



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

ASUINKERROSTALON KOROTTAMINEN PUUKERROKSELLA

Rakennesuunnittelu

Jaakko Heinonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

HEINONEN, JAAKKO:

Asuinkerrostalon korottaminen puukerroksella
Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 118 sivua, joista liitteitä 12 sivua
Toukokuu 2017

Kerrostalon korotusprojektit ovat yleistyneet huomattavasti. Korotuskerrosten tarve johtuu kaupunkien tilanpuutteesta. Asuntojen kysyntä ei vastaa asuntokapasiteettiä kaupunkien keskusta-alueella. Kerrostalon korotuskerrokset ovat hyvä tapa nostaa kiinteistön kokonaisarvoa ja tuottavuutta. Uusien kerrostalojen rakentaminen ei usein ole vaihtoehtona. Kerrostalojen korotuskerroksia tehdään pääasiassa puu- ja teräsrakenteisina. Puurunkoiset korotuskerrokset voidaan toteuttaa paikalla rakennettuina tai elementtipohjaisina rakenteina.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli puisen paikalla rakenteisen korotuskerroksen rakennesuunnittelu asuinkerrostaloon. Kohde on rakennettu vuonna 1928. Työn tavoitteena oli kohteen rakennesuunnittelu, jonka pohjalta voidaan toteuttaa rakennepiirustukset toteutusvaiheeseen.

Työssä pyrittiin havainnollistamaan rakennesuunnittelun vaiheet kohteen ominaisuuksien mukaisesti. Lähtötietojen hankkiminen ja yhteistyö arkkitehdin kanssa olivat rakennesuunnittelun lähtökohtia. Alustavat rakenneratkaisut määritettiin lähtötietojen perusteella. Rakenteiden poikkileikkausten optimointi suoritettiin rakenteiden mitoituksen avulla kohteeseen sopivalla tarkkuudella. Rakenteiden mitoitus on esitetty opinnäytetyössä merkittävimpien rakenneosien osalta. Toteutetuista piirustuksista esitettiin sopimuksen mukaisesti tärkeimpien rakenteiden rakennetyypit.

Kerrostalon korotusprojektit ovat rakennesuunnittelijan kannalta haastavia korjaus- ja muutostöitä. Korotuskerroksen uudet rakenteet tulee sovittaa vanhoihin rakenteisiin toteutuskelpoisesti ja vaarantamatta vanhojen rakenteiden stabiliteettia. Vanhojen rakenteiden kantavuustarkastelu on välttämätöntä. Uusien rakenteiden mitoitus onnistuu uudisrakenteiden mitoitusmenetelmillä. Kerrostalon korotus on yleistynyt rakennusalan projekti, jonka erityispiirteet on tiedostettava rakennesuunnittelijana.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

HEINONEN, JAAKKO:
Elevating an apartment building by an extra floor
Structural Designing

Bachelor's thesis 118 pages, appendices 12 pages
May 2017

Elevating an apartment building by an extra floor is a common project in the field of construction. The reason for adding extra floors to an apartment building is the lack of space in cities. Demand for apartments is currently not sufficient when compared to the supply in the center of the cities. Elevating the apartment building by the extra floor is a good way to increase the value of the building. The most common ways to execute the extra flat is; steel or wooden structure. Wood structures can be executed on construction site or structure based on elements.

The purpose of this study was to execute the structural design for an extra floor of an old apartment building. After structural design, the drawings for the construction can be executed. The second aim of this study was to point out the challenges of the structural designing in the project. Occurred challenges are collected in to the bachelor's thesis.

The point of the thesis is demonstrate the operation of the structural designing. The original drawings of the building were collected for the information needed to design the new floor. The architectural drawings and plans were basis of the structural designing. The profiles of the structures were optimized by the calculations and the computer programs made for designing structures. Created drawings are published according to the agreement. Published drawings are in attachments.

The elevating of an apartment buildings by an extra floor are challenging projects for structural designers. The difficult part is to make the old and the new structure work as one functional structure. The structural designer must make sure that the old structure does not lose the stability.

Key words: structural design, elevating an apartment building, wooden structure

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAJAUKSET	7
3	OHJEET JA LÄHTÖTIEDOT RAKENNESUUNNITTELUUN	8
3.1	Rakennesuunnitelmat	8
3.2	Projektin yleistiedot	8
3.2.1	Rakenteiden lämmöneristysvaatimus	12
3.2.2	Kohteen palotekniset vaatimukset	12
3.2.3	Kohteen ääneneristävyysvaatimukset	23
3.2.4	Projektin toteutettavat piirustukset	25
3.3	Arkkitehtisuunnitelmat	25
3.3.1	Luonnossuunnitelmat	26
3.4	Rakennuksen vanhat piirustukset	30
3.5	Rakenneavaukset	30
3.5.1	Kohteen rakenneavauksen toteutuksen ohjeet rakennusurakoitsijalle	33
4	RAKENNESUUNNITTELU	34
4.1	Rakeneratkaisut	34
4.2	Rakennetyypit	35
4.3	Rakenteiden kuormitukset	39
4.3.1	Pysyvä kuorma	39
4.3.2	Hyötykuorma	41
4.3.3	Lumikuorma	42
4.3.4	Tuulikuorma	45
4.3.5	Kuormitusyhdistely	56
4.4	Vanhan välipohjan kantavuustarkastelu	59
4.4.1	Välipohjan kantavuuden arvioiminen vanhojen piirustusten avulla	60
4.4.2	Välipohjan kantavuuden arviointi rakenneavauksella	60
4.4.3	Välipohjan kantavuuden arviointi vanhan kuormituksen avulla	61
4.4.4	Välipohjan tarkastelu palotilanteessa	62
4.5	Yläpohjarakenne	64
4.5.1	Kattokannakepalkin mitoitus normaalitilanteessa	64
4.5.2	Kattokannakepalkin palomitoitus	68
4.6	Ulkoseinärakenne	74
4.6.1	Runkotolppa	77
4.6.2	Ikkunanpielien runkotolpat	81

4.6.3 Ikkunanylityspalkki	85
4.7 Kurkihirsirakenne.....	89
4.8 Uusi välipohjarakenne	91
4.8.1 Primaaripalkki	93
4.8.2 Sekundaaripalkki	97
4.9 Kerroksen kokonaisjäykistys	100
5 POHDINTA	104
LÄHTEET	106
LIITTEET.....	107
Liite 1. Piirustusluettelo.....	107
Liite 2. Kohteen vanhat piirustukset.....	108
Liite 3. Rakenneavaussuunnitelma.....	113
Liite 4. Rakennetyypit	115

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön päätarkoituksena on tehdä rakennesuunnittelu kerrostalon korotusprojektiin tilaajan toimeksiannosta. Rakennesuunnittelu tehdään A-Insinöörit Suunnittelu Oy:lle. Rakennesuunnittelun kohteena on Tampereella Pirkankatu 16:sta sijaitseva asuin-kerrostalo. Kerrostalo on rakennettu vuonna 1928. Kohteeseen suunnitellaan uusi kerros vanhan kerrostalon päälle. Vesikatto ja ylimmän kerroksen ullakkotila puretaan ja tilalle tehdään asumiseen soveltuva kerros. Vanha välipohja puretaan kantaviin rakenteisiin asti. Korotuskerros toteutetaan paikalla rakennettuna ja puurakenteisena arkkitehtisuunnitelmien mukaisesti.

Opinnäytetyössä esitellään rakennesuunnittelun vaiheet. Opinnäytetyö koostuu lähtötietojen keräämisestä ja rakenteiden mitoituksesta tärkeimpien rakenneosien osalta. Opinnäytetyö luo pohjan toteutusvaiheen piirustuksien tekemiseen. Toteutetut piirustukset toimitetaan urakoitsijalle.

Kerrostalon korotusprojekti on monin tavoin haasteellinen työ rakennesuunnittelijalle. Lähtötietojen määrä on muutos- ja korjaussuunnittelussa usein vähäinen. Lisää lähtötietoja voidaan kerätä vanhoja piirustuksia tutkimalla ja rakenneavauksia tekemällä. Vanhojen rakenteiden kantavuustarkastelun suorittaminen on haasteellista. Puurunkoisena rakennettaessa ongelmalliseksi saattaa muodostua kerroksen kokonaisjäykistys, ääneneristävyyksivaatimukset ja palonkestävyyksivaatimukset.

2 RAJAUKSET

Opinnäytetyössä otetaan kantaa vain rakennesuunnitteluun liittyvissä asioissa. Rakennesuunnittelun osalta pois rajataan vanhojen perustusten ja runkorakenteiden tarkastelu. Vanhoista runkorakenteista tarkastellaan kuitenkin poikkeuksena vanhan välipohjan kantavuustarkastelua ja kantavuustarkastelun menetelmiä. Rakennesuunnittelun ulkopuolisiin rakennusprosessin aihealueisiin ei oteta tässä opinnäytetyössä kantaa.

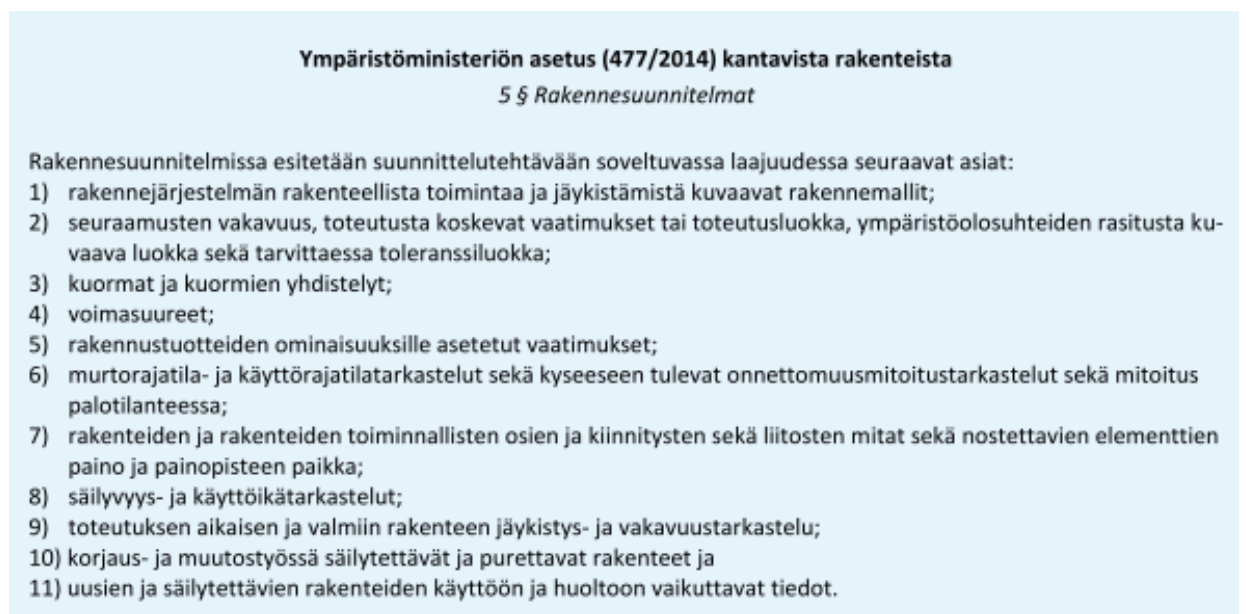
Opinnäytetyössä tarkastellaan ainoastaan kantavien rakenteiden rakenneratkaisuja ja kantavien rakenteiden mitoitusta. Kantavien rakenteiden tarkastelusta esitetään merkittävimmät rakenneosat. Kantavien rakenteiden ulkopuolelta työssä tarkastellaan jäykistäviä väliseiniä niiden jäykistyskapasiteettien näkökulmasta. Opinnäytetyössä ei esitetä parviraakenteiden suunnittelua.

Kaikki pois rajatut projektin osat tehdään suunnitteluprojektin edetessä asianmukaisella tavalla ja sopimuksen mukaisesti, mutta rajattuja asioita ei esitetä opinnäytetyössä. Työssä julkaistaan rakennetyypit tärkeimpien rakenteiden osalta. Muita rakennesuunnitelmia ei opinnäytetyössä esitetä. Julkaistavat rakennepiirustukset ovat luonnosvaiheen suunnitelmia.

3 OHJEET JA LÄHTÖTIEDOT RAKENNESUUNNITTELUUN

3.1 Rakennesuunnitelmat

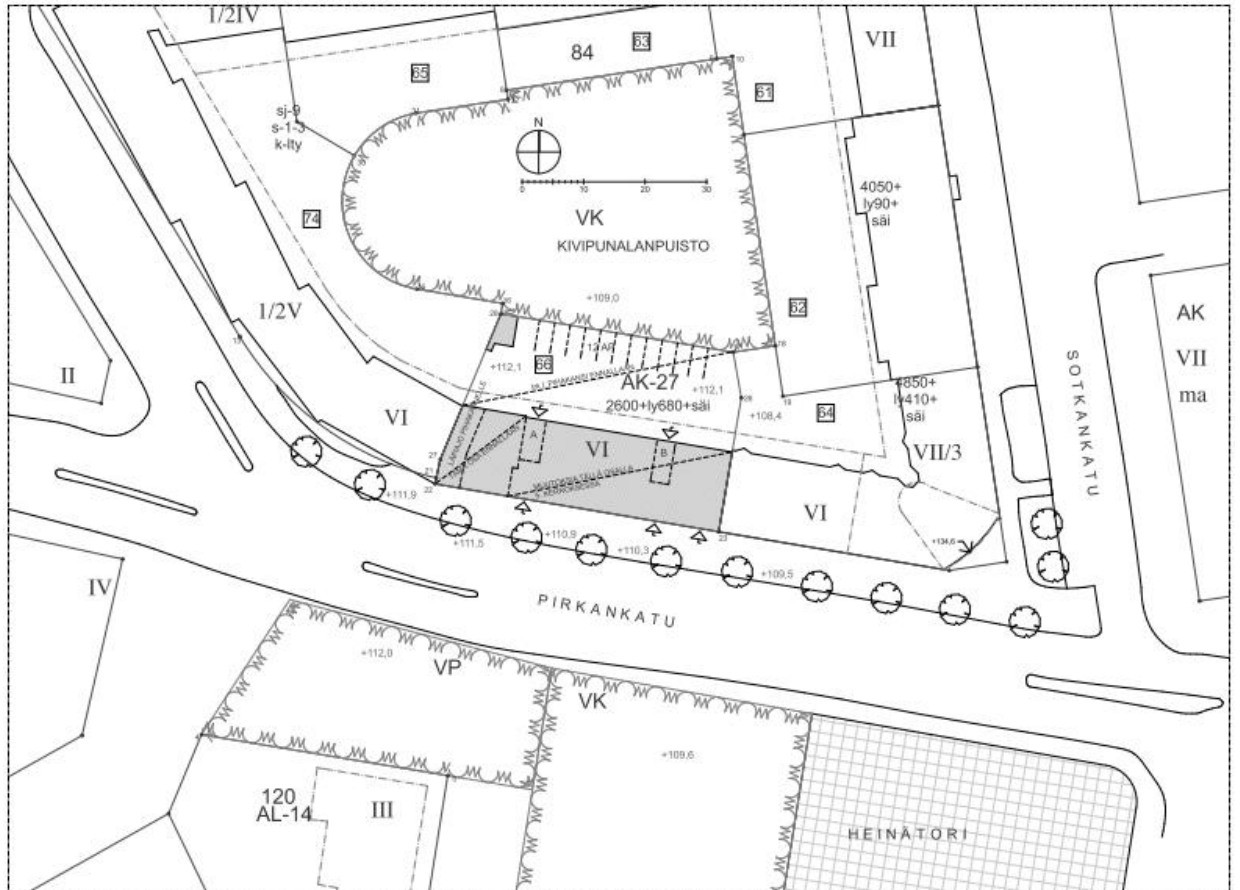
Rakennesuunnittelussa on esitettävä maankäyttö- ja rakennuslaissa määritetyt asiat riittäväällä laajuudella toteutuksen mahdollistamiseksi ja hyvän rakennustavan ylläpitämiseksi. Suunnitelmien tulee olla toteutuskelpoiset ja riittävän yksityiskohtaiset, jotta urakoitsija pystyy toteuttamaan määritellyn tehtävän suunnitelmien perusteella. Kuvassa 1 on esitetty luettelo rakennesuunnitelmissa esitettävistä asioista. (Ympäristöministeriö. 2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakenteiden lujuus ja vakaus.)



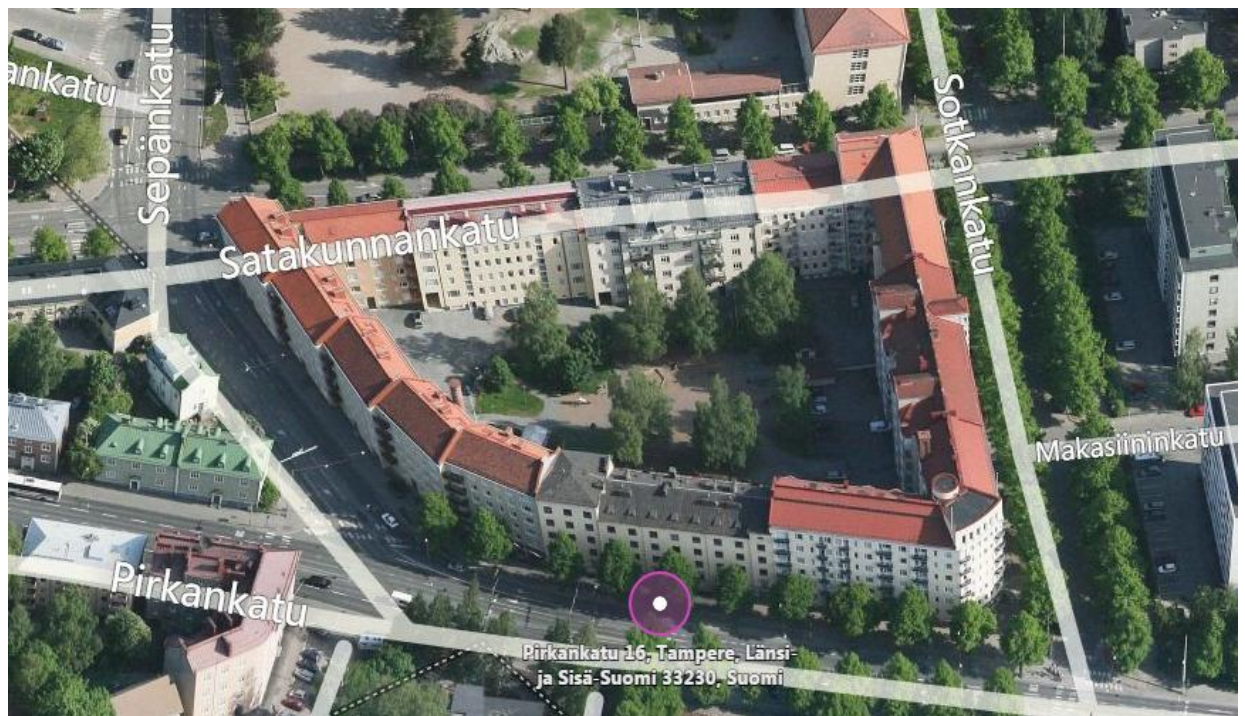
KUVA 1. Rakennesuunnitelmissa esitettävät asiat (Ympäristöministeriö. 2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakenteiden lujuus ja vakaus. sivu 10.)

