tartumaal, Tartu linnas, Rahinge külas, Hiieküla tn. 2 asuva elamu arhitektuuriline põhiprojekt, arvutati kahe erineva konstruktsioonitüübiga hoone energiamärgised ning tehti vastav maksumusanalüüs.

Eramu kavandamine sai alguse arhitektuursete eskiiside välja töötamisega. Seejärel projekteeriti konstruktsioonilised lahendused, mille eesmärgiks oli mõlema konstruktsioonitüübi puhul saavutada madalenergiahoone ehk B-energiaklass.

Projekteeritud on tüüpiline ristküliku kujuline kahekorruseline elamu, kus magamistoad on viidud teisele korrusele, et eraldada neid üldkasutatavatest ruumidest. Fassaadimaterjalina on kasutatud tumedates toonides välisvoodrilaudu ning katusekatte materjaliks on kahekihiline SBS bituumenrullmaterjal.

Soojusvoogude arvutustega leiti tarindite soojusläbivused ning sõlmede joonsoojusläbivused, mida kasutati sisendandmetena Majandus- ja kommunikatsiooniministeriumi poolt välja antud väikeelamu energiatõhususarvu kalkulaatoris. Arvutustes selgus, et puitkonstruktsiooni puhul tuli elamu energiatõhususarv $ETA=131 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ning betoonmüürikivi konstruktsiooni puhul $ETA=132 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$. Tulemused näitavad, et mõlemal juhul on tegemist madalenergiahoonega ning saavutatud on vägagi sarnased tulemused. Töö koostamisel jõuti arusaamale, et energiatõhusus omab suurt rolli eramu projekteerimisel ning insenertehniliste lahenduste loomisel.

Kokkuvõtteks võib öelda, et arendaja seisukohast oleks kõige mõistlikum kasutada just puitkonstruktsiooni. Maksumusanalüüsist selgus, et puit on võrreldes kiviga ligikaudu 5000 eurot odavam, samas moodustab see tervikmaksumusest kõigest 2,65%. Tuginedes isiklikele arendusprojektidele, leiab töö autor, et hoone ehitamise planeerimisel ei saa alati siiski lähtuda sellele kulumast rahast. Kuna mõlema konstruktsioonitüübi puhul on energiatõhusus üsna sarnane, tuleks otsuse tegemisel arvesse võtta kindlasti ka teisi tegureid. Näitena saab välja tuua ehitusele kuluva aja ning hoone sise- ja välismüra tasemed. Kuigi käesoleva magistritöö raames antud teemasid ei käsitletud, oleks ääretult oluline need tulevikus päevakorda võtta.

ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT

4. ÜLDOSA

4.1 Seletuskirja üldosa

Antud projektis käsitletakse hoone projekteerimist.

Hoonete kavandatud kasutuseaks on 50 aastat.

4.2 Üldandmed

4.2.1 Kinnistu andmed

Tartu maakond, Tartu linn, Rahinge küla, Hiieküla tn 2

Katastritunnus: 83101:003:0278

Sihtotstarve: elamumaa 100%, 3002 m²

4.2.2 Ehitise kirjeldus

Antud projektis on käsitletud ühepereelamu arhitektuurset lahendust. Elamu näol on tegemist kahekorruselise lamekatusega puit-karkasshoonega.

4.3 Alusdokumendid

4.3.1 Ehitusuuringud

Geodeetiline alusplaan on koostatud Sirkel&Mall OÜ poolt, töö nr 1562-18, 22.08.2018

4.3.2 Normdokumendid

- Ehitusseadustik
- EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“
- Majandus- ja kommunikatsiooniministri 01.07.2015.a. määrus „Ehitise tehniliste andmete loetelu ja arvestamise alused“
- Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri 11.12.2018.a. määrus „Hoone energiatõhususe nõuded“

- EVS-EN ISO 10211:2017 „Külmasillad hoones. Soojusvoolud ja pinnatemperatuurid. Detailsed arvutused“
- EVS 908-1:2016 „Hoone piirdetarindi soojusläbivuse arvutusjuhend“
- EVS-EN ISO 6946:2017 „Hoonete piirdetarindid ja komponendid. Soojustakistus ja soojusläbivus. Arvutusmeetodid“
- Ettevõtlus- ja infotehnoloogiainistri 11.12.2018 vastu võetud määrus nr 63 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“
- Majandus- ja taristuministri 17.07.2015 vastu võetud määrus nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“
- Majandus- ja taristuministri 05.06.2015 vastu võetud määrus nr 58 „Hoone energiatõhususe arvutamise metoodika“
- Kredexi Juhendmaterjalid :
 - „Piirdetarindite liitekohtade joonsoojusläbivuse arvutus“
 - „Joonsoojusläbivuse tulemuste esitamise vorm“

5. ASENDIPLAAN

5.1 Olemasolev olukord

5.1.1 Paiknemine

Ehitatav hoone asub Tartumaal, Tartu linnas, Rahinge külas, Hiieküla tn 2, mille suuruseks on 3002 m². Sissepääs kinnistule on planeeritud põhjast, Hiieküla tänavalt. Peasissepääs hoonesse on põhjast.

5.1.2 Olemasolevad hooned ja rajatised

Antud hetkel krundil muid hooneid ja rajatisi ei ole.

5.1.3 Olemasolev reljeef

Krundi pinnas on sile. Maapinna absoluutkõrgused jäävad 50,45 ja 50,98 meetri vahemikku.

5.1.4 Olemasolev kõrghaljastus

Krundi põhjaosas jookseb Hiieküla tänavaga paralleelselt vösa. Krundil sees asuvad mitmed kuused ja kased. Hoone alla jäävad üksikud puud eemaldatakse.

5.1.5 Krundi pinnase omadused

Pinnase omadused tuleb määrata geoloogilise uuringuga.

5.2 Asendiplaaniline lahendus

5.2.1 Hoonete ja rajatiste paigutus

Projekteeritav elamu on plaanitud krundi loodepoolsesse külge paiknedes Hiieküla tänavast 13 meetri kaugusel ja krundi lõunapoolsest piirist 22 meetri kaugusel.

5.3 Vertikaalplaneering

5.3.1 Vertikaalplaneerimise lähtetingimused

Vertikaalplaneerimise aluseks on olemasolev olukord. Planeeringuga on säilitatud krundi põhiline iseloom ja reljeef. Sadeveed imuvad pinnasesse. Vertikaalplaneerimisega juhitakse sademeveed hoonest eemale ja samas välditakse ka vee sattumist naaberkrundile.

5.3.2 Hoone paiknemiskõrgus

Hoone 0.00=51.30 mõõdetuna esimese korruse põrandast. Hoone nulli määramisel on lähtutud tänava kõrgusmärkidest ja nõuetest hoone kõrguse osas.

5.3.3 Sadevee käitlemine

Vihmavesi juhitakse hoonest eemale vertikaalplaneeringuga ning immutatakse maapinda.

5.4 Teed ja plaksud

5.4.1 Parkimine

Parkimine on lahendatud kinnistul ühele autole.

5.4.2 Krundisisesed teed ja plaksud

Kinnistul olevad teed ja plaksud kaetakse tänavasillutiskiviga.

5.5 Haljastus ja heakord

5.5.1 Olemasolev säilitatav haljastus

Olemasolev kõrghaljastus säilitatakse suures mahus. Projekteeritud hoone alla jääb paar puud ning kuuluvad eemaldamisele. Mitte säilitatavad puud on märgitud asendiplaanil.

5.5.2 Projekteeritud haljastus

Asendiplaanil on näidatud ligikaudne haljastuse paiknemine, kuid täpsem lahendus antakse eraldi haljastusprojektiga.

5.5.3 Piirded ja väravad

Piirdeid ja väravaid ei ole krundile planeeritud.

5.5.4 Jäätmed

Prügikonteineri asukoht on sissesõidutee ääres, näidatud asendiplaanil. Prügi äravedu toimub vastavalt sõlmitud jäätmeveolepingule. Soovitav on sorteerimiseks ette näha eraldi prügikastid.

5.6 Välisvalgustus

Liikumisanduriga prožektor on planeeritud näitama auto varikatuse alla. Täpsemalt lahendatakse välisvalgustust eraldi projektina.

6. ARHITEKTUURILAHENDUS

6.1 Arhitektuurne üldlahendus

6.1.1 Hoone arhitektuuri üldkonseptsioon

Projekteeritud hoone on keldrita kahekorruseline 4-toaline üksikelamu. Planeeringus on lähtutud põhimõttest, et elutuba ning kaks magamistuba oleksid avatud võimalikult suures ulatuses lõunapäikesele. Aknad on kolmekordse klaaspaketiga puitaluumiinium aknad, välisviimistluseks on puitlaudis ning katusekatteks on SBS.

6.1.2 Välisviimistlus

Välisviimistluses domineerivad tumedad toonid. Fassaadiks on grafiitmust horisontaalne kui ka vertikaalne laudis. Katuseplekk ja veerennid on tumehallid ning sokli krohv ning trepp on plaatina hallid. Rõdu piirded on hallid ning terrass ning postid on immutatud puidust ning värvitud pruuniks.



6.1.3 Ruumid

Elamu on projekteeritud kahekorruselisena.

Elamu esimesel korrusel asuvad avatud planeeringuga elu- ning söögituba, köök, esik, wc, majandusruum ning riietusruum, koos dušši- ning leiliruumiga. Teisel korrusel asub kolm magamistuba ning wc.

6.1.4 Energiatõhusus ja sisekliima

Ühepereelamu projekteerimisel on fookus seatud nii energiatõhususele kui ka heale sisekliimale. Olulised punktid, mida on silmas peetud - kompaktne vorm, piisavalt soojustatud piirdekonstruktsioonid, orienteeritus ilmakaarte suhtes ning efektiivne kütte ja ventilatsioonilahendus. Täpsed energiatõhususe arvutused on edastatud käesoleva töö punktis punktis 1.ENERGIATÕHUSUS.

6.2 Ehitiste põhiandmed

6.2.1 Elamu põhiandmed

- Kasutusviis: I(eluhoone)
- Kasutusotstarve: 11101 Üksikelamu
- Hoone kasutusiga: 50 aastat
- Gabariitmõõtmed:
 - Pikkus: 14,8m
 - Laius: 12,8m
 - Kõrgus: 6,773m
- Ehitusalune pind: 104,8 m²
- Korruselisus: 2 korrust

- Hoone suletud netopind: 121,7 m²
- Köetav pind: 121,7 m²
- Terrasside ja rõdude pind: 33,1 m²
- Hoone maht: 423,72 m³

6.3 Sisearhitektuur

6.3.1 Elamu sisearhitektuur

Eluruumides on parkettpõrandad. Pesemisruumide ja esiku põrandad on kaetud keraamiliste plaatidega. Sisekujundus, siseuksed ja seinte värvitoonid täpsustatakse tööprojektis.

7. KONSTRUKTSIOONILAHENDUS

Hoone konstruktsioonide kohta esitatakse üldised iseloomustused. Täpne lahendus antakse eraldi konstruktiivse projektiga. Projektis antud mõõdud võivad konstruktiivses projektis muutuda.

7.1 Elamu piirdekonstruktsioonide üldine iseloomustus konstruktsioonitüüpide järgi

7.1.1 Vundament

Hoone on projekteeritud monoliitbetoonist plaatvundamendile. Vundamendi alt eemaldatakse kasvupinnas ca 1,5m laiemalt vundamendi servast. Maapind täidetakse 300mm killustikuga. Plaatvundamendiks kasutatakse betooni C25/30, tagasitäide tehakse jämeda liivaga. Põrandaplaadialuseks soojustuseks kasutatakse vahtpolüstüreenplaate kolmes 100mm paksuses kihis. Vajalikud vee- ning kanalisatsioonitorustikud paigaldatakse esimese ja teise kihi vahele.

Armeerimisjoonised antakse konstruktiivses projektis. Põrandaplaadi armatuurvõrgu külge kinnitatakse põrandakütte torustik.

7.1.2 Välisseinad

Välisseinte põhiline konstruktsioon koosneb 45x195mm ristlõikega puitkarkassist, mille vahed täidetakse 200mm paksuse mineraalvillaga. Välisküljele kinnitatakse 9mm tuuletõkkeplaat, mis kaetakse tuuletõkkekangaga. Vastavalt seinatüübile VS-1 paigaldatakse 22x45mm horisontaalne distanttsliist sammuga 600mm ning siis 35x45mm vertikaalne tuulutusroov sammuga 600mm ja 21mm paksune horisontaalne laudis. VS-2 puhul paigaldatakse 22x45mm vertikaalne distanttsliist sammuga 600mm ning siis 35x45mm horisontaalne tuulutusroov sammuga 600mm ja 21mm paksune vertikaalne laudis.

Karkassi siseküljele paigaldatakse aurutõkkemembraan, 45x95mm lisakarkass, mille vahed täidetakse mineraalvillaga. Seejärel paigaldatakse 12mm paksune OSB plaat ning sinna peale 13mm kipsplaat.

7.1.3 Siseseinad

Siseseinad ehitatakse 45x95mm puitkarkassile. Karkassivahed täidetakse 100mm paksuse mineraalvillaga. Karkassi väliskülgedele kinnitatakse 12mm paksused OSB plaadid ning 13mm paksused kipskiudplaadid. Vannitoas kasutatakse 15mm paksust vineeri ning niiskuskindlamat kipsplaati, millele paigaldatakse keraamilised plaadid. Saunas kasutatakse 25mm paksust isolatsiooniplaati, 18x45 mm tuulutusliistu sammuga 600mm, millele paigaldatakse 15x170mm sauna laudis.

Kandvad (jäigastavad) siseseinad ehitatakse 120x45mm puitkarkassile, mille vahed täidetakse 125mm paksuse mineraalvillaga. Karkassi mõlemale küljele kinnitatakse 12mm paksused OSB plaadid ning 13mm paksused kipskiudplaadid.

7.1.4 Vahelaed

Vahelaed, mis asub telgede 2 ja 3 vahel, kandvaks konstruktsiooniks on hoone välisseinad ning telge 2 läbiv 300x300mm paksune pruss. Vahelaed talad on 45x245mm paksusest prussist, paigaldatud 400mm sammuga, mille vahele paigaldatakse puistena 150mm paksuselt tselluvill. Talade alla kinnitatakse 22x50mm paksused roovid, sammuga 400mm ning 13mm kipskiudplaat kahes kihis. Talade peale paigaldatakse 22mm paksune OSB plaat, 25mm paksune põrandaküttealusmatt ning 20mm paksune põranda parkett.

7.1.5 Katus

Katuse kandvaks konstruktsiooniks on ogaplaatfermid. Fermide vahel on vill 260mm + 30mm tuulutussoontega. Fermide peale kinnitatakse 22x50 paksune roovitus sammuga 600mm. Ülemisele vööle paigaldatakse 22mm paksune OSB plaat, millele liimitakse kahekihiline SBS kate. Alumisele vööle paigaldatakse aurutõkkemembraan, 45x45mm paksune lisakarkass sammuga 600mm, mille vahele läheb 50mm paksuselt mineraalvill ning 13mm paksune kipskiudplaat.

7.1.6 Avatäited

Aknad on puit-alumiinium raamid, 3-kordse klaaspaketiga. Kõikidel akendel on soojusläbivus $U=0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Väljast katab aknaraame värvitoon RAL 8022 ja siseviimistluseks kasutatakse naturaalselt puitu. Akende ja seinte liitekohad teibitakse seestpoolt aurutõkketeibiga ja välispinnas tuuletõkketeibiga, tühimikke täidetakse

polüuretaanvahuga. Seest viimistletakse akende pösed kipskiud plaatidega ja väljast pöselaudadega.

Puidust raamiga välisuksel kasutatakse kolmekordset klaaspaketti. Uksele on ette nähtud ka klaaspaketist läbipaistev osa. Uks paigaldatakse õhutihedalt väliseina soojustuskihti ning teibitakse sisepinnas aurutõkketeibiga ja väljast poolt tuuletõkketeibiga. Seest viimistletakse uste pösed kipskiud plaatidega ja väljast 28x120mm paksuste pöselaudadega. Ukse soojusläbivus on $U \leq 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

7.1.7 Terrassid, varikatused ja sadeveesüsteem

Terrassi vundamendiks on plaatvundament, millele toetuvad alusroovitusena 45x45mm sügavimmutatud prussid, mis kaetakse termotöödeldud terrassilaudadega.

Sadevesi juhitakse hoone kõrgemalt katuselt madalamale mööda sadeveerenne, mis asuvad telgede 2 ja A-B vahel, kust see omakorda liigub vihmaveerennidesse, mis asuvad telgedel 1 A ja 1 C.

8. TEHNILINE LAHENDUS

8.1 Elamu tehniline lahendus

8.1.1 Veevarustus ja kanalisatsioon

Projekteeritava hoone veevarustus tuleb võrgust. Veevarustus on lahendatud ühisveevärgi baasil vastavalt AS Emajõe Veevärk ühendamistingimustele nr 267. Planeeringuala joogiveega varustamiseks kasutatakse Rahinge alevikus, Ilmatsalu tee 37 ja Uue-Madi tee 1 vahelisel alal olemasolevat veetorustikku De 110.

Projekteeritava hoone olmekanalisatsioon on lahendatud ühiskanalisatsiooni baasil vastavalt AS Emajõe Veevärk ühendamistingimustele nr 267. Krundisisene kanalisatsioonitorustik on näidatud asendiplaani joonisel. Sademevee- ja drenaaživee juhtimine kanalisatsioonitorustikku on keelatud. Reoveed on ette nähtud juhtida tänava kanalisatsioonitrassi. Hoonesisene kanalisatsioonitorustik paigaldatakse vundamendi soojustuskihtide vahele. Täpne lahendus antakse eriosade projektiga.

8.1.2 Elekter ja nõrkvool

Hoone liidetakse madalpinge elektrivõrguga. Asendiplaanil on näidatud sideliini asukoht. Elektrivarustuse ja side kohta koostatakse eraldi ehitusprojekt.

8.1.3 Küte, ventilatsioon ja jahutus

Projekteeritava hoone sooja tootmine toimub maakütte soojuspumba baasil. Soojuspump asub majandusruumis. Hoone küttesüsteem on lahendatud põrandaküttega. Põrandakütte süsteemi veetemperatuur on 32-27°C. Niiskete ruumide põrandakütteks väljastatakse küttesee temperatuurigraafiku järgi vastavalt välisõhu temperatuurile. Küttesee temperatuuri reguleeritakse soojuspumba automaatikaga. Eluruumide põrandakütteks väljastatakse küttesee temperatuurigraafiku järgi vastavalt välisõhu temperatuurile. Küttesee temperatuuri reguleeritakse 3-käigulise mootorventiiliga. Täpne lahendus antakse eriosade projektiga

Hoone ventilatsioon on ettenähtud lahendada plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniseadmega, millel on kasutegur vähemalt 80%, mis soojendab toast ära võetava õhu abil väljast võetavat värsket õhku. Ventilatsiooni seade asub majandusruumis. Hoone ventilatsioon ehitatakse välja nii, et eluruumidesse puhutakse sisse värsket õhku ja märgadest ruumidest tõmmatakse must õhk välja. Täpne lahendus antakse eriosade projektiga.

Hoonele pole planeeritud jahutussüsteemi.

9. TULEOHUTUS

9.1 Normdokumendid

- Ehitusseadustik.
- Siseministri 30.märts 2017.a määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“
- 30.08.2010 vastu võetud siseministri määrus nr 39 „Nõuded tulekustutitele ja voolikusüsteemidele, nende valikule, paigaldamisele, tähistamisele ja korrashoiule“
- EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“
- EVS 812-7:2018 „Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded“

9.2 Elamu tuleohutus

9.2.1 Tuleohutusklass, kasutusviis ja –otstarve

- Tuleohutusklass: TP3 (tuldkartev)
- Kasutusviis: I (elahoone)
- Kasutusotstarve: 11101 Üksikelamu

9.2.2 Tuleohutuskujad

Lähimad olemasolevad hooned on kaugemal kui 8 meetrit.

9.2.3 Kande- ja tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivusajad

TP3-klassi hoone konstruktsioonidele tulepüsivusnõudeid ei esitata.

9.2.4 Tuletõkkeseptsioonid

Elamu moodustab ühe tuletõkketsooni.

