



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Tartu kolledž

**PUITMOODULMAJA KONSTRUKTIIVNE PÕHI- JA
TÖÖPROJEKT HOTELL SÄBY NÄITEL**

**TIMBER MODULAR HOUSE DETAILED AND TECHNICAL
DESIGN BASED ON HOTEL SÄBY**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane:
Üliõpilaskood:
Juhendajad:

Helar Jõgi
153889EAEI
dotsent Aime Ruus
ehitusinsener Urmas Valeika, tase 7

Tartu 2020

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.

"....." 202.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." 202.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."202... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Helar Jõgi (sünnikuupäev: 15.03.1996)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel,

mille juhendajateks on Aime Ruus ja Urmas Valeika

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.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

_____ (allkiri)

_____ (kuupäev)

Tartu Kolledž
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Helar Jõgi, 153889EAEI
Õppekava, peeriala: EAEI02/12Tartu - Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine
Juhendajad: dotsent Aime Ruus
diplomeeritud ehitusinsener Urmas Valeika, tase 7

Konsultant:

Lõputöö teema:

Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel
Timber modular house detailed and technical design based on hotel Säby

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Hoone konstruktsioonide tugevusarvutuste teostamine
2. Hotelli 1. korruse mooduli, pööningu ning katuse projekteerimine
3. Sõlmlahenduste ja tootmisjooniste tegemine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Tutvuda erialase teaduskirjanduse, asjakohaste standardite ja õigusaktidega	01.03.20
2.	Tugevusarvutuste teostamine ja jooniste koostamine	01.05.20
3.	Töö tekstilise osa ja jooniste lõplik vormistamine	25.05.20

Töö keel: eesti **Lõputöö esitamise tähtaeg:** ".....".....202....a

Üliõpilane: ".....".....202....a
/allkiri/

Juhendaja: ".....".....202....a
/allkiri/

Konsultant: ".....".....202....a
/allkiri/

Programmijuht: ".....".....202....a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA	7
Lühendite ja tähiste loetelu.....	8
SISSEJUHATUS	12
1. PROJEKTEERITAVA HOONE ÜLDKIRJELDUS	13
1.1. Hoone üldandmed	13
1.2. Tuleohutusnõuded	13
1.3. Evakuatsioon	14
1.4. Helinõuded	15
1.5. Ligipääsetavus	16
1.6. Hoone konstruktsioonid.....	16
1.6.1. Välisseina konstruktsioonid.....	16
1.6.2. Moodulitevaheliste seinte konstruktsioonid	18
1.6.3. Põranda konstruktsioonid.	21
1.6.4. Vahelae konstruktsioonid	21
1.6.5. Katusekonstruktsioonid.....	23
1.7. Hoone jäigastamine	24
1.8. Transport	24
1.9. Montaaž.....	25
2. TUGEVUSARVUTUSED	26
2.1. Üldosa	26
2.1.1. Kasutatud normdokumendid, abimaterjalid ja arvutiprogrammid	26
2.1.2. Metoodika	27
2.2. Koormused	27
2.2.1. Alaliskoormused.....	27
2.2.2. Tuulekoormus.....	28
2.2.2.1. Tuulekoormus ehitiste välispindadele.....	29
2.2.2.2. Tuulekoormus seintel.....	32
2.2.2.3. Tuulekoormus kahekaldelisele katusele	34
2.2.3. Lumekoormus.....	36
2.2.4. Koormused vundamendile	37
2.2.4.1. Joonkoormused.....	37
2.2.4.2. Punktkoormused	40
2.2.5. Koormuskombinatsioonid	41
2.3. Dimensioneerimine.....	42
2.3.1. Katus.....	43
2.3.2. Lagi.....	55
2.3.3. Põrand	59
2.3.4. Sein	67
KOKKUVÕTE	84

ABSTRACT	85
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	86
LISAD	87
Lisa 1. Konstruktsioonide omakaalukoormused	88
Lisa 2. Graafiline osa	98
Lisa 3. Tüüpmoduli T1-1 materjalide kokkuvõte.....	187

EESSÕNA

Magistritöö teema tulenes autori töökoha uuest projektist ettevõttes Astel Modular OÜ. Töö kirjutamisel aitasid autorit juhendajad Urmas Valeika ja Aime Ruus ning konsulteeris Illimar Kalk. Autor avaldab tänu kõikidele eelpool nimetatule ning teistele isikutele, kes motiveerisid ning abistasid töö kirjutamisel.

Käesolev magistritöö koosneb põhiosas projekteeritava hoone üldkirjeldusest ja tellijapoolsetest nõudmistest ning konstruktsioonide tugevusarvutustest. Tugevusarvutuste teostamisel oli eesmärgiks hoone põhilisemate konstruktsioonide arvutamine ning dimensioneerimine. Läbi said lahendatud probleemsed kohad ning valitud kõige optimaalsemad ristiõiked.

Võtmesõnad: tugevusarvutused, joonised, puitkonstruktsioonid, magistritöö.

Lühendite ja tähiste loetelu

Ladina suurtähed

A	ristlõike pindala
A_{ef}	efektiivne ristlõike pindala
AW	pööningusein (ingl. k. <i>attic wall</i>)
BE	rõduelement (ingl. k. <i>balcony element</i>)
C_e	avatustegur
CE	laelement/vahelaelement (ingl. k. <i>ceiling element</i>)
C_t	soojustegur
$E_{0,mean}$	elastsusmoodul pikikiudu
$E_{0,05}$	elastsusmoodul 5% pikikiudu
$E_{90,mean}$	elastsusmoodul ristikiudu
EW	välissein (ingl. k. <i>external wall</i>)
F	koormus/jõud
FE	põrandaelement (ingl. k. <i>floor element</i>)
G	alaliskoormus
G_d	alaliskoormuse arvutusväärtus
G_k	alaliskoormuse normatiivne väärtus
IW	sisesein (ingl. k. <i>internal wall</i>)
K_{ser}	liidete liugemoodul
K_u	ühe nihkepinna hetkeline nihkemoodul kandepiirseisundi korral
$I_y; I_z$	ristlõike inertsimoment y või z telje suhtes
L_{Aeq24h}	arvutatud ekvivalentne pidev helirõhu tase
L_{AFmax}	maksimaalne üksikute müraolukordade tase
$L_{n,w}$	sammumüra isolatsiooni indeks

$M_{y,d}$	arvutuslik paindemoment
$N_{x,d}$	arvutuslik normaaljõud
Q	muutuvkoormus
Q_d	muutuvkoormuse arvutusväärtus
Q_k	muutuvkoormuse normatiivne väärtus
RE	katuseelement (ingl. k. <i>roof element</i>)
R_w	arvutuslik õhuheli isolatsiooni indeks
R'_w	mõõdetud õhuheli isolatsiooni indeks
SW	moodulitevaheline sein (ingl. k. <i>separating wall</i>)
$V_{z,d}$	arvutuslik põikjõud
$W_y; W_z$	vastupanumoment y või z telje suhtes

Ladina väiketähed

a	kaugus
a_2	üksikelementide raskuskeskme kaugus liitristlõike raskuskeskmest
b	laius
b_{ef}	efektiivne ristlõike laius
d	läbimõõt
e	ekstsentrilisus
f_1	põranda põhisagedus
$f_{c,0,d}$	arvutuslik survetugevus pikikiudu
$f_{c,0,k}$	normatiivne survetugevus pikikiudu
$f_{c,90,d}$	arvutuslik survetugevus ristikiudu
$f_{c,90,k}$	normatiivne survetugevus pikikiudu
$f_{h,k}$	normatiivne muljumistugevus
$f_{m,k}$	normatiivne paindetugevus

$f_{m,y,d}$	arvutuslik paindetugevus telje y suhtes
$f_{m,z,d}$	arvutuslik paindetugevus telje z suhtes
$f_{t,0,d}$	arvutuslik tõmbetugevus pikikiudu
$f_{t,0,k}$	normatiivne tõmbetugevus pikikiudu
$f_{t,90,d}$	arvutuslik tõmbetugevus ristikiudu
$f_{u,k}$	normatiivne tõmbetugevus ristikiudu
$f_{v,d}$	arvutuslik nihketugevus
h	ristlõike kõrgus
h_{ef}	efektiivne ristlõike kõrgus
$i_y; i_z$	inertsiraadiused y ja z telgede suhtes
$k_{c,y}; k_{c,z}$	ebastabiilsust arvestav tegur
k_{cr}	pragunemistegur
$k_{c,90}$	tugevuse kasvu tegur
k_{def}	deformatsioonitegur
k_{mod}	koormuse kestuse ja niiskuse mõju arvestav modifikatsioonitegur
$k_y; k_z$	ebastabiilsustegur
l	sildeava
l_{ef}	toe või tala efektiivpikkus
l_{tugi}	tugedevaheline pikkus
n_{40}	võnkeperioodide arv
s_i	kinnitite samm
z_{min}	minimaalne arvutuskõrgus
$w_{fin,g}$	lõplik läbipaine alaliskoormusest
$w_{fin,q}$	lõplik läbipaine kasuskoormusest
w_{fin}	lõplik läbipaine

$W_{inst.ük}$ hetkeline läbipaine ühikkoormusest

Kreeka väiketähed

β_c	sirgust arvestav tegur
γ	osavarutegur
γ_i	mehaaniliste liidete järeleandvust arvestav tegur kandepiirseisundis
γ_M	materjali omaduse osavarutegur
δ	koondatud koormuse 1 kN poolt põhjustatud suurim pörandakonstruktsiooni läbipaine
δ_{adm}	lubatud läbipaine
λ_y	saedus, mis on vastav paindele y telje suhtes
λ_z	saedus, mis on vastav paindele z telje suhtes
$\lambda_{rel.y}$	suhteline saedus, mis on vastav paindele y telje suhtes
$\lambda_{rel.z}$	suhteline saedus, mis on vastav paindele z telje suhtes
ρ_k	materjali normtihedus
ξ	sumbuvaltegur
$\sigma_{c.0.d}$	arvutuslik survepinge pikikiudu
$\sigma_{c.90.d}$	arvutuslik survepinge ristikiudu
$\sigma_{m.y.d}$	arvutuslik paindepinge telje y suhtes
$\sigma_{m.z.d}$	arvutuslik paindepinge telje z suhtes
τ_d	arvutuslik nihkepinge
ψ_0, ψ_1, ψ_2	koormuse kombinatsioonitegurid

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö eesmärk on Rootsis, Stockholmi läänis, Järfälla vallas, Flyginfarteni tee 14 planeeritud hotelli projekteerimine. Hoone arhitektuur ja plaanilahendus on teostatud arhitektuurbüroo TOL Arkitekter AB poolt.

Magistritöö teema valikul oli autori soov teostada hoone konstruktsioonide tugevusarvutused. Teema valik tulenes soovist kinnistada ning meelde tuletada varem õpitut ning tulevikus rakendada teadmisi projekteerija töökohal.

Magistritöö eesmärk on anda ülevaade tellija poolt esitatud nõudmistest, kirjeldada hoone konstruktsioone, joonestada hoone konstruktiivne plaan, projekteerida sõlmlahendused, teostada tugevusarvutused sarikale ja esimese korruse tüüpmodulile T1-1 ning teha tootmisjoonised töömeestele modulile T1-1. Magistritöös toodud ühe tüüpmoduli arvutuskäiku saab rakendada kõikide teiste hoone tüüpmodulite arvutamiseks. Magistritöö raames pole käsitletud tervikliku hoone jäikust ning vundamenti.

Eesmärkidest lähtuvalt püstitatud ülesanded:

- kirjeldada hoonele esitatavaid nõudeid ning kasutatavaid konstruktsioone
- leida lume- ja tuulekoormus, arvestades rootsi standardi väärtustega
- projekteerida hoone sõlmlahendused
- teostada tugevusarvutused hoone sarikale
- teostada kandvate seinte, põranda ja lae tugevusarvutused esimese korruse tüüpmodulile T1-1
- koostada hoone konstruktiivsed joonised
- koostada esimese korruse tüüpmoduli T1-1 tootmisjoonised

Magistritöö jaotub kaheks põhiosaks: esimeses osas antakse ülevaade hoonest ning kirjeldatakse hoonele esitatud nõudmisi ja teises osas teostatakse hoone konstruktsioonide tugevusarvutused.

Magistritöö graafilises osas on esitatud joonised hoone vundamendist ning talle mõjuvatest koormustest, plaanidest, lõigetest, vaadetest, konstruktsioonitüüpidest, sõlmedest ning tüüpmoduli T1-1 tootmisjoonistest.

1. PROJEKTEERITAVA HOONE ÜLDKIRJELDUS

1.1. Hoone üldandmed

Projekteeritav hoone on 5-korruseline moodulitest koosnev puitkarkassmaja, mis täidab hotelli funktsiooni. Neljal korrusel asuvad eluruumid ning pööningukorrusel asuvad panipaiga boksid ning ventilatsiooniruum. Majal on viilkatus kaldega 14° , mille tõttu pole pööning tervenisti välja ehitatud. Hotellis on kokku 96 korterit, 24 korterit korruse kohta ning ühe korteri suurus on $21,6 \text{ m}^2$. Hoone arhitektuuri ja plaanilahenduse on teostanud arhitektuuribüroo TOL Arkitekter AB.

Hoone välisviimistluseks on tellija soovil tuuldud krohvitud fassaad (joonis 1.1). Fassaadi krohvimine teostatakse ehitusplatsil.



Joonis 1.1. Hotell Säby visualiseering arhitektibüroo TOL Arkitekter AB poolt

Hoone ehitatakse Rootsi aadressile Flyginfarteni tee 14, Järfälla vald, Stockholmi lään. Hoone mõõtmed on $50,5 \times 14,5 \text{ m}$ ning kõrgus on $16,3 \text{ m}$.

1.2. Tuleohutusnõuded

Vastavalt Rootsi standardile BBR 28 – BFS 2011:6+BFS 2019:2 on tuleohutusnõuded esitanud ettevõtte Brandkonsulten AB, tellijaks Gärhovs Bygg AB [1].

Hoone ehitatakse olemasolevatest hoonetest vähemalt 8 meetri kaugusele, seega pole vaja kasutusele võtta täiendavaid tuletõkestusmeetmeid. Hoonele lähemale kui 8

meetrit on planeeritud prügimaja, mille projekteerimisel on vaja arvestada tule levikuga hoonete vahel.

Fassaad peab olema valmistatud madalaimast A2-s1, d0 mittesüttivast materjalist. Teatud olukordades on lubatud süttiva materjali kasutamine, kuid seda on vaja kooskõlastada tellijaga.

Tulenõuetele vastavalt on vajalik hoone jagamine tuletõkkeseptsioonideks. Tuletõkkeseptsiooni moodustavad evakuatsioonikoridor, trepikoda, korterid, üldkasutatav ruum, ventilatsiooniruum, ventilatsiooni- ja torušahtid ning pööningubokside ja mittekasutatava pinna vaheline sein. Hoonel on arvatud põlemiskoormuseks 800 MJ/m².

Evakuatsioonikoridoride, trepikoja, korterite, üldkasutatavate ruumide ning ventilatsiooniruumi septsioonidele kehtib REI 60 nõue.

Ventilatsiooni- ja torušahtidele kehtib EI 30 nõue, ventilatsioonitorude ja šahtide liitumisele kehtib EI 15 nõue. Šahti sisemus peab olema valmistatud mittesüttivast materjalist. Tuletõkkeseptsioonist läbi minevad torud, mis on läbimõõdult suuremad kui 20 mm, peavad olema tihendatud tules paisuva tihendiga.

Süvistatud valgustid ja lülitid peavad olema valitud ja paigaldatud nii, et seinte ja lagede tuleklass ei vähene.

Trepikojas on põlemisest tingitud gaaside ventileerimiseks nõutud avatav katuseluuk. Katuseluugi ümber peab olema vähemalt 1 m² vaba ruumi.

1.3. Evakuatsioon

Evakuatsiooninõuded on esitanud Novatil AB Rootsi standardi BBR 28 – BFS 2011:6+BFS 2019:2 järgi [1].

Evakuatsioon hoonest toimub mööda koridori hoone sissepääsu poole või hoone otsas asuva trepi poole. Trepikojad ja koridorid peavad olema minimaalselt 0,9 m laiad ning minimaalselt 2 m kõrged. Põrandate erinevate viimistluskihtide kõrguse erinevuste tõttu peab tagama võimalikult väikese libisemise või komistuse riski. Trepi esimene aste peab asuma vähemalt 0,8 m uksest eemal. Evakuatsiooniteel ei tohi olla blokeerivaid või süttivaid objekte, näiteks mööblit ja suuremaid kaunistusi. Hoone väljas asuv trepp tagab ligipääsu igale korrusele. Trepi käsipuust allapoole jääv osa peab olema osaliselt kinnine, et vahelt ei oleks võimalik välja kukkuda.

Evakuatsioon üldkasutatavast pesuruumist on mööda trepikoda või aknast välja. Üldkasutatava pesuruumi aknad peavad olema paigaldatud maksimaalselt 1,2 m kõrgusele. Aknad peavad avanema täielikult, et nende kaudu oleks võimalik evakueeruda.

Evakuatsiooniteel asuvatel ustel peab olema laiuseks minimaalselt 0,8 m ning kõrguseks minimaalselt 2 m. Ukse avatud asendis ei tohi uks jääda segama teisi inimesi. Uksed evakuatsiooniteele peavad olema avatavad võtmeta või muu tööriistata.

Evakuatsioonitee pikkus ei tohi olla rohkem kui 45 m ning see arv korrutatakse teguriga 1,5. Distsants lähima väljapääsuni või trepikojani ei tohi ületada 30 m, kus evakuatsioon saab toimuda kahes suunas. Osas, kus evakuatsioon saab toimuda ainult ühes suunas, ei tohi distants lähima väljapääsuni või trepikojani ületada 10 m.

1.4. Helinõuded

Heliarvutused on teostanud Sound View Instruments AB vastavalt standardile BBR 28 – BFS 2011:6+BFS 2019:2, arvutuste tellijaks on Gärhovs Bygg AB [1].

Hoone teepoolsel fassaadil on arvutatud ekvivalentne pidev helirõhu tase $L_{Aeq24h}=62$ dBA ning maksimaalne üksikute müraolukordade tase $L_{AFmax}=85$ dBA. Hoone õuepoolsel fassaadil on arvutatud ekvivalentne pidev helirõhu tase $L_{Aeq24h}=55$ dBA ning maksimaalne üksikute müraolukordade tase $L_{AFmax}=67$ dBA.

Mõõtmised ja arvutused annavad välisseina õhuheli isolatsiooni indeksiks $R'_w+C_{tr}=42$ dB. Tellija nõudmiste järgi peaks teepoolsed rõduuksed ja aknad valima õhuheli isolatsiooni indeksiga $R'_w+C_{tr}=44$ dB, et kogu fassaad oleks $R'_w+C_{tr}=43$ dB. Õuepoolsel fassaadil peaks kasutama aknaid, mille $R'_w+C_{tr}=32$ dB. Sellisel juhul on kogu õuepoolse fassaadi $R'_w+C_{tr}=35$ dB.

Moodulitevahelise seina arvutuslik $R_w+C=56$ dB. Tegemist on programmis arvutatud tulemusega ning reaalne tulemus seina ehitamisel võib langeda ~ 3 dB.

Vahelae konstruktsioon on liiga keeruline, et heliisolatsiooni programmis arvutada. Lihtsustatud arvutuste järgi õhuheli isolatsiooni indeks $R_w+C \geq 54$ dB ning sammumüra isolatsiooni indeks $L_{n,w}+C_1 \leq 56$ dB. Rootsi standardi BBR 28 – BFS 2011:6-BFS 2019:2 [1] järgi on nõuded täidetud, kuid sammumüra isolatsiooni indeks on piiripealne. Sammumüra isolatsiooniks on soovituslik kasutada pehmet põrandakatet (paksu parketi alusmatti) ning valida raske soojustus, näiteks kivivill.

Trepid peavad olema monteeritud elastselt, et poleks otsest kontakti seintega. Trepiastmete kate peab olema sammumüra isoleeriv, et vähendada müra trepikoja läheduses asuvatesse korteritesse.

Heliisolatsiooni nõuded koridorist korterisse on $D_{nT, w, 50} = 52$ dB. Kasutada on vaja seinu ja uste, mille $R_w = 53$ dB. Kuna valmis ehitatud seinal ja uksele langeb tulemus ~ 3 dB, ei ole võimalik kasutada puidust uksi, kuna keeruline on leida uste, mille $R'_w > 50$ dB.

1.5. Ligipääsetavus

Ligipääsetavuse kontrolli on teostanud ja esitanud Novatil AB vastavalt Rootsi standardile BBR 28 – BFS 2011:6+BFS 2019:2 [1].

Korteri uste laius peab olema vähemalt 0,76 m lengist lengini ning rõduuste ja sissekäiguuste laius peab olema vähemalt 0,8 m lengist lengini.

Hoonesse sissepääsu, üldkasutatava ala ja hoovis liikumise jaoks peab olema võimalik kasutada B klassi elektrilist ratastooli. Üldkasutatava ala uksele peavad samuti olema vähemalt 0,8 m laiad lengist lengini. Ratastooli pöörderaadius on 1,5 m.

Igas korteris peab olema piisavalt ruumi, et oleks võimalik liigelda A klassi mehaanilise ratastooliga, mille pöörderaadius on 1,3 m. Vannitoas peab olema piisavalt ruumi, et ratastooliga mahuks ümber pöörata.

Hoone projekteerimisel on vajalik arvestada ratastoolide liikumisalaga. Ratastoolidega peab olema võimalik manööverdada probleemivabalt nii üldkasutataval alal kui ka korteris sees.

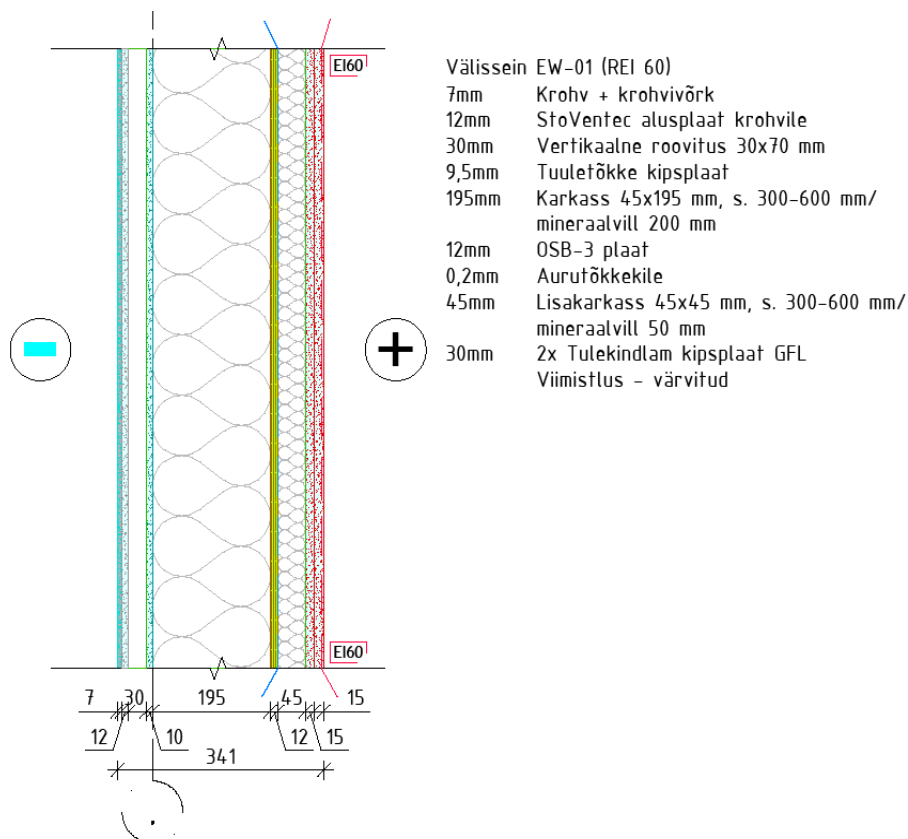
1.6. Hoone konstruktsioonid

Hoone elementide ja moodulite tootmiseks kasutatakse C24 klassi saepuitu ja GL24h liimpuitu. Kandvad seinad valmistatakse 95x45 mm kuni 95x95 mm või 195x45 mm puidust sammuga 400-600 mm, põrandad 240x45 mm puidust sammuga 400 mm, laed 145x45 mm puidust sammuga 400 mm ning sarikad 240x45 mm sõrmjätkatud puidust sammuga 600 mm. Elemendid ja moodulid ühendatakse omavahel vastavalt sõlmjoonistele.

1.6.1. Välisseina konstruktsioonid

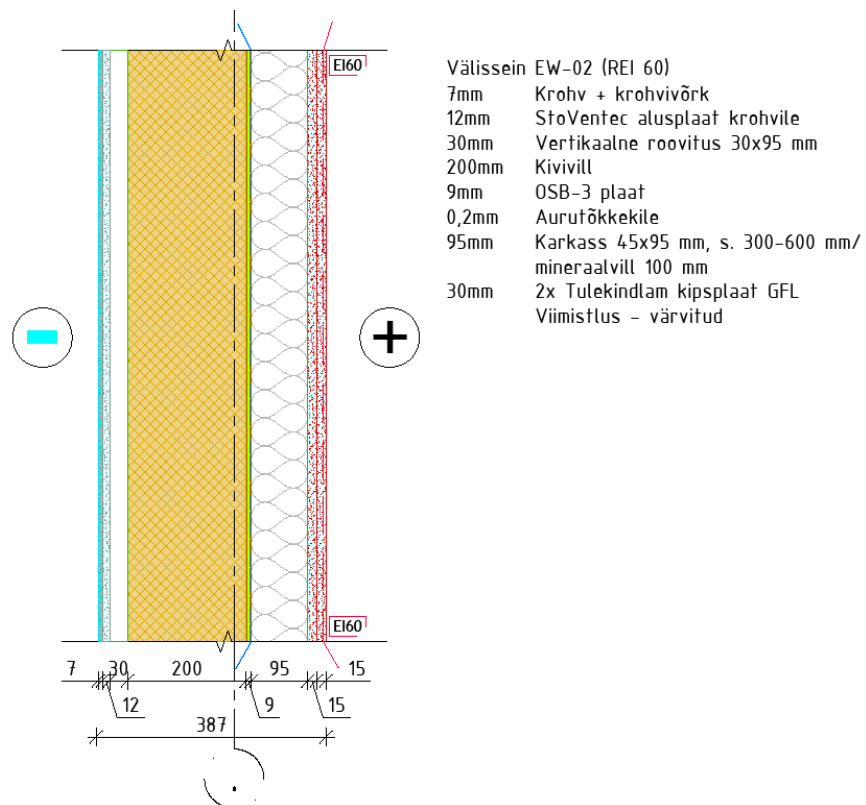
Maja küljel paikneval välisseinal kasutatakse viimistluseks krohvi, mis paikneb StoVenteci plaadi peal. Plaadi all on roovitus mõõtmetega 30x70 mm ning tuulekindluse saavutamiseks paigaldatakse karkassi peale tuuletõkkeplaat paksusega 9 mm. Seinad

kandvaks osaks on 195x45 mm puitkarkass postide sammuga 300-600 mm olenevalt koormuse suurusest (joonis 1.2). Postide vahel paikneb mineraalvill paksusega 200 mm. Karkassist sissepoole jääb jäigastuseks mõeldud OSB-3 plaat paksusega 12 mm ning plaadi külge kinnitatud aurutõkkele. Madala soojusläbivuse saavutamiseks paigaldatakse 45x45 mm lisakarkass mineraalvillaga. Tulekindluse saavutamiseks kasutatakse kahte kihti GFL tulekipsi.



Joonis 1.2. Välssein EW-01 konstruktsioon

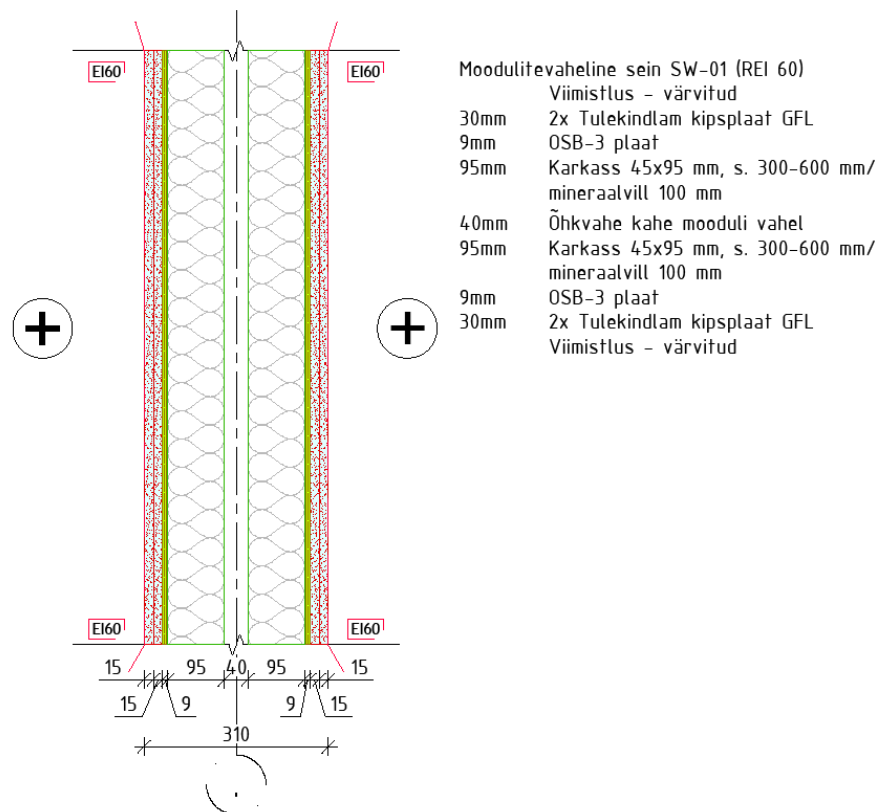
Maja otsas paikneval välisseinal kasutatakse viimistluseks krohvi, mis paikneb samuti StoVenteci plaadi peal. Plaadi alla paigaldatakse roovitus mõõtmetega 30x95, mille all paikneb kivivill paksusega 200 mm. Roovitus kinnitatakse pikkade diagonaalkruvidega, mis peavad ulatuma seina karkassini. Kivivilla alla paigaldatakse OSB-3 plaat paksusega 9 mm ning selle alla aurutõkkele. Seina kandvaks osaks on puidust karkass mõõtmetega 95x45 mm kuni 95x95 mm postide sammuga 400-600 mm olenevalt koormusest (joonis 1.3). Karkassi peale kinnitatakse kaks kihti GFL tulekindlamat kipsplaati.



Joonis 1.3. Välisseina EW-02 konstruktsioon

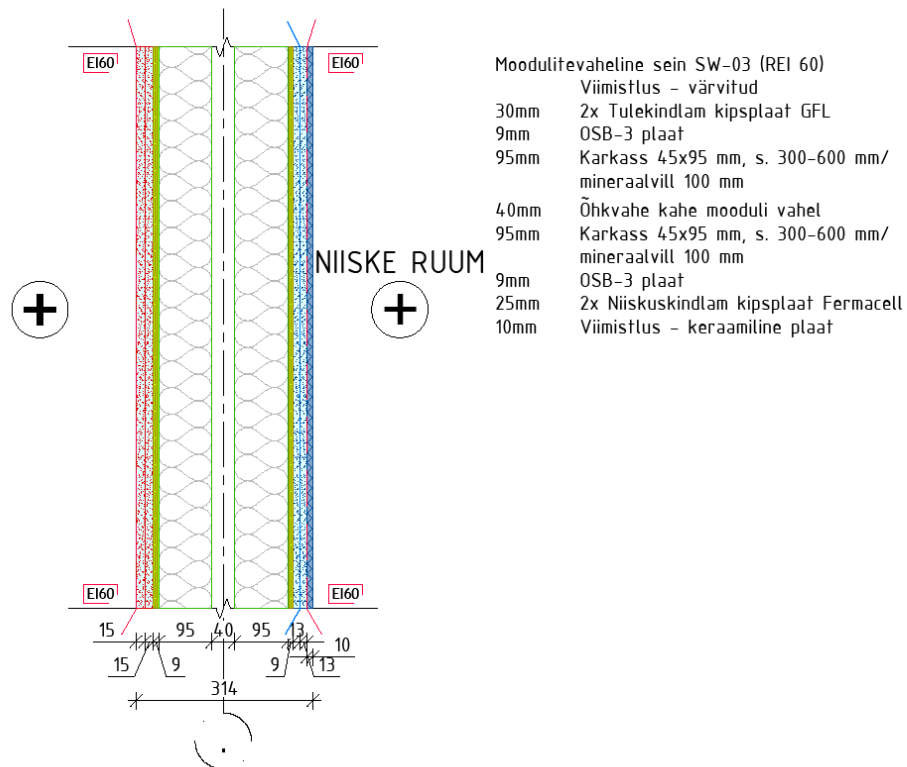
1.6.2. Moodulitevaheliste seinte konstruktsioonid

Moodulite vahelised seinad kaetakse kahe kihi GFL kipsplaadiga paksusega 15 mm, et saavutada nõue REI60. Kipsplaatide alla paigaldatakse jäigastuseks OSB-3 plaat paksusega 9mm. Seina kandvaks osaks kasutatakse 95x45 mm kuni 95x95 mm ristlõikega poste sammuga 400-600 mm. Kahe seinaelemendi vahele jäetakse 40 mm montaaživahet (joonis 1.4).

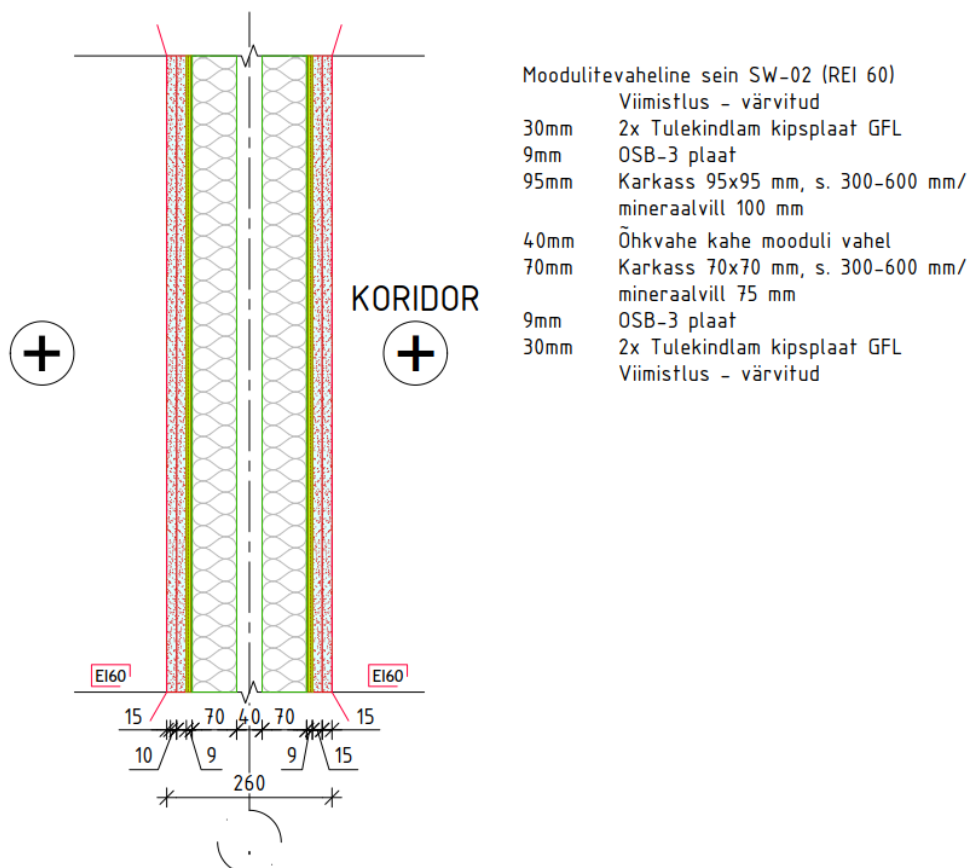


Joonis 1.4. Moodulitevahelise seina SW-01 konstruktsioon

Niiskes ruumis asendatakse GFL kipsplaadid kahe niiskuskindlama Fermacell plaadiga paksusega 12.5 mm (joonis 1.5). Koridori poolel kasutatakse 70x95 mm karkassi (joonis 1.6).



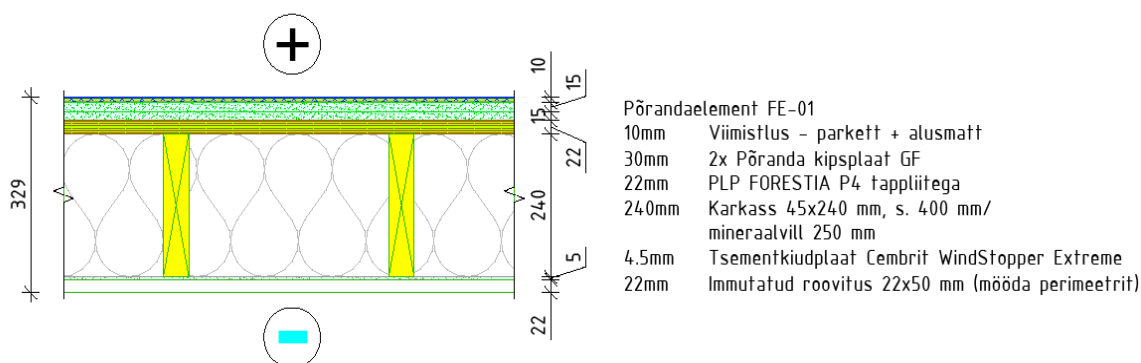
Joonis 1.5. Moodulitevahelise seina SW-03 konstruktsioon



Joonis 1.6. Moodulitevahelise seina SW-02 konstruktsioon

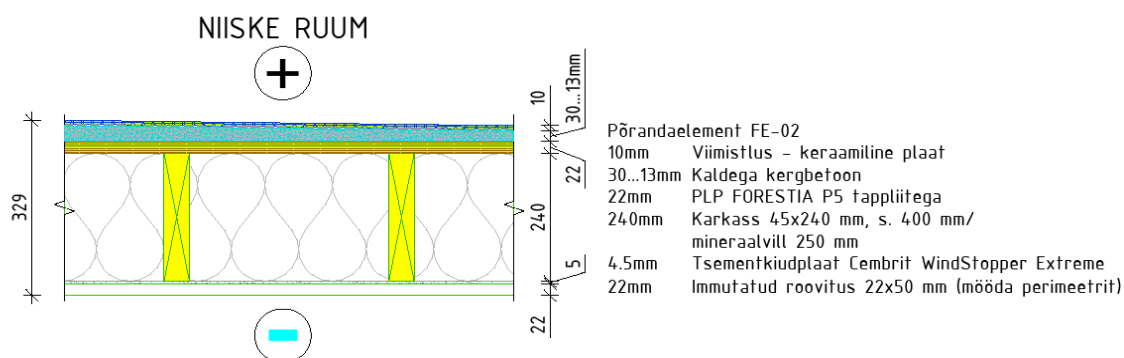
1.6.3. Põranda konstruktsioonid.

Hoone põrandate viimistluseks on planeeritud parkett. Paigaldatakse kaks kihti GF põrandakipsi paksusega 30 mm ning nende alla tappliitega FORESTIA P4 plaat paksusega 22 mm. Põranda kandvaks konstruktsiooniks on projekteeritud 240x45 C24 materjalist talad, mille vahel paikneb mineraalvill paksusega 250 mm. Talade all paikneb Cembrit WindStopper plaat paksusega 4,5 mm, mille alla on kinnitatud immutatud roovitus mõõtmetega 22x50 mm (joonis 1.7).



Joonis 1.7. Põrandaelemendi FE-01 konstruktsioon

Niiskes ruumis valatakse FORESTIA P5 plaadile kaldega kergbetoon ning põrand plaaditakse (joonis 1.8).

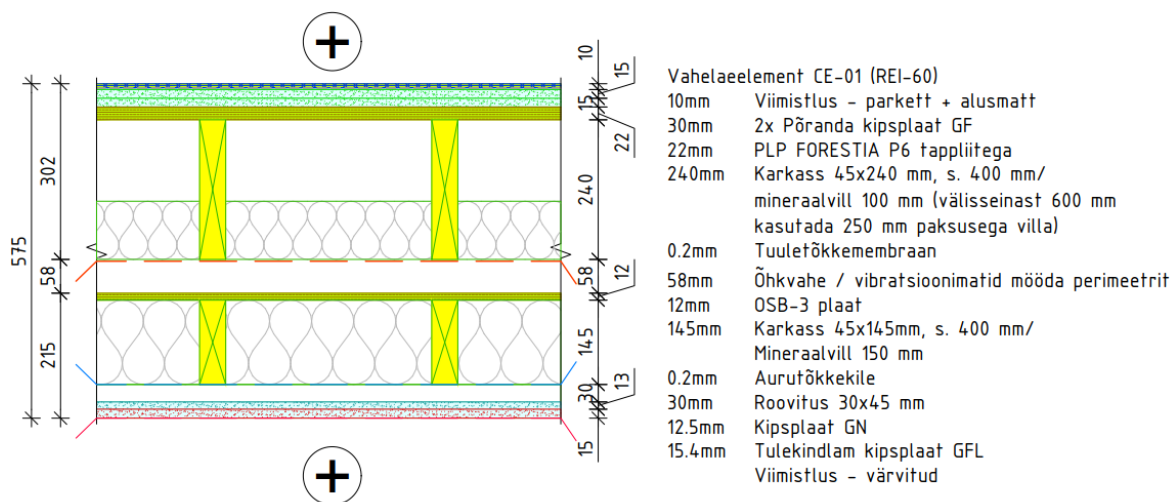


Joonis 1.8. Põrandaelemendi FE-02 konstruktsioon

1.6.4. Vahelae konstruktsioonid

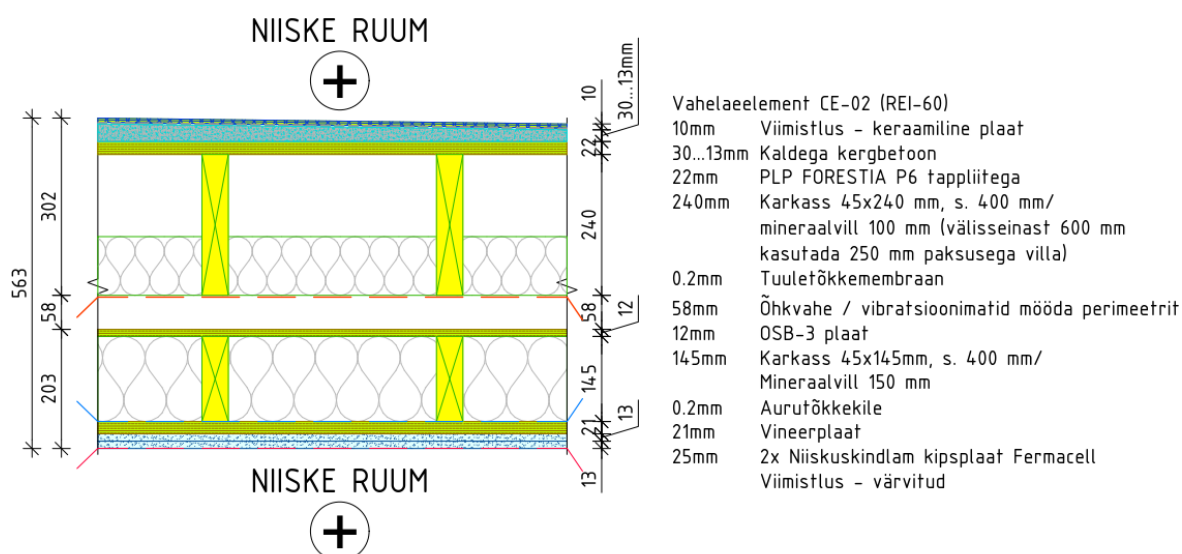
Põranda osa viimistluseks paigaldatakse parkett, mille alla on projekteeritud kaks kihti GF põrandakipsi paksusega 30 mm. Nende all paikneb tappliitega FORESTIA P4 plaat paksusega 22 mm. Põrandataladeks on valitud 240x45 mm C24 saematerjal. Põrandatalade alla paigaldatakse tuuletõkkemembraan ning lae- ja põrandaelementide vahel on õhkvahe paksusega 58 mm.

Laelemendi peal paikneb OSB-3 plaat paksusega 12 mm ning kandvateks taladeks on 45x145 mm C24 saepuidust talad. Talade vahed on soojustatud 150 mm paksuse mineraalvillaga. Paigaldatakse aurutõkkele, roovitus mõõtmetega 30x45 mm ning kipsplaat GN paksusega 12,5 mm ja tulekindlam kipsplaat GFL paksusega 15 mm (joonis 1.9).



Joonis 1.9. Vahelaelemendi CE-01 konstruktsioon

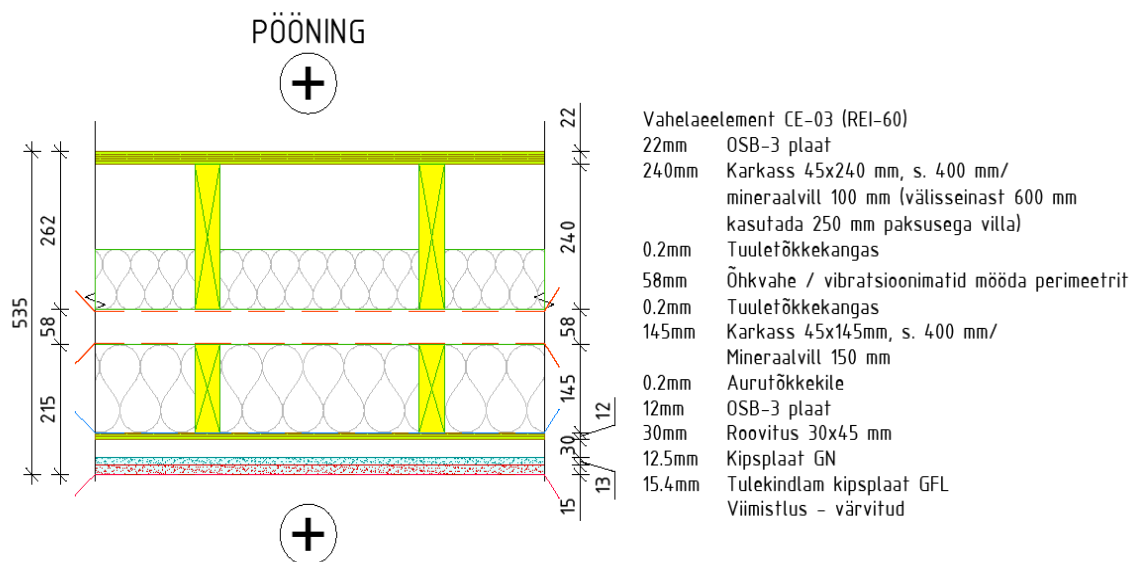
Niiskes ruumis valatakse põranda osas FORESTA P5 plaadile kaldega kergbetoon ning põranda plaaditakse. Lae osas asendatakse roovitus 21 mm paksuse vineerplaadiga ning paigaldatakse kaks kihti Fermacell niiskuskindlamat plaati paksusega 12,5 mm (joonis 1.10).



Joonis 1.10. Vahelaelemendi CE-02 konstruktsioon

Pööningu osas asendatakse FORESTIA P4 plaat ning põrandaviimistluseks jääb 22 mm OSB-3 plaat, mis paigaldatakse kandvatele taladele. Laelemendi peale paigaldatakse

üksnes tuuletõkkekangas, OSB-3 plaat paigaldatakse laetalade ja roovi vahele (joonis 1.11).

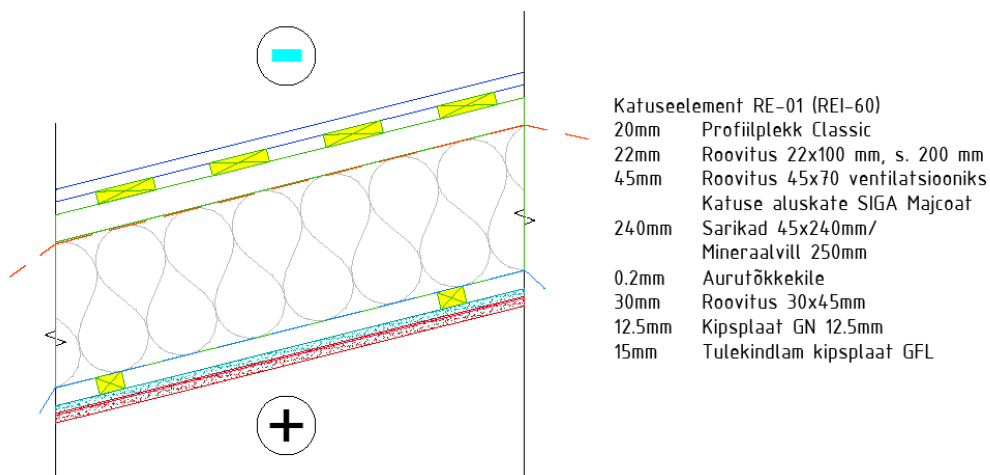


Joonis 1.11. Vahelaelemendi CE-03 konstruktsioon

1.6.5. Katusekonstruktsioonid

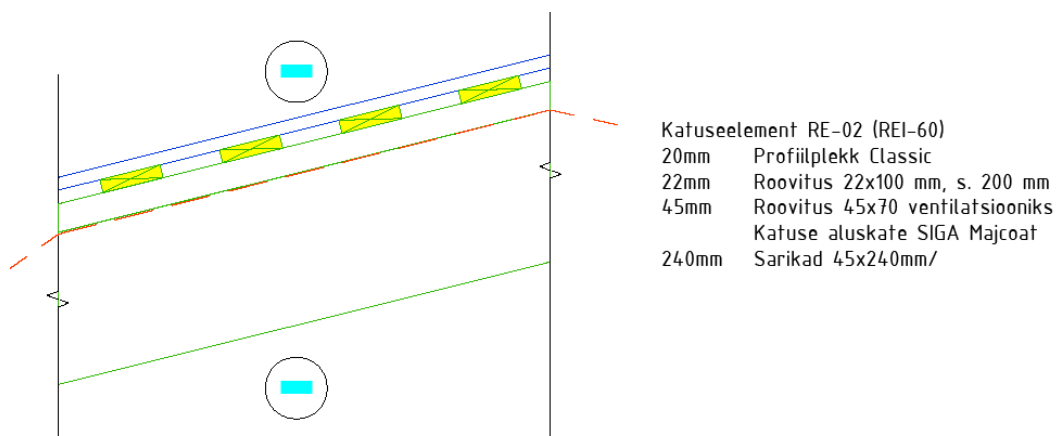
Hoone katuseks on projekteeritud 14° kaldega viilkatus.

Soojustatud pööningu osas on katusekatte materjaliks Classic profiilplekk paksusega 20mm. Pleki alla paigaldatakse 22x100 mm roovitus ning 45x70 mm roovitus ventilatsiooni tagamiseks. Katuse aluskatteks kasutatakse SIGA Majcoati. Katusekonstruktsiooni kandvaks osas on 45x240 mm puidust talad sammuga 600 mm, mille vahele pannakse mineraalvill paksusega 250mm. Talade all asub aurutõkketile ning 30x45 mm roovitus. Roovide peale paigaldatakse kipsplaat GN paksusega 12,5 mm ning viimaseks kihiks on tulekindlam kipsplaat GFL paksusega 15 mm (joonis 1.12).



Joonis 1.12. Katuseelemendi RE-01 konstruktsioon

Pööningu soojustamata osas on konstruktsioon analoogne, kuid talade vahel puudub mineraalvill ning taladest allpool pole ühtegi kihti (joonis 1.13).



Joonis 1.13. Katuselemendi RE-02 konstruktsioon

1.7. Hoone jäigastamine

Hoone kandvate seinte jäigastamiseks kasutatakse 9 mm OSB-3 plaati, mis paigaldatakse elementi seestpoolt vaadates kandevkarkassi peale (joonis 1.4 ja 1.5).

Hoone katusekonstruktsioon jäigastatakse 45x95 mm C24 saepuidust diagonaalroovidega, mis paiknevad kandvate sarikatalade peal katkestatud ventilatsiooniroovide vahel (joonis 1.12 ja 1.13).

Hoone üldjäikuse tagamiseks paigaldatakse 9 mm OSB-3 plaadid moodulite vertikaalvuukidesse (vt. lisa 2 moodulite horisontaalset sõlme leheküljel 49) ja 12 mm OSB-3 plaadid moodulite lagede ühendusse (vt. lisa 2 moodulite vertikaalset sõlme leheküljel 56).

Hoone jäigastamist pole arvutustena töös käsitletud.

1.8. Transport

Hoone moodulid toodetakse Astel Modular OÜ tootmishallides, mis asuvad Tõrvandis. Peale moodulite valmimist kaetakse moodulid ühes tükis termokahaneva kilega. Kile kinnitatakse mooduli põranda- ja laaelemendi külge ajutiselt puidust prussidega. Peale kiletamist ja kuumutamist tõstetakse moodul ühest otsast rullikutele ning teisest otsast kahveltõstukile, mille abil sõidetakse mooduliga hallist välja. Veoauto saabumisel tõstetakse moodulid kraanaga veoauto kärele.

Peale moodulite pealelaadimist sõidab veoauto ehitusobjekti aadressile. Standardi TSFS 2009:64 järgi ei tohi Rootsi teedel sõites olla veoauto koorma laius suurem kui 415 cm. [2]

1.9. Montaaž

Hoone montaaž algab peale seda kui vundament on valmis ehitatud ning esimesed moodulid on jõudnud ehitusplatsile. Vundamendi peal asuvatele immutatud 45x145 mm sidepuudele paigaldatakse esimesed moodulid, mis kinnitatakse 6,0x180 mm diagonaalkruvidega sammuga 300 mm (vt. lisa 2, joonis 44). Paigaldamisel eemaldatakse moodulite vahelistelt seintelt termokahanev kile.

Peale esimese korruse moodulite paigaldust eemaldatakse termokahanev kile ka lagedelt ning mooduli laaelemendi peale paigaldatakse vibratsioonimatid mööda mooduli perimeetrit. Ülejäänud korruste moodulite paigaldus käib sama süsteemi järgi, mis on eelnevalt kirjeldatud.

Peale moodulite paigaldust teostatakse torude ning elektrikaablite ühendamised ning kahe mooduli vahelised sise- ja välisviimistlused. Väljapoole maja paigaldatakse puuduolevad roovid, fassaadiplaadid ning maja välisseinad krohvitakse.

2. TUGEVUSARVUTUSED

2.1. Üldosa

Käesolevas magistritöös teostatakse projekteeritavate katusekonstruktsioonide, esimese korruse kandvate seinte postide, põrandate ja lagede tugevusarvutused. Katusekonstruktsiooni kontrollitakse kandepiirseisundis ning seinu, põrandaid ja lagesid kontrollitakse kande- ja kasutuspiirseisundis.

2.1.1. Kasutatud normdokumendid, abimaterjalid ja arvutiprogrammid

Standardid

- BFS 2015:6. EKS 10. Boverkets konstruktionsregel. [3]
- EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused [4]
- EVS-EN 1991-1-3:2006+A1:2016+NA:2016. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus [5]
- EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. [6]
- EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2. Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. [7]

Abimaterjalid

- Ehituskonstruktorigi käsiraamat [8]
- Puit- ja puidupõhised konstruktsioonid [9]

Arvutiprogrammid

- AutoCad 2020
- ArchiCad 23
- Finnwood 2.4
- Microsoft Word 2013
- Microsoft Excel 2013
- PDF-Xchange Editor
- Seinapaneel
- SMATH Studio

2.1.2. Metoodika

Konstruksiooniarvutustes teostatakse kontrolli kande- ja kasutuspiiriseisundi tingimuste täitmisele. Kandeapiiriseisundi ületamine tähendab konstruktsiooni purunemist ehk konstruktsiooni kandevõime kaotust. Kasutuspiiriseisundi ületamine tähendab normaalseks kasutamiseks mõeldud tingimuste ületamist. Kasutuspiiriseisundi ületamine võib olla taastuv ja mittetaastuv ning see sõltub sellest, kas deformatsioonid jäävad alles ka peale koormuse eemaldamist. [8]

Hoone katusekandjate, põrandate ja lagede dimensioneerimisel on läbi arvatud üks tala, mille kandevõime tagamisel loetakse tagatuks ka kõik teised talad. Seinade dimensioneerimisel on läbi arvatud esimese korruse tüüpmoduli T1-1 kande sein, mille kandevõime tagamisel on tagatud ka kõikide teiste sama tüübi moodulite kandvate seinte kandevõime.

Elementide sisejõud on leitud kasutades programmi Finnwood. Elementidele mõjuvatest koormustest on koostatud koormuskombinatsioonid ning arvutused on läbi viidud kombinatsiooniga, mis tõi elementides esile kõige suuremad sisejõud.

2.2. Koormused

2.2.1. Alaliskoormused

Hoone konstruktsioonide omakaalukoormused loetakse alaliskoormuste hulka. Omakaalukoormused määratakse materjalide mahukaalu ning mõõtmete järgi (tabel 2.1). Materjalide mahukaalud on võetud materjalide tootjate spetsifikatsioonist. Omakaalukoormused on esitatud tabelarvutuse kujul lisas 1.