3.2 Projektin yleistiedot

Projektina on kerrostalon korotus puukerroksella. Kerros rakennetaan paikalla rakennettavana ja puurunkoisena. Korottaminen koskee vain osaa rakennuksesta. Rakennus ei kuulu projektiin muilta osin. Kuvissa 2-5 on esitetty yleiskuvaa kohteesta. Kuvat 2 ja 5 ovat arkkitehtitoimiston laatimia luonnosvaiheen piirustuksia. Pääasiallisena tehtävänä on tuottaa rakennesuunnitelmat toteutusvaiheeseen asuinkerrostalon kerroksen korotuksesta. Kohteen yleistiedot esitetty taulukossa 1.



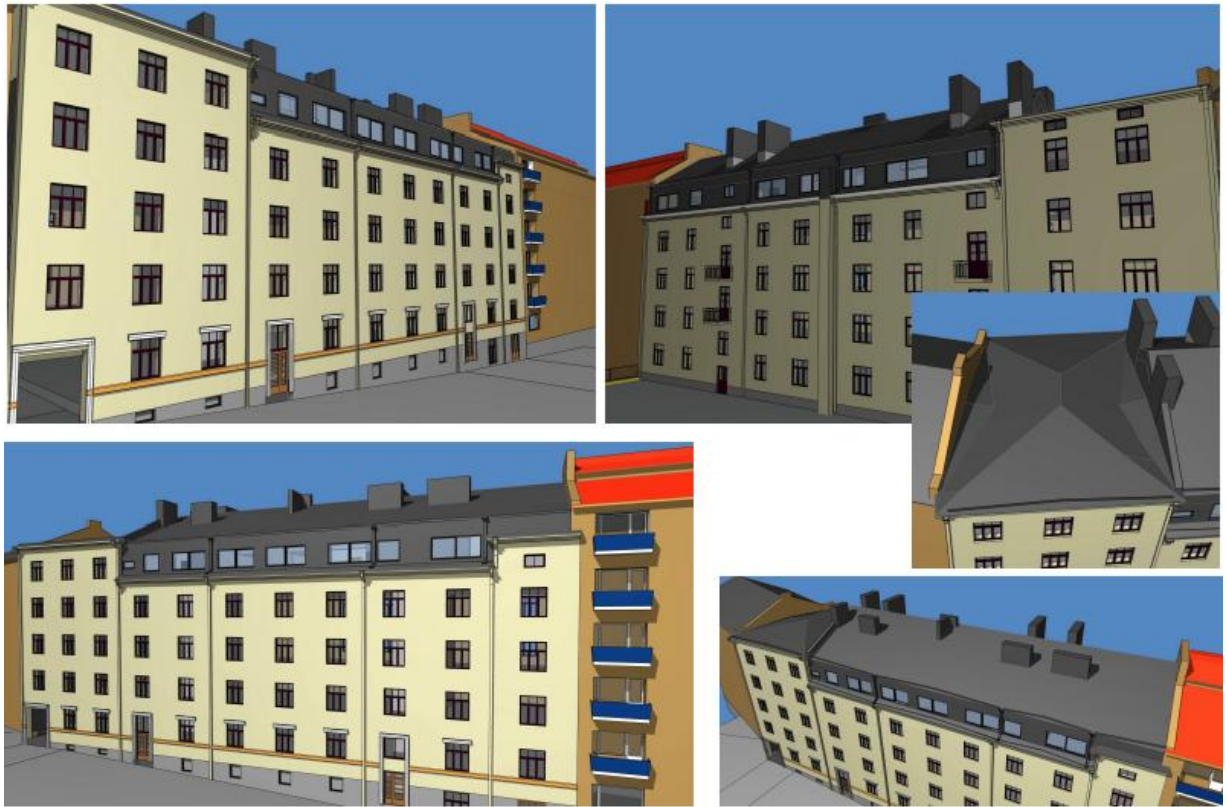
KUVA 2. Kohteen asemapiirros



KUVA 3. Kohteen yleiskuva ennen muutostöiden aloittamista (Bing maps. 2017. <https://www.bing.com/maps/>. Katsottu 27.4.2017.)



KUVA 4. Kohteen yleiskuva ennen muutostöiden aloittamista (Bing maps. 2017. <https://www.bing.com/maps/>. Katsottu 27.4.2017.)



KUVA 5. 3d-luonnoksia kohteesta

TAULUKKO 1. Rakennesuunnittelukohteen yleistiedot

Kohde	As. Oy Heinäpuisto, korotus Pirkankatu 16 Tampere
Kohteen kuvaus	Rakennusvuosi 1928 Seuraamusluokka CC2 Luotettavuusluokka RC2 Kerroksia 5 + kellarikerros
Lähtötiedot	Vanhat rakennesuunnitelmat, puutteelliset Vanhat arkkitehtisuunnitelmat, puutteelliset Uudet arkkitehtisuunnitelmat Rakenneavaukset
Korjaushistoria	Muutoksia tehty 50-luvulla, tiedot puutteelliset

3.2.1 Rakenteiden lämmöneristysvaatimus

Rakennus on lämmin asuinrakennus. Lämmönläpäisykertoimien maksimi-arvot on säädetty Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Taulukossa 2 on eritelty eri vaipan osien lämmönläpäisykertoimien vaatimukset lämpimän rakennuksen osalta. (Ympäristöministeriö. 2010. C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki.).

TAULUKKO 2. Lämpimän rakennuksen rakenteiden lämmönläpäisykertoimet (Ympäristöministeriö. 2010. C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki.).

Seinä	0,17 W/m ² K
Hirsiseinä	0,40 W/m ² K
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/m ² K
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17 W/m ² K
Maata vastaan oleva rakenneos	0,16 W/m ² K
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,00 W/m ² K

Taulukosta 2 saadaan kohteen lämmönläpäisykertoimet vaipan osalta. Lämmöneristysvaatimuksia tarkastellaan rakennetyyppejä määritettäessä. Rakenneosien lämmönläpäisykertoimet tulee olla enintään annettujen lämmönläpäisykertoimien eli U-arvojen suuruiset.

Seinä: 0,17 W/m²K

Yläpohja: 0,09 W/m²K

3.2.2 Kohteen palotekniset vaatimukset

Paloturvallisuusohjeiden ja -määräysten soveltaminen korjausrakentamisessa

Yleiset paloturvallisuuden periaatteet korjausrakentamisessa riippuvat korjausrakentamiskohteen luonteesta. Käyttötarkoituksen muutoksen arviointi on avainasia paloturvallisuusmääräysten soveltamisessa korjausrakentamisessa (Pirjo Kurki. Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Ympäristöministeriö.) Rakennuksen käyttötarkoitus ei muutu,

mutta kerroksen käyttötarkoitus muuttuu ullakkovarastotilasta asuintilaksi. Paloturvallisuuden kannalta riskit kasvavat uuden kerroksen osalta oleellisesti, joten nykyisiä paloturvallisuusmääryksiä käytetään kohteessa uuden kerroksen osalta.

Kohteen palokuorman määrittäminen

Palokuormalla tarkoitetaan kokonaisenergiämäärää neliötä kohden, jonka tilassa oleva palava aine kokonaisuudessaan vapauttaa ympäristöön pääasiassa lämpönä. Palokuormituksen määrittämisessä otetaan huomioon tilan käyttötarkoitus sekä kaikki tilan rakennesosat (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Helsinki.). Palokuormaryhmät eritellään taulukossa 3. Taulukosta 3 voidaan määrittää kohteen palokuormaksi alle 600 MJ/m².

TAULUKKO 3. Tilojen palokuormaryhmät. (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Sivu 10.)

	Ohje Periaatteet eri käyttötapojen sijoittamisesta palokuormaryhmiin:
yli 1200 MJ/m²;	- Varastot, jotka ovat erillisiä palo-osastoja.
	Tuotanto- ja varastotilojen palokuorma määritellään tai arvioidaan kohdekohtaisesti.
vähintään 600 MJ/m² ja enintään 1200 MJ/m²;	- Osa kokoontumis- ja liiketiloista kuten myymälät, näyttelyhallit ja kirjastot; - asuinrakennusten kellariosastot, jotka sisältävät irtaimistovarastoja; - moottoriajoneuvojen korjaus- ja huoltotilat.
alle 600 MJ/m²;	- Asunnot, majoitustilat ja hoitolaitokset; - osa kokoontumis- ja liiketiloista kuten ravintolat, enintään 300 h-m ² :n myymälät, toimistot, koulut, urheiluhallit, teatterit, kirkot ja päivähoitolaitokset; - autosuojat.
	Yleensä tähän ryhmään saa sijoittaa myös muihin palokuormaryhmiin kuuluvia tiloja, mikäli nämä tilat varustetaan tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla. Tämä ei koske 3–8-kerroksisia P2-luokan rakennuksia.

Kohteen paloluokan määrittäminen

Rakennuksen paloluokka voi olla rakennuksesta riippuen P1, P2 tai P3. Taulukossa 4 on havainnollistettu rakennuksien paloluokan määrittäminen. Kohde on asuinrakennus, jossa on kuusi kerrosta. Rakennuksen korkeus on yli 26 metriä. Annettujen lähtötietojen perusteella taulukosta 4 määritetään rakennuksen paloluokaksi P1. (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus.).

TAULUKKO 4. Rakennuksen paloluokan määrittäminen (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Taulukko 3.2.1. Sivut 11.)

TAULUKKO 3.2.1 Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
KORKEUS			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m ²
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m ²
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m ²	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
Selostus	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

Kohteen palo-osastoinnin määrittäminen

Rakennus on syytä jakaa eri palo-osastoihin, jotta palon ja savun leviämistä pystytään rajoittamaan. Palo-osastoinnilla pystytään myös turvaamaan poistumistiet, helpottamaan sammutus- ja pelastustoimia sekä rajoittamaan palosta aiheutuvaa omaisuusvahinkoa. Asuinrakennuksien osalta palo-osastointi tehdään pääsääntöisesti kerroksittain ja huoneistoittain (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Ra-

kennusten paloturvallisuus.). Taulukossa 5 on esitetty palo-osastojen vaatimuksia rakennuksissa. Kohde on asuinrakennus. Palo-osastointi tehdään kohteessa huoneistoittain. Näin rajoitetaan palon leviämistä rappukäytävään sekä toisiin huoneistoihin.

TAULUKKO 5. Rakennusten palo-osastointi (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Taulukko 5.2.1. Sivu 14.)

TAULUKKO 5.2.1 Käyttötapa	PALO-OSASTON ENIMMÄISALA		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROKSET			
Asuinrakennukset	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain	osastointi huoneistoittain
Majoitustilat ja hoitolaitokset			
- yöpymistilat	800 m ²	800 m ²	400 m ²
- muut tilat	1600 m ²	1600 m ²	400 m ²
Kokoontumis- ja liiketilat sekä työpaikkatilat	2400 m ²	2400 m ²	400 m ²
Tuotanto- ja varastotilat sekä autosuojat	harkinnan mukaan ¹⁾	harkinnan mukaan ¹⁾	harkinnan mukaan ¹⁾
ULLAKOT JA YLÄPOHJAN ONTELOT	1600 m ²	1600 m ²	alapuolisten osastojen mukaan ²⁾
KELLARIT	800 m ²	800 m ²	400 m ²
Taulukon huomautukset	¹⁾ Tuotanto- ja varastotilojen ohjeet ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa E2 sekä autosuojien ohjeet osassa E4. ²⁾ Asuinrakennuksessa voidaan erityisestä syystä korvata palo-osastoinnilla enintään 200 m ² osastoihin.		
Ohje	Pinta-ala lasketaan niin kuin huoneistoala.		

5.2.2

Poistumisen turvaamiseksi tai pelastus- ja sammutustoimien helpottamiseksi palo-osastot jaetaan lisäksi osiin:

- majoitustilat ja hoitolaitokset majoitushuoneittain;
- ullakot ja yläpohjan ontelot enintään 400 m² osiin.

5.2.3

Palo-osastoa voidaan suurentaa, mikäli osasto varustetaan automaattisella paloilmoinnilla, joka on liitetty hätäkeskukseen, automaattisella savunpoistolaitteistolla tai automaattisella sammutuslaitteistolla.

Rakenteiden kantavuuden säilyttäminen palotilanteessa

Henkilöturvallisuuden varmentamiseksi rakenteille on määritettävä aika palon alkamisesta rakenteiden sortumisvaaraan saakka. Rakenteiden on säilytettävä kantavuutensa palonkestävyysaika vaatimuksen ajan. Rakenteilta voidaan vaatia myös palonkestävyyttä

eristävyyden ja tiiveyden suhteen. Palonkestävyyksivaatimus riippuu rakennuksen paloluokasta sekä tilan palokuormasta. (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus.). Taulukossa 6 on esitetty palonkestävyyksivaatimuksen määrittäminen kohteesta riippuen.

TAULUKKO 6. Palonkestävyysaika-vaatimuksen määrittäminen (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Taulukko 6.2.1. Sivü 16.)

TAULUKKO 6.2.1		KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET						
		Rakennuksen paloluokka						
		P1			P2			P3
		Palokuorma MJ/m ²			Palokuorma MJ/m ²			
		yli 1200	600-1200	alle 600	yli 1200	600-1200	alle 600	
Sarake		1	2	3	4	5	6	7
Enintään 2-kerroksinen rakennus yleensä		R 120 *	R 90 *	R 60 *	R 30	R 30	R 30	-
- jos rakennuksen eristeet eivät ole vähintään luokkaa A2-s1, d0		R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- hoitolaitokset, majoitustilat, kellarit		R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
3–8-kerroksinen rakennus yleensä		R 180	R 120	R 60	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
3–8-kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus								
- kerrokset		R 180	R 120	R 60	R 180 *	R 120 *	R 60 *	ei mahd.
- kellarikerrokset		R 180	R 120	R 60	R 180	R 120	R 60	ei mahd.
Yli 8-kerroksinen rakennus		R 240	R 180	R 120	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
Ylimmän maanalaisen kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset		R 240	R 180	R 120	R 240	R 180	R 120	R 60
<p>Yläpohjan rakenteiden vaatimukset enintään 2-kerroksisessa rakennuksessa, jossa ei ullakkoa, mikäli yläpohjan eristeet ovat vähintään A2-s1, d0-luokkaa, tai mikäli yläpohjan eristeet on suojattu syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P1-luokan rakennuksissa K₂ 60-luokan suojaverhous tai EI 60-luokan rakenne ja - P2-luokan rakennuksissa K₂ 30-luokan suojaverhous tai EI 30-luokan rakenne. <p>Läpiviennit ja muut asennukset tulee toteuttaa siten, että eristeiden suojaus ei niiden johdosta heikkene.</p>								
- rakenteet, jotka ovat rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ¹⁾		R 60	R 60	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- rakenteet, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ¹⁾		R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	-
Ullakon tai ontelon vesikattorakenteet, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita		-	-	-	-	-	-	-

Taulukon huomautukset:

Parvekkeiden palonkestävyysaika-vaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta.

Tuotanto- ja varastorakennuksessa sallitaan lievennyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaisesti.

¹⁾ Ohje: Taulukossa 6.2.1 tarkoitettuja kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundäärikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiiliteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.

Taulukon merkinnät:

* = rakennuksen eristeiden ja muiden täytteiden tulee olla vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.

= kantavat rakenteet on tehtävä vähintään luokan A2-s1, d0 tarvikkeista

- = ei luokkavaatimusta (katso kohta 6.1.2)

ei mahd. = ei mahdollinen

Kohteen paloluokaksi on määritetty P1 ja palokuormaksi alle 600 MJ/m². Kerroksia rakennuksessa on 6. Kohteen kantavien rakenteiden palonkestävyysaika-vaatimukseksi saadaan R 60. Tämä tarkoittaa sitä, että kantavien rakenteiden on kestävä palotilanteessa vähintään 60 minuuttia ilman sortumisvaaraa. Taulukosta 6 määritetään kantavien rakenteiden tarvikkeiden vaatimukseksi A2-s1, d0 – luokka. Taulukossa 8 on kuvattu materiaalien paloluokitusten määrittely.

Palon leviämisen estäminen osastoittain

Määritettyjen palo-osastojen välisille rakenteille määritetään oma palonkestävyysaika-vaatimus. Osastojen välisissä rakenteissa otetaan huomioon palonaikaiset vaatimukset tiiveydelle, E, ja eristävyydelle, I. (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus.). Taulukossa 7 on esitetty osastoivien rakenneosien palonkestävyysaika-vaatimuksen määrittäminen kohteista riippuen.

TAULUKKO 7. Palonkestävyysaika-vaatimus palo-osastoivissa rakenteissa (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Taulukko 7.2.1. Sivü 18.)