9.2.5 Tuletundlikkus

- Seintel ja lagedel D-s2,d2

- Põrandatele nõudeid ei esitata -
- Välisseina välispinnale D-s2,d2
- Õhutuspiilu välispinnale D-s2,d2
- Õhutuspiilu sisepinnale nõuded ei esitata -
- Katusekattele B_{roof}

9.2.6 Evakuatsioon

Hoones on arvestuslikult maksimaalselt 6 inimest. Evakuatsioon toimub esimesel korrusel asuvate välisuste ja akende kaudu.

9.2.7 Suitsuärastus

Suitsuärastus toimub läbi avatavate uste ja akende.

9.2.8 Tuleohutusabinõud hoones

Elamu elutoas paikneb autonoomne tulekahjusignaalandur ning majandusruumis paikneb üks 6kg suurune pulberkustuti.

9.2.9 Päästemeeskonna juurdepääs

Hoone igast küljest on tagatud päästemeeskonnale ligipääs ehitisele, võimaldamaks seda teha koos vajaliku tehnikaga.

9.2.10 Pääsud katusele

Pääs katusele toimub mobiilse redeliga.

9.2.11 Tulekustutusvesi

Hoonest 30m kaugusel asub kraav, millest on võimalik tulekahju kustutamiseks vajaminevat vett võtta.

10. NIISKUSTURVALISUS

Kuna tegemist on puitkonstruktsioonist hoonega, tuleb ehitamisel erilist tähelepanu pöörata niiskusturvalisusele. Niiskus tarindis põhjustab deformatsioone ning materjalide soojusjuhtivuse kasvu. Samuti võib niiskus põhjustada mikroorganismide, näiteks hallituse, kasvu.

10.1 Puitkonstruktsiooni niiskusturvalisuse tagamine

Karkassmaterjali niiskussisalduse piirmäär kogu ehitusprotsessi vältel ei tohi ületada 16% ning välisvoodrilaudadel 18%.

Kindlasti ei tohi puidul esineda ka mikroobide kasvu. Tegurid, mis soodustavad mikroorganismide teket on temperatuuride vahemik 0-40°C, hapnik, orgaaniline aine ning vesi. Mikroobide kasvu vältimiseks peab kogu ehitusprotsessi vältel olema materjal vihmavee eest kaitstud ning ladustatud materjal tuleb maapinnast eraldada.

Puitmaterjalide niiskussisalduse mõõtmisi tuleb teha regulaarselt ning selleks tuleb määrata niiskusturvalisuse eest vastutav isik. Mõõtmisi tuleks läbi viia järgmistes etappides - puitmaterjali saabudes, et välistada liigniiske puidu sattumist objektile; enne paigaldamist, et vältida liigniiske puidu kasutamist ning enne puitmaterjali katmist, vältimaks hallituse ning mädaniku teket.

Juhul, kui mõõtmiste käigus selgub, et puitmaterjali niiskussisalduse lubatud piirmäär on ületatud, tuleb materjalid välja vahetada või võimalusel kuivatada vastava piirmäärani.

GRAAFILINE OSA

JOONISE NR	NIMETUS	MÕÕTKAVA
1	ASENDIPLAAN	1:300
2	ESIMESE KORRUSE PLAAN	1:75
3	TEISE KORRUSE PLAAN	1:75
4	KATUSEPLAAN	1:75
5	LÕIGE A-A	1:50
6	LÕIGE B-B	1:50
7	VAADE PÕHJAST	1:50
8	VAADE LÕUNAST	1:50
9	VAADE IDAST	1:50
10	VAADE LÄÄNEST	1:50
11	VÄLISSEIN VS-1	1:8
12	VÄLISSEIN VS-2	1:8
13	VÄLISSEIN VS-3	1:8
14	VÄLISSEIN VS-4	1:8
15	VÄLISSEIN VSc-1	1:8
16	SISESEIN SS-1	1:8
17	SISESEIN SS-2	1:8
18	SISESEIN SS-3	1:8
19	SISESEIN SS-4	1:8
20	SISESEIN SS-5	1:8
21	KATUS KL-1	1:10
22	KATUS KL-2	1:10
23	KATUS KL-3	1:10
24	PÖRAND PINNASEL PP-1	1:5
25	VAHELGI PP-2	1:5
26	VÄLISNURK VS-VS	1:8
27	VÄLISNURK VSc-VSc	1:8
28	SISENURK VS-SS	1:8
29	SOKLISÕLM VS-PP	1:8
30	SOKLISÕLM VSc-PP	1:8
31	PARAPETI SÕLM VS-KL	1:8
32	KATUSE SÕLM VS-KL	1:8
33	PARAPETI SÕLM VSc-KL	1:8
34	KATUSE SÕLM SS-KL	1:8
35	VAHELAE SÕLM VS-KL	1:8
36	RÕDU SÕLM	1:15
37	AKNA VERTIKAALNE SÕLM	1:8
38	AKNA HORIZONTAALNE SÕLM	1:8
39	UKSE VERTIKAALNE SÕLM	1:8
40	UKSE HORIZONTAALNE SÕLM	1:8
41	AVATÄIDETE SPETSIFIKATSIOON	1:80

LISAD

Lisades on välja toodud THERMi arvutustabelid puitkonstruktsioonide ja betoonmüürikivist konstruktsioonide kriitiliste sõlmede arvutamisel kasutatud materjalide soojusläbivused, joonsoojusläbivused ning tarindite liitekohta sisepinna minimaalsed temperatuuriindeksid.

Lisa 1: THERMi arvutustabel „Välissein – Välissein; VS-VS“

Lisa 2: THERMi arvutustabel „Välissein – Katuslagi; VS-KL“

Lisa 3: THERMi arvutustabel „Välissein – Põrand pinnasel; VS-PP“

Lisa 4: THERMi arvutustabel „Välissein – aken; VS-aken“

Lisa 5: THERMi arvutustabel „Välissein – Välissein; VSc-VSc“

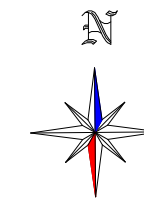
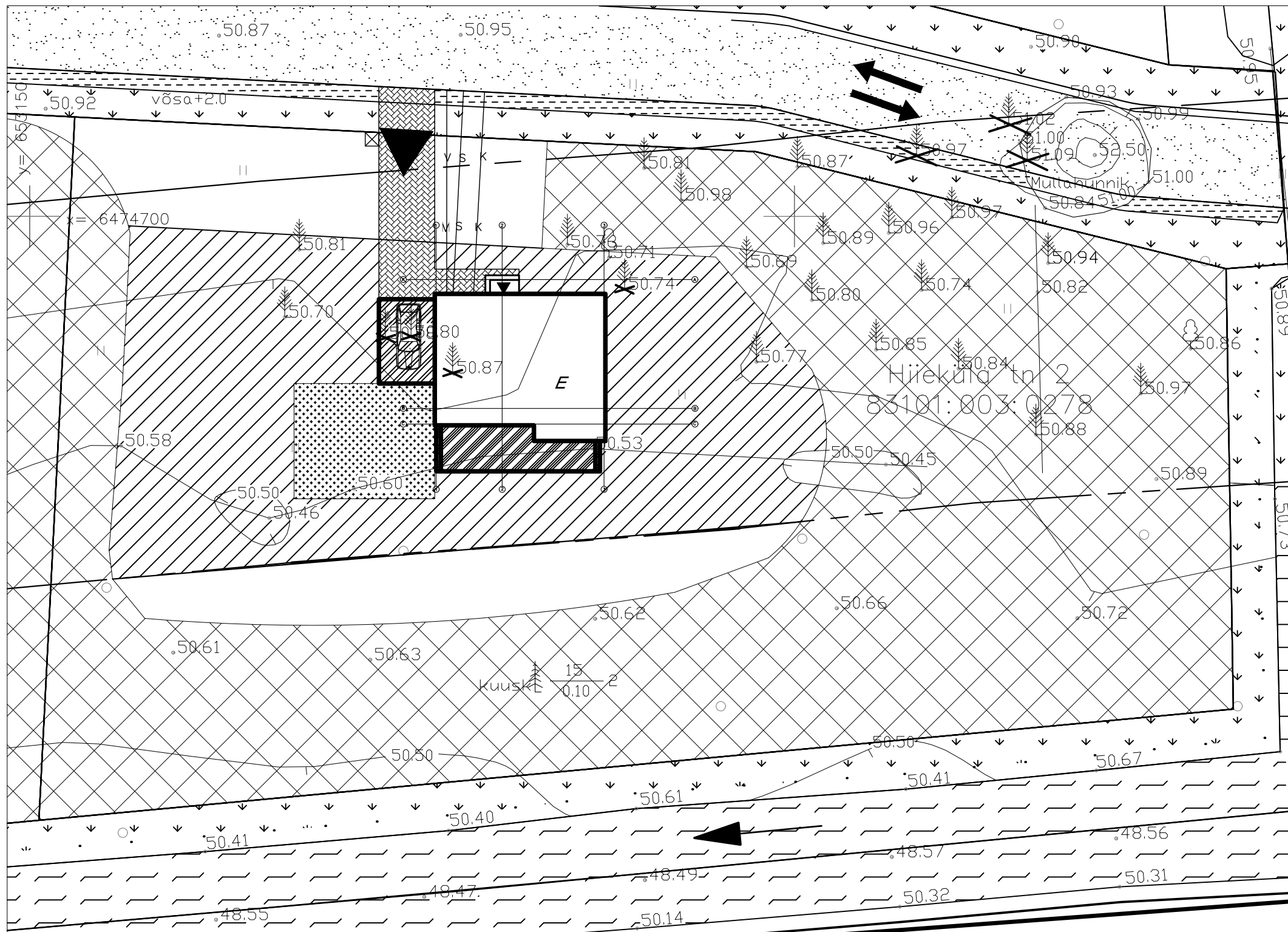
Lisa 6: THERMi arvutustabel „Välissein – Katuslagi; VSc-KL“

Lisa 7: THERMi arvutustabel „Välissein – Põrand pinnasel; VSc-PP“

Lisa 8: THERMi arvutustabel „Välissein – aken; VSc-aken“

Lisa 9: Pindade soojusjuhtivused

Lisa 10: Materjalide soojuseri juhtivused



TINGMÄRGID

	PLANEERITUD KRUNDI PIIR
	OLEMASOLEVA EESVOOLU/KRAAVI, TIIGI VEEKAITSEVÖÖND 1 m, 10 m
	OLEMASOLEVA EESVOOLU EHITUSKEELUVÖÖND 25m
	OLEMASOLEVA EESVOOLU PIIRANGUVÖÖND 50 m
	PROJ. VEETORUSTIK
	PROJ. SIDELIIN
	PROJ. KANALISATSIOONI TORUSTIK
	PLANEERITUD HOONESTUSALA
	PROJ. ELUHOONE
	PROJ. MAAKÜTTE ASUKOHT
	PROJ. SILLUTISKIVI
	PROJ. TERRASS
	PROJ. KATUSEALUNE
	PLANEERITUD HALJASALA
	PLANEERITUD KÕRHALJASTUSE SÄILITAMISE KOHUSTUSEGA ALA (säälima peab 70% kõrghaljastusest)
	PLANEERITUD SÕIDUTEE
	PLANEERITUD KERGLIKLUSTEE
	OLEMASOLEV/SÄILIV VEEALA/ KRAAV
	PLANEERITUD MADAL KRAAV
	PLANEERITUD SÕIDUSUUNAD JA PÖÖRDED
	VEEVOOLU SUUND
	SISSEPÄAS HOONESSE/KINNISTULE
	PLANEERITUD LIKVIDEERITAV OBJEKT
	PRÜGIKONTEINERI ASUKOHT
	PARKIMISKOHT
	50.80 50.53 PROJ. MAAPIND/OLMASOLEV MAAPIND

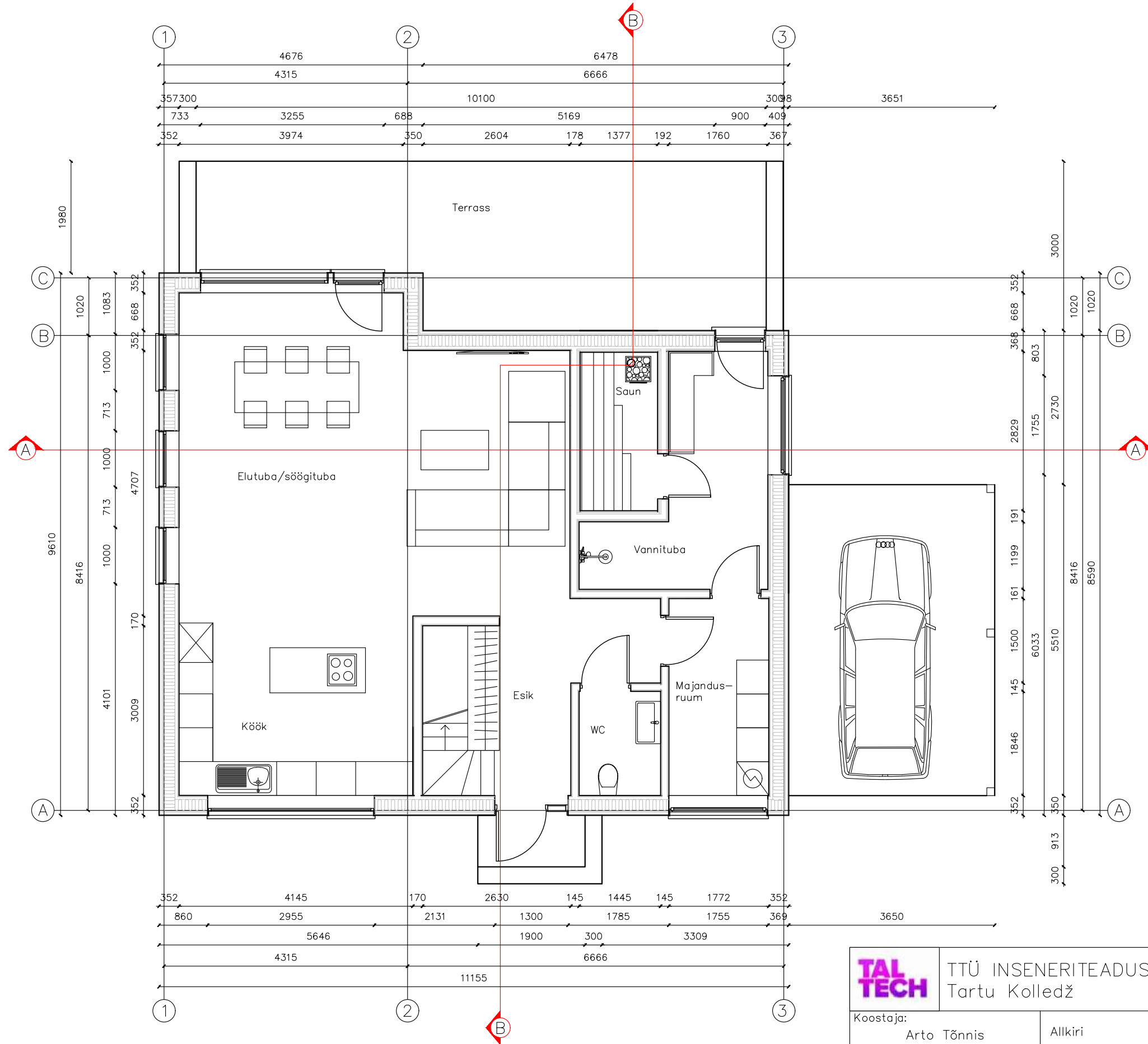
TEHNILISED NÄITAJAD

Kinnistu sihtotstarve: Elumaa 100%
 Kinnistu katastritunnus: 83101:003:0278
 Kinnistu pindala: 3002 m²


ELAMU

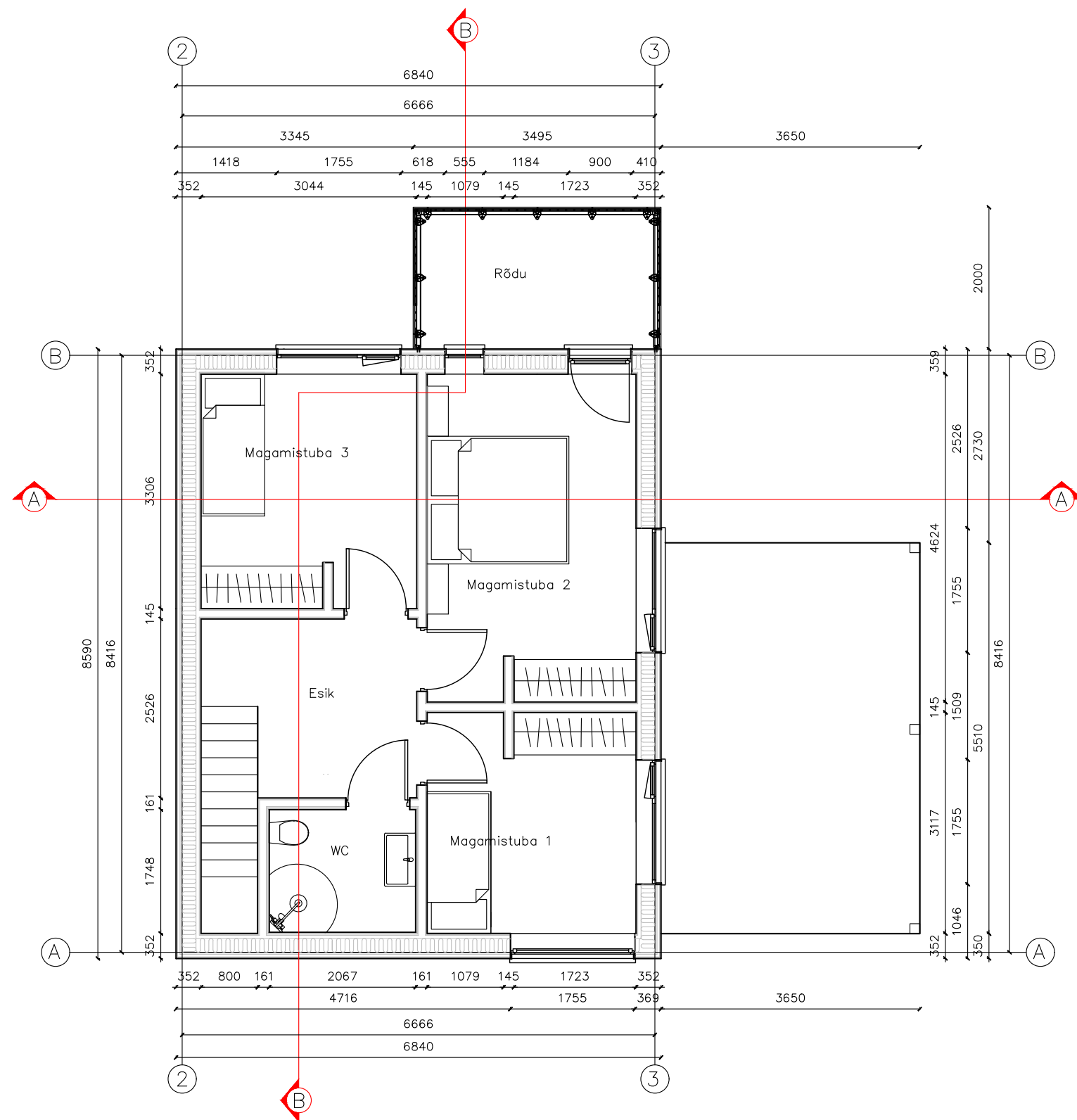
Hoone ehitusalune pind: 104.8m²
 Terrass: 26.2m²
 Hoone korruste arv: 2
 Hoone suletud netopind: 121.7m²
 Hoone kätav pind: 121.7m²
 Hoone maht: 423.72m³
 Kõrgus: 6.773m
 Pikkus: 14.8m
 Laius: 12.8m
 Kasutusviis: I
 Ehitise klas: TP3

	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 1/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	<h1>Asendiplaan</h1>
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	