Tabel 2.1. Omakaalukoormused koondatud tabelina

Tähis	Selgitus	Korrus	Karkassi samm mm	Konstruksioonitüübi kaal kg/m ²
EW-01	Välissein	1-2	400	81,30
EW-02	Välissein	1-2	400	80,59
EW-01	Välissein	3-4	600	76,25
EW-02	Välissein	3-4	600	77,80
AW-01	Pööningu sein	5	600	69,66
AW-02	Pööningu sein	5	600	81,38
AW-03	Pööningu sein	5	600	83,38
AW-04	Pööningu sein	5	600	46,49
AW-05	Pööningu sein	5	600	54,92
SW-01	Moodulitevaheline sein (pool)	1	300	38,92
SW-02	Moodulitevaheline sein (pool)	1	300	36,66

SW-03	Moodulitevaheline sein (pool)	1	300	63,03
SW-04	Moodulitevaheline sein (pool)	1	300	60,77
SW-01	Moodulitevaheline sein (pool)	2	400	37,24
SW-02	Moodulitevaheline sein (pool)	2	400	35,42
SW-03	Moodulitevaheline sein (pool)	2	400	61,35
SW-04	Moodulitevaheline sein (pool)	2	400	59,53
SW-01	Moodulitevaheline sein (pool)	3-4	600	35,57
SW-02	Moodulitevaheline sein (pool)	3-4	600	34,19
SW-03	Moodulitevaheline sein (pool)	3-4	600	59,68
SW-04	Moodulitevaheline sein (pool)	3-4	600	58,30
FE-01	Põrandaelement	1	400	67,45
FE-02	Põrandaelement	1	400	96,25
CE-01	Põrandaelement	2-4	400	59,09
CE-02	Põrandaelement	2-4	400	87,89
CE-03/04	Põrandaelement	5	400	28,33
CE-05/06	Põrandaelement	5	400	100,33
CE-01/03/05	Laeelement	1-4	400	40,79
CE-02/04/06	Laeelement	1-4	400	60,51
CE-07	Ühes tükis vahelae element	4	400	58,48
RE-01	Katuseelement	-	600	40,23
RE-02	Katuseelement	-	600	13,07
BE	Terrassielement	2-4	600	72,55

Tabelis märgitud moodulitevahelistel seintel on arvesse võetud poolt seina, kuna konstruktsioonitüüpide järgi on tegemist ühe seinaga, kus karkasside vahel on 40 mm montaaživahet. Samuti on tabelis eraldi arvestatud vahelae konstruktsioonis põranda ja lae elementi, et hilisemates vundamendi koormuste arvutustes oleks korruste lõikes mugavam arvutada.

Tabelis pole toodud siseseinte omakaalusid, kuna elementide kaal on väike ning nende koormused arvestatakse kasuskoormuse alla.

2.2.2. Tuulekoormus

Tuulekoormuse arvutused on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-4:2007. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. [6] Kasutatud on ka rootsi standardit BFS 2015:6. EKS 10. Boverkets

konstruktionsregel. [3] Käsitletud on tuulekoormuse mõjumist nii seintele kui ka katusele.

2.2.2.1. Tuulekoormus ehitiste välispindadele

Tuulerõhk konstruktsioonide välispindadele leitakse valemiga:

$$W_e = q_p(z_e) c_{pe} \quad (2.1)$$

Kus:

$q_p(z)$ - tippkiirusrõhk

c_{pe} - välisrõhu rõhutegur

Standardi järgi soovituslik valem tippkiirusrõhu määramiseks:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (2.2)$$

Kus:

$c_e(z)$ - ekspositsioonitegur, mis leitakse valemiga:

$$c_e(z) = C_r^2(z) \cdot c_0^2(z) \cdot [1 + 7 \cdot I_v(z)] \quad (2.3)$$

q_b - keskmine tuule baaskiirusrõhk, mis leitakse valemiga:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (2.4)$$

$c_r(z)$ - karedustegur, mis leitakse valemiga:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (2.5)$$

$I_v(z)$ - turbulentsi intensiivsus, mis leitakse valemiga:

$$I_v(z) = \frac{K_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad (2.6)$$

k_r - maastikutüübi tegur, mis leitakse valemiga:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} \quad (2.7)$$

Arvutustes kasutatakse järgnevaid väärtusi, mis on pärist standardist BFS 2015:6. EKS 10.

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ - õhu tihedus

$K_I = 1,0$ - tuule turbulentsi tegur

$C_0(z) = 1,0$ - pinnavormitegur tasase maastiku puhul

$v_b = 24 \text{ m/s}$ - tuule baaskiirus Rootsi tuulekiiruskaardi järgi Stockholmi piirkonnas

Maastikutüübid ja nende parameetrid on toodud tabelis 2.2.

Tabel 2.2. Maastikutüübid ja maastiku parameetrid

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

Projekteeritav hoone asub tasase pinnamoega äärelinnas, kus maastik on kaetud ühtlase taimkattega ning üksikute takistuse omavaheline kaugus ei ületa 20-kordset kõrgust. Sellisele olukorrale vastab tabelis 2.2 III maastikutüüp.

Vastavalt tabelile 2.2:

$z_0 = 0,3 \text{ m}$ - karedusmõõt vastavalt III maastikutüübile

$z_{min} = 5 \text{ m}$ - miinimumkõrgus

$z_1 = 14,48 \text{ m}$ - hoone kõrgus $b=h$

$z_2 = 16,3 \text{ m}$ - hoone kõrgus katuse harjani

Kuna hoone lühemal küljel $b < h < 2b$, siis tuleb külge vaadelda kaheosalisena: alumine osa ulatub maapinnast kõrgusele b ning ülemine osa on kõrgusega $h-b$.

Lahenduskäik võttes arvesse hoone kõrgust katuse harjani:

Keskmine tuule baaskiirusrõhk vastavalt valemile 2.4:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2$$

Turbulentsi intensiivsus vastavalt valemile 2.6:

$$I_v(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{16,3}{0,3}\right)} = 0.250$$

Maastikutüübi tegur vastavalt valemile 2.7:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0.215$$

Karedustegur vastavalt valemile 2.5:

$$C_r(z) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{16,3}{0,3}\right) = 0,861$$

Ekspositsioonitegur vastavalt valemile 2.3:

$$C_e(z) = 0,861^2 \cdot 1 \cdot [1 + 7 \cdot 0,250] = 2,038$$

Tippkiirusrõhk vastavalt valemile 2.2:

$$q_p(z) = 2,038 \cdot 360 = 733,6 \text{ N/m}^2$$

Lahenduskäik võttes arvesse hoone alumise osa kõrgust b:

Keskmine tuule baaskiirusrõhk vastavalt valemile 2.4:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2$$

Turbulentsi intensiivsus vastavalt valemile 2.6:

$$I_v(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{14,48}{0,3}\right)} = 0.258$$

Maastikutüübi tegur vastavalt valemile 2.7:

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0.215$$

Karedustegur vastavalt valemile 2.5:

$$C_r(z) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{14,48}{0,3}\right) = 0.835$$

Ekspositsioonitegur vastavalt valemile 2.3:

$$C_e(z) = 0,830^2 \cdot 1 \cdot [1 + 7 \cdot 0,259] = 1,956$$

Tippkiirusrõhk vastavalt valemile 2.2:

$$q_p(z) = 1,956 \cdot 360 = 704,2 \text{ N/m}^2$$

2.2.2.2. Tuulekoormus seintel

Hoone seintele mõjuvad välisrõhutegurite väärtused võetakse tabelist 2.3. Vertikaalsete seinte koormustsoonid on toodud joonisel 2.1. Kuna tuulega koormatud pinnad on suuremad kui 10 m^2 , võetakse välisrõhuteguriks $c_{pe,10}$. Kõrgus h on maja pikema küljega võrreldes väiksem ning pikemat külge vaadatakse üheosalisena. Kuna kõrgus h on maja lühema küljega võrreldes suurem, vaadeldakse maja lühemat külge kaheosalisena.

Tabel 2.3. Välisrõhutegurid hoone vertikaalsetele seintele

h/d	≤0,25	0,287	0,323	1	1,126	5
A	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
B	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
C	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-	-
D	0,7	0,7	0,71	0,8	0,80	0,80
E	-0,3	-0,31	-0,32	-0,5	-0,54	-0,7

Välisrõhutegurite leidmisel on kasutatud lineaarset interpoleerimist standardi EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007 tabeli 7.1 põhjal. [6]

Tuule mõjumine pikemale küljele:

$$b = 50,5 \text{ m} > 2 \cdot h = 2 \cdot 16,3 = 32,6 \text{ m} \rightarrow e = 32,6 \text{ m}$$

$$d = 14,48 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{16,3}{14,48} = 1,126$$

Tuulerõhk koormustsoonidele leitakse valemiga 2.2, kasutades interpoleeritud vähendustegurit 0,855:

$$w_{e,A} = 733,6 \cdot (-1,2) \cdot 0,855 = -752,72 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,B} = 733,6 \cdot (-0,8) \cdot 0,855 = -501,81 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,D} = 733,6 \cdot (0,8) \cdot 0,855 = 501,81 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,E} = 733,6 \cdot (-0,54) \cdot 0,855 = -341,10 \text{ N/m}^2$$

Tuule mõjumine lühemale küljele arvestades $h=16,3$ m:

$$b = 14,48 \text{ m} < 2 \cdot h = 2 \cdot 16,3 = 32,6 \text{ m} \rightarrow e = 14,48 \text{ m}$$

$$d = 50,5 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{16,3}{50,5} = 0,323$$

Tuule mõjumine lühemale küljele arvestades $b=h=14,48$ m:

$$b = 14,48 \text{ m} < 2 \cdot h = 2 \cdot 14,48 = 28,96 \text{ m} \rightarrow e = 14,48 \text{ m}$$

$$d = 50,5 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{14,48}{50,5} = 0,287$$

Tuulerõhk koormustsoonidele leitakse valemiga 2.2, kasutades vähendustegurit 0,85:

$$w_{e,A} = 733,6 \cdot (-1,2) \cdot 0,85 = -748,31 \text{ N/m}^2$$

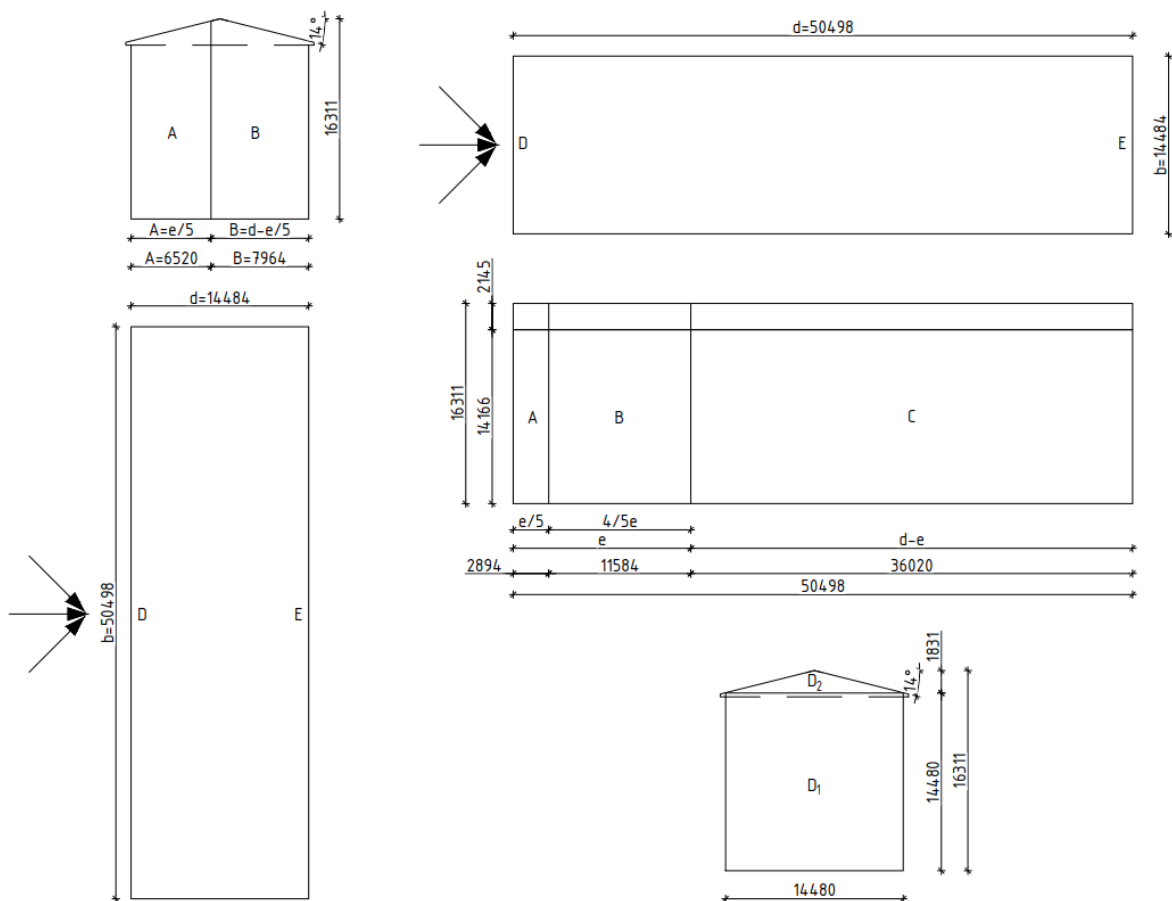
$$w_{e,B} = 733,6 \cdot (-0,8) \cdot 0,85 = -498,88 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,C} = 733,6 \cdot (-0,5) \cdot 0,85 = -311,80 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,D,1} = 704,2 \cdot (0,7) \cdot 0,85 = 421,95 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,D,2} = 733,6 \cdot (0,71) \cdot 0,85 = 442,57 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,E} = 733,6 \cdot (-0,32) \cdot 0,85 = -199,18 \text{ N/m}^2$$



Joonis 2.1. Vertikaalsete seinte koormustsoonid tuule mõjumisel pikemale ja lühemale küljele

2.2.2.3. Tuulekoormus kahekaldelisele katusele

Hoone katusele mõjuvad välisrõhutegurite väärtused võetakse tabelist 2.4 ja 2.5. Katuse koormustsoonid on toodud joonisel 2.2. Kuna tuulega koormatud pinnad on suuremad kui 10 m^2 , võetakse välisrõhuteguriks $c_{pe,10}$. Projekteeritaval hoonel on kahekaldeline katus kaldenurgaga 14° .

Tabel 2.4. Välisrõhutegurid hoone katusele kui $\theta=0^\circ$

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta=0^\circ$				
	F	G	H	I	J
5°	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	0	0	0	-0,6	-0,6
14°	-0,98	-0,84	-0,33	-0,42	-0,88
	0,18	0,18	0,18	-0,06	-0,06
15°	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	0,2	0,2	0,2	0	0

Välisrõhutegurite leidmisel on kasutatud lineaarset interpoleerimist standardi EVS-EN 1991-1-4:2007 tabeli 7.4a põhjal. [6]

Tuule mõjumine katusele kui $\theta=0^\circ$:

$$b = 50,5 \text{ m} > 2 \cdot h = 2 \cdot 16,3 = 32,6 \text{ m} \rightarrow e = 32,6 \text{ m}$$

$$d = 14,48 + 0,43 \cdot 2 = 15,34 \text{ m}$$

$$\alpha = 14^\circ$$

Tuulerõhk katuse koormustsoonidele leitakse valemiga 2.2:

$$w_{e,F.1} = 733,6 \cdot (-0,98) = -718,97 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,G.1} = 733,6 \cdot (-0,84) = -616,26 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,H.1} = 733,6 \cdot (-0,33) = -242,10 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,I.1} = 733,6 \cdot (-0,42) = -308,13 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,J.1} = 733,6 \cdot (-0,88) = -645,60 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,F.2} = w_{e,G.2} = w_{e,H.2} = 733,6 \cdot (0,18) = 132,05 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,I.2} = w_{e,J.2} = 733,6 \cdot (-0,06) = -44,02 \text{ N/m}^2$$

Tabel 2.5. Välisrõhutegurid hoone katusele kui $\theta=90^\circ$

Katuse kaldenurk α	Tuule suund $\theta=90^\circ$			
	F	G	H	I
5°	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
14°	-1,33	-1,3	-0,61	-0,51
15°	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5

Välisrõhutegurite leidmisel on kasutatud lineaarset interpoleerimist standardi EVS-EN 1991-1-4:2007 tabeli 7.4b põhjal.

Tuule mõjumine katusele kui $\theta=90^\circ$:

$$b = 14,48 + 0,43 \cdot 2 = 15,34 \text{ m} < 2 \cdot h = 2 \cdot 16,3 = 32,6 \text{ m} \rightarrow e = 15,34 \text{ m}$$

$$d = 50,5 \text{ m}$$

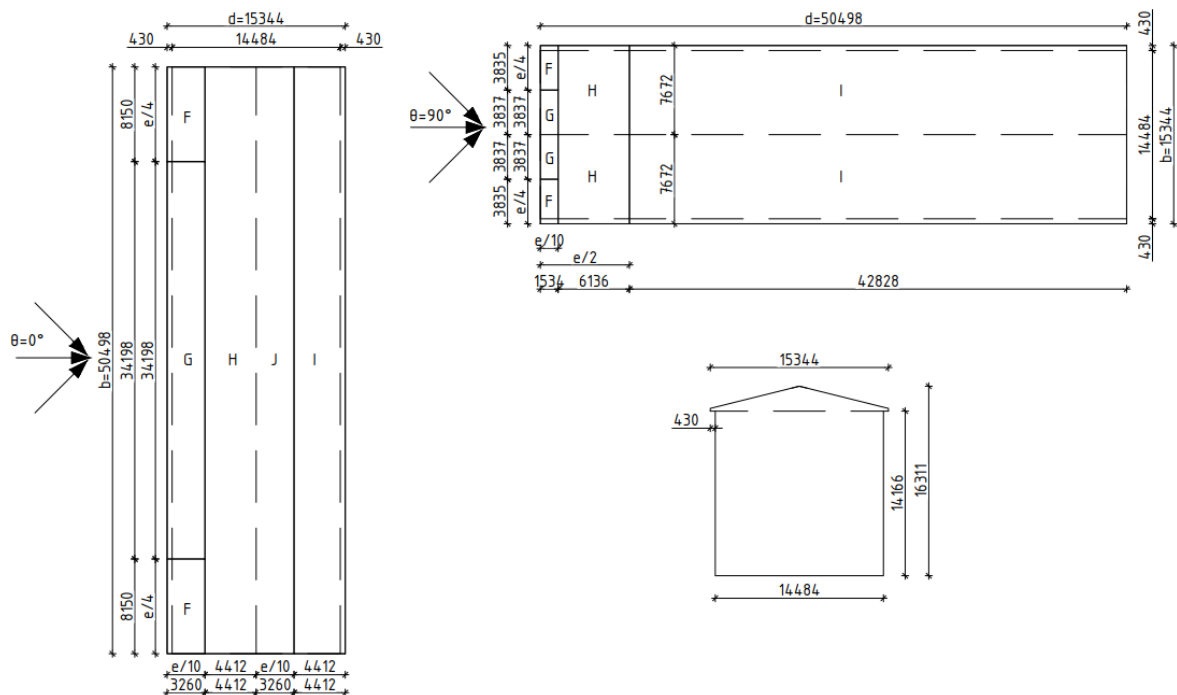
$$\alpha = 14^\circ$$

$$w_{e,F} = 733,6 \cdot (-1,33) = -975,74 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,G} = 733,6 \cdot (-1,3) = -953,73 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,H} = 733,6 \cdot (-0,61) = -447,52 \text{ N/m}^2$$

$$w_{e,I} = 733,6 \cdot (-0,51) = -374,16 \text{ N/m}^2$$



Joonis 2.2. Katuse koormustsoonid tuule mõjumisel kui $\theta=0^\circ$ ja $\theta=90^\circ$

2.2.3. Lumekoormus

Lumekoormuse arvutused on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-3:2006. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus [6]. Kasutatud on ka rootsi standardit BFS 2015:6. EKS 10. Boverkets konstruktionsregel [3].

Lumekoormuse arvutusväärtus leitakse Rootsi lumekoormuse kaardilt. Hoone asub Säby maakonnas, kus lumekoormuse normväärtus maapinnal on $s_{k,0} = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Kuna katuse kaldenurk $\alpha = 14^\circ$, siis viilkatuse lumekoormuse kujutegur $\mu_1 = 0,8$. Avatustegur $C_e = 1,0$ ning soojustegur $C_t = 1,0$.

Katusele mõjuv normatiivne lumekoormus:

$$s_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{k,0} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,5 = 2 \text{ kN/m}^2.$$

Lumekoormus rõdult mõjub punktkoormusena rõdu otsas asuvatele postidele ning mööda hoone seinu akna ja ukse silluse tõttu.

Lume puistemahukaal, arvestades, et sadanud lumi on märg:

$$\gamma = 4,0 \text{ kN/m}^3$$

Rõdu piirde kõrgus $H = 1100 \text{ mm}$, laius $B = 1207 \text{ mm}$, pikkus $L = 2865 \text{ mm}$.

Ühe korruse rõdu postidele ning seinale mõjuv normatiivne punktkoormus lumest, arvestades, et rõdu võib saju korral lund täis kuhjuda:

$$S_{k.rõdu} = \frac{B \cdot L \cdot H \cdot \gamma}{4} = \frac{1,207 \cdot 2,865 \cdot 1,1 \cdot 4}{4} = 3,80 \text{ kN}$$

2.2.4. Koormused vundamendile

Koormused vundamendile on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-1:2002. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. [4]

Kuna hoonel on kõik moodulid samade gabariitidega ja kihtidega (v.a. välisseintega ääremoodulid), on vundamendi koormuste arvutamiseks kasutatud ühte tüüpmoodulit ning ühte koridorimoodulit. Moodulite lähteandmed on leitavad tabelist 2.5.

Joonkoormused vundamendile on esitatud tabelarvutuse kujul ning arvesse on võetud kasuskoormust ja alaliskoormust (tabelid 2.6, 2.7, 2.8 ja 2.9). Lumekoormus hoone kandvatele seintele joonkoormusena ei mõju ning selle arvutus on toodud peatükis 2.2.4.2.

2.2.4.1. Joonkoormused

Tabel 2.5. Moodulite lähteandmed

Parameeter	Moodul T1-1	Moodul T4-1
H, mm	2974	2974
B, mm	4130	1720
L, mm	6350	8300

Tabel 2.6. Neljanda korruse joonkoormused mooduli vöö all

4. korrus				
Ühikkoormus kN/m ²	Koormuse tüüp	Tähis	M T1-1 koormus kN/m	M T4-1 koormus kN/m
0,44	Lagi	$g_{k,CE}$	0,91	0,38
0,74	Välisseinad	$g_{k,EW}$	2,20	2,20
0,44	Vaheseinad	$g_{k,SW}$	1,31	1,31
0,67	Põrand	$g_{k,FE}$	1,38	0,58
4,00	Kasuskoormus	q_k	8,26	3,44
1,00	Normatiivne alaline kokku välisseinas	g_k	4,49	3,16

1,00	Normatiivne alaline kokku vaheseinas	g_k	3,60	2,26
1,00	Normatiivne alaline otsa välisseinas	g_k	2,20	2,20
1,00	Normatiivne alaline otsa vaheseinas	g_k	1,31	0,00
1,00	Normatiivne kasuskoormus kokku	q_k	8,26	3,44

Tabelis on kasuskoormuse väärtuseks arvestatud $q_k = q_{k.IV} + q_{k.Pööning} = 2 + 2 = 4 \text{ kN/m}^2$. Esimene liige on neljanda korruse kasuskoormus ning teine liige on pööningu osa kasuskoormus.

Tabel 2.7. Neljanda ja kolmanda korruse joonkoormused mooduli vöö all

3. korrus				
Ühikkoormus kN/m²	Koormuse tüüp	Tähis	M T1-1 koormus kN/m	M T4-1 koormus kN/m
0,44	Lagi	$g_{k.CE}$	0,91	0,38
0,74	Välisseinad	$g_{k.EW}$	2,20	2,20
0,44	Vaheseinad	$g_{k.SW}$	1,31	1,31
0,67	Põrand	$g_{k.FE}$	1,38	0,58
2,00	Kasuskoormus	q_k	4,13	1,72
1,00	Normatiivne alaline kokku välisseinas	g_k	8,99	6,31
1,00	Normatiivne alaline kokku vaheseinas	g_k	7,20	4,53
1,00	Normatiivne alaline otsa välisseinas	g_k	4,40	4,40
1,00	Normatiivne alaline otsa vaheseinas	g_k	2,62	0,00
1,00	Normatiivne kasuskoormus kokku	q_k	12,39	5,16

Tabel 2.8. Neljanda, kolmanda ja teise korruse joonkoormused mooduli vöö all

2. korrus				
Ühikkoormus kN/m ²	Koormuse tüüp	Tähis	M T1-1 koormus kN/m	M T4-1 koormus kN/m
0,44	Lagi	$g_{k,CE}$	0,91	0,38
0,74	Välisseinad	$g_{k,EW}$	2,20	2,20
0,44	Vaheseinad	$g_{k,SW}$	1,31	1,31
0,67	Põrand	$g_{k,FE}$	1,38	0,58
2,00	Kasuskoormus	q_k	4,13	1,72
1,00	Normatiivne alaline kokku välisseinas	g_k	13,48	9,47
1,00	Normatiivne alaline kokku vaheseinas	g_k	10,80	6,79
1,00	Normatiivne alaline otsa välisseinas	g_k	6,60	6,60
1,00	Normatiivne alaline otsa vaheseinas	g_k	3,93	0,00
1,00	Normatiivne kasuskoormus kokku	q_d	16,52	6,88

Tabel 2.9. Kõikide korruste joonkoormused vundamendile

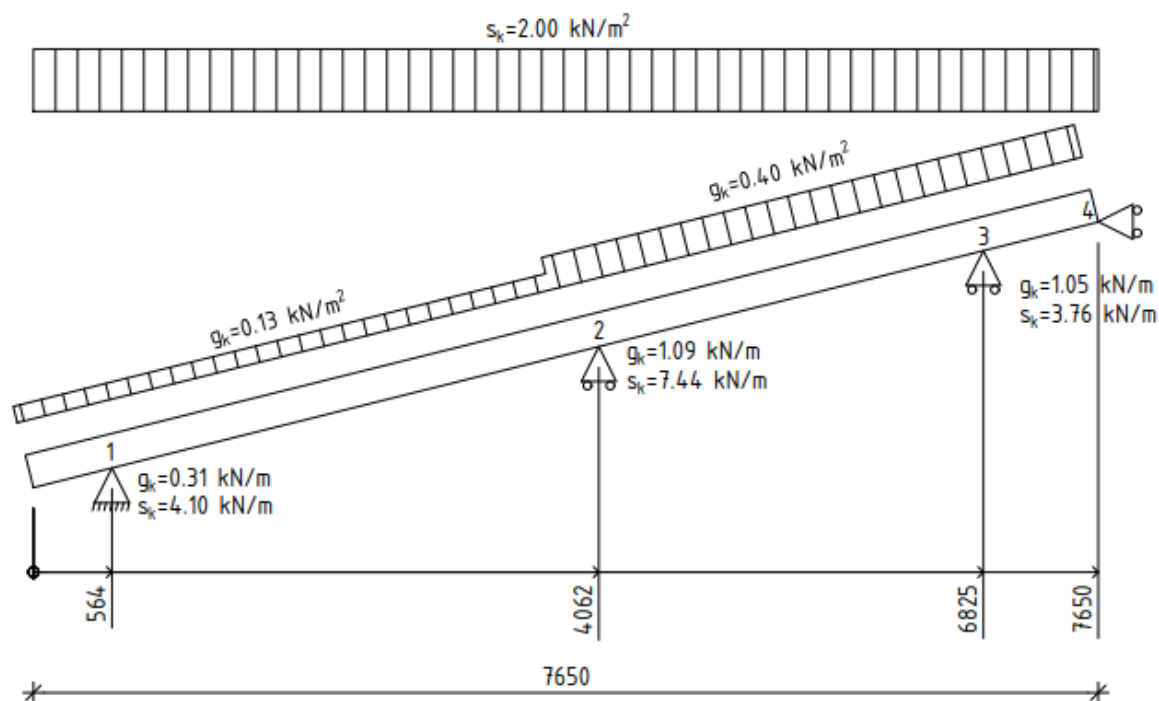
1. korrus				
Ühikkoormus kN/m ²	Koormuse tüüp	Tähis	M T1-1 koormus kN/m	M T4-1 koormus kN/m
0,44	Lagi	$g_{k,CE}$	0,91	0,38
0,74	Välisseinad	$g_{k,EW}$	3,01	2,20
0,44	Vaheseinad	$g_{k,SW}$	1,79	1,31
0,67	Põrand	$g_{k,FE}$	1,49	0,62
2,00	Kasuskoormus	q_k	4,13	1,72
1,00	Normatiivne alaline kokku välisseinas	g_k	18,89	12,66
1,00	Normatiivne alaline kokku vaheseinas	g_k	14,99	9,10
1,00	Normatiivne alaline otsa välisseinas	g_k	11,15	8,80
1,00	Normatiivne alaline otsa vaheseinas	g_k	5,72	0,00
1,00	Normatiivne kasuskoormus kokku	q_d	20,65	8,60

Kuna ühele vundamendi lindile toetub kaks moodulit, tuleb vaheseinte koormused korrutada kahega.

Tabelis 2.9 arvutatud normatiivse alalise otsa välisseina koormuse väärtusele on juurde liidetud sarikatest tulenev joonkoormus $g_k = 0.31 \text{ kN/m}$.

2.2.4.2. Punktkoormused

Punktkoormused vundamendile tekivad hoone sarikatest, mille toed asuvad kolmes punktis: hoone välisseinas, pööningu seinas ning pööningubokside otsas asuvatel postidel (joonis 2.3). Lisaks tekitavad punktkoormust välisseina alla konsoolsed rõdud kolmel korrusel.



Joonis 2.3. Sarika arvutusskeem vundamendi punktkoormuste jaoks

Vundamendi koormuste arvutamiseks on normatiivsed väliskoormused korrutatud sarika sammuga 1 m, et toereaktsioone seintele saaks vaadelda joonkoormusena.

Tugi 1:

Tugi 1 toetub välisseinalle liikumatu liigendtoena ning arvutatud joonkoormus omakaalukoormusest ning lumekoormusest mõjub otse vundamendile.

Tugi 2:

Tugi 2 toetub liikuva liigendtoena pööningu seinalle, mis paikneb risti hoone kandvate seintega.

$$G_{k.tugi2} = \frac{g_{k.tugi2} \cdot L}{2} = \frac{1,09 \cdot 4,13}{2} = 2,25 \text{ kN}$$

$$S_{k.tugi2} = \frac{s_{k.tugi2} \cdot L}{2} = \frac{7,44 \cdot 4,13}{2} = 15,36 \text{ kN}$$

$$g_{k.AW4} = g_{k.AW4} \cdot h = 0,46 \cdot 1,776 = 0,82 \text{ kN/m}$$

$$G_{k.AW4} = \frac{g_{k.AW4} \cdot L}{2} = \frac{0,82 \cdot 4,13}{2} = 1,7 \text{ kN}$$

$$G_{k.vund} = G_{k.tugi2} + G_{k.AW4} = 2,25 + 1,7 = 3,95 \text{ kN}$$

$$S_{k.vund} = S_{k.tugi2} = 15,36 \text{ kN}$$

Tugi 3:

Tugi 3 toetub liikuva liigendtoena liimpuidust talale, mis toetub iga mooduli äärtes olevatele puidust postidele mõõtudega 70x70 mm.

$$G_{k.tugi3} = \frac{g_{k.tugi3} \cdot L}{2} = \frac{1,05 \cdot 4,13}{2} = 2,17 \text{ kN}$$

$$S_{k.tugi3} = \frac{S_{k.tugi3} \cdot L}{2} = 7,77 \text{ kN}$$

$$G_{k.LPT} = \frac{g_{k.LPT} \cdot h \cdot b \cdot L}{2} = \frac{470 \cdot 0,27 \cdot 0,09 \cdot 4,13}{2} \cdot L = 0,236 \text{ kN}$$

$$G_{k.post} = g_{k.post} \cdot h \cdot b \cdot L = 470 \cdot 0,07 \cdot 0,07 \cdot 2,236 = 0,05 \text{ kN}$$

$$G_{k.vund} = G_{k.tugi3} + G_{k.LPT} + G_{k.post} = 2,017 + 0,236 + 0,05 = 2,46 \text{ kN}$$

$$S_{k.vund} = S_{k.tugi3} = 7,77 \text{ kN}$$

Punktkoormus vundamendile ning postide vundamendile rõdudest:

$$G_{k.rõdu} = g_{k.rõdu} \cdot \frac{B \cdot L}{2} \cdot 3 = 0,73 \cdot \frac{1,207 \cdot 2,865}{4} \cdot 3 = 1,89 \text{ kN}$$

$$Q_{k.rõdu} = q_{k.rõdu} \cdot \frac{B \cdot L}{2} \cdot 3 = 2 \cdot \frac{1,207 \cdot 2,865}{4} \cdot 3 = 5,19 \text{ kN}$$

$$S_{k.rõdu} = S_{k.rõdu} \cdot 3 = 3,80 \cdot 3 = 11,41 \text{ kN}$$

Vundamendi koormused on esitatud graafilises osas joonisel leheküljel 2.

2.2.5. Koormuskombinatsioonid

Koormuskombinatsioonide koostamine on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-1:2002+NA2002. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. [4] Töös kontrollitakse kandepiirseisundis katusesarika arvutust ning kande- ja kasutuspiirseisundis põranda, vahelae ning esimese korruse seina arvutust.

Koormuskombinatsioonid on koostatud nii, et need tootsid esile suurimad sisejõud konstruktsioonides arvestades koormuste ebasoodsaimat mõju.

Üldvalem kandepiirseisundi koormuskombinatsioonide jaoks:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (2.8)$$

Kus:

γ - koormuse osavarutegur

$G_{k,j}$ - alaliskoormuse normatiivväärtus

$Q_{k,1}$ - domineeriva muutuvkoormuse normatiivväärtus

$\psi_{0,i}$ - kombinatsioonitegur

$Q_{k,i}$ - muu muutuvkoormuse normatiivväärtus

2.3. Dimensioneerimine

Dimensioneerimise arvutused on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2. Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. [7] Lisaks on kasutatud standardit BFS 2015:6. EKS 10. Boverkets konstruktionsregel. [3]

Kõikide konstruktsioonide arvutused on tehtud arvestades okaspuidust saematerjali tugevusklassiga C24, välja arvatud esimese korruse sein post katusest tuleneva punktikoormusega osas, kus on kasutuses GL24h liimpuit. C24 ja GL24h liimpuidu omadused on võetud ehituskonstruktori käsiraamatust [8] ning on esitatud tabelites 2.9 ja 2.10.

Tabel 2.9. Okaspuidust materjali tugevusklassiga C24 omadused

Paindetugevus	$f_{m,k}=24 \text{ Mpa}$
Tõmbetugevus pikikiudu	$f_{t,0,k}=14 \text{ Mpa}$
Tõmbetugevus ristikiudu	$f_{t,90,k}=0,4 \text{ MPa}$
Survetugevus pikikiudu	$f_{c,0,k}=21 \text{ MPa}$
Survetugevus ristikiudu	$f_{c,90,k}=2,5 \text{ MPa}$
Nihketugevus	$f_{v,k}=4,0 \text{ MPa}$
Elastsusmoodul pikikiudu	$E_{0,\text{mean}}=11000 \text{ N/mm}^2$
Elastsusmoodul 5% pikikiudu	$E_{0,05}=7400 \text{ N/mm}^2$
Elastsusmoodul ristikiudu	$E_{90,\text{mean}}=370 \text{ N/mm}^2$

Nihkemoodul	$G_{\text{mean}}=690 \text{ N/mm}^2$
Tihedus	$\rho_k=350 \text{ kg/m}^3$
Keskmine tihedus	$\rho_{\text{mean}}=420 \text{ kg/m}^3$

Tabel 2.10. Liimpuidu tugevusklassiga GL24h omadused

Paindetugevus	$f_{m,k}=24 \text{ Mpa}$
Tõmbetugevus pikikiudu	$f_{t,0,k}=19,2 \text{ Mpa}$
Tõmbetugevus ristikiudu	$f_{t,90,k}=0,5 \text{ MPa}$
Survetugevus pikikiudu	$f_{c,0,k}=24 \text{ MPa}$
Survetugevus ristikiudu	$f_{c,90,k}=2,5 \text{ MPa}$
Nihketugevus	$f_{v,k}=3,5 \text{ MPa}$
Elastsusmoodul pikikiudu	$E_{0,\text{mean}}=11500 \text{ N/mm}^2$
Elastsusmoodul 5% pikikiudu	$E_{0,05}=9600 \text{ N/mm}^2$
Elastsusmoodul ristikiudu	$E_{90,\text{mean}}=300 \text{ N/mm}^2$
Nihkemoodul	$G_{\text{mean}}=650 \text{ N/mm}^2$
Tihedus	$\rho_k=385 \text{ kg/m}^3$
Keskmine tihedus	$\rho_{\text{mean}}=420 \text{ kg/m}^3$

Kõikide konstruktsioonide sisejõud on leitud kasutades programmi FinnWood.

2.3.1. Katus

Katusekandja kandevõime arvutamisel on välja toodud katusesarika arvutuskäik. Sarikas töötab koormamisel surve- ja paindeolukoras. Sarika sõlmed on toodud lisa 2 joonistel leheküljel 61-63, arvutusskeem on toodud joonisel 2.4 ning sarikatala gabariidid on toodud tabelis 2.11.

Katusesarikas on C24 sõrmjätkatud puidust ristlõikega 240x45 mm sammuga 600 mm. Konstruktsiooni kasutusklass on 1, koormuse kestust ja niiskusesisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegur $k_{\text{mod}}=0,8$ ning saepuidu osavarutegur $\gamma_M=1,3$.

Töös tuuakse välja kandevõimekontroll surve ja painde koosmõjul kõige kriitilisemaks osutunud koormuskombinatsioonis. Kuna sarikal on igal toel sisselõige, kontrollitakse ka nõrgestatud ristlõiget. Samuti esitatakse kontroll põikjõule ning tugevde muljumisele. Sarika peal asuvad roovid välistavad nõtkumise z-telje suhtes ning selle tõttu nõtket nimetatud telje suhtes ei arvestata.

Katusesarika arvutuse koormuskombinatsioonid:

KK 1 – omakaal

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k = 1,35 \cdot G_k$$

KK 2 – omakaal + lumi

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

KK 3 – omakaal + domineeriv lumi + mittedomineeriv suruv tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul}$$

KK 4 – omakaal + domineeriv suruv tuul + mittedomineeriv lumi

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

KK 5 – omakaal + domineeriv lumi + mittedomineeriv tõstev tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul}$$

KK 6 – omakaal + domineeriv tõstev tuul + mittedomineeriv tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,lumi} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,lumi}$$

KK 7 – omakaal + suruv tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul}$$

KK 8 – omakaal + tõstev tuul

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul}$$

KK 9 – omakaal + tõstev tuul

$$\gamma_{G,inf} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,tuul} = 0,9 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,tuul}$$

KK 10 – omakaal

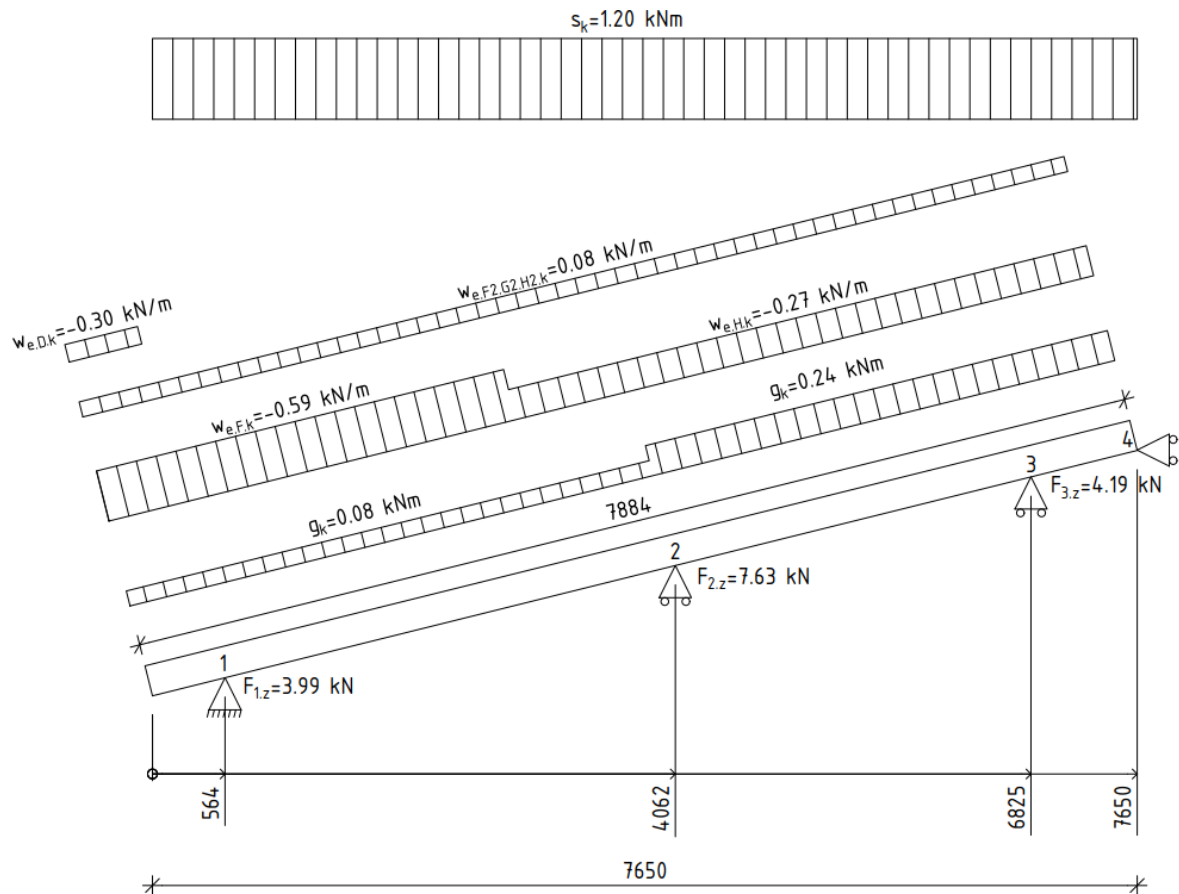
$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k = 1,2 \cdot G_k$$

KK 11 – omakaal

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k = 0,9 \cdot G_k$$

Tabel 2.11. Sarikatala gabariidid

Pikkus	l=7884 mm
Laius	b=45 mm
Kõrgus	h=240 mm



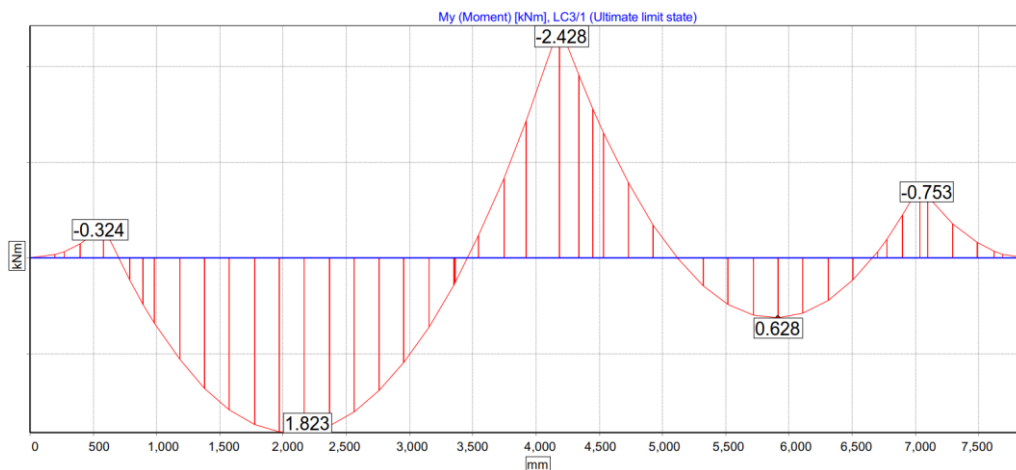
Joonis 2.4. Sarika arvutusskeem

Sarika arvutusskeemil toodud normatiivsed koormused on läbi korrutatud sarika sammuga 0,6 m.

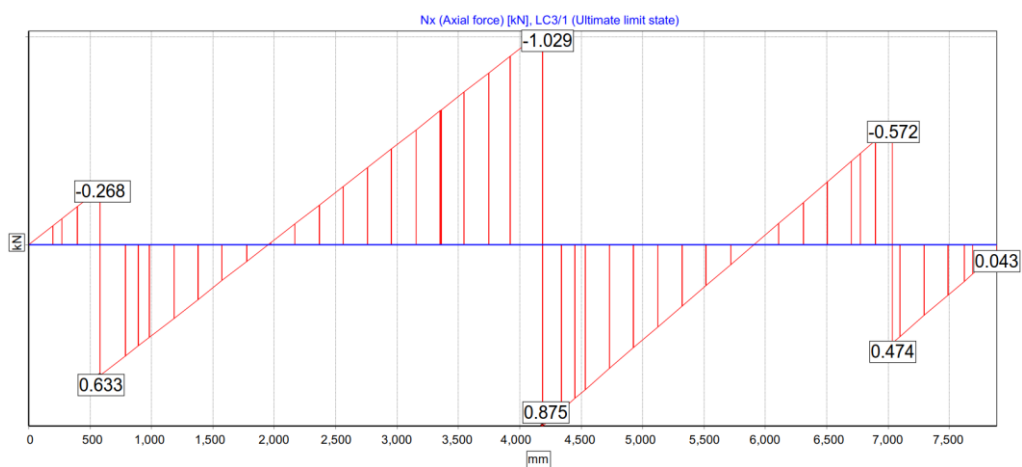
Kõige kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks osutus KK-3, milleks on omakaalukoormus koos domineeriva lumega ning mittedomineeriva suruva tuulega.

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,tuul}$$

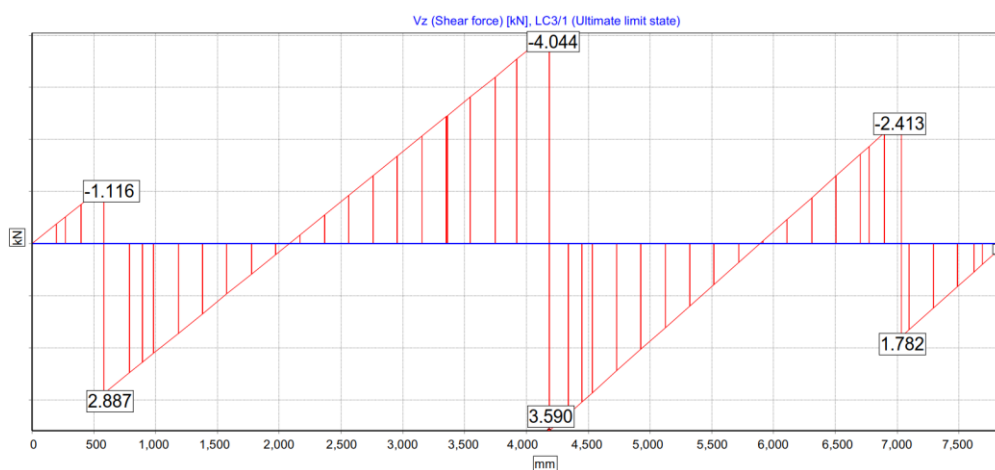
Koormuskombinatsioonist 3 tekkivad sisejõudude epüürid on toodud joonistel 2.5, 2.6 ja 2.7.



Joonis 2.5. Sarika koormuskombinatsioon 3 – paindemoment



Joonis 2.6. Sarika koormuskombinatsioon 3 – pikijõud



Joonis 2.7. Sarika koormuskombinatsioon 3 – põikjõud

Vastavalt koormuskombinatsioonile 3 elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y,d} = 2,43 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{x,d} = 1,91 \text{ kNm}$$

Kontroll nõtketele ja paindele:

Inertsiraadiuste leidmine:

$$A = h \cdot b = 240 \cdot 45 = 10800 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{45 \cdot 240^3}{12} = 5,18 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5,18 \cdot 10^7}{10800}} = 69,282 \text{ mm}$$

Suhteliste saleduste leidmine:

$$l_{ef,y} = l \cdot 0,9 = 7884 \cdot 0,9 = 7096 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{7096}{68,282} = 102,42 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{102,42}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^3}{7400 \cdot 10^3}} = 1,737$$

Elemendi sirgust arvestav tegur saepuidu korral $\beta_c = 0,2$

Ebastabiilsust arvestavad tegurid:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,737 - 0,3) + 1,737^2) = 2,152$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{2,152 + \sqrt{2,152^2 - 1,737^2}} = 0,292$$

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes:

$$W_{y,d} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{45 \cdot 240^2}{6} = 4,32 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Kontroll nõtketele koos paindega:

Täisnurkse ristlõike korral $k_m = 0,7$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{x,d}}{A} = \frac{1,91 \cdot 10^3}{10800} = 0,176 \text{ MPa}$$

Elemendile mõjuv paindepinge y-telje suhtes:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{2,43 \cdot 10^6}{4,32 \cdot 10^5} = 5,621 \text{ MPa}$$

Arvutuslikud surve- ja paindetugevused pikikiudu:

$$f_{c.0.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c.0.k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,3} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m.d}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

Täidetud peavad olema tingimused:

$$\frac{\sigma_{c.0.d}}{k_{c.y} \cdot f_{c.0.d}} + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} \leq 1 \quad (2.9)$$

$$\frac{\sigma_{c.0.d}}{k_{c.z} \cdot f_{c.0.d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} + \frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} \leq 1 \quad (2.10)$$

Kandevõime kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.9, kuna selle valemi järgi tuleb olukord kriitilisem. Sarikas ei esine z-telje suhtes paindemomenti, selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\frac{\sigma_{c.0.d}}{k_{c.y} \cdot f_{c.0.d}} + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \frac{0,176}{0,292 \cdot 12,92} + \frac{5,621}{14,77} = 0,43 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Arvutused toele 1:

Toel 1 toetub sarikas välisseina ülemisele vööle. Sarika toetamiseks on elementi tehtud sisselõige. Sarikat kontrollitakse nõrgestatud olukorras paindele, survele, põikjõule ning muljumisele. Kõige kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks osutus KK-3, milleks on omakaalukoormus koos domineeriva lumega ning mittedomineeriva suruva tuulega.

Vastavalt koormuskombinatsioonile 3 elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y.d} = 0,32 \text{ kNm}$$

$$M_{z.d} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{x.d} = 1,90 \text{ kN}$$

$$V_{z.d} = 3,99 \text{ kN}$$

Efektiivne ristlõike kõrgus on $h_{ef} = 191 \text{ mm}$.

Kontroll nõrgestatud ristlõikele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes arvestades nõrgestatud ristlõiget:

$$W_{y.d} = \frac{b \cdot h_{ef}^2}{6} = \frac{45 \cdot 191^2}{6} = 2,736 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{0,32 \cdot 10^6}{2,736 \cdot 10^5} = 1,184 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.0.d} = \frac{N_{x.d}}{b \cdot h_{ef}} = \frac{1,90 \cdot 10^3}{45 \cdot 191} = 0,221 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele koos survega:

Täidetud peavad olema tingimused, saledust ei arvestata:

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} \leq 1 \quad (2.11)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} + \frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} \leq 1 \quad (2.12)$$

Kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.11, kuna selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Sarikas ei esine z-telje suhtes paindemomenti ning selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \left(\frac{0,221}{12,92} \right)^2 + \frac{1,184}{14,77} = 0,08 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll põikjõule:

Arvutuslik nihketugevus:

$$f_{v.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Efektiivne ristlõike laius võttes arvesse tegurit $k_{cr}=0,67$ saepuidu korral:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 45 = 30,2 \text{ mm}$$

Arvutuslik nihkepinge:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{z.d}}{b_{ef} \cdot h_{ef}} = \frac{1,5 \cdot 3,99 \cdot 10^3}{30,2 \cdot 191} = 1,04 \text{ MPa}$$

Kontroll nihkele:

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} < 1 \quad (2.13)$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = \frac{1,04}{2,46} = 0,42 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Hoone välisseina ülemise vöö mõõt on 45x195 mm. Sarika ja ülemise vöö kokkupuutepindala on suurendatud kahes suunas 60 mm võrra.

Kokkupuutepindala talaga:

$$l = 195 \text{ mm}$$

$$a = 467 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{array} \right\} = 195 + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ 467 + 30 \\ 467 + \frac{3500}{2} \end{array} \right\} = 195 + 60 = 255 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b \cdot l_{ef} = 45 \cdot 255 = 11475 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{V_{z.d}}{A_{ef}} = \frac{3,99 \cdot 10^3}{11475} = 0,35 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

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

Kontroll muljumisele:

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} < 1 \quad (2.14)$$

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c.90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = \frac{0,35}{1 \cdot 1,54} = 0,23 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Arvutused toele 2:

Toel 2 toetub sarikas pööningu sein ülemisele vööle. Sarika toetamiseks on elementi tehtud sisselõige. Sarikat kontrollitakse nõrgestatud olukorras paindele, survele, põikjõule ning muljumisele. Kõige kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks osutus KK-3, milleks on omakaalukoormus koos domineeriva lumega ning mittedomineeriva suruva tuulega.

Vastavalt koormuskombinatsioonile 3 elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y.d} = 2,43 \text{ kNm}$$

$$M_{z.d} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{x.d} = 1,91 \text{ kN}$$

$$V_{z.d} = 7,63 \text{ kN}$$

Efektiivne ristlõike kõrgus on $h_{ef} = 217 \text{ mm}$.

Kontroll nõrgestatud ristlõikele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes arvestades nõrgestatud ristlõiget:

$$W_{y.d} = \frac{b \cdot h_{ef}^2}{6} = \frac{45 \cdot 217^2}{6} = 3,532 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{2,43 \cdot 10^6}{3,532 \cdot 10^5} = 6,875 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.0.d} = \frac{N_{x.d}}{b \cdot h_{ef}} = \frac{1,91 \cdot 10^3}{45 \cdot 217} = 0,195 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele koos survega:

Täidetud peavad olema tingimused, mis on toodud valemities 2.11 ja 2.12. Saledust ei arvestata.

Kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.11, kuna selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Sarikas ei esine z-telje suhtes paindemomenti ning selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \left(\frac{0,195}{12,92}\right)^2 + \frac{6,875}{14,77} = 0,47 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll põikjõule:

Arvutuslik nihketugevus:

$$f_{v.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Efektiivne ristlõike laius võttes arvesse tegurit $k_{cr}=0,67$ saepuidu korral:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 45 = 30,2 \text{ mm}$$

Arvutuslik nihkepinge:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{z.d}}{b_{ef} \cdot h_{ef}} = \frac{1,5 \cdot 7,63 \cdot 10^3}{30,2 \cdot 217} = 1,75 \text{ MPa}$$

Kontroll nihkele vastavalt valemile 2.13:

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = \frac{1,75}{2,46} = 0,71 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Hoone pööningu seina ülemise vöö mõõt on 45x95 mm. Sarika ja ülemise vöö kokkupuutepindala on suurendatud kahes suunas 60 mm võrra.

Kokkupuutepindala talaga:

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

$$a = 3500 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{array} \right\} = 95 + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ 3500 + 30 \\ 3500 + \frac{2763}{2} \end{array} \right\} = 95 + 60 = 155 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b \cdot l_{ef} = 45 \cdot 155 = 6975 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{V_{z.d}}{A_{ef}} = \frac{7,63 \cdot 10^3}{6975} = 1,09 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,54 \text{ MPa}$$

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c,90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{1,09}{1 \cdot 1,54} = 0,47 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Arvutused toele 3:

Toel 2 toetub sarikas liimpuittalale, mis paikneb pööningubokside otsas asuvatele postidele. Sarika toetamiseks on elementi tehtud sisselõige. Sarikat kontrollitakse nõrgestatud olukorras paindele, survele, põikjõule ning muljumisele. Kõige kriitilisemaks koormuskombinatsiooniks osutus KK-3, milleks on omakaalukoormus koos domineeriva lumega ning mittedomineeriva suruva tuulega.

Vastavalt koormuskombinatsioonile 3 elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y,d} = 0,75 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{x,d} = 1,05 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = 4,19 \text{ kN}$$

Efektiivne ristlõike kõrgus on $h_{ef} = 218 \text{ mm}$.

Kontroll nõrgestatud ristlõikele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes arvestades nõrgestatud ristlõiget:

$$W_{y,d} = \frac{b \cdot h_{ef}^2}{6} = \frac{45 \cdot 218^2}{6} = 3,564 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_{y,d}} = \frac{0,75 \cdot 10^6}{3,564 \cdot 10^5} = 2,113 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.0.d} = \frac{N_{x.d}}{b \cdot h_{ef}} = \frac{1,05 \cdot 10^3}{45 \cdot 218} = 0,107 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele koos survega:

Täidetud peavad olema tingimused, mis on toodud valemities 2.11 ja 2.12. Saledust ei arvestata.

Kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.11, kuna selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Sarikas ei esine z-telje suhtes paindemomenti ning selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \left(\frac{0,107}{12,92}\right)^2 + \frac{2,113}{14,77} = 0,14 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll põikjõule:

Arvutuslik nihketugevus:

$$f_{v.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Efektiivne ristlõike laius võttes arvesse tegurit $k_{cr}=0,67$ saepuidu korral:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 45 = 30,2 \text{ mm}$$

Arvutuslik nihkepinge:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{z.d}}{b_{ef} \cdot h_{ef}} = \frac{1,5 \cdot 4,19 \cdot 10^3}{30,2 \cdot 218} = 0,957 \text{ MPa}$$

Kontroll nihkele vastavalt valemile 2.13:

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = \frac{1,75}{2,46} = 0,39 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Muljumise kontroll:

Liimpuidust tala mõõt on 270x90 mm. Sarika ja liimpuittala kokkupuutepindala on suurendatud kahes suunas 60 mm võrra.

Kokkupuutepindala talaga:

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

$$a = 2763 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{array} \right. = 95 + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ 3500 + 30 \\ 2763 + \frac{825}{2} \end{array} \right. = 95 + 60 = 155 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b \cdot l_{ef} = 45 \cdot 155 = 6975 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{V_{z.d}}{A_{ef}} = \frac{4,19 \cdot 10^3}{6975} = 0,60 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

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

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c.90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = \frac{0,60}{1 \cdot 1,54} = 0,39 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Sarikatala dimensioneerimisel sai määravaks põikjõu arvutus toele 2.

2.3.2. Lagi

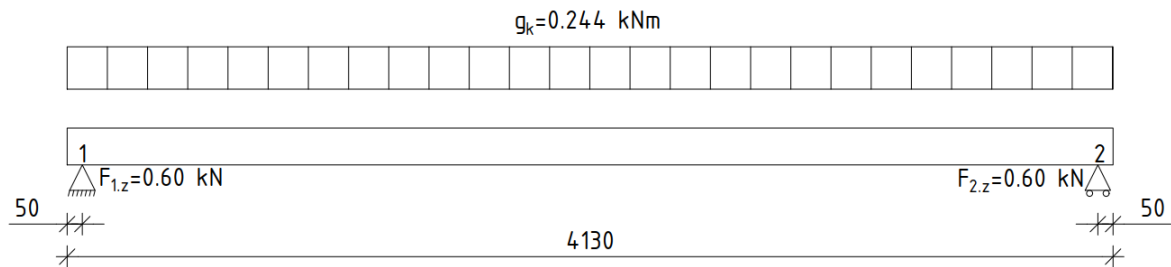
Laetalade kandevõime arvutamisel on toodud talade arvutuskäik. Laetala töötab koormamisel paindeolukorras.