Sarake	OSASTOIVIEN RAKENNUSOSIEN LUOKKAVAATIMUKSET				
	Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku				
	P1 ja P2 3–8 kerrosta			P2 1–2 kerrosta	P3
	Palokuorma MJ/m ²				
	ylly 1200	600–1200	alle 600		
	1	2	3	4	5
Osastoivat rakennusosat kerroksissa	EI 120	EI 90	EI 60	EI 30	EI 30
Osastoivat rakennusosat kellareissa	EI 120	EI 90	EI 60	EI 60	EI 30
Taulukon huomautus:	Tuotanto- ja varastorakennuksen pinta-alaosastointia toteuttavien rakennusosien luokkavaatimukset Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaan, autosuojan ohjeiden E4 mukaan ja kattilahuoneen sekä polttoainevaraston osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset ohjeiden E9 mukaan.				

Kohteen paloluokaksi on määritetty P1 ja palokuormaksi alle 600 MJ/m². Kohteen palo-osastoivien rakenteiden palonkestävyysaika-vaatimukseksi saadaan EI 60 kerroksessa. Tämä tarkoittaa sitä, että kohteen kerroksen osastoivien rakenteiden on kestävä palotilanteessa vähintään 60 minuuttia menettämättä tiiveys- ja eristävyysominaisuuksia, jotta rakenteen funktio palo-osastoivana rakenteena säilytetään.

Ullakot ja ontelot tehdään lisäämättä palon leviämisen ja syttymisen vaaraa. Onteloiksi kohteessa luokitellaan yläpohjan tuuletusrako. Seinämäiset ontelot, eli ulkoseinien tuuletusraot, katkaistaan vähintään kerroksittain tehokkailla palokatkoilla. Räystäällä tuuletusrako katkaistaan, jotta palo ei kierrä yläpohjan onteloon helposti ulkokautta. (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus.).

Palon kehittymisen rajoittaminen

Palon kehittymistä rajoitetaan rakennusmateriaalien valinnalla määräysten mukaisesti. Rakennusmateriaalit eivät saa aiheuttaa palon kehittymistä vaaraa aiheuttavalla tavalla (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus.). Rakennusmateriaalien paloluokitus kuvaa materiaalin käyttäytymistä palotilanteessa. Taulukossa 8 on kuvattu materiaalien paloluokitusjärjestelmän määrittely. Taulukossa 9 on esitetty sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset.

TAULUKKO 8. Rakennusmateriaalien paloluokitus (Gyproc. 2011. <http://www.gyproc.fi/suunnittelu/palositivusto/maaritelmia/paloluokitusjarjestelmat>. Luettu 26.4.2017.)

Rakennusmateriaalien paloluokitus

Rakennustarvikkeet yleensä

Rakennustarvikkeiden luokat lukuun ottamatta lattiapäällysteitä kuvataan merkinnöillä: A1, A2, B, C, D, E, F.

Savun tuotto ja palava pisarointi ilmaistaan lisämääreillä s ja d. Savun tuoton luokitus on s1, s2, s3 ja palavan pisaroinnin d0, d1, d2.

- A1 = Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon (palamaton).
- A2 = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.
- B = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu.
- C = Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti.
- D = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.
- E = Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä.
- F = Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty.

- s1 = Savuntuotto on erittäin vähäistä.
- s2 = Savuntuotto on vähäistä.
- s3 = Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia.

- d0 = Palavia pisaroita tai osia ei esiinny.
- d1 = Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.
- d2 = Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

Luokat A1 ja F esiintyvät aina ilman lisämääreitä. E ilman lisämäärettä tarkoittaa, että tarvikkeesta ei irtoa palavia pisaroita. Kaikki muut luokat sisältävät myös lisämääreet, esim. A2-s1, d0, B-s1, d0, D-s2, d2, E-d2.

TAULUKKO 9. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Taulukko 8.2.2. Sivu 21.)

TAULUKKO 8.2.2		SISÄPUOLISTEN PINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET		
Käyttötapa	Kohde	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 ¹⁾ -	B-s1, d0 ²⁾ -	D-s2, d2 ¹⁾ -
Majoitustilat	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 -	B-s1, d0 -	D-s2, d2 -
Hoitolaitokset	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1	D-s2, d2 -
Kokoontumis- ja liiketilat				
- palokuorma alle 600 MJ/m ² ja				
- pinta-ala on ≤ 300 m ²	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 -	D-s2, d2 -	D-s2, d2 -
- pinta-ala on yli 300 m ²	seinät ja katot lattiat	C-s2, d1 -	C-s2, d1 -	D-s2, d2 -
- palokuorma ≥ 600 MJ/m ²				
	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 -
Työpaikatilat	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 ¹⁾ -	B-s1, d0 ²⁾ -	D-s2, d2 ¹⁾ -
Tuotanto- ja varastotilat				
- palovaarallisuusluokka 1				
	seinät katot lattiat	D-s2, d2 D-s2, d2 D _{FL} -s1	D-s2, d2 B-s1, d0 D _{FL} -s1	D-s2, d2 D-s2, d2 -
- palovaarallisuusluokka 2				
	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1
Autokorjaamot ja -huoltamot, autosuojat (autosuojissa on lie- vennysmahdollisuus RakMK osan E4 mukaisesti)				
	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 A2 _{FL} -s1
Ullakot ja kellarit				
- käyttöullakot				
	lattiat	A2 _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1
- käyttämättömät ullakot sekä matalat ullakkotilat ja ontelot				
- kellaritilat yleensä	yläpohjan yläpinta seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 C-s2, d1 D _{FL} -s1	B-s1, d0 B-s1, d0 D _{FL} -s1	- D-s2, d2 D _{FL} -s1
- teknisen huollon tilat				
	seinät ja katot lattiat kattilahuoneen lattiat	B-s1, d0 D _{FL} -s1 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1 A2 _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1 A2 _{FL} -s1
Uloskäytävät	seinät ja katot lattiat	A2-s1, d0 ³⁾ D _{FL} -s1	A2-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1
Sisäiset käytävät majoitus- ja työpaikatiloissa	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 D _{FL} -s1	B-s1, d0 -
Saunat	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 -	D-s2, d2 -	D-s2, d2 -
Taulukon merkinnät:	-	= ei vaatimusta		
Taulukon huomautukset:	¹⁾	Vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota luokkiin kuulumattomilla tarvikkeilla.		
	²⁾	Vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota D-s2, d2-luokan tarvikkeilla. Koskee myös suojaverhottuja seinäiä. Seinä- ja kattopinnat voidaan verhota vähintään D-s2, d2-luokan tarvikkeilla, kun tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla. Ohje Automaattinen sammutuslaitteisto toteutetaan vähintään SFS-EN 12845 -standardin OH-luokan vaatimustason mukaan.		
	³⁾	Vähäisiä osia seinä- ja kattopinoista voidaan verhota B-s1, d0-luokan tarvikkeilla.		

Kohteen paloluokaksi on määritetty P1. Asuinrakennuksen sisäpintojen luokkavaatimukseksi saadaan D-s2, d2. Tämä on huomioitava sisäpintojen rakennusmateriaalia valittaessa. Materiaalien on täytettävä vaatimusluokka D-s2, d2, joka tarkastetaan valmistajan tuoteselosteista. Vaatimusluokan kuvaus on esitetty taulukossa 8. Taulukon 9 mukaan seinärakenteiden vähäisissä osissa voidaan käyttää luokkavaatimukseen kuulumattomia rakennusmateriaaleja.

Rakennusten ulkopinnoille ja tuuletusraolle on myös määritetty paloluokkavaatimukset, kuten sisäpinnoille. (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskoelma: Rakennusten paloturvallisuus.). Taulukossa 10 on esitetty ulkopintojen ja tuuletusraon pintojen luokkavaatimukset.

TAULUKKO 10. Ulkoseinien ulkopintojen ja tuuletusraon pintojen luokkavaatimukset (Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Tau-lukko 8.3.4. Sivü 24.)

TAULUKKO 8.3.4	ULKOSEINIEN ULKOPINTOJEN JA TUULETUSRAON PINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET					
	Rakennuksen paloluokka ja käyttötapa					
	P1	P2		P3		
	P1-luokan rakennukset yleensä	Enint. 8-kerroksiset asuin- ja työpaikkarakennukset	Hoitolaitokset	3–8-kerroksiset asuin- ja työpaikkarakennukset	Muut P2-luokan rakennukset	
Ulkoseinän ulkopinta	B-s1, d0 ¹⁾	B-s2, d0 ²⁾	B-s2, d0	B-s2, d0 ²⁾	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusraon ulkopinta	B-s1, d0 ¹⁾	B-s2, d0 ²⁾	B-s2, d0	B-s2, d0 ²⁾	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusraon sisäpinta	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0	D-s2, d2	-
Taulukon merkintä:	- = ei vaatimusta					
Taulukon huomautukset: ¹⁾	<p>Enintään 8-kerroksisessa P1-luokan rakennuksessa ulkoseinän ulkopinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä. Julkisivulevyjen kiinnitykseen saa enintään 8-kerroksisessa rakennuksessa käyttää vähäisessä määrin D-s2, d2-luokan rakennustarvikkeita.</p> <p>Enintään kaksikerroksisessa P1-luokan tuotanto- ja varastorakennuksessa sekä enintään kaksikerroksisessa P1-luokan kokoontumis- ja liikerakennuksessa saa ulkoseinän ja tuuletusraon ulkopinnoissa käyttää D-s2, d2-luokan rakennustarviketta, kun:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rakennuksen korkeus on enintään 20 metriä, - ulkoseinä ikkunoineen ja muine aukkoineen täyttää EI 30 vaatimuksen, - ulkoisen syttymisen aiheuttaman palon leviäminen seinässä on estetty riittävän tehokkaasti ja - palon leviäminen julkisivulta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30-rakenteella. 					
²⁾	<p>Enintään 4-kerroksisessa asuin- ja työpaikkarakennuksessa ja tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla varustetussa enintään 8-kerroksisessa asuin- ja työpaikkarakennuksessa saa ulkoseinän ja tuuletusraon ulkopinnoissa käyttää D-s2, d2-luokan rakennustarviketta rakennuksen alinta kerrosta sekä uloskäytävien ja varateinä toimivien ikkunoiden tai muiden aukkojen ylä- ja alapuolella olevia pintoja lukuun ottamatta, kun:</p> <ul style="list-style-type: none"> - palon leviäminen tuuletusraossa on rajoitettu vähintään kerroksittain riittävän tehokkaasti, - palon leviäminen vaakasuunnassa porrashuoneen ulkoseinän tuuletusrakoon on estetty, - palon leviäminen julkisivusta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30-rakenteella, - julkisivurakenteen laajojen osien putoaminen palon sattuessa on riittävästi estetty ja - rakennuksia tai rakennelmia ei sijoiteta alle 8 metrin etäisyydelle julkisivusta, jollei rakenteellisin tai muin keinoin estetä palon leviämistä julkisivuun. 					

Asuinrakennuksen ulkoseinien ulkopintojen ja tuuletusraon pintojen luokkavaatimukseksi saadaan B-s1, d0. Tämä on huomioitava ulkoseinien ulkopintojen ja tuuletusraon pintojen rakennusmateriaalia valittaessa. Materiaalien on täytettävä vaatimusluokka

B-s1, d0, joka tarkastetaan valmistajan tuoteselosteista. Vaatimusluokan kuvaus on esitetty taulukossa 8. Taulukon 10 mukaan ulkoseinien ulkopintojen vähäinen osa saa olla luokkaa D-s2. d2, mikäli kyseisiä osia ympäröivät rakenteet toimivat seinäpintaa suojaavana rakenteena palon leviämisen kannalta. Rakennusmateriaalien paloluokkavaatimukset on otettava huomioon rakennetyyppejä määritettäessä. Pintamateriaalit ohjaavat alapuolisten rakenteiden valintaa kiinnityksen ja rakenteellisen yhteistoiminnan mahdollistamiseksi.

3.2.3 Kohteen ääneneristävyysvaatimukset

Rakennusten ääneneristys- ja meluntorjuntavaatimukset on määritetty Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Asuinrakennusten osalta on määrätty vaatimukset ilmaääneneristävyydelle sekä askeläänitasoluvun osalta (Ympäristöministeriö. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma: C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa: määräykset ja ohjeet. Helsinki.). Taulukossa 11 on esitetty asuinrakennuksen akustiset vaatimukset.

TAULUKKO 11. Asuinrakennuksessa noudatettavat akustiset vaatimukset (Ympäristöministeriö, 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma: C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa: määräykset ja ohjeet. Taulukko 2.1. Sivun 5).

TAULUKKO 2.1 ASUINRAKENNUKSISSA NOUDATETTAVAT AKUSTISET VAATIMUKSET

Pienimmät sallitut ilmaääneneristysluvun R'_{w} (dB) arvot	dB	Ohje
– Asuinhuoneiston ja sitä ympäröivien tilojen välillä yleensä	55	Asuinhuoneiston porrastaso-ovena käytetään vähintään luokan 30 dB ovea tai oviyhdistelmää.
– Asuinhuoneiston ja toista huoneistoa palvelevan uloskäytävän välillä, kun välissä on ovi	39	
Suurimmat sallitut askeläänitasoluvun $L'_{n,w}$ (dB) arvot	dB	Ohje
– Asuinhuoneistoa ympäröivistä tiloista keittiöön tai muuhun asuinhuoneeseen, yleensä	53	Vaatimus ei koske mittausta satunnaisesti käytettävistä huolto- ja varastotiloista, autosuojista tai vastaavista tiloista eikä mittausta asuinhuoneistoon kuuluvista pienistä wc-, kylpyhuone- ja löylyhuonetiloista. Näistä tiloista asuntoon mahdollisesti aiheutuva meluhäiriö on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa niin, että asuinhuoneistossa saavutetaan edelleen hyvät ääniolosuhteet.
		Selostus <i>Kevyet rakenteet läpäisevät matalia ääniä, joita askeläänitasoluvun $L'_{n,w}$ määrittäessä ei huomioida. Nämä äänet saattavat kuulua häiritsevänä kuminana.</i>
– Uloskäytävästä asuinhuoneeseen	63	Ohje Uloskäytävällä tarkoitetaan tässä sellaista porrashuonetta ja käytävää, josta on käynti toiseen huoneistoon.
Suurin sallittu jälkikaiunta-aika uloskäytävissä	s	
– Uloskäytävässä, josta on käynti vähintään kahteen huoneistoon	1,3	
Rakennuksen LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttama suurin sallittu äänitaso asunnossa	Ohje	
	$L_{A,eq,T}$ (dB)	$L_{A,max}$ (dB)
– Keittiö	33	38
– Muut asuinhuoneet	28	33
		Ohje LVIS-laitteiden aiheuttama äänitaso koskevat vaatimukset eivät koske ääntä, joka aiheutuu samassa huoneistossa tapahtuvasta vedenlaskusta. Jos huoneiston ilmanvaihtoa voidaan henkilökohtaisesti tehostaa ilmanvaihdon ohjearvoja (RakMK D2) suuremmaksi, voidaan äänitasovaatimukset tehostuksen aikana ylittää 10 dB.
		Selostus <i>Rakennuksen LVIS-laitteita ovat esimerkiksi hissit, vesi- ja viemärlaitteet, kompressorit, ilmanvaihtolaitteet, jäähdytyslaitteet ja lämmityslaitteet. Näihin rinnastetaan myös keskuspölynimuri, mattoimuri ja talopesulan laitteet, kuten pesukoneet, lingot, kivauspuhaltimet ja mankelit.</i>

Taulukosta 11 saadaan kohteen akustiset vaatimukset ilmaääneneristävyyden ja askeläänitason osalta. R'_w on pienin sallittu ilmaääneneristysluku kohteesta riippuen ja $L'_{n,w}$ suurin sallittu askeläänitasoluku kohteesta riippuen.

$$R'_w = 55 \text{ dB (asuinhuoneistoa ympäröivät tilat yleensä)}$$

$$R'_w = 39 \text{ dB (asuinhuoneiston ja rappukäytävän välinen seinä, kun välissä on ovi)}$$

$$L'_{n,w} = 39 \text{ dB (asuinhuoneiston ympäriltä keittiöön tai muuhun asuinhuoneeseen)}$$

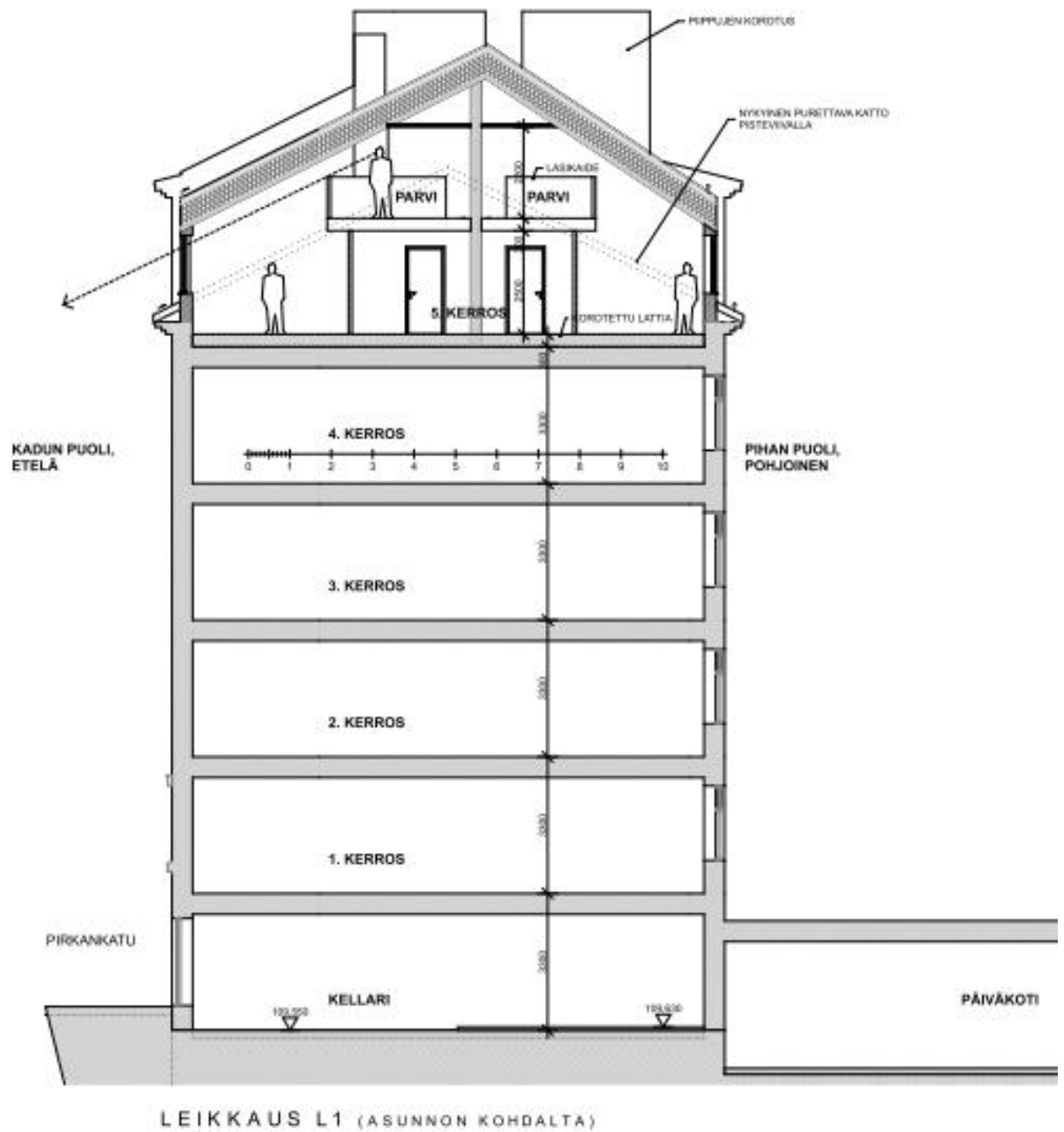
3.2.4 Projektin toteutettavat piirustukset

Kohteesta tuotetaan urakoitsijalle riittävän laajat ja yksityiskohtaiset rakennesuunnitelmat toteutusvaiheeseen. Liitteenä (liite 1.) on projektin piirustusluettelo. Piirustusluettelosta tulee ilmi kohteeseen tuotettavat piirustukset ajankohtana 27.5.2017, kun kohteen rakennesuunnittelu on vielä kesken. Piirustusluettelo päivittyy projektin edetessä toteutukseen asti. Piirustukset julkaistaan sopimuksen mukaisesti merkittävimpien rakenteiden rakennetyyppien osalta.