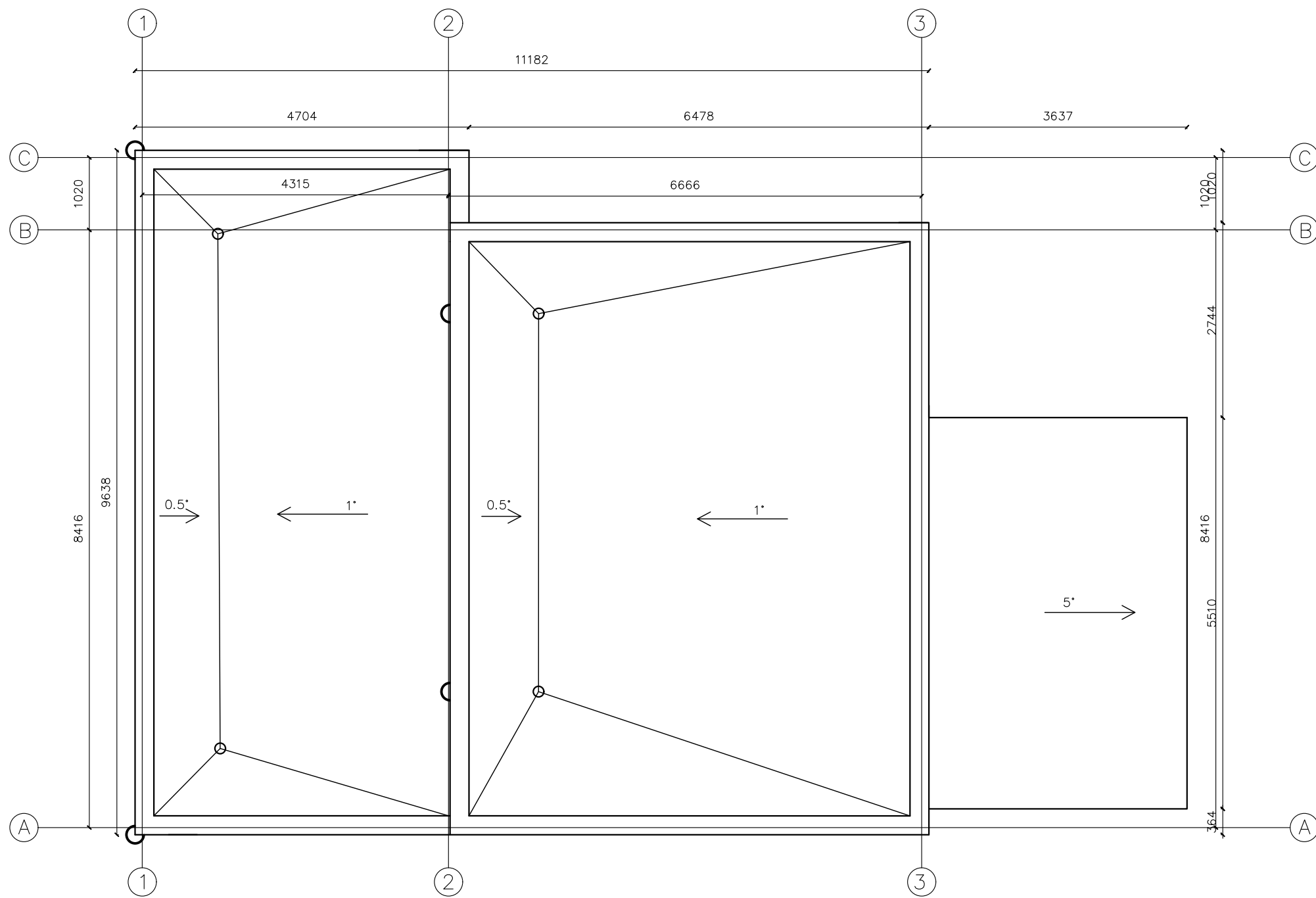
Eluruumid	
Elutuba/Söögituba	36.7m ²
Esik	6.6m ²
Köök	13.2m ²
Majandusruum	6.2m ²
Saun	3.9m ²
Vannituba	9.3m ²
WC	2.7m ²
Terrass	26.2m ²
KOKKU	104.8m²


	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kollidž	Magistritöö	Leht/Lehti: 2/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Esimese korruse plaan
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

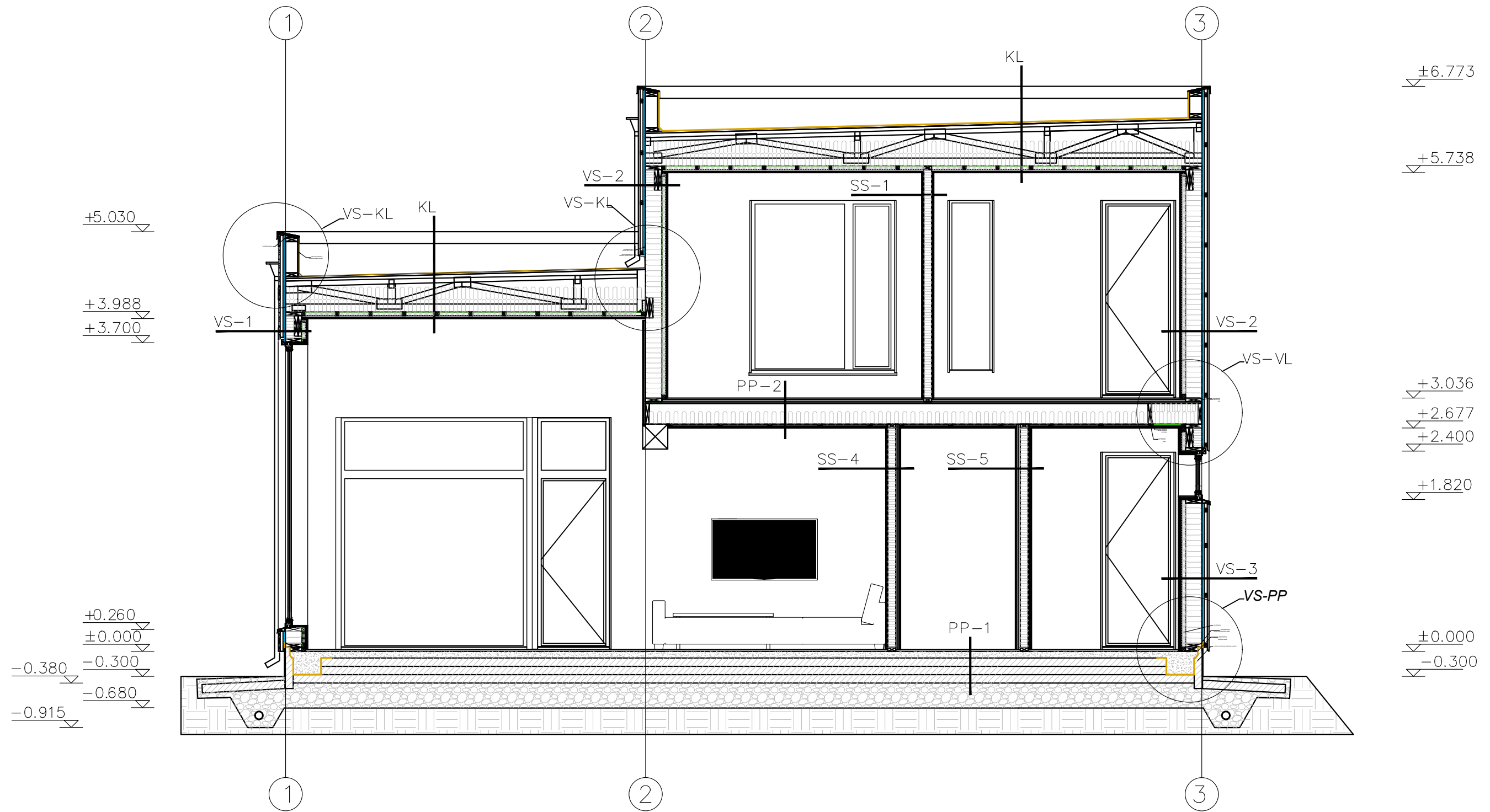



Eluruumid	
Esik	6.6m ²
Magamistuba1	9.2m ²
Magamistuba2	13.6m ²
Magamistuba3	10.1m ²
WC	3.6m ²
Rõdu	6.9m ²
KOKKU	50m²

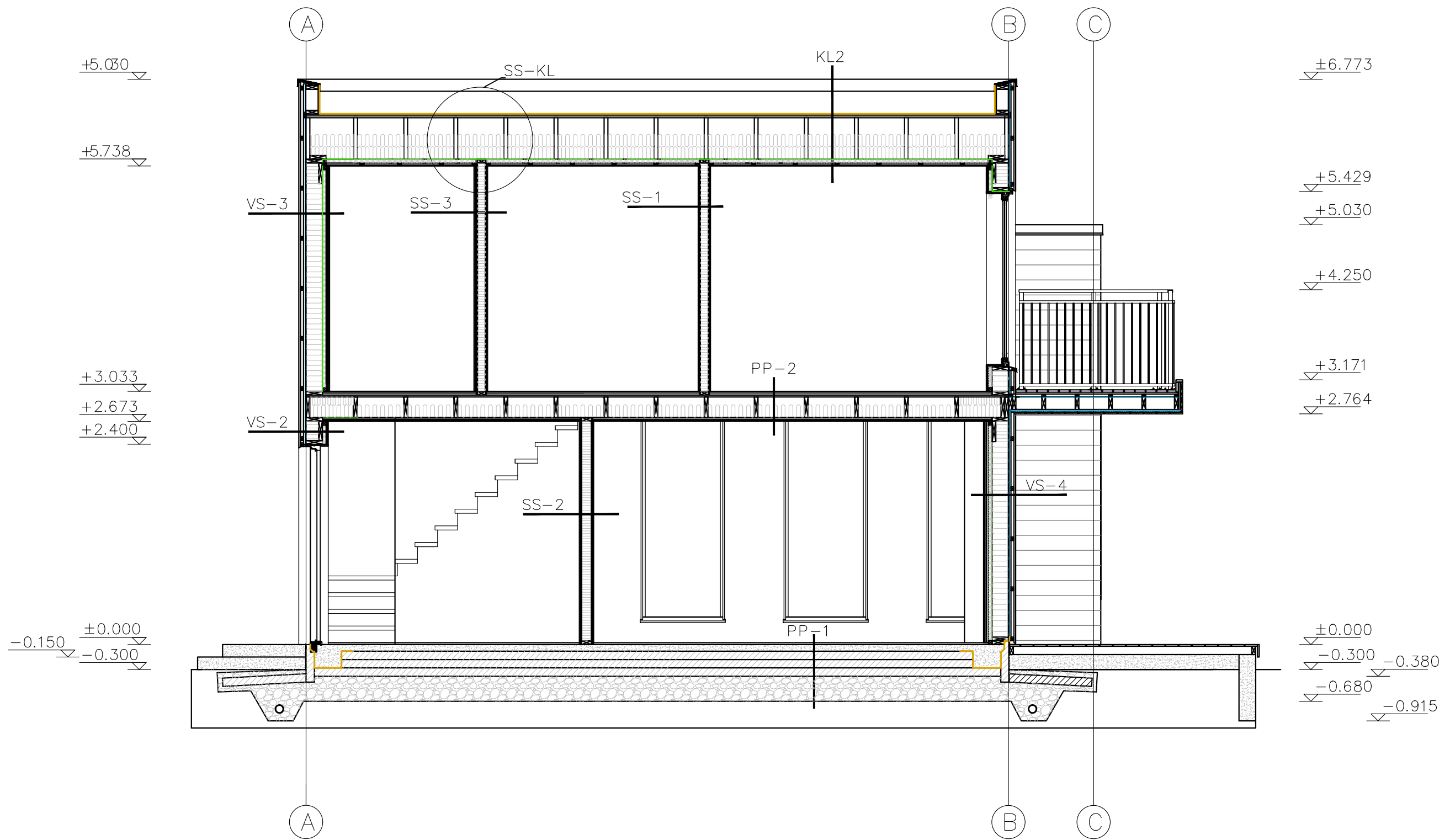
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 3/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Teise korruse plaan
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	




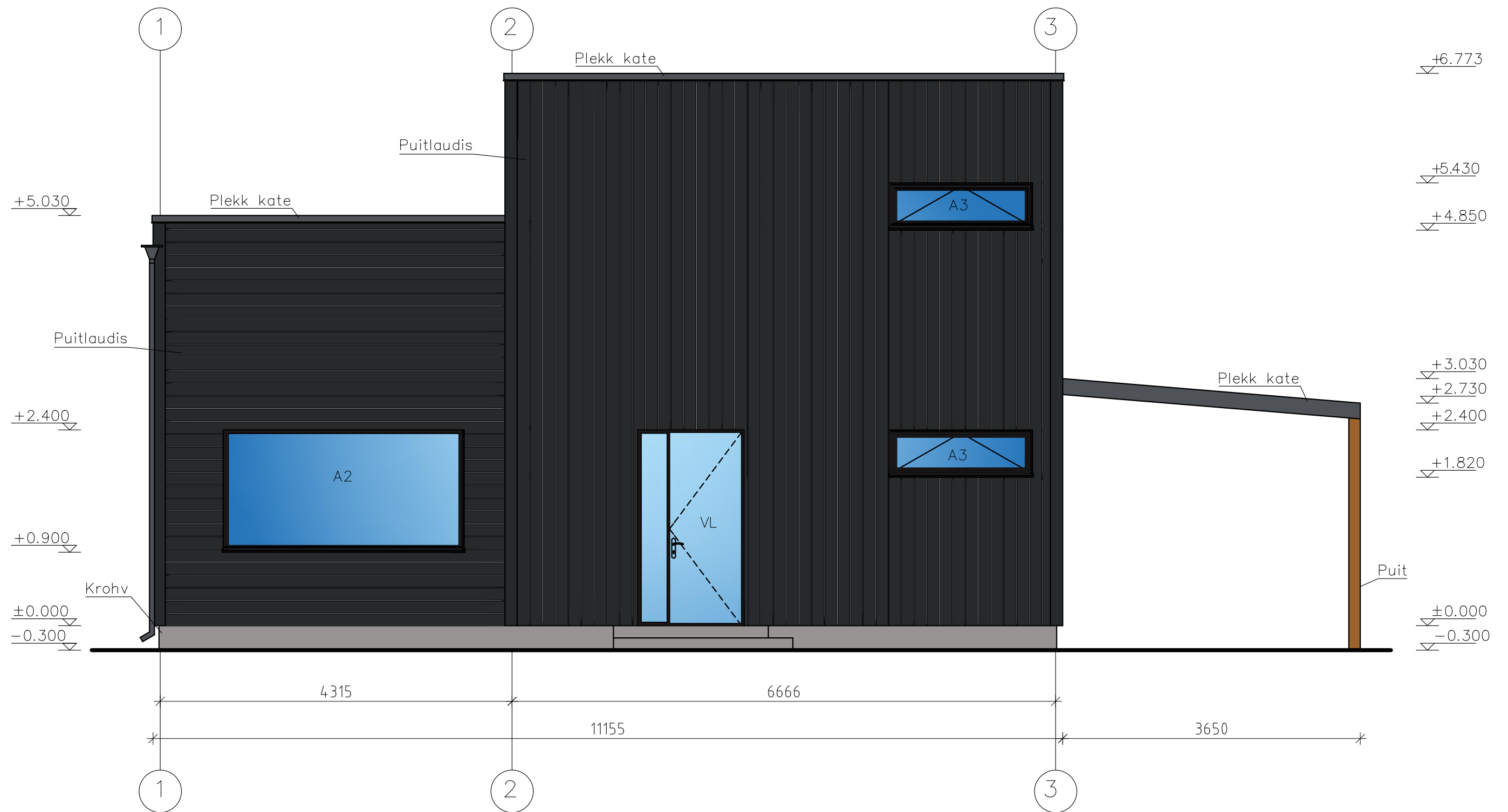
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 4/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Katuseplaan
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 5/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Lõige A-A
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 6/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Lõige B-B
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



- RAL8022

Aknad ja uksed
- RAL9011

Välislaudis
- RAL7015

Katuseplekk ja veerennid
- RAL7036

Sokli krohv ja trepp
- RAL7035

Rõdu piire
- RAL8001

Terrass ja postid

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 7/41
Koostaja: Arto Tõnnis		Allkiri	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe		Allkirjad	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Vaade põhjast	
		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



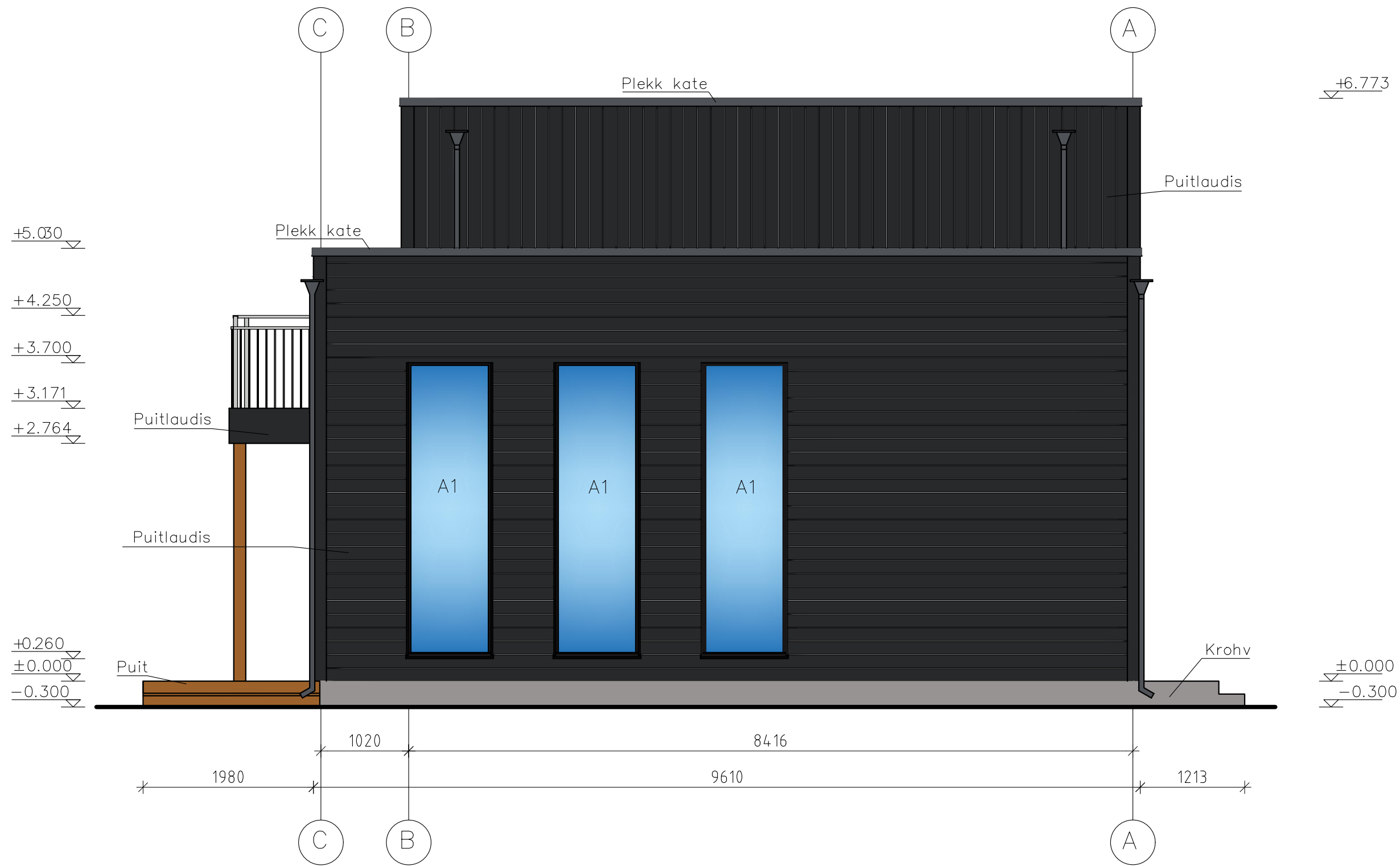
RAL8022	RAL9011	RAL7015	RAL7036	RAL7035	RAL8001
Aknad ja uksed	Välislaudis	Katuseplekk ja veerennid	Sokli krohv ja trepp	Rõdu piire	Terrass ja postid

	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 8/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Vaade lõunast
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



RAL8022	RAL9011	RAL7015	RAL7036	RAL7035	RAL8001
Aknad ja uksed	Välislaudis	Katuseplekk ja veerennid	Sokli krohv ja trepp	Rõdu piire	Terrass ja postid

	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 9/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Vaade idast
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad	B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	
Ehituse ja arhitektuuri instituut			