Laetalad on valmistatud C24 saepuidust ristlõikega 145x45 mm ning sammuga 400 mm. Konstruktsiooni kasutusklass on 1, koormuse kestust ja niiskusesisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegur $k_{mod}=0.8$ ning saepuidu osavarutegur $\gamma_M=1.3$.

Töös tuuakse välja kandevõimekontroll surveolukorras, teostatakse kontroll tugele muljumisele ning põikjõule. Kasutuspiirsesundis teostatakse kontroll läbipaindele. Laetala gabariidid on toodud tabelis 2.12 ning arvutusskeem on toodud joonisel 2.8.

Tabel 2.12. Laetala gabariidid

Pikkus	$l=4130 \text{ mm}$
Laius	$b=45 \text{ mm}$
Kõrgus	$h=145 \text{ mm}$



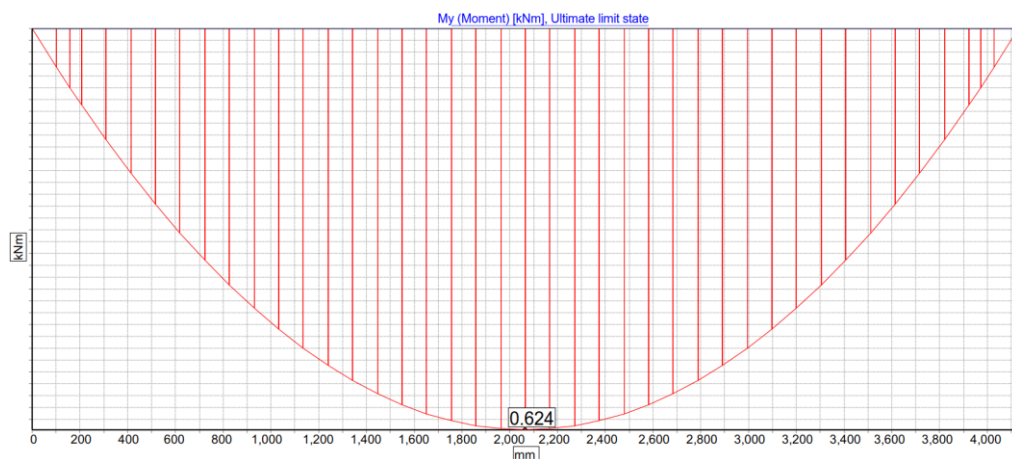
Joonis 2.8. Laetala arvutuskeem

Laetala arvutuskeemil toodud normatiivne omakaalukoormus on läbi korrutatud laetala sammuga 0,4 m.

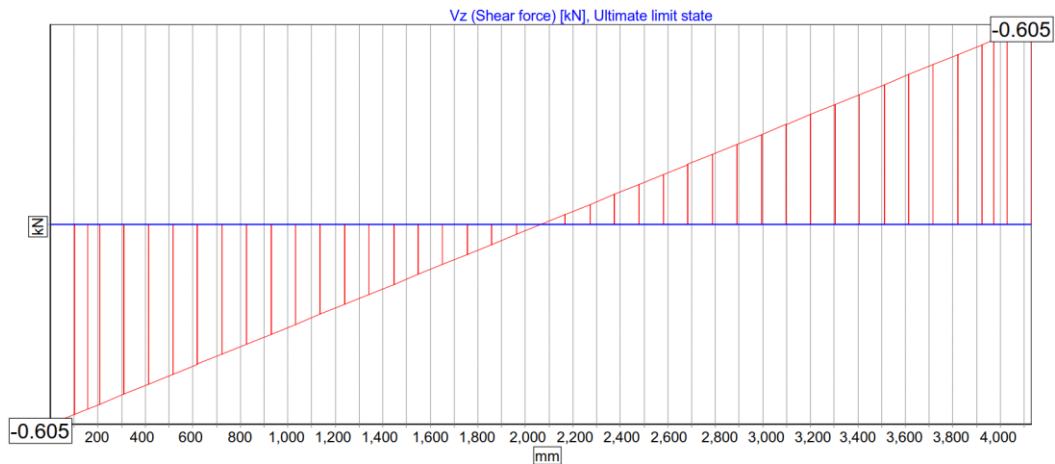
Kuna laetalale mõjub ainukese koormusena omakaalukoormus, tuleb see korrutada läbi osavaruteguriga $\gamma_{G,sup} = 1,2$.

$$\gamma_{G,sup} \cdot g_k = 1,2 \cdot g_k$$

Arvutuslikust omakaalukoormusest tulenevad sisejõudude epüürid on toodud joonistel 2.9 ja 2.10.



Joonis 2.9. Laetala sisejõud – paindemoment



Joonis 2.10. Laetala sisejõud – põikjõud

Vastavalt arvutuslikule koormusele elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y.d} = 0,62 \text{ kNm}$$

$$V_{z.d} = 0,60 \text{ kN}$$

Kontroll paindele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment:

$$W_{y.d} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{45 \cdot 145^2}{6} = 1,577 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendis mõjuv paindepinge:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{0,62 \cdot 10^6}{1,577 \cdot 10^5} = 3,96 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele:

Täidetud peab olema tingimus vastavalt valemile 2.9, sest selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Kuna laetalas ei esine paindemomenti z-telje suhtes ning survejõude, siis

$$\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0 \text{ ja } \frac{\sigma_{c.o.d}}{k_{c,y'} f_{c.o.d}} = 0.$$

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \frac{3,96}{14,77} = 0,27 \leq 1$$

Kontroll põikjõule:

Arvutuslik nihketugevus:

$$f_{v.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Efektiivne ristlõike laius võttes arvesse tegurit $k_{cr}=0,67$ saepuidu korral:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 45 = 30,2 \text{ mm}$$

Arvutuslik nihkepinge:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{z.d}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{1,5 \cdot 0,60 \cdot 10^3}{30,2 \cdot 145} = 0,21 \text{ MPa}$$

Kontroll nihkele vastavalt valemile 2.13:

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = \frac{0,21}{2,46} = 0,08 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Laelement toetub seinaelemendi ülemisele vööle 50 mm ulatuses. Laetala ja vöö kokkupuutepinda on suurendatud ühes suunas 30 mm.

Kokkupuutepindala talaga:

$$l_{tugi} = 50 \text{ mm}$$

$$a = 0 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l_{tugi} + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{array} \right\} = 60 + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ 0 + 30 \\ 0 + \frac{4010}{2} \end{array} \right\} = 60 + 30 = 80 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b \cdot l_{ef} = 45 \cdot 80 = 3600 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{V_{z.d}}{A_{ef}} = \frac{0,60 \cdot 10^3}{3600} = 0,17 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

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

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c.90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = \frac{0,17}{1 \cdot 1,54} = 0,11 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll läbipaindele:

1. kasutusklassi ja alalise koormuse puhul tegur $k_{def} = 0,6$.

Efektiivne tala pikkus:

$$l_{ef} = l - 2 \cdot l_{tugi} = 4130 - 2 \cdot 50 = 4030 \text{ mm}$$

Inertsimoment:

$$I_{ef} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{45 \cdot 145^3}{12} = 1,14 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Tala läbipaine arvestades ühikkoormust $g_k = 1 \text{ kN/m}$.

$$w_{inst.ük} = \frac{5 \cdot g_k \cdot l_{ef}^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I_{ef}} = \frac{5 \cdot 1 \cdot 4030^4}{384 \cdot 11000 \cdot 1,14 \cdot 10^7} = 27,31 \text{ mm}$$

Tala lõplik läbipaine arvestades talale mõjuvat alaliskoormust:

$$w_{fin.gk} = (w_{inst.ük} \cdot g_d) \cdot (1 + k_{def}) = (26,78 \cdot 0,29) \cdot (1 + 0,6) = 12,79 \text{ mm}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{l}{300} = \frac{4130}{300} = 13,77 \text{ mm} > w_{fin.gk} = 12,79 \text{ mm}$$

Läbipaine on lubatud piirides.

Laetala dimensioneerimisel sai määravaks läbipainde arvutus.

2.3.3. Põrand

Põrandatalade kandevõime arvutamisel on toodud talade arvutuskäik. Põrandatala töötab koormamisel paindeolukorras.

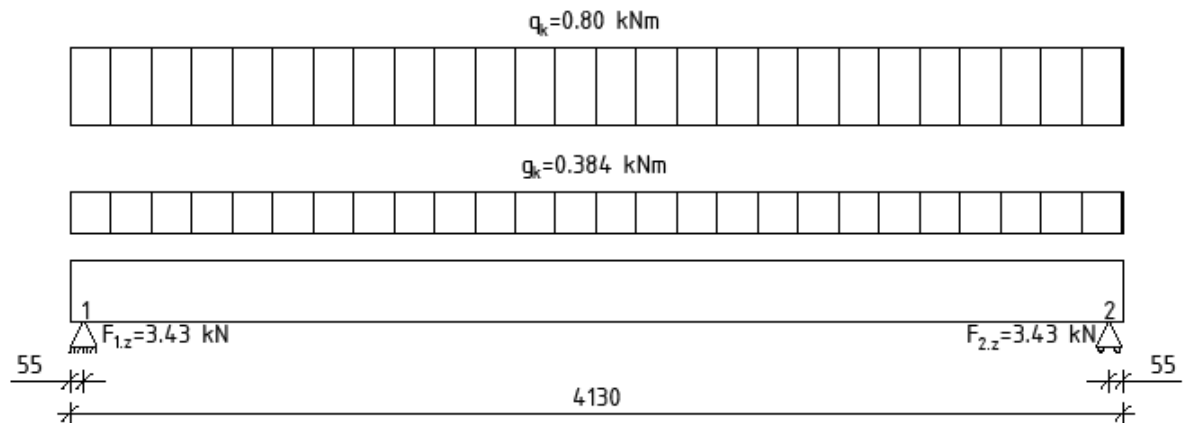
Põrandatalad on valmistatud C24 saepuidust ristlõikega 240x45 ning sammuga 400 mm. Konstruktsiooni kasutusklass on 1, koormuse kestust ja niiskusesisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegur $k_{mod}=0,8$ ning saepuidu osavarutegur $\gamma_M=1,3$.

Töös tuuakse välja kandevõimekontroll surveolukorras, teostatakse kontroll tugele muljumisele ning põikjõule. Kandepiiriseisundis teostatakse kontroll läbipaindele ning

vibratsioonile. Põrandatala gabariidid on toodud tabelis 2.13 ja arvutusskeem on toodud joonisel 2.11.

Tabel 2.13. Põrandatala gabariidid

Pikkus	$l=4130 \text{ mm}$
Laius	$b=45 \text{ mm}$
Kõrgus	$h=240 \text{ mm}$



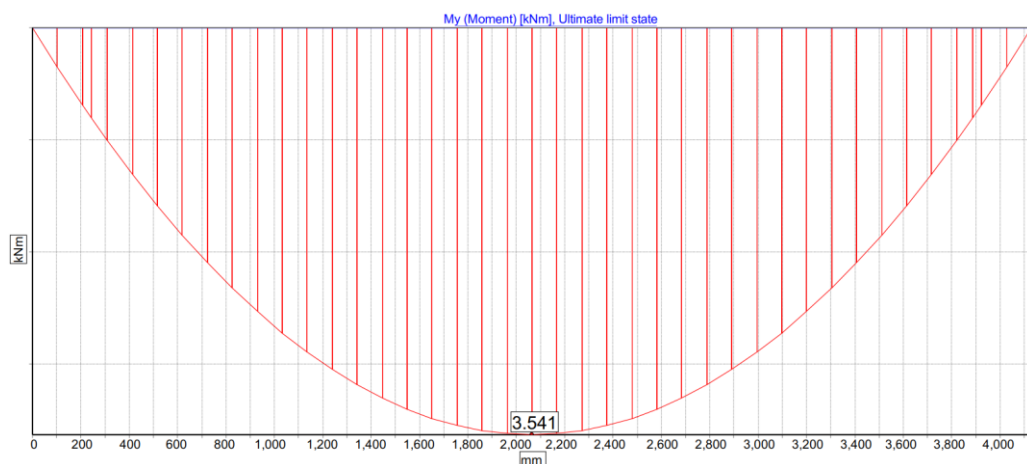
Joonis 2.11. Põrandatala arvutusskeem

Põrandatala arvutusskeemil toodud normatiivsed koormused on läbi korrutatud põrandatala sammuga 0,4 m.

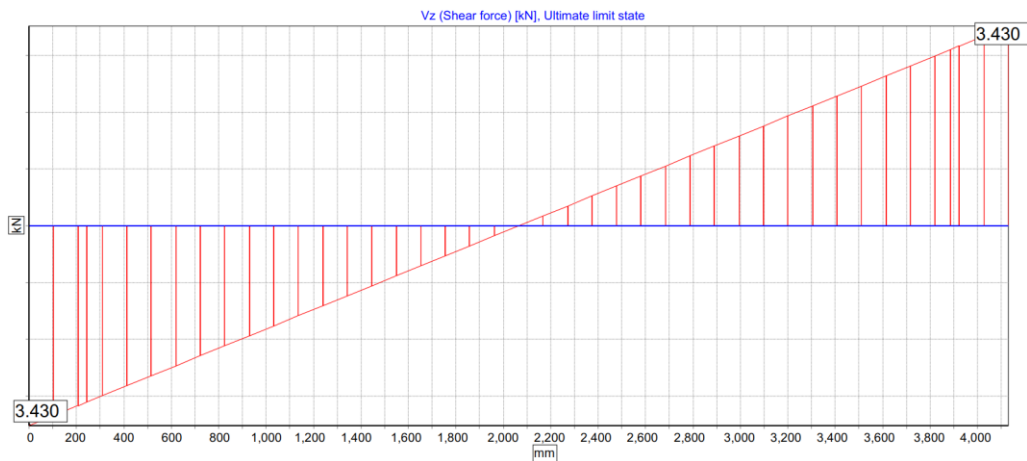
Põrandatalale mõjub koormusena omakaalukoormus ning kasuskoormus ning need on vaja läbi korrutada osavaruteguritega $\gamma_G = 1,2$ ja $\gamma_Q = 1,5$.

$$\gamma_{G,sup} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k = 1,2 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k$$

Arvutuslikust omakaalukoormusest ning kasuskoormusest tingitud sisejõudude epüürid on toodud joonistel 2.11 ja 2.12.



Joonis 2.11. Põrandatala sisejõud – paindemoment



Joonis 2.12. Põrandatala sisejõud – põikjõud

Vastavalt arvutuslikule koormusele elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y.d} = 3,54 \text{ kNm}$$

$$V_{z.d} = 3,43 \text{ kN}$$

Kontroll paindele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment:

$$W_{y.d} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{45 \cdot 240^2}{6} = 4,32 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendis mõjuv paindepinge:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{3,54 \cdot 10^6}{4,32 \cdot 10^5} = 8,20 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele:

Täidetud peab olema tingimus vastavalt valemile 2.9, sest selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Kuna laetalas ei esine paindemomenti z-telje suhtes ning survejõude, siis

$$\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0 \text{ ja } \frac{\sigma_{c.o.d}}{k_{c,y} \cdot f_{c.o.d}} = 0.$$

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \frac{8,20}{14,77} = 0,56 \leq 1$$

Kontroll põikjõule:

Arvutuslik nihketugevus:

$$f_{v.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{4}{1,3} = 2,46 \text{ MPa}$$

Efektiivne ristlõike laius võttes arvesse tegurit $k_{cr}=0,67$ saepuidu korral:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 45 = 30,2 \text{ mm}$$

Arvutuslik nihkepinge:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot V_{z.d}}{b_{ef} \cdot h} = \frac{1,5 \cdot 3,43 \cdot 10^3}{30,2 \cdot 240} = 0,71 \text{ MPa}$$

Kontroll nihkele vastavalt valemile 2.13:

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = \frac{0,71}{2,46} = 0,29 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Esimese korruse pörandaelement toetub 45x145 mm ristlõikega roovile, mis toetub omakorda 45x145 mm ristlõikega immutatud sidepuule, mis paigaldatakse vundamendi peale. Toetuse ulatus roovile on 55 mm. Pörandatala ja roovi kokkupuutepindala on suurendatud ühes suunas 30 mm.

Kokkupuutepindala talaga:

$$l_{tugi} = 55 \text{ mm}$$

$$a = 0 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l_{tugi} + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{array} \right\} = 55 + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ 0 + 30 \\ 0 + \frac{4020}{2} \end{array} \right\} = 55 + 30 = 85 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b \cdot l_{ef} = 45 \cdot 85 = 3825 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{V_{z.d}}{A_{ef}} = \frac{3,43 \cdot 10^3}{3825} = 0,90 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

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

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c,90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{0,90}{1 \cdot 1,54} = 0,58 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll läbipaindele:

1. kasutusklassi ja alalise koormuse puhul tegur $k_{def} = 0,6$.

1. kasutusklassi ja kasuskoormuse puhul tegur $\psi_2 = 0,3$.

Efektiivne tala pikkus:

$$l_{ef} = l - 2 \cdot l_{tugi} = 4130 - 2 \cdot 55 = 4020 \text{ mm}$$

Inertsimoment:

$$I_{ef} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{45 \cdot 240^3}{12} = 5,18 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Tala läbipaine arvestades ühikkoormust $g_k = 1 \text{ kN/m}$.

$$w_{inst.\ddot{u}k} = \frac{5 \cdot g_k \cdot l_{ef}^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I_{ef}} = \frac{5 \cdot 1 \cdot 4020^4}{384 \cdot 11000 \cdot 5,18 \cdot 10^7} = 5,96 \text{ mm}$$

Tala läbipaine arvestades talale mõjuvat alaliskoormust:

$$w_{fin.gk} = (w_{inst.\ddot{u}k} \cdot g_k) \cdot (1 + k_{def}) = (5,96 \cdot 0,384) \cdot (1 + 0,6) = 3,66 \text{ mm}$$

Tala läbipaine arvestades talale mõjuvat kasuskoormust:

$$w_{fin.qk} = (w_{inst.\ddot{u}k} \cdot q_k) \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = (5,96 \cdot 0,8) \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 5,63 \text{ mm}$$

Tala lõplik läbipaine:

$$w_{fin} = w_{fin.gk} + w_{fin.qk} = 3,66 + 5,63 = 9,29 \text{ mm}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{l}{300} = \frac{4130}{300} = 13,77 \text{ mm} > w_{fin} = 9,29 \text{ mm}$$

Läbipaine on lubatud piirides.

Kontroll vibratsioonile:

Põrandaelemendi peal paikneb FORESTIA P4 plaat, mis on kinnitatud naeltega ja liimiga. Andmed vibratsiooni arvutamiseks on toodud tabelis 2.14.

Tabel 2.14. Vibratsiooni arvutamise lähteandmed

Plaadi elastsusmoodul	$E_{m.mean} = 1600 \text{ N/mm}^2$
Plaadi laius	$b_{plaat} = 400 \text{ mm}$
Plaadi kõrgus	$h_{plaat} = 22 \text{ mm}$
Plaadi samm	$s_{plaat} = 400 \text{ mm}$
Plaadi tihedus	$\rho_{k.plaat} = 550 \text{ kg/m}^3$
Tala samm	$s_{tala} = 400 \text{ mm}$
Tala tihedus	$\rho_{k.tala} = 350 \text{ kg/m}^3$
Naela läbimõõt	$d = 3.1 \text{ mm}$
Kinnitite samm	$s_i = 150$
Põranda pikkus	$l = 4130 \text{ mm}$
Põranda laius	$b = 6000 \text{ mm}$

Elementide ristlõike pindalad:

$$A_{tala} = b \cdot h = 45 \cdot 240 = 10800 \text{ mm}^2$$

$$A_{plaat} = b_{plaat} \cdot h_{plaat} = 400 \cdot 22 = 8800 \text{ mm}^2$$

Elementide inertsimomendid:

$$I_{tala} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{45 \cdot 240^3}{12} = 5,18 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_{plaat} = \frac{b_{plaat} \cdot h_{plaat}^3}{12} = \frac{400 \cdot 22^3}{12} = 3,55 \cdot 10^5$$

Kahe elemendi normtihedus:

$$\rho_k = \sqrt{\rho_{k.plaat} \cdot \rho_{k.tala}} = \sqrt{550 \cdot 350} = 438,75 \text{ kg/m}^3$$

Liidete liugemoodul ehk hetkeline nihkemoodul ettepuurimiseta naelte korral:

$$K_{ser} = \rho_k^{1.5} \cdot \frac{d^{0.8}}{25} = 438,75^{1.5} \cdot \frac{3,1^{0.8}}{25} = 908,8 \text{ N/mm}^2$$

Kandepiirseisundi korral ühe nihkepinna hetkeline nihkemoodul:

$$K_u = \frac{2 \cdot K_{ser}}{3} = 605,87 \text{ N/mm}^2$$

Mehaaniliste liidete järeleandvust arvestav tegur kandepiirseisundis:

$$\gamma_i = \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i}{K_u \cdot l^2} \right)^{-1}$$

$$\gamma_1 = \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot E_{m.mean} \cdot A_{plaat} \cdot s_i}{K_u \cdot l^2} \right)^{-1} = \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot 1600 \cdot 8800 \cdot 150}{605,87 \cdot 4130^2} \right)^{-1} = 0,332$$

$$\gamma_2 = 1$$

Üksikelementide raskuskeskme kaugus liitristlõike raskuskeskmest:

$$a_2 = \frac{\gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot (h_1 + h_2)}{2 \cdot \sum_{i=1}^2 \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i}$$

$$a_{tala} = \frac{\gamma_1 \cdot E_{m.mean} \cdot A_{plaat} \cdot (h + h_{plaat})}{2 \cdot (\gamma_1 \cdot E_{m.mean} \cdot A_{plaat} + E_{mean} \cdot A_{tala})} = \frac{0,332 \cdot 1600 \cdot 8800 \cdot (240 + 22)}{2 \cdot (0,332 \cdot 1600 \cdot 800 + 11000 \cdot 10800)} = 4,95 \text{ mm}$$

$$a_{plaat} = \frac{(h_{plaat} + h)}{2} - a_{tala} = \frac{(22 + 240)}{2} - 4,95 = 126,05 \text{ mm}$$

Ristlõike arvutuslik paindejäikus [9]:

$$(EI)_{ef} = \sum_{i=1}^2 (E_i \cdot I_i + \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2)$$

$$(EI)_l = \left(\frac{E_{m.mean} \cdot I_{plaat}}{S_{plaat}} + \frac{E_{mean} \cdot I_{tala}}{S_{tala}} + \frac{\gamma_1 \cdot E_{m.mean} \cdot A_{plaat} \cdot a_{plaat}^2}{S_{plaat}} + \frac{E_{mean} \cdot A_{tala} \cdot a_{tala}^2}{S_{tala}} \right) = \left(\frac{1600 \cdot 3,55 \cdot 10^5}{400} + \frac{11000 \cdot 5,18 \cdot 10^7}{400} + \frac{0,332 \cdot 1600 \cdot 8800 \cdot 126,05^2}{400} + \frac{11000 \cdot 10800 \cdot 4,95^2}{400} \right) \cdot 10^{-3} = 1,62 \cdot 10^6 \text{ Nm}$$

Põranda ühikpinna mass arvestades kasuskoormuse puhul tegurit $\psi_2 = 0,3$.

$$m = g_k + \psi_2 \cdot q_k = (0,96 + 0,3 \cdot 2) \cdot 10^2 = 156 \text{ kg/m}^2$$

Põranda põhisagedus:

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2 \cdot 4,13^2} \cdot \sqrt{\frac{1,62 \cdot 10^6}{156}} = 9,38 \text{ Hz}$$

Vastavalt nõuetele peab f_1 väärtus olema suurem kui 8 Hz.

Plaadi arvutuslik paindejäikus:

$$(EI)_b = \left(\frac{E_{m.mean} \cdot I_{plaat}}{S_{plaat}} + \frac{\gamma_1 \cdot E_{m.mean} \cdot A_{plaat} \cdot a_{plaat}^2}{S_{plaat}} \right) \\ = \left(\frac{1600 \cdot 3,55 \cdot 10^5}{400} + \frac{0,332 \cdot 1600 \cdot 8800 \cdot 126,05^2}{400} \right) \cdot 10^{-3} = 1,87 \cdot 10^5 \text{ Nm}$$

Koondatud koormuse 1 kN poolt põhjustatud suurim põrandakonstruktsiooni läbipaine:

$$F = 1 \text{ kN}$$

$$k_\delta = \sqrt[4]{\frac{(EI)_b}{(EI)_l}} = \sqrt[4]{\frac{1,87 \cdot 10^5}{1,62 \cdot 10^6}} = 0,58$$

$$\delta = \min \left\{ \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot s_{tala} \cdot (EI)_l}, \frac{F \cdot l^2}{42 \cdot k_\delta \cdot (EI)_l} \right\} = \min \left\{ \frac{1 \cdot 4130^3}{48 \cdot 400 \cdot 1,62 \cdot 10^6}, \frac{1 \cdot 4130^2}{4 \cdot 0,70 \cdot 1,62 \cdot 10^6} \right\} = 0,43 \text{ mm}$$

Lubatud läbipaine:

$$\delta_{adm} \leq \begin{cases} 1 \text{ mm} - \text{kui } l \leq 2 \text{ m} \\ (1,25 - 0,125 \cdot l) - \text{kui } 2 \text{ m} < l < 6 \text{ m} \\ 0,5 \text{ mm} - \text{kui } l \geq 6 \text{ m} \end{cases} = \begin{cases} 1 \\ (1,25 - 0,125 \cdot 4,13) \\ 0,5 \end{cases} = 0,73 \text{ mm}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{\delta}{\delta_{adm}} = \frac{0,43}{0,73} = 0,59$$

Läbipaine koondatud koormuse 1 kN poolt on lubatud piirides.

Võnkeperioodide arv:

$$n_{40} = \left\{ \left(\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right) \cdot \left(\frac{b}{l} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right\}^{0,25} = \left\{ \left(\left(\frac{40}{9,38} \right)^2 - 1 \right) \cdot \left(\frac{6,13}{4,13} \right)^4 \cdot \frac{1,62 \cdot 10^6}{1,87 \cdot 10^5} \right\}^{0,25} = 5,33$$

Ühikimpulsi kiirusvaste:

$$v = \frac{4 \cdot (0,4 + 0,6 \cdot n_{40})}{m \cdot b \cdot l + 200} = \frac{4 \cdot (0,6 + 0,6 \cdot 5,33)}{156 \cdot 6,13 \cdot 4,13 + 200} = 0,003$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$v \leq b^{(f_1 \cdot \xi - 1)}$$

Arvestades, et sumbuvaltegur $\xi = 1$:

$$b^{(f_1 \cdot \xi - 1)} = 45^{(9,38 \cdot 0,1 - 1)} = 0,032$$

Kontroll:

$$\frac{\nu}{b(f_1 \xi - 1)} = \frac{0,003}{0,032} = 0,11 \leq 1$$

Põrandataala dimensioneerimisel sai määravaks vibratsiooni arvutus.

2.3.4. Sein

Esimese korruse kandva seina postide kandevõime arvutamisel on välja toodud postide arvutuskäik. Post töötab koormamisel surveolukorras.

Esimese korruse kandva seina postid on valmistatud C24 saepuidust ristlõikega 95x95 mm ning paiknevad sammuga 400 mm. Lisaks ülemiste korruste koormustele esineb seinas ka punktkoormus sarika tugede 2 ja 3 all, mis tuleneb katusesarikate omakaalust ning lumekoormusest. Punktkoormusega osas toe 2 all on kasutusel GL24h liimpuidust post ristlõikega 95x220 mm ning toe 3 all on kasutusel C24 saepuidust post ristlõikega 95x145 mm. Postide gabariidid on toodud tabelites 2.14 ja 2.15.

Konstruksiooni kasutusklass on 1, koormuse kestust ja niiskusesisalduse mõju arvestav modifikatsioonitegur $k_{mod}=0,8$, saepuidu osavarutegur $\gamma_M=1,3$ ning liimpuidu osavarutegur $\gamma_{M,gl}=1,25$.

Töös tuuakse välja kandevõimekontroll surve- ja paindeolukorras ning teostatakse kontroll seina alumise vöö muljumisele. Kandepiir seisundis teostatakse kontroll läbipaindele.

Tabel 2.14. Esimese korruse kandva seina posti gabariidid

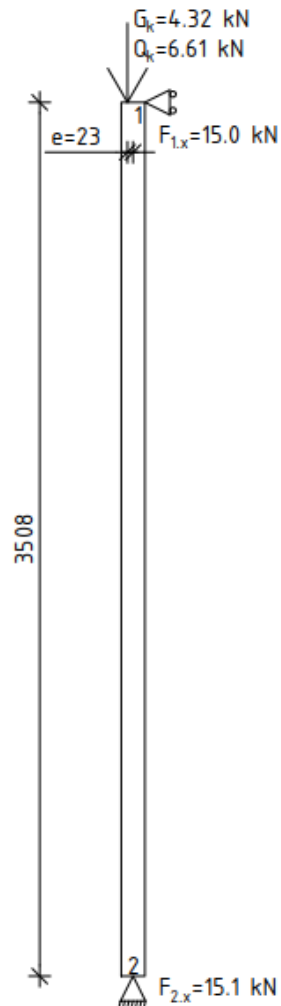
Pikkus	l=3508 mm
Laius	b=95 mm
Kõrgus	h=95/145 mm

Tabel 2.15. Esimese korruse kandva seina liimpuitposti gabariidid

Pikkus	l=3508 mm
Laius	b=220 mm
Kõrgus	h=95 mm

Posti arvutus arvestamata katusest tulenevat punktkoormust:

Esimese korruse seinale mõjub kasuskoormus, koormus ülemiste korruste seintest ning pooltest lagedest ja põrandatest (joonis 2.13).



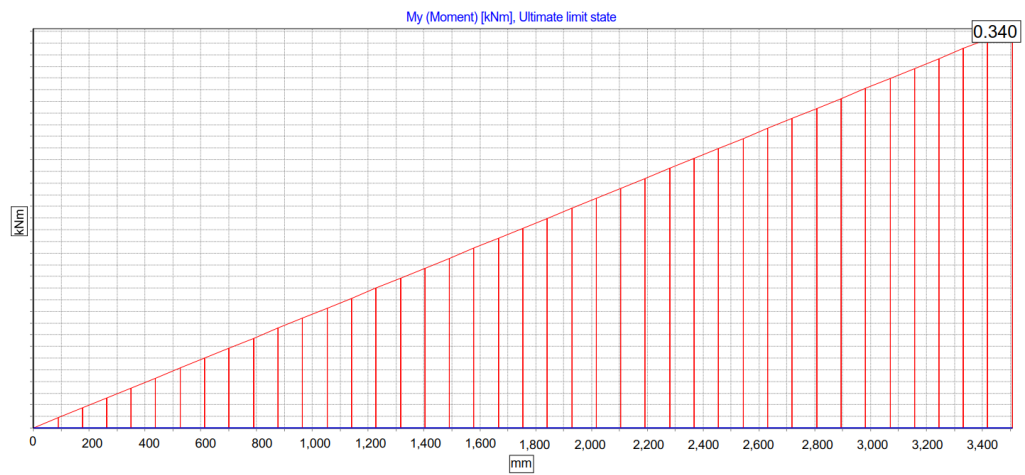
Joonis 2.13. 95x95 mm posti arvutusskeem

Kandva seina posti arvutusskeemil välja toodud normatiivsed punktkoormused on saadud joonkoormuste korrutamisest posti sammuga 0,4 m.

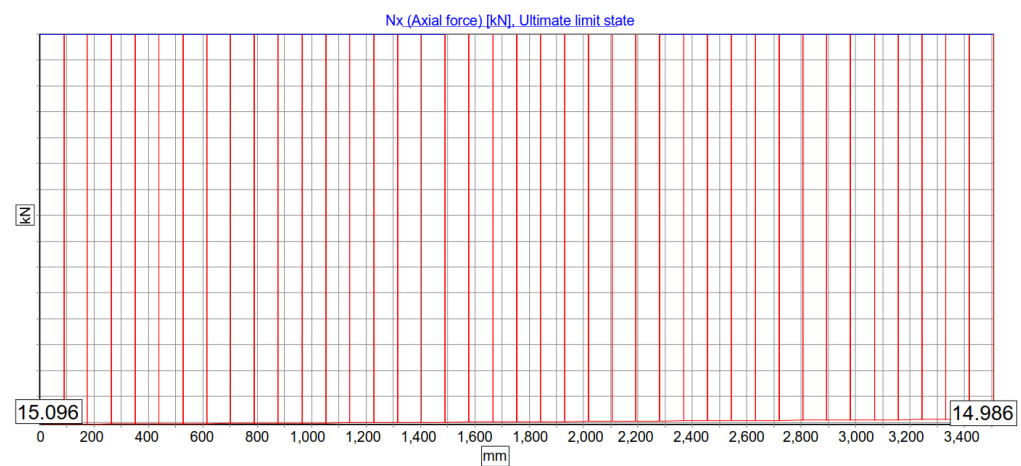
Seinale mõjub koormusena omakaalukoormus ning kasuskoormus ning need on vaja läbi korrutada osavaruteguritega $\gamma_G = 1,2$ ja $\gamma_Q = 1,5$.

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k$$

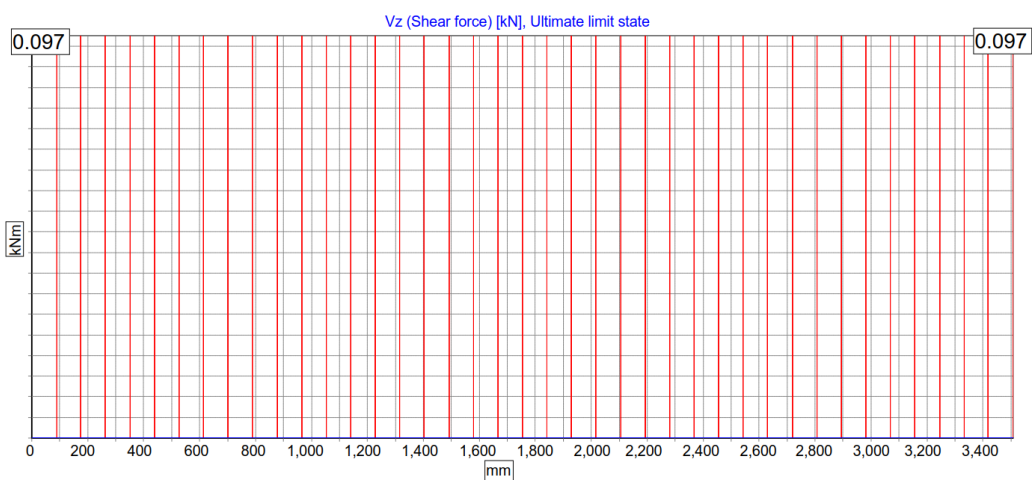
Arvutuslikust omakaalukoormusest ning kasuskoormusest tulenevad sisejõudude epüürid on toodud joonistel 2.14, 2.15 ja 2.16.



Joonis 2.14. 95x95 mm seina posti sisejõud – paindemoment



Joonis 2.15. 95x95 mm seina posti sisejõud – pikijõud



Joonis 2.16 95x95 mm seina posti sisejõud – põikjõud

Vastavalt arvutuslikule koormusele elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y,d} = 0,340 \text{ kNm}$$

$$N_{x,d} = 15,1 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = 0,097 \text{ kN}$$

Koormuste ekstsentrilisuseks on võetud $e_y = 23 \text{ mm}$. Ekstsentrilisus y -telje sihis tuleneb lae asetusest seinale peal (vt. sõlme joonist lisa 2 leheküljel 56).

Kandevõime kontroll:

Inertsiraadiuste leidmine:

$$A = b \cdot h = 95 \cdot 95 = 9025 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{95 \cdot 95^3}{12} = 6,79 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{6,79 \cdot 10^6}{9025}} = 27,42 \text{ mm}$$

Suhteliste saleduste leidmine:

$$l_{ef,y} = l = 3508 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3508}{27,42} = 127,92$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{127,92}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^3}{7400 \cdot 10^3}} = 2,17$$

Elemendi sirgust arvestav tegur saepuidu korral $\beta_c = 0,2$

Ebastabiilsust arvestavad tegurid:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,17 - 0,3) + 2,17^2) = 3,04$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{3,04 + \sqrt{3,04^2 - 2,17^2}} = 0,194$$

Posti kandevõime:

$$R_{c,0,d} = k_{c,y} \cdot \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} \cdot b \cdot h = \left(0,194 \cdot \frac{0,8 \cdot 21}{1,3} \cdot 95 \cdot 95\right) \cdot 10^{-3} = 22,6 \text{ kN}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{N_{x,d}}{R_{c,0,d}} = \frac{15,1}{22,6} = 0,67 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll survele ja paindele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes:

$$W_{y.d} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{95 \cdot 95^2}{6} = 1,43 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{0,34 \cdot 10^6}{1,43 \cdot 10^5} = 2,38 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.0.d} = \frac{N_{x.d}}{b \cdot h} = \frac{15,1 \cdot 10^3}{95 \cdot 95} = 1,67 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele koos survega:

Täidetud peavad olema tingimused 2.11 ja 2.12. Saledust ei arvestata.

Kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.11, kuna selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Postis ei esine z-telje suhtes paindemomenti ning selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \left(\frac{1,67}{12,92}\right)^2 + \frac{2,38}{14,77} = 0,18 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Esimese korruse seina post toetub 45x95 mm ristlõikega alumisele vööle, mis toetub omakorda pörandaelemendi peal asuvale FORESTIA P4 plaadile. Toetuse ulatus alumisele vööle on 95 mm. Posti ja alumise vöö kokkupuutepinda on suurendatud kahes suunas 60 mm.

Kokkupuutepindala vööga:

$$b_{tugi} = 95 \text{ mm}$$

$$a = 305 \text{ mm}$$

$$b_{ef} = b_{tugi} + \min \begin{cases} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{cases} = 95 + \min \begin{cases} 2 \cdot 30 \\ 305 + 30 \\ 305 + \frac{305}{2} \end{cases} = 95 + 60 = 155 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = h \cdot b_{ef} = 95 \cdot 155 = 14725 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{N_{x.d}}{A_{ef}} = \frac{15,1 \cdot 10^3}{14725} = 1,03 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

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

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c.90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = \frac{1,03}{1 \cdot 1,54} = 0,67 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll läbipaindele:

1. kasutusklassi ja alalise koormuse puhul tegur $k_{def} = 0,6$.

Posti läbipaine arvestades põikjõudu:

$$w_{inst} = \frac{V_{z.d} \cdot l_{ef}^3}{48 \cdot E_{mean} \cdot I_{ef}} = \frac{0,1 \cdot 10^3 \cdot 3508^3}{48 \cdot 11000 \cdot 6,79 \cdot 10^6} = 1,17 \text{ mm}$$

Posti lõplik läbipaine:

$$w_{fin} = w_{inst} \cdot (1 + k_{def}) = 1,17 \cdot (1 + 0,6) = 1,87 \text{ mm}$$

Täidetud peab olema tingimus:

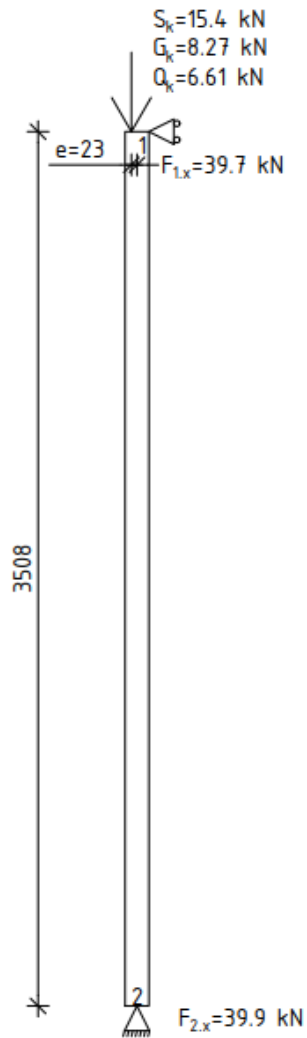
$$\frac{l_{ef}}{300} = \frac{3508}{300} = 11,69 \text{ mm} > w_{fin} = 1,87 \text{ mm}$$

Läbipaine on lubatud piirides.

95x95 mm posti dimensioneerimisel sai määravaks alumise vöö muljumise arvutus.

Posti arvutus arvestades katusest tulenevat punktkoormust sarika toe 2 all:

Esimese korruse seinale sarika toest 2 tulenevas punktkoormusega osas mõjub kasuskoormus, koormus ülemiste korruste seintest ning pooltest lagedest ja põrandatest, sarika omakaalukoormus ning lumekoormus (joonis 2.17).



Joonis 2.17. 95x220 mm liimpuidust posti arvutusskeem

Kandva seina posti arvutusskeemil välja toodud normatiivsed punktkoormused on saadud joonkoormuste korrutamisest posti sammuga 0,4 m.

Punktkoormusega osas on vaja arvestada koormuskombinatsioonidega:

KK 1 – omakaal

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k = 1,35 \cdot G_k$$

KK 2 – omakaal + domineeriv kasuskoormus

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k$$

KK 3 – omakaal + domineeriv kasuskoormus + mittedomineeriv lumekoormus

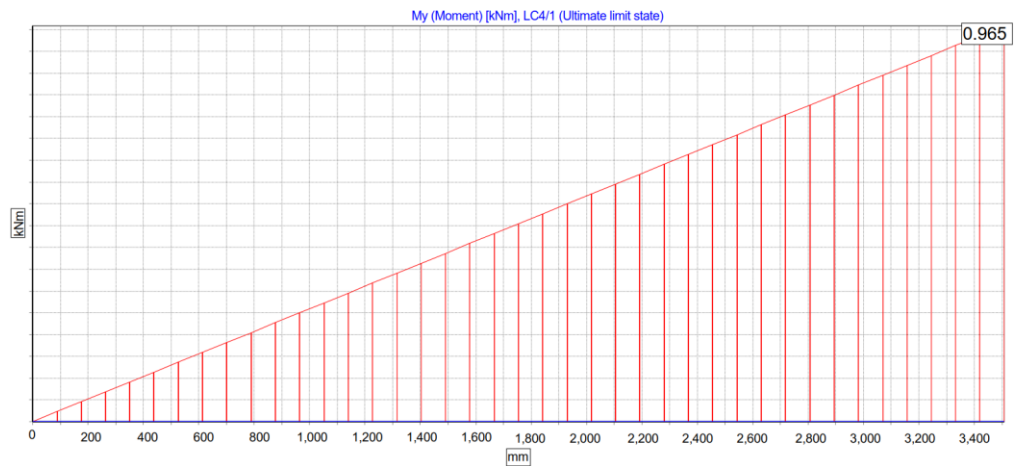
$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} S_k = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S_k$$

KK 4 – omakaal + mittedomineeriv kasuskoormus + domineeriv lumekoormus

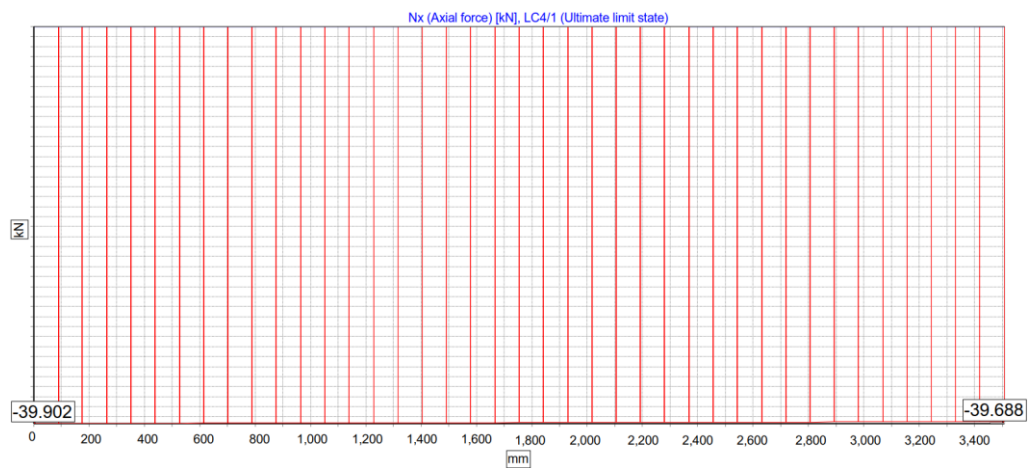
$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_k + \gamma_{Q,i} \cdot S_k = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_k + 1,5 \cdot S_k$$

Kõige kriitilisemaks osutus koormuskombinatsioon KK-4.

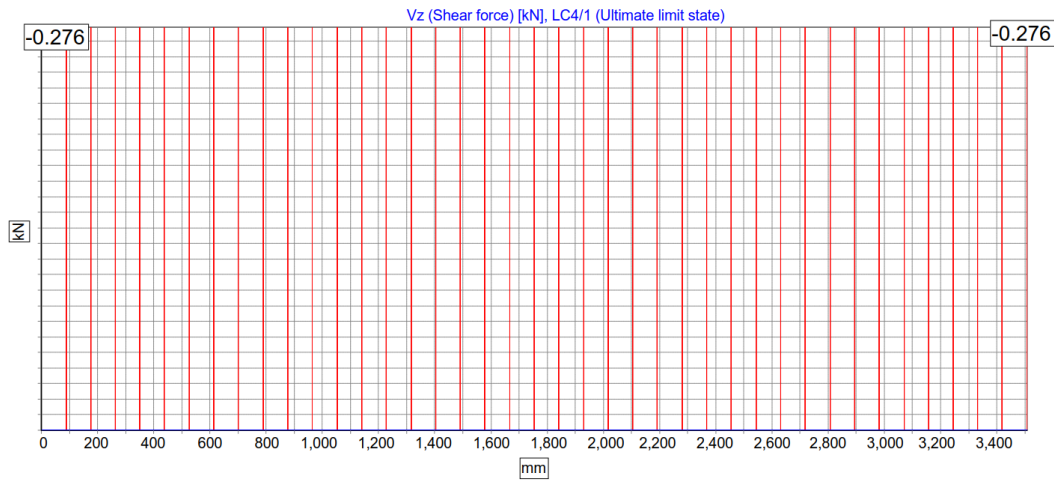
Koormuskombinatsioonist 4 tulenevad sisejõudude epüürid on toodud joonistel 2.18, 2.19 ja 2.20.



Joonis 2.18. 95x220 mm liimpuidust seina posti koormuskombinatsioon 4 – paindemoment



Joonis 2.19. 95x220 mm liimpuidust seina posti koormuskombinatsioon 4 – pikijõud



Joonis 2.20. 95x220 mm liimpuidust seina posti koormuskombinatsioon 4 – põikjõud

Vastavalt arvutuslikule koormusele elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y,d} = 0,965 \text{ kNm}$$

$$N_{x,d} = 39,9 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = 0,276 \text{ kN}$$

Koormuste ekstsentrilisuseks on võetud $e_y = 23 \text{ mm}$.

Liimpuitposti kandevõime kontroll:

Inertsiraadiuste leidmine:

$$A = b \cdot h = 220 \cdot 95 = 20900 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{220 \cdot 95^3}{12} = 1,57 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1,57 \cdot 10^7}{20900}} = 27,42 \text{ mm}$$

Suhteliste saleduste leidmine:

$$l_{ef,y} = l = 3508 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3508}{27,42} = 127,92$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{127,92}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^3}{7400 \cdot 10^3}} = 2,32$$

Elemendi sirgust arvestav tegur liimpuidu korral $\beta_c = 0,1$

Ebastabiilsust arvestavad tegurid:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (2,32 - 0,3) + 2,32^2) = 3,29$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{3,29 + \sqrt{3,29^2 - 2,32^2}} = 0,178$$

Posti kandevõime:

$$R_{c,0,d} = k_{c,y} \cdot \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} \cdot b \cdot h = \left(0,178 \cdot \frac{0,8 \cdot 24}{1,25} \cdot 220 \cdot 95\right) \cdot 10^{-3} = 57,1 \text{ kN}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{N_{x,d}}{R_{c,0,d}} = \frac{39,9}{57,1} = 0,70 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll survele ja paindele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes:

$$W_{y,d} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{220 \cdot 95^2}{6} = 3,31 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_{y,d}} = \frac{0,97 \cdot 10^6}{3,31 \cdot 10^5} = 2,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{x,d}}{b \cdot h} = \frac{39,9 \cdot 10^3}{220 \cdot 95} = 1,91 \text{ MPa}$$

Arvutuslikud surve- ja paindetugevused pikikiudu:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,d}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele koos survega:

Täidetud peavad olema tingimused 2.11 ja 2.12. Saledust ei arvestata.

Kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.11, kuna selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Postis ei esine z-telje suhtes paindemomenti ning selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \left(\frac{1,91}{15,36}\right)^2 + \frac{2,92}{15,36} = 0,21 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Esimese korruse seina post katusesarika toest 2 tuleneva punktkoormusega osas toetub 45x95 mm ristlõikega alumisele vööle, mis toetub omakorda põrandaelemendi peal asuvale FORESTIA P4 plaadile. Toetuse ulatus alumisele vööle on 220 mm. Posti ja alumise vöö kokkupuutepinda on suurendatud kahes suunas 60 mm.

Kokkupuutepindala vööga:

$$b_{tugi} = 220 \text{ mm}$$

$$a = 305 \text{ mm}$$

$$b_{ef} = b_{tugi} + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{array} \right\} = 220 + \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot 30 \\ 305 + 30 \\ 305 + \frac{305}{2} \end{array} \right\} = 220 + 60 = 280 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = h \cdot b_{ef} = 95 \cdot 280 = 26600 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{N_{x.d}}{A_{ef}} = \frac{39,9 \cdot 10^3}{26600} = 1,50 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

$$f_{c.90.d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,5}{1,25} = 1,60 \text{ MPa}$$

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c.90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = \frac{1,50}{1 \cdot 1,6} = 0,98 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll läbipaindele:

1. kasutusklassi ja alalise koormuse puhul tegur $k_{def} = 0,6$.

Posti läbipaine arvestades põikjõudu:

$$w_{inst} = \frac{V_{z.d} \cdot l_{ef}^3}{48 \cdot E_{mean} \cdot I_{ef}} = \frac{0,28 \cdot 10^3 \cdot 3508^3}{48 \cdot 11500 \cdot 1,57 \cdot 10^6} = 1,37 \text{ mm}$$

Posti lõplik läbipaine:

$$w_{fin} = w_{inst} \cdot (1 + k_{def}) = 1,37 \cdot (1 + 0,6) = 2,19 \text{ mm}$$

Täidetud peab olema tingimus:

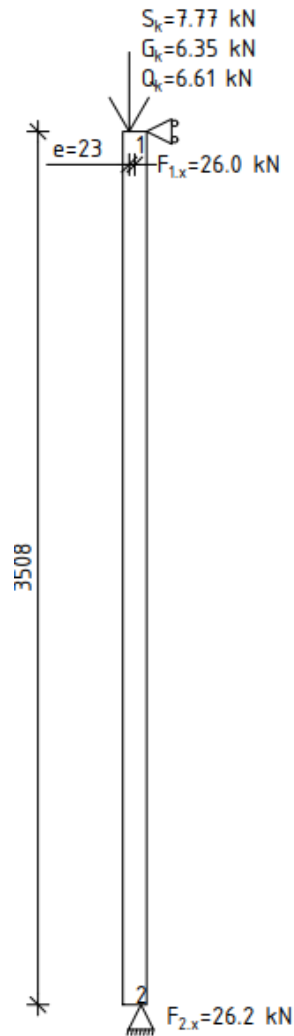
$$\frac{l_{ef}}{300} = \frac{3508}{300} = 11,69 \text{ mm} > w_{fin} = 2,19 \text{ mm}$$

Läbipaine on lubatud piirides.

95x220 liimpuidust posti dimensioneerimisel sai määravaks alumise vöö muljumise arvutus.

Posti arvutus arvestades katusest tulenevat punktkoormust sarika toe 3 all:

Esimese korruse seinale sarika toest 3 tulenevas punktkoormusega osas mõjub kasuskoormus, koormus ülemiste korruste seintest ning pooltest lagedest ja põrandatest, sarika omakaalu koormus ning lumekoormus (joonis 2.21).



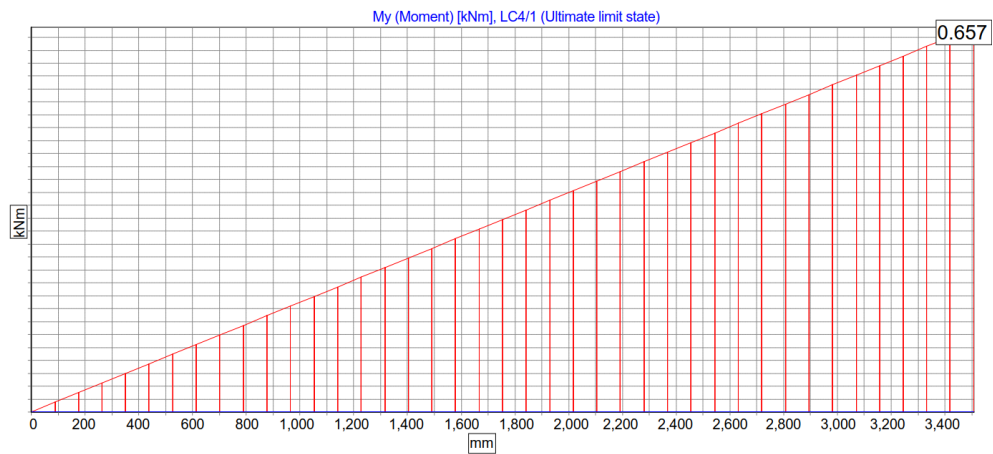
Joonis 2.21. 95x145 mm posti arvutusskeem

Kandva seina posti arvutusskeemil välja toodud normatiivsed punktkoormused on saadud joonkoormuste korrutamisest posti sammuga 0,4 m.

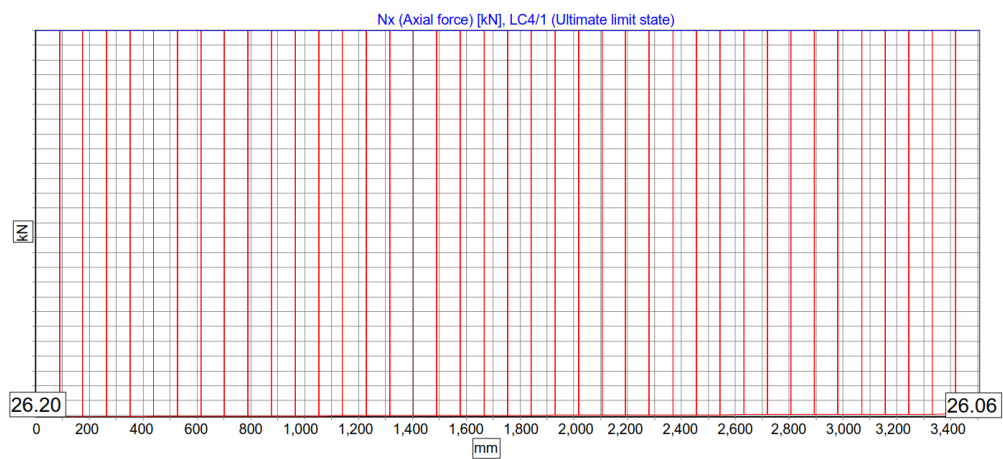
Kõige kriitilisemaks osutus koormuskombinatsioon KK-4:

$$\gamma_{G,sup} \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_k + \gamma_{Q,i} \cdot S_k = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_k + 1,5 \cdot S_k$$

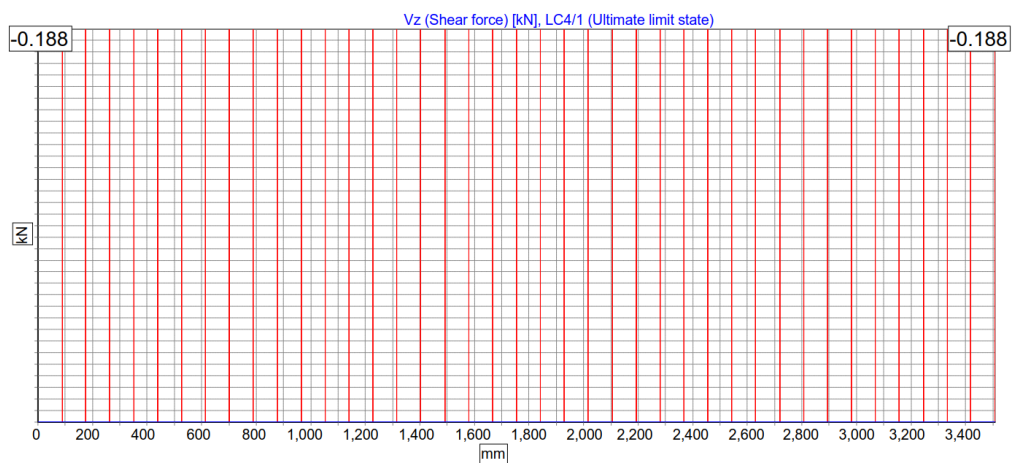
Koormuskombinatsioonist 4 tulenevad sisejõudude epüürid on toodud joonistel 2.22, 2.23 ja 2.24.



Joonis 2.22. 95x145 mm seina posti koormuskombinatsioon 4 – paindemoment



Joonis 2.23. 95x145 mm seina posti koormuskombinatsioon 4 – pikijõud



Joonis 2.24. 95x145 mm seina posti koormuskombinatsioon 4 – pöikjõud

Vastavalt arvutuslikule koormusele elemendis mõjuvad jõud:

$$M_{y,d} = 0,657 \text{ kNm}$$

$$N_{x.d} = 26,2 \text{ kN}$$

$$V_{z.d} = 0,188 \text{ kN}$$

Koormuste ekstsentrilisuseks on võetud $e_y = 23 \text{ mm}$.