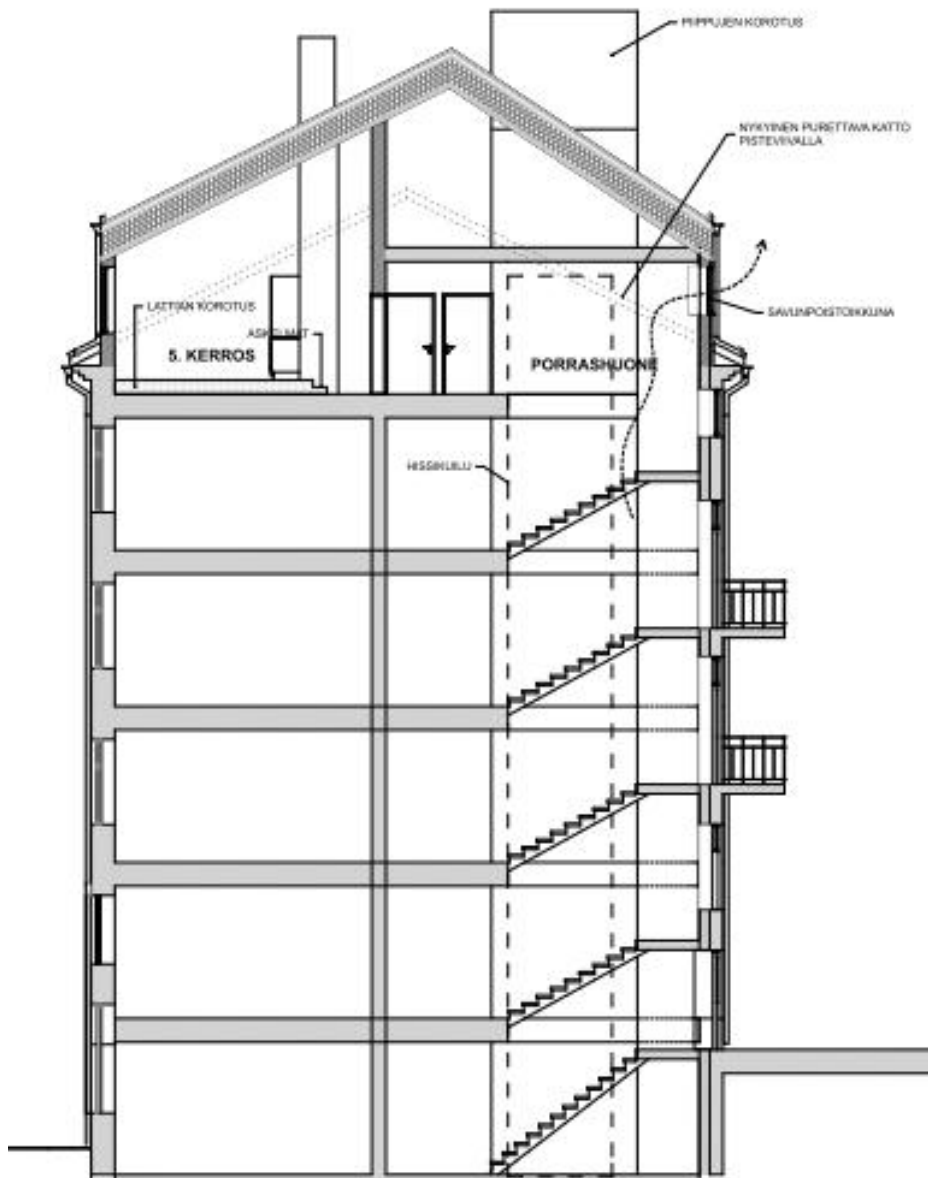
3.3 Arkkitehtisuunnitelmat

Kohteen lähtötietoihin on saatu riittävät arkkitehtisuunnitelmat kohteen rakennesuunnittelun suorittamiseksi. Arkkitehtitoimisto päivittää suunnitelmiaan projektin edetessä luonnosvaiheesta kohti toteutusvaihetta. Sujuva yhteistyö arkkitehtitoimiston kanssa on rakennesuunnittelijalle välttämätöntä projektin loppuun saattamiseksi.

Arkkitehtisuunnitelmista käy ilmi rakennettavan kohteen vaaditut rakenteet, rakenteiden koko ja asema, korkotasot, tilaa jakavat elementit, rakennuksen täydennysosat ja muut rakennesuunnitteluun vaikuttavat tekijät. Arkkitehtisuunnitelmien pohjalta rakennesuunnittelija pystyy määrittämään rakennetyypit ja tekemään vaadittavat rakennesuunnitelmat.



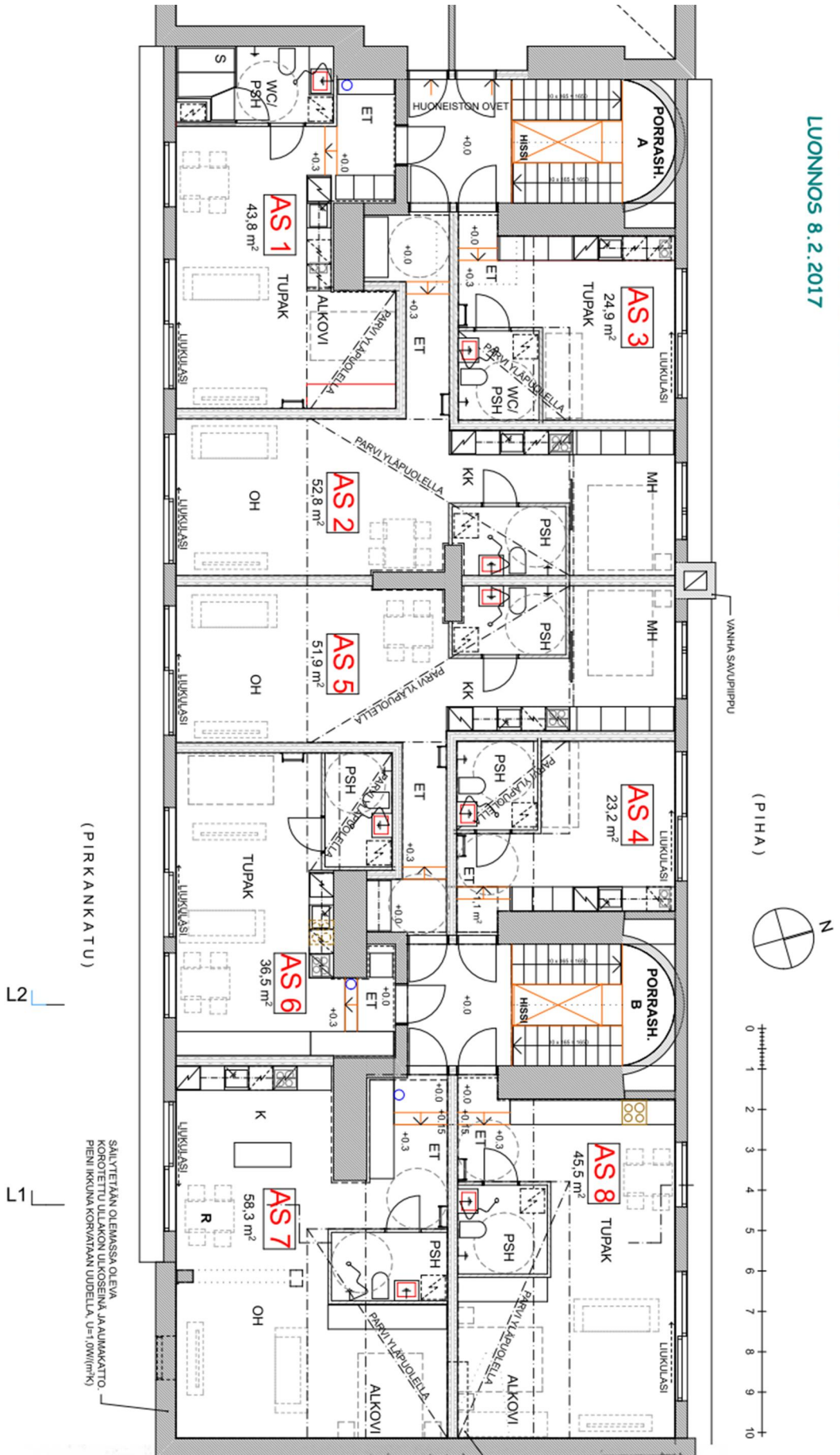
KUVA 8. Luonnosvaiheen rakennuksen leikkauspiirustus L1



LEIKKAUS L2 (PÖRRASHUONEEN KOHDALTA)

KUVA 9. Luonnosvaiheen rakennuksen leikkauspiirustus L2

AS OY HEINÄPUISTO, ULLAKKOMUTOS, 5. KERROS
LUONNOS 8.2.2017



KUVA 10. Luonnosvaiheen kerroksen pohjapiirustus, 5. kerros.

3.4 Rakennuksen vanhat piirustukset

Alkuperäisiä rakennepiirustuksia löytyi kohteesta puutteellisesti. Vanhojen rakennepiirustusten pohjalta on mahdotonta laskennallisesti määrittää vanhojen rakenteiden kantavuutta riittävällä tarkkuudella. Rakennus on rakennettu vuonna 1928, mutta rakennukseen on tehty korjaus- ja muutostöitä 50-luvulla. Rakennepiirustuksia löytyi vajavaisesti molemmilta ajankohdilta. Osa vanhoista piirustuksista on koottu opinnäytetyön liitteeksi. Koottuna on kohteen kannalta käyttökelpoisimmat piirustukset (liite 2).

Vanhoista rakennepiirustuksista voidaan kuitenkin saada hyödyllistä informaatiota kohteen rakennesuunnittelua varten. Kohteen välipohjarakenne on ajalleen tyypillinen alalaattapalkisto. Alempien kerrosten kantavat rakenteet ovat pääteltävissä alkuperäisistä taso- ja leikkauspiirustuksista. Vanhat kuormansiirtorakenteet voidaan määrittää. Vanhojen kantavien rakenteiden kestävyyttä voidaan karkeasti arvioida vallitsevien kuormitusten ja kuormansiirtorakenteiden toiminnallisuuden perusteella. Hormirakenteet sekä muut vesikaton ja yläpohjarakenteen haitat ovat paikallistettavissa vanhoista piirustuksista. Vanhat piirustukset antavat lähtötietoja rakenneavauksien paikkoja suunniteltaessa.

3.5 Rakenneavaukset

Rakennesuunnittelija määrittelee vanhojen piirustusten ja rakennuspaikalla vierailun perusteella rakenneavaukset kohteen välipohjasta. Rakenneavausten tarkoituksena on osoittaa kantavien rakenteiden asemat ja dimensiot, jotta uusien kantavien rakenteiden sijoittelu voidaan optimoida suunnittelussa. Rakenneavauksissa pyritään saamaan mahdollisimman paljon informaatiota välipohjan rakenteesta. Rakenneavauksien paikat on määriteltä liitteessä 3 esitetystä piirustuksesta. Rakennesuunnittelija merkitsee rakenneavauksien paikat myös rakennuspaikalla. Kuvissa 11-13 on esitetty esimerkkikuvia toteutuneesta rakenneavauksesta. Riittävä informaatio saatiin rakennesuunnittelun jatkamiseksi ensimmäisten rakenneavausten tuloksena.



KUVA 11. Vanha alalaattapalkiston palkkirakenne



KUVA 12. Vanha primaaripalkki ja sekundaaripalkisto



KUVA 13. Vanha eristemateriaali

Rakenneavauksista saatiin paljon hyödyllistä informaatiota kohteen rakennesuunnittelua varten. Vanha välipohjarakenne paljastui vanhojen suunnitelmien mukaisesti alalaattapalkistoksi. Primaaripalkkien asemat osoittautuivat vanhojen piirustusten mukaisiksi. Mittaamalla todettiin sekundaaripalkiston keskimääräinen palkkijako. Rakenneavauksissa paljastui myös puupalkisto.

Käytetty eristemateriaali on olkitäyte, jossa on pinnassa kerros koksikuonaa. Purettu materiaali punnittiin tulevaa rakennesuunnittelua varten. Pinta- ja eristemateriaali puretaan kokonaisuudessaan välipohjasta, jolloin kevennetään vanhojen kantavien rakenteiden kuormaa ja eliminoidaan orgaanisen täytön mahdolliset haitat tulevaisuudessa.

Rakenneavauksen perusteella rakennesuunnittelija voi perustellusti sijoitella kantavista rakenteista, väliseinistä ja parvirakenteista kantaville rakenteille aiheutuvaa kuormitusta. Suurimman kapasiteetin omaavalle linjalle, jossa alapuolisessa kerroksessa on osittain kantava seinärakenne, voidaan osoittaa suurimmat kuormat kerroksen keskiosasta.

Seuraava rakenneavaus suoritetaan purkamisen yhteydessä. Purkamisen jälkeen voidaan havaita rakenneavauksen ja vanhojen piirustusten perusteella oletettujen rakenteiden olemassaolo ja kunto. Purkamisen yhteydessä voidaan hyväksyä oletettujen tietojen perusteella tehdyt rakennesuunnitelmat tai muuttaa suunnitelmia uusien tietojen osoittamalla tavalla.

3.5.1 Kohteen rakenneavauksen toteutuksen ohjeet rakennusurakoitsijalle

Rakenneavauksesta annetaan riittävät ohjeet urakoitsijalle rakenneavausten suorittamiseksi. Toteutukseen liittyvät ohjeet on kirjattu rakenneavaussuunnitelmaan, joka on esitetty liitteessä 3.

1. Rakenneavaus otetaan tasokuvassa osoitetuilta alueilta.
2. Rakenneavauksessa avataan n. 1m x 1m kokoinen alue.
3. Rakenneavauksessa puretaan kaikki materiaali kantavia rakenteita lukuun ottamatta.
4. Rakenneavauksessa pyritään selvittämään kantavien rakenteiden koko ja asema.
5. Kaikki purettu materiaali pussitetaan rakenneavauksittain ja pussitettu materiaali punnitaan.
6. Rakenneavausten koko (pinta-ala) määritetään jokaisen avauksen kohdalla purettu materiaalin osalta, jotta pystytään määrittämään purettu materiaalin aiheuttama paino neliötä kohden.
7. Purettu materiaalista otetaan haitta-ainenäytteet ja lähetetään analysoitavaksi.
8. Määrättyjen toimenpiteiden jälkeen purettu materiaali asennetaan takaisin rakenneavaukseen.
9. Rakenneavaus peitetään vanerilla ja varmistetaan riittävin turvatoimin, että rakenneavaukseen ei ole mahdollista pudota tai kompastua.
10. Rakenneavauksen alueelle ei saa päästää henkilöliikennettä.

4 RAKENNESUUNNITTELU

4.1 Rakenneratkaisut

Kohteena on asuinkerrostalon korottaminen puukerroksella. Puurakenteet toteutetaan rakennuspaikalla. Elementtirakentamista ei kohteessa käytetä. Kohteen rakeneratkaisut määritetään lähtötietojen perusteella yhteistyöllä arkkitehtitoimiston kanssa. Rakeneratkaisujen valinnalla pyritään mahdollisimman toimivaan ratkaisuun. Rakenteiden tulee olla rakenneteknisesti toimivia, toteutuskelpoisia ja arkkitehtisuunnitelmien mukaisia. Lisäksi kohteen luonteen huomioiden on pyritty mahdollisimman kevyisiin rakenteisiin.

Katon kantavana rakenteena toimii kertopuupalkit (kts. kohta 4.4.2 Rakennetyypit), jotka on tuettu kantavalla seinärakenteella ja rakennuksen pituussuuntaiselta keskilinjalta kurkihirsirakenteella. Kurkihirsirakenne on liimapuupalkki, joka on tuettu CFRHS neliöputkipilareilla (kts. kohta 4.4.7 Kurkihirsirakenne). Pilareiden alapäähän asennetaan kuormia jakava teräspalkki. Kurkihirsirakenne sijoitetaan suurimman kantokestävyyden omaavaan paikkaan harjalinjan läheisyyteen. Suurimman kantokestävyyden kapasiteetin sijainti on määritetty vanhojen piirustusten sekä rakenneavausten perusteella.