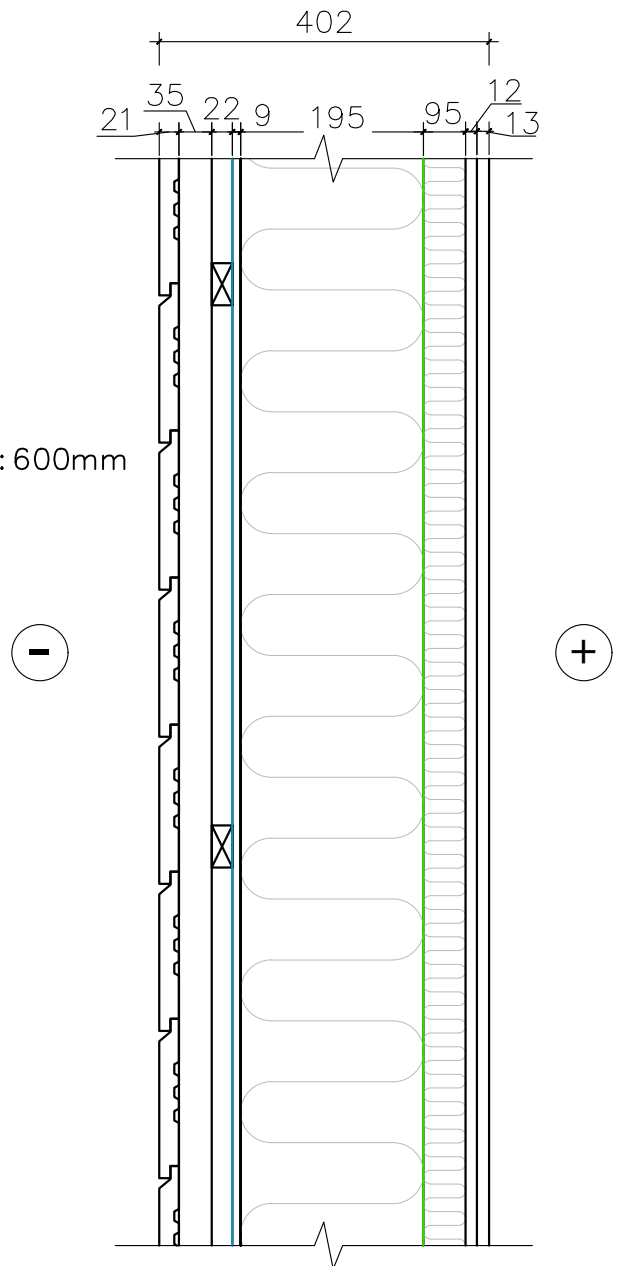


RAL8022	RAL9011	RAL7015	RAL7036	RAL7035	RAL8001
Aknad ja uksed	Välislaudis	Katuseplekk ja veerennid	Sokli krohv ja trepp	Rõdu piire	Terrass ja postid

	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 10/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Vaade läänest
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

VÄLISSEIN: VS – 1

- Horisontaalne laudis 21x170mm
- Vertikaalne roov 35x45mm s:600mm
- Horisontaalne distanttsliist 22x45mm s:600mm
- Tuuletõkkekangas
- Tuuletõkkekips 9mm
- Puitkarkass 45x195mm s:600mm, vahel vill 200mm
- Aurutõke
- Lisakarkass 45x95mm s:600mm, vahel vill 100mm
- OSB plaat 12mm
- Kipsplaat 13mm

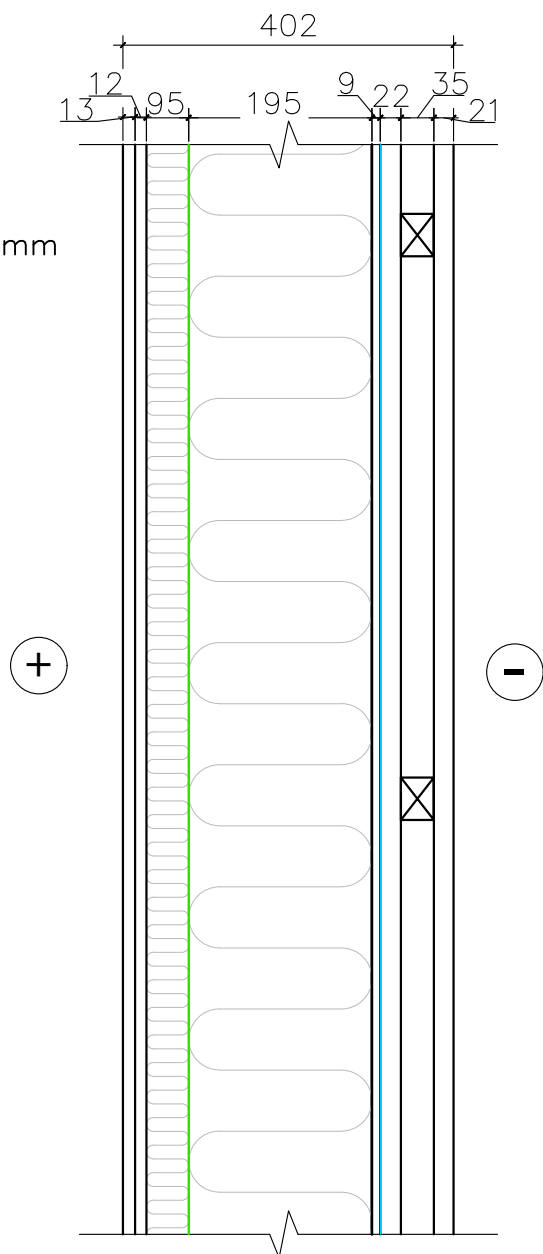


	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 11/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välissein VS-1	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

VÄLISSEIN: VS – 2

- Vertikaalne laudis 21x170mm
- Horisontaalne roov 35x45mm s:600mm
- Vertikaalne distantслиist 22x45mm s:600mm
- Tuuletõkkekangas
- Tuuletõkkekips 9mm
- Puitkarkass 45x195mm s:600mm, vahel vill 200mm
- Aurutõke
- Lisakarkass 45x95mm s:600mm, vahel vill 100mm
- OSB plaat 12mm
- Kipsplaat 13mm

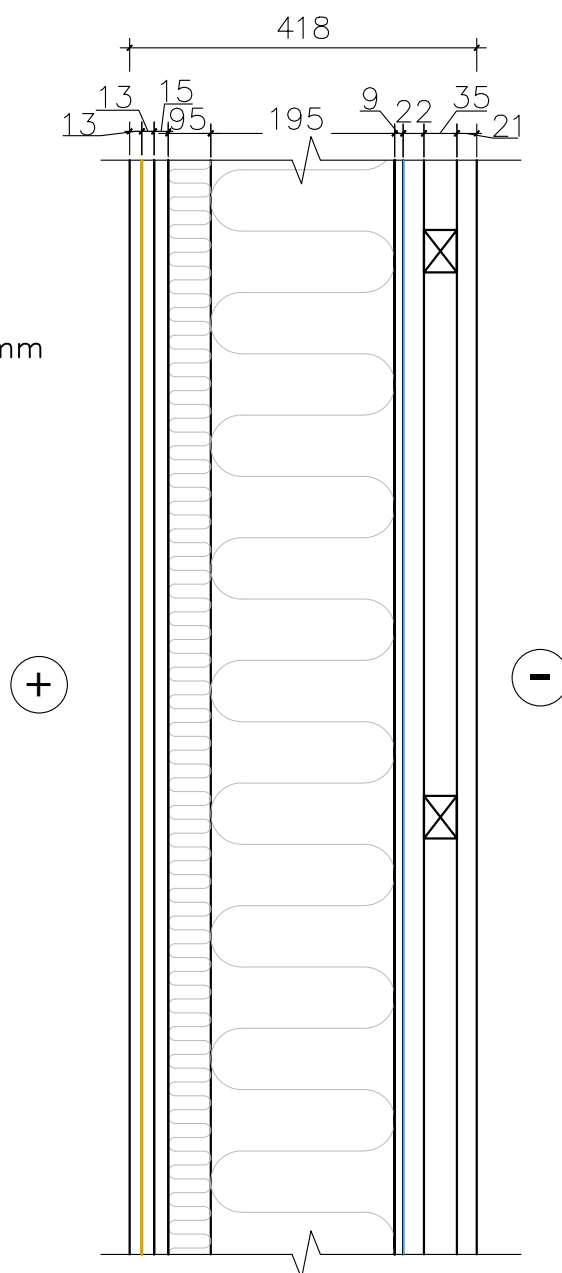
+




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 12/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välissein VS-2	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

VÄLISSEIN: VS – 3

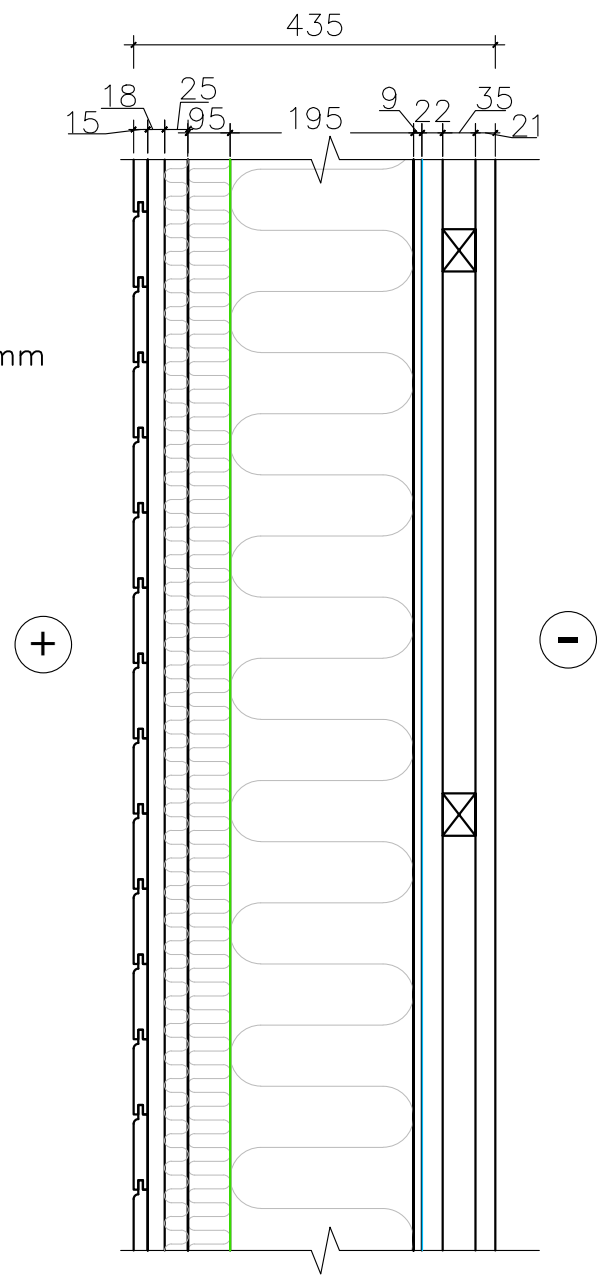
- Vertikaalne laudis 21x170mm
- Horisontaalne roov 35x45mm s:600mm
- Vertikaalne distantssliist 22x45mm s:600mm
- Tuuletõkkekangas
- Tuuletõkkekips 9mm
- Puitkarkass 45x195mm s:600mm, vahel vill 200mm
- Lisakarkass 45x95mm s:600mm, vahel vill 100mm
- Vineer 15mm
- Niiskuskindel kipsplaat 13mm
- Hüdroisolatsioon
- Keraamilised plaadid 13mm




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 13/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välissein VS-3	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

VÄLISSEIN: VS – 4

-
- Vertikaalne laudis 21x170mm
- Horisontaalne roov 35x45mm s: 600mm
- Vertikaalne distanttsliist 22x45mm s: 600mm
- Tuuletõkkekangas
- Tuuletõkkekips 9mm
- Puitkarkass 45x195mm s: 600mm, vahel vill 200mm
- Aurutõke
- Lisakarkass 45x95mm s: 600mm, vahel vill 100mm
- Isolatsiooniplaat 25mm
- Tuulutuliist 18x45mm s: 600mm
- Sauna laudis 15x170mm
- +

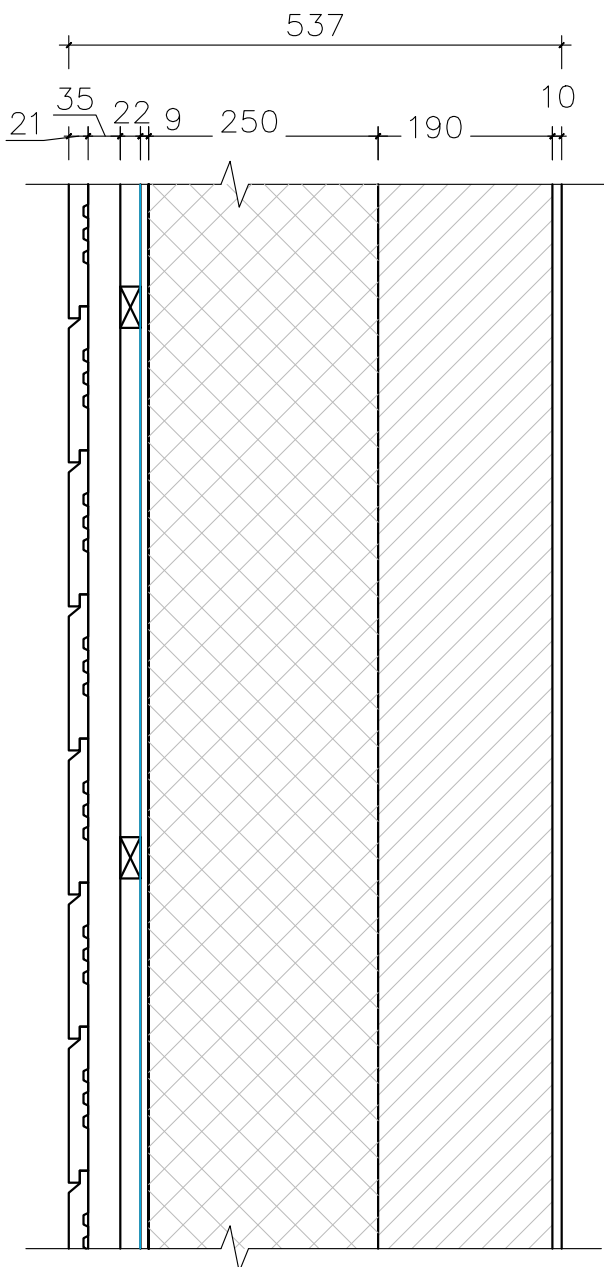



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 14/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välissein VS-4	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

VÄLISSEIN: VSc – 1

- Horisontaalne laudis 21x170mm
- Vertikaalne roov 35x45mm s:600mm
- Horisontaalne distantслиist 22x45mm s:600mm
- Tuuletõkkekangas
- Tuuletõkkekips 9mm
- Vahtpolüstüreenplaat EPS 250 Perimeeter Pluss 250mm
- Betoonmüürikivi Columbia–kivi 190 õõnesplokk 190mm
- Lubikrohv 10mm

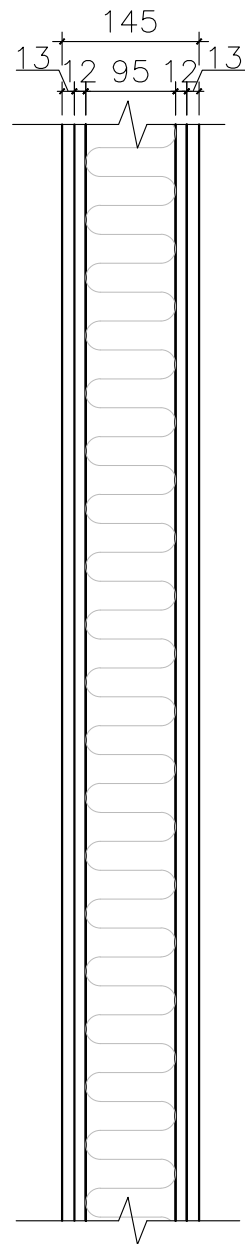
+




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 15/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välissein VSc-1	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

SISESEIN: SS – 1

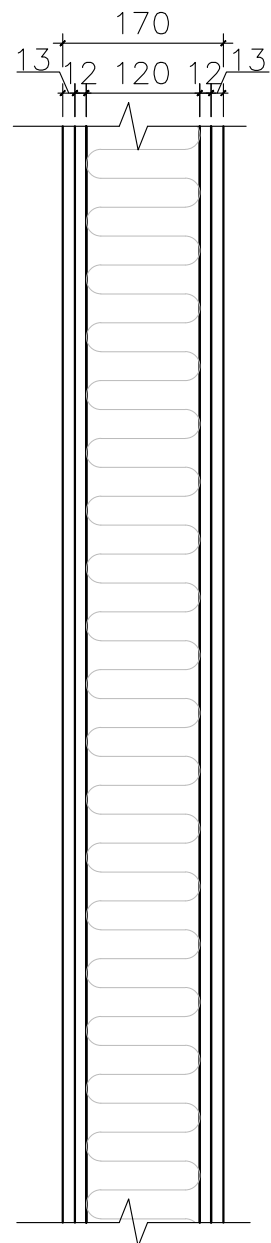
- kipsplaat 13mm
- OSB plaat 12mm
- puitkarkass – 45x95mm
s: 600mm, vahel min.vill 100mm
- OSB plaat 12mm
- kipsplaat 13mm




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 16/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Sisesein SS-1	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

SISESEIN: SS – 2

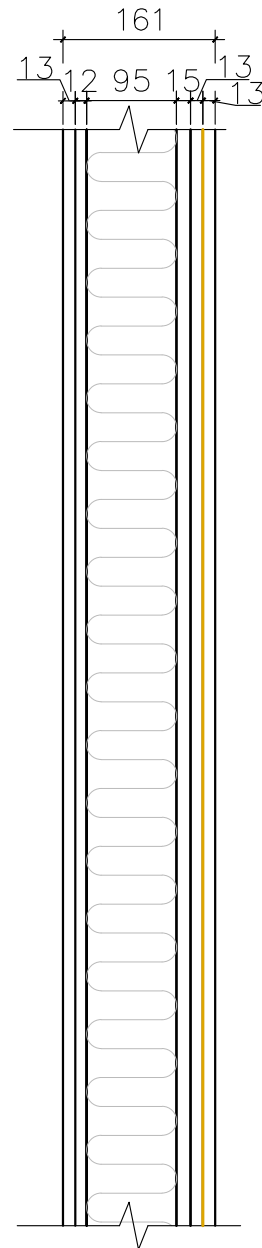
- kipsplaat 13mm
- OSB plaat 12mm
- puitkarkass – 45x120mm s:600mm, vahel min.vill 125mm
- OSB plaat 12mm
- kipsplaat 13mm




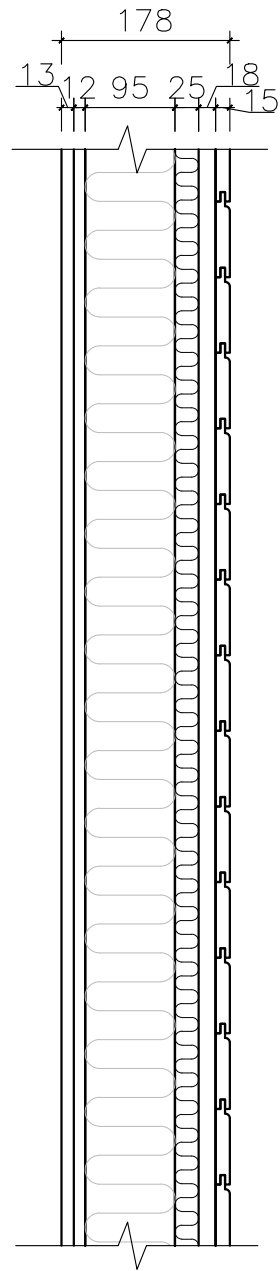
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 17/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Sisesein SS-2	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

SISESEIN: SS – 3

- kipsplaat 13mm
- OSB plaat 12mm
- puitkarkass – 45x95mm s:600mm, vahel min.vill 100mm
- Vineer 15mm
- Niiskuskindel kipsplaat 13mm
- Hüdroisolatsioon
- Keraamilised plaadid 13mm




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 18/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Sisesein SS-3	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