Kandevõime kontroll:

Inertsiraadiuste leidmine:

$$A = b \cdot h = 145 \cdot 95 = 13775 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{220 \cdot 95^3}{12} = 1,04 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1,04 \cdot 10^7}{13775}} = 27,42 \text{ mm}$$

Suhteliste saleduste leidmine:

$$l_{ef,y} = l = 3508 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3508}{27,42} = 127,92$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{127,92}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \cdot 10^3}{7400 \cdot 10^3}} = 2,17$$

Elemendi sirgust arvestav tegur saepuidu korral $\beta_c = 0,2$

Ebastabiilsust arvestavad tegurid:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (2,17 - 0,3) + 2,17^2) = 3,04$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{3,04 + \sqrt{3,04^2 - 2,17^2}} = 0,194$$

Posti kandevõime:

$$R_{c,0.d} = k_{c,y} \cdot \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} \cdot b \cdot h = \left(0,194 \cdot \frac{0,8 \cdot 21}{1,3} \cdot 145 \cdot 95\right) \cdot 10^{-3} = 34,5 \text{ kN}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{N_{x.d}}{R_{c,0.d}} = \frac{26,2}{34,5} = 0,76 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll survele ja paindele:

Ristlõike arvutuslik vastupanumoment y-telje suhtes:

$$W_{y.d} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{145 \cdot 95^2}{6} = 2,18 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Elemendile mõjuvad pinged:

$$\sigma_{m.y.d} = \frac{M_{y.d}}{W_{y.d}} = \frac{0,66 \cdot 10^6}{2,18 \cdot 10^5} = 3,01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.0.d} = \frac{N_{x.d}}{b \cdot h} = \frac{26,2 \cdot 10^3}{145 \cdot 95} = 1,90 \text{ MPa}$$

Kontroll paindele koos survega:

Täidetud peavad olema tingimused 2.11 ja 2.12. Saledust ei arvestata.

Kontroll teostatakse vastavalt valemile 2.11, kuna selle valemi järgi on olukord kriitilisem. Postis ei esine z-telje suhtes paindemomenti ning selle tõttu $\frac{\sigma_{m.z.d}}{f_{m.z.d}} = 0$.

$$\left(\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.y.d}} = \left(\frac{1,90}{12,92}\right)^2 + \frac{3,01}{14,77} = 0,23 \leq 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll muljumisele:

Esimese korruse seina post katusesarika toest 3 tuleneva punktkoormusega osas toetub 45x95 mm ristlõikega alumisele vööle, mis toetub omakorda pörandaelemendi peal asuvale FORESTIA P4 plaadile. Toetuse ulatus alumisele vööle on 145 mm. Posti ja alumise vöö kokkupuutepinda on suurendatud kahes suunas 60 mm.

Kokkupuutepindala talaga:

$$b_{tugi} = 145 \text{ mm}$$

$$a = 305 \text{ mm}$$

$$b_{ef} = b_{tugi} + \min \begin{cases} 2 \cdot 30 \\ a + 30 \\ a + \frac{l_1}{2} \end{cases} = 145 + \min \begin{cases} 2 \cdot 30 \\ 305 + 30 \\ 305 + \frac{305}{2} \end{cases} = 145 + 60 = 205 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = h \cdot b_{ef} = 95 \cdot 205 = 19475 \text{ mm}^2$$

Elemendile mõjuv survepinge:

$$\sigma_{c.90.d} = \frac{N_{x.d}}{A_{ef}} = \frac{26,2 \cdot 10^3}{19475} = 1,35 \text{ MPa}$$

Elemendi survetugevus ristikiudu:

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

Kontroll muljumisele vastavalt valemile 2.14:

Koormuse konfiguratsiooni, lõhestumisvõimalust ning survedeformatsioonide astet arvestav tegur $k_{c.90} = 1$.

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = \frac{1,35}{1 \cdot 1,5} = 0,87 < 1$$

Kandevõime on tagatud.

Kontroll läbipaindele:

1. kasutusklassi ja alalise koormuse puhul tegur $k_{def} = 0,6$.

Posti läbipaine arvestades põikjõudu:

$$w_{inst} = \frac{V_{z.d} \cdot l_{ef}^3}{48 \cdot E_{mean} \cdot I_{ef}} = \frac{0,19 \cdot 10^3 \cdot 3508^3}{48 \cdot 11000 \cdot 1,04 \cdot 10^6} = 1,48 \text{ mm}$$

Posti lõplik läbipaine:

$$w_{fin} = w_{inst} \cdot (1 + k_{def}) = 1,48 \cdot (1 + 0,6) = 2,37 \text{ mm}$$

Täidetud peab olema tingimus:

$$\frac{l_{ef}}{300} = \frac{3508}{300} = 11,69 \text{ mm} > w_{fin} = 2,37 \text{ mm}$$

Läbipaine on lubatud piirides.

95x145 mm posti dimensioneerimisel sai määravaks alumise vöö muljumise arvutus.

KOKKUVÕTE

Magistritöö tulemusena koostati Rootsis, Stockholmi läänes, Järfälla vallas, Flyginfarteni teel 14 asuva planeeritava hotelli osaline konstruktiivne töö- ja põhiprojekt koos konstruktiivsete joonistega. Töös on käsitletud tellija nõudmisi, rootsi standardite nõudeid ja konstruktsioonide tugevusarvutusi.

Hoone konstruktsioonide arvutamisel ja tüüpmoduli T1-1 projekteerimisel on arvestatud tellija soovidega ning arhitekti joonistega. Hoone põhimahu moodustab igas moodulis paiknev korter.

Hotelli tugevusarvutuste teostamisel lahendati hoone katusekandjad, tüüpmoduli T1-1 kandvad seinad, põrand ja lagi ning joonestati vastavad sõlmlahendused. Arvutuste tulemusena kasutatakse sarikataladena C24 sõrmjätkatud saepuitu ristlõikega 240x45 mm, põrandataladena C24 saepuitu ristlõikega 240x45 mm, laetaladena C24 saepuitu ristlõikega 145x45 mm, esimese korruse kandvate seinte postidena C24 saepuitu ristlõikega 95x95 mm ning seinale mõjuva punktkoormusega osas GL24H liimpuitu ristlõikega 220x95 mm ning C24 saepuitu ristlõikega 145x95 mm.

Magistritöö lisas 1 on esitatud hoone elementide omakaalukoormused tabelarvutuse kujul. Lisas 2 on toodud hoone vundamendi plaan koos koormustega, konstruktiivsed plaanid, lõiked ja vaated, hoone sõlmlahendused ja konstruktsioonitüübid ning tüüpmoduli T1-1 tootmisjoonised. Magistritöö lisas 3 on toodud moduli T1-1 tootmiseks vajalike materjalide üldkokkuvõte.

Käesolev magistritöö omab praktilist väärtust, sest leping hoone ehitamiseks on sõlmitud ning esimesed moodulid on toodetud lõputöö esitamise ajaks.

ABSTRACT

As a result of this master's thesis, detailed and technical design was created for Hotel Säby, which is located in Sweden, Stockholm, Järfälla, Flyginfarten 14. The paper deals with the requirements from client, Swedish standards and structural calculations.

Structural calculations and module type T1-1 are in accordance with client's requirements and architectural drawings. The building is mainly composed of flats, which are situated in almost every module.

During the structural calculations roof rafters and module type T1-1 load bearing walls, floor and ceiling have been solved and detail drawings have been formed. As a result of the calculation roof rafters are made of C24 finger-jointed sawn timber with a cross section of 240x45 mm, floor beams are made of C24 sawn timber with a cross section of 240x45 mm, ceiling beams are made of C24 sawn timber with a cross section of 145x45 mm, load bearing wall posts are made of C24 sawn timber with a cross section of 95x95 mm and load bearing wall posts with additional point loads from roof are made of GL24H gluelam with a cross section of 220x95 mm and C24 sawn timber with a cross section of 145x95 mm.

The self weight calculations of the building are presented in annex 1. Foundation plan with loads, constructive plans, sections and elevations, detail drawings of the building, construction types and production drawings of the module type T1-1 can be found in annex 2 of the master's thesis. The specification of all materials needed to build module type T1-1 are presented in annex 3 of the master's thesis.

This master's thesis has a practical value since the contract for hotel Säby has been signed and first modules have been produced by the time this paper is handed over.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Boverkets byggregel. BBR 28 – BFS 2011:6+BFS 2019:2. Stockholm: Boverket, 2011.
- [2] Transportstyrelsens allmänna råd om undantag för färd med breda fordon. TSFS 2009:64. Stockholm: Transportstyrelsen, 2009.
- [3] BFS 2015:6. EKS 10. Boverkets konstruktionsregel. Stockholm: Boverket, 2015.
- [4] Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002., Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2002.
- [5] Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus. EVS-EN 1991-1-3:2006+A1:2016+NA:2016., Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2016.
- [6] Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007., Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2007.
- [7] Eurokoodeks 5: Puitkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldist. Üldreeglid ja reeglid hoonete projekteerimiseks. EVS-EN 1995-1-1:2005+A1+NA+A2., Tallinn: Eesti Standardikeskus, 2014.
- [8] T. Masso, Ehituskonstruktori käsiraamat, Tallinn: Ehitame, 2014.
- [9] E.-J. Just, K. Õiger, A. Just, Puit- ja puidupõhised konstruktsioonid, Tallinn: TTÜ kirjastus, 2018.

LISAD

Lisa 1. Konstruksioonide omakaalukoormused

EW-1 (1-2 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
Min. vill 035	50	1000	1000	20	1,00
Lisakarkass 45x45	45	45	400	470	2,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	200	1000	1000	20	4,00
Karkass 45x195	195	45	400	470	10,31
Tuuletõkkekips	9,5	1000	1000	1150	10,93
Roov 30x70	30	70	400	470	2,47
StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohvi	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					81,30

EW-2 (1-2 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x95	95	45	400	470	5,02
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Kivivill	200	1000	1000	100	20,00
Roov 30x95	30	95	400	470	3,35
StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohvi	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					80,59

EW-1 (3-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
Min. vill 035	50	1000	1000	20	1,00
Lisakarkass 45x45	45	45	600	470	1,59
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	200	1000	1000	20	4,00
Karkass 45x195	195	45	600	470	6,87
Tuuletõkkekips	9,5	1000	1000	1150	10,93

Roov 30x70	30	70	600	470	1,65
StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohv	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					76,25

EW-2 (3-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x95	95	45	600	470	3,35
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Kivivill	200	1000	1000	100	20,00
Roov 30x95	30	95	600	470	2,23
StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohv	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					77,80

AW-1					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Karkass 45x195	195	45	600	470	6,87
Tuuletõkkekips	9,5	1000	1000	1150	10,93
Roov 30x70	30	70	600	470	1,65
StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohv	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					69,66

AW-2					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Karkass 45x95	95	45	600	470	3,35
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Kivivill	200	1000	1000	100	20,00
Roov 30x95	30	95	600	470	2,23

StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohv	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					81,38

AW-3					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m³)	kaal (kg/m²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x95	95	45	600	470	3,35
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Kivivill	200	1000	1000	100	20,00
Roov 30x95	30	95	600	470	2,23
StoVentec fas. plaat	12	1000	1000	500	6,00
Krohv	7	1000	1000	2000	14,00
Kokku					83,38

AW-04					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m³)	kaal (kg/m²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x95	95	45	600	470	3,35
Tuuletõkkekips	9,5	1000	1000	1150	10,93
Kokku					46,49

AW-05					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m³)	kaal (kg/m²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x95	95	45	600	470	3,35
Tuuletõkkekips	9,5	1000	1000	1150	10,93
Roov	28	45	600	470	0,99
OSB-3	12	1000	1000	620	7,44
Kokku					54,92

SW-01 pool seina (1. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 95x95	95	95	400	470	6,70
Kokku					38,92

SW-02 pool seina (1. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	75	1000	1000	20	1,50
Karkass 70x95	70	95	400	470	4,94
Kokku					36,66

SW-03 pool seina (1. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 95x95	95	95	400	470	6,70
Kokku					63,03

SW-04 pool seina (1. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	75	1000	1000	20	1,50
Karkass 70x95	70	95	400	470	4,94
Kokku					60,77

SW-01 pool seina (2. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 95x70	95	70	400	470	5,02
Kokku					37,24

SW-02 pool seina (2. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	75	1000	1000	20	1,50
Karkass 70x70	70	70	400	470	3,70
Kokku					35,42

SW-03 pool seina (2. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 95x70	95	70	400	470	5,02
Kokku					61,35

SW-04 pool seina (2. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	75	1000	1000	20	1,50
Karkass 70x70	70	70	400	470	3,70
Kokku					59,53

SW-01 pool seina (3-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 95x45	95	45	600	470	3,35
Kokku					35,57

SW-02 pool seina (3-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
GFL kipsplaat	15,4	1000	1000	800	12,32
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	75	1000	1000	20	1,50
Karkass 70x45	70	45	600	470	2,47
Kokku					34,19

SW-03 pool seina (3-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 95x45	95	45	600	470	3,35
Kokku					59,68

SW-04 pool seina (3-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
OSB-3	9	1000	1000	620	5,58
Min. vill 035	75	1000	1000	20	1,50
Karkass 70x45	70	45	600	470	2,47
Kokku					58,30

FE-01 (1. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m³)	kaal (kg/m²)
Parkett	7	1000	1000	500	3,50
Kipsplaat GF	15	1000	1000	850	12,75
Kipsplaat GF	15	1000	1000	850	12,75
FORESTIA P6	22	1000	1000	700	15,40
Min. vill 035	250	1000	1000	20	5,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Cembrit Windstopper	4,5	1000	1000	1000	4,50
Roov	22	50	600	470	0,86
Kokku					67,45

FE-02 (1. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m³)	kaal (kg/m²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Kergbetoon	21	1000	1000	1800	37,80
FORESTIA P6	22	1000	1000	700	15,40
Min. vill 035	250	1000	1000	20	5,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Cembrit Windstopper	4,5	1000	1000	1000	4,50
Roov	22	50	600	470	0,86
Kokku					96,25

CE-01 põrand (2-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m³)	kaal (kg/m²)
Parkett	7	1000	1000	500	3,50
Kipsplaat GF	15	1000	1000	850	12,75
Kipsplaat GF	15	1000	1000	850	12,75
FORESTIA P6	22	1000	1000	700	15,40
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Kokku					59,09

CE-02 põrand (2-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Keraamiline plaat	10	1000	1000	2000	20,00
Kergetoon	21	1000	1000	1800	37,80
FORESTIA P6	22	1000	1000	700	15,40
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Kokku					87,89

CE-03/04 põrand (5. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
OSB-3	22	1000	1000	620	13,64
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Kokku					28,33

CE-05/06 põrand (5. korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Kergetoon	40	1000	1000	1800	72,00
OSB-3	22	1000	1000	620	13,64
Min. vill 035	100	1000	1000	20	2,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Kokku					100,33

CE-01/03/05 lagi (1-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
OSB-3	12	1000	1000	620	7,44
Min. vill 035	150	1000	1000	20	3,00
Karkass 45x145	145	45	400	470	7,67
Roov	30	45	400	470	1,59
Kipsplaat GN	13	1000	1000	700	9,10
Kipsplaat GFL	15	1000	1000	800	12,00
Kokku					40,79

CE-02/04/06 lagi (1-4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
OSB-3	12	1000	1000	620	7,44
Min. vill 035	150	1000	1000	20	3,00

Karkass 45x145	145	45	400	470	7,67
Vineer	21	1000	1000	650	13,65
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Fermacell	12,5	1000	1000	1150	14,38
Kokku					60,51

CE-07 lagi (4 korrus)					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
OSB-3	12	1000	1000	620	7,44
Min. vill 035	150	1000	1000	20	3,00
Karkass 45x145	145	45	400	470	7,67
Min. vill 035	250	1000	1000	20	5,00
Karkass 45x240	240	45	400	470	12,69
Roov	30	45	400	470	1,59
Kipsplaat GN	13	1000	1000	700	9,10
Kipsplaat GFL	15	1000	1000	800	12,00
Kokku					58,48

RE-01					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Plekk classic	0,6	1000	1000	700	0,42
Roov	22	100	600	470	1,72
Roov	45	70	600	470	2,47
Min. vill 035	250	1000	1000	20	5,00
Sarikad 45x240	240	45	600	470	8,46
Roov	30	45	600	470	1,06
Kipsplaat GN	13	1000	1000	700	9,10
Kipsplaat GFL	15	1000	1000	800	12,00
Kokku					40,23

RE-02					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Plekk classic	0,6	1000	1000	700	0,42
Roov	22	100	600	470	1,72
Roov	45	70	600	470	2,47
Sarikad 45x240	240	45	600	470	8,46
Kokku					13,07

BE					
Materjalid	paksus (mm)	laius (mm)	c/c (mm)	tihedus (kg/m ³)	kaal (kg/m ²)
Terrassilaud	28	95	100	700	18,62
Talad	59	45	600	470	2,08
2x SBS	7	1000	1000	1050	7,35
Vineer	15	1000	1000	650	9,75
Talad 45x210	210	45	600	470	7,40
Roov	30	95	400	470	3,35
Kipsplaat GFL	15	1000	1000	800	12,00
Kipsplaat GFL	15	1000	1000	800	12,00
Kokku					72,55

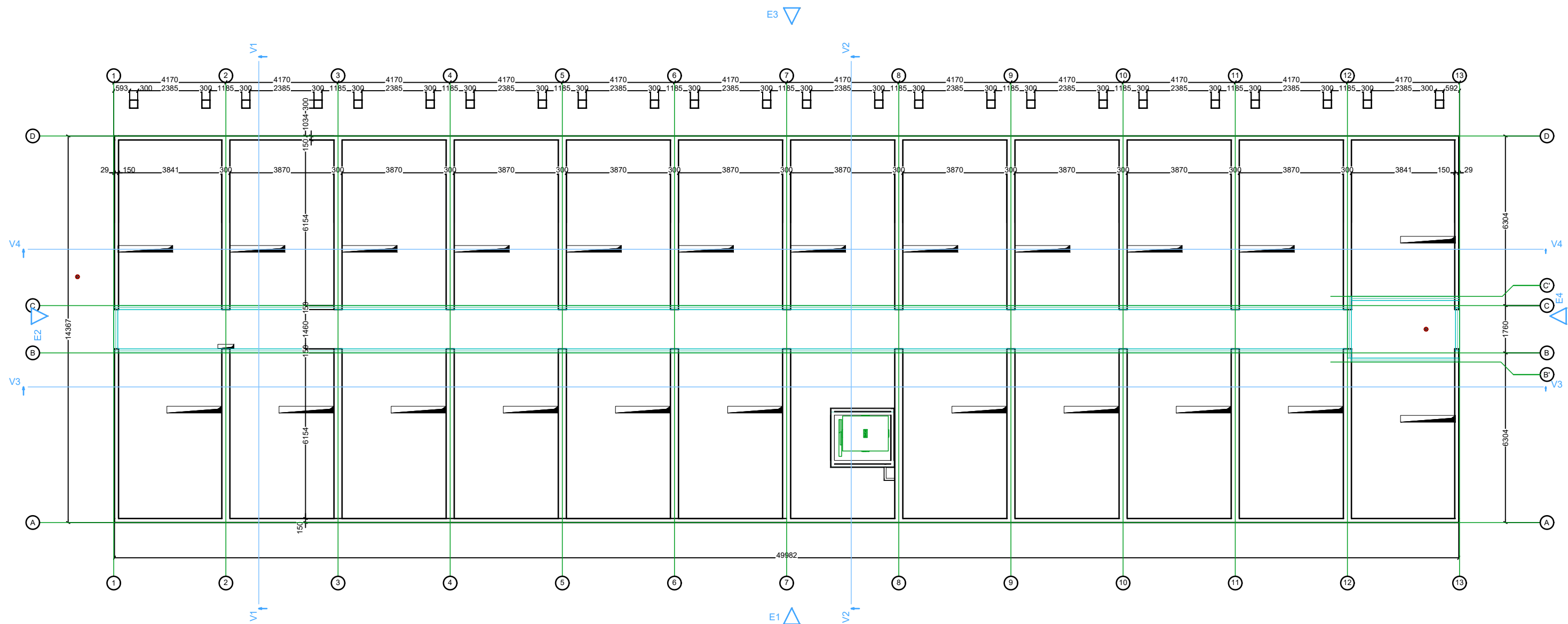
Lisa 2. Graafiline osa

Joonised 1-86 on teostatud programmidega ArchiCad 23, AutoCad 2020 ning Seinä Paneel, omades programmide kasutamiseks vajalikke litsentse.

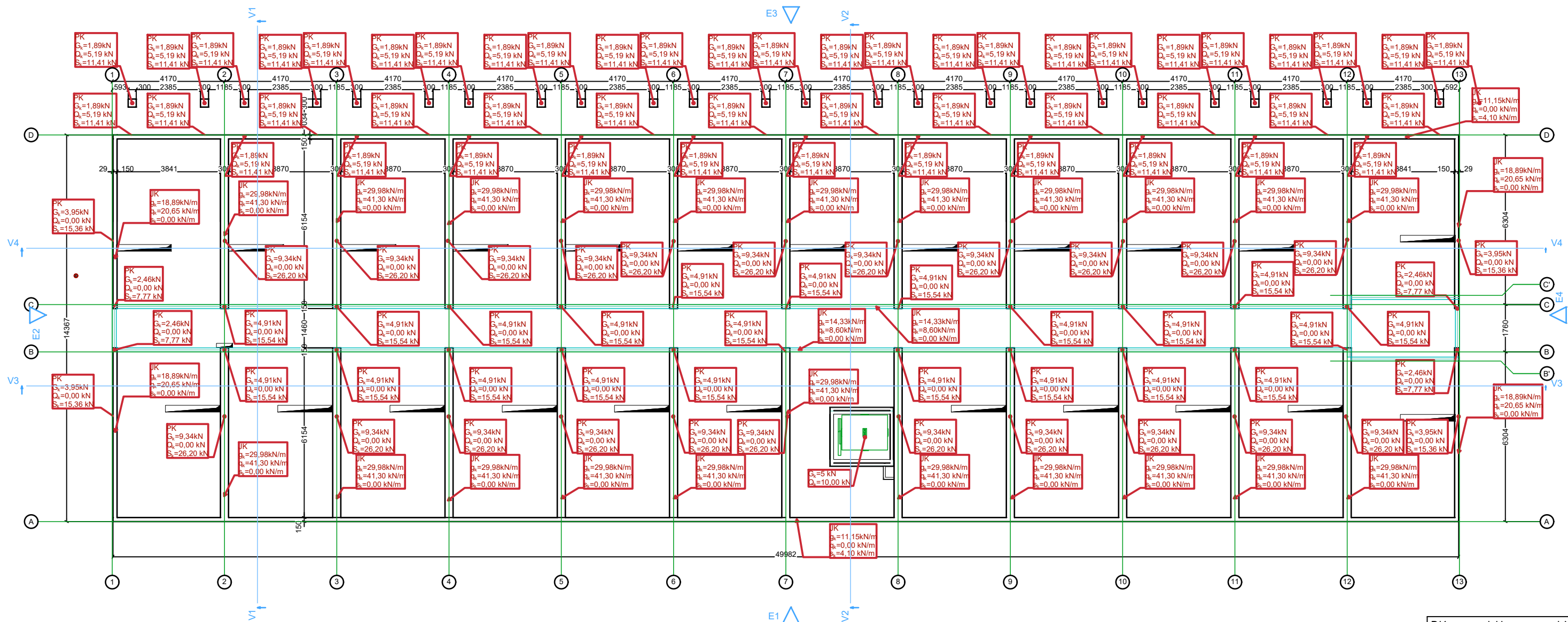
Järgu number	Joonise nimi	Tähis
Joonis 1	Vundamendi plaan	-
Joonis 2	Vundamendile mõjuvad koormused	-
Joonis 3	1. korruse plaan	-
Joonis 4	2. korruse plaan	-
Joonis 5	3. korruse plaan	-
Joonis 6	4. korruse plaan	-
Joonis 7	5. korruse plaan (pööning)	-
Joonis 8	Katuse plaan	-
Joonis 9	Vaade E1	-
Joonis 10	Vaade E2	-
Joonis 11	Vaade E3	-
Joonis 12	Vaade E4	-
Joonis 13	Lõige V1-V1	-
Joonis 14	Lõige V2-V2	-
Joonis 15	Lõige V3-V3	-
Joonis 16	Lõige V4-V4	-
Joonis 17	Välisseina EW-01 konstruktsioon	EW-01
Joonis 18	Välisseina EW-02 konstruktsioon	EW-02
Joonis 19	Pööningu seinä AW-01 konstruktsioon	AW-01
Joonis 20	Pööningu seinä AW-02 konstruktsioon	AW-02
Joonis 21	Pööningu seinä AW-04 konstruktsioon	AW-04
Joonis 22	Pööningu seinä AW-05 konstruktsioon	AW-05
Joonis 23	Pööningu seinä AW-06 konstruktsioon	AW-06
Joonis 24	Moodulitevahelise seinä SW-01 konstruktsioon	SW-01
Joonis 25	Moodulitevahelise seinä SW-02 konstruktsioon	SW-02
Joonis 26	Moodulitevahelise seinä SW-03 konstruktsioon	SW-03
Joonis 27	Moodulitevahelise seinä SW-04 konstruktsioon	SW-04
Joonis 28	Siseseina IW-01 konstruktsioon	IW-01
Joonis 29	Siseseina IW-02 konstruktsioon	IW-02
Joonis 30	Siseseina IW-03 konstruktsioon	IW-03
Joonis 31	Siseseina IW-04 konstruktsioon	IW-04
Joonis 32	Liftiseina CLT-W konstruktsioon	CLT-W
Joonis 33	Põranda FE-01 konstruktsioon	FE-01
Joonis 34	Põranda FE-02 konstruktsioon	FE-02
Joonis 35	Vahelae CE-01 konstruktsioon	CE-01
Joonis 36	Vahelae CE-02 konstruktsioon	CE-02
Joonis 37	Vahelae CE-03 konstruktsioon	CE-03
Joonis 38	Vahelae CE-04 konstruktsioon	CE-04

Joonis 39	Vahelae CE-05 konstruktsioon	CE-05
Joonis 40	Vahelae CE-06 konstruktsioon	CE-06
Joonis 41	Vahelae CE-07 konstruktsioon	CE-07
Joonis 42	Katuse RE-01 konstruktsioon	RE-01
Joonis 43	Katuse RE-02 konstruktsioon	RE-02
Joonis 44	Mooduli ja vundamendi sõlm 1	S-1
Joonis 45	Mooduli ja vundamendi sõlm 2	S-2
Joonis 46	Kahe mooduli ja vundamendi sõlm 1	S-3
Joonis 47	Kahe mooduli ja vundamendi sõlm 2	S-4
Joonis 48	Horisontaalne välisseinte nurga sõlm	S-5
Joonis 49	Horisontaalne kahe mooduli liite sõlm	S-6
Joonis 50	Horisontaalne moodulitevaheline sõlm	S-7
Joonis 51	Horisontaalne šahti sõlm 1	S-8
Joonis 52	Horisontaalne šahti sõlm 2	S-9
Joonis 53	Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 1	S-10
Joonis 54	Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 2	S-11
Joonis 55	Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 3	S-12
Joonis 56	Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 4	S-13
Joonis 57	Vertikaalne niiske ruumi seina sõlm	S-14
Joonis 58	Vertikaalne tehnoruumi seina sõlm	S-15
Joonis 59	Vertikaalne pööningu seina sõlm	S-16
Joonis 60	Vertikaalne terrassi sõlm	S-17
Joonis 61	Katuse räästasõlm	S-18
Joonis 62	Katuse ja pööningu seina sõlm	S-19
Joonis 63	Katuse harja sõlm	S-20
Joonis 64	Akna sõlm	S-21
Joonis 65	Rõduakna sõlm	S-22
Joonis 66	T1-1 mooduli 3D vaated	T1-1 3D
Joonis 67	T1-1 mooduli plaan	T1-1
Joonis 68	T1-1 mooduli lõige A-A	T1-1 A-A
Joonis 69	T1-1 mooduli lõige B-B	T1-1 B-B
Joonis 70	T1-1 mooduli lõige C-C	T1-1 C-C
Joonis 71	T1-1 mooduli lõige D-D	T1-1 D-D
Joonis 72	Põrandaelemendi tootmisjoonis	T1-1-FE (1)
Joonis 73	Põrandaelemendi tootmisjoonis	T1-1-FE (2)
Joonis 74	Laeelemendi tootmisjoonis	T1-1-CE (1)
Joonis 75	Laeelemendi tootmisjoonis	T1-1-CE (2)
Joonis 76	Välisseina elemendi tootmisjoonis	T1-1-EW 1 (1)
Joonis 77	Välisseina elemendi tootmisjoonis	T1-1-EW 1 (2)
Joonis 78	Moodulitevahelise seina tootmisjoonis	T1-1-SW 1
Joonis 79	Moodulitevahelise seina tootmisjoonis	T1-1-SW 2
Joonis 80	Moodulitevahelise otsaseina tootmisjoonis	T1-1-SW 3
Joonis 81	Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	T1-1-IW 1
Joonis 82	Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	T1-1-IW 2
Joonis 83	Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	T1-1-IW 3

Joonis 84	Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	T1-1-IW 4
Joonis 85	Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	T1-1-IW 5
Joonis 86	Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	T1-1-IW 6



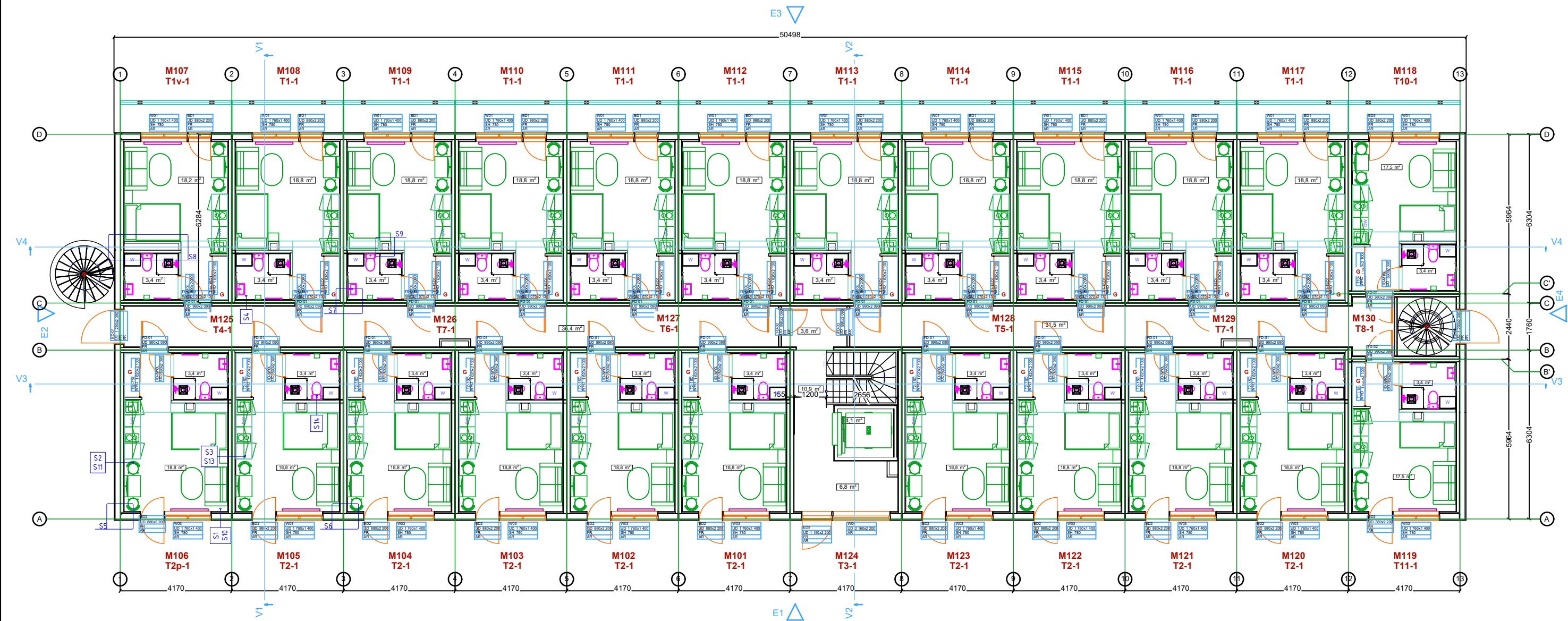
TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 1/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vundamendi plaan			Tähis: -
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



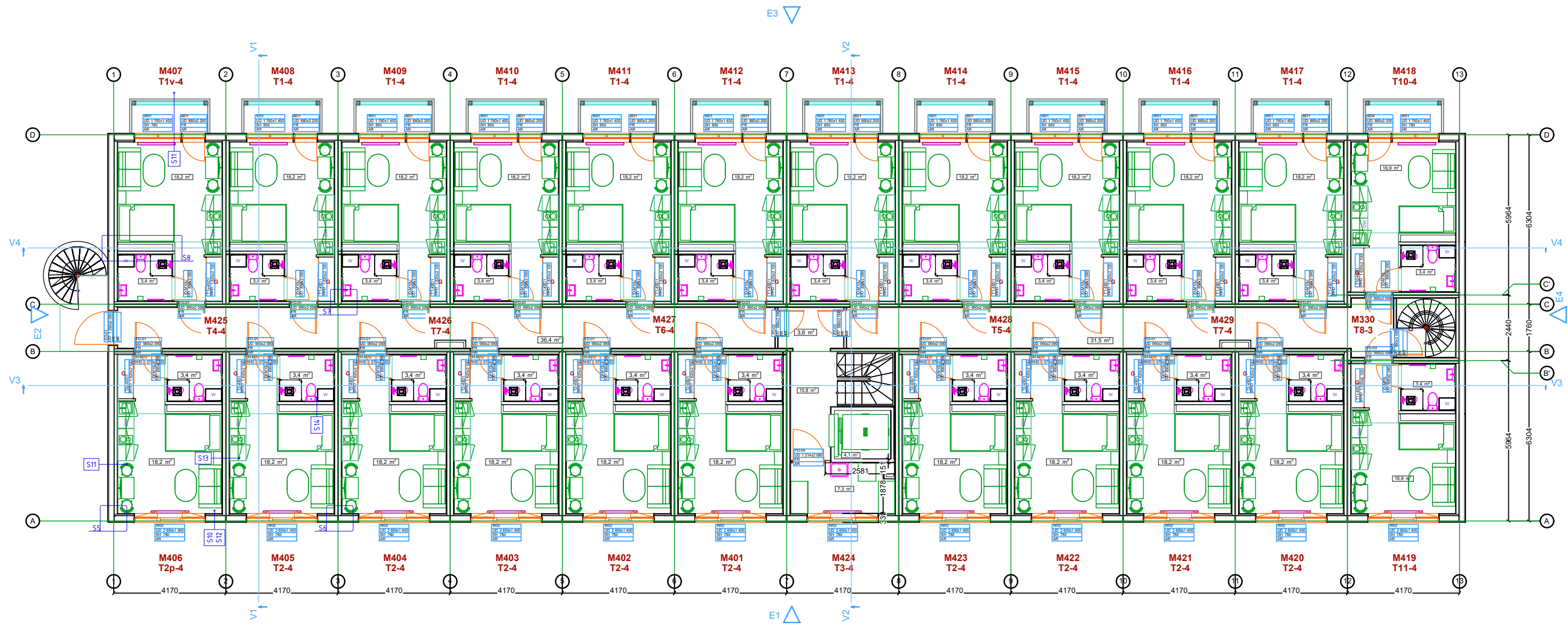
PK - punktkoormus kN
JK - joonkoormus kN/m

Muutuvkoormused:
* Lumekoormus maapinnal $S_k=2.5 \text{ kN/m}^2$
Katuse kujutegur $\mu_i=0.8$
* Kasuskoormus eluruumides $q_k=2.0 \text{ kN/m}^2$ & $Q_k=2.0 \text{ kN}$
* Kasuskoormus trepikodades $q_k=2.5 \text{ kN/m}^2$ & $Q_k=2.5 \text{ kN}$

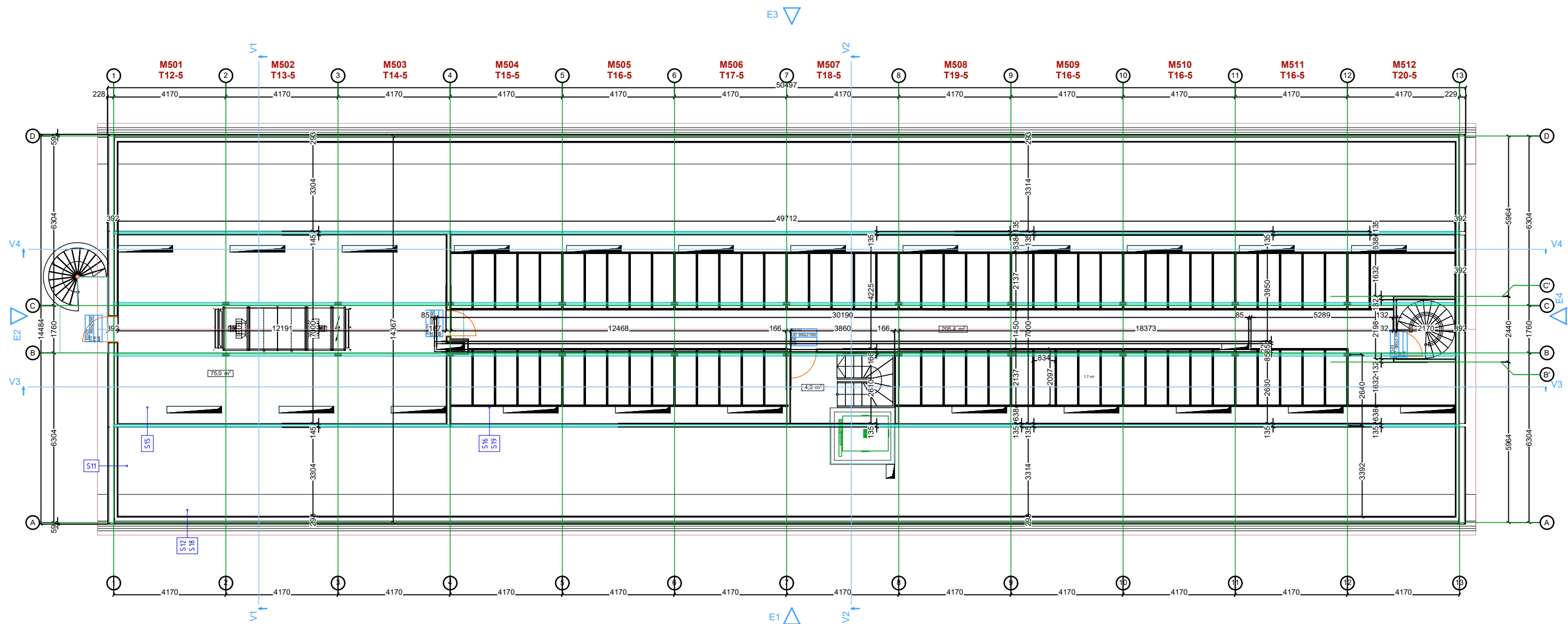
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 2/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vundamendile mõjuvad koormused	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



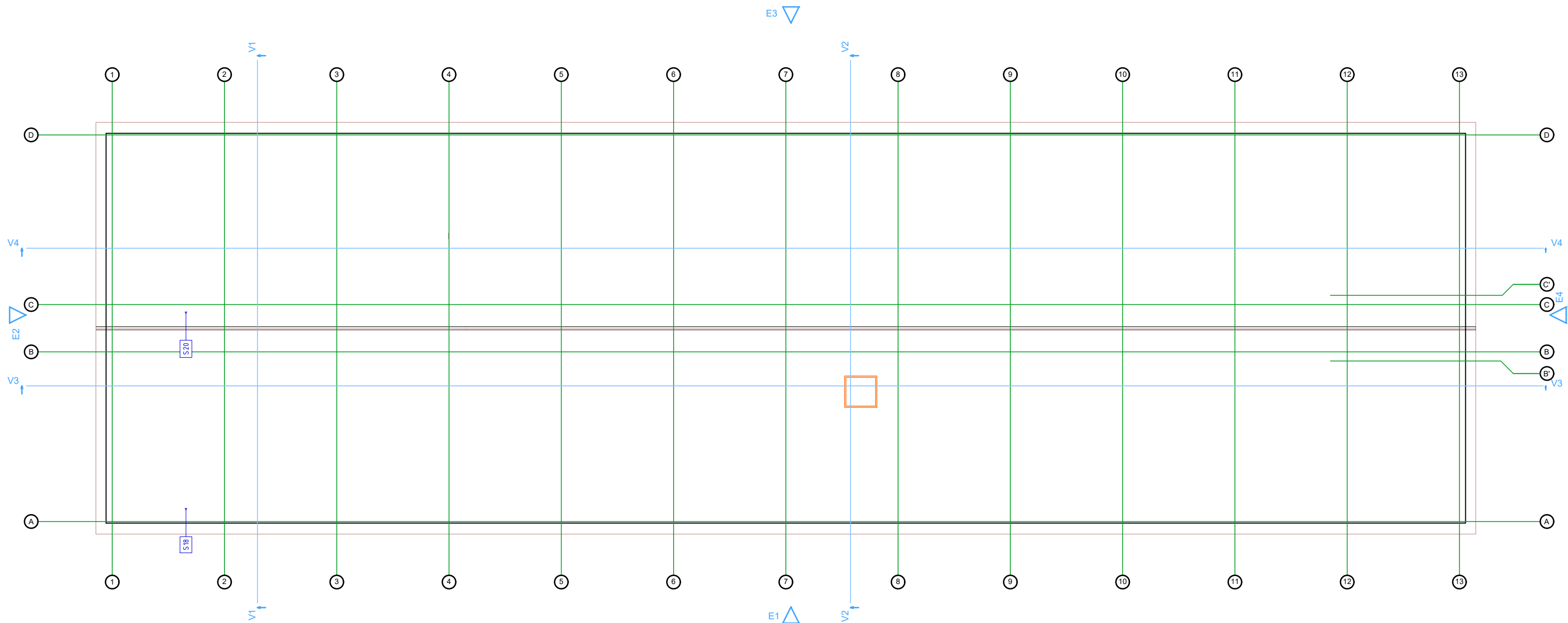
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 3/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: 1. korruse plaan	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



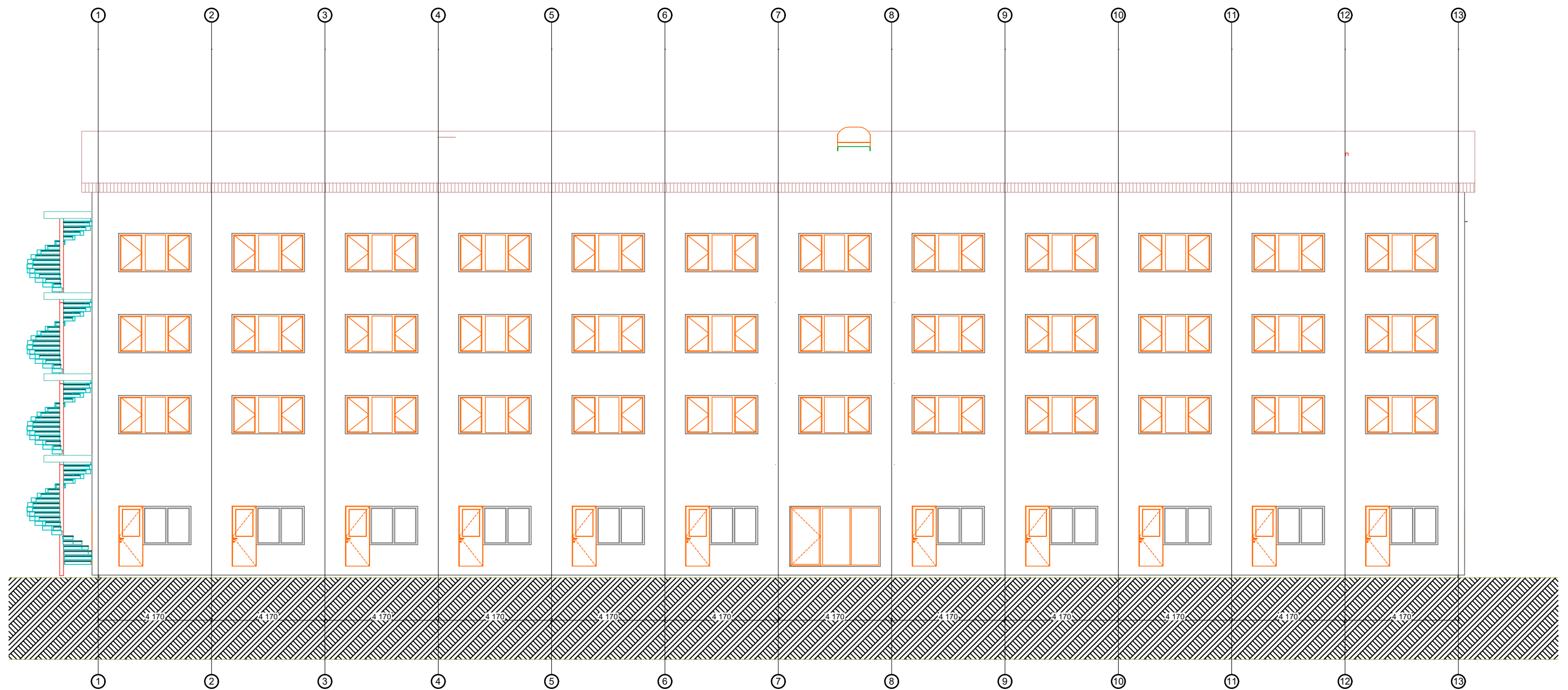
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 6/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: 4. korruse plaan	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



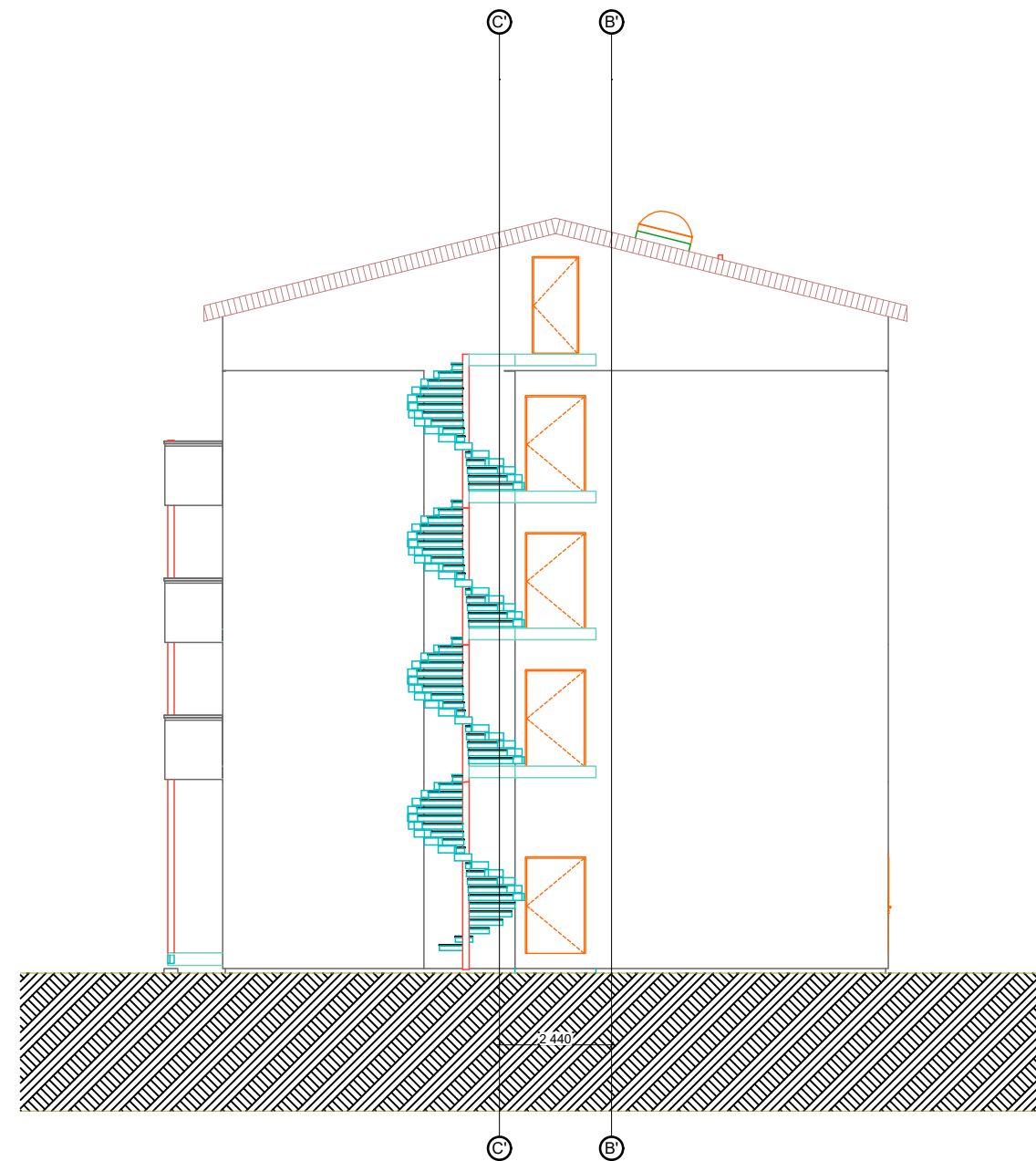
TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 7/86	Formaat: A3	Mõõtkaava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: 5. korruse plaan (pööning)			Tähis: -
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



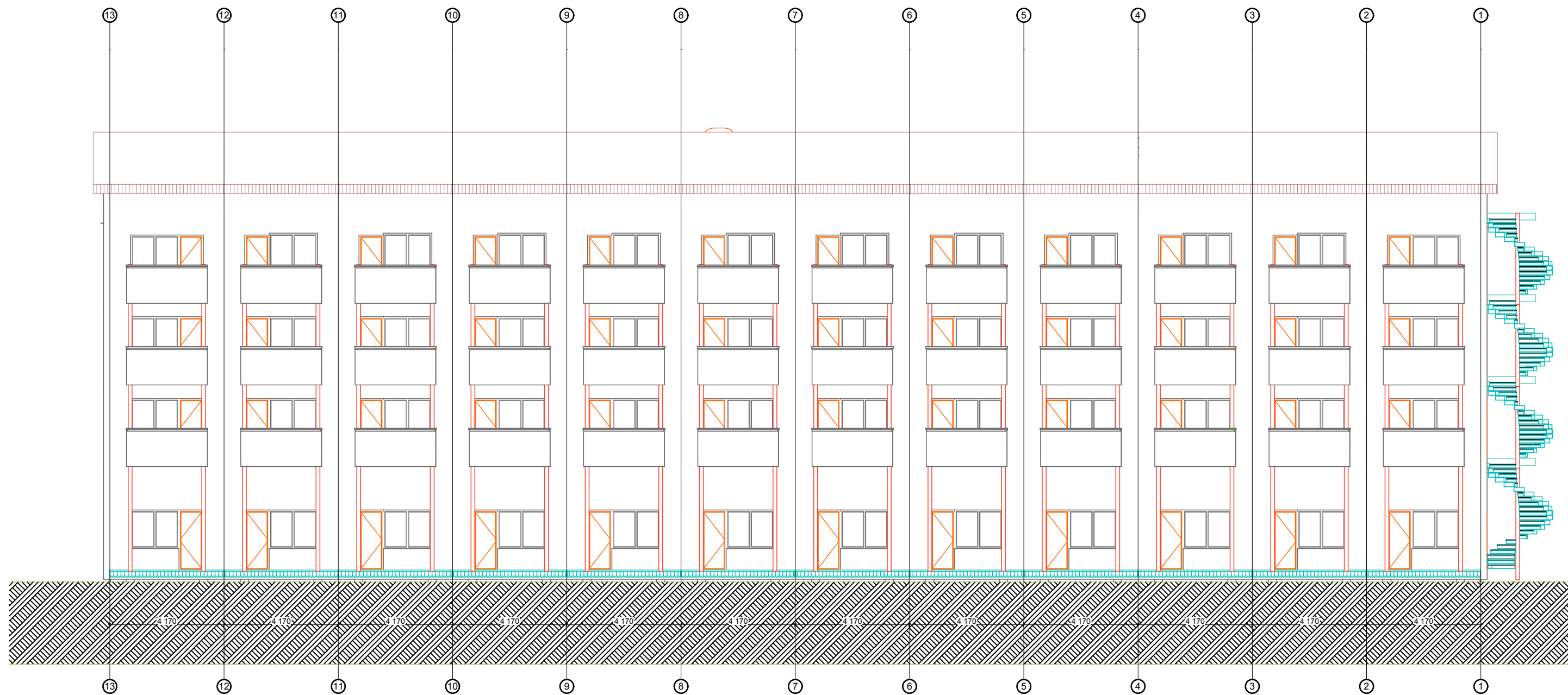
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 8/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Alkiri:	Joonise nimi: Katuse plaan	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allikirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



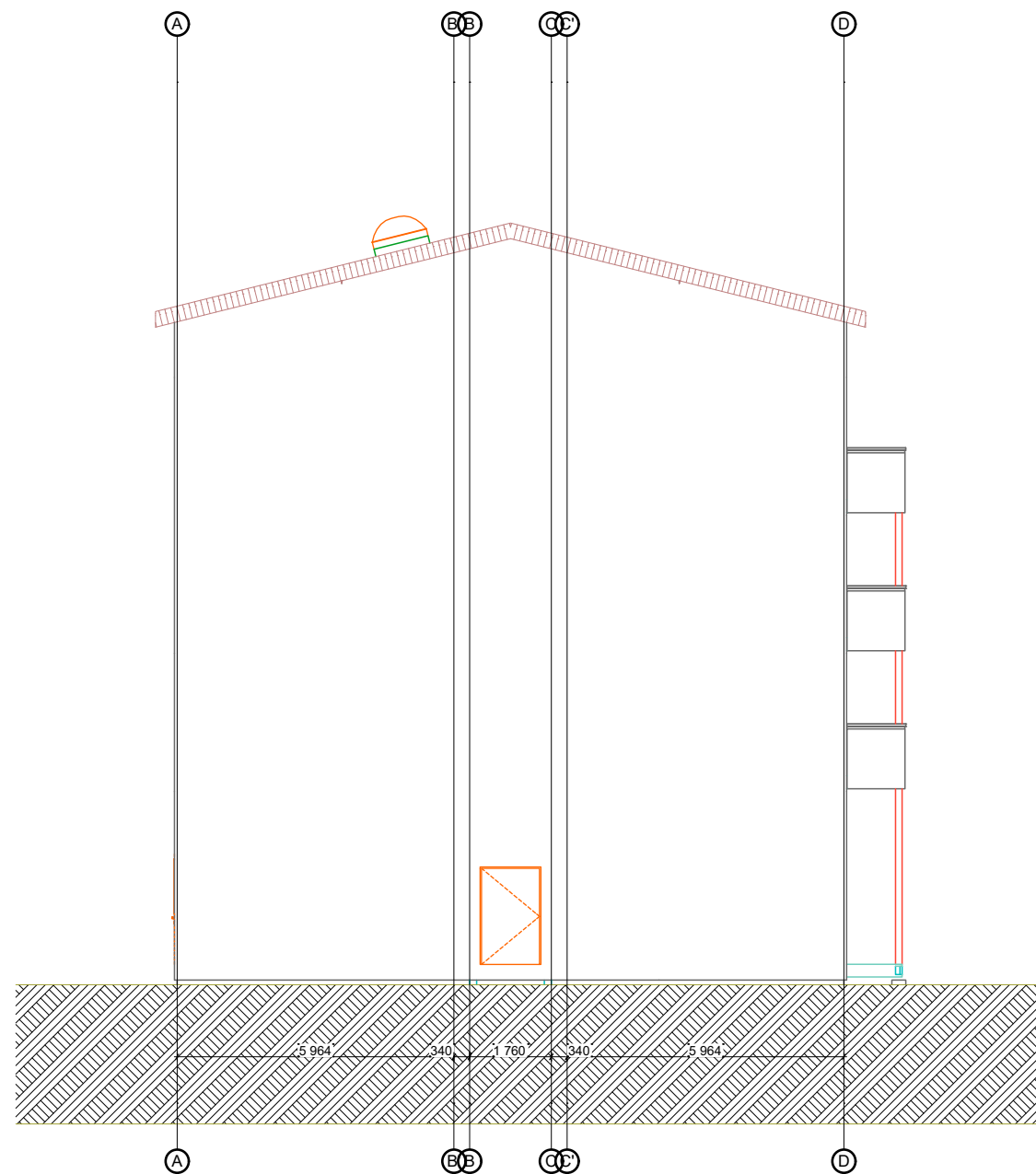
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 9/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Altkiri:	Joonise nimi: Vaade E1	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Altkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



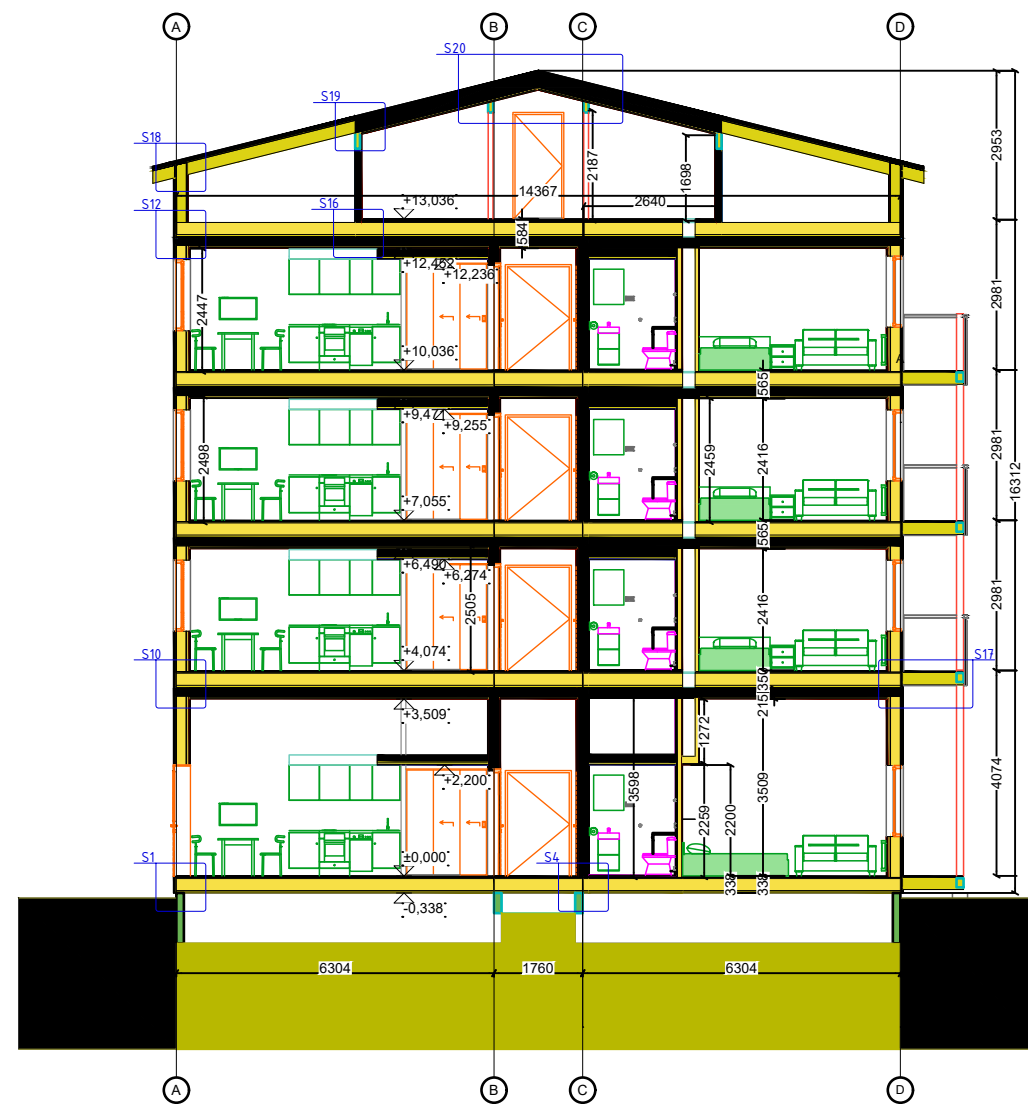
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 10/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vaade E2			Tähis: -
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