Seinät toteutetaan puutolpparunkoisena (kts. kohta 4.4.2 Rakennetyypit). Runkotolppajako on 600 millimetriä. Ikkunan pielissä sijaitsevia tolppia vahvistetaan tarvittaessa. Ikkunan ylityspalkit toteutetaan kertopuisina.

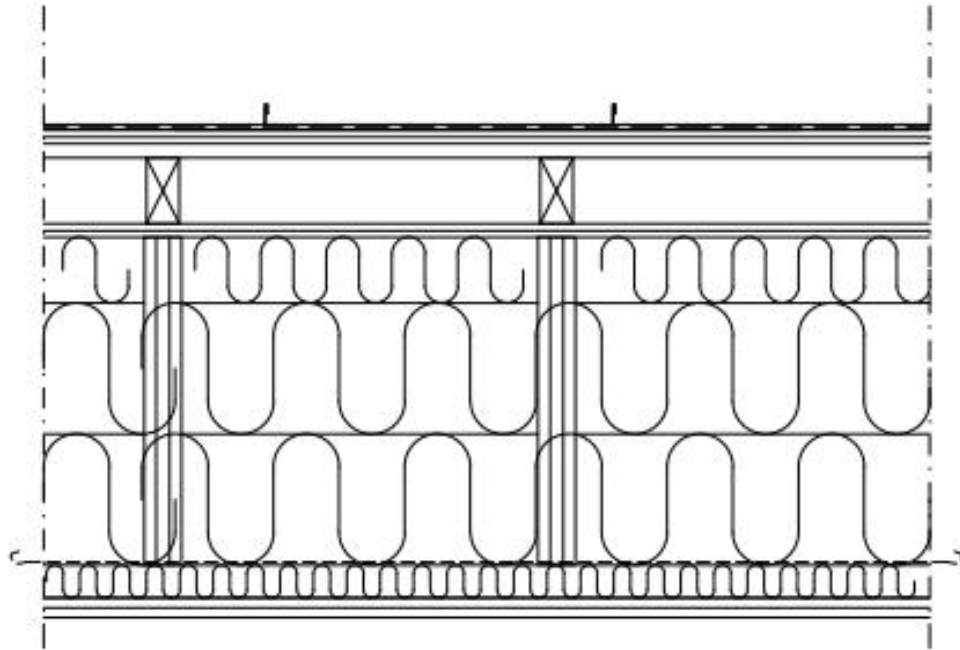
Kerroksen välipohjassa säilytetään vanha kantava alalaattapalkistorakenne, jonka varaan tehdään uusi välipohjarakenne (kts. kohta 4.4.2 Rakennetyypit). Uusi välipohjarakenne tehdään mahdollisimman kevyenä rakenteena käyttäen puupalkistoa ja levyrakenteista lattiaa. Vanhan alalaattapalkiston päälle asennetaan primaaripalkisto, jonka päälle levyrakennetta tukeva sekundaaripalkisto palkkijaolla 300 millimetriä.

Parvirakenne toteutetaan puupalkistolla, joka tukeutuu mahdollisuuksien mukaan väliseinärakenteisiin. Loppuosa parvirakenteen palkistosta tuetaan pilari-palkki-rakenteella. Kuormitusta jakavia palkkirakenteita käytetään kuormien siirtämiseksi vanhoille kantaville pystyrakenteille.

Kerroksen kokonaisjäykistys toteutetaan jäykistävillä väliseinärakenteilla sekä vanhoilla hormi- ja seinärakenteilla. Kaikkia kerroksen pituussuuntaan kohtisuoria väliseiniä käytetään kerroksen kokonaisjäykistykseen. Väliseinärakenteessa käytetään levyjäykistystä. Kattopalkiston ala- ja yläpuolinen levytys jäykistää yläpohjarakenteen, jotta kerros toimii rakenteellisesti mahdollisimman yhtenäisenä osana vaakavoimien tukemiseksi. Ulkoseinien toiminta yhtenäisenä rakenteena toteutetaan yläjuoksupalkin ja seinän levytyksen avulla. Ulkoseinien ja yläpohjan välityksellä vaakavoimat siirtyvät jäykistäville rakenteille.

4.2 Rakennetyypit

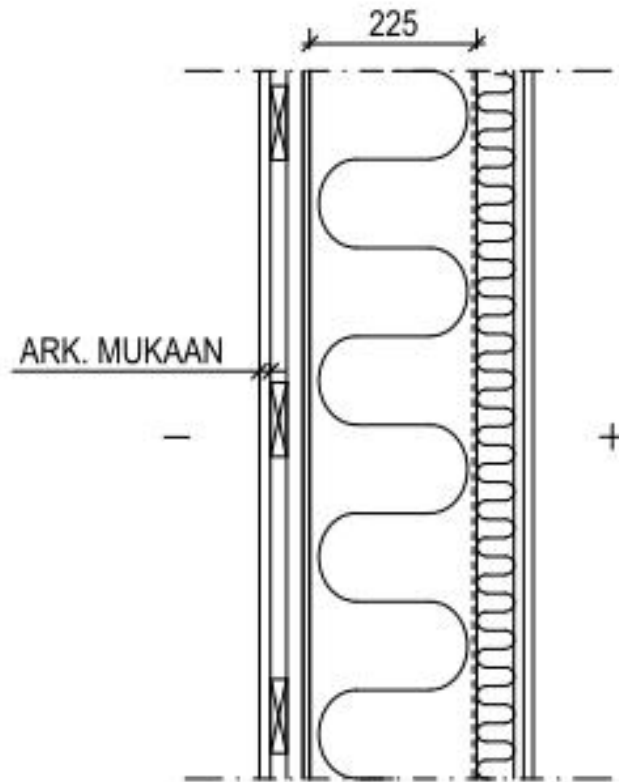
Opinnäytetyössä tarkasteltavat rakennetyypit on koottu kokonaisina ja mittakaavassa liitteeseen 4. Tarkasteltavana ovat uudet yläpohja-, ulkoseinä- ja välipohjarakenteet. Rakennetyypit ovat luonnosvaiheen suunnitelmia ja saattavat muuttua rakennesuunnittelun edetessä. Rakennetyypit on esitetty myös kuvissa 14-16 opinnäytetyöhön sopivassa asiakirjakoossa. Rakenteiden mitoituksessa mitoitetaan rakennetyyppien merkittävimpiä poikkeikkauksia.



- 0,6 mm SAUMAPELTIKATE
 - molemmin puolin kuumasinkitty 0,6 mm teräsohutlevy (350 g/m² kuumasinkitystä, 25 µm mol. puolin), rst-kiinnikkeet tai kuumasinkityt kiinnikkeet
- ALUSKATE, SIROTTEETON KUMIBITUMIKERMI K-EL KAUTTAALTAAN
 - limitys 100 mm, kiinnitys kuumasinkityillä tai ruostumattomilla nauloilla tai hakasilla ammuttuna
- 21 mm SÄÄNKESTÄVÄ VANERI
- 22 mm KOOLAUS JA TUULETUSRAKO 22x100 k300
- 100 mm KOOLAUS JA TUULETUSRAKO 50x100 k600, KATTOKANNATTIMIEN KOHDALLE
- 21 mm SÄÄNKESTÄVÄ VANERI
- 500 mm KATTOKANNATTIMET, KERTO-S 57x500 k600 + LÄMMÖNERISTE KIVIVILLA
 HÖYRYNSULKU; SAUMAT LIMITETÄÄN >200 mm + TEIPPAUS; HÖYRYNSULUN JATKOS KANNATTIMIEN KOHDALLA
- 50 mm KOOLAUS 50x50 k300, MINERAALIVILLA
- 2x15 mm KAKSINKERTAINEN PALOKIPSILEVY GYPROC GFL 15; LIMITETYT SAUMAT
- PINTAKÄSITTELY ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

U-arvo: 0,09
 R60

KUVA 14. Rakennetyyppi: Yläpohja, YP 1



ULKOVERHOUS ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

44 mm RISTIINKOOLAUS JA TUULETUSRAKO, 2x 22x100, k600

9 mm TUULENSUOJALEVY

225 mm RUNKOTOLPAT 50x225 + LÄMMÖNERISTE Isover KL-33 tai vastaava

HÖYRYNSULKU; SAUMAT LIMITETÄÄN >200 mm + TEIPPAUS; HÖYRYNSULUN JATKOS RUNKOTOLPPIEN KOHDALLA

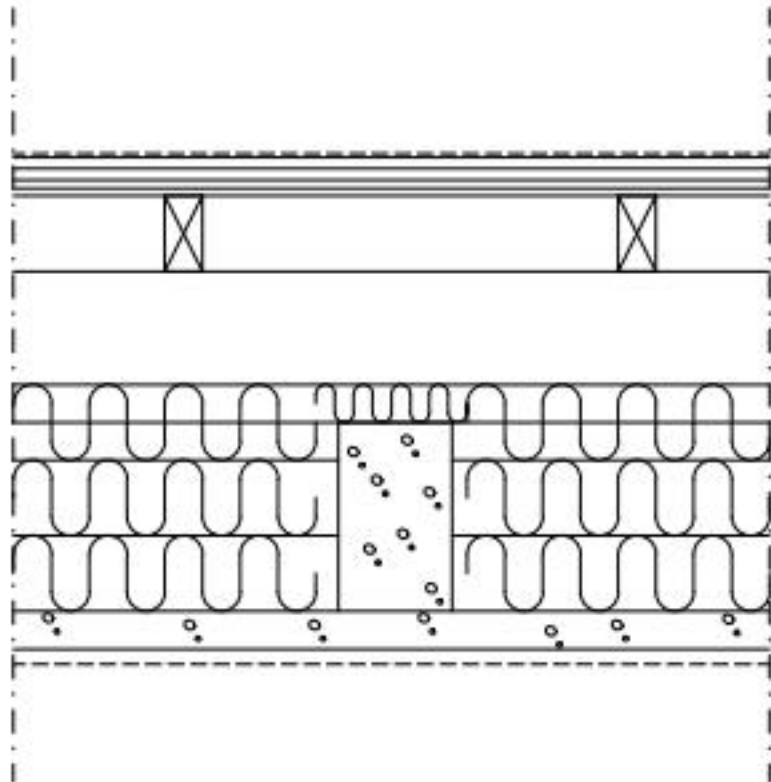
50 mm PYSTYKOOLAUS, 50x50, k600, RUNKOTOLPPIEN KOHDALLA, MINERAALIVILLA

2x13 mm KIPSILEVY GEK 13 EK; LIMITETYT SAUMAT

PINTAKÄSITTELY ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

U-arvo: 0,17
R60

KUVA 15. Rakennetyyppi: Ulkoseinä, US 1



PINTAMATERIAALI ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

- 2 x 15 mm KAKSINKERTAINEN LATTIALEVYTYYS, Gyproc GL 15, SAUMAT LIMITETÄÄN
- 21 mm YMPÄRIPONTATTU HAVUVANERI
- 100 mm LATTIAN SEKUNDAARIPALKISTO 50x100, k300
- 200 mm LATTIAPALKISTO 50x200, k600

PALAMATON PUHALLETTAVA ERISTE, Paroc BLT 6-puhalluskiivillä tai vastaava

VANHA KANTAVA RAKENNE, ALALAATTAPALKISTO

PURETTAVAT RAKENTEET

Vanha lattiarakenne kantaviin rakenteisiin asti

Materiaalin poiston jälkeen rakenteet puhdistetaan huolellisesti vanhoista materiaaleista ja liasta

R60

KUVA 16. Rakennetyyppi: Välipohja, VP 1

4.3 Rakenteiden kuormitukset

Rakenteiden mitoitukseen tarvitaan kohteessa vallitsevia kuormia. Määritetään rakenteiden mitoitukseen riittävät kuormitukset: pysyvät kuormat, hyötykuorma, lumikuorma ja tuulikuorma. Kuormat yhdistetään ohjeiden mukaisesti, jotta voidaan tarkastella rakennetta mitoittavassa kuormitusyhdistelmässä.

4.3.1 Pysyvä kuorma

Yläpohjan pysyvä kuorma

Lasketaan kattorakenteesta aiheutuva pysyvä kuorma kattokannatinpalkistolle. Yläpohjan rakennetyyppi YP1 on esitetty liitteessä 4. Taulukossa 12 määritetään yläpohjarakenteen pysyvä kuormitus ilman kattokannatinpalkkeja. Määritettyä kuormitusta käytetään yläpohjan kattokannattimien mitoituksessa pysyvänä kuormana.

TAULUKKO 12. Yläpohjan oma paino ilman kattokannatinpalkistoa

RAKENNEKERROS	TIHEYS [kN/m ³]	KUORMA NELIÖLLE [kN/m ²]
Konesaumapelti 0,6 mm	102,67	0,06
Kumibitumikermi TL2+TL2	12,00	0,12
Havuvaneri 21 mm	5,00	0,11
22x100 koolauspuiden k300	4,50	0,03
50x100 koolauspuiden k600	4,50	0,04
Havuvaneri 21 mm	5,00	0,11
Kivivilla 500mm	0,50	0,13
50x50 koolauspuiden k300	4,50	0,04
Kipsilevy Gyproc GFL15, 15 mm	9,36	0,12
Kipsilevy Gyproc GFL15, 15 mm	9,36	0,12
YHTEENSÄ		0,86

Lasketaan kattorakenteesta aiheutuva pysyvä kuorma seinä- ja kurkihirsirakenteelle. Taulukossa 13 määritetään yläpohjarakenteen oma paino. Määritettyä kuormitusta käytetään seinä- ja kurkihirsirakenteiden mitoituksessa pysyvänä kuormana.

TAULUKKO 13. Yläpohjarakenteen oma paino

RAKENNEKERROS	TIHEYS [kN/m ³]	KUORMA NELIÖLLE [kN/m ²]
YP1, ilman kattopalkistoa		0,86
Palkit 57x500 k600	5,10	0,24
YHTEENSÄ		1,10

Välipohjarakenteen oma paino

Määritetään uudesta välipohjarakenteesta aiheutuva pysyvä kuorma. Välipohjan rakennetyyppi on esitetty liitteessä 4. Taulukossa 14 määritetään uuden välipohjarakenteen oma paino. Määritettyä kuormitusta käytetään vanhan kantavan alalaattapalkiston kantavuustarkastelussa uutena pysyvänä kuormana. Pysyvää kuormaa käytetään myös välipohjarakenteen primaari- ja sekundaaripalkiston mitoituksessa.

TAULUKKO 14. Välipohjarakenteen oma paino

RAKENNEKERROS	TIHEYS [kN/m ³]	KUORMA NELIÖLLE [kN/m ²]
Kipsilevy Gyproc GL15 15,4 mm	10,00	0,15
Kipsilevy Gyproc GL15 15,4 mm	10,00	0,15
Havuvaneri 21 mm	5,00	0,11
50x100 k300	4,50	0,08
50x200 k600	4,50	0,08
Puhalluskivivilla n. 300 mm	0,50	0,15
YHTEENSÄ		0,71

4.3.2 Hyötykuorma

Hyötykuorma on tilan käyttötarkoituksesta johtuvaa kuormaa. Hyötykuorma määritetään taulukossa 15, jossa eritellään erisuuruiset hyötykuormat rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. (Suomen Standardoimisliitto SFS. 1991. SFS-EN 1991-1-1.).

TAULUKKO 15. Hyötykuorman ominaisarvot (Suomen Standardoimisliitto SFS. 1991. NA SFS-EN. 1991-1-1. Taulukko 6.2.).

Luokka	Käyttötarkoitus		q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
A	Asuin- ja majoitusilat	- Välipohjat ja portaat	2,0	2,0
		- Parvekkeet	2,5	2,0
B	Toimistotilat		2,5	2,0
C	Tilat, joihin ihmiset voivat kokoontua	C1: Tilat, joissa on pöytia	2,5	3,0
		C2: Tilat, joissa on kiinteät istuimet	3,0	3,0
		C3: Tilat, joissa vapaa liikkuminen	4,0	4,0
		C4: Liikuntatilat	5,0	4,0
		C5: Tilat, joihin voi syntyä tungosta	6,0	4,0
D	Myymälätilat	D1: Vahittaiskauppojen tilat	4,0	4,0
		D2: Tavaratalojen tilat	5,0	7,0
E	Varasto- ja tuotantotilat	E1: Tilat, joissa tavaraa säilytetään	7,5	7,0
		E2: Teollisuuskäyttö		
F	Liikennöintialue	Ajoneuvon paino ≤ 30 kN pistekuorman puolikkaan kuormitusala 100×100 mm ²	2,5	20
G	Liikennöintialue	30 kN < ajoneuvon paino ≤ 160 kN pistekuorman puolikkaan kuormitusala 200×200 mm ²	5,0	90
H	Vesikatot (joiille pääsy vain kunnossapitoa varten)	q_k lasketaan pinta-alalle, jonka suuruus on enintään 10 m ²	0,4	1,0

Kohteen käyttötarkoitus on asuintila, joten taulukon 15 mukaan voidaan määrittellä hyötykuorma q_k . Mitoittava hyötykuorma vaikuttaa pintakuormana koko asuinkerroksen lattiapinta-alalla.