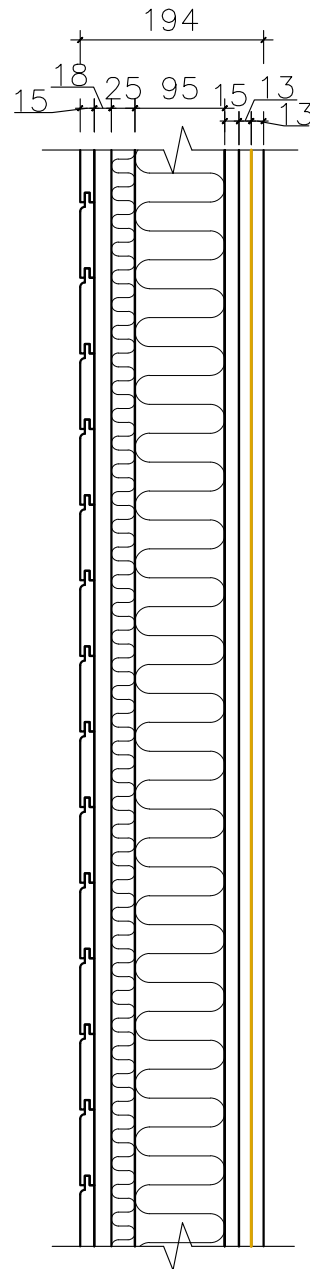
SISESEIN: SS – 4


- kipsplaat 13mm
- OSB plaat 12mm
- puitkarkass – 45x95mm s: 600mm, vahel min.vill 100mm
- Isolatsiooniplaat 25mm
- Tuulutusliist 18x45mm s: 600mm
- Sauna laudis 15x170mm

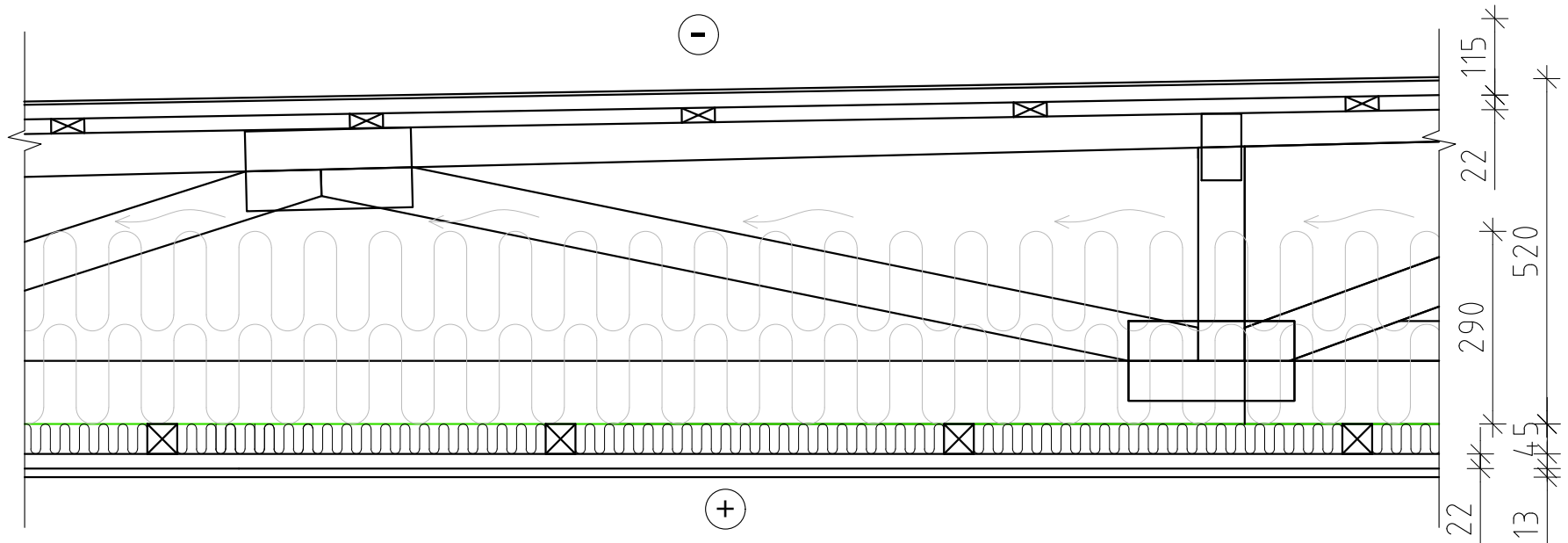
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 19/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Sisesein SS–4	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

SISESEIN: SS – 5

- Sauna laudis 15x170mm
- Tuulutusliist 18x45mm s:600mm
- Isolatsiooniplaat 25mm
- puitkarkass – 45x95mm s:600mm, vahel min.vill 100mm
- Vineer 15mm
- Niiskuskindel kipsplaat 13mm
- Hüdroisolatsioon
- Keraamilised plaadid 13mm




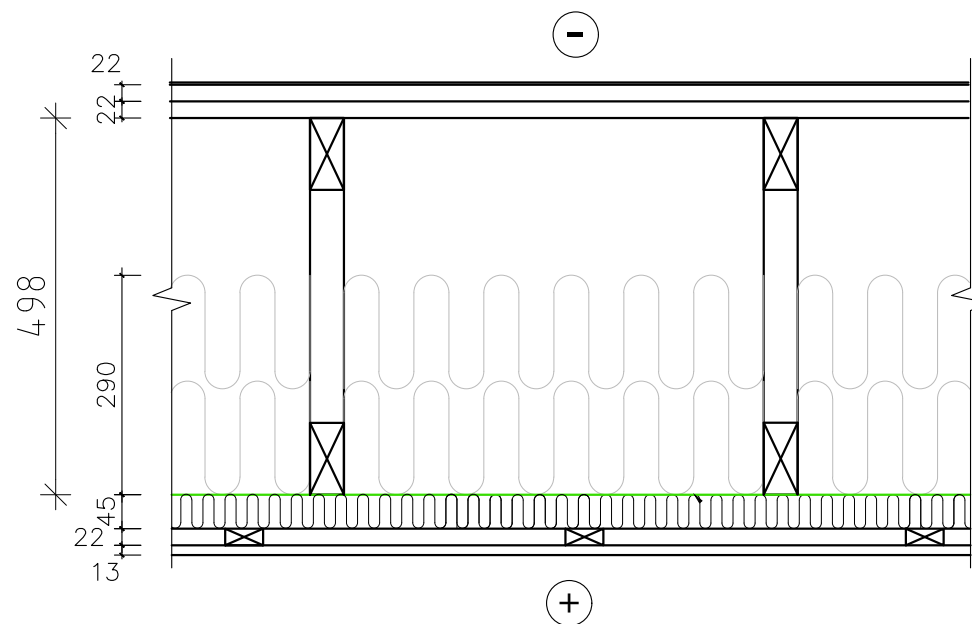
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 20/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Sisesein SS-5	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



KATUS: KL

-
- 2x SBS bituumenrullmaterjal
- OSB plaat 22mm
- Roovitus 22x50, s: 600mm
- Katuseferm vahel vill 260mm+30mm tuulutussoontega, s: 600mm
- Aurutõke
- Lisakarkass 45x45mm, s: 400mm vahel vill 50mm
- Roovitus 22x50mm, s: 400mm
- Kipsplaat 13mm
- +


	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 21/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Katus KL-1	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

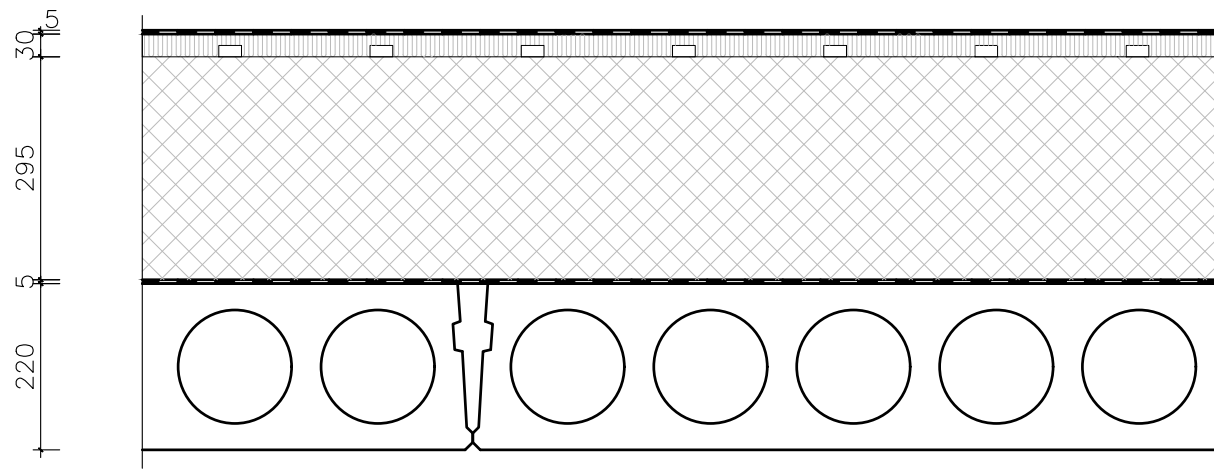


KATUS: KL2

—

- 2x SBS bituumenrullmaterjal
- OSB plaat 22mm
- Roovitus 22x50, s: 600mm
- Katuseferm vahel vill 260mm+30mm tuulutussoontega, s: 600mm
- Aurutõke
- Lisakarkass 45x45mm, s: 400mm vahel vill 50mm
- Roovitus 22x50mm, s: 400mm
- Kipsplaat 13mm
- +


	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 22/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri		Katus KL-2
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

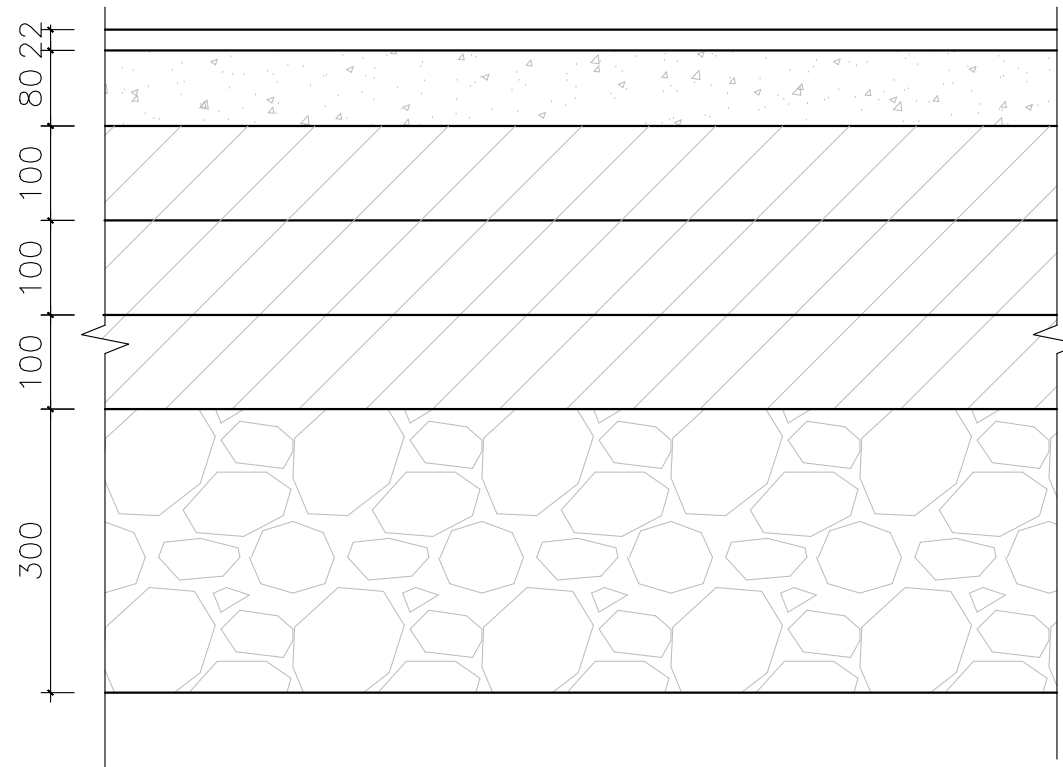


KATUS: KL3

-
- 2x SBS bituumenrullmaterjal
- Jäk min. vill tuulutus soontega 30mm
- Polüstüreen ~ 400mm min. 150+150mm
- Kleephüdroisolatsioon rullmaterjal (aurutõke)
- Bituumen primer krunt
- R/B paneel 220mm


+

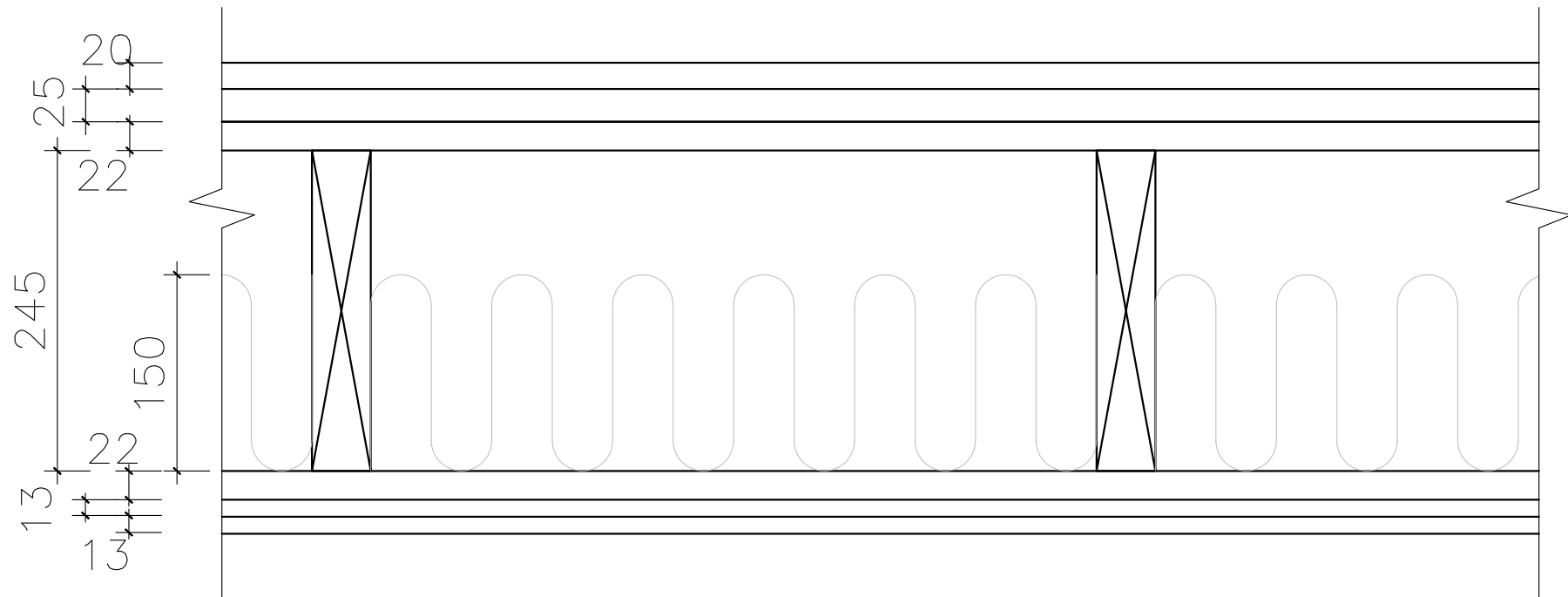
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 23/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Katus KL-3	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



PÕRAND: PP-1


- Parkett 22mm
- Aluskate
- Raudbetoon plaat 80mm
- Ehituskile
- EPS 100 300mm
- Tihendatud liiv 300mm
- Rikkumata looduslik pinnas

	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 24/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri		Põrand pinnasel PP-1
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirkirjad		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	
Ehituse ja arhitektuuri instituut				

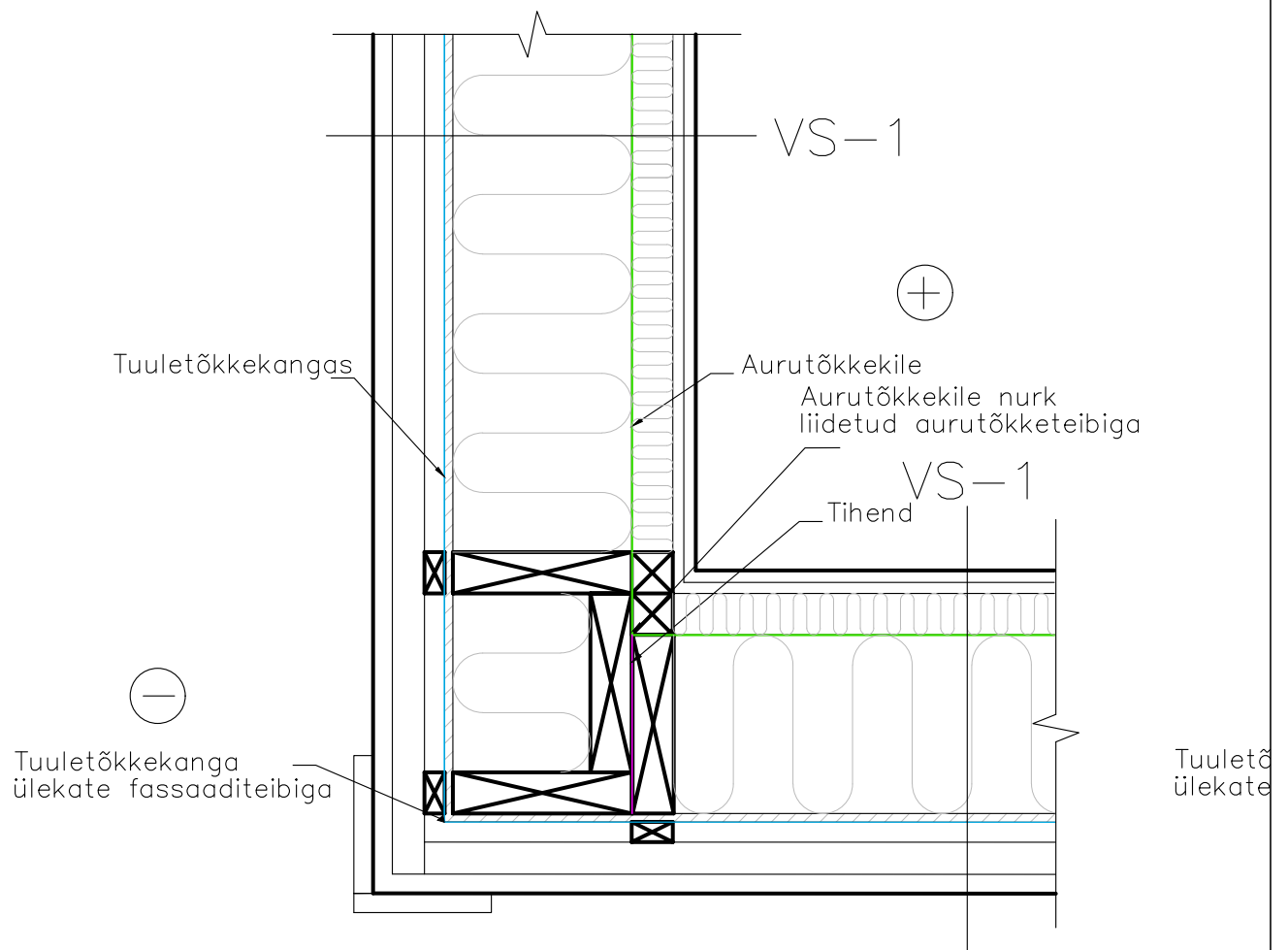


VAHELAGI: PP-2

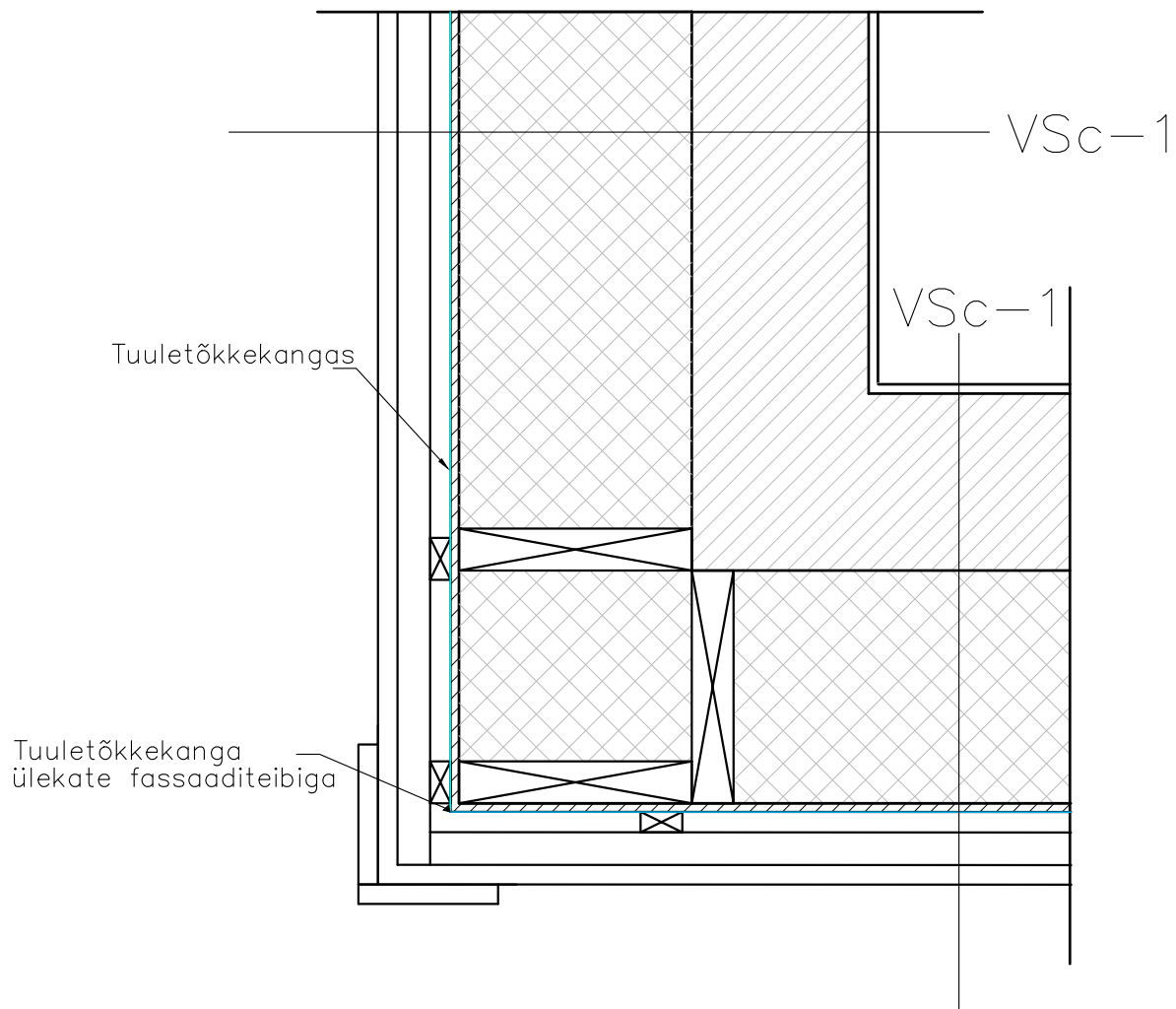
- Parkett 20mm
- Põrandakütte alusmatt 25mm
- OSB plaat 22mm
- Vahelaetalad 45x245mm, s: 400mm vahel vill 150mm
- Roovid 22x50mm s: 400mm
- Kipsplaat 13mm
- Kipsplaat 13mm