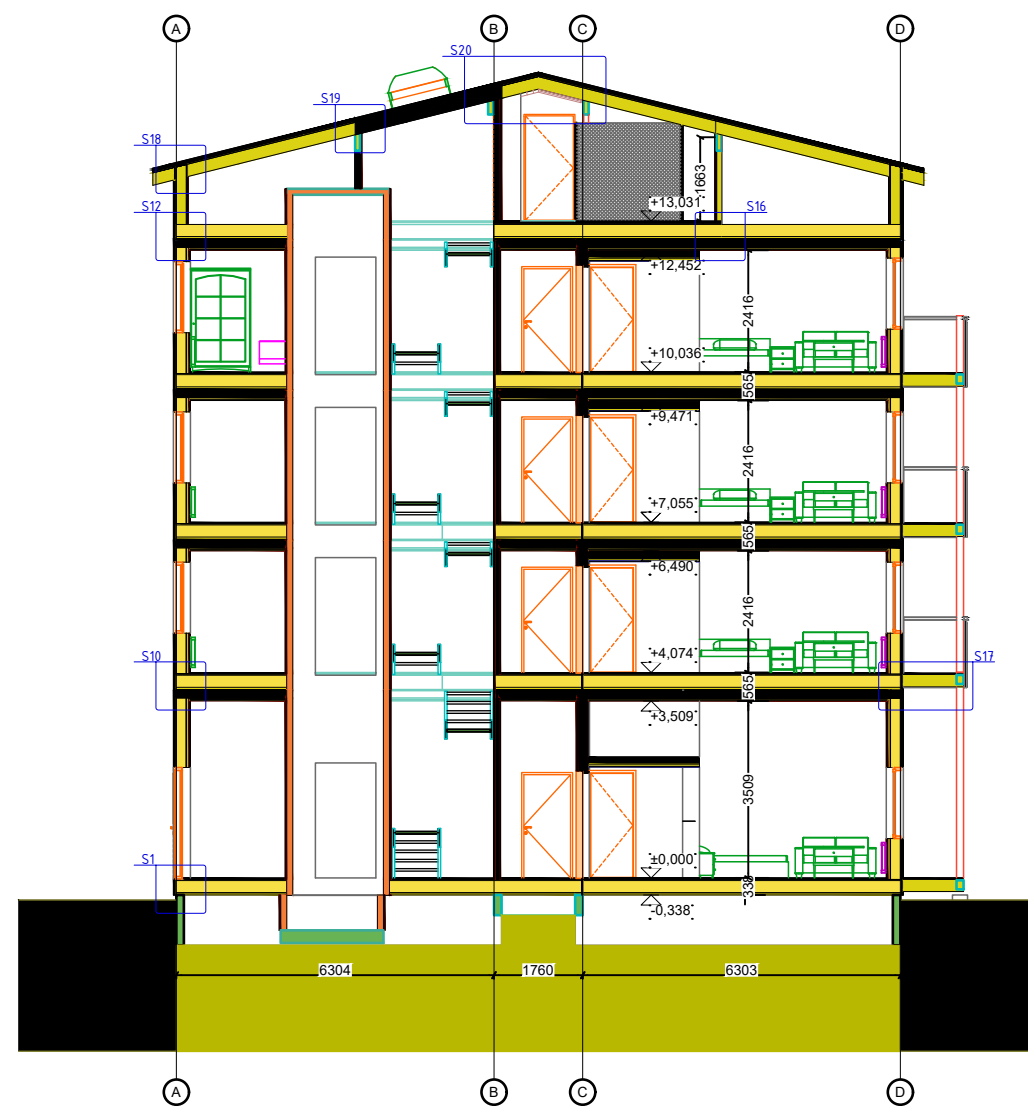
TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 11/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vaade E3	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



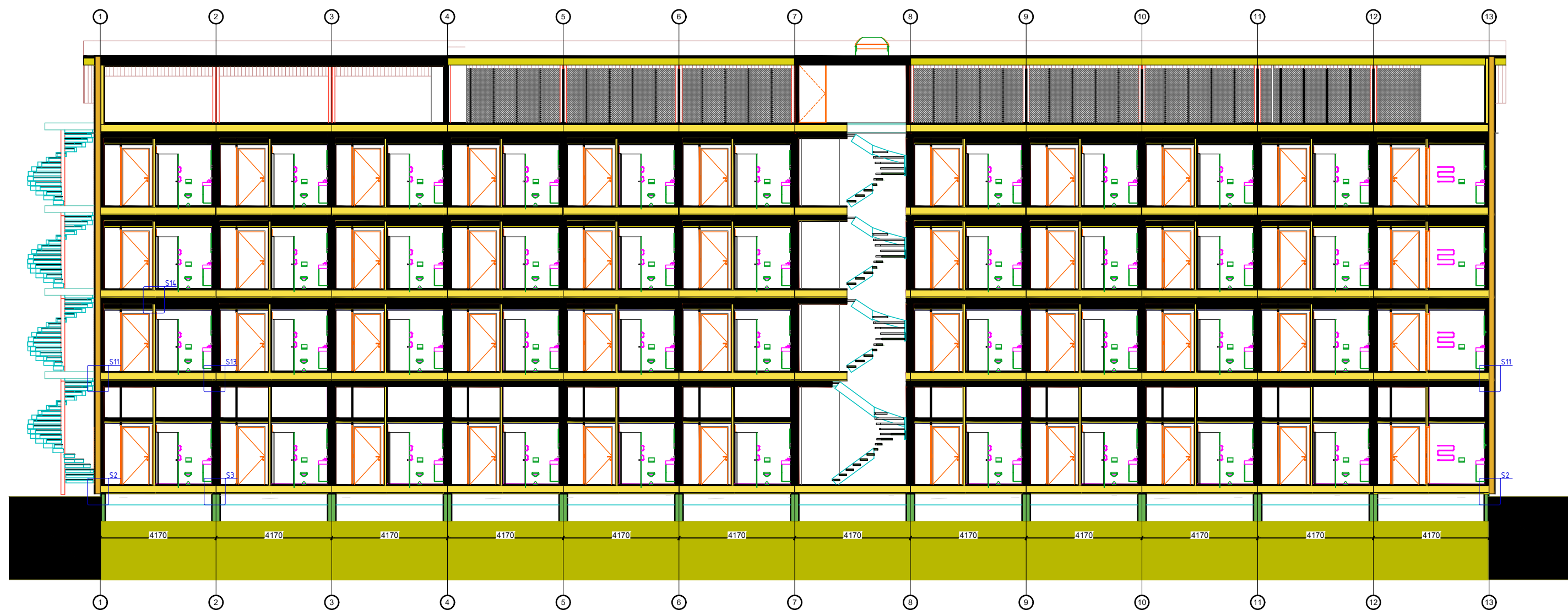
TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 12/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Alkiri:	Joonise nimi: Vaade E4			Tähis: -
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Alkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



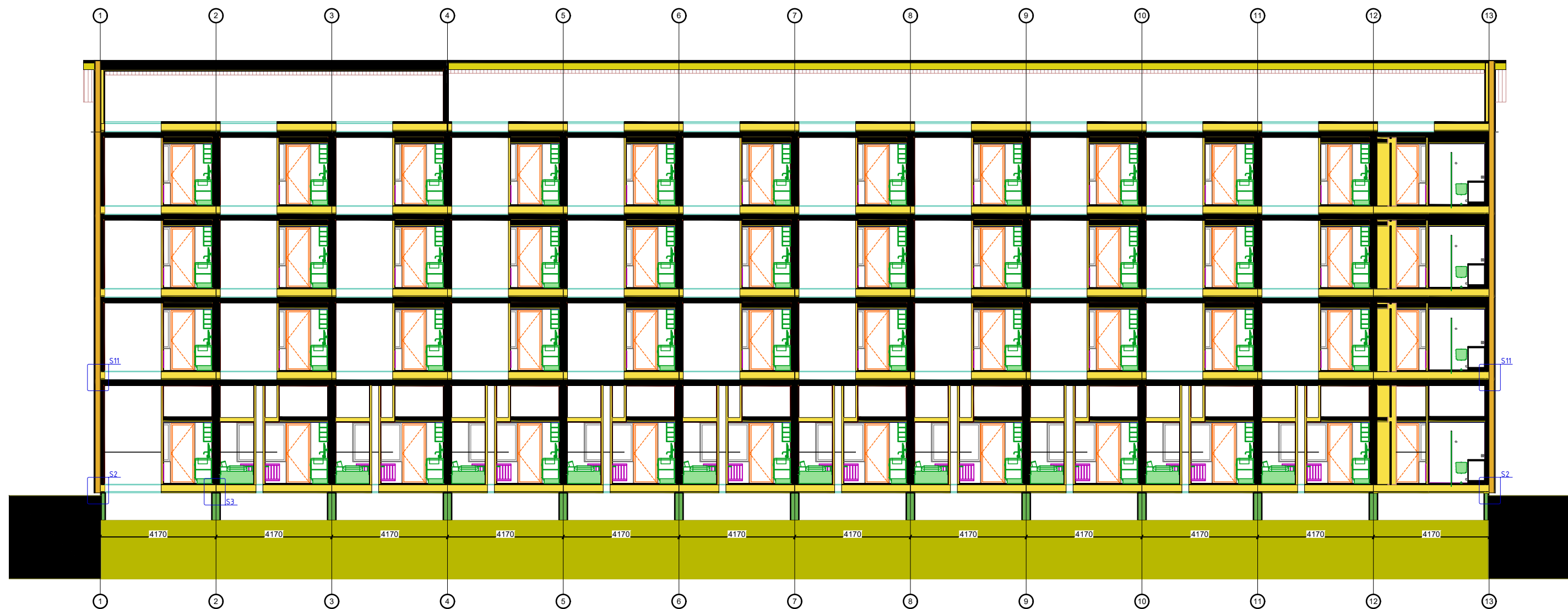
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 13/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Lõige V1–V1			Tähis: –
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



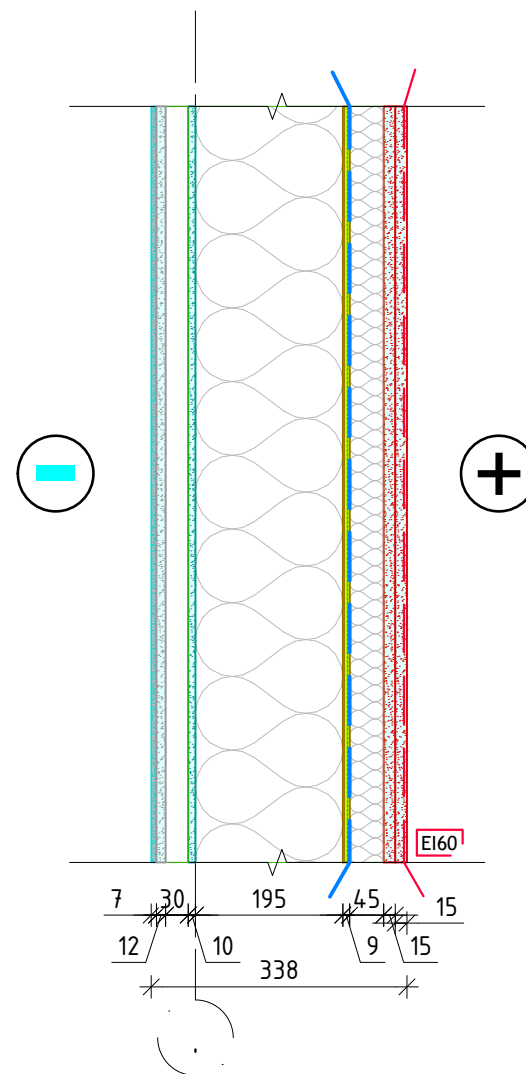
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 14 /86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Alkiri:	Joonise nimi: Lõige V2–V2			Tähis: –
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Alkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 15/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Alkiri:	Joonise nimi: Lõige V3-V3	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Alkirkjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

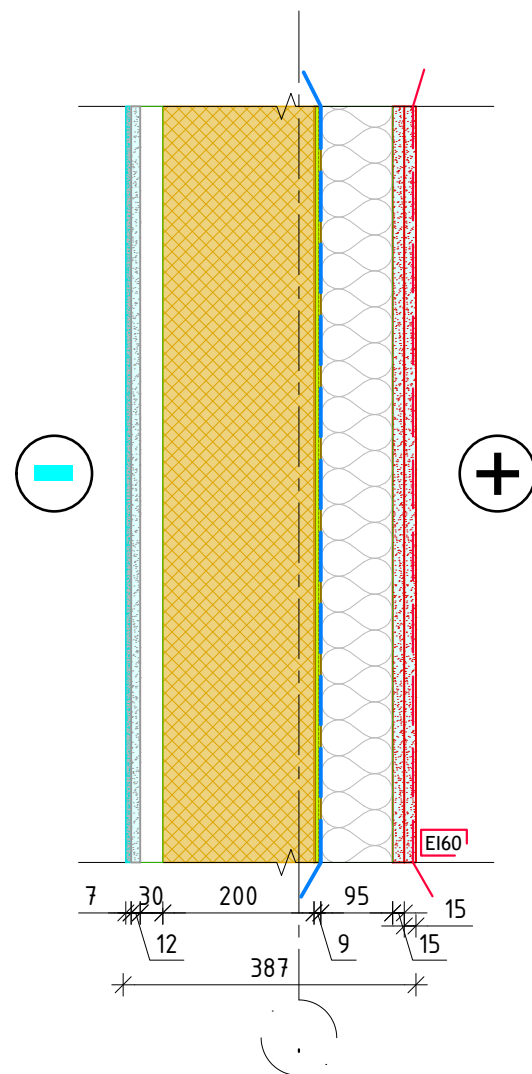


TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 16/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:150
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Lõige V4-V4	Tähis: -		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



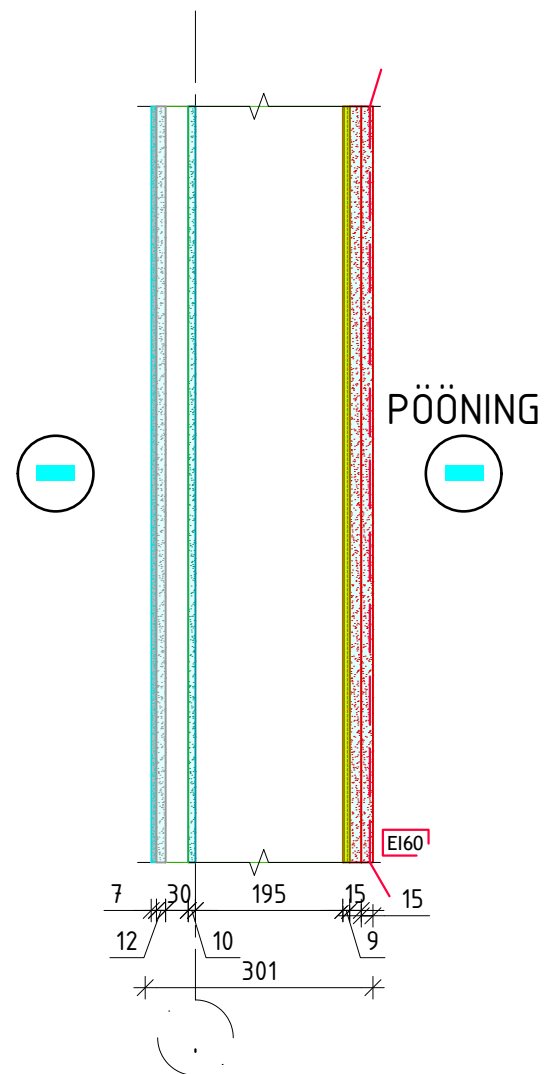
- Välissein EW-01 (REI 60)
- 7mm Krohv + krohvivõrk
 - 12mm StoVentec alusplaat krohvile
 - 30mm Vertikaalne roovitus 30x70 mm
 - 9,5mm Tuuletõkke kipsplaat
 - 195mm Karkass 45x195 mm, s. 300-600 mm mineraalvill 200 mm
 - 12mm OSB-3 plaat
 - 0,2mm Aurutõkkekile
 - 45mm Lisakarkass 45x45 mm, s. 300-600 mm mineraalvill 50 mm
 - 30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 17/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Välisseina EW-01 konstruktsioon			Tähis: EW-01
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



- Välissein EW-02 (REI 60)
- 7mm Krohv + krohvivõrk
 - 12mm StoVentec alusplaat krohvile
 - 30mm Vertikaalne roovitus 30x95 mm
 - 200mm Kivivill
 - 9mm OSB-3 plaat
 - 0,2mm Aurutõkkekile
 - 95mm Karkass 45...95x95 mm, s. 400-600 mm mineraalvill 100 mm
 - 30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL
 - Viimistlus - värvitud

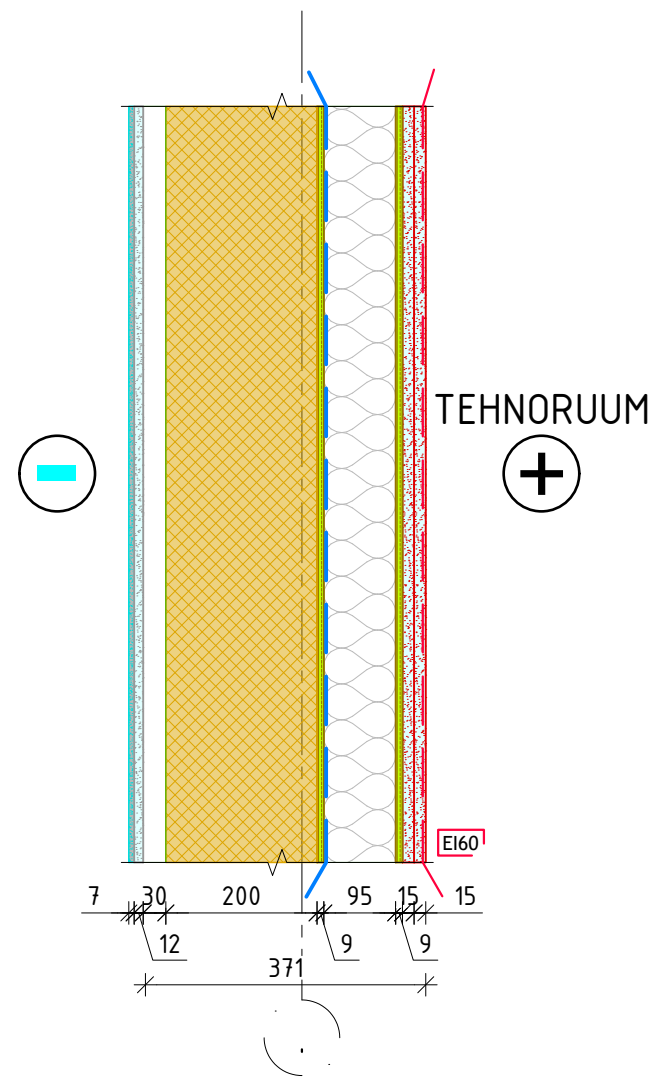
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 18/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Välisseina EW-02 konstruktsioon		Tähis: EW-02
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



Pööningu välimine sein AW-01 (REI 60)

7mm	Krohv + krohvivõrk
12mm	StoVentec alusplaat krohvile
30mm	Vertikaalne roovitus 30x70 mm
9,5mm	Tuuletõkke kipsplaat
195mm	Karkass 45x195 mm, s. 600 mm
12mm	OSB-3 plaat
0,2mm	Aurutõkketile
30mm	2x Tulekindlam kipsplaat GFL
	Viimistlus - värvitud

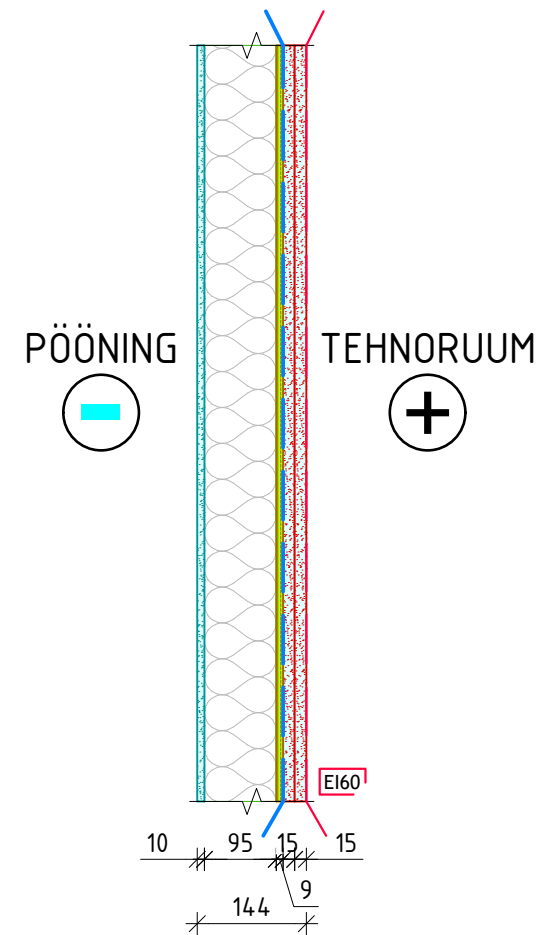
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 19/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Pööningu sein AW-01 konstruktsioon			Tähis: AW-01
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Pööningu välimine sein AW-02 (REI 60)

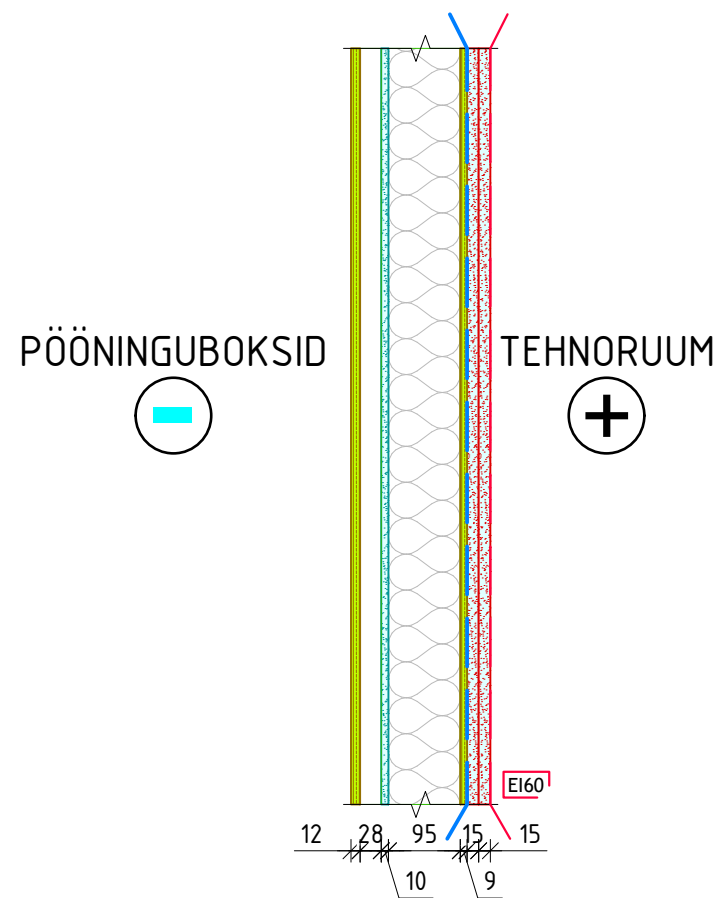
- 7mm Krohv + krohvivõrk
- 12mm StoVentec alusplaat krohvile
- 30mm Vertikaalne roovitus 30x95 mm
- 200mm Kivivill
- 9mm OSB-3 plaat
- 0,2mm Aurutõkkekile
- 95mm Karkass 45x95 mm, s. 600 mm
- 30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL
- Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 20/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Pööningu sein AW-02 konstruktsioon		Tähis: AW-02
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



- Pööningu sisemine sein AW-04 (REI 60)
- 9.5mm Tuuletõkke kipsplaat
 - 95mm Karkass 45x95 mm
 - Mineraalvill 100 mm
 - 9mm OSB-3 plaat 9 mm
 - 0.2mm Aurutõkkekile
 - 30mm Tulekindlam kipsplaat GFL 2x15 mm
 - Viimistlus - värvitud

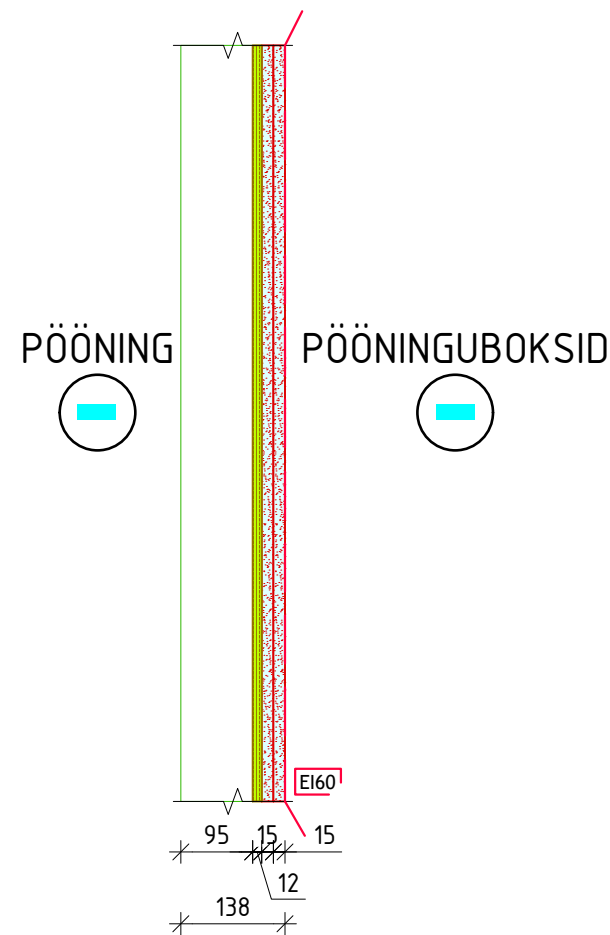
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 21/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Pööningu sein AW-04 konstruktsioon		Tähis: AW-04
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



Pööningu sisemine sein AW-05 (REI 60)

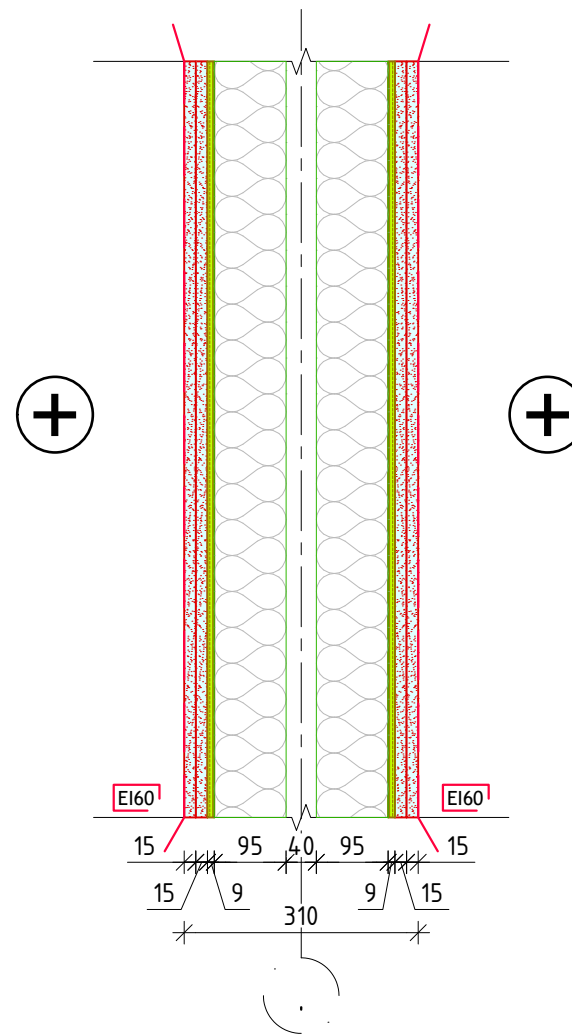
- 12mm OSB-3 plaat 12 mm
- 28mm Vertikaalne roov 28x45 mm
- 9.5mm Tuuletõkke kipsplaat
- 95mm Karkass 45x95 mm, s. 600 mm
- Mineraalvill 100 mm
- 9mm OSB-3 plaat 9 mm
- 0.2mm Aurutõkketile
- 30mm Tulekindlam kipsplaat GFL 2x15 mm
- Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 22/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Pööningu sein AW-05 konstruktsioon		Tähis: AW-05
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



Pööningu sisemine sein AW-06 (REI 60)
95mm Karkass 45x95 mm, s. 600 mm
12mm OSB-3 plaat 12 mm
30mm Tulekindlam kipsplaat GFL 2x15 mm
Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 23/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Altkiri:	Joonise nimi: Pööningu sein AW-06 konstruktsioon	Tähis: AW-06		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Altkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Moodulitevaheline sein SW-01 (REI 60)

Viimistlus - värvitud

30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL

9mm OSB-3 plaat

95mm Karkass 45...95x95 mm

mineraalvill 100 mm

40mm Õhkvahe kahe mooduli vahel

95mm Karkass 45...95x95 mm, s. 400-600 mm/

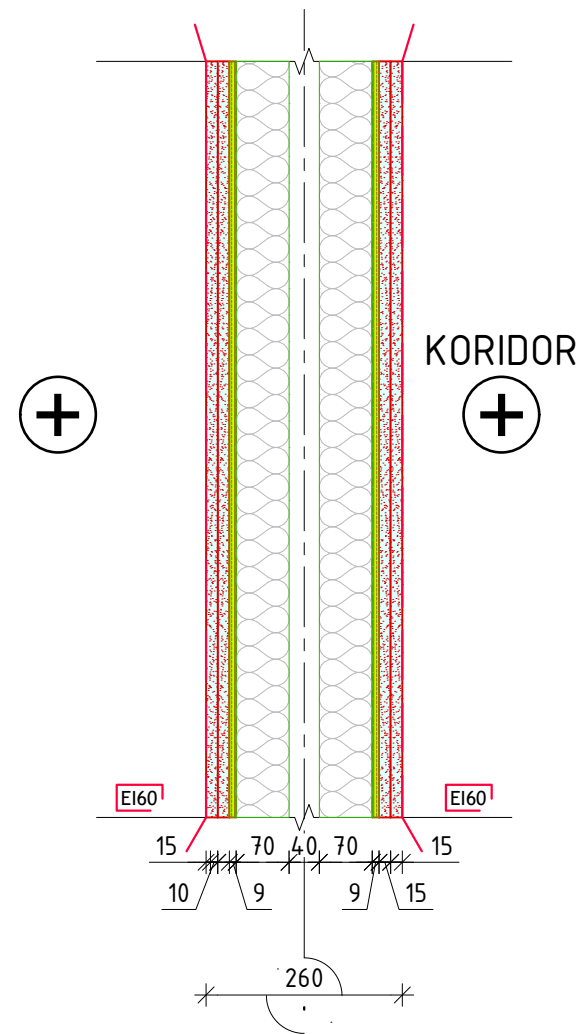
mineraalvill 100 mm

9mm OSB-3 plaat

30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL

Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 24/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Altkiri:	Joonise nimi: Moodulitevahelise seina SW-01 konstr.	Tähis: SW-01		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Altkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Moodulitevaheline sein SW-02 (REI 60)

Viimistlus - värvitud

30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL

9mm OSB-3 plaat

70mm Karkass 45...95x70 mm, s. 400-600 mm

mineraalvill 75 mm

40mm Õhkvahe kahe mooduli vahel

70mm Karkass 45...95x70 mm, s. 400-600 mm

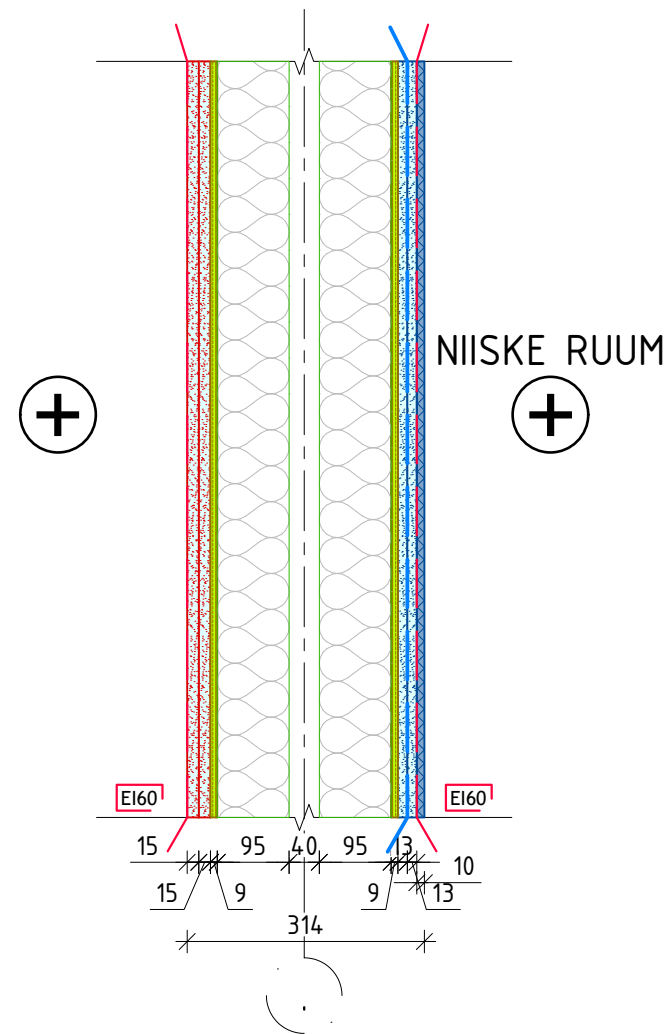
mineraalvill 100 mm

9mm OSB-3 plaat

30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL

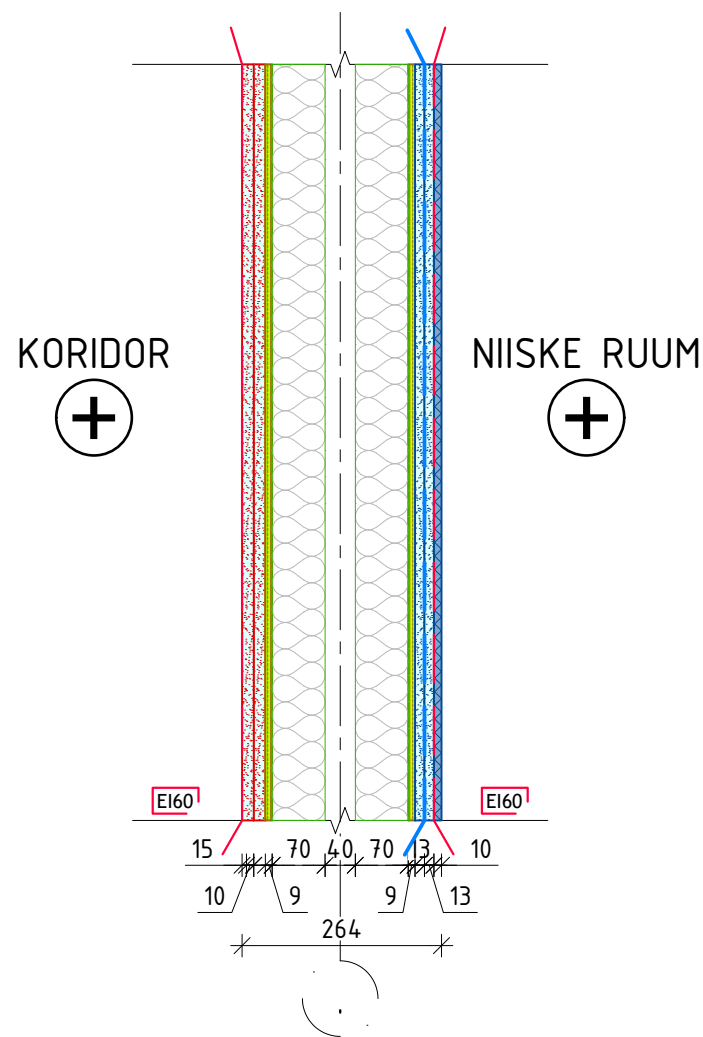
Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 25/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Moodulitevahelise seina SW-02 konstr.	Tähis: SW-02		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



- Moodulitevaheline sein SW-03 (REI 60)
- Viimistlus – värvitud
 - 30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL
 - 9mm OSB-3 plaat
 - 95mm Karkass 45...95x95 mm, s. 400-600 mm
mineraalvill 100 mm
 - 40mm Õhkvahe kahe mooduli vahel
 - 95mm Karkass 45...95x95 mm, s.400-600 mm
mineraalvill 100 mm
 - 9mm OSB-3 plaat
 - 25mm 2x Niiskuskindlam kipsplaat Fermacell
 - 10mm Viimistlus – keraamiline plaat

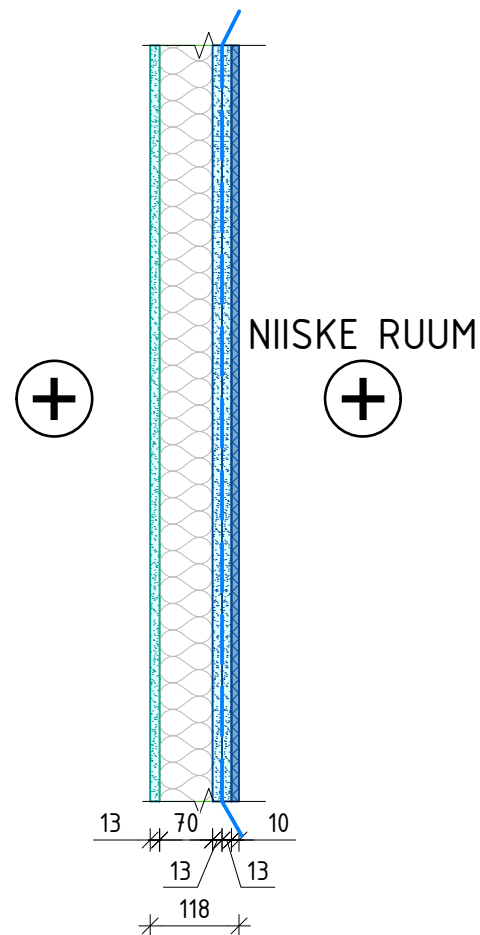
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 26/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Moodulitevahelise seina SW-03 konstr.	Tähis: SW-03		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Moodulitevaheline sein SW-04 (REI 60)

- Viimistlus - värvitud
- 30mm 2x Tulekindlam kipsplaat GFL
- 9mm OSB-3 plaat
- 95mm Karkass 45...95x70 mm, s. 400-600 mm
- mineraalvill 75 mm
- 40mm Õhkvahe kahe mooduli vahel
- 95mm Karkass 45...95x70 mm, s. 400-600 mm
- mineraalvill 75 mm
- 9mm OSB-3 plaat
- 25mm 2x Niiskuskindlam kipsplaat Fermacell
- 10mm Viimistlus - keraamiline plaat

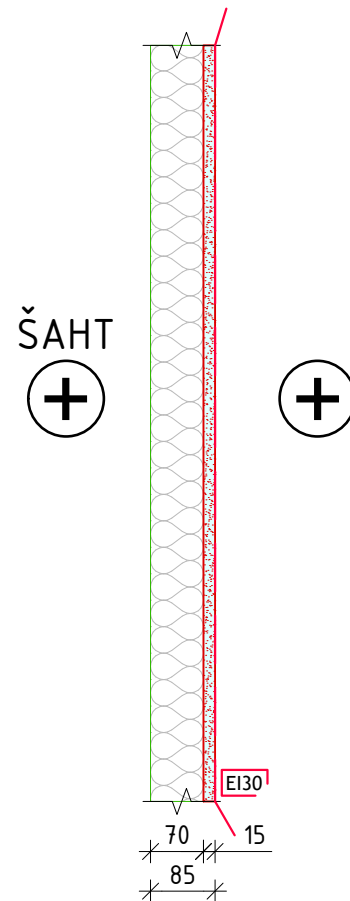
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 27/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Moodulitevahelise seina SW-04 konstr.		Tähis: SW-04
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



Sisesein IW-01

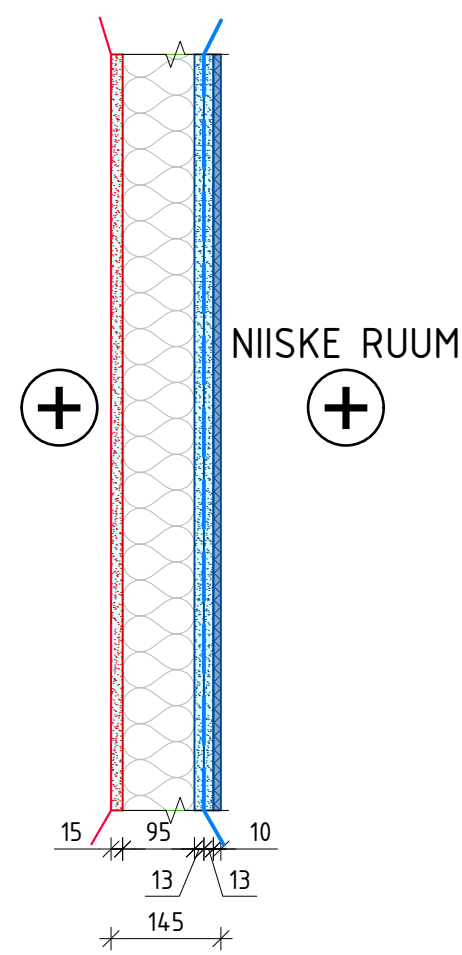
Viimistlus - värvitud
12.5mm Kipsplaat GEK 12.5 mm
70mm Karkass 45x70 mm, s. 600 mm
Mineraalvill 75 mm
25mm 2x Niiskuskindlam kipsplaat Fermacell
Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 28/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Altkiri:	Joonise nimi: Siseseina IW-01 konstruktsioon	Tähis: IW-01		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Altkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



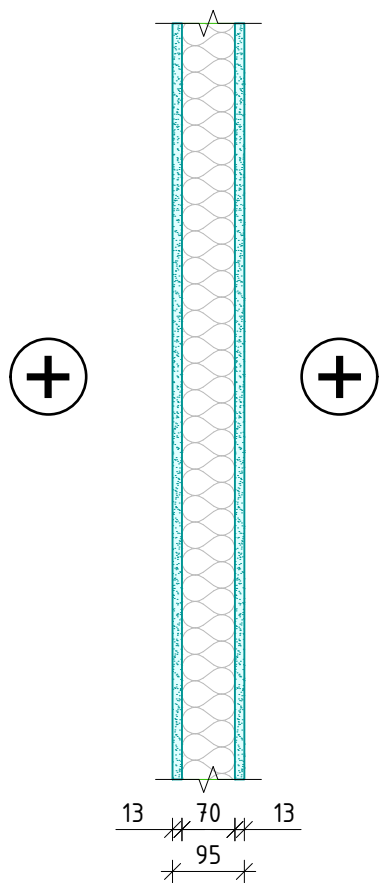
Sisesein IW-02
70mm Karkass 45x70 mm, s. 600 mm
Mineraalvill 75 mm
15mm Tulekindlam kipsplaat GFL
Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 29/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Altkiri:	Joonise nimi: Siseseina IW-02 konstruktsioon			Tähis: IW-02
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Altkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



- Sisesein IW-03
- 15mm Tulekindlam kipsplaat GFL
 - 95mm Karkass 45x95 mm, s. 600 mm
 - Mineraalvill 100 mm
 - 25mm 2x niiskuskindlam kipsplaat Fermacell
 - 10mm Viimistlus – keraamiline plaat

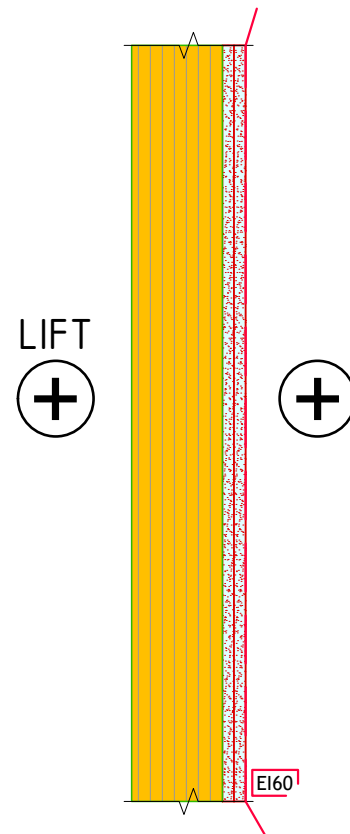
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 30/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Siseseina IW-03 konstruktsioon			Tähis: IW-03
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Sisesein IW-04

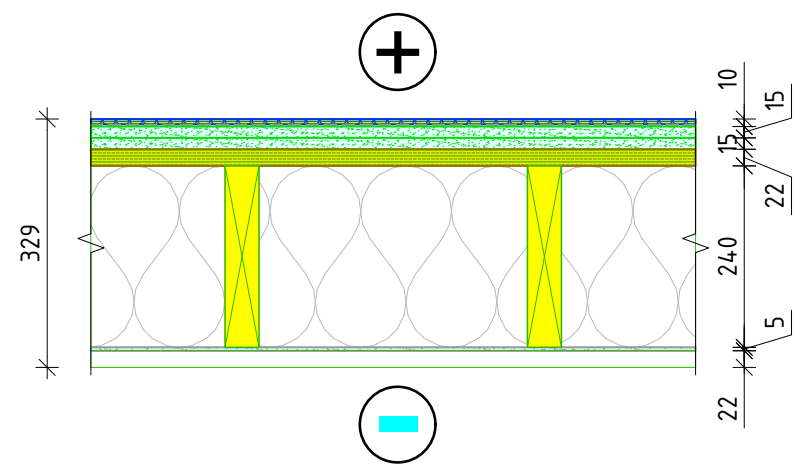
	Viimistlus - värvitud
12.5mm	Kipsplaat GEK
70mm	Karkass 45x70 mm, s. 600 mm
	Mineraalvill 75 mm
12.5mm	Kipsplaat GEK
	Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 31/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Siseseina IW-04 konstruktsioon			Tähis: IW-04
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



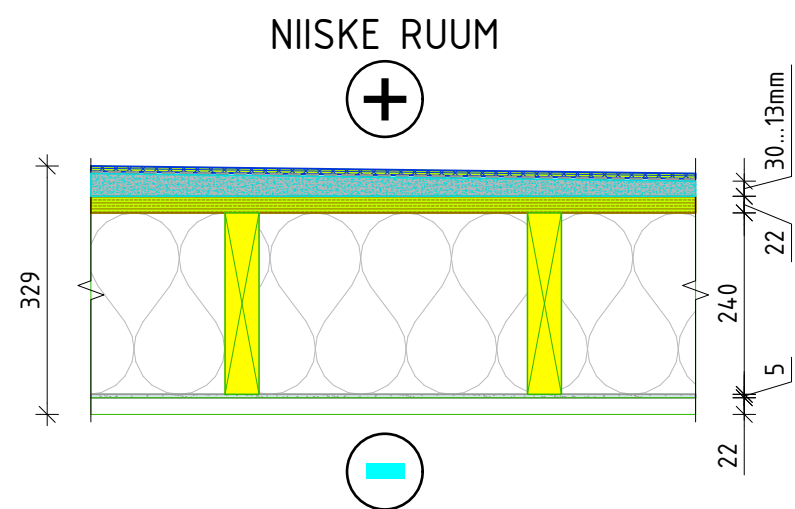
Liftisein CLT-W
120mm CLT paneel 120mm
30mm 2x tulekindlam kipsplaat GFL
Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 32/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Liftiseina CLT-W konstruktsioon			Tähis: CLT-W
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



- Põrandaelement FE-01
- 10mm Viimistlus - parkett + alusmatt
 - 30mm 2x Põranda kipsplaat GF
 - 22mm PLP FORESTIA P4 tappliitega
 - 240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
mineraalvill 250 mm
 - 4.5mm Tsementkiudplaat Cembrit WindStopper Extreme
 - 22mm Immutatud roovitus 22x100 mm

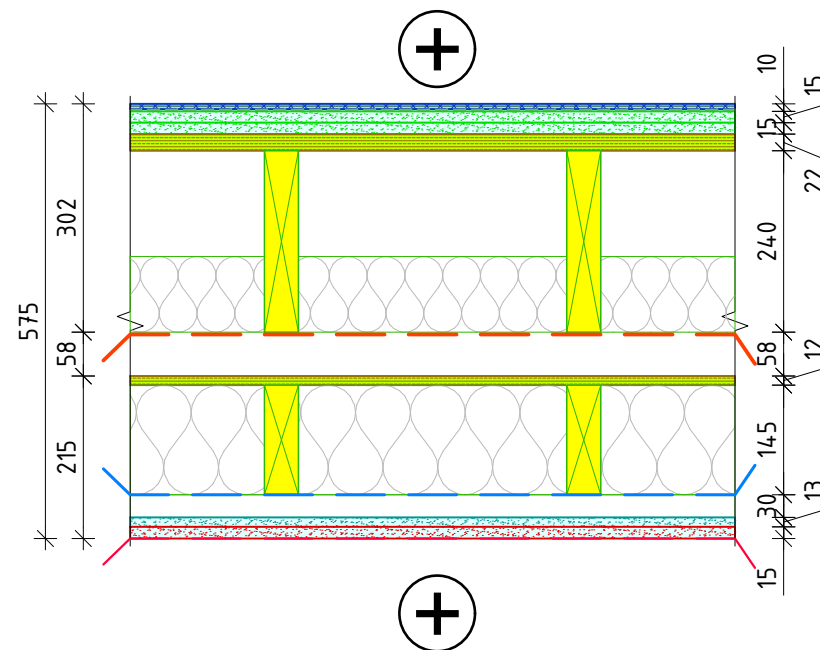
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 33/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Põranda FE-01 konstruktsioon			Tähis: FE-01
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Põrandaelement FE-02

- 10mm Viimistlus - keraamiline plaat
- 30...13mm Kaldega kergbetoon
- 22mm PLP FORESTIA P5 tappliitega
- 240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
mineraalvill 250 mm
- 4.5mm Tsementkiudplaat Cembrit WindStopper Extreme
- 22mm Immutatud roovitus 22x100 mm

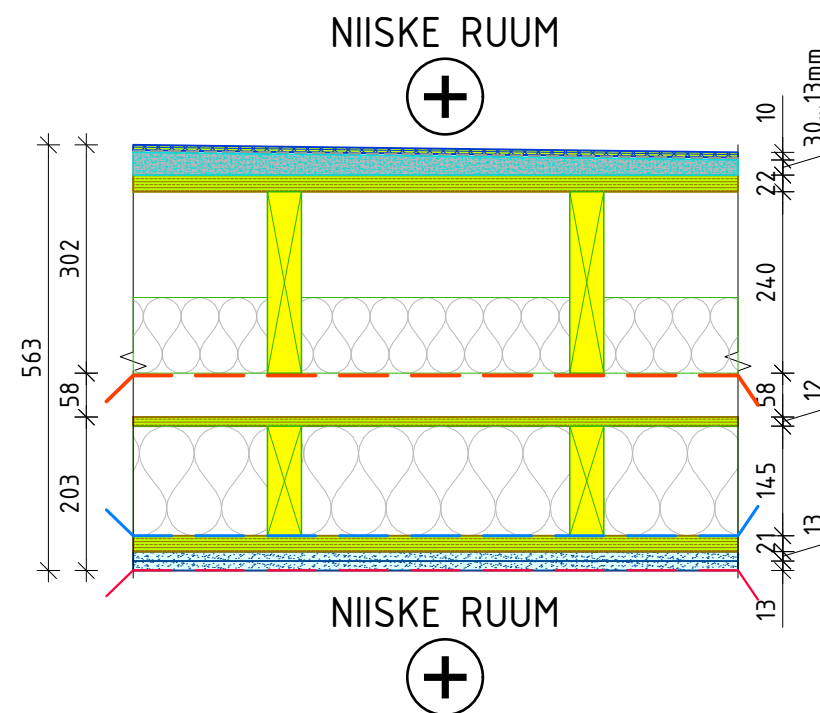
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 34/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Põranda FE-02 konstruktsioon		Tähis: FE-02
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



Vahelaelement CE-01 (REI-60)

- 10mm Viimistlus - parkett + alusmatt
- 30mm 2x Põranda kipsplaat GF
- 22mm PLP FORESTIA P4 tappliitega
- 240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
- mineraalvill 100 mm (välisseinast 600 mm kasutada 250 mm paksusega villa)
- 0.2mm Tuuletõkkekangas
- 58mm Õhkvahe / vibratsioonimatid mööda perimeetrit
- 0.2mm Tuuletõkkekangas
- 145mm Karkass 45x145mm, s. 400 mm
- Mineraalvill 150 mm
- 0.2mm Aurutõkkekile
- 12mm OSB-3
- 30mm Roovitus 30x45 mm
- 12.5mm Kipsplaat GN
- 15.4mm Tulekindlam kipsplaat GFL
- Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 35/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Vahelae CE-01 konstruktsioon		Tähis: CE-01
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		

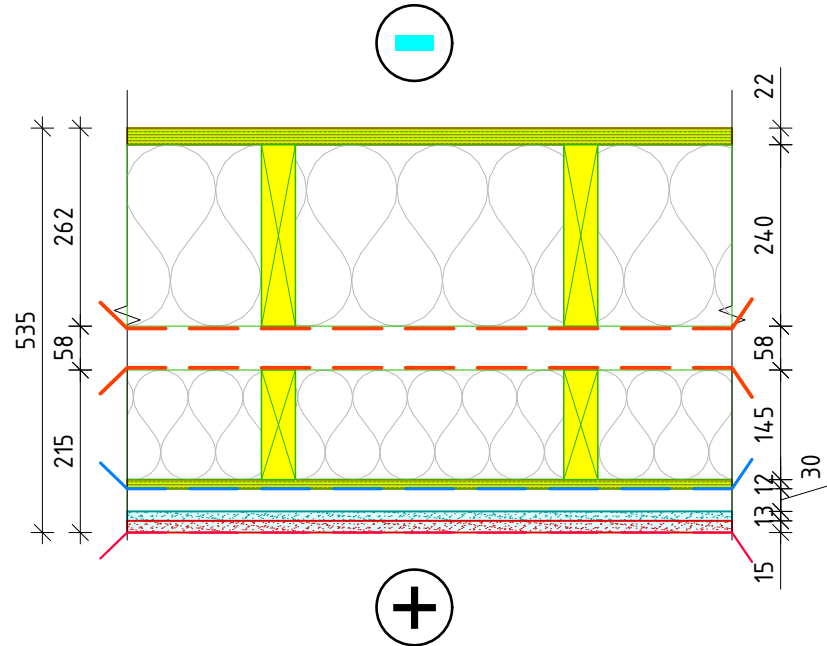


Vahelaelement CE-02 (REI-60)

- 10mm Viimistlus - keraamiline plaat
- 30...13mm Kaldega kergbetoon
- 22mm PLP FORESTIA P5 tappliitega
- 240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
mineraalvill 100 mm (välisseinast 600 mm
kasutada 250 mm paksusega villa)
- 0.2mm Tuuletõkkekangas
- 58mm Õhkvahe / vibratsioonimatid mööda perimeetrit
- 0.2mm Tuuletõkkekangas
- 145mm Karkass 45x145mm, s. 400 mm
Mineraalvill 150 mm
- 0.2mm Aurutõkketile
- 21mm Vineerplaat
- 25mm 2x Niiskuskindlam kipsplaat Fermacell
Viimistlus - värvitud

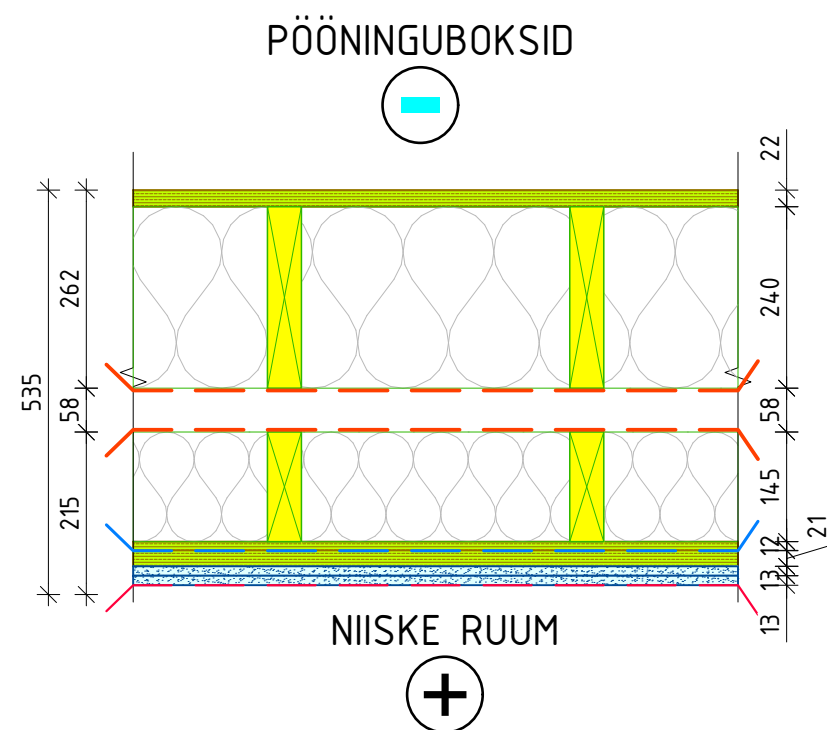
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 36/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Vahelae CE-02 konstruktsioon		Tähis: CE-02
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		