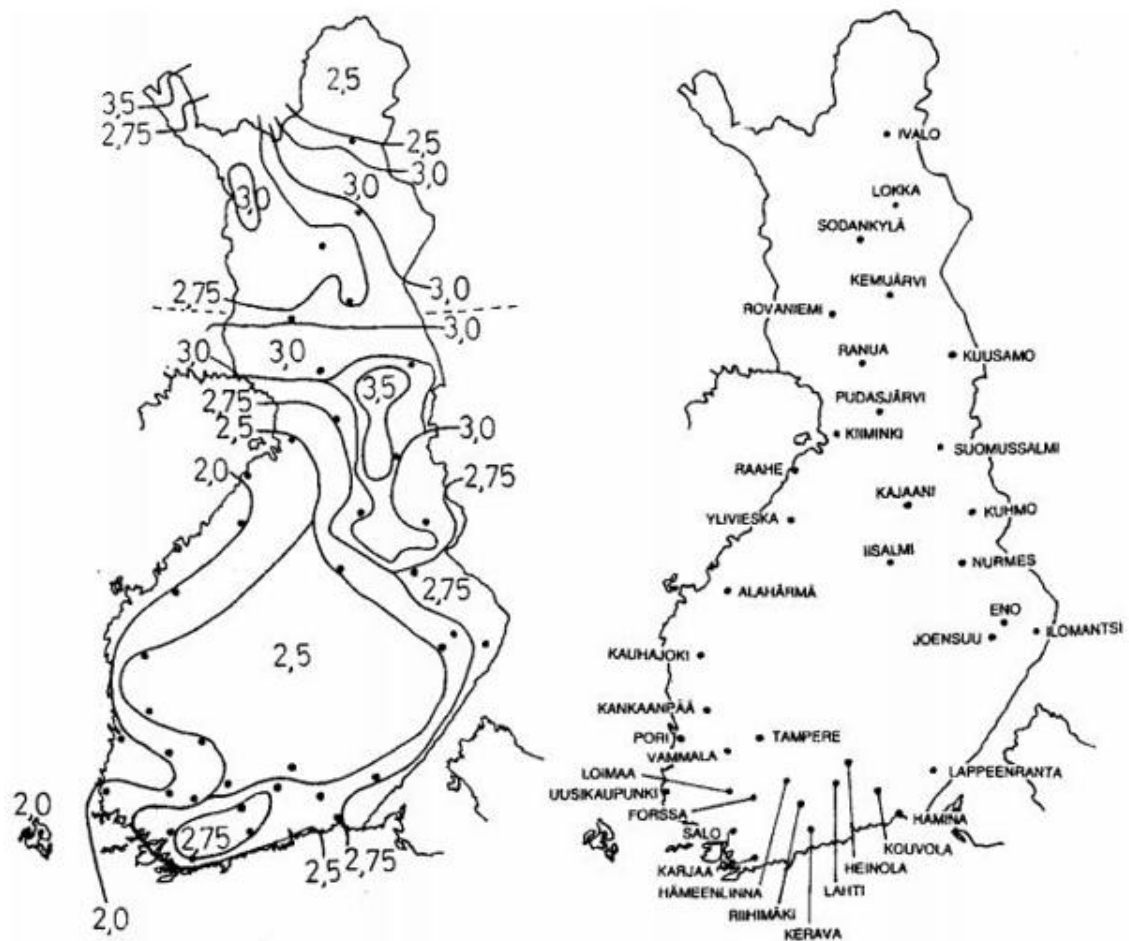
$$q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

4.3.3 Lumikuorma

Lumikuorma on lasketaan julkaisun RIL-201-2011 mukaisesti. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki.).

Määritetään lumikuorman maassa oleva ominaisarvo. Kohde sijaitsee Tampereella. Kuvasta 17 saadaan lumikuorman ominaisarvo maassa.

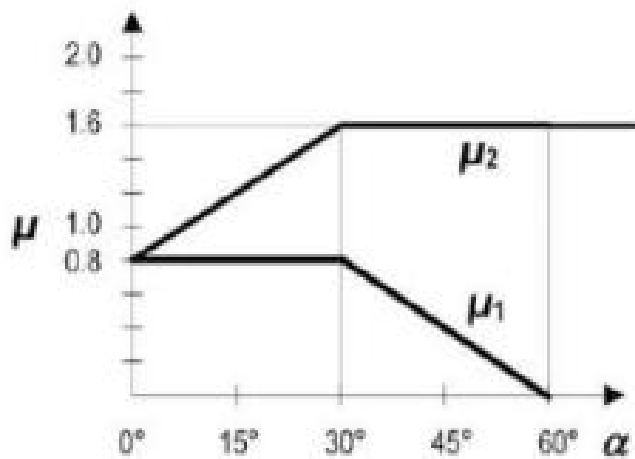
$$s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$



KUVA 17. Lumikuorman ominaisarvot maassa (RIL-201-2011. Kuva 4.1.)

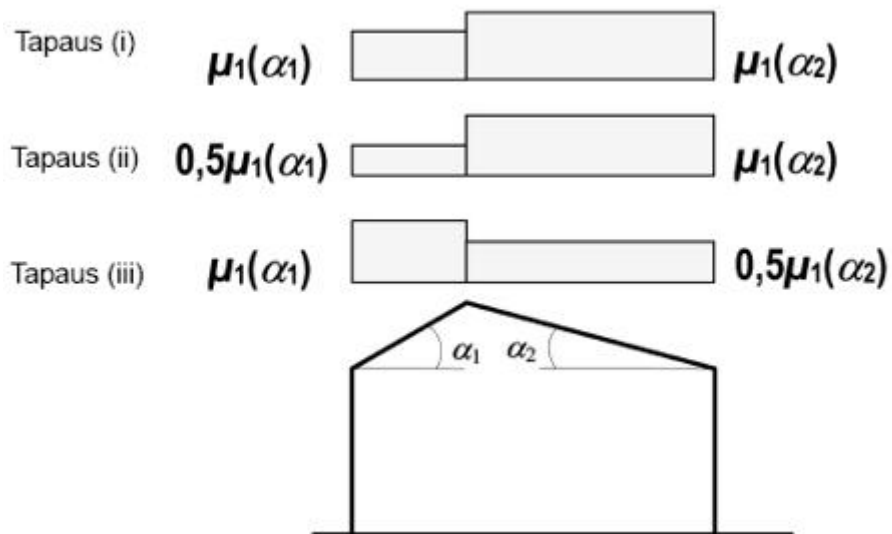
Määritetään lumikuorman muotokerroin. Kohteen kattokulma on loivimmillaan 27 astetta. Kuvasta 18 määritetään lumikuorman muotokerroin.

$$\mu_1 = 0,8$$



KUVA 18. Lumikuorman muotokertoimet (RIL-201-211. Kuva 5.1.)

Harjakatolle määritetään erilaiset kuormitustapaukset kuvan 19 mukaisesti.



KUVA 19. Harjakaton muotokertoimet eri kuormitustapauksissa (RIL-201-2011. Kuva 5.3.)

Tapaus i

Määritetään katon lumikuorma tapauksessa i:

$$s_i = s_k \cdot \mu_1 \quad (\text{kaava 1})$$

$$s_i = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Lasketaan lumikuorma yhdelle kattokannattimelle tapauksessa i, kun kattokannattimien palkkijako on 600 mm.

$$q_k = s_i \cdot k \quad (\text{kaava 2})$$

$$q_k = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Tapaus ii

Harjakaton vasemman puolen lumikuorma tapauksessa ii.

$$s_{v,ii} = s_k \cdot 0,5 \cdot \mu_1 \quad (\text{kaava 3})$$

$$s_{v,ii} = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Harjakaton oikean puolen lumikuorma tapauksessa ii.

$$s_{o,ii} = s_k \cdot \mu_1 \quad (\text{kaava 4})$$

$$s_{o,ii} = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Lasketaan lumikuorma yhdelle kattokannattimelle tapauksessa ii, kun kattokannattimien palkkijako on 600 mm.

$$q_{k,v} = s_{v,ii} \cdot k \quad (\text{kaava 5})$$

$$q_{k,v} = 1 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,o} = s_{o,ii} \cdot k \quad (\text{kaava 6})$$

$$q_k = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Tapaus iii

Harjakaton vasemman puolen lumikuorma tapauksessa iii.

$$s_{v,iii} = s_k \cdot \mu_1 \quad (\text{kaava 7})$$

$$s_{v,iii} = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Harjakaton oikean puolen lumikuorma tapauksessa iii.

$$s_{o,iii} = s_k \cdot 0,5 \cdot \mu_1 \quad (\text{kaava 8})$$

$$s_{o,iii} = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Lasketaan lumikuorma yhdelle kattokannattimelle tapauksessa iii, kun kattokannattimien palkkijako on 600 mm.

$$q_{k,v} = s_{v,iii} \cdot k \quad (\text{kaava 9})$$

$$q_{k,v} = 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,o} = s_{o,iii} \cdot k \quad (\text{kaava 10})$$

$$q_{k,o} = 1 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

4.3.4 Tuulikuorma

Tuulen kokonaistuulenpaineen laskenta

Tuulikuorma lasketaan julkaisun RIL-201-2011 mukaisesti. Tuulikuormasta lasketaan kohteen mukaisen kerroksen seinään vaikuttava tuulen kokonaisvoima. Rakennus on matala rakennus eli rakennuksen leveys on suurempi kuin rakennuksen korkeus ($h < b$). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki.). Määritetään kerrokseen vaikuttava tuulen kokonaisvoima kaavalla 11.

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(h) \cdot A_{ref} \quad (\text{kaava 11})$$

$c_s c_d$ = rakennekerroin

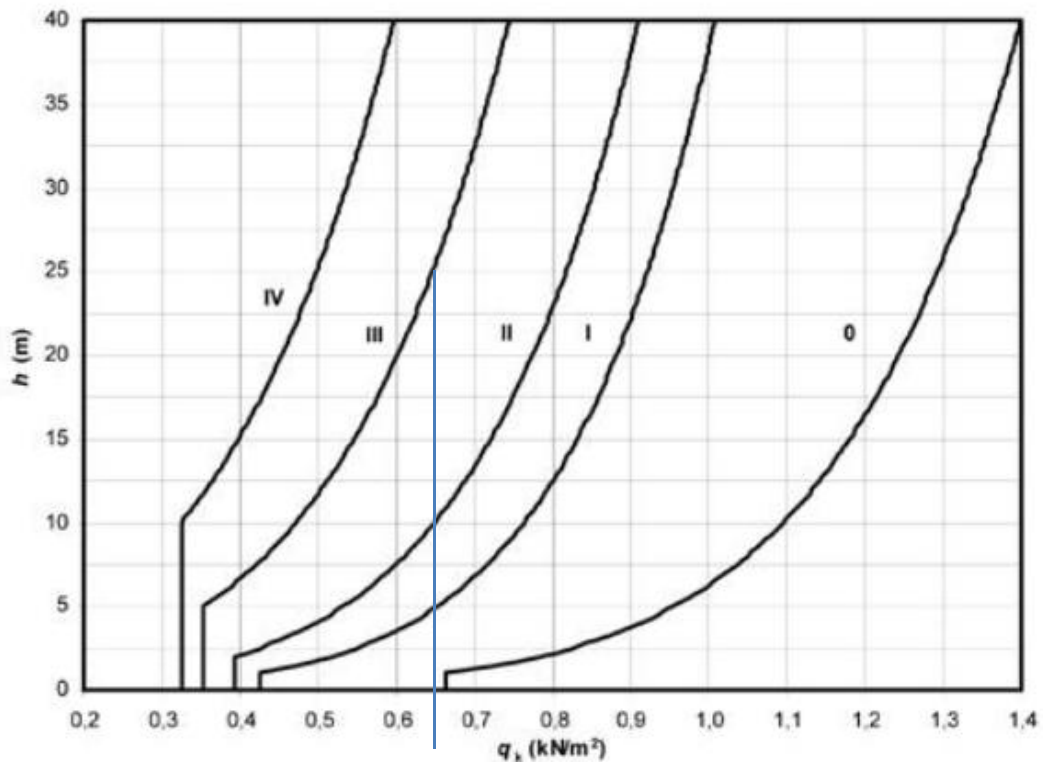
c_f = voimakkeroin

$$q_p(h) = \text{tuulen nopeuspaine}$$

$$A_{ref} = \text{kerroksen projektion pinta – ala}$$

Määritetään rakennuksen maastoluokka. ”Maastoluokka III: Alue jolla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä esteitä, jotka ovat esteen 20-kertaista korkeutta lähempänä toisiaan.” (RIL-201-2011, osa 1.4, s. 127). Valitaan kohteen maastoluokaksi maastoluokka III. Rakennuksen korkeus on noin 25 metriä. Korkeus on määritetty arkkitehdin luonnosvaiheen leikkauspiirustuksesta L1 (kuva 8). Määritetään tuulen puuskanopeuspaine kuvasta 20.

$$q_{p0}(z) = 0,65 \text{ kN/m}^2$$



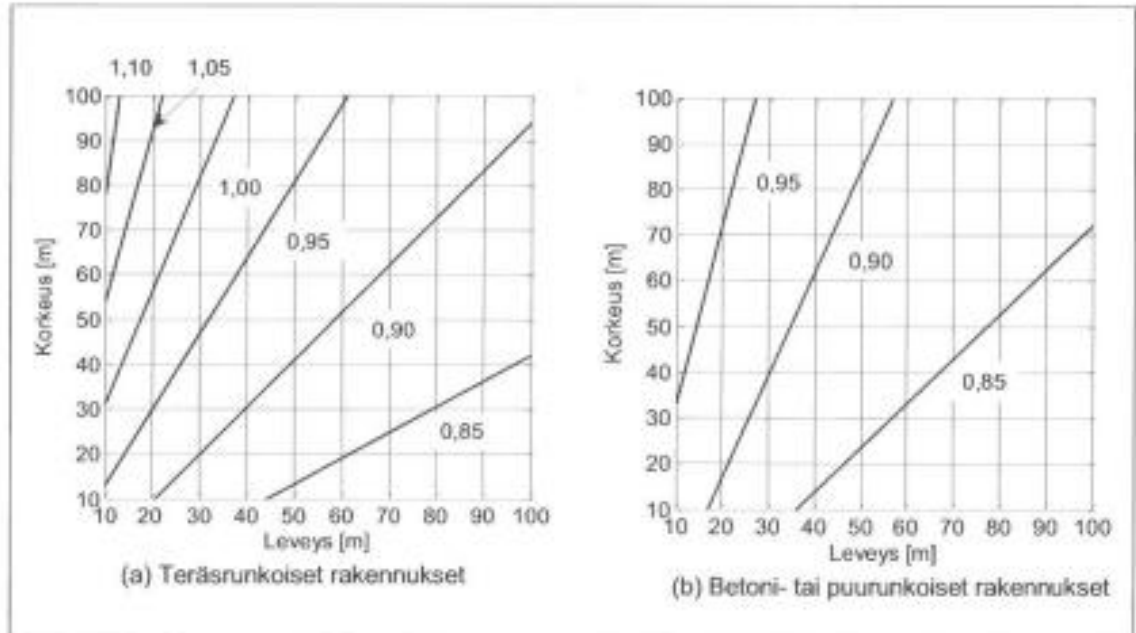
KUVA 20. Tuulen puuskanopeuspaine (RIL-201-2011. Kuva 4.5S.)

Tuulen nopeuspaine $q_p(h)$ on yhtä suuri kuin tuulen puuskanopeuspaine $q_{p0}(z)$, kun maaston kaltevuus on pieni. Kohteen ympäristön maaston kaltevuus voidaan määrittellä vähäiseksi. Määritetään tuulen nopeuspaine.

$$q_p(h) = q_{p0}(z) = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Määritetään rakennekerroin $c_s c_d$. Kerroksen leveys on määritetty arkkitehdin luonnosvaiheen suunnitelmasta. rakennekerroin määritetään kuvasta 21.

$$c_s c_d = 0,875$$



KUVA 21. Rakennekertoimen määrittäminen (RIL-201-2011. Kuva 5.3S.)

Määritetään voimakerroin c_f . Kerroin riippuu rakennuksen sivusuhteesta d/b sekä tehollisesta hoikkeudesta λ . Voimakerroin määritetään taulukosta 16.

$$c_f = 1,245$$

TAULUKKO 16. Voimakertoimen määrittäminen (RIL-201-2011. Kuva 5.2S.)

λ	Sivusuhte d/b								
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
≤ 1	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,60	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
10	1,40	1,40	1,60	1,68	1,49	1,15	0,70	0,63	0,63

Määritetään tuulen vaikutusala. Vaikutusala on pystysuoran projektion pinta-ala, joka on kohtisuoraan vaikuttavan tuulen suuntaisesti. Projektioon lasketaan mukaan seinät ja vesikatot rakenteet. Vaikutusalueen korkeus h ja leveys b on määritetty arkkitehdin luonnosvaiheen suunnitelmista. Kerroksen vaikutusalue lasketaan kaavalla 12.

$$A_{ref} = h \cdot b \quad (\text{kaava 12})$$

$$h = 6,8 \text{ m}$$

$$b = 35,0 \text{ m}$$

$$A_{ref} = 6,8 \text{ m} \cdot 35,0 \text{ m} = 238,0 \text{ m}^2$$

Kokonaistuulenpainetta käytetään kerroksen jäykistystä määrittäessä vaikuttavana vaakavoimana. Lisäksi kokonaistuulenpainetta käytetään seinien vaakavoimana seinärakenteita mitoitettaessa. Määritetään kerrokseen vaikuttava kokonaistuulivoima kaavalla 11.

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(h) \cdot A_{ref} \quad (\text{kaava 11})$$

$$F_w = 0,875 \cdot 1,245 \cdot 0,65 \text{ kN/m}^2 \cdot 238,0 \text{ m}^2$$

$$F_w = 168,5263 \dots \text{ kN} \approx 168,5 \text{ kN}$$

Kokonaistuulenpainetta ei lasketa vaikuttamaan kerroksen päädystä, koska molemmissa päädissä on olemassa oleva rakennus. Tuuli ei vaikuta kerroksen päätyjen seinärakenteisiin merkittäväällä tavalla.

Tuulen vaikutus kattorakenteisiin

Tuulikuorma lasketaan julkaisun RIL-201-2011 mukaisesti. Määritetään tuulikuorman vaikuttava pintapaine harjakaton rakenneosiin. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki.). Lasketaan pintoihin vaikuttava tuulikuorma kaavalla 13. Laskennassa tarkastellaan kohdetta suorakulmaisena rakennuksena laskennan yksinkertaistamiseksi.

$$w_{net} = q_{p0}(z) \cdot c_{p,net} \quad (\text{kaava 13})$$

$$c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi} \quad (\text{kaava 14})$$

$$q_{p0}(z) = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Kerroin c_{pe} on tuulen ulkoisen paineen kerroin. Kerroin harjakatoille riippuu kohteen kattokulmasta. Ulkoisen paineen kerroin määritetään käyttäen taulukkoja 17 ja 18. Koh-

teen kattokulmat ovat lappeittain 27° ja 34° . Kattokulmat on määritetty arkkitehdin luonnosvaiheen leikkauspiirustuksesta L1 (kuva 8). Ulkoista tuulenpainetta määritettäessä suoritetaan taulukkoarvojen interpolointi, jotta saadaan kertoimet kohteen kattokulmille. Taulukossa 19 on määritetty ulkoisen tuulenpaineen interpoloidut kertoimet vyöhykkeittäin kohteen kattokulmilla kahden desimaalin tarkkuudella.