	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 25/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri		Vahelagi PP-2
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

VÄLISNURK VS–VS

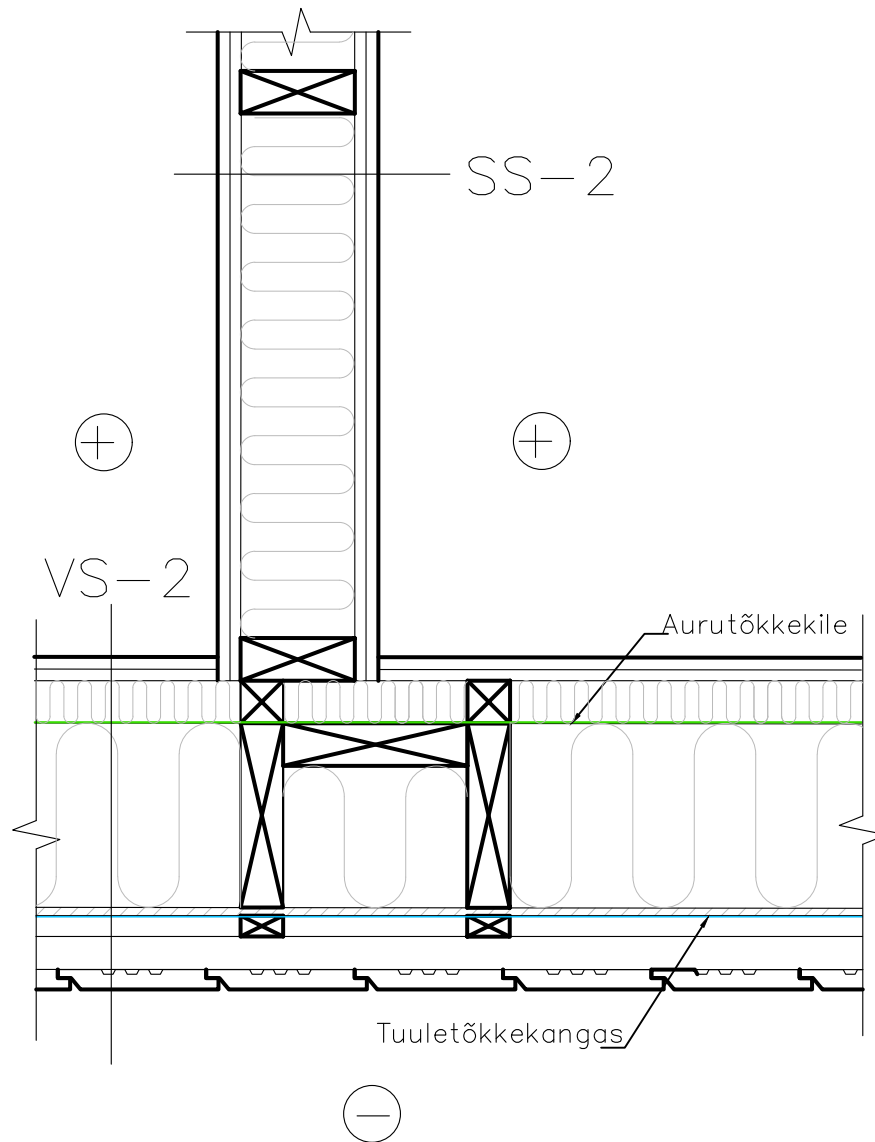



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 26/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välisnurk VS–VS	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



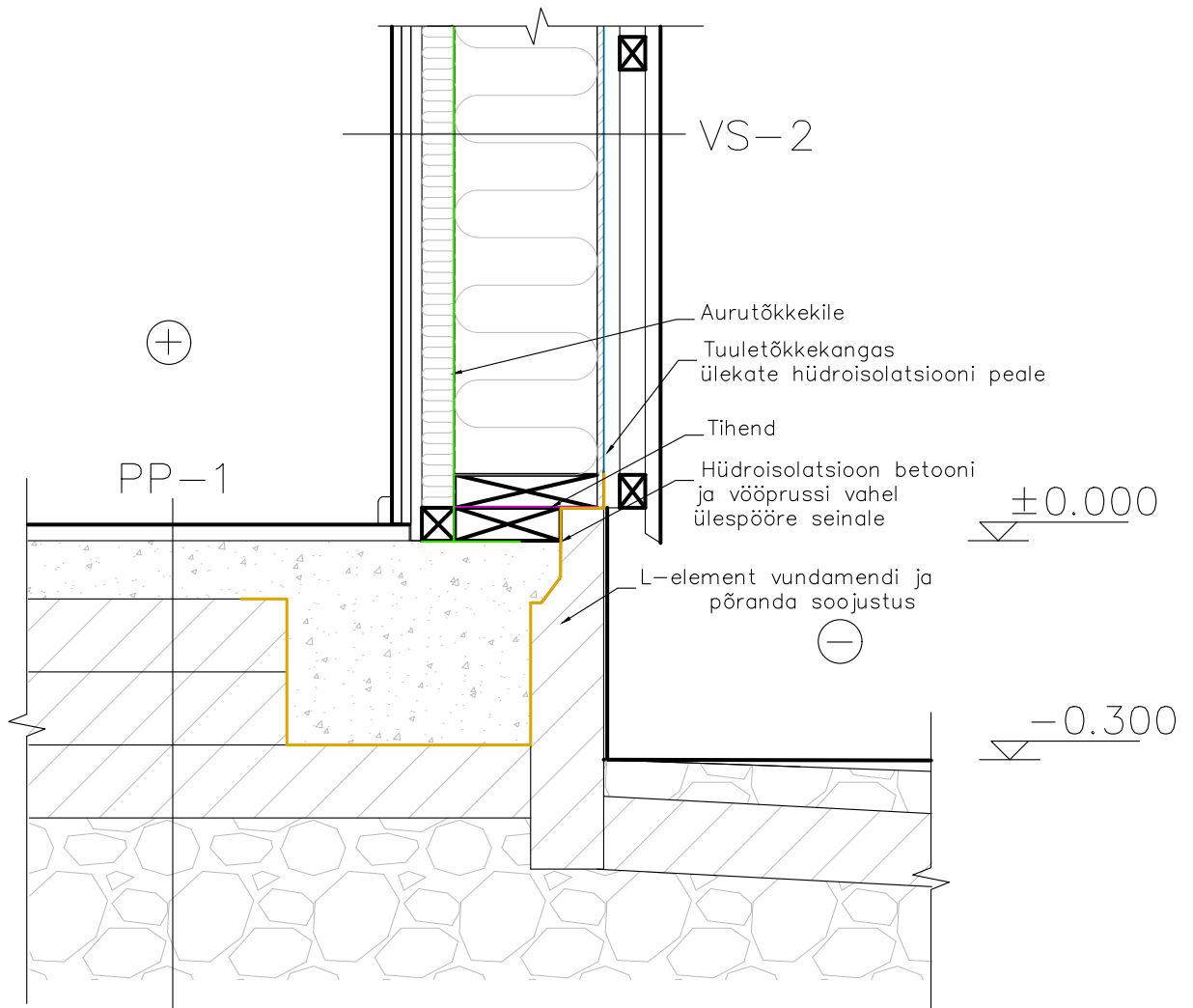
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 27/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Välisnurk VSc–VSc	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	


SISENURK VS-SS

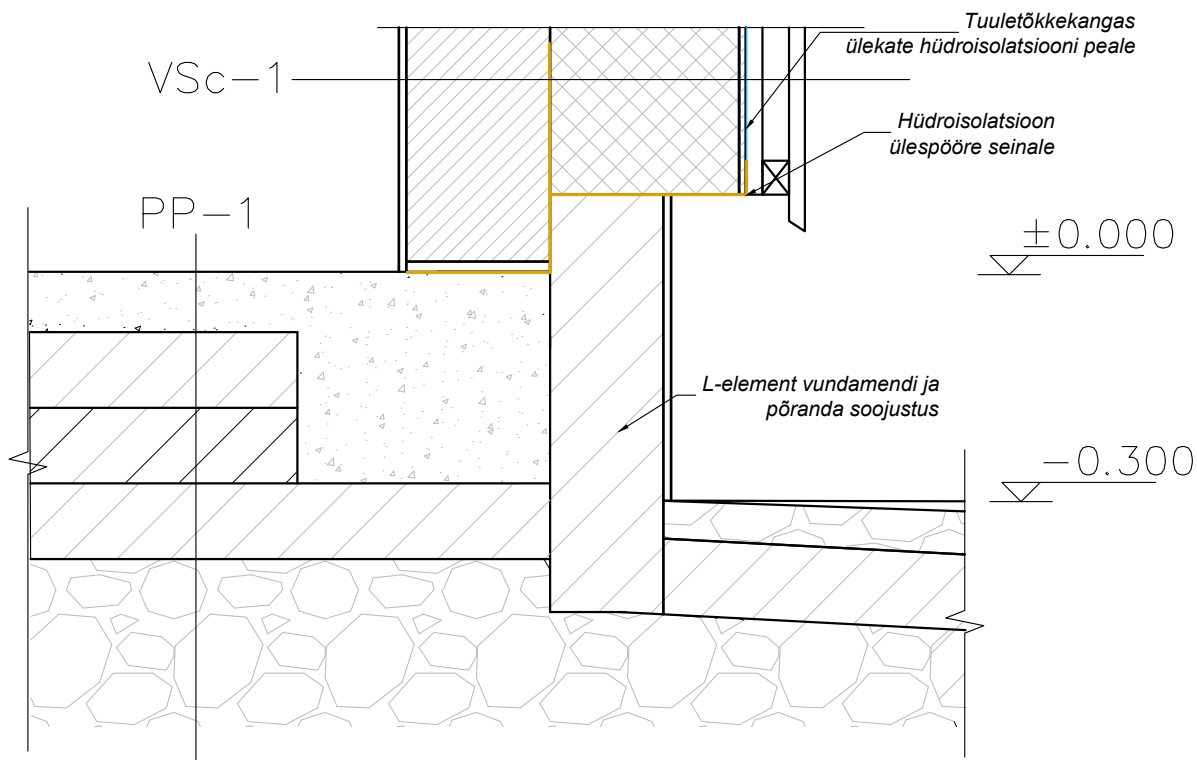



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 28/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Sisenuk VS-SS	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

SOKKEL
VS-PP

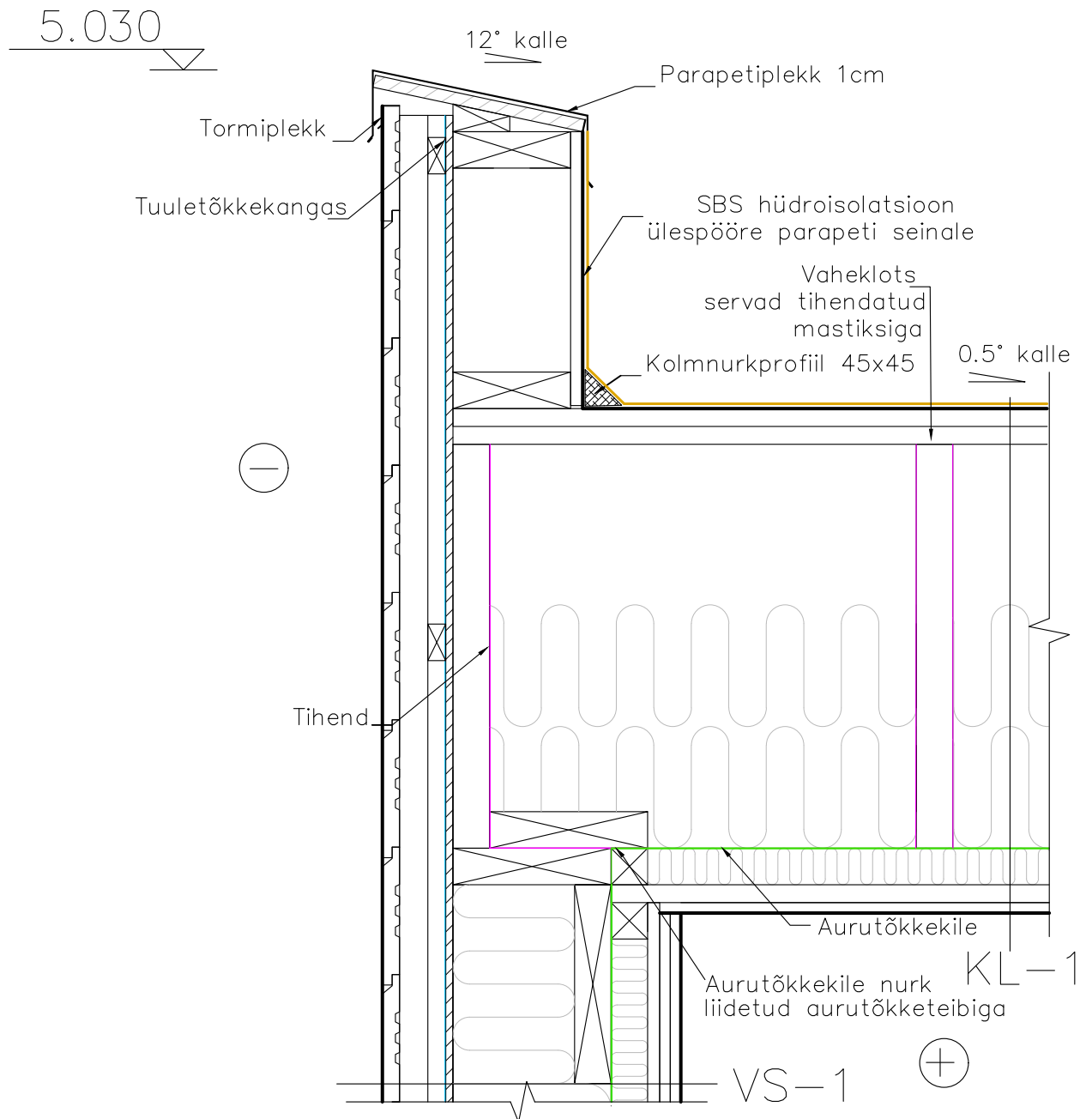



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 29/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Soklisõlm VS-PP	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



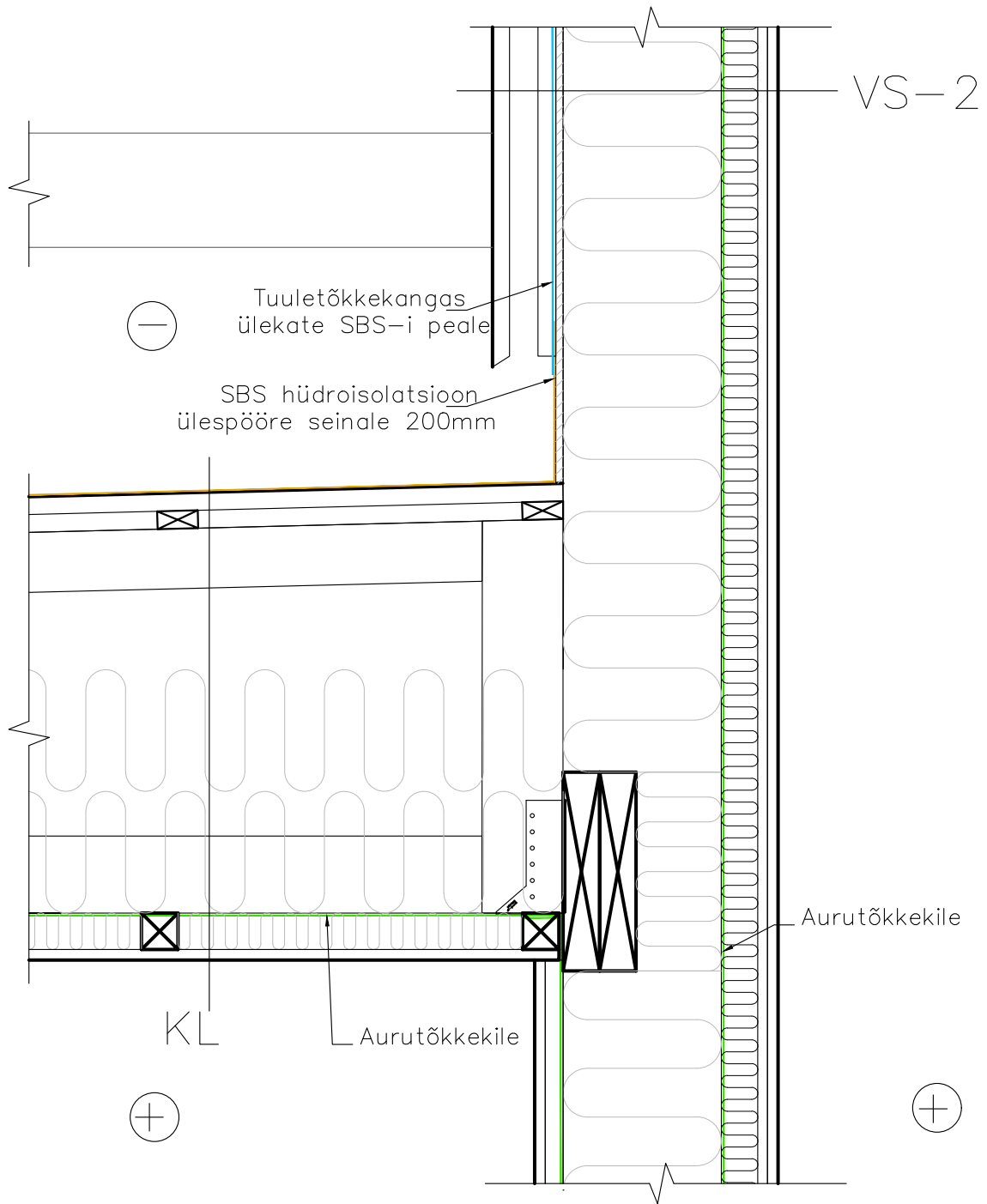
	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 30/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Soklisõlm VSc-PP	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	