PÖÖNINGUBOKSID



- Vahelaelement CE-03 (REI-60)
- 22mm OSB-3 plaat
 - 240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
 - mineraalvill 250 mm
 - 0.2mm Tuuletõkkekangas
 - 58mm Õhkvahe / vibratsioonimatid mööda perimeetrit
 - 0.2mm Tuuletõkkekangas
 - 145mm Karkass 45x145mm, s. 400 mm
 - Mineraalvill 150 mm
 - 0.2mm Aurutõkkekile
 - 12mm OSB-3 plaat
 - 30mm Roovitus 30x45 mm
 - 12.5mm Kipsplaat GN
 - 15.4mm Tulekindlam kipsplaat GFL
 - Viimistlus - värvitud

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 37/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Vahelae CE-03 konstruktsioon			Tähis: CE-03
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Vahelaelement CE-04 (REI-60)

22mm OSB-3 plaat

240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
mineraalvill 250 mm

0.2mm Tuuletõkkekangas

58mm Õhkvahe / vibratsioonimatid mööda perimeetrit

0.2mm Tuuletõkkekangas

145mm Karkass 45x145mm, s. 400 mm
Mineraalvill 150 mm

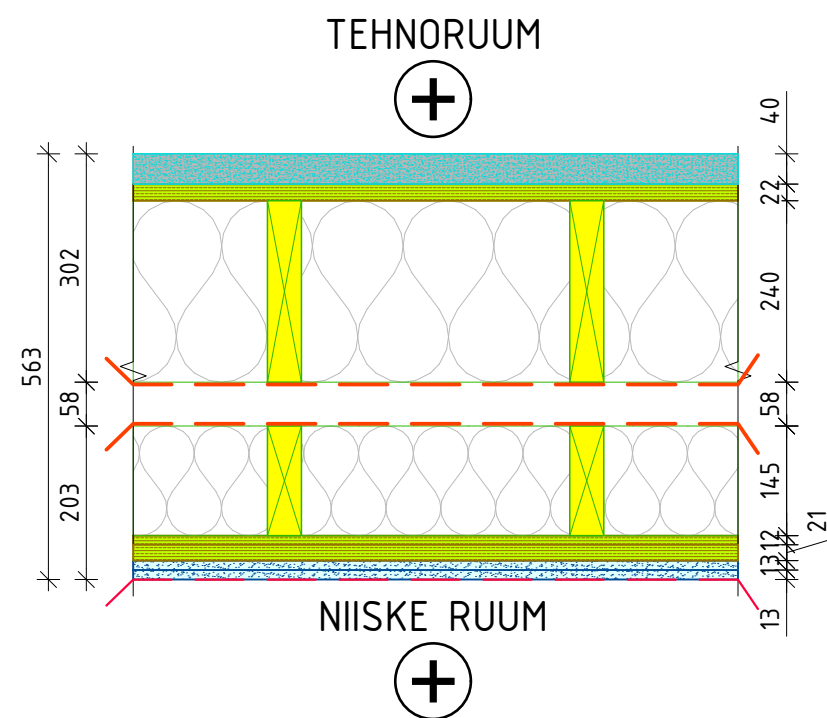
12mm OSB-3 plaat

0.2mm Aurutõkketile

21mm Vineerplaat 21 mm

25mm 2x niiskuskindlam Fermacell plaat
Viimistlus - värvitud

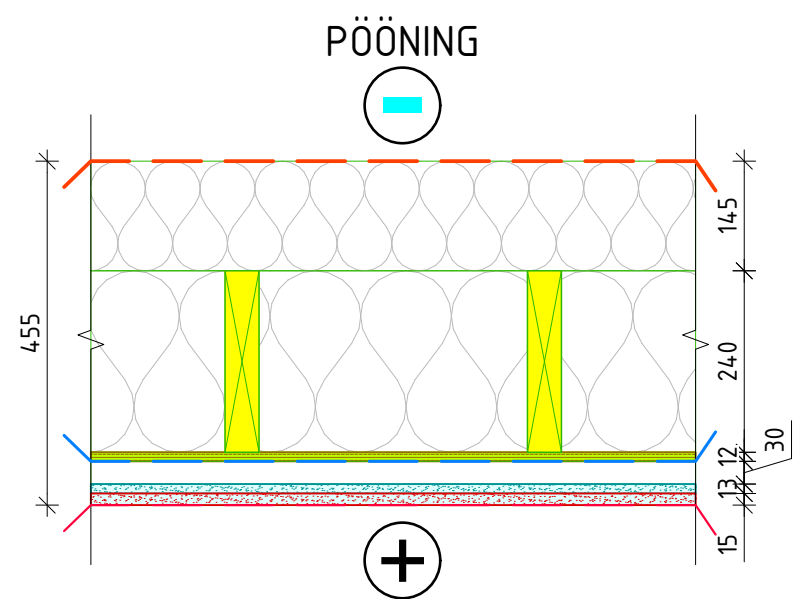
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 38/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vahelae CE-04 konstruktsioon			Tähis: CE-04
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Vahelaelement CE-06 (REI-60)

- 40mm Kergbetoon
- 22mm OSB-3 plaat
- 240mm Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
mineraalvill 250 mm
- 0.2mm Tuuletõkkekangas
- 58mm Õhkvahe / vibratsioonimatid mööda perimeetrit
- 0.2mm Tuuletõkkekangas
- 145mm Karkass 45x145mm, s. 400 mm
Mineraalvill 150 mm
- 12mm OSB-3 plaat
- 0.2mm Aurutõkkekile
- 21mm Vineerplaat 21 mm
- 25mm 2x niiskuskindlam Fermacell plaat
Viimistlus - värvitud

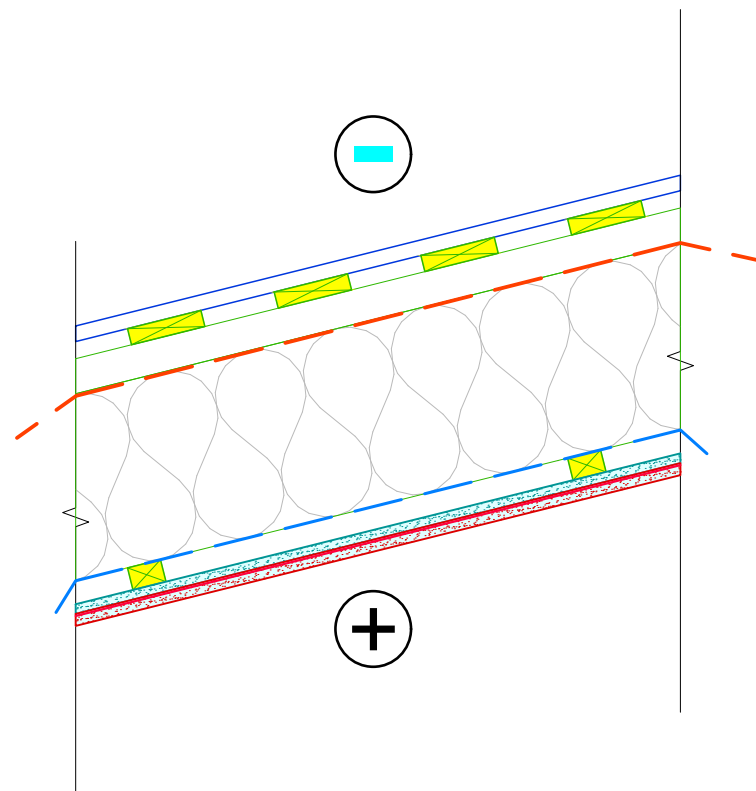
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 40/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vahelae CE-06 konstruktsioon			Tähis: CE-06
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Vahelaelement CE-07 (REI-60)

0.2mm	Tuuletõkkekangas
145mm	Karkass 45x145 mm, s. 400 mm
	Mineraalvill 150mm
240mm	Karkass 45x240 mm, s. 400 mm
	Mineraalvill 250 mm
30mm	Roovitus 30x45 mm
12.5mm	Kipsplaat GN
15.4mm	Tulekindlam kipsplaat GFL

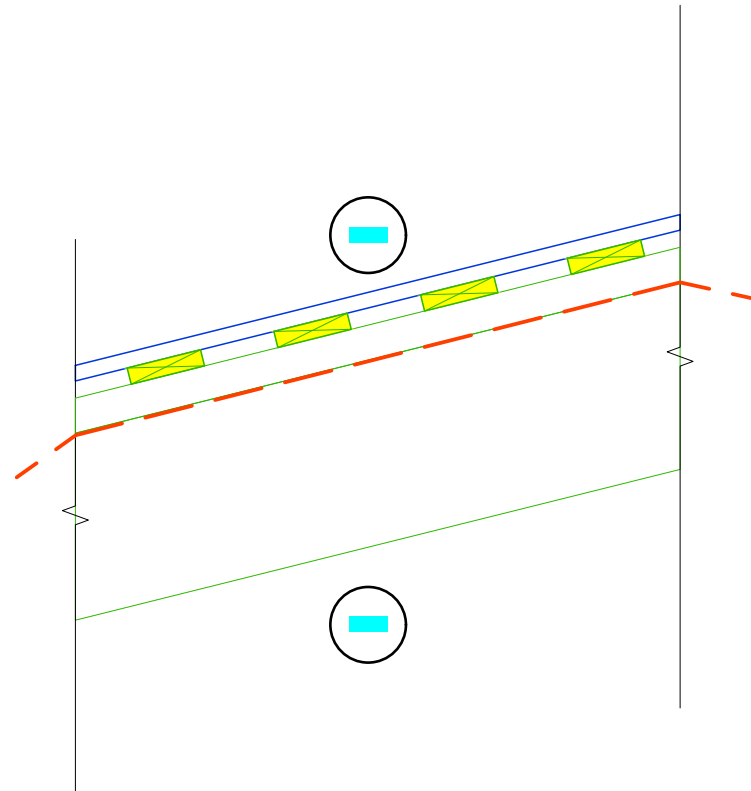
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 41/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vahelae CE-07 konstruktsioon	Tähis: CE-07		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Katuseelement RE-01 (REI-60)

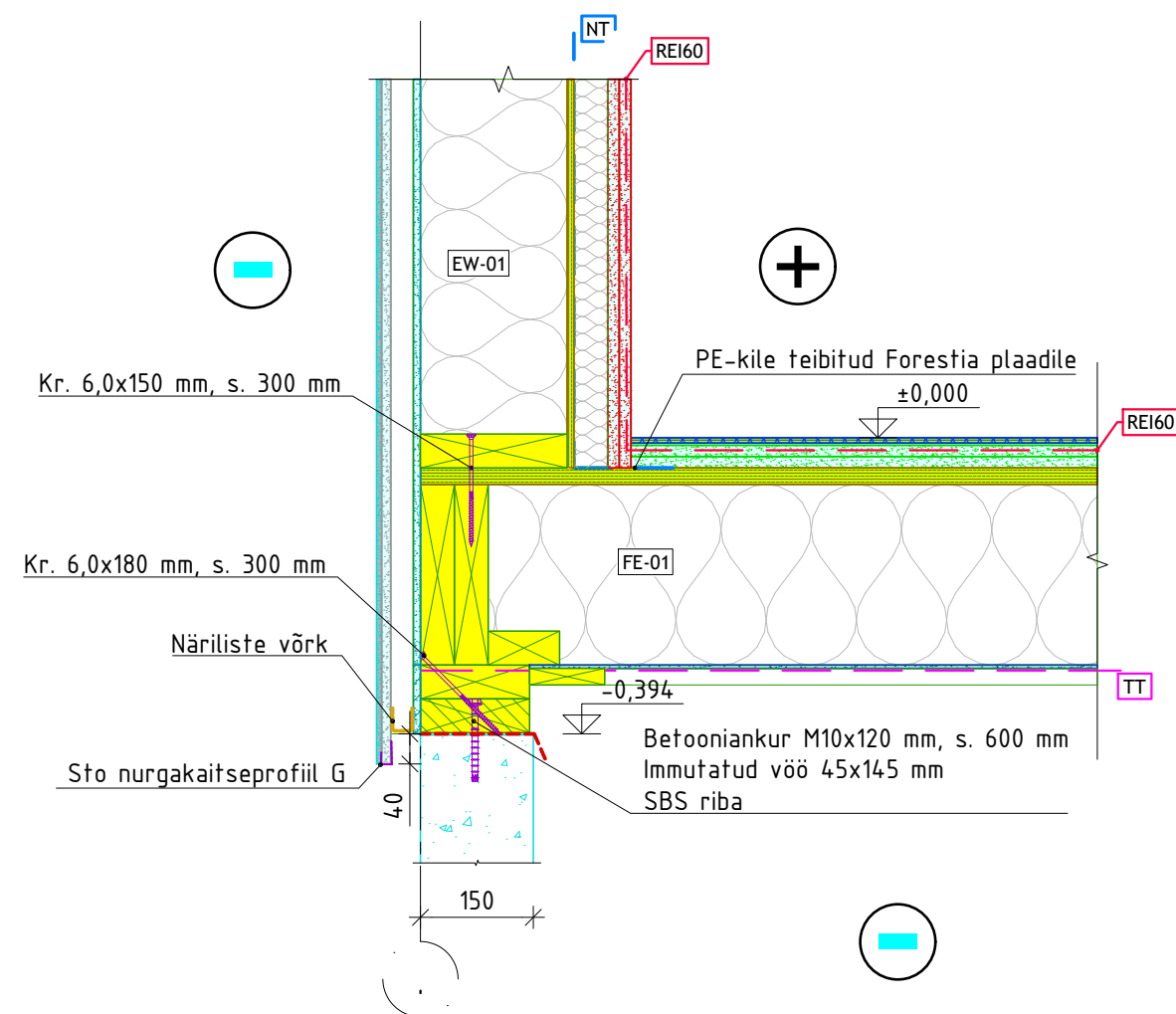
20mm	Profiilplekk Classic
22mm	Roovitus 22x100 mm, s. 200 mm
45mm	Roovitus 45x70 ventilatsiooniks
	Katuse aluskate SIGA Majcoat
240mm	Sarikad 45x240mm, s. 600 mm
	Mineraalvill 250mm
0.2mm	Aurutõkketile
30mm	Roovitus 30x45mm
12.5mm	Kipsplaat GN 12.5mm
15mm	Tulekindlam kipsplaat GFL

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 42/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Katuse RE-01 konstruktsioon		Tähis: RE-01
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



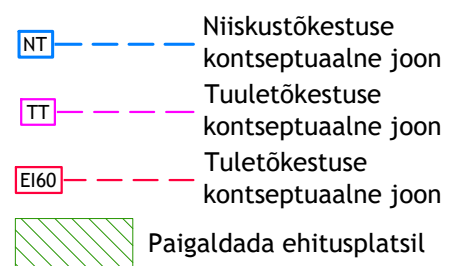
Katuseelement RE-02 (REI-60)
20mm Profiilplekk Classic
22mm Roovitus 22x100 mm, s. 200 mm
45mm Roovitus 45x70 ventilatsiooniks
Katuse aluskate SIGA Majcoat
240mm Sarikad 45x240mm, s. 600 mm

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 43/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Altkiri:	Joonise nimi: Katuse RE-02 konstruktsioon			Tähis: RE-02
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Altkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

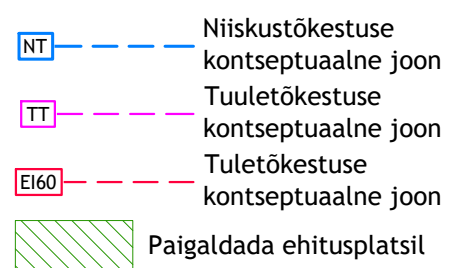


- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

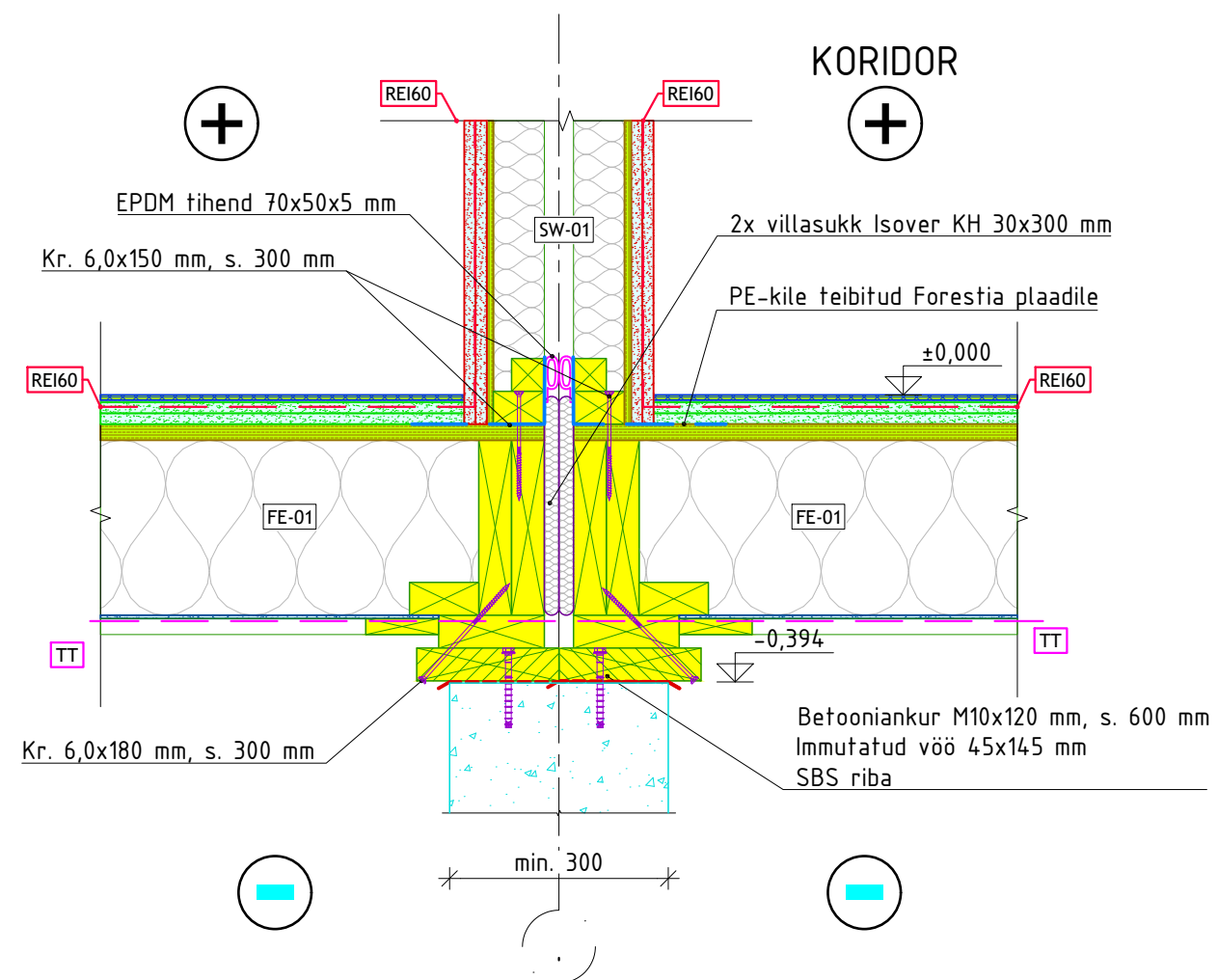
TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 44/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Mooduli ja vundamendi sõlm 1	Tähis: S-1		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 45/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Alkiri:	Joonise nimi: Mooduli ja vundamendi sõlm 2			Tähis: S-2
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

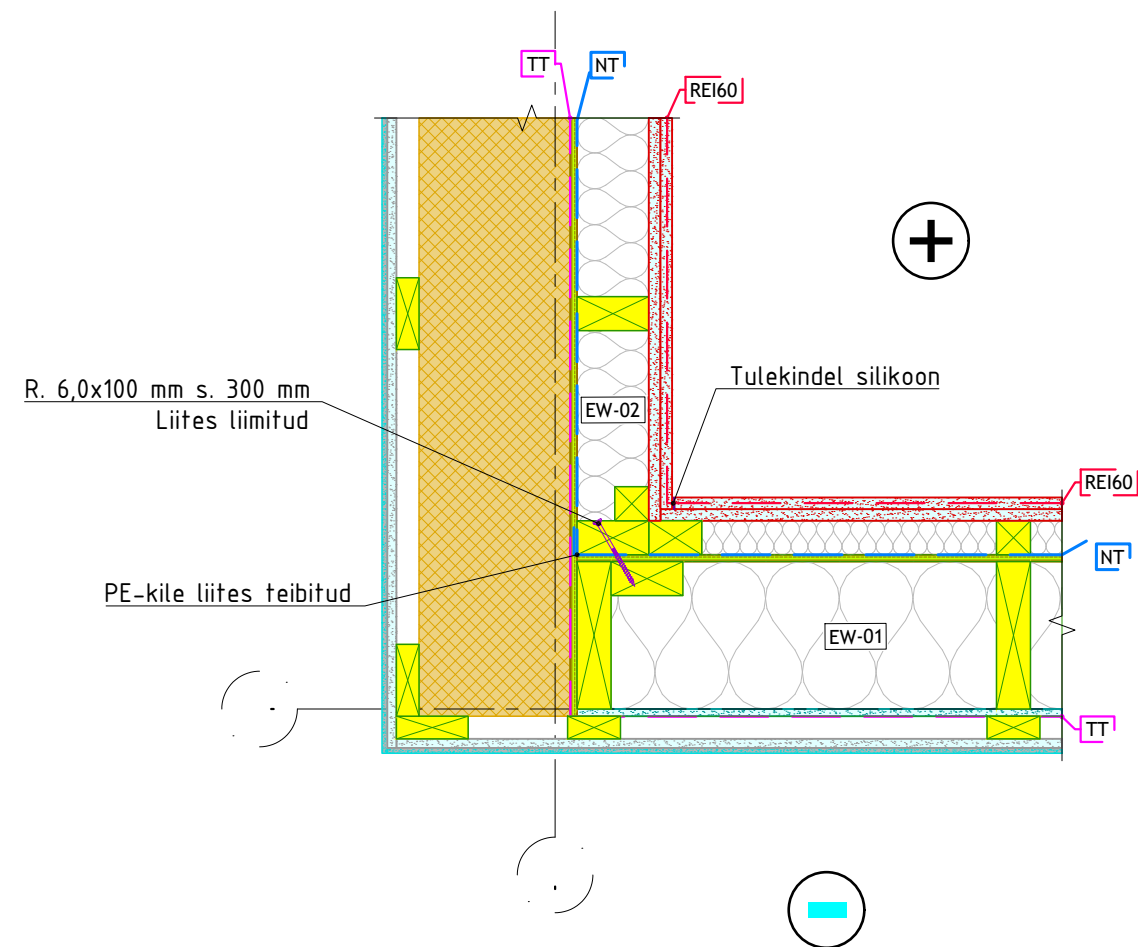


	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 46/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Kahe mooduli ja vundamendi sõlm 1			Tähis: S-3	
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020				



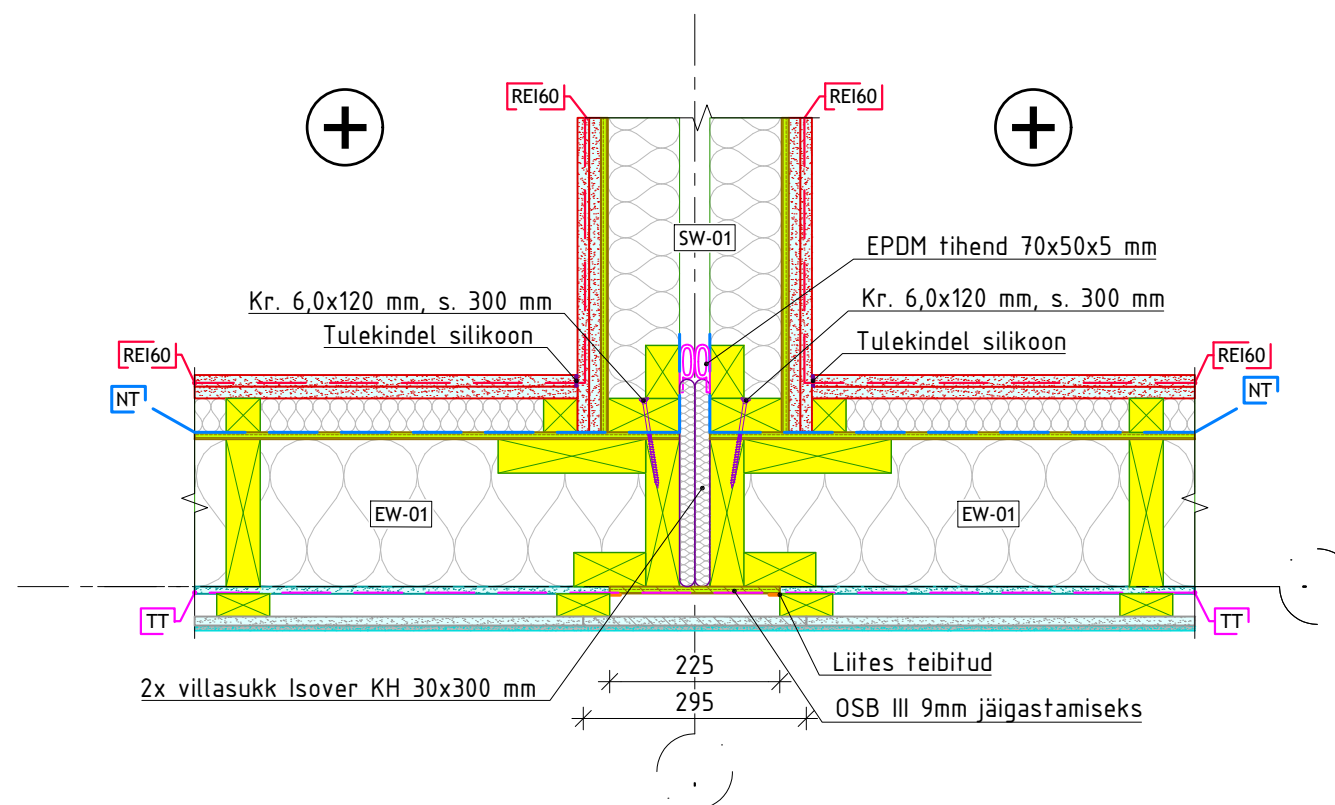
- NT ————— Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT ————— Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 ————— Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 47/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Kahe mooduli ja vundamendi sõlm 2			Tähis: S-4
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



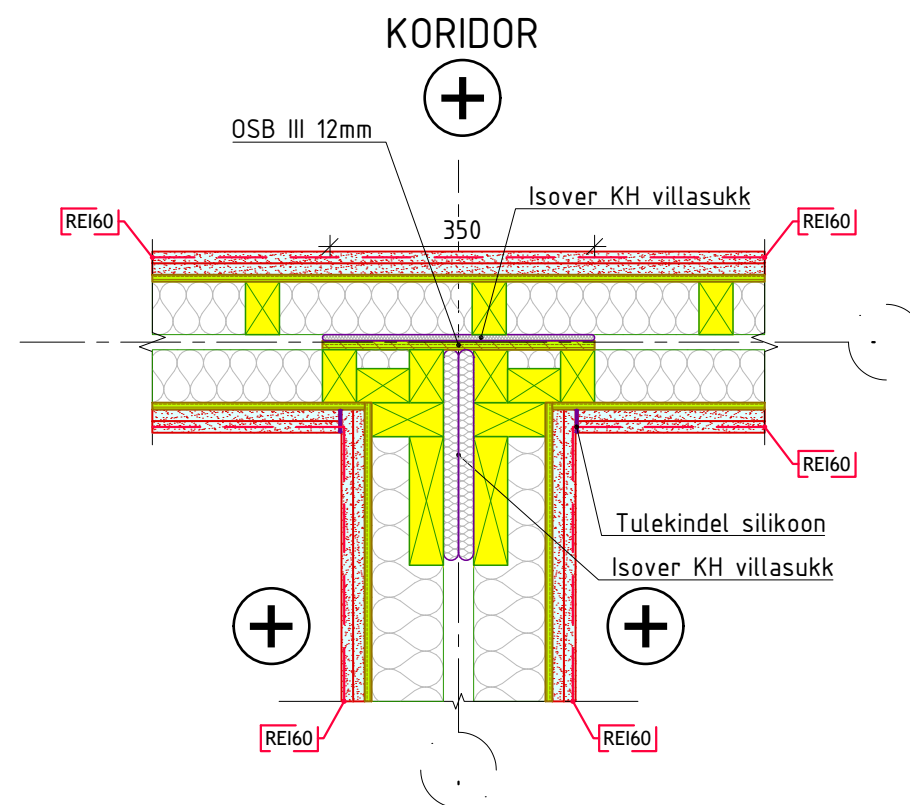
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 48/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Horisontaalne välisseinte nurga sõlm	Tähis: S-5		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



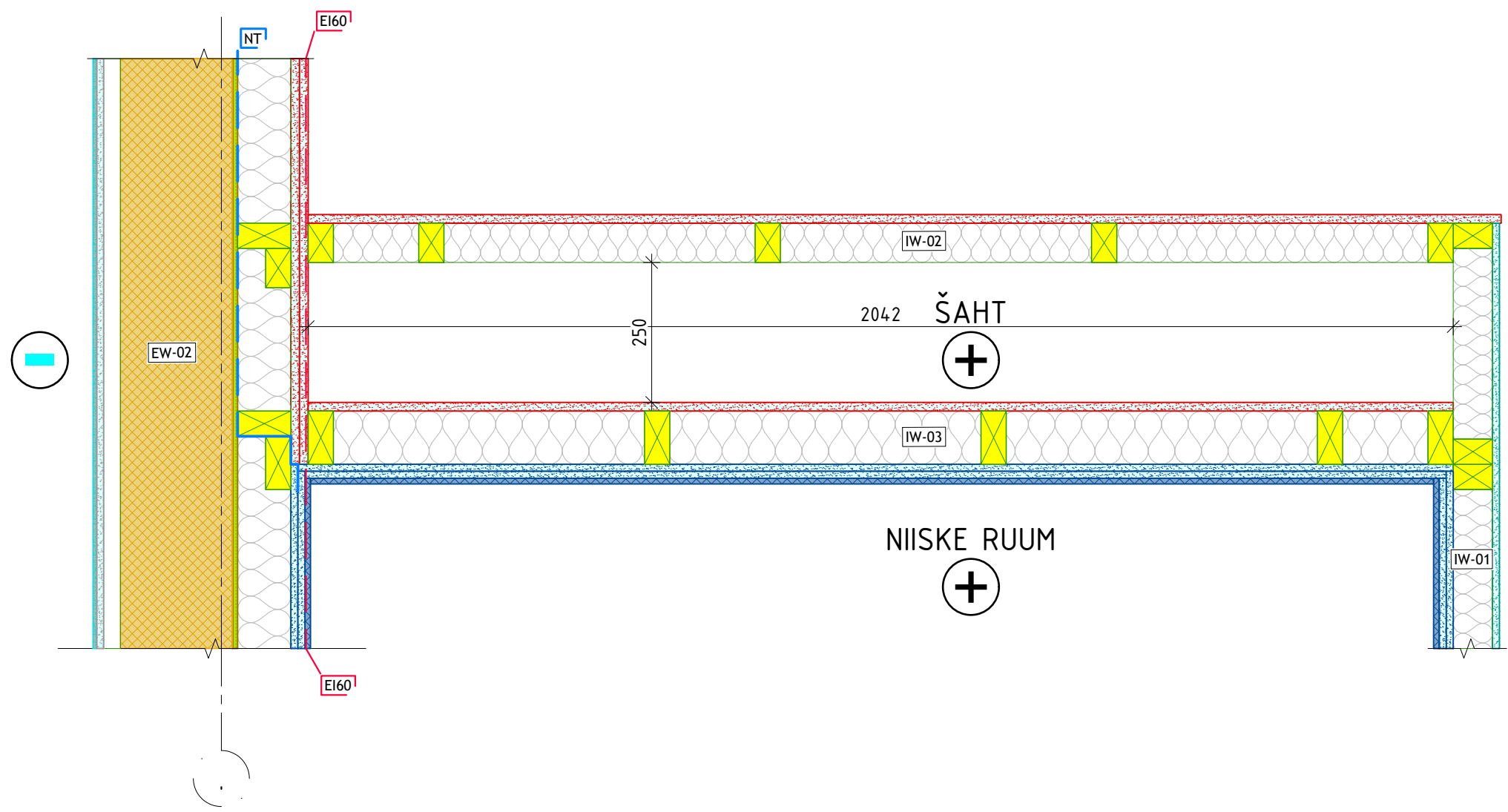
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 49/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Horisontaalne kahe mooduli liite sõlm	Tähis: S-6		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



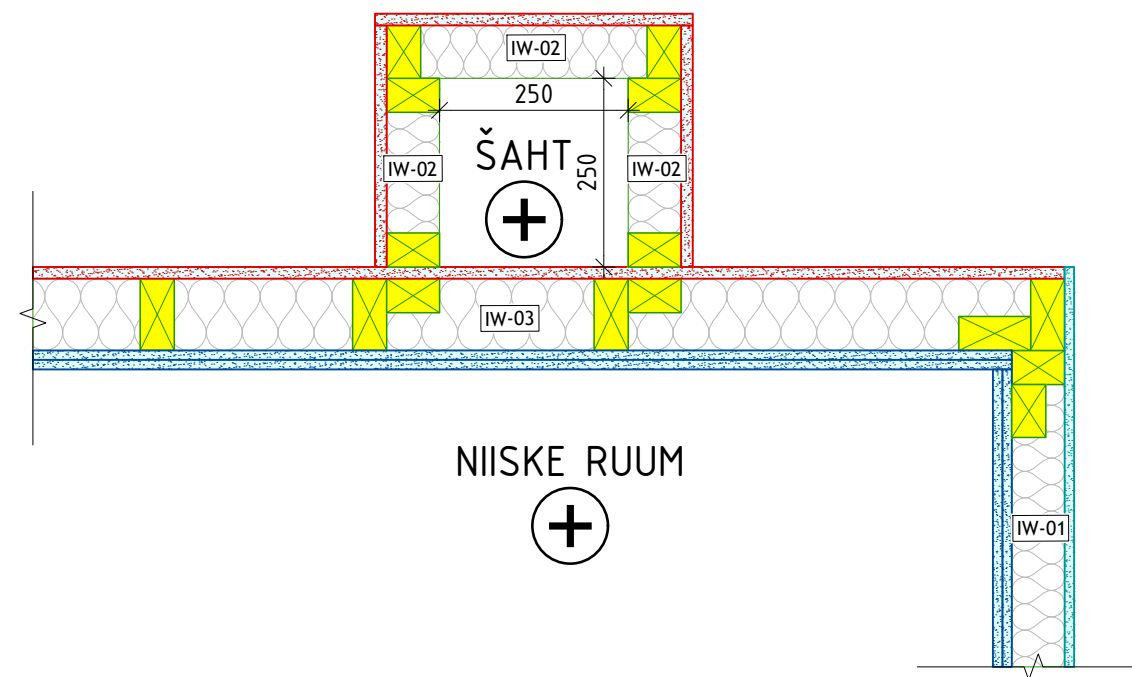
- NT ————— Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT ————— Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 ————— Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
-  Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 50/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Horisontaalne moodulitevaheline sõlm			Tähis: S-7
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



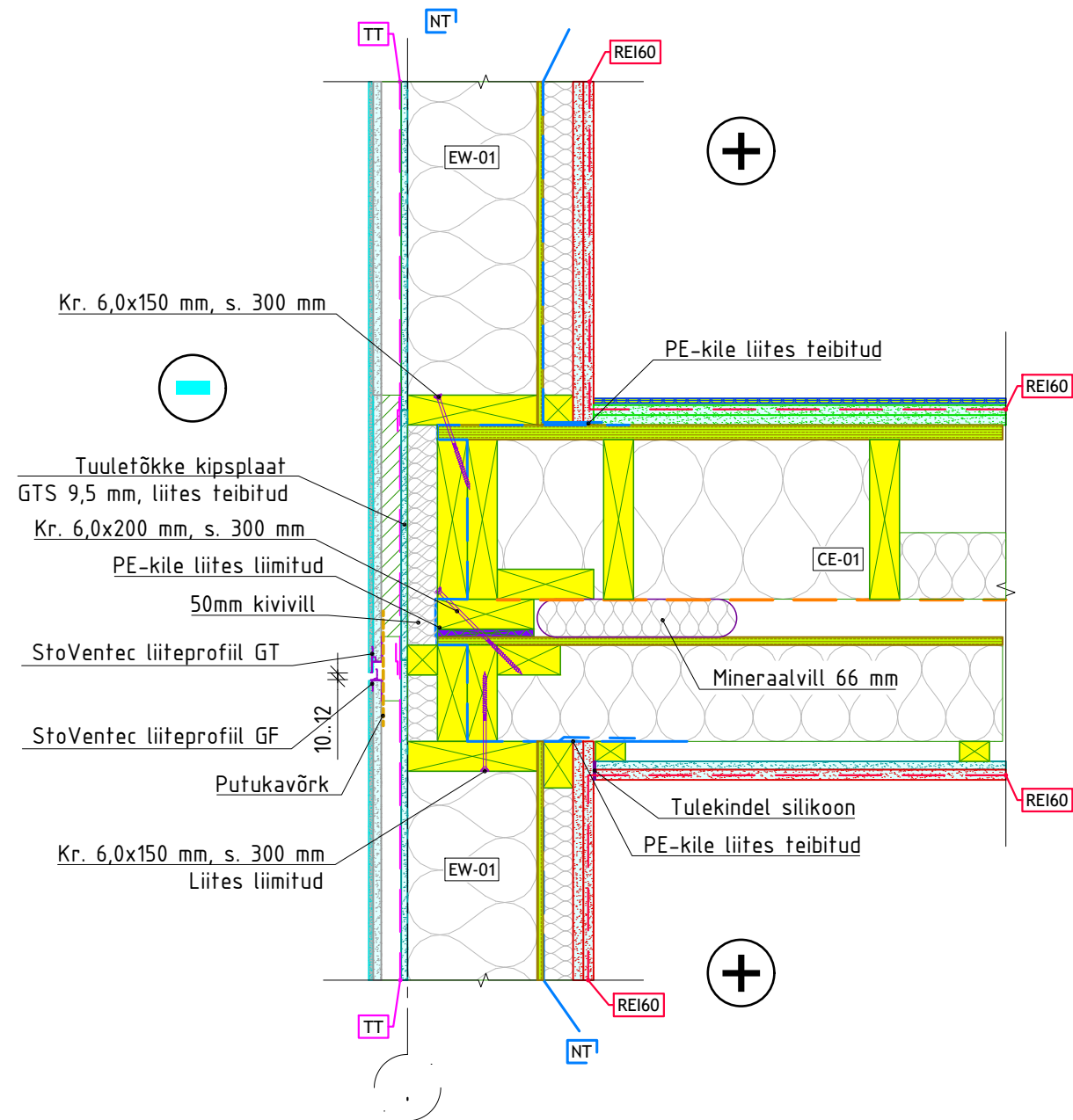
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 51/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Horisontaalne šahti sõlm 1	Tähis: S-8		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



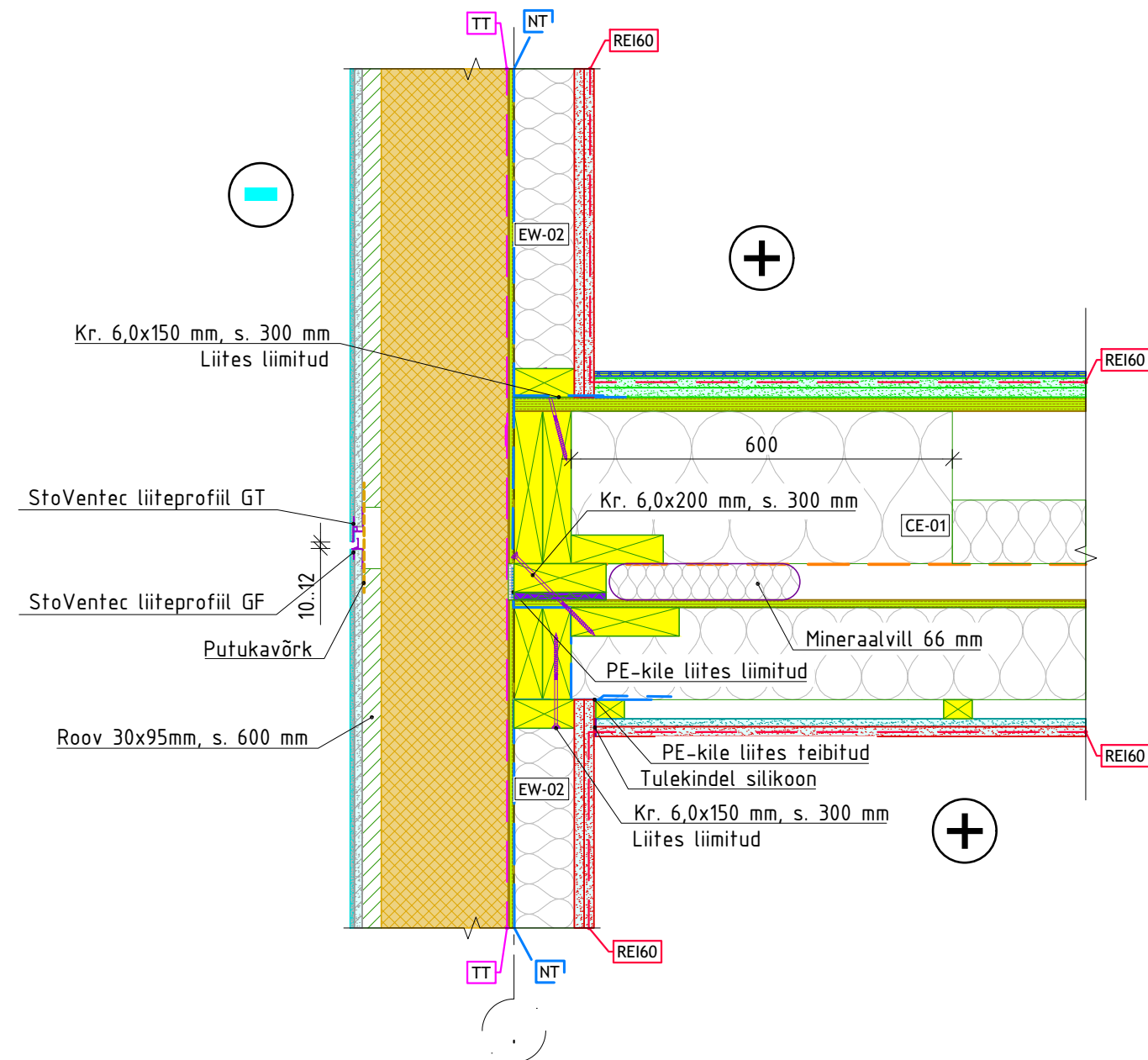
- NT ————— Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
TT ————— Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
EI60 ————— Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 52/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Horisontaalne šahti sõlm 2			Tähis: S-9
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



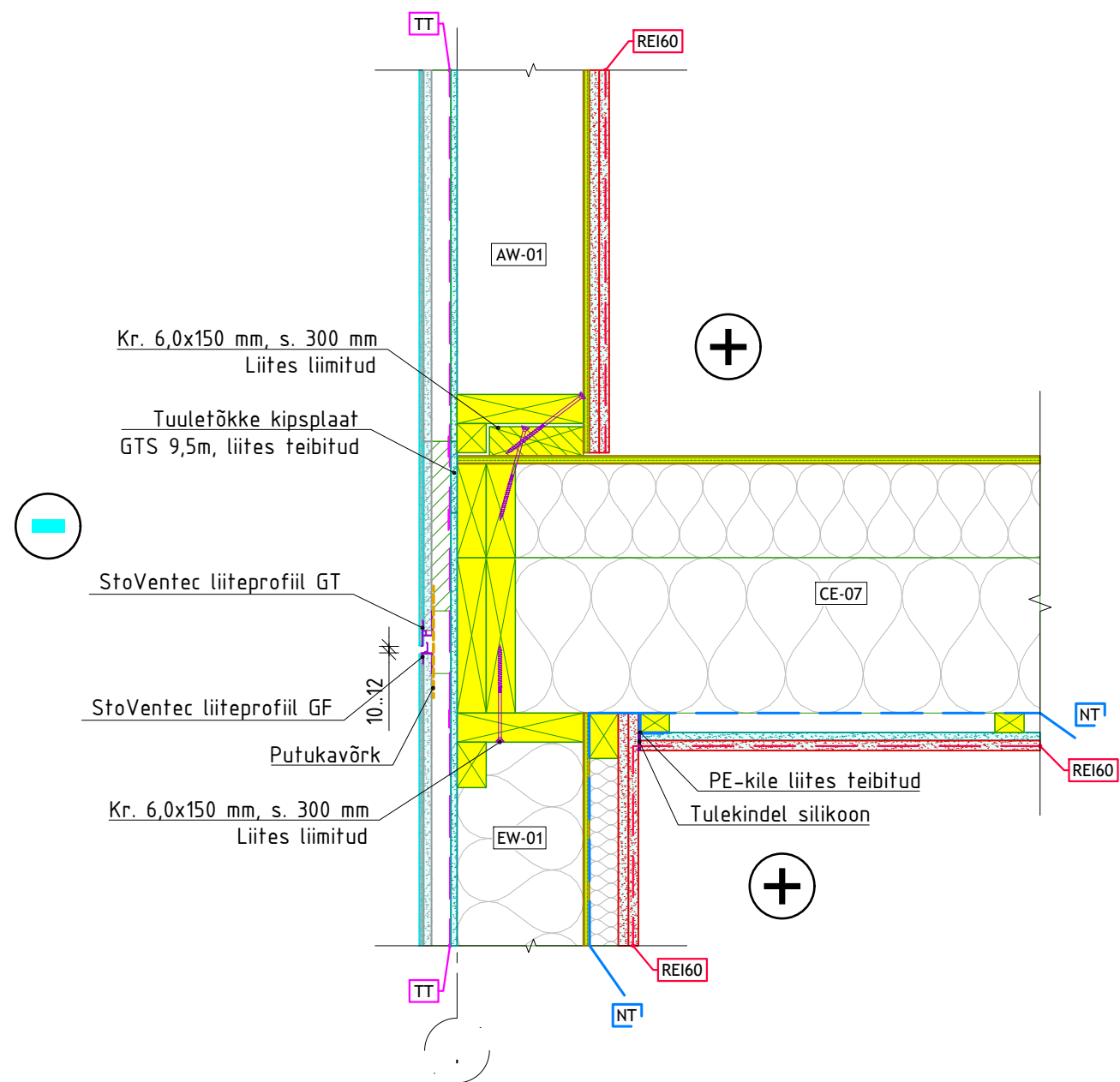
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- REI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 53/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 1	Tähis: S-10		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



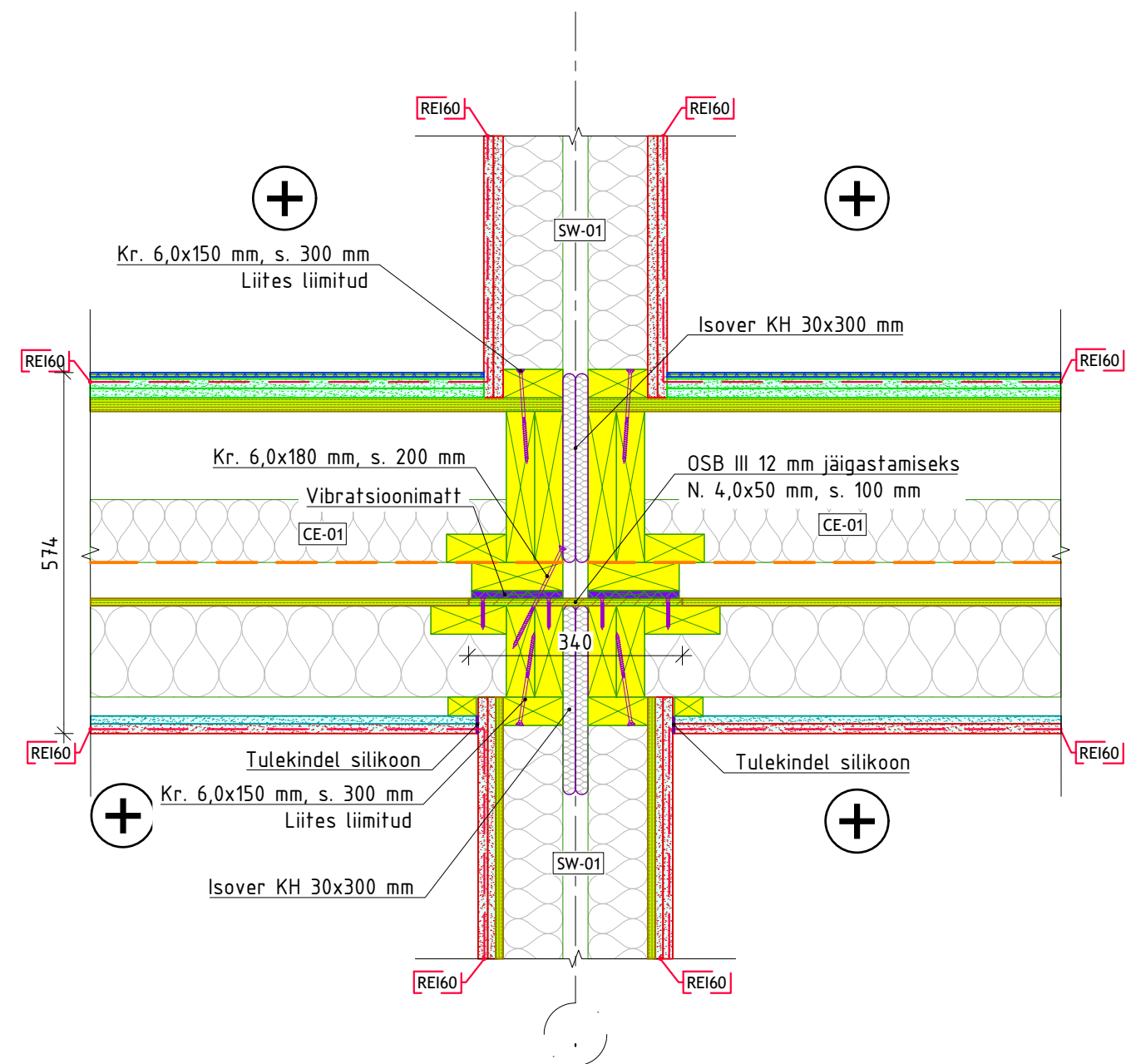
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
 TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
 EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 54/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 2	Tähis: S-11		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



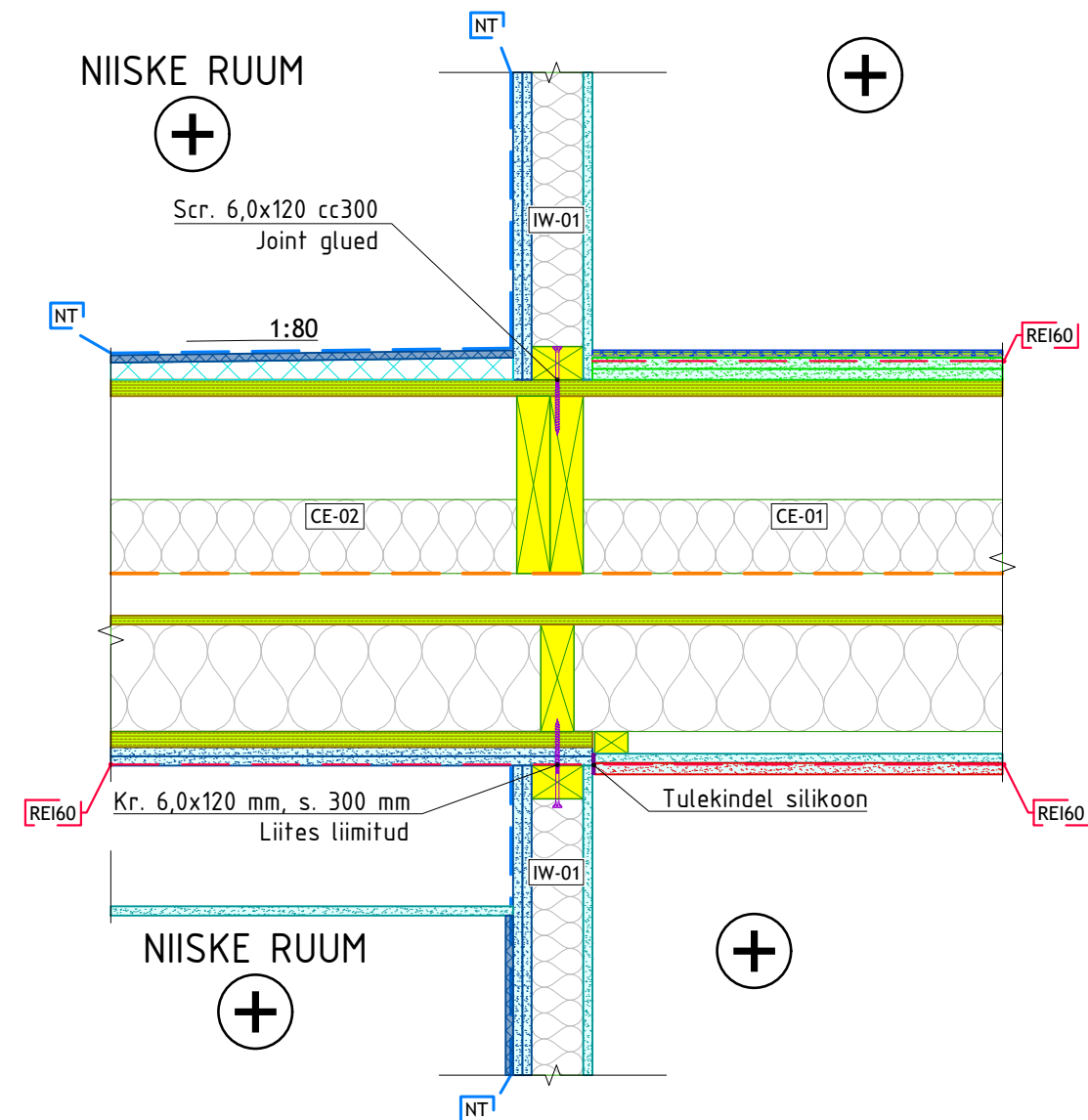
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 55/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 3	Tähis: S-12		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



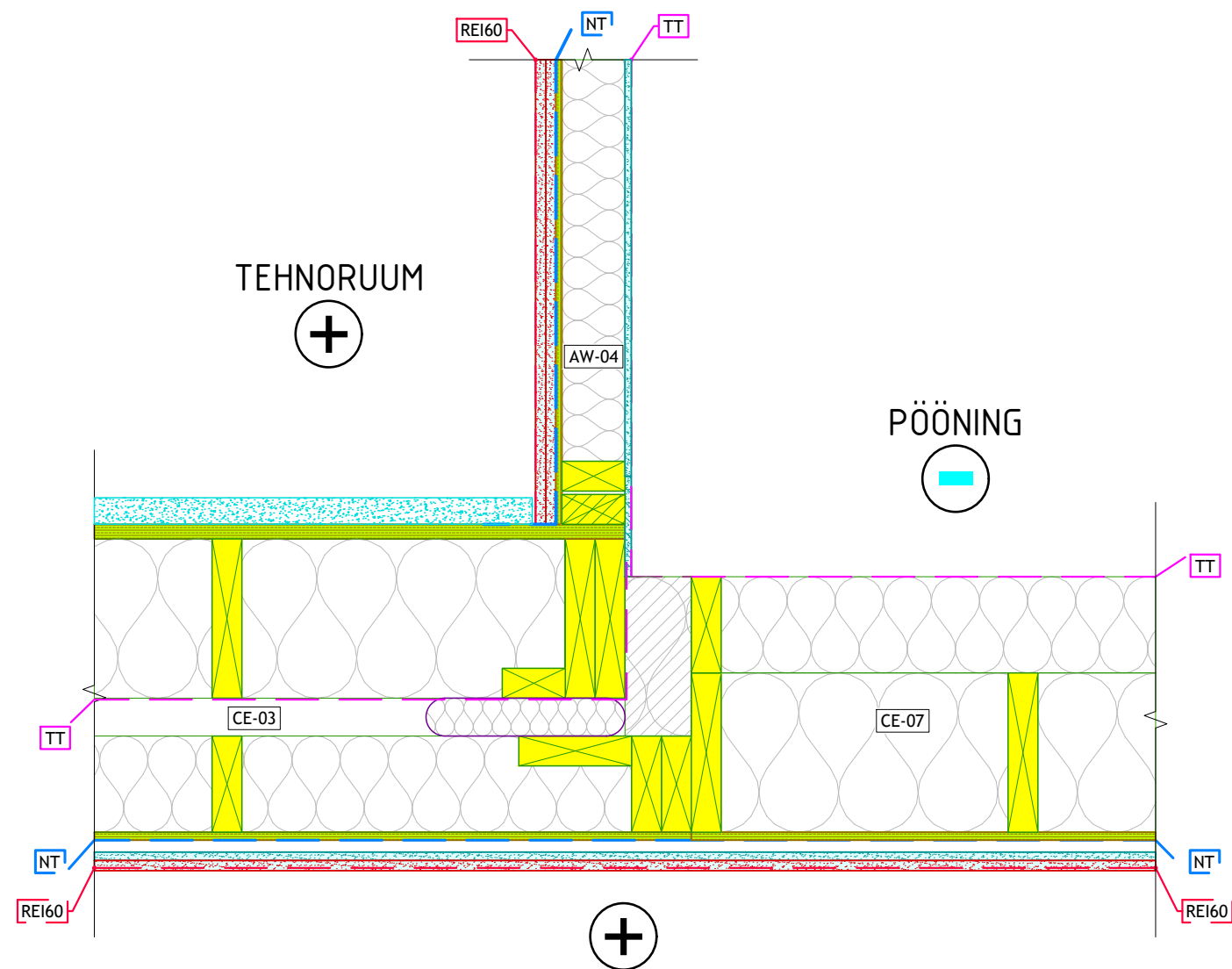
- NT ————— Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
 TT ————— Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
 EI60 ————— Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 56/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne moodulitevaheline sõlm 4	Tähis: S-13		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