TAULUKKO 17. Tuulen ulkoisen paineen kertoimet vyöhykkeittäin, kun tuulen suunta $\theta = 0$ (RIL-201-2011. Taulukko 7.4a.)

Kaltevuuskulma α	Vyöhyke, kun tuulen suunta $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

HUOM. 1 Arvolla $\theta = 0^\circ$ paine muuttuu nopeasti positiivisten ja negatiivisten arvojen välillä tuulenpuoleisella lappeella kaltevuuskulman ollessa välillä $\alpha = -5^\circ \dots +45^\circ$, joten sekä positiiviset että negatiiviset arvot on esitetty. Tällaisten kattojen osalta tarkastellaan neljää tapausta, joissa kaikkien alueiden F, G ja H suurimmat tai pienimmät arvot yhdistellään alueiden I ja J suurimpien tai pienimpien arvojen kanssa. Samalla lappeella ei saa käyttää sekaisin positiivisia ja negatiivisia arvoja.

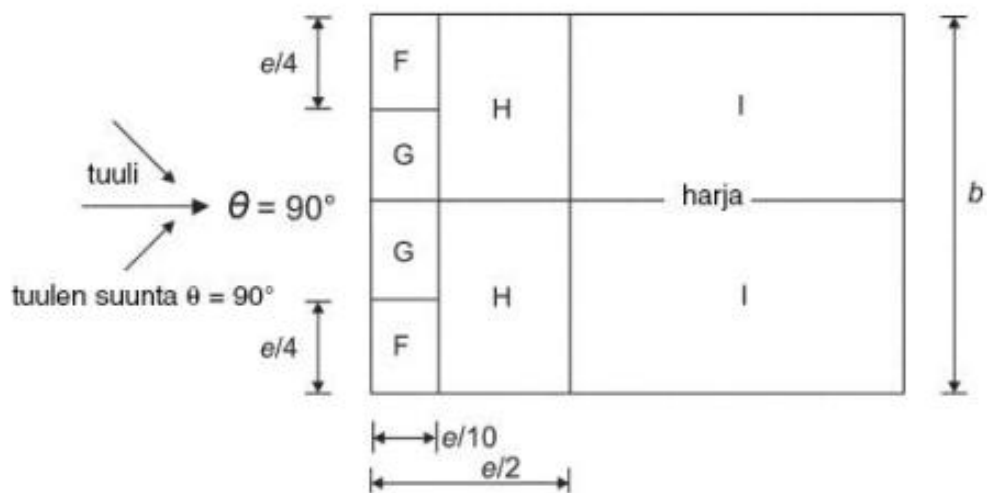
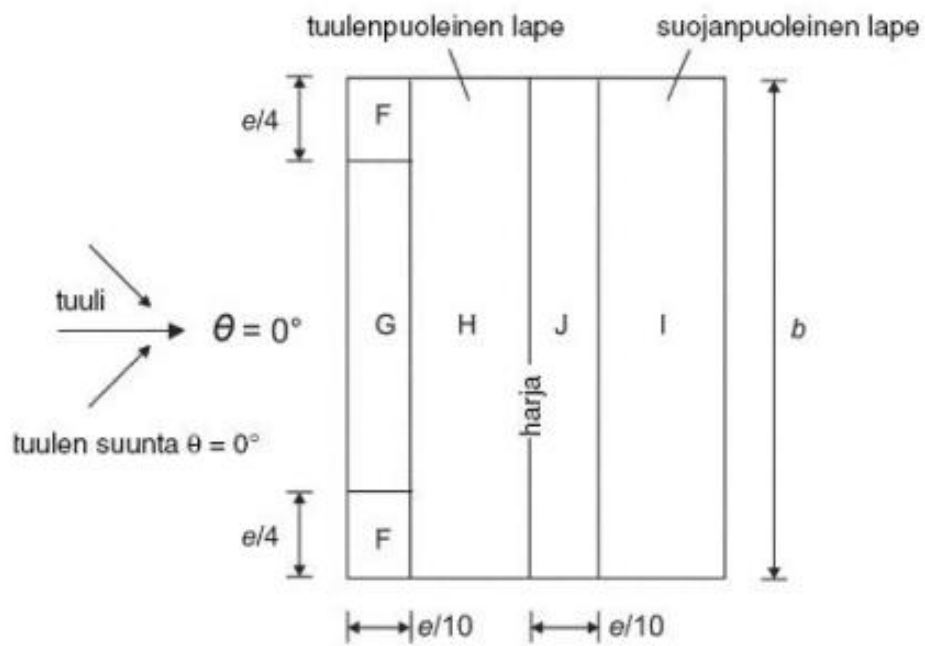
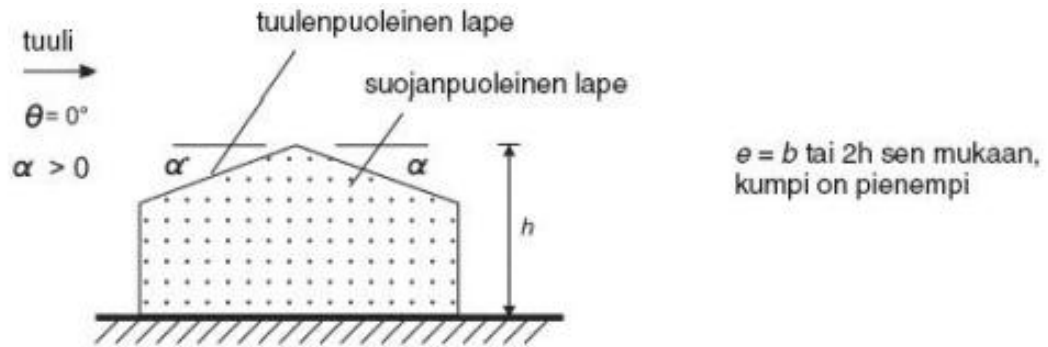
HUOM. 2 Samanmerkkisten kaltevuuskulman arvojen välillä voidaan käyttää lineaarista interpolaatiota samanmerkkisten kertoimen arvojen välillä. (Kaltevuuskulman arvojen $\alpha = +5^\circ$ ja $\alpha = -5^\circ$ välillä ei pidä interpoloida, vaan käytetään kohdan 7.2.3 mukaisia tasakatoille tarkoitettuja arvoja). Arvot 0,0 on merkitty interpolaatiota varten.

TAULUKKO 18. Tuulen ulkoisen paineen kertoimet vyöhykkeittäin, kun tuulen suunta $\theta=90$ (RIL-201-2011. Taulukko 7.4b.)

Kaltevuus- kulma α	Vyöhyke, jossa tuulen suunta $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,5	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

TAULUKKO 19. Tuulen ulkoisen paineen kertoimien interpoloidut arvot vyöhykkeittäin

α	Vyöhyke, kun tuulen suunta $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
27°	-0,58	-1,60	-0,56	-1,50	-0,22		-0,40		-0,60	-0,70
	0,60		0,60		0,36		0		0	
34°	-0,37	-1,10	-0,37	-1,10	-0,15		-0,35		-0,45	
	0,70		0,70		0,45		0		0	
	Vyöhyke, kun tuulen suunta $\theta = 90^\circ$									
	F		G		H		I			
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$		
27°	-1,14	-1,60	-1,38	-2,00	-0,76	-1,20	-0,50			
34°	-1,10	-1,50	-1,40	-2,00	-0,83	-1,20	-0,50			



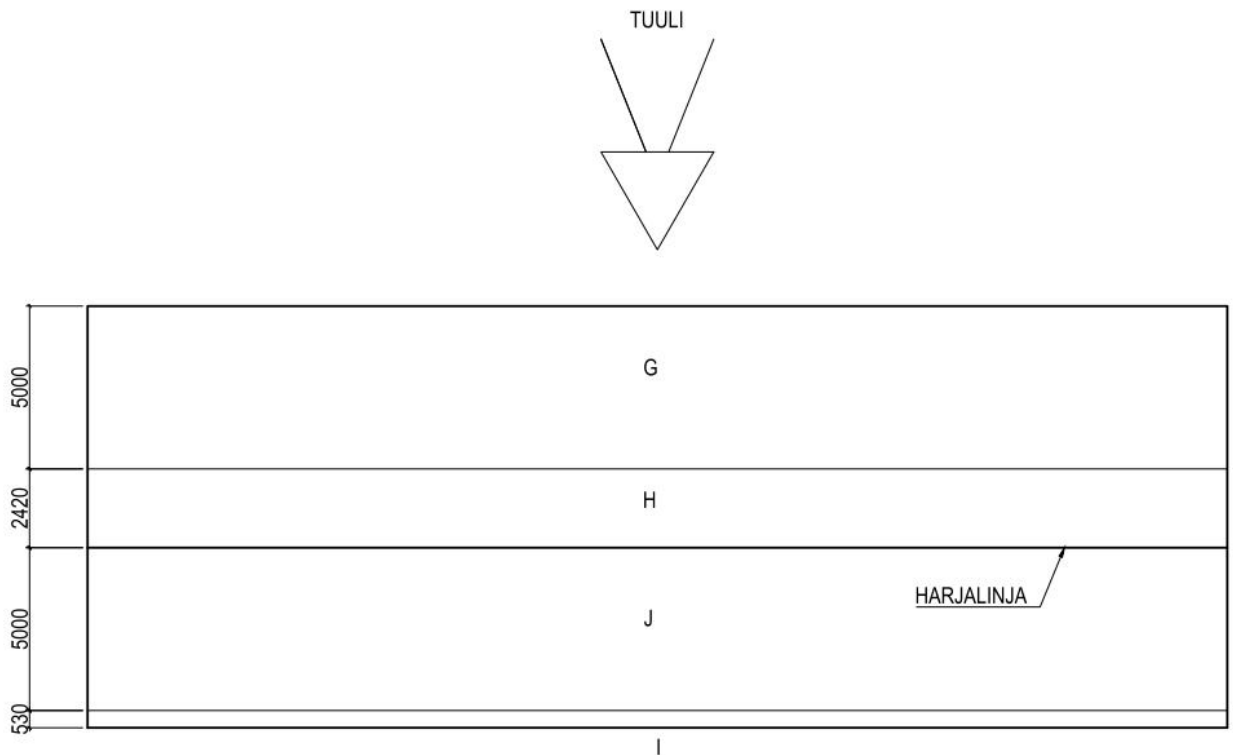
KUVA 22. Tuulikuorman jako vyöhykkeisiin harjakatoilla (RIL-201-1-2011. Osa 1,4. Sivu 151.)

Harjakaton jako vyöhykkeisiin suoritetaan kuvan 22 mukaisesti. Tuulen suunnassa $\theta = 90^\circ$ ei oteta huomioon vyöhykeitä F, G ja H, koska kerros on osa suurempaa rakennusta ja kohteen etäisyys rakennuksen päätyseinästä on suurempi kuin $e/2$. Kun tuulen suunta on $\theta = 90^\circ$, otetaan huomioon ainoastaan ulkoisen paineen kertoimet alueella I. Tuulen suunnassa $\theta = 0^\circ$ ei oteta huomioon vyöhykettä F, koska kerros on osa suurempaa rakennusta ja kohde ei sijaitse rakennuksen reuna-alueella. Lasketaan tuulikuorman vyöhykkeet G, H, I ja J, kun tuulen suunta on $\theta = 0^\circ$.

$$e = \min \begin{cases} b > 50 \text{ m} \\ 2h = 2 \cdot 25 \text{ m} = 50 \text{ m} \end{cases}$$

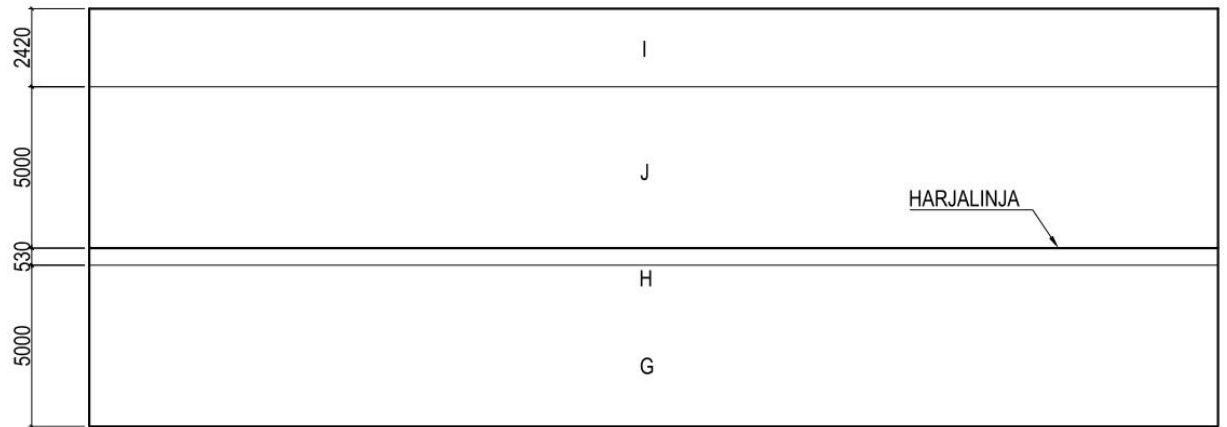
$$e = 50 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = \frac{50 \text{ m}}{10} = 5 \text{ m}$$



KUVA 23. Tuulikuorman vyöhykkeet, kun $\theta=0^\circ$

Kuvasta 23 havaitaan vyöhykkeen I olevan vähäinen alue, joten se jätetään kokonaan huomiomatta laskennassa. Lappeen osalta käytetään laskennassa kokonaisuudessaan vyöhykkeen J ulkoisen tuulenpaineen kertoimia.



KUVA 24. Tuulikuorman vyöhykkeet, kun $\theta=180^\circ$

Kuvasta 24 havaitaan vyöhykkeen H olevan vähäinen alue, joten se jätetään kokonaan huomiomatta laskennassa. Lappeen osalta käytetään laskennassa kokonaisuudessaan vyöhykkeen G ulkoisen tuulenpaineen kertoimia.

Kerroin c_{pi} on tuulen sisäpuolisen paineen kerroin, joka riippuu rakennuksen aukotuksesta. Kohteessa aukkosuhteet jätetään huomioimatta laskennan yksinkertaistamiseksi. Laskennassa käytetään suurimman arvon tuottavaa tapausta. Vaarallisimmassa tapauksessa sisäpuolisen paineen kertoimeksi saadaan seuraavat vaihtoehtoiset arvot:

$$c_{pi} = -0,3$$

$$c_{pi} = 0,2.$$

Lasketaan kaavalla 14 tuulen kokonaispainekerroin $c_{p,net}$ alueille G, H, I ja J, kun tuuli vaikuttaa kohti pitkää sivua sekä alueelle I, kun tuuli vaikuttaa kohti rakennuksen päätyä. Lasketut tuulen nettopainekertoimet on koottu taulukkoon 20. Taulukossa on kirjattu tuulen nettopainekertoimista maksimi ja minimi. Ulkoisista tuulenpainekertoimista käy-

tään kerrointa $c_{pe,10}$, kun määritetään nettopaine kertoimien arvoja, koska kuormitus jakautuu suuremmalle alueelle kuin 1 m^2 jokaisen vyöhykkeen osalta. Yhtä neliötä suuremmalle alueelle kohdistuva kuormitus aiheuttaa määräävän kuormituksen rakenteille.

TAULUKKO 20. Tuulen nettopaine kertoimet kattotasolle vyöhykkeittäin

Tuulen suunta $\theta = 0^\circ$		
Vyöhyke	$c_{p,net,max}$	$c_{p,net,min}$
G	0,90	-0,76
H	0,66	-0,42
J	0,30	-0,80
Tuulen suunta $\theta = 180^\circ$		
G	1,00	-0,57
I	0,30	-0,55
J	0,30	-0,65
Tuulen suunta $\theta = 90^\circ$		
I	-0,20	-0,70

Määritetään tuulikuorman vaikuttava pintapaine w_{net} harjakaton vyöhykkeisiin kaavalla 13. Pintapaineista määritetään maksimi- ja minimipaineet. Maksimipaineet ovat suurimmat tuulen rakenneosia painavat voimat. Minimipaineet ovat suurimmat rakenneosia rakennuksesta ulospäin vetävät voimat. Taulukossa 21 määritellyt pintapaineet vyöhykkeittäin eri tuulensuuntien vallitessa.

TAULUKKO 21. Tuulen pintapaineet kattotasolle vyöhykkeittäin

Tuulen suunta $\theta = 0^\circ$		
Vyöhyke	$w_{net,max}$ [kN/m ²]	$w_{net,min}$ [kN/m ²]
G	0,59	-0,49
H	0,43	-0,27
J	0,20	-0,52
Tuulen suunta $\theta = 180^\circ$		
G	0,65	-0,37
I	0,20	-0,36
J	0,20	-0,42
Tuulen suunta $\theta = 90^\circ$		
I	-0,13	-0,46

4.3.5 Kuormitusyhdistely

Kuormitusyhdistelyiden periaate on esitetty julkaisun RIL-201-2011 mukaisesti. Kuormien mitoitusarvot määritetään normaalitilanteessa taulukon 22 mukaisesti. Onnettomuustilanteessa kuormien mitoitusarvot määritetään taulukon 23 mukaisesti. Kohteen tapauksessa onnettomuustilanteen kuormitusyhdistelyä käytetään palotilanteen kuormitusta määritettäessä. Mahdollisista kuormitusyhdistelmistä valitaan kantavia rakenteita rasittavimmat kuormitusyhdistelmät rakenne- ja tapauskohtaisesti. Rakenneosien mitoitusta tehdään suurimman rasituksen aiheuttavalla kuormitusyhdistelmällä. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki.).