PARAPET VS-KL

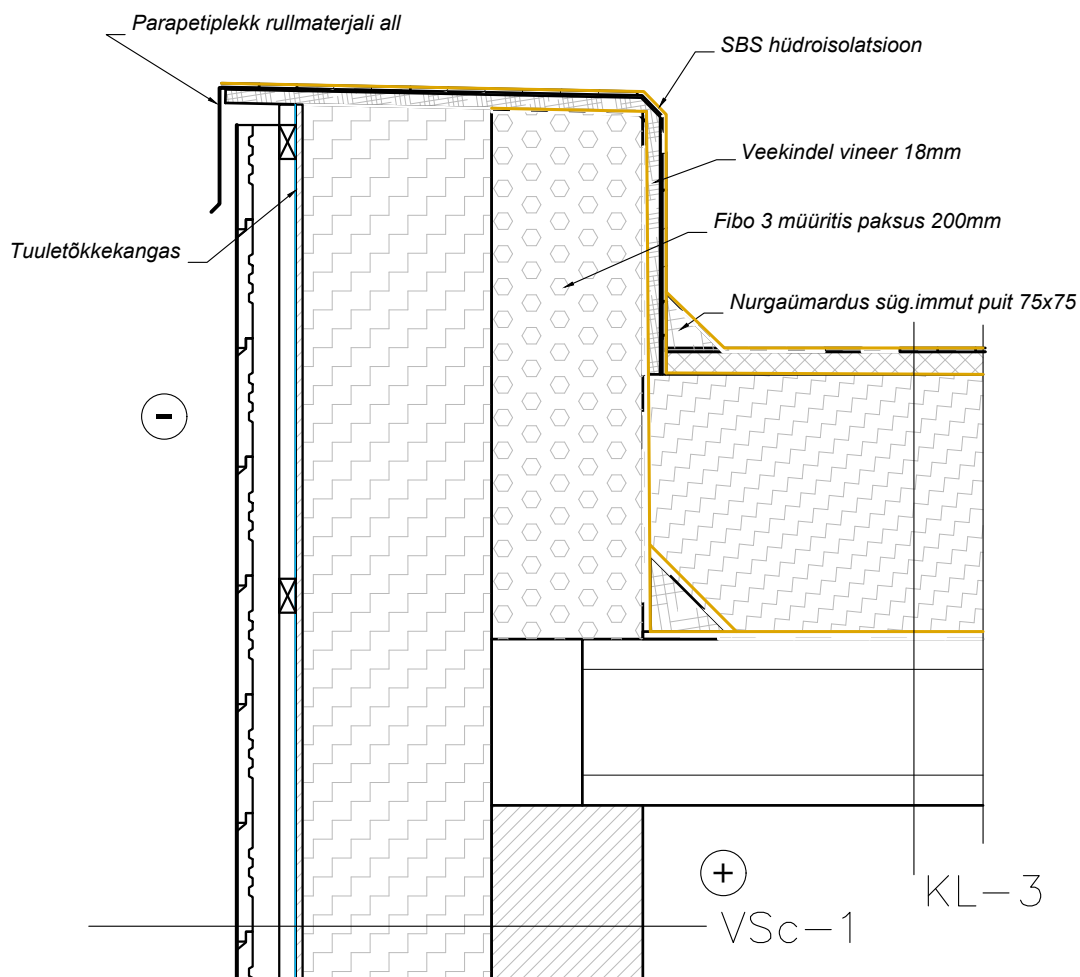



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 31/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Parapeti sõlm VS-KL	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

KATUS VS-KL

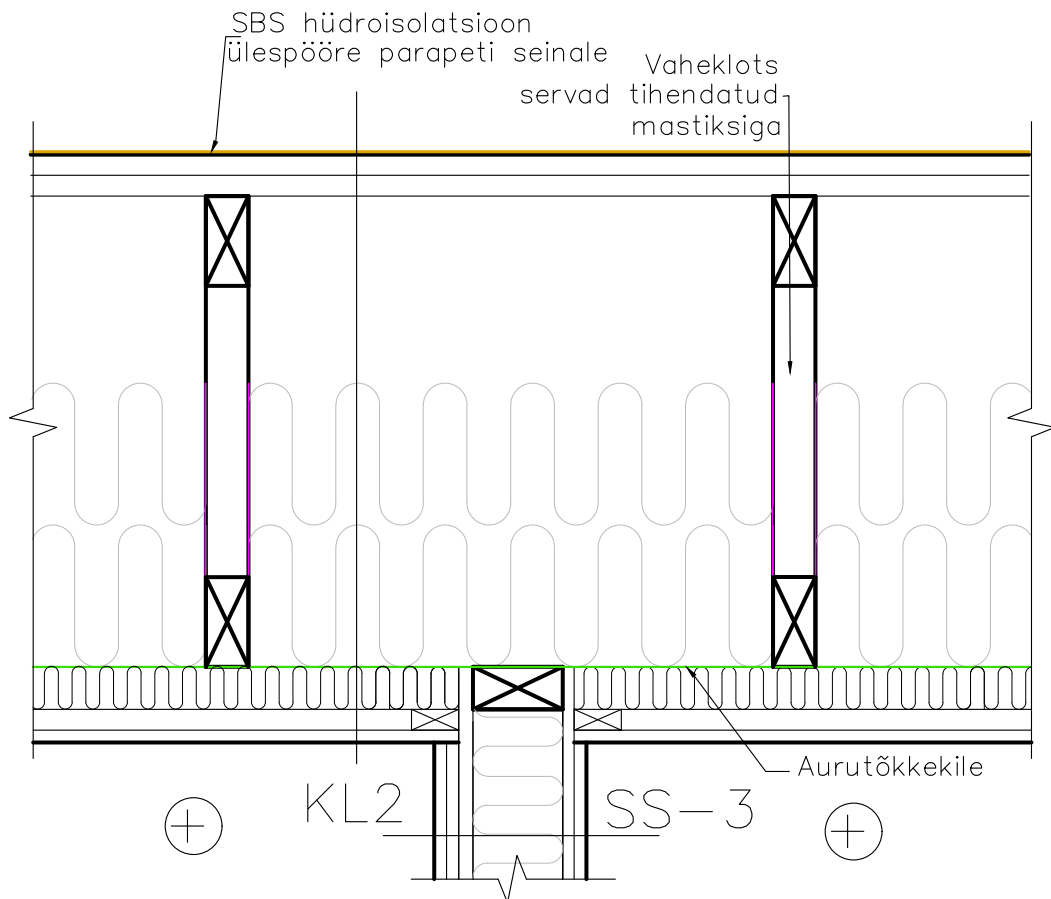


	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 32/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Katuse sõlm VS-KL
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 33/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Parapeti sõlm VSc-KL	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

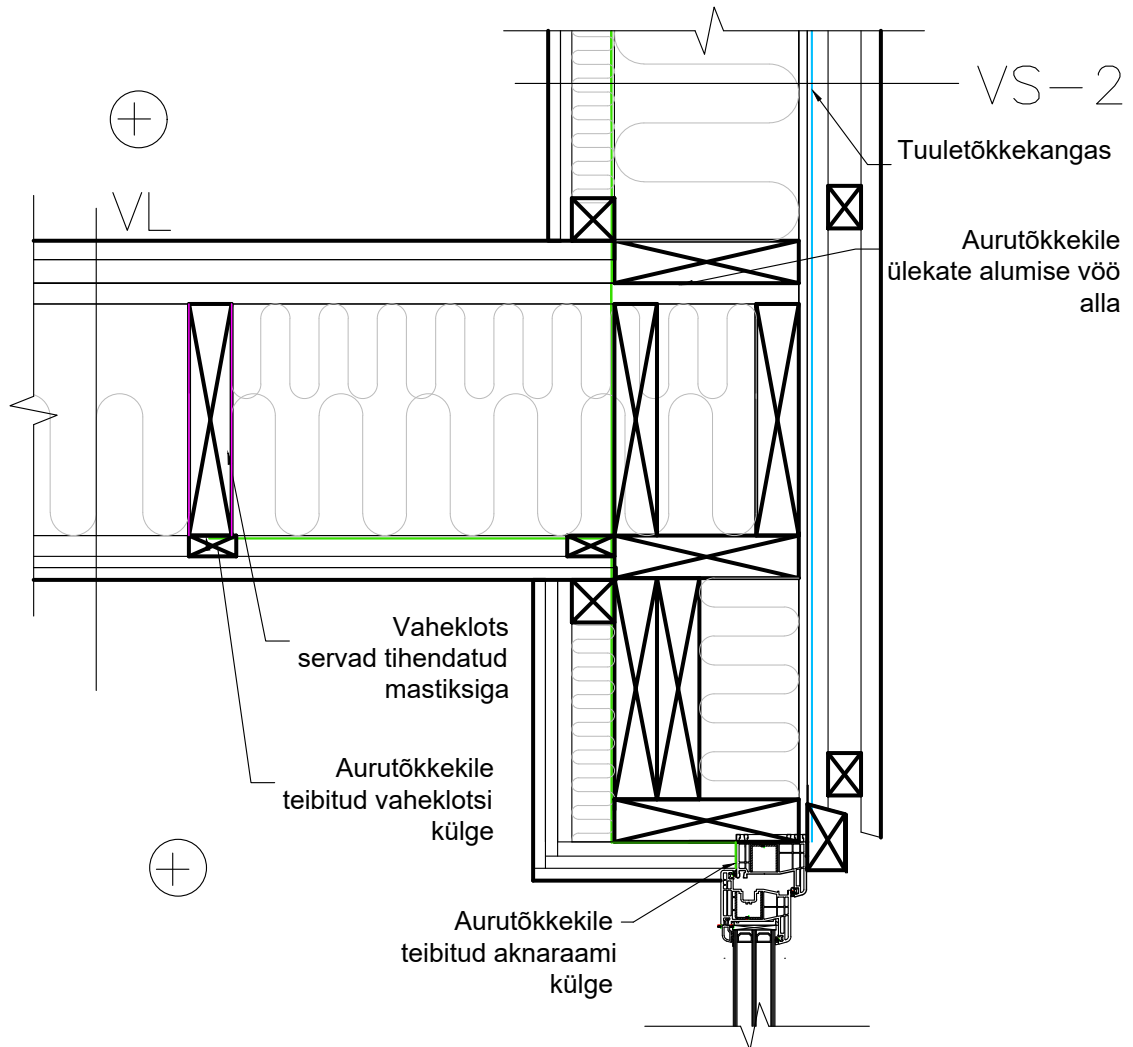
KATUS SS-KL




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 34/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Katuse sõlm SS-KL	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

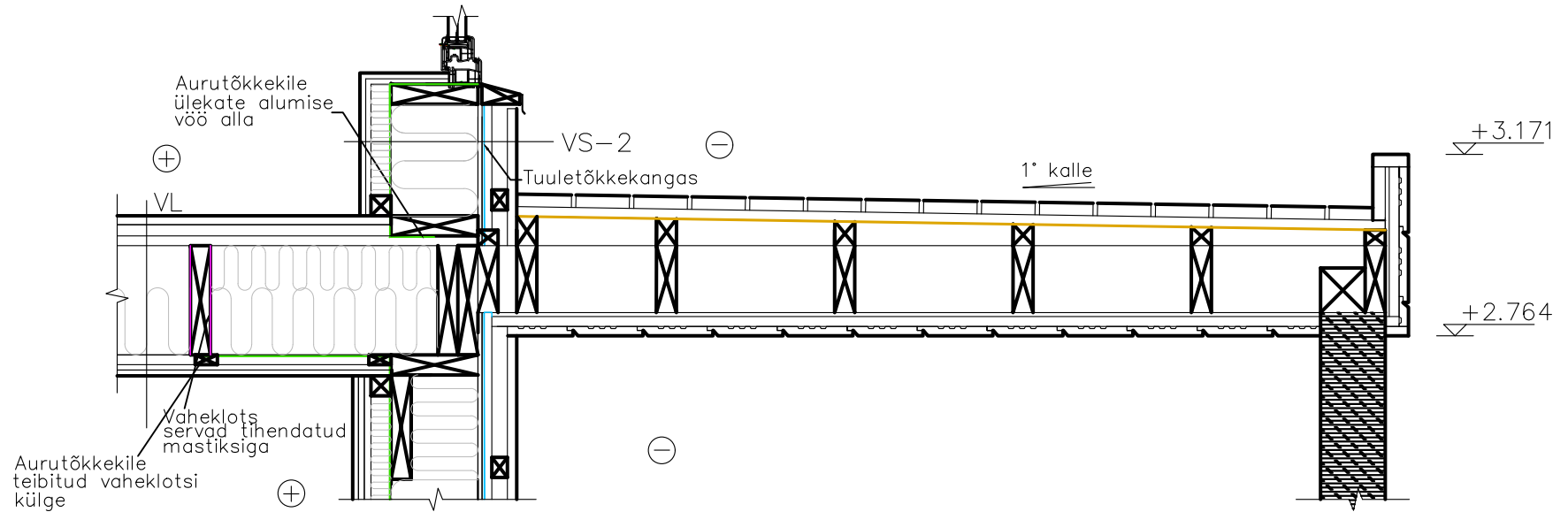
VAHELAGE


VS-VL



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 35/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Vahelae sõlm VS-KL	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

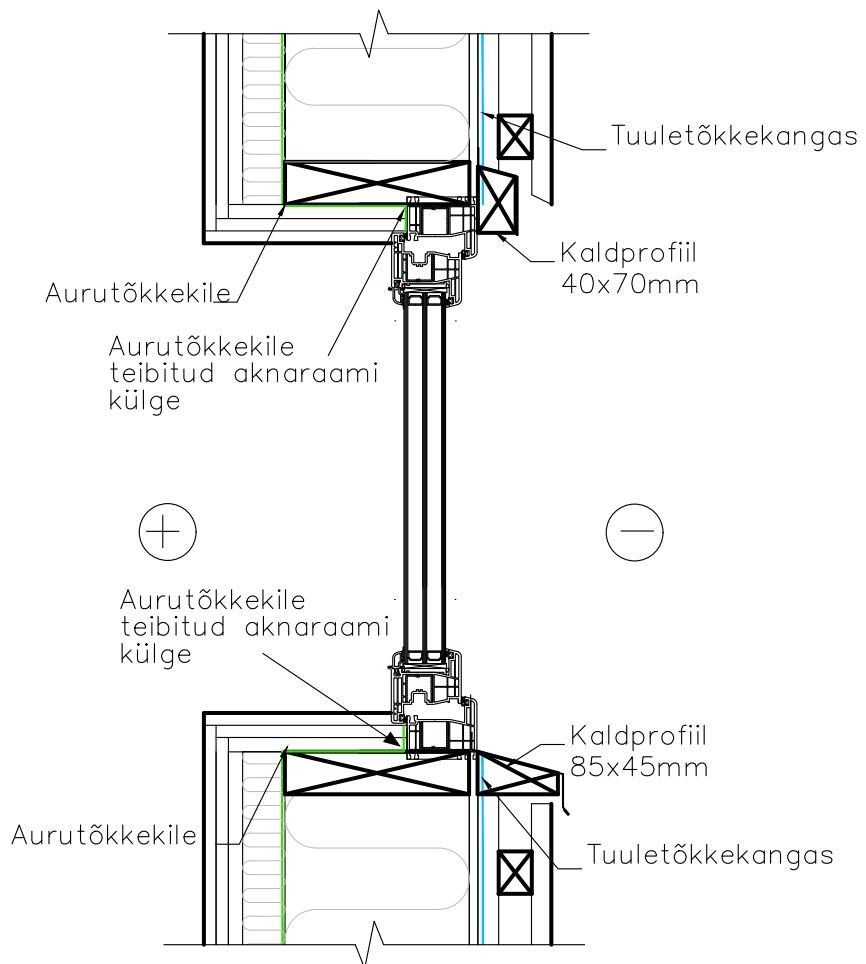
RÕDUSÕLM




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž		Magistritöö	Leht/Lehti: 36/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Rõdu sõlm	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

AKEN

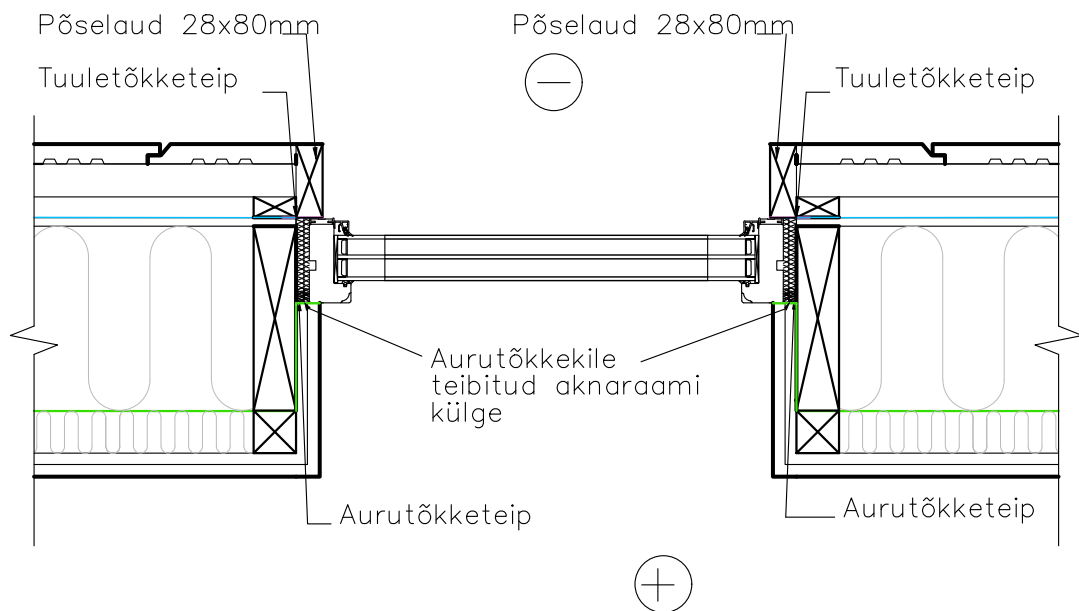
vertikaalne lõige




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 37/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Akna vertikaalne sõlm	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

AKEN

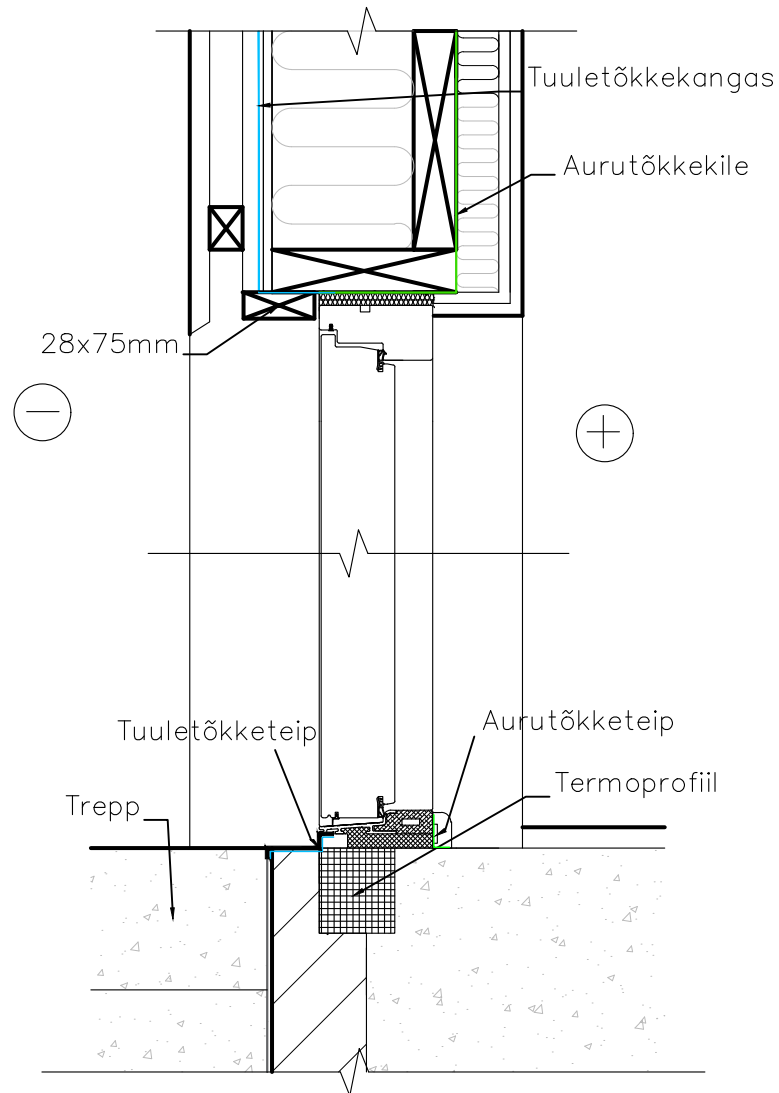
Horisontaalne lõige




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 38/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Akna horisontaalne sõlm	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