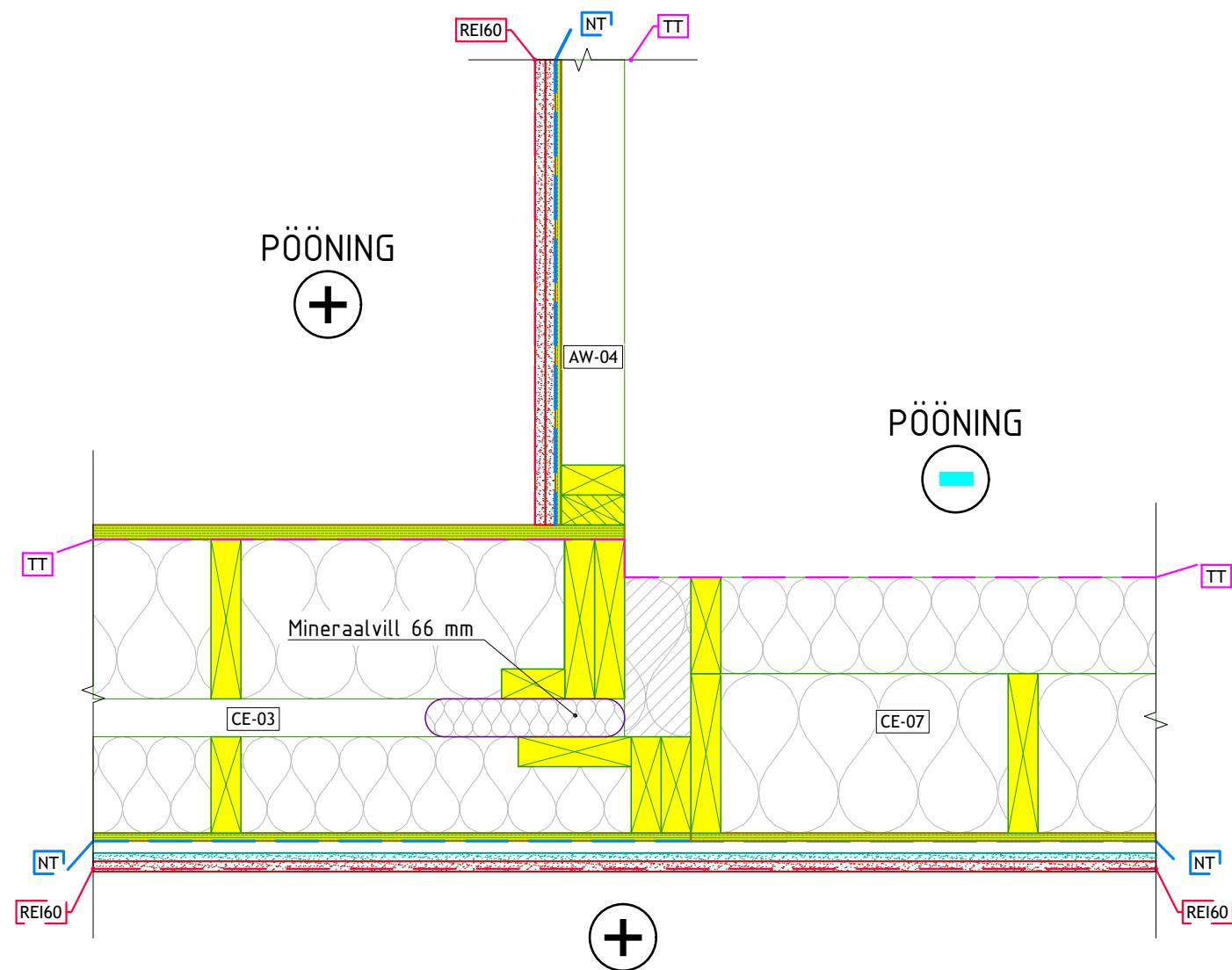
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 57/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne niiske ruumi seinä sõlm			Tähis: S-14
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



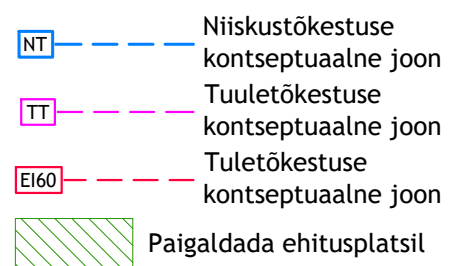
- NT ————— Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT ————— Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 ————— Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 58/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne tehnoruumi seinä sõlm	Tähis: S-15		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

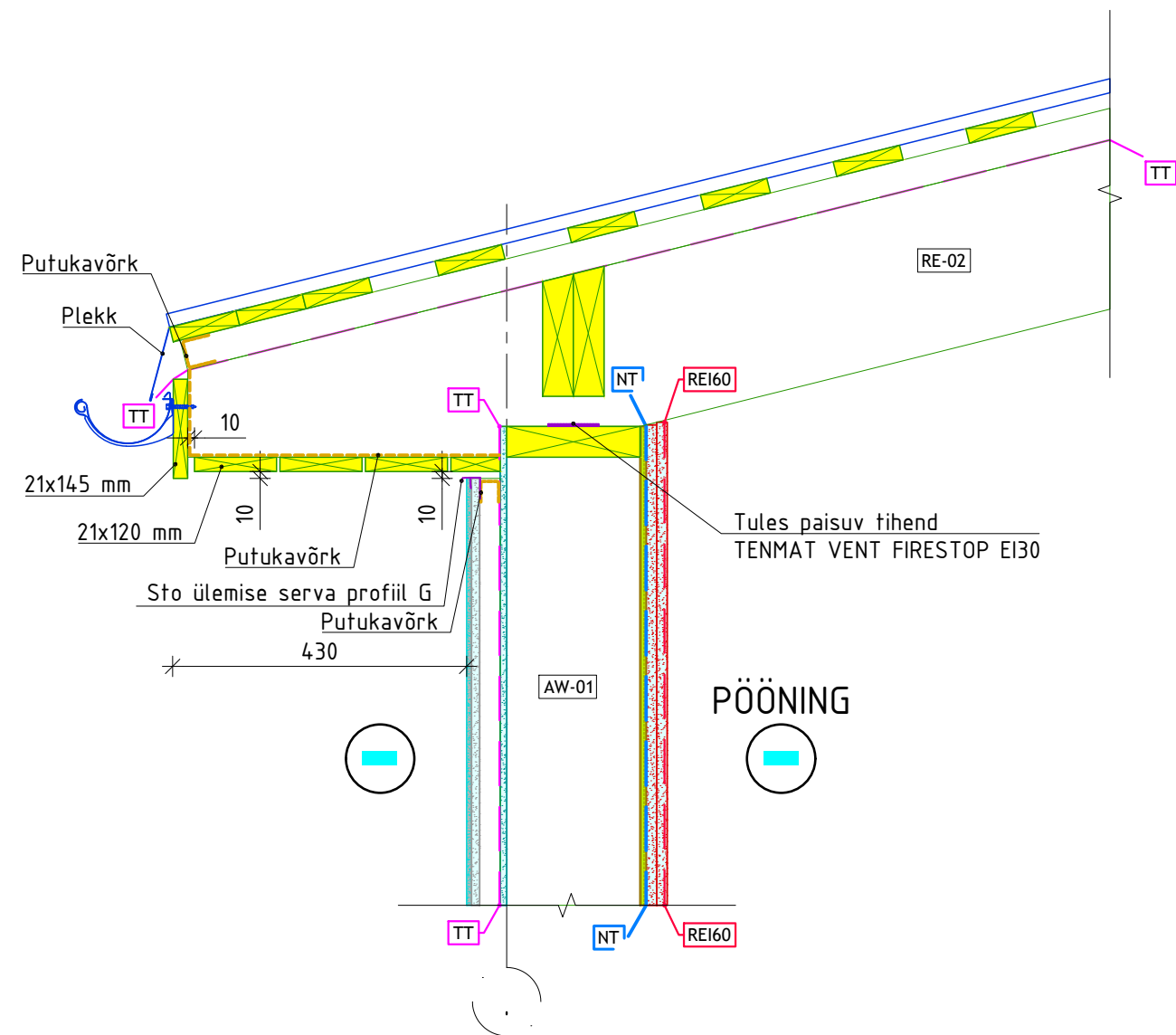


- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 59/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne pööninguseina sõlm	Tähis: S-16		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

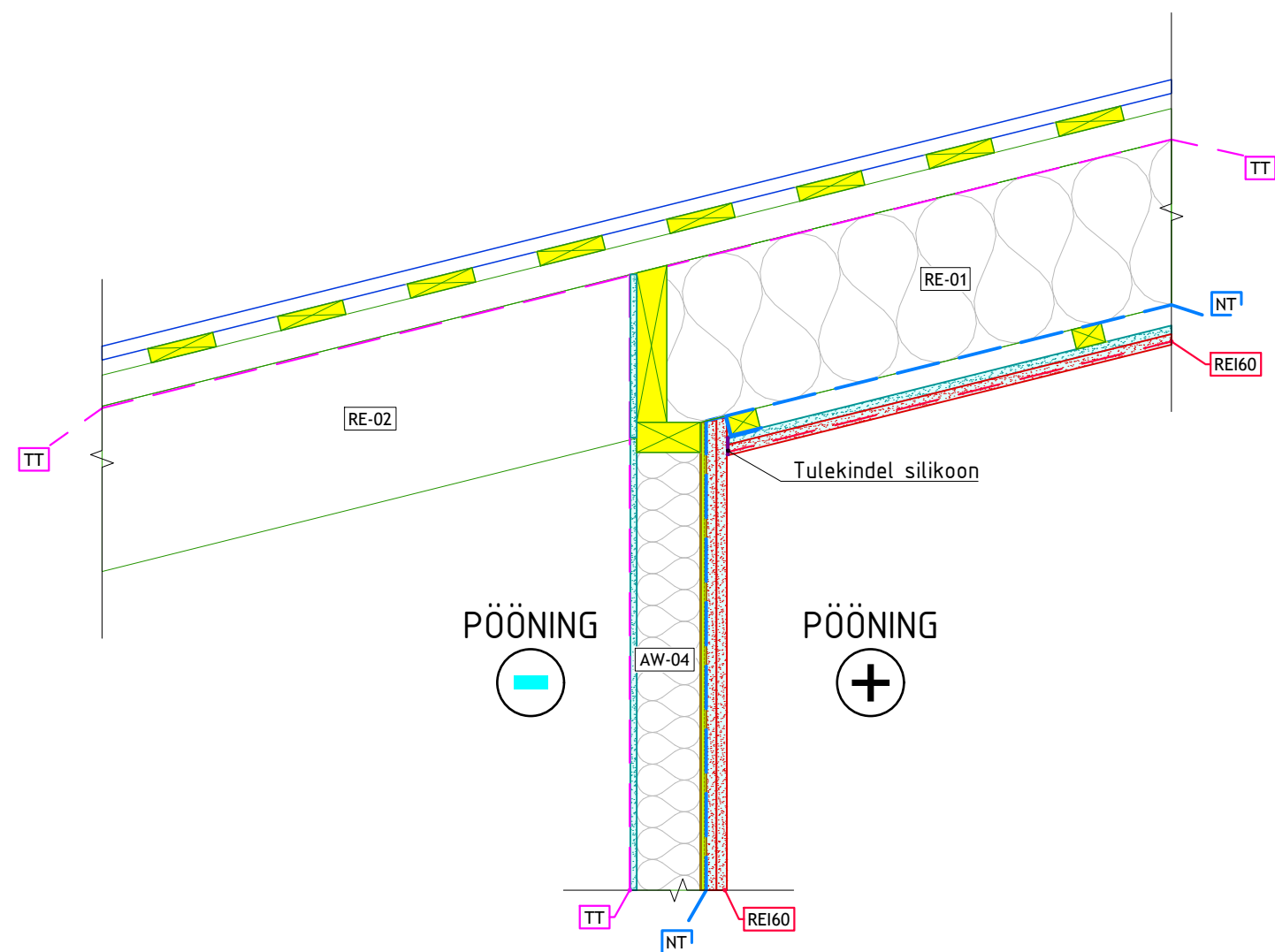


	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 60/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Vertikaalne terrassi sõlm			Tähis: S-17
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



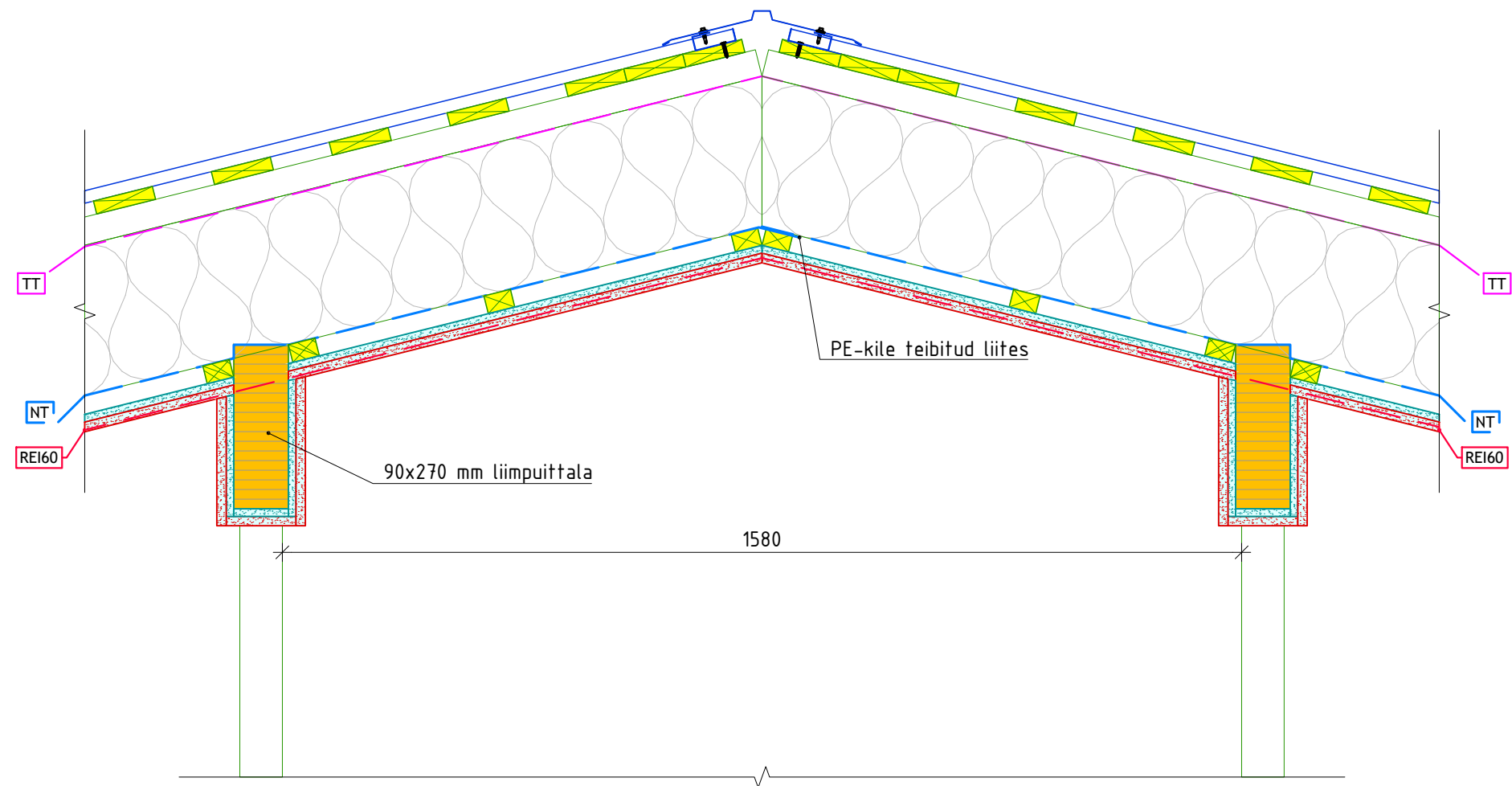
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
 TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
 EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 61/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Katuse räästasõlm	Tähis: S-18		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



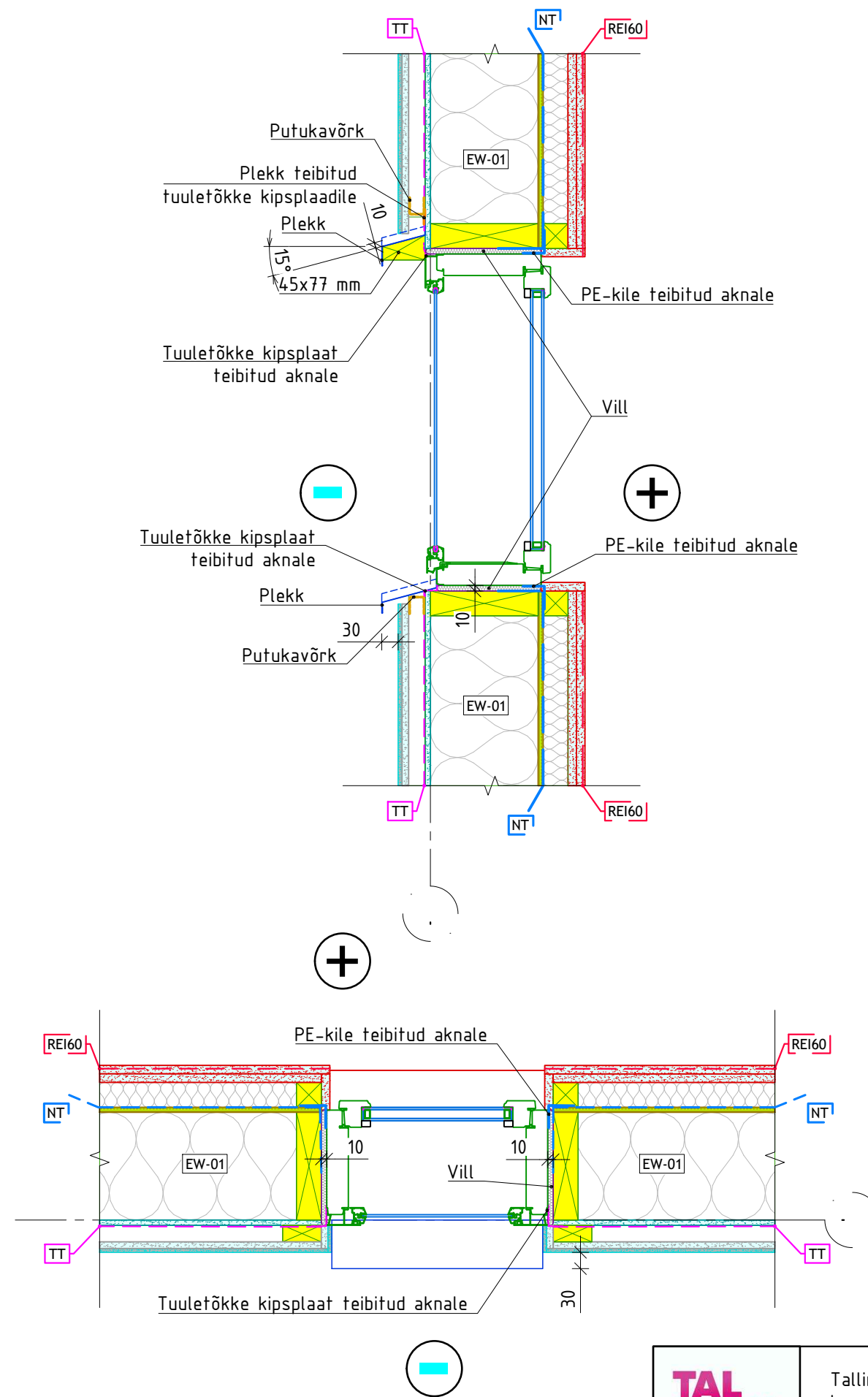
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
 TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
 EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 62/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Katuse ja pööningu seina sõlm	Tähis: S-19		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



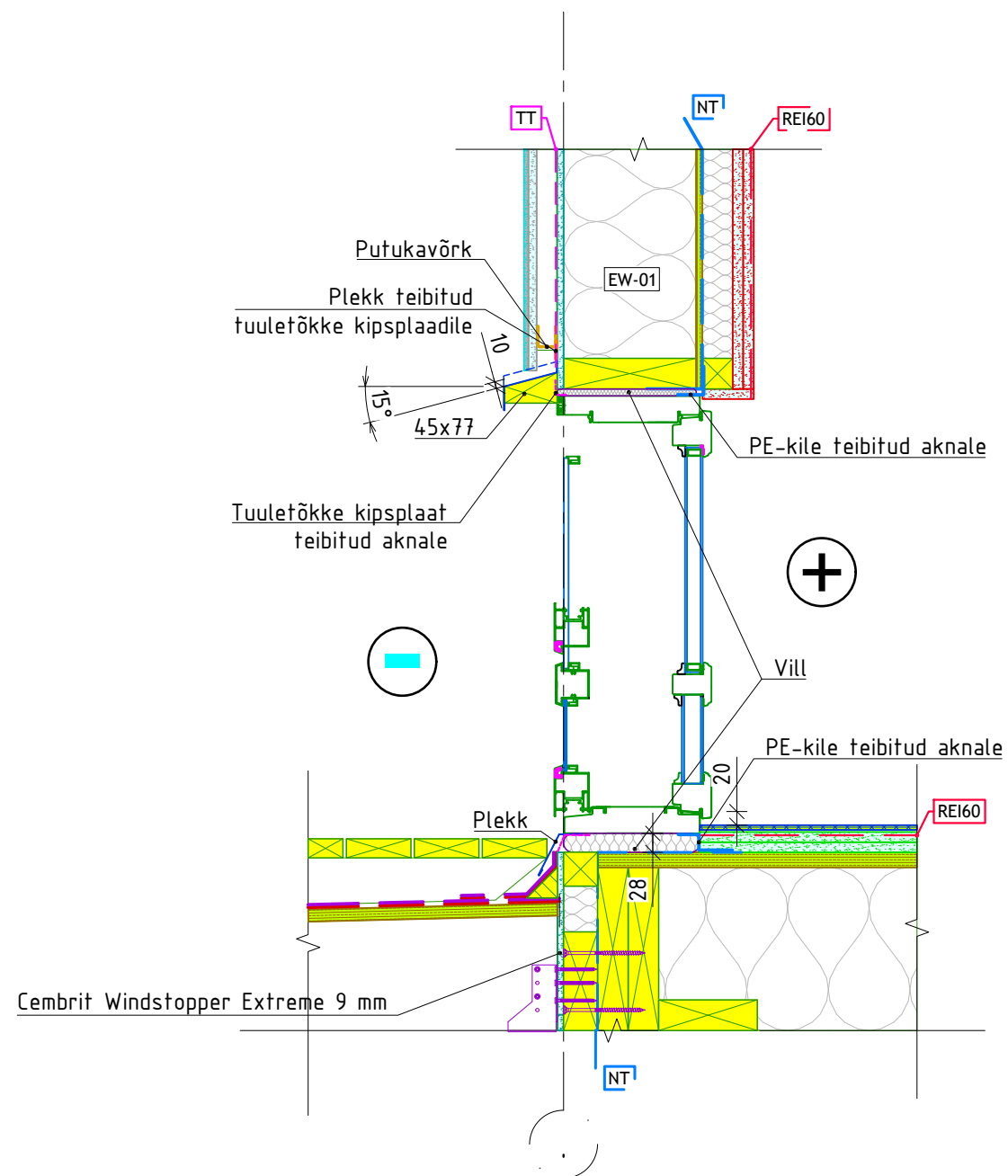
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 63/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Katuse harja sõlm	Tähis: S-20		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



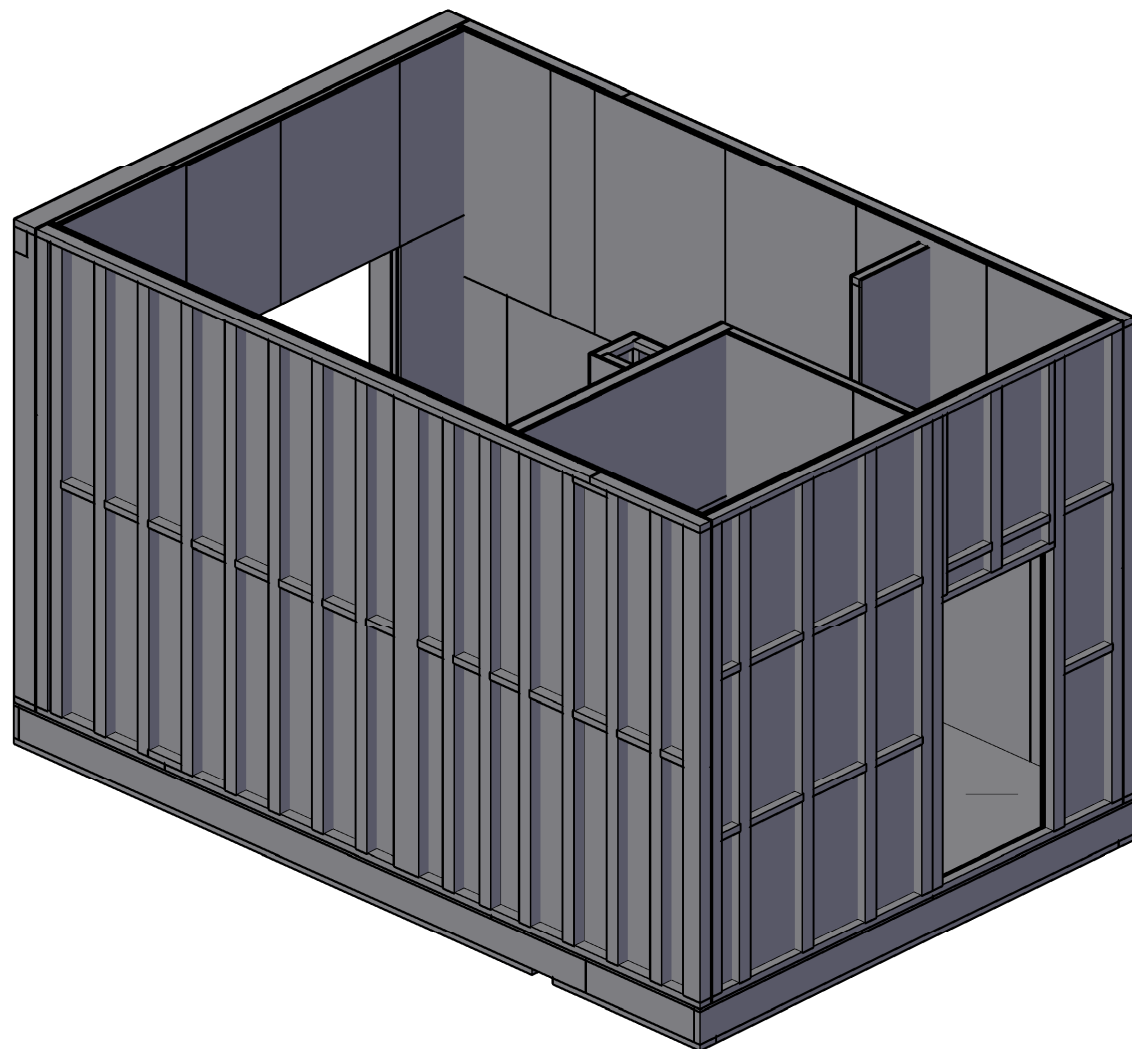
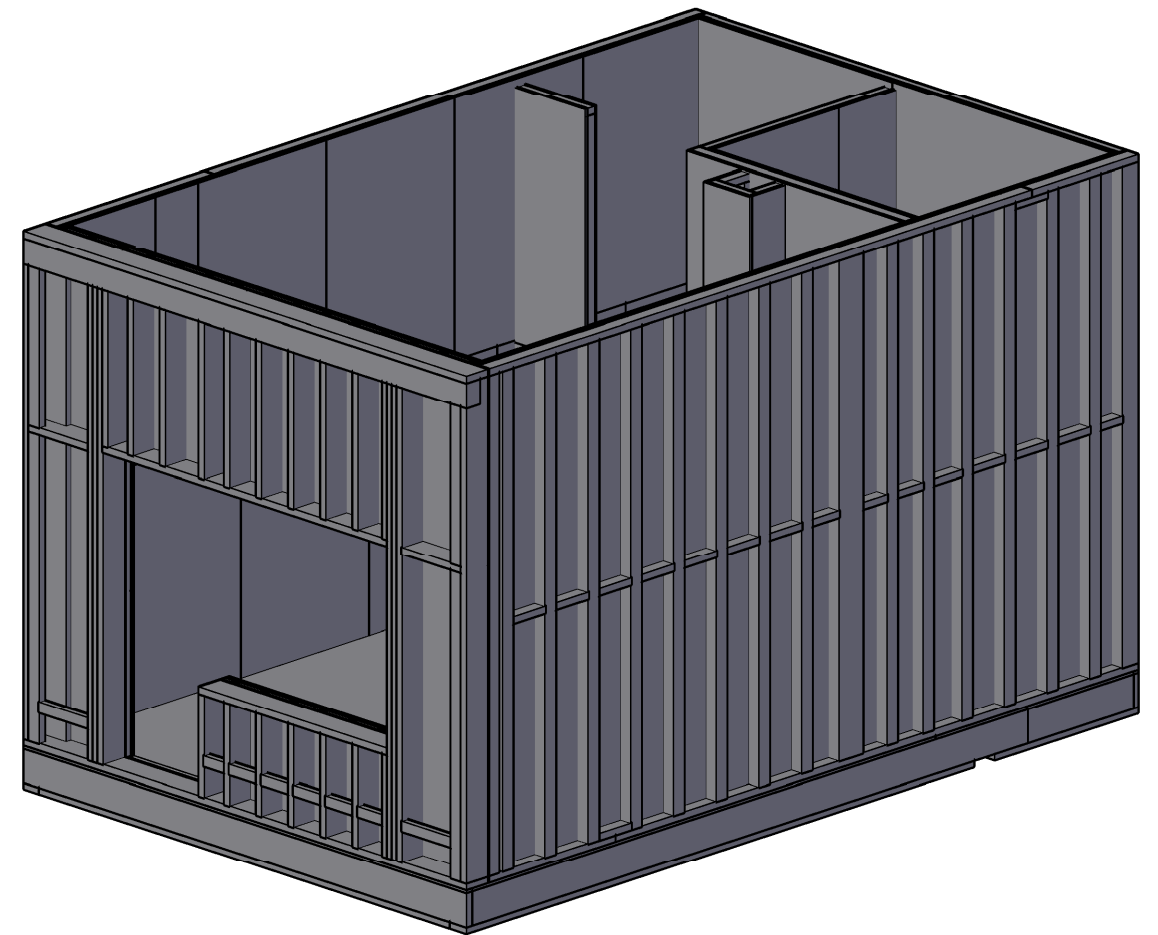
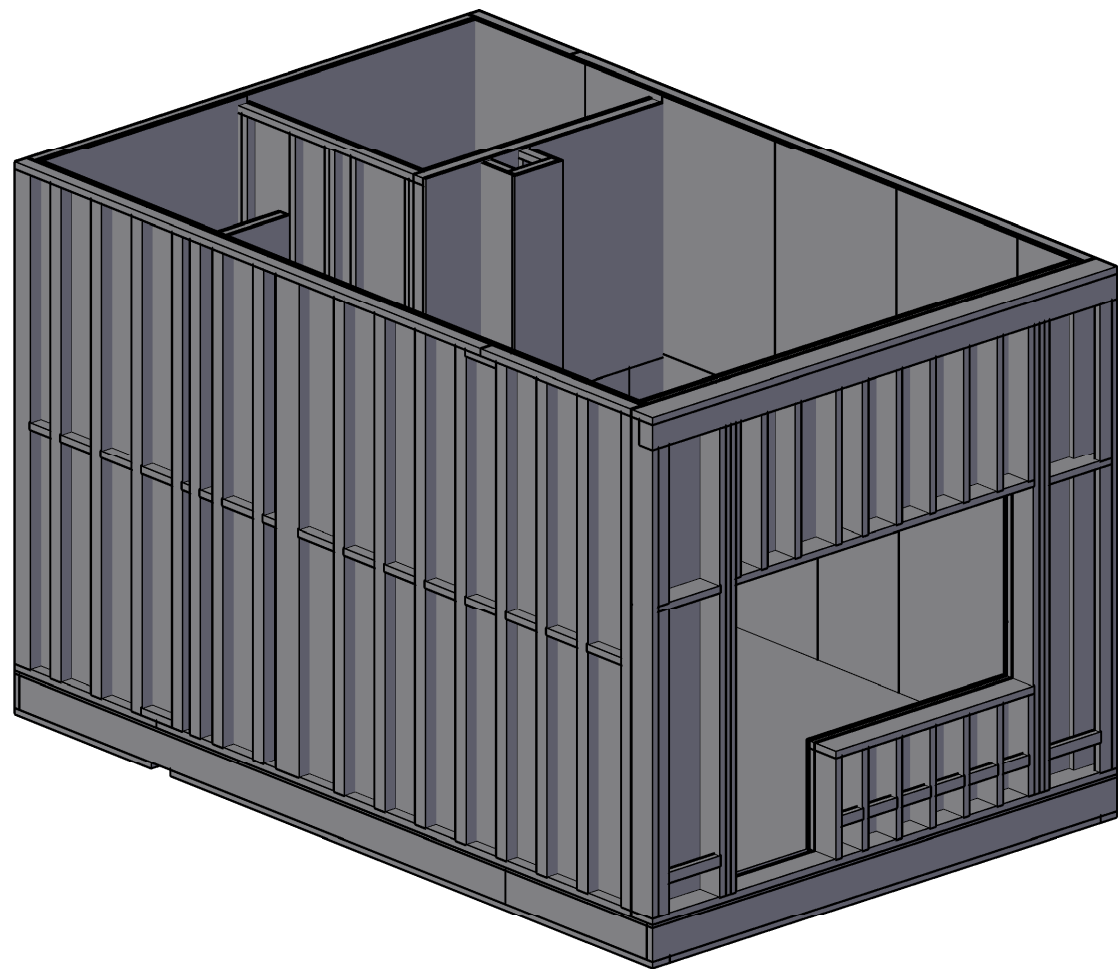
- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
- TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
- EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
- Paigaldada ehitusplatsil

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 64/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Akna sõlm			Tähis: S-21
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

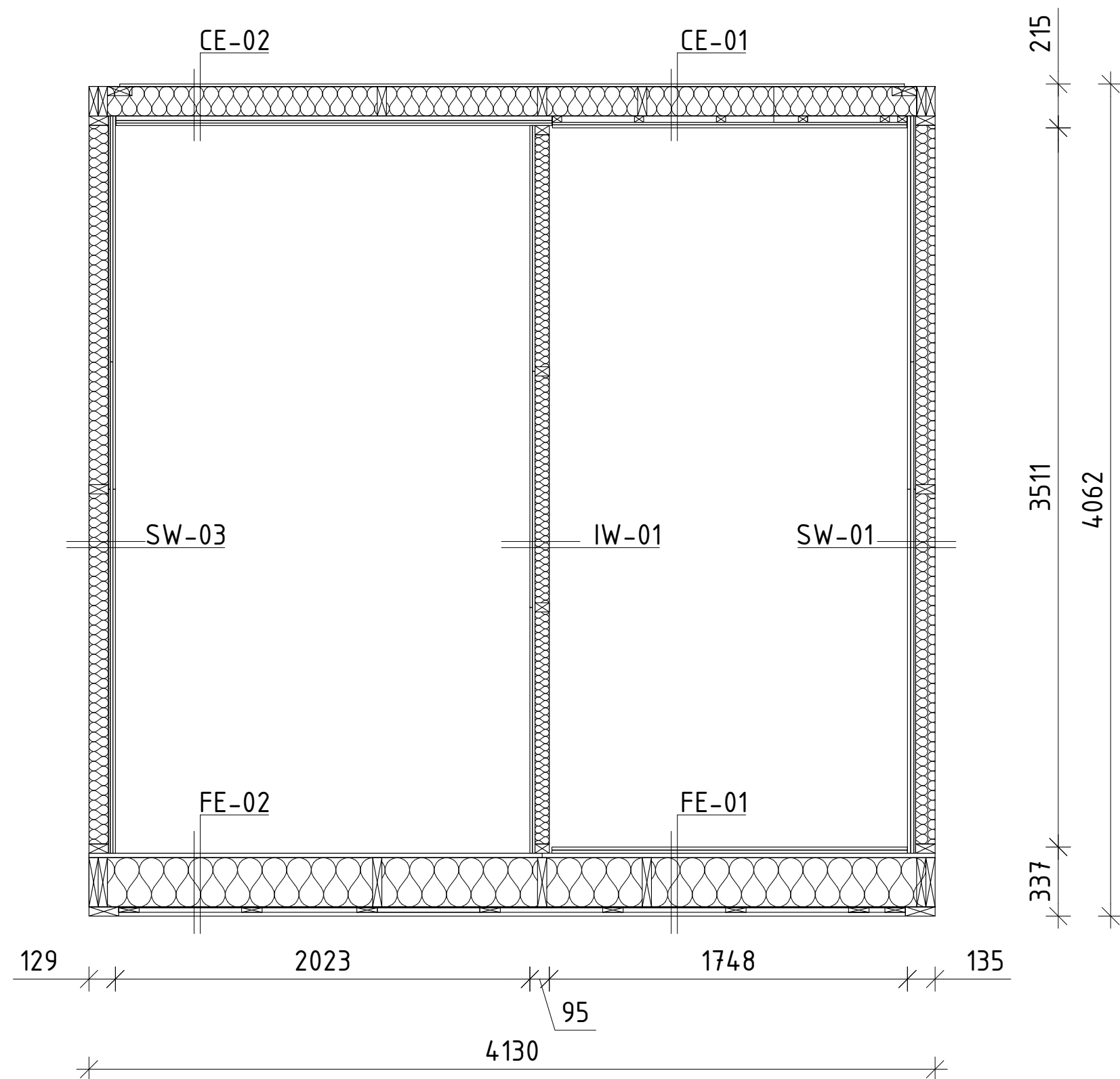


- NT — Niiskustõkestuse kontseptuaalne joon
 TT — Tuuletõkestuse kontseptuaalne joon
 EI60 — Tuletõkestuse kontseptuaalne joon
 Paigaldada ehitusplatsil

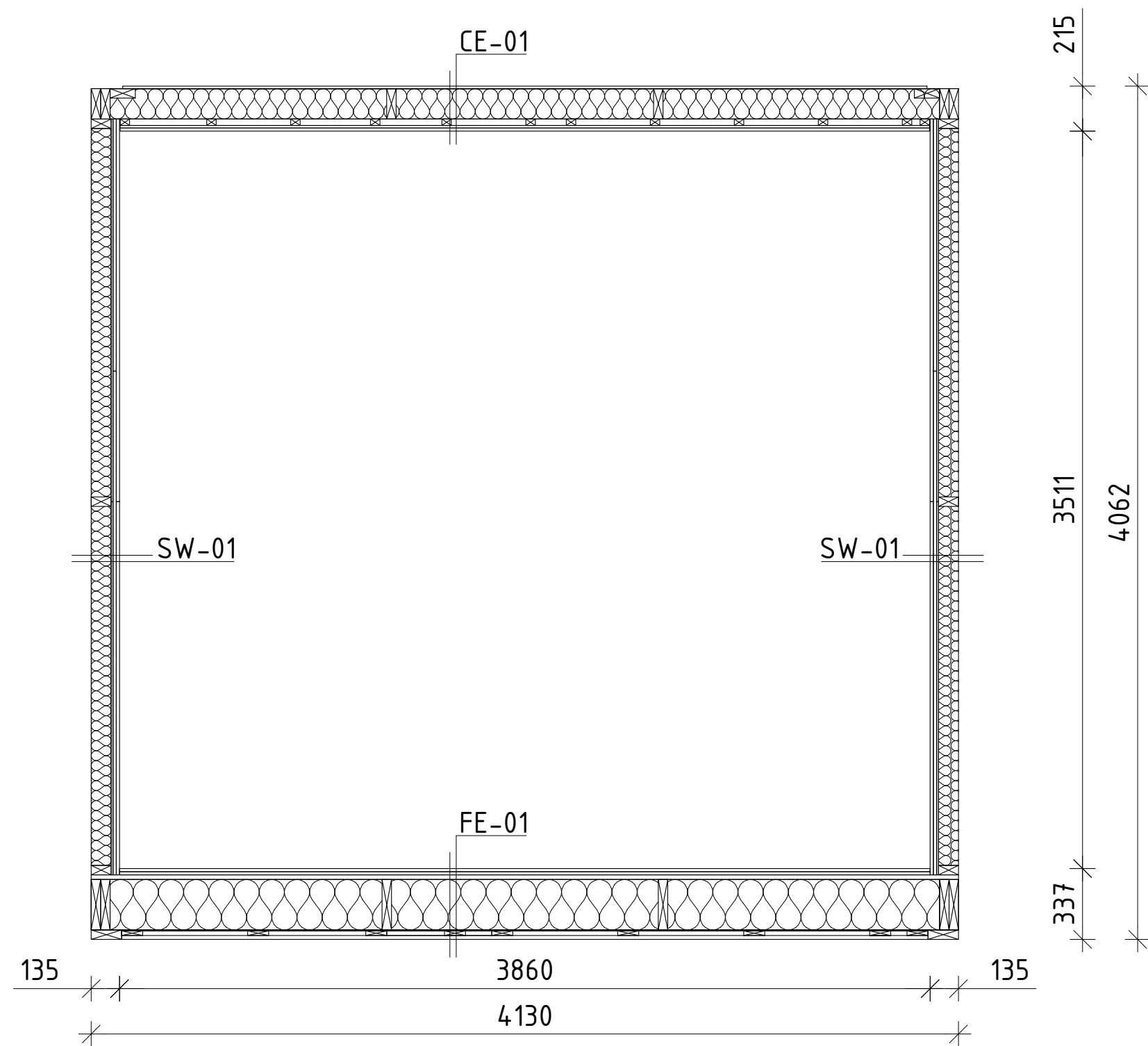
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 65/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Rõduakna sõlm			Tähis: S-22
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



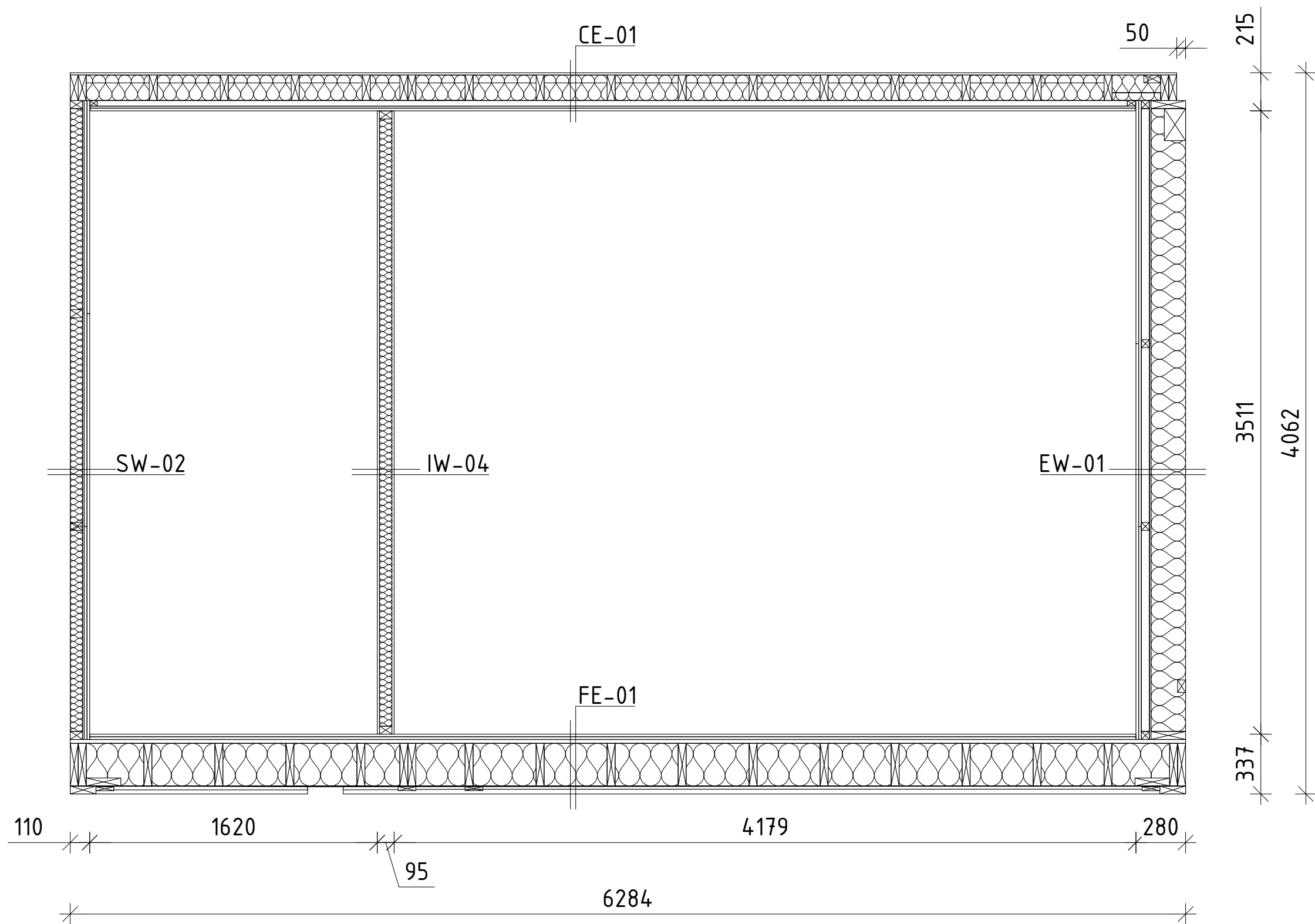
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 66/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:50
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: T1-1 mooduli 3D vaated		Tähis: T1-1 3D
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



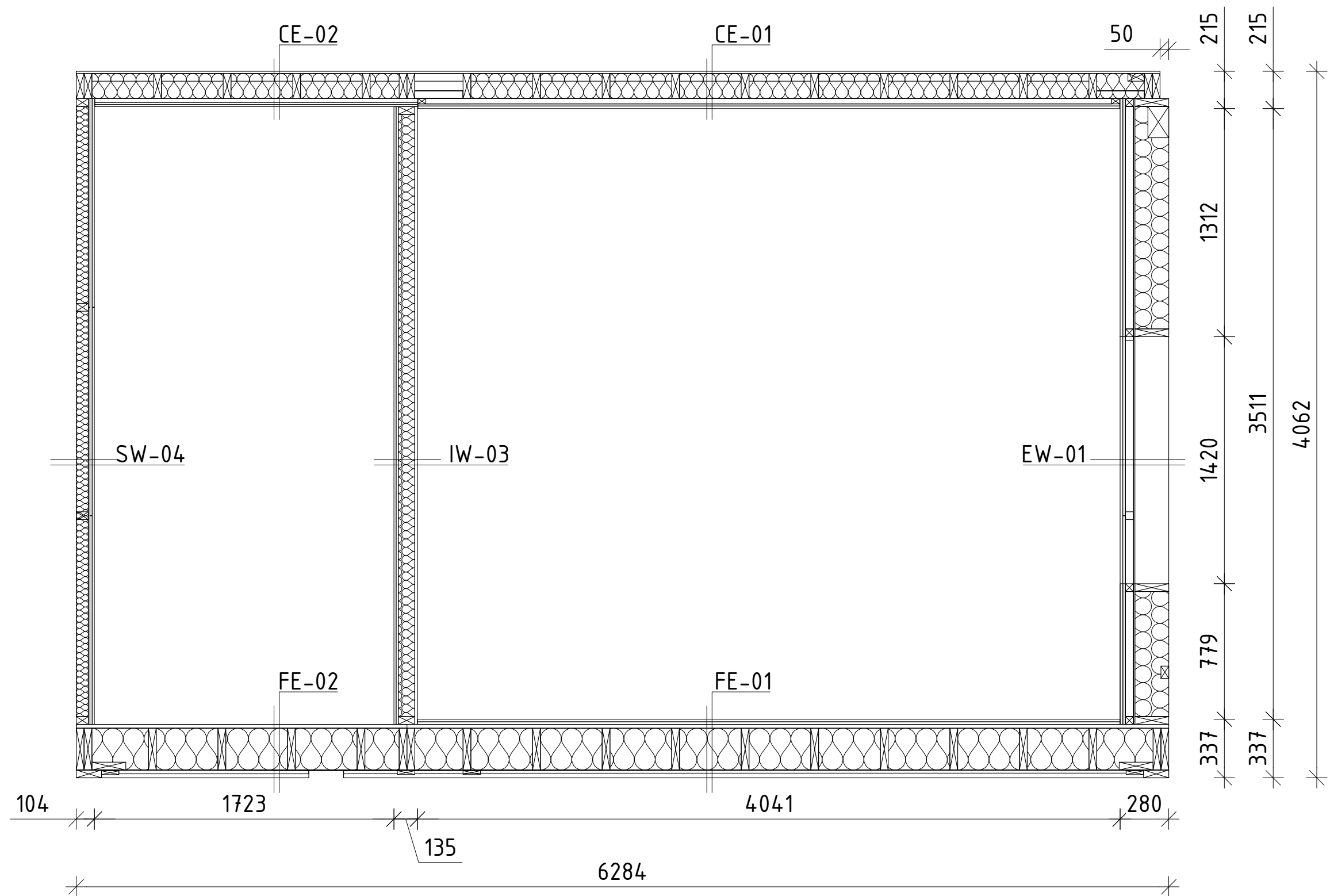
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 68/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: T1-1 mooduli lõige A-A			Tähis: T1-1 A-A
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 69/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: T1-1 mooduli lõige B-B	Tähis: T1-1 B-B		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

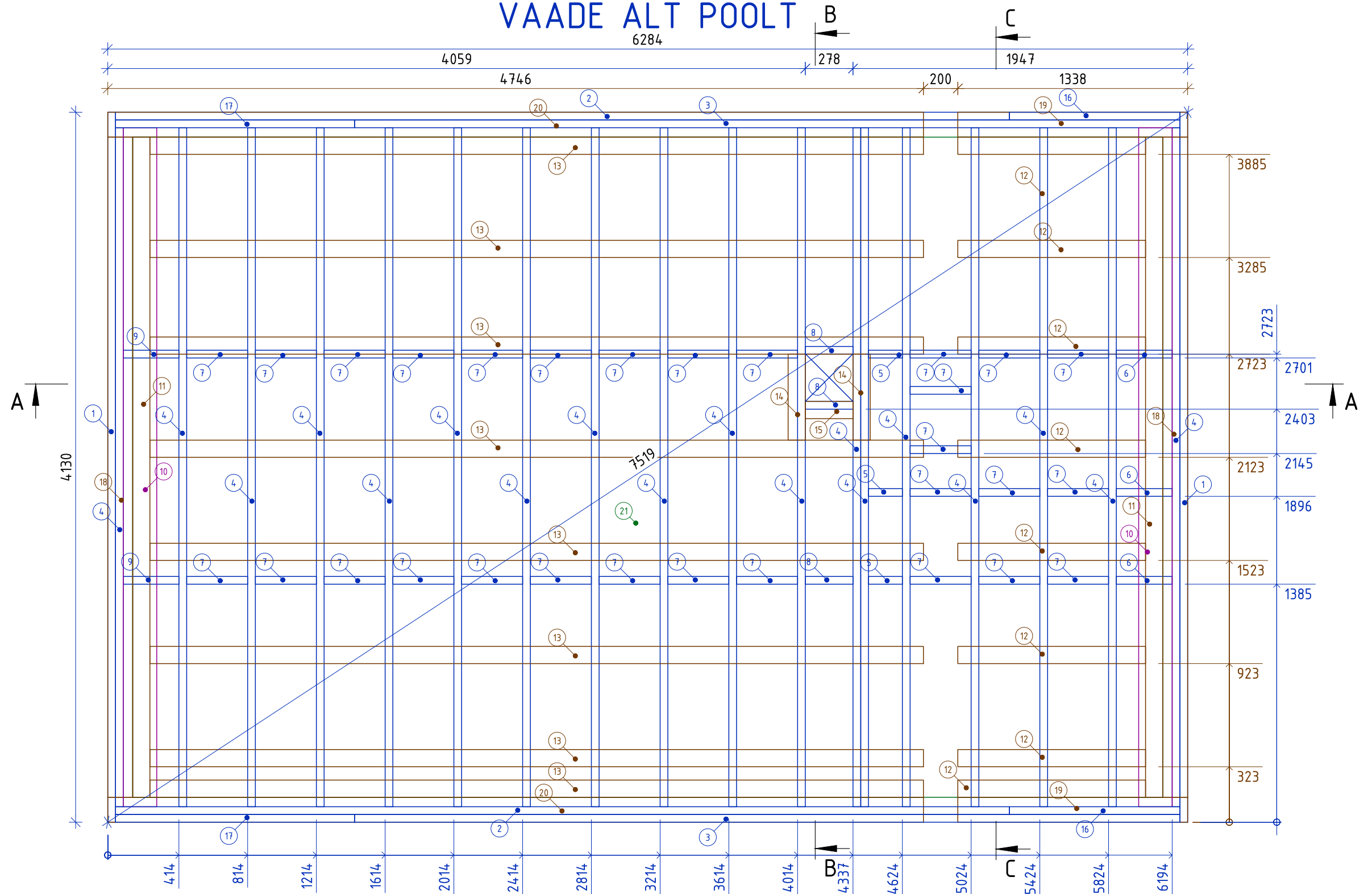


	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 70/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: T1-1 mooduli lõige C-C			Tähis: T1-1 C-C
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 71/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: T1-1 mooduli lõige D-D		Tähis: T1-1 D-D
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		

VAADE ALT POOLT



2x kipsplaat GF 15 mm
Forestia P4 T&G, Forestia P5 T&G 22 mm
Puit 45x240 mm, mineraalvill 240 mm
Cembrit Windstopper Extreme 4,5 mm
Vödd 45x145 mm/roov 100x22 mm

Tüüp T1-1 Moodulid	6.	M113
1. M108	7.	M114
2. M109	8.	M115
3. M110	9.	M116
4. M111	10.	M117
5. M112		



Tallinna Tehnikaülikool
Inseneriteaduskond
Tartu kolledž

Magistritöö

Leht/lehti:
72/86

Formaat:
A3

Mõõtkava:
1:25

Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel

Koostaja:
Helar Jõgi

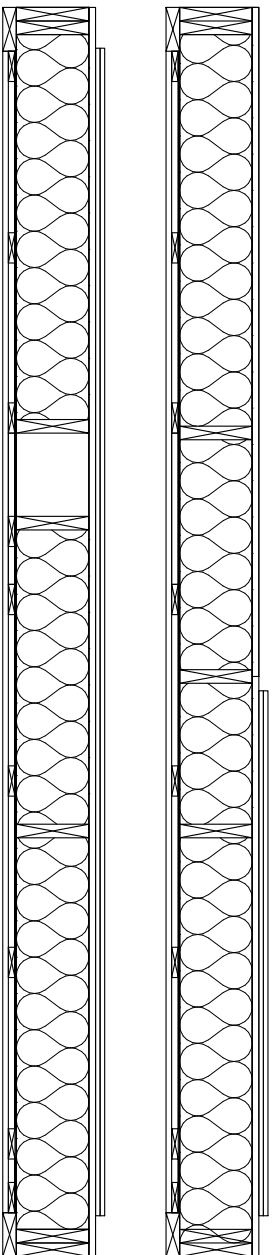
Juhendajad:
Aime Ruus, Urmas Valeika

Allkiri:

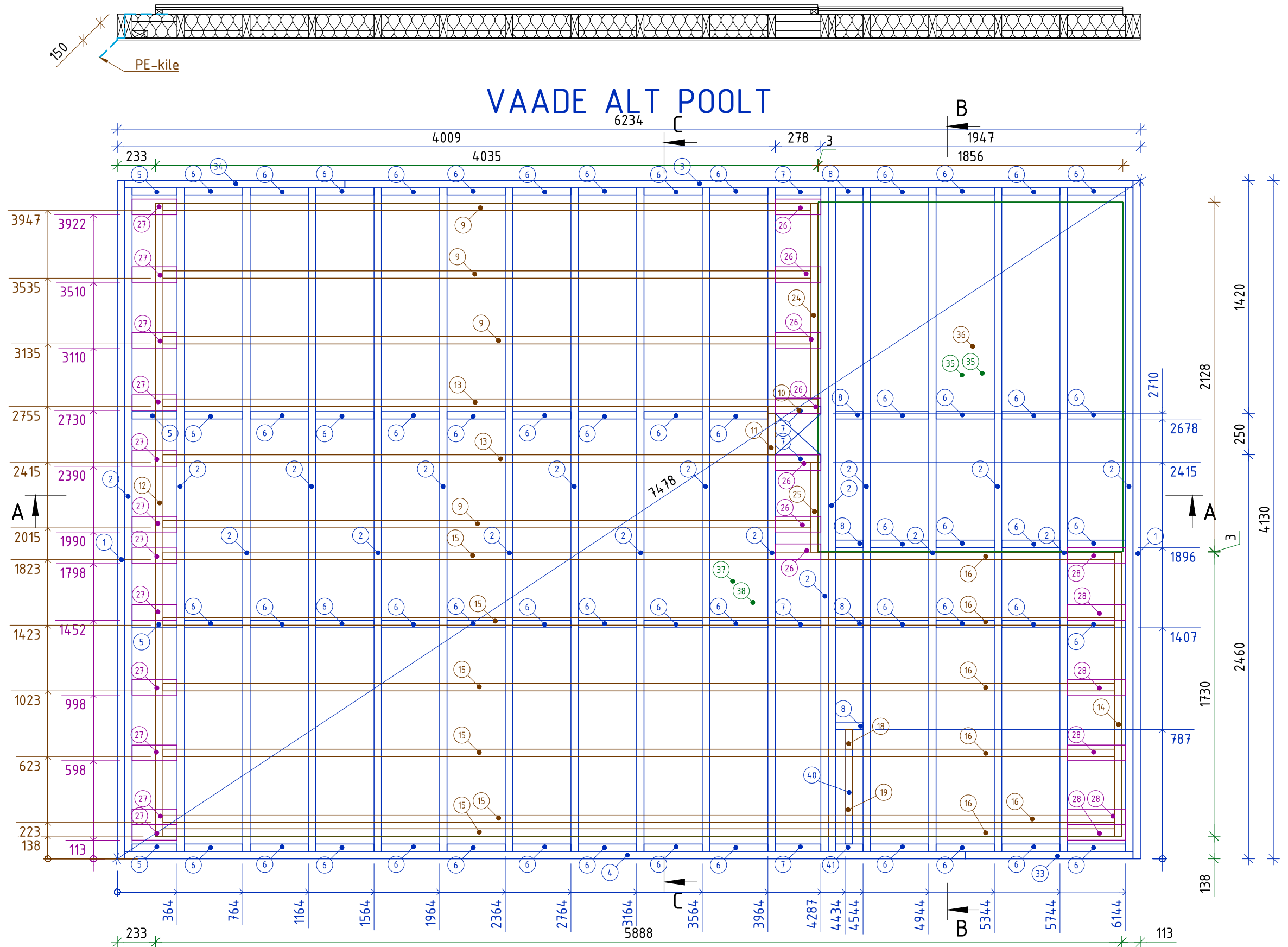
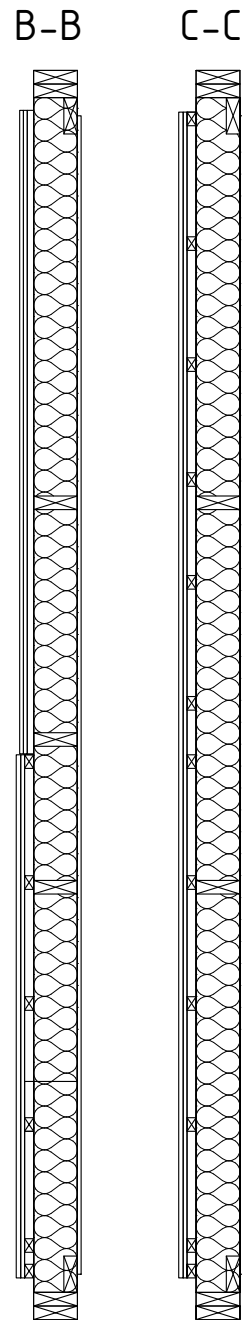
	Põrandaelemendi tootmisjoonis
--	-------------------------------

Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020
------------	----------------------------------

Tähis:
T1-1-FE (1)



Tüüp T1-1	Moodulid	6.	M113
1.	M108	7.	M114
2.	M109	8.	M115
3.	M110	9.	M116
4.	M111	10.	M117
5.	M112		



OSB III T&G 12 mm
Puit 45x145 mm, mineraalvill 150 mm
Roov 30x45 mm/vineerplaat 21 mm
Kipsplaat GN 12.5 mm/Fermacell 12.5 mm
Kipsplaat GFL 15 mm/Fermacell 12.5 mm

Tüüp T1-1 Moodulid

1. M108	6. M113
2. M109	7. M114
3. M110	8. M115
4. M111	9. M116
5. M112	10. M117



Tallinna Tehnikaülikool
Inseneriteaduskond
Tartu kolledž

Magistritöö

Leht/lehti:
74/86

Formaat:
A3

Möötkava:
1:25

Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja
tööprojekt hotell Säby näitel

Koostaja:
Helar Jõgi

Juhendajad:
Aime Ruus, Urmas Valeika

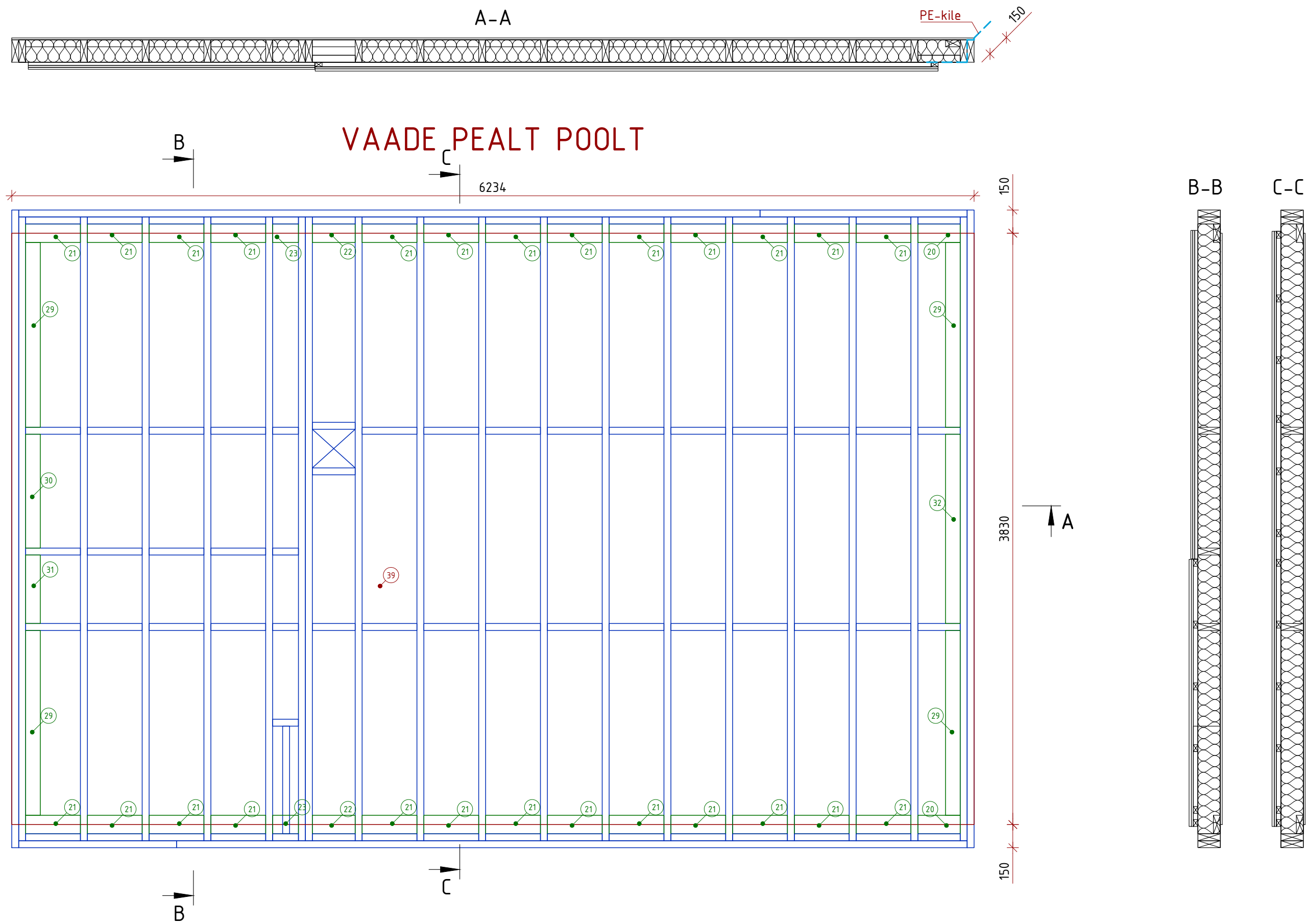
Allkiri:

Allkirjad:

Joonise nimi:
Laelemendi tootmisjoonis

Esitamise kuupäev:
29.05.2020

Tähis:
T1-1-CE (1)



OSB III T&G 12 mm

Puit 45x145 mm, mineraalvill 150 mm

Roov 30x45 mm/vineerplaat 21 mm

Kipsplaat GN 12.5 mm/Fermacell 12.5 mm

Kipsplaat GFL 15 mm/Fermacell 12.5 mm

Tüüp T1-1 Moodulid

1. M108

2. M109

3. M110

4. M111

5. M112

6. M113

7. M114

8. M115

9. M116

10. M117

**TAL
TECH**

Tallinna Tehnikaülikool
Inseneriteaduskond
Tartu kolledž

Magistritöö

Leht/lehti:
75/86

Formaat:
A3

Möötkava:
1:25

Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja
tööprojekt hotell Säby näitel

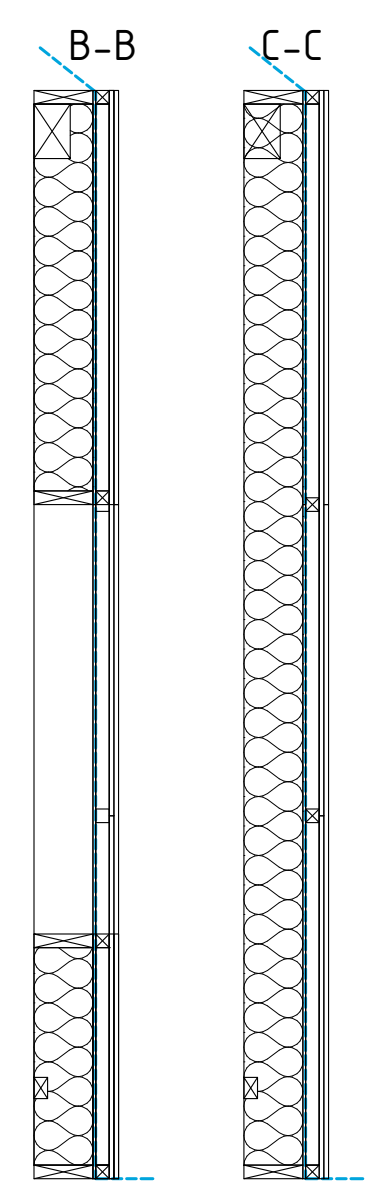
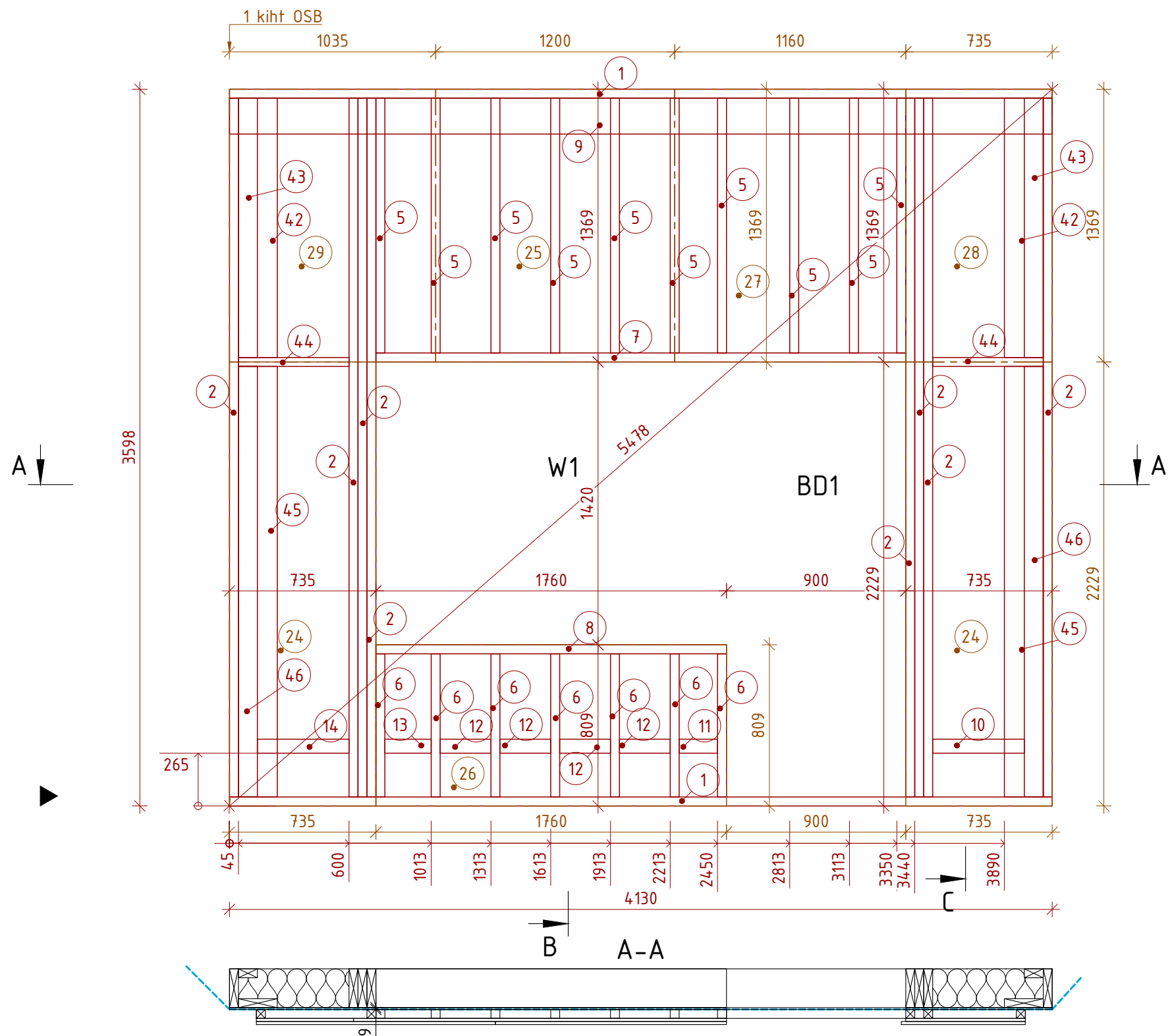
Koostaja:
Helar Jõgi

Alkiri:
Joonise nimi:
Laelemendi tootmisjoonis

Tähis:
T1-1-CE (2)

Juhendajad:
Aime Ruus, Urmas Valeika

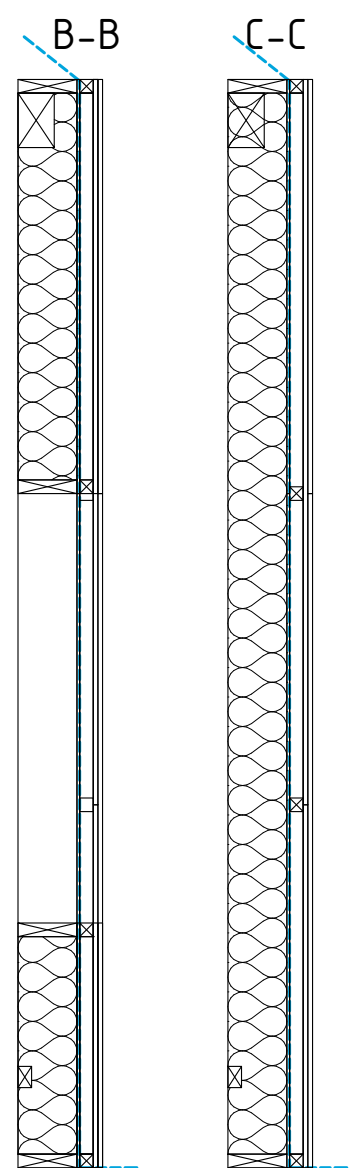
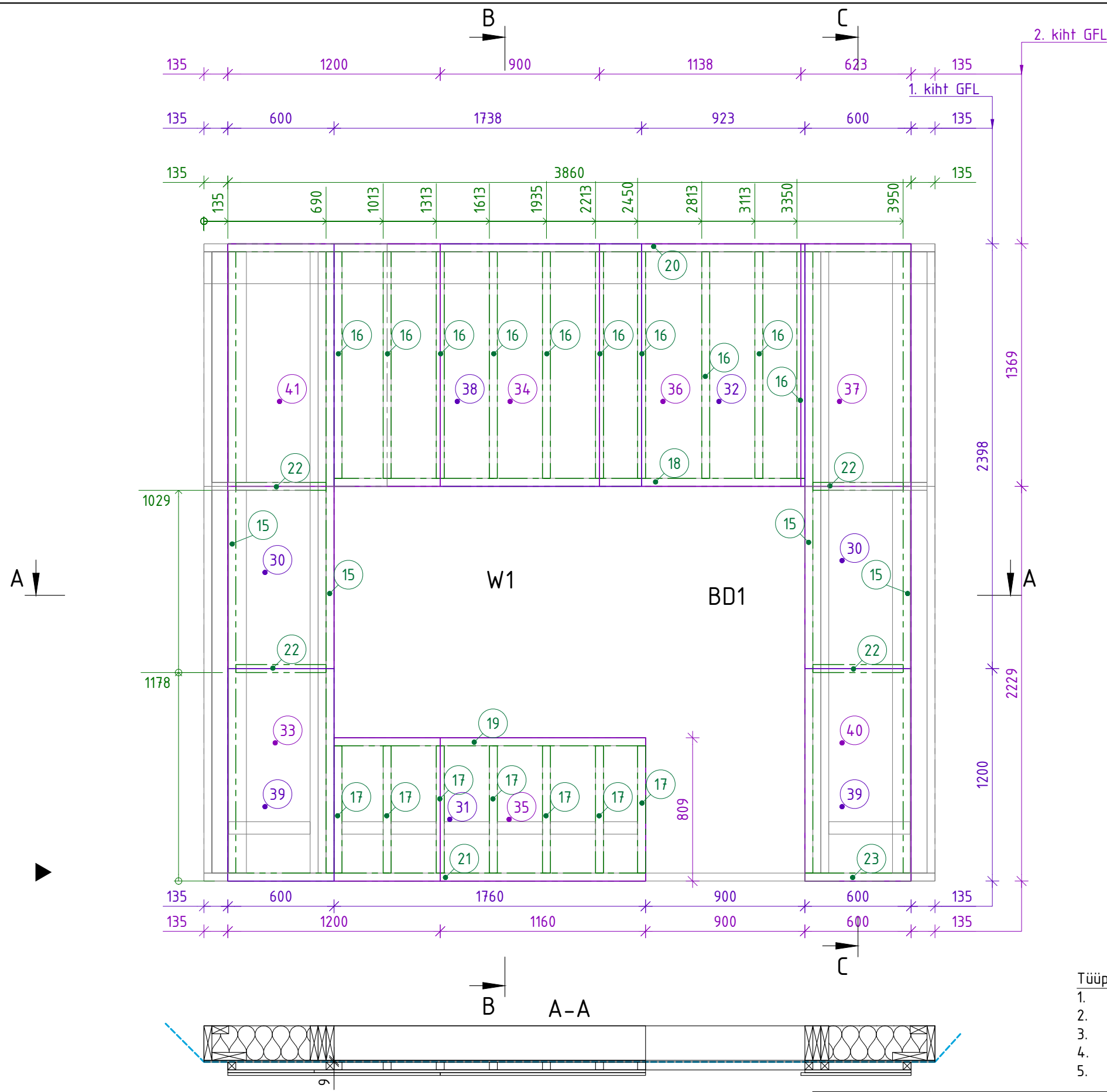
Alkikirjad:
Esitamise kuupäev:
29.05.2020



Tüüp T1-1 Moodulid	
1.	M108
2.	M109
3.	M110
4.	M111
5.	M112
6.	M113
7.	M114
8.	M115
9.	M116
10.	M117

Karkass 195x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 6 tk liites
Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 200 mm
OSB III 9 mm, liimida, An. N 3,1x60 mm, plaadi servas s. 100 mm, plaadi keskel s. 200 mm
PE Kile, üleulatus servadest 200 mm kui ei ole märgitud teisiti

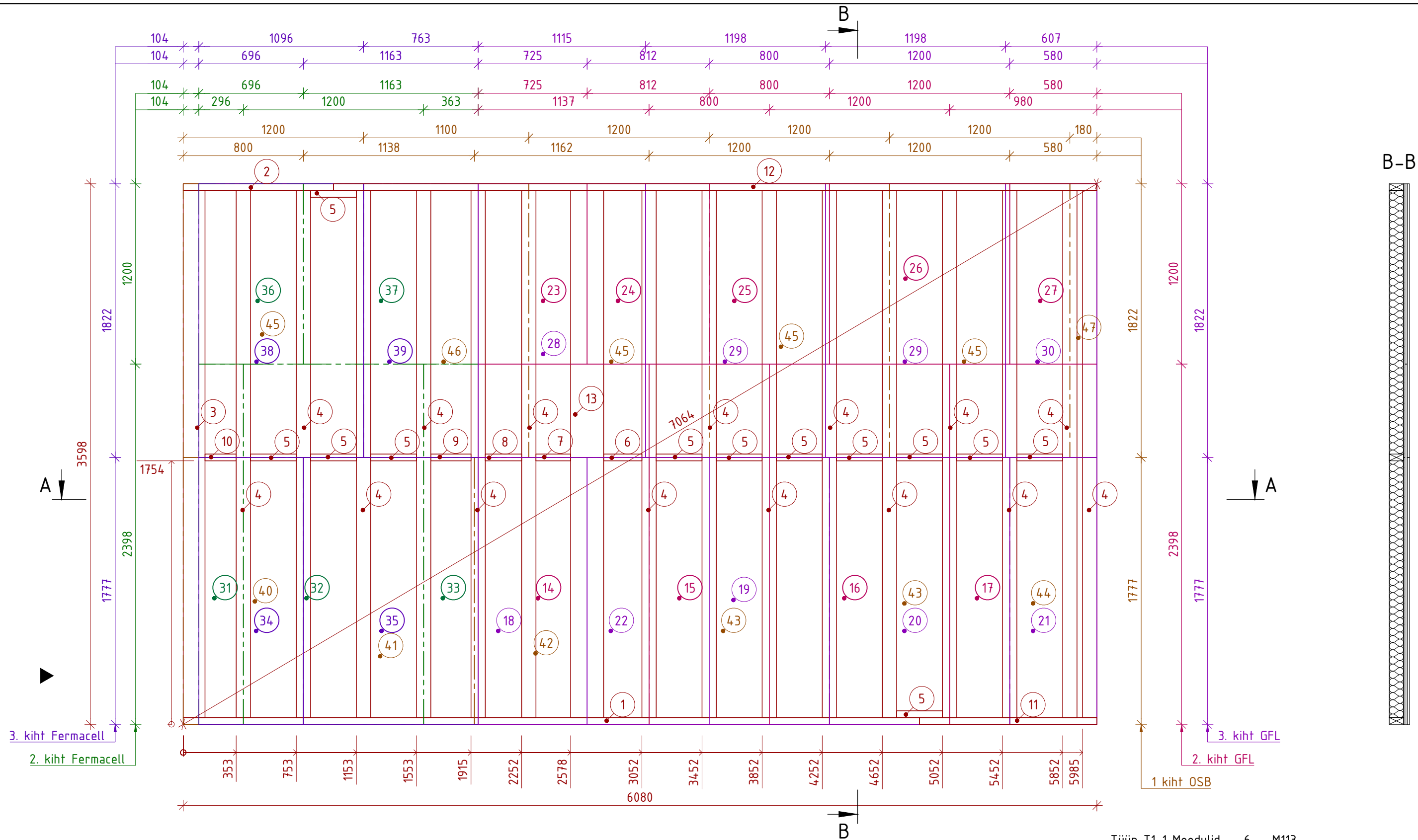
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 76/86	Formaat: A3	Mõõtka: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Välisseina elemendi tootmisjoonis			Tähis: T1-1-EW 1 (1)
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Tüüp T1-1 Moodulid		
1.	M108	6. M113
2.	M109	7. M114
3.	M110	8. M115
4.	M111	9. M116
5.	M112	10. M117

PE Kile, üleulatus servadest 200 mm kui ei ole märgitud teisiti
Puit 45x45 mm, kr. 6x90 mm s. 300, mineraalvill 50 mm
Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm
Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 77/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Välisseina elemendi tootmisjoonis	Tähis: T1-1-EW 1 (2)		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



3. kiht Fermacell
2. kiht Fermacell

3. kiht GFL
2. kiht GFL
1 kiht OSB

A-A

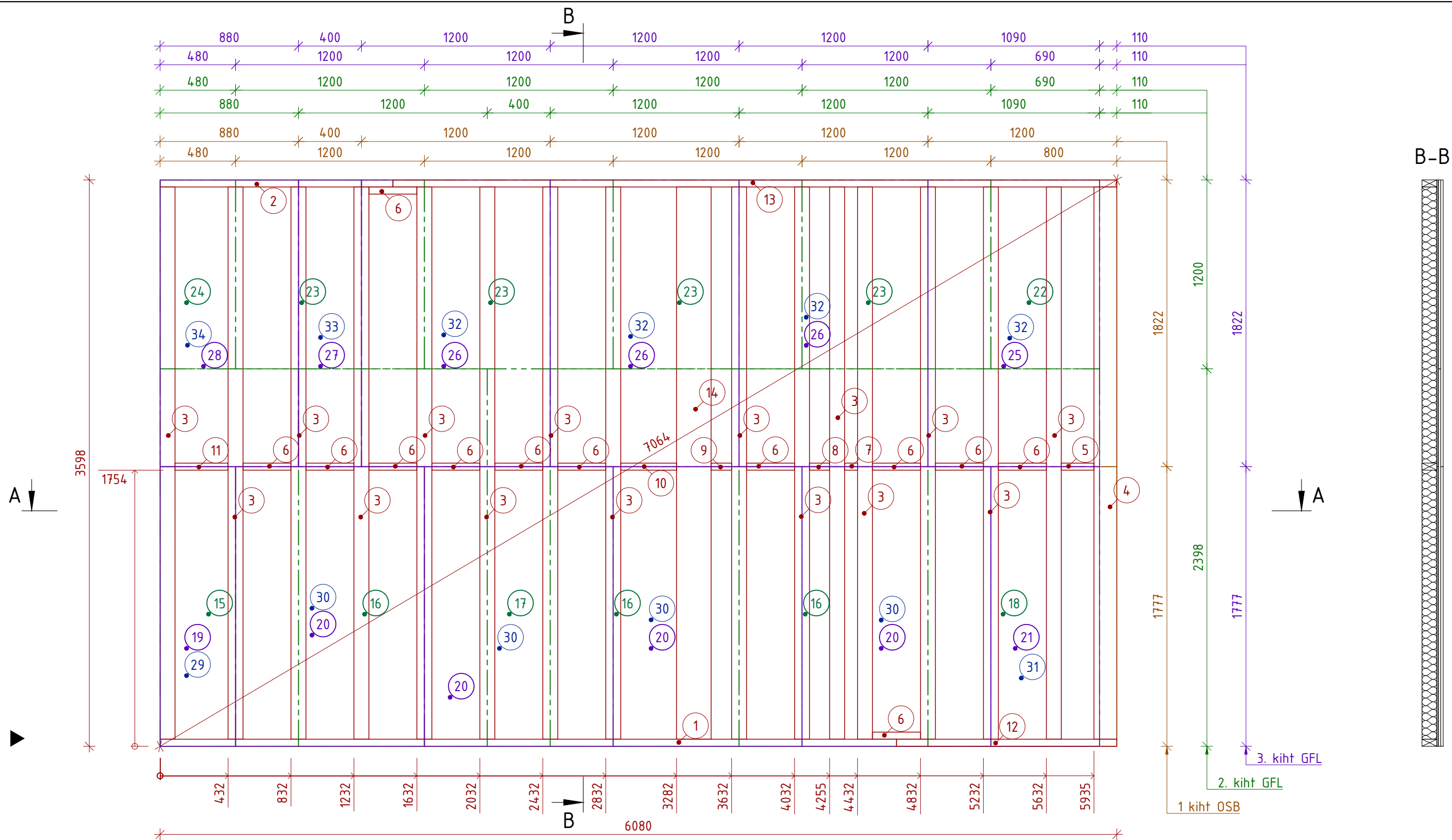
B

B-B

Tüüp T1-1 Moodulid		6.	M113
1.	M108	7.	M114
2.	M109	8.	M115
3.	M110	9.	M116
4.	M111	10.	M117
5.	M112		

Karkass 95x95 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 6 tk liites
Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 100 mm
OSB III 9 mm, liimida, An. N 3,1x60 mm, plaadi servas s. 100 mm, plaadi keskel s. 200 mm
Fermacell 12.5 mm, kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm
Fermacell 12.5 mm, kipsplaat GFL 15 mm, Kr. QT57, s. 100 mm

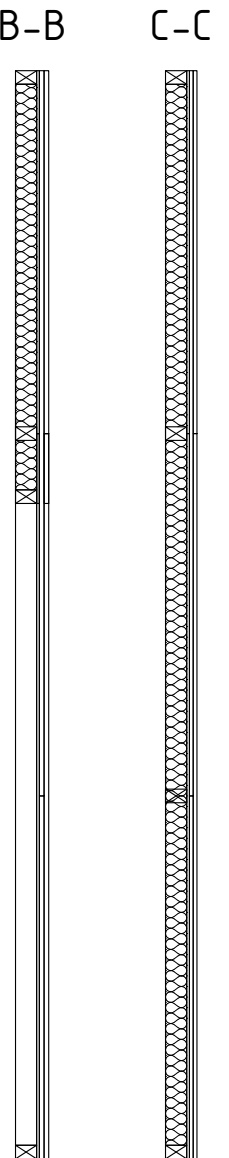
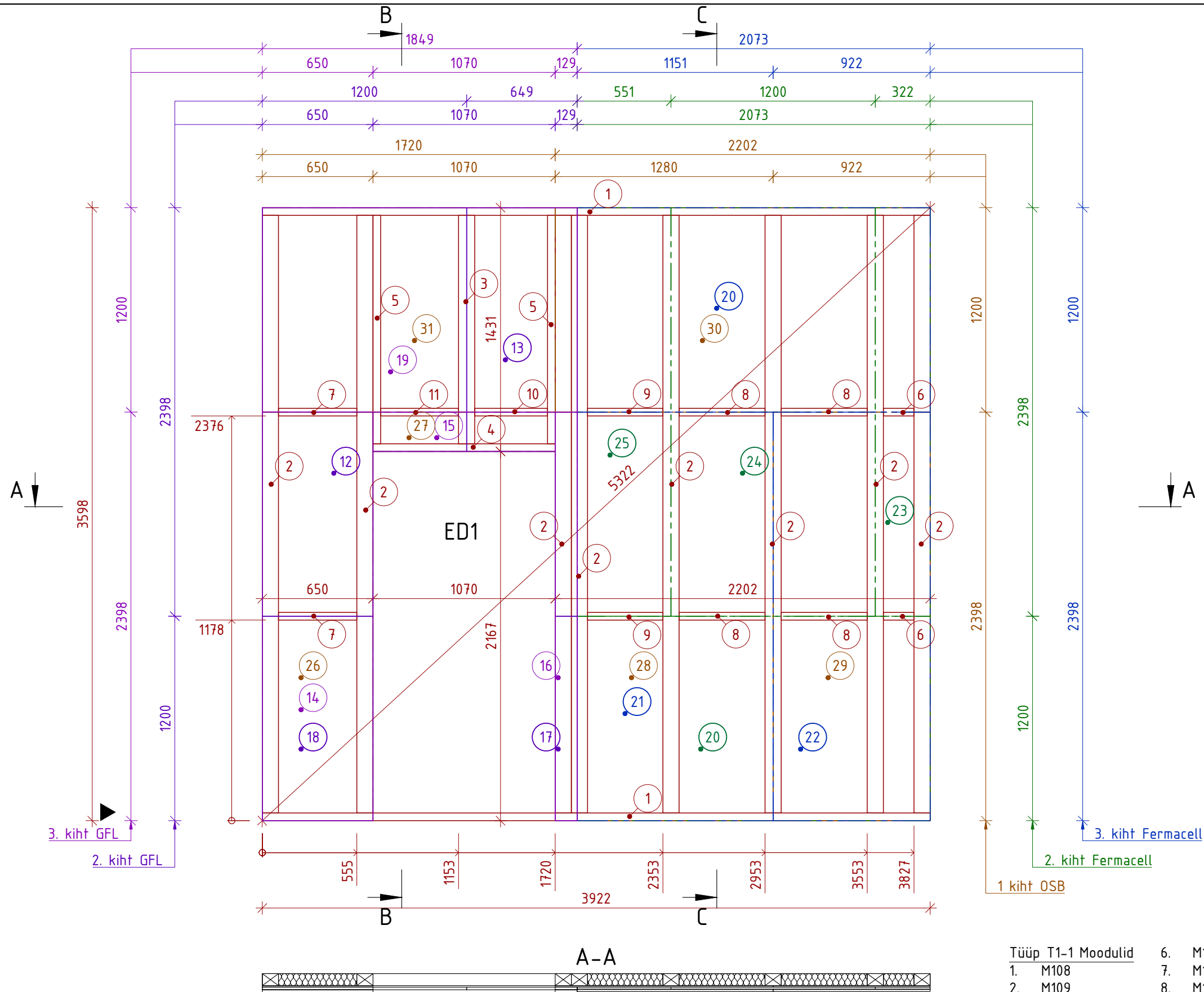
TAL TECH	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 78/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Moodulitevahelise seina tootmisjoonis		Tähis: T1-1-SW 1
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



- Karkass 95x95 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 6 tk liites
- Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 100 mm
- OSB III 9 mm, liimida, An. N 3,1x60 mm, plaadi servas s. 100mm, plaadi keskel s. 200 mm
- Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm
- Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm

Tüüp	T1-1	Moodulid	
1.	M108	6.	M113
2.	M109	7.	M114
3.	M110	8.	M115
4.	M111	9.	M116
5.	M112	10.	M117

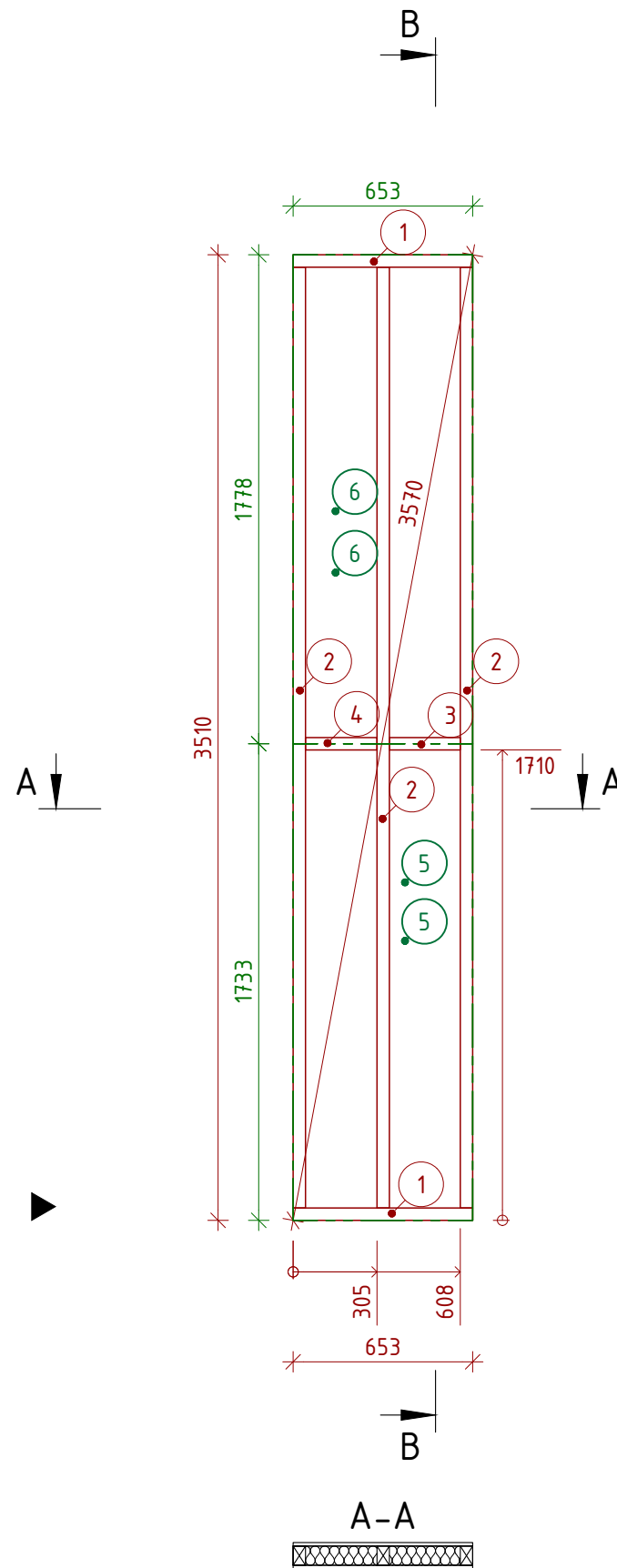
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 79/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis			Tähis: T1-1-SW 2
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Tüüp T1-1 Moodulid	
1.	M108
2.	M109
3.	M110
4.	M111
5.	M112
6.	M113
7.	M114
8.	M115
9.	M116
10.	M117

Karkass 70x95 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 6 tk liites
Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 75 mm
OSB III 9 mm, liimida, An. N 3,1x60 mm, plaadi servas s, 100mm, plaadi keskel s. 200 mm
Fermacell 12.5 mm, kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm
Fermacell 12.5 mm, kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm

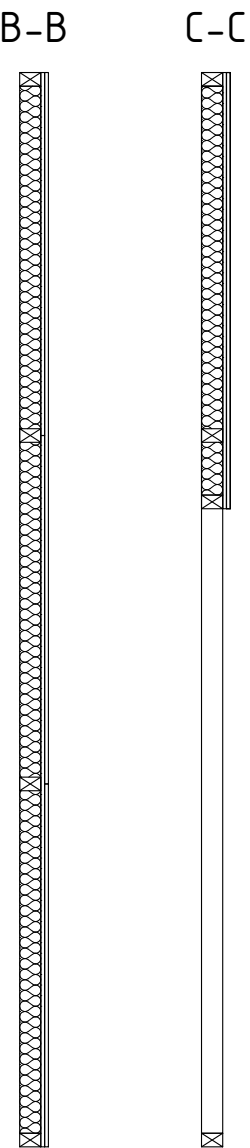
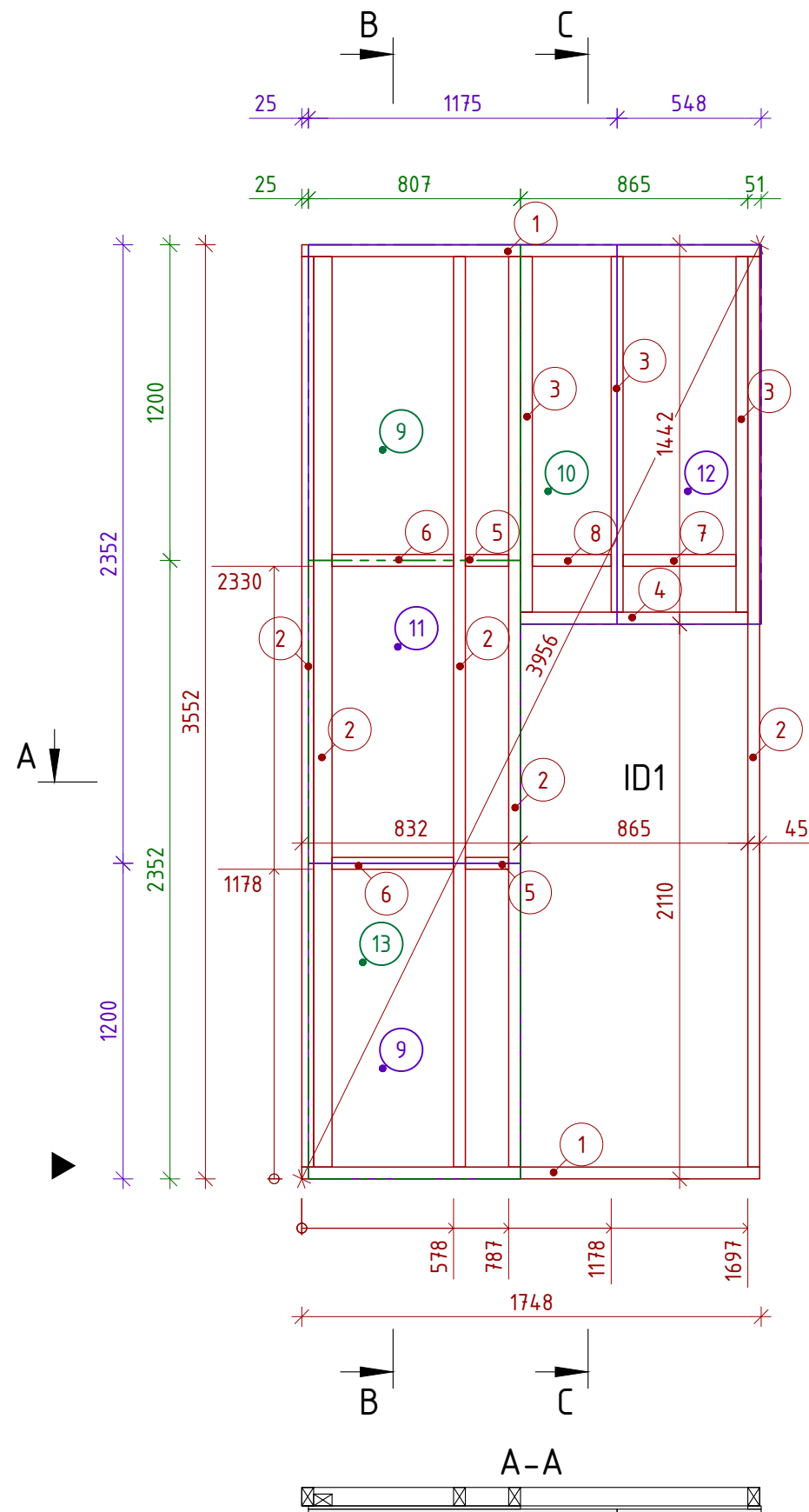
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 80/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Moodulitevahelise otsaseina tootmisjoonis		Tähis: T1-1-SW 3
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		



- Kipsplaat GEK 12.5 mm, kr. QT57, s. 100 mm
- Karkass 70x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 4tk liites
- Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 75 mm
- Kipsplaat GEK 12.5 mm, kr. QT57, s. 100 mm

- | Tüüp T1-1 Moodulid | |
|--------------------|------|
| 1. | M108 |
| 2. | M109 |
| 3. | M110 |
| 4. | M111 |
| 5. | M112 |
| 6. | M113 |
| 7. | M114 |
| 8. | M115 |
| 9. | M116 |
| 10. | M117 |

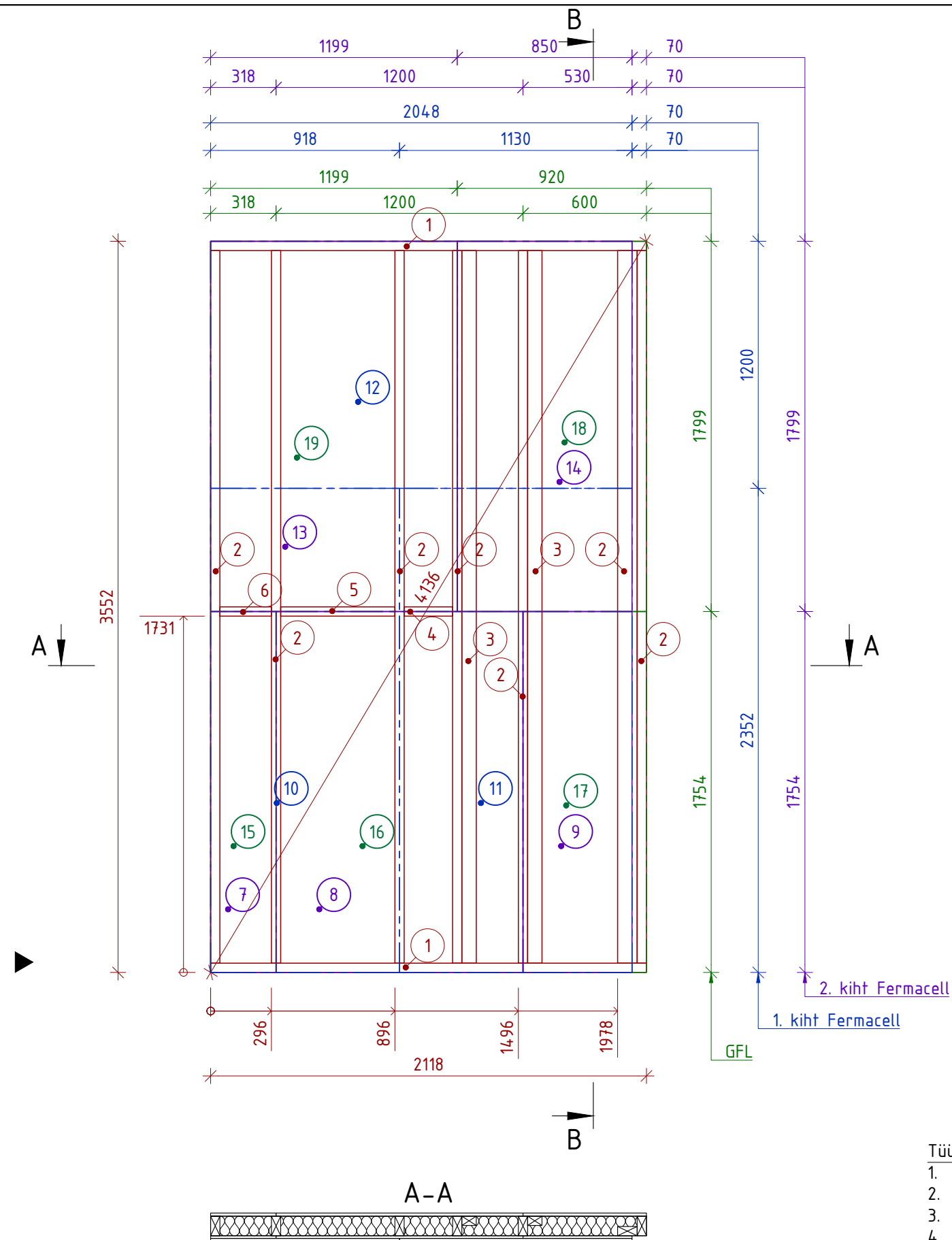
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 81/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	Tähis: T1-1-IW 1		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



- Karkass 70x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 4 tk liites
- Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 75 mm
- Fermacell 12.5 mm, kr. QT57, s. 100 mm
- Fermacell 12.5 mm, Kr. QT57, s. 100 mm

Tüüp T1-1 Moodulid		6.	M113
1.	M108	7.	M114
2.	M109	8.	M115
3.	M110	9.	M116
4.	M111	10.	M117
5.	M112		

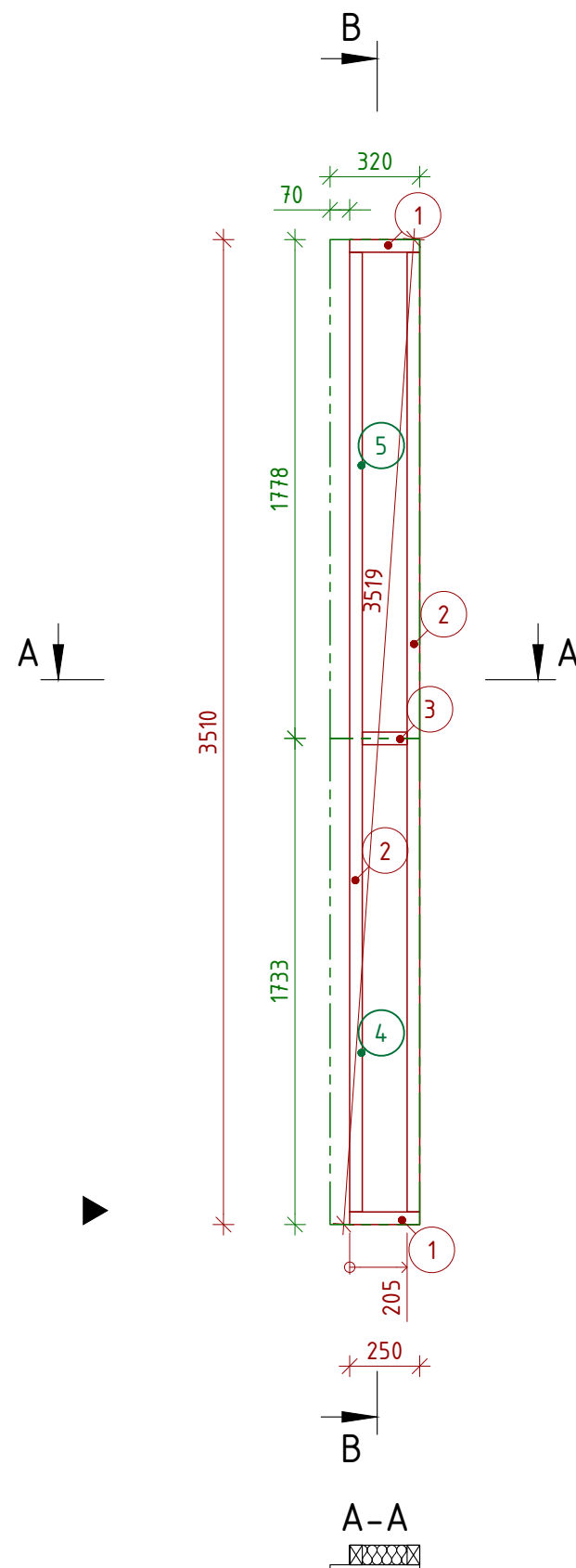
	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 82/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis			Tähis: T1-1-IW 2
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm
Karkass 95x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 4 tk liites
Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 100 mm
Fermacell 12.5 mm, kr. QT57, s. 100 mm
Fermacell 12.5 mm, kr. QT57, s. 100 mm

Tüüp T1-1 Moodulid		6.	M113
1.	M108	7.	M114
2.	M109	8.	M115
3.	M110	9.	M116
4.	M111	10.	M117
5.	M112		

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 83/86	Formaat: A3	Mõõtkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis			Tähis: T1-1-IW 3
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



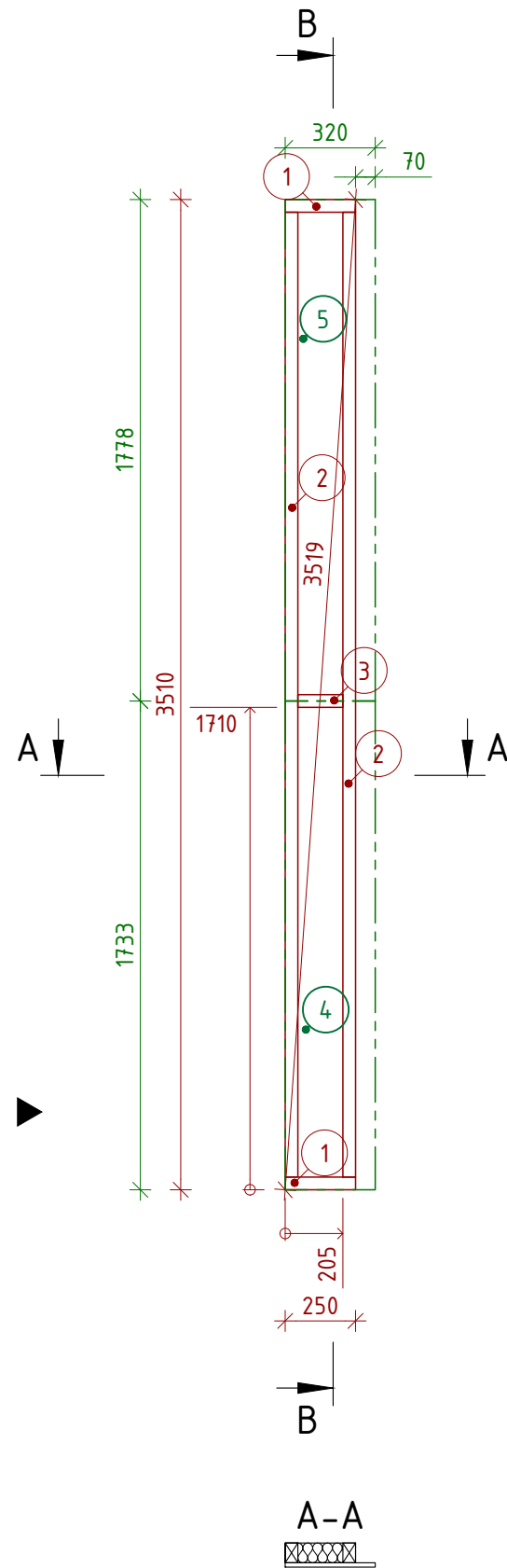
- Karkass 70x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 4 tk liites
- Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 75 mm
- Kipsplaat GFL 15mm, kr. QT57, s. 100 mm

B-B



- | Tüüp T1-1 Moodulid | |
|--------------------|------|
| 1. | M108 |
| 2. | M109 |
| 3. | M110 |
| 4. | M111 |
| 5. | M112 |
| 6. | M113 |
| 7. | M114 |
| 8. | M115 |
| 9. | M116 |
| 10. | M117 |

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 84/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis		Tähis: T1-1-IW 4
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020		

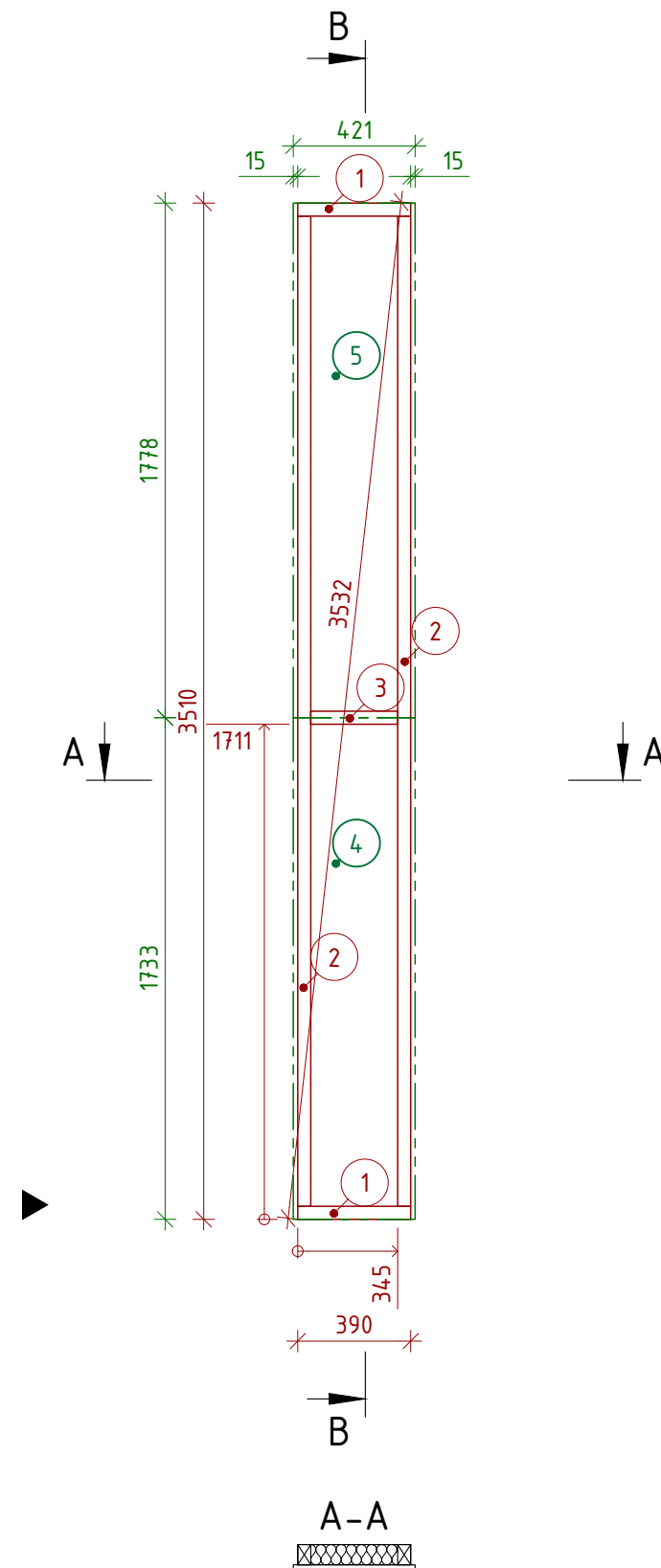


B-B

Karkass 70x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 4 tk liites,
Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 75 mm
Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm

Tüüp T1-1 Moodulid	
1.	M108
2.	M109
3.	M110
4.	M111
5.	M112
6.	M113
7.	M114
8.	M115
9.	M116
10.	M117

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž		Magistritöö	Leht/lehti: 85/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
			Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi		Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis			Tähis: T1-1-IW 5
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika		Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			



- Karkass 70x45 mm, karkassinael 3,1x90 mm, 4 tk liites
- Kõrvuti asetsevad postid liimida omavahel, mineraalvill 75 mm
- Kipsplaat GFL 15 mm, kr. QT57, s. 100 mm

Tüüp T1-1 Moodulid		6.	M113
1.	M108	7.	M114
2.	M109	8.	M115
3.	M110	9.	M116
4.	M111	10.	M117
5.	M112		

	Tallinna Tehnikaülikool Inseneriteaduskond Tartu kolledž	Magistritöö	Leht/lehti: 86/86	Formaat: A3	Möötkava: 1:25
		Puitmoodulmaja konstruktiivne põhi- ja tööprojekt hotell Säby näitel			
Koostaja: Helar Jõgi	Allkiri:	Joonise nimi: Sisemise seinaelemendi tootmisjoonis	Tähis: T1-1-IW 6		
Juhendajad: Aime Ruus, Urmas Valeika	Allkirjad:	Esitamise kuupäev: 29.05.2020			

Lisa 3. Tüüpmoduli T1-1 materjalide kokkuvõte

C24 saepuidu koguhulk				
Materjal	H mm	B mm	Ühik	Kogus
Puit	45	240	m ³	1,268
Puit	45	195	m ³	0,652
Puit	95	145	m ³	0,096
Puit	45	145	m ³	0,765
Puit	45	120	m ³	0,058
Puit	22	100	m ³	0,118
Puit	95	95	m ³	0,95
Puit	70	95	m ³	0,196
Puit	45	95	m ³	0,363
Puit	45	70	m ³	0,281
Puit	45	45	m ³	0,091
Puit	30	45	m ³	0,089
		Kokku puit	m ³	4,927

Kõikide ülejäänud materjalide koguhulk				
Materjal	H mm	B mm	Ühik	Kogus
Mineraalvill	250		m ²	25,95
Mineraalvill	200		m ²	11,72
Mineraalvill	150		m ²	25,75
Mineraalvill	100		m ²	77,02
Liimpuit GL24h (kandva seina post)	95		m ³	0,15
Liimpuit GL24h (EW-1 sillus)	180		m ³	0,089
Mineraalvill	75		m ²	14,96
Mineraalvill	70		m ²	4,40
Puit - immutatud	45		m ³	0,13
Forestia P4 T&G 22mm	22		m ²	25,95
Forestia P5 T&G 22mm	22		m ²	4,21
Vineer 21mm	21		m ²	3,95
Kipsplaat GFL 15mm	15		m ²	135,85
Kipsplaat GF 15mm	15		m ²	45,50
Kipsplaat GEK 13mm	13		m ²	4,59
Fermacell 13mm	13		m ²	59,45
Kipsplaat GN 13mm	13		m ²	22,69
OSB III 12mm	12		m ²	23,88
OSB III 9mm	9		m ²	65,91
Cembrit windstopper Extreme 4.5mm	5		m ²	23,02
PE Kile			m ²	42,50
UKS ID1			tk.	1
AKEN W1			tk.	1

UKS BD1			tk.	1
UKS ED1			tk.	1
Trapp			tk.	1