UKS

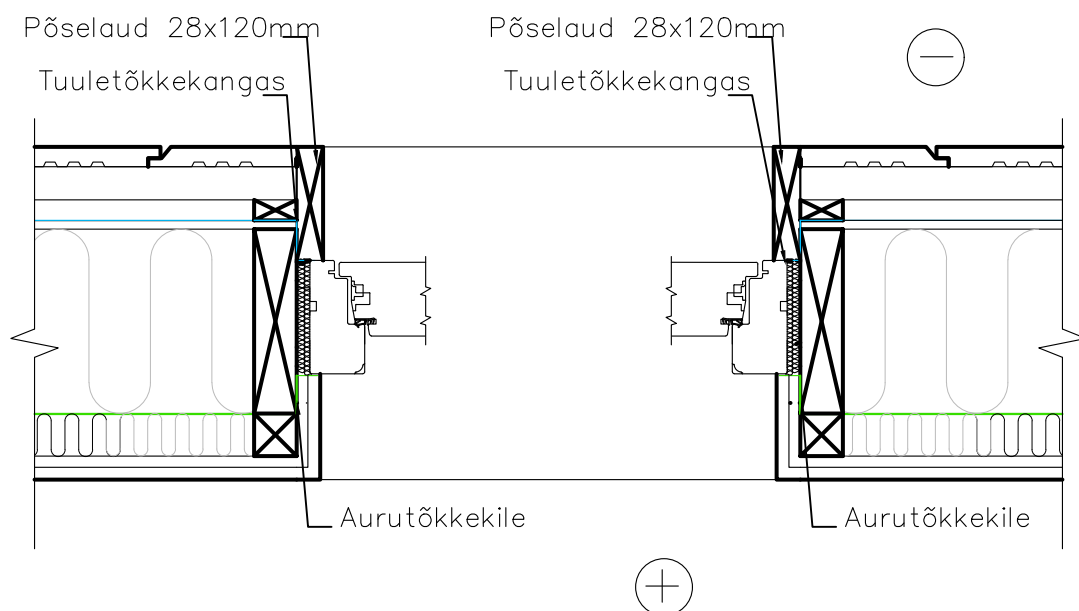
Vertikaalne lõige




	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 39/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Alkiri	Ukse vertikaalne sõlm	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Alkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	





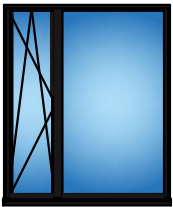
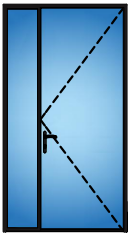


UKS


Horisontaalne lõige



	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 40/41
Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Ukse horisontaalne sõlm	
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

Avatäited

Tähis	A1	A2	A3	A4	A5	VL	U2	U3
Kogus	3	1	3	1	3	1	2	1
Avamõõt	1000X3440	2955X1500	1755X580	555X2100	1755X2100	1300X2400	900X2390	3255X2805
Vaade								

	TTÜ INSENERITEADUSKOND Tartu Kolledž	Magistritöö	Leht/Lehti: 41/41
	Koostaja: Arto Tõnnis	Allkiri	Avatäidete spetsifikatsioon
Juhendajad: Jiri Tintera, Kristo Kalbe	Allkirjad		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		B Energiaklassi üksikelamu arhitektuurne põhiprojekt, välispiirete energiatõhusus ning konstruktsioonitüüpide võrdlus	

Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + välissein (puit)

Lähteandmed	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0
Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0
Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$			30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

1. liituv tarindi soojuslähivus, U_1	0,1326	W/m ² K
2. liituv tarindi soojuslähivus, U_2	0,1326	W/m ² K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

1. liituv tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud)	1452	mm
2. liituv tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud)	1402	mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud)	2854	mm
---	------	----

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ	12,58	W
--	-------	---

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U	0,1469	W/m ² K
--	--------	--------------------

Madalaim sisepinna temperatuur	16,20	°C
--------------------------------	-------	----

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,419	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,378	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,378	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud)	0,05	W/(m·K)
--	------	---------

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud)	0,05	W/(m·K)
---	------	---------

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi}	0,87
---	------

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

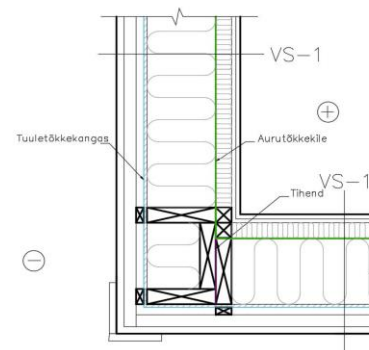
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 1 Joonsoojuslähivuse arvutamine VS-VS

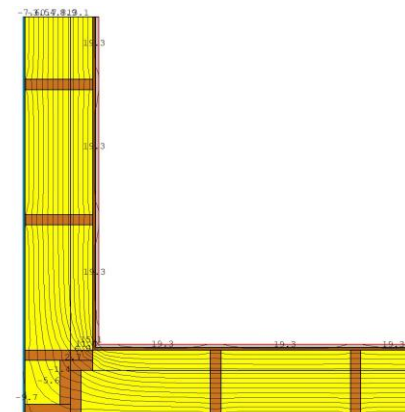
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + välissein (puit)

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + katuslagi

Lähteandmed	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0
Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0
Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$			30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

1. liituva tarindi soojuslähivus, U_1	0,1326	W/m ² K
2. liituva tarindi soojuslähivus, U_2	0,1003	W/m ² K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

1. liituva tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud)	1032	mm
2. liituva tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud)	1115	mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud)	2147	mm
---	------	----

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ	8,29	W
--	------	---

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U	0,13	W/m ² K
--	------	--------------------

Madalaim sisepinna temperatuur	16,50	°C
--------------------------------	-------	----

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,276	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,249	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,249	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud)	0,03	W/(m·K)
--	------	---------

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud)	0,03	W/(m·K)
---	------	---------

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi}	0,88
---	------

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

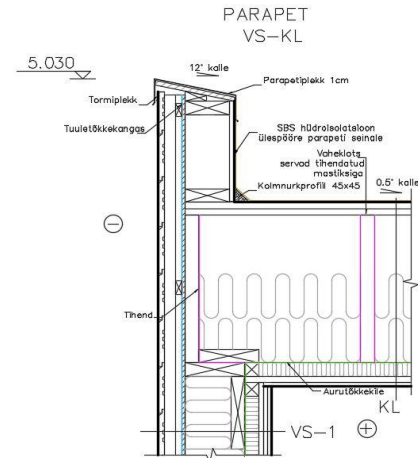
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 2 Joonsoojuslähivuse arvutamine VS-KL

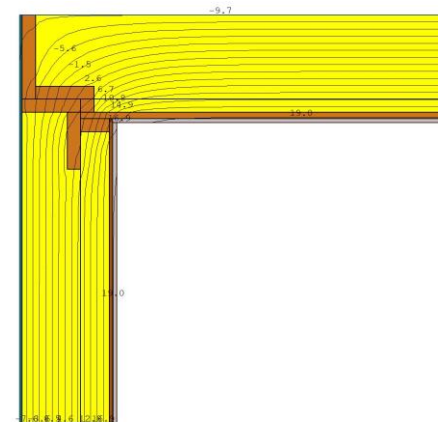
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + katuslagi

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + põrand pinnasel

Lähteandmed	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0
Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0
Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$			30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

1. liituv tarindi soojuslähivus, U_1	0,0837	W/m ² K
2. liituv tarindi soojuslähivus, U_2	0,1286	W/m ² K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

1. liituv tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud)	3666	mm
2. liituv tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud)	1045	mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud) 4711 mm

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ 17,78 W

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U 0,12 W/m²K

Madalaim sisepinna temperatuur 15,50 °C

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,593	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,441	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,441	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud) 0,16 W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud) 0,16 W/(m·K)

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi} 0,85

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

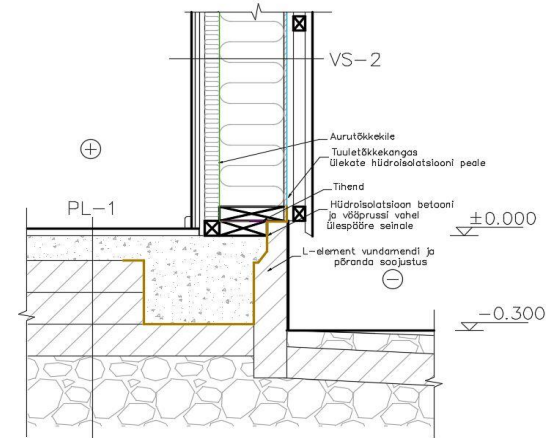
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 3 Joonsoojuslähivuse arvutamine VS-PP

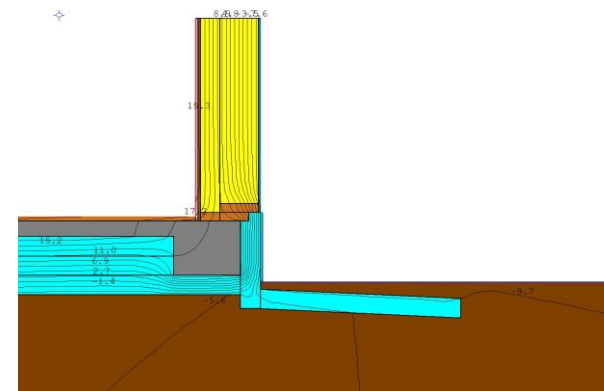
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + põrand pinnasel

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + välissein (kivi)

Lähteandmed

	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0

Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks

- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0

Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks

- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0

Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$ 30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

- liituva tarindi soojuslähivus, U_1 0,1183 W/m²K
- liituva tarindi soojuslähivus, U_2 0,1183 W/m²K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

- liituva tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud) 1410 mm
- liituva tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud) 1410 mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud) 2820 mm

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ 12,61 W

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U 0,15 W/m²K

Madalaim sisepinna temperatuur 18,60 °C

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,420	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,334	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,334	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud) 0,09 W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud) 0,09 W/(m·K)

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi} 0,95

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

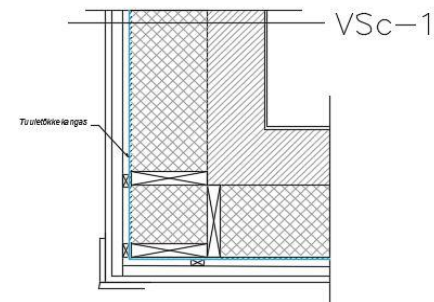
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 5 Joonsoojuslähivuse arvutamine VSc-VSc

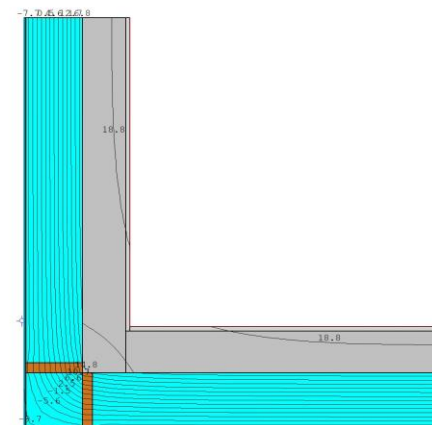
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + välissein (kivi)

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + katuslagi (kivi)

Lähteandmed	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0
Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0
Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$			30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

1. liituva tarindi soojuslähivus, U_1	0,1183	W/m ² K
2. liituva tarindi soojuslähivus, U_2	0,0954	W/m ² K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

1. liituva tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud)	1380	mm
2. liituva tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud)	1600	mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud) 2980 mm

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ 13,15 W

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U 0,15 W/m²K

Madalaim sisepinna temperatuur 17,70 °C

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,438	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,316	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,316	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud) 0,13 W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud) 0,13 W/(m·K)

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi} 0,92

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

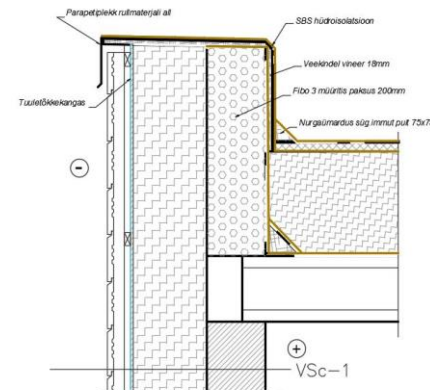
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 6 Joonsoojuslähivuse arvutamine VSc-KL

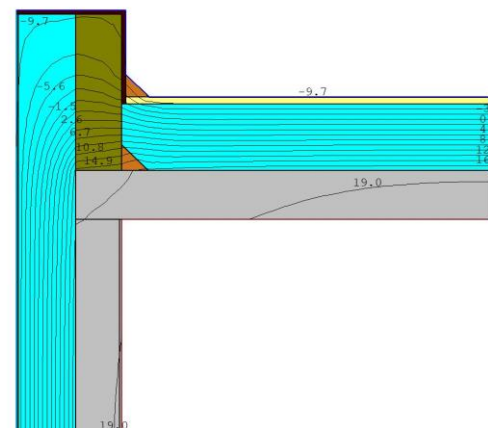
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + katuslagi (kivi)

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Põrand pinnasel + välissein (kivi)

Lähteandmed	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0
Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0
Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks			
- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$			30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

1. liituva tarindi soojuslähivus, U_1	0,0837	W/m ² K
2. liituva tarindi soojuslähivus, U_2	0,1183	W/m ² K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

1. liituva tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud)	3800	mm
2. liituva tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud)	1380	mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud) 5180 mm

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ

18,90 W

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U

0,12 W/m²K

Madalaim sisepinna temperatuur

17,10 °C

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,630	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,481	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,481	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud) 0,15 W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud) 0,15 W/(m·K)

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi} 0,90

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

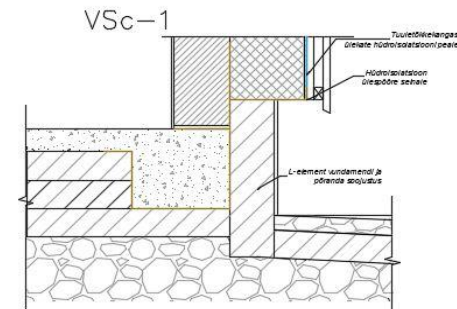
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 7 Joonsoojuslähivuse arvutamine VSc-PP

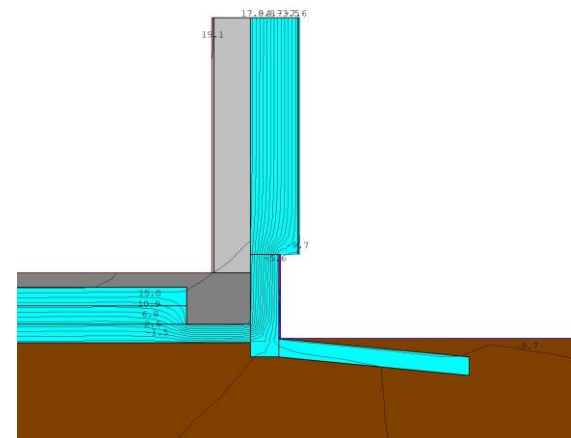
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Põrand pinnasel + välissein (kivi)

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + aken (kivi)

Lähteandmed

	$R_s, m^2 \cdot K/W$	$h_s, W/(m^2 \cdot K)$	$\theta, ^\circ C$
Välispind (välisõhk)	0,04	25,0	-10,0
Välispind (pinnas)	0	1000	-10,0

Sisepind. Joonsoojuslähivuse arvutuseks

- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,13	7,7	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0
- Soojusvoog alla (põrand)	0,17	5,9	20,0

Sisepind. Külmasilla kriitilise hindamiseks

- Horisontaalne soojusvoog (sein)	0,25	4,0	20,0
- Soojusvoog üles (lagi)	0,1	10,0	20,0

Sise- ja väliskesk. temperatuuride vahe, $\theta_i - \theta_e$ 30,0 K

Liituvate tarindite soojuslähivused

- liituv tarindi soojuslähivus, U_1 0,1183 W/m²K
- liituv tarindi soojuslähivus, U_2 0,9017 W/m²K

Liituvate tarindite arvutusulatus (arvutusmudelid)

- liituv tarindi arvutusulatus, l_{i1} (sisemõõdud) 1353 mm
- liituv tarindi arvutusulatus, l_{i2} (sisemõõdud) 321 mm

Kogu arvutusulatuse üldmõõt l_{ig} (üldised sisemõõdud) 1674 mm

Tarindite liitekohta arvutusulatust läbiv soojusvool, Φ 14,40 W

Liituvate tarindite arvutusulatuse keskmine soojuslähivus, U 0,24 W/m²K

Madalaim sisepinna temperatuur 14,00 °C

Tarindite liitekohta arvutusulatuse soojuserikadu ja joonsoojuslähivus

Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (2D arvutusest), L_{2D}	0,480	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,450	W/(m·K)
Liituvate tarindite arvutusulatuse soojuserikadu (1D, üldised sisemõõdud), $U_1 \times l_{i1} + U_2 \times l_{i2}$	0,450	W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_1 (sisemõõdud) 0,04 W/(m·K)

Tarindite liitekohta joonsoojuslähivus Ψ_{ig} (üldised sisemõõdud) 0,04 W/(m·K)

Tarindite liitekohta sisepinna minimaalne temperatuurindeks f_{Rsi} 0,80

Eestis on elamute tarindite liitekohtade temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,80$.

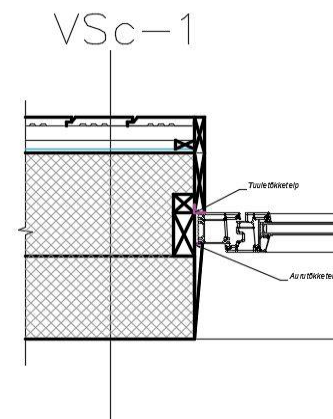
Eestis on elamute akende temperatuurindeksi piirsuuruseks $f_{Rsi} \geq 0,70$.

Lisa 8 Joonsoojuslähivuse arvutamine VS-aken

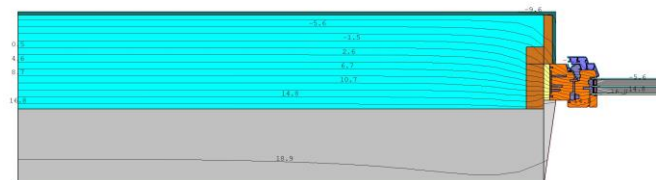
Tarkvara:	LNBL THERM 7.7
Kuupäev:	06.05.2021
Autor:	Arto Tönnis

Välissein + aken (kivi)

Liitekohta sõlm



Temperatuurivälja joonis



Lisa 9 Pindade soojusjuhtivused

Pindade soojustakistused (m ² K/W)	Soojusvoo suund		
	Üles	Horisontaalne	Alla
Sisepinna soojustakistus R _{si}	0,10	0,13	0,17
Välispinna soojustakistus R _{se}	0,04	0,04	0,04
Välispinna soojustakistus R _{se} tuulutusvahe korral	0,10	0,13	0,17
Sisepinna soojustakistus R _{si} temperatuuriindeksi f _{Rsi} arvutamise korral	0,25		
Klaasi sisepinna soojustakistus R _{si} temperatuuriindeksi f _{Rsi} arvutamise korral	0,13		

Lisa 10 Materjalide soojuseri juhtivused(λ)

Materjal	λ (W/m·K)
Mineraalvill	0,035
Puit	0,13
OSB plaat	0,26
Kipsplaat	0,21
Tuuletõkkeplaat	0,0530
EPS Perimeeter pluss	0,032
190mm betoonmüürikivi Columbia kivi	1,0
Montaaživaht Penosil Window	0,034
Raudbetoon	2,1
Lubikrohv	0,9
Sokliplaat	0,23
Fibo 3	0,2
Raudbetoon õõnespaneel	1,7
Veekindel vineer	0,17
Pinnas	2,00