TAULUKKO 22. Kuormien mitoitusarvojen määrittäminen normaalitilanteessa (<http://www.eurocodes.fi/1990/1990/NA%20SFS-EN1990-YM.pdf>. Taulukko A1.2(B). Luettu 13.4.2017.)

Normaalisti vallitsevat ja tilapäiset mitoitusolot	Pysyvät kuormat		Määräava muuttuva kuorma (*)	Muut samanaikaiset muuttuvat kuormat (*)
	Epäedulliset	Edulliset		
(Yht. 6.10a)	$1,35 K_{FI} G_{kj,sup}$	$0,9 G_{kj,inf}$		
(Yht. 6.10b)	$1,15 K_{FI} G_{kj,sup}$	$0,9 G_{kj,inf}$	$1,5 K_{FI} Q_{k,1}$	$1,5 K_{FI} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*)Taulukon A.1.1 mukaiset kuormat ovat muuttuvia kuormia.

Huom. 1: Mitoituskavaana asia voidaan ilmaista siten, että kuormien yhdistelmänä käytetään epäedullisempaa kahdesta seuraavasta lausekkeesta, jolloin on huomattava, että jälkimmäinen lauseke sisältää vain pysyviä kuormia:

$$\begin{cases} 1,15 K_{FI} G_{kj,sup} + 0,9 G_{kj,inf} + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ 1,35 K_{FI} G_{kj,sup} + 0,9 G_{kj,inf} \end{cases}$$

K_{FI} riippuu standardin SFS-EN 1990 liitteen B taulukon B2 mukaisesta luotettavuusluokasta seuraavasti:

luotettavuusluokassa RC3 $K_{FI} = 1,1$
 luotettavuusluokassa RC2 $K_{FI} = 1,0$
 luotettavuusluokassa RC1 $K_{FI} = 0,9$.

Luotettavuusluokkia selventävät seuraamusluokat CC3 ... CC1 esitetään liitteessä B.

Huom. 2: Katso myös standardeista SFS-EN 1992 ... SFS-EN 1999 pakkosiirtymä- tai pakkomuodonmuutostilalle käytettäviä osavarmuusluvun γ -arvoja.

Huom. 3: Kaikkien samasta syystä aiheutuvien pysyvien kuormien ominaisarvot kerrotaan osavarmuusluvulla $\gamma_{G,sup}$, jos kuorman kokonaisvaikutus on epäedullinen ja osavarmuusluvulla $\gamma_{G,inf}$, jos kuorman kokonaisvaikutus on edullinen. Esimerkiksi kaikkien rakenteen omasta painosta aiheutuvien kuormien voidaan katsoa aiheutuvan samasta syystä; tämä pitää paikkansa silloinkin, kun kyseessä on erilaisia materiaaleja.

Huom. 4: Erityistarkasteluissa osavarmuuslukujen γ_G ja γ_Q arvot voidaan jakaa osiin γ_g ja γ_q ja mallin epävarmuuskertoimeen γ_{Sd} . Useimmissa tapauksissa voidaan käyttää välillä 1,05 ... 1,15 olevaa epävarmuuskertoimen γ_{Sd} arvoa.

Huom. 5: Pohjarakenteiden geoteknisen suunnittelun osalta katso standardi SFS-EN 1997-1 kansallisine liitteineen.

TAULUKKO 23. Kuormien mitoitusarvojen määrittäminen onnettomuustilanteessa (<http://www.eurocodes.fi/1990/1990/NA%20SFS-EN1990-YM.pdf>. Taulukko A1.2(B). Luettu 13.4.2017.)

Mitoitustilanne	Pysyvät kuormat		Määräävä onnettomuuskuorma tai maanjäristyskuorma	Muut samanaikaiset muuttuvat kuormat (*)	
	Epäedulliset	Edulliset		Pääasiallinen (jos on)	Muut
Onnettomuus (Yht. 6.11a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	A_d	$\psi_{1i} Q_{ki}$ (**)	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Maanjäristys(***) (Yht. 6.12a/b)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	γA_{Ek} tai A_{Ed}		$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

(*)Taulukon A.1.1 mukaiset kuormat ovat muuttuvia kuormia.
(**) Pääasiallisen kuorman ollessa jokin muu kuin lumi-, jää- tai tuulikuorma käytetään kuitenkin arvoa ψ_{21} .
(***) Maanjäristysmitoitusta sovelletaan vain tilaajan niin edellyttäessä. Katso myös standardia SFS-EN 1998-1.

Kertoimen K_{FI} arvo riippuu luotettavuusluokasta. Luotettavuusluokan määrittämisessä käytetään seuraamusluokkaa. Projektin lähtötiedoissa on määritelty kohteen seuraamusluokaksi CC2. Määritetään kohteen K_{FI} -kerroin. Kertoimien ψ arvot rakennuksille saadaan taulukosta 24.

$$K_{FI} = 1,0$$

TAULUKKO 24. ψ -kertoimien arvot (Ympäristöministeriö. 2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakenteiden lujuus ja vakaus. Taulukko 1.)

Kuorma	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (SFS-EN 1991-1-1)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6**)
Luokka G: liikennöitävät tilat, $30\text{kN} < \text{ajoneuvon paino} \leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3**)
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3)**) kun			
$s_k < 2,75$ kN/m ²	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75$ kN/m ²	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma ***)	0,7	0,3	0
Rakennusten tuulikuormat (SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
<p>*) Ulkotasoilla ja parvekkeilla $\psi_0 = 0$ luokkien A, B, F ja G yhteydessä. Huomautus: Mikäli rakennuksessa on eri kuormaluokkia, joita ei voi erotella omiin selviin ryhmiinsä, käytetään ψ-arvoja, jotka antavat epäedullisimman vaikutuksen. **) Ajokäytävillä $\psi_2 = 0$ ***) Koskee huurtumisesta, jäätävästä sateesta ja räntäsateesta aiheutuvia jääkuormia</p>			

4.4 Vanhan välipohjan kantavuustarkastelu

Kohteen vanhat rakennesuunnitelmat ovat puutteelliset, joten kantavuustarkastelua ei voida suorittaa kokonaisuudessaan vanhojen rakennepiirustusten perusteella. Välipohjan kantokykyä arvioidaan rakenneavausten, purettavien rakenteiden, vanhan kuormituksen ja vanhojen piirustusten pohjalta.

Uusien kantavien rakenteiden asemat optimoidaan rakenneavausten ja vanhojen piirustusten avulla suuren kapasiteetin omaaviin paikkoihin, kuten kantavien seinä- ja palkkijonkojien tai pilarien kohdalle mahdollisimman keskeisesti. Uusien kuormitusten aiheuttama rasi-tusta vanhalle välipohjalle pyritään vähentämään tai pitämään yhtä suurena kuin vanhan tilanteen kuormitus. Rakennesuunnittelijan on osoitettava välipohjan kantavuus uusille kuormituksille tapauskohtaisesti.

4.4.1 Välipohjan kantavuuden arvioiminen vanhojen piirustusten avulla

Vanha välipohjarakenne määritetään mahdollisimman tarkasti saatavilla olevien vanhojen alkuperäisten piirustusten avulla. Kantavuustarkastelu tehdään kantavuuslaskelmilla. Rakennesuunnittelijan on mahdollisuuksien mukaan otettava huomioon alkuperäisen rakennesuunnittelun aikaiset materiaaliominaisuudet ja mitoitusohjeet. Vanhojen piirustusten tulee olla riittävän kattavat, jotta kantavuuden laskennallinen määrittäminen vanhojen piirustusten avulla olisi mahdollista.

Kohteessa käytettävissä olevat lähtötiedot ovat puutteelliset, joten on mahdotonta arvioida välipohjan kantavuutta laskennallisesti piirustusten pohjalta. Raudoituspiirustuksia tai alalaattapalkiston piirustuksia ei löytynyt. Kohteessa on turvauduttava muihin välipohjarakenteen kantavuusarvioinnin mahdollisuuksiin.

Vanhojen piirustusten avulla voidaan määrittellä alapuolisten kantavien rakenteiden asemat. Tietoa hyödynnetään uusien runkorakenteiden sijoittelussa sekä rakenneavausten paikkoja määrittäessä. Uudet rakenteet voidaan osoittaa suuren kantokapasiteetin paikkoihin. Kuormansiirtorakenteiden tarve ja kuormitus pienenevät. Kohteen tapauksessa suurta kuormitusta siirtävä kurkihirsirakenne sijoitetaan alapuolella sijaitsevalle kantavan seinä- ja palkkilinjan kohdalle, jolloin kuormitus siirtyy mahdollisimman suoraan alapuolisille kantaville pystyrakenteille. Vanhan välipohjapalkiston käyttöä kuormansiirtorakenteena vältetään.

4.4.2 Välipohjan kantavuuden arviointi rakenneavauksella

Alustavassa rakenneavauksessa arvioidaan kantavat rakenteet ja niiden asemat. Tärkeää on selvittää kantavien palkki- ja seinälinjojen asemat ja dimensiot. Vanhojen piirustusten avulla on arvioitu kantavien palkki- ja seinälinjojen asemat. Piirustuksista saatujen tietojen perusteella voidaan suorittaa rakenneavaukset harkituista kohdista, joilla on mahdollisimman suuri informaatioarvo. Rakenneavauksen jälkeen voidaan todeta vanhojen piirustusten paikkansapitävyys. Kohteen rakenneavauksessa todettiin vanhojen piirustusten olevan kohtuullisella tasolla paikkansapitäviä. Kantavat päälinjat löydettiin rakenneavauksella.

Rakenneavauksen yhteydessä voidaan raudoituksen määrittämiseksi käyttää skannauslaitetta. Skannaamalla rakenne voidaan määrittää laitteen epätarkkuuksien rajoissa rakenteelliset raudoitukset. Tietoa voidaan myöhemmin käyttää rakenteen kantavuustarkasteluun laskennallisesti.

Rakenneavaus toimii välineenä välipohjan kantavuuden arviointiin vanhan kuormituksen avulla. Rakenneavauksen avulla voidaan määrittää vanhan välipohjarakenteen omasta painosta aiheutuva kuormitus rakenteelle. Kaikki vanhat rakenteet puretaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta. Rakenneavauksella saadaan tietoon välipohjaan kohdistuva eriste- ja pintamateriaaleista aiheutuva pysyvä kuormitus.

4.4.3 Välipohjan kantavuuden arviointi vanhan kuormituksen avulla

Vanhan välipohjan kuormituksen määrittämisen avulla arvioidaan välipohjan kantokykyä. Uudet kuormitukset pyritään osoittamaan asemiin, joiden alla on riittäviä kantavia rakenteita tai paikkoihin, jossa on ollut vanhaa kuormitusta yhtä paljon tai enemmän kuin lisätty kuormitus.

Rakenneavauksessa punnitaan puretun pintarakenteen paino. Paino määritellään neliöittäin, jotta saadaan puretun pysyvän kuorman vaikutus rakenteeseen. Uutta välipohjarakennetta määritettäessä pyritään yhtä painavaan tai paremmassa tapauksessa kevyempään rakenteeseen. Välipohjan rakennetta määritettäessä on pyritty minimoimaan uuden rakenteen paino. Uuden rakenteen paino on minimoitu käyttämällä puupalkistoa ja lattialevytyistä lattiavalun sijaan. Jos uuden välipohjarakenteen paino ylittää vanhan välipohjarakenteen painon, on rakenteen toiminnan tarkastelu tehtävä tapauskohtaisesti. Kohteen rakenneavauksessa todettiin betonisen pintamateriaalin alla olevan koksikuonakerros ja olkieristekerros (kuva 13). Punnittaessa purettava materiaali painoi noin $0,80 \text{ kN/m}^2$. Uuden välipohjarakenteen painoksi on kohdassa 4.3.1. määritetty $0,71 \text{ kN/m}^2$. Todetaan purettavien rakenteiden kuormittavan vanhan välipohjan kantavia rakenteita hieman enemmän kuin uuden välipohjarakenteen rakenneosat.

Vanhan tilanteen hyötykuorman laskennallista arvoa voidaan arvioida vanhojen rakennepiirustusten ja käyttötarkoituksen avulla. Hyötykuormaa arvioidessa otetaan huomioon

kohteen aikakauden rakennus- ja rakennesuunnittelutapa, jotta hyötykuorman laskennallista kuormitusta voidaan määrittellä. Vanhoja suunnitteluohjeita voidaan käyttää apuna laskennallisen vanhan hyötykuorman arvoa määrittäessä. Hyötykuormaa voidaan arvioida myös toteutuneen hyötykuormituksen avulla selvittämällä kohteen käyttötarkoitus ja nykyinen kuormitustilanne. Viidennen kerroksen käyttötarkoitus on tällä hetkellä ullakko-varastotila.

Vanhojen kantavien rakenteiden kuormituksen määrittäminen auttaa kantavien rakenteiden kantokyvyn määrittämisessä. Välipohjaan tukeutuvien kantavien rakenteiden aiheuttamat kuormitukset otetaan huomioon vanhan välipohjan kuormituskestävyyttä määrittäessä. Määrittäessä otetaan huomioon kohteen aikakauden rakennus- ja rakennesuunnittelutapa, jotta kuormituksen laskennallista kuormitusta voidaan määrittellä.

Väliseinäkuormitukset arvioidaan kuten kantavilta rakenteilta tuleva kuormitus. Väliseinien aiheuttama kuormitus arvioidaan väliseinien rakenteen avulla. Tarvittaessa rakenteiden materiaalit määritetään rakenneavauksen avulla. Edellä mainitut ja muut mahdolliset kuormitukset otetaan huomioon rakennesuunnittelijan harkinnan mukaisesti. Kuorman jakautuminen välipohjan kantaville rakenteille on otettava huomioon tarkastelua tehdessä.

Kantavuustarkastelu vanhan kuormituksen avulla on aina likimääräinen menetelmä. Kantavuus on hyvä osoittaa myös muilla menetelmin, mutta kuormitusten avulla kantavuutta voidaan arvioida karkeasti.

4.4.4 Välipohjan tarkastelu palotilanteessa

Vanhaa alalaattapalkistoa suojaa yläpuolista paloa vastaan välipohjan rakennetyypin VP1 mukainen levyrakenne. Levyrakenteen palonkestokapasiteetin jälkeen palo pääsee leviämään alalaattapalkiston betonirakenteisiin. Betonirakenteita suojaa levyrakenteen lisäksi paloeristekerros. Betonirakenteen palonkestävyysaika riippuu raudoitusta suojaavan betonipeitteen suuruudesta. Kohteessa betonipeitteen suuruus sekä palkki- ja alalaattarakenteen dimensiot selvitetään, kun rakenneavaukset on suoritettu purun osalta.

TAULUKKO 25. Palonsuojaukseen käytettävien levytyksien palonsuojausaikakapasiteetti (PUUINFO. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Taulukko 3. Sivu 2.)

PALOSUOJAUKSEEN KÄYTETTÄVÄ TUOTE		PILARI TAI PALKKI	SEINÄ ^{a)}	VÄLIPOHJA ^{a)}
Sauma ≤ 2 mm	Paksuus [d]	t _{ch}	t _{ch}	t _{ch}
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm	11 min	10 min	-
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	13 mm	22 min	15 min	10 min
Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm	28 min	20 min	15 min
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm + 9 mm	23 min	-	-
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	13 mm + 13 mm	40 min	40 min	30 min
2x Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm + 15 mm	61 min	≥ 60 min	60 min
Kipsilevy (EN 520) + Palokipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi F)	13 mm + 15 mm	46 min	55 min	40 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Kipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi A)	12 mm + 13 mm	-	40 min ^{c)}	30 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Palokipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi F)	12 mm + 15 mm	-	55 min ^{c)}	40 min

^{a)} Rankarakenne, jonka ontelotila voi olla eristeellä täytetty tai eristeetön.

^{b)} Kyseinen levy palon puolella.

^{c)} Mikäli puulevy on paksumpi kuin 12 mm, voidaan arvoa korottaa määrällä $\Delta t = (d - 12 \text{ mm}) / \beta_0$.

TAULUKKO 26. Puupohjaisten materiaalien hiiltymisnopeuden mitoitusarvoja (PUU-INFO. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Kuva 3. s. 5.).

TUOTE	PAKSUUS	OMINAISTIHEYDYS	YKSIDIMENSIONAALINEN HIILTÄMISNOPEUS β_0	NIMELLINEN HIILTÄMISNOPEUS β_n
Sahatavara EN 14081-1 (havupuu)		≥ 290 kg/m ³	0,65 mm/min	0,8 mm/min
Liimapuu EN 14080 (havupuu)		≥ 290 kg/m ³	0,65 mm/min	0,7 mm/min
Viilupuu EN 14374 (havupuu)		≥ 480 kg/m ³	0,65 mm/min	0,7 mm/min
Viilupuu EN 14374 (havupuu)		≥ 410 kg/m ³	0,7 mm/min	0,75 mm/min
Vanerilevy EN 313-1	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	1,0 mm/min	-
Lastulevy EN 309	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-
Kova puukuitulevy EN 316	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-
OSB-levy EN 300	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-
Lautatavara EN 14081-1	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-

^{a)} Paksuuden ja/tai ominaistiheyden poiketessa esitetystä arvoista, määritetään hiiltymisnopeus ohjeen RIL 205-2-2009 kaavoilla 3.4 - 3.6.

Levyrakenteen palonsuojausaikakapasiteetti voidaan määrittää taulukoista 28 ja 30. Taulukosta 28 käytetään kaksinkertaisen 13 millimetrin kipsilevytyksen kapasiteettia, johon lisätään vanerilevyn kapasiteetti. Kipsilevytyksellä saadaan palonsuojausaikakapasiteetiksi 30 minuuttia. Taulukosta 30 saadaan vanerilevyn palonsuojausaikakapasiteetiksi

20 minuuttia. Molemmat kapasiteetin arvot ovat varmalla puolella levyjen todellisen paksuuden takia. Yhteensä levyrakenteen kapasiteetti paloa vastaan on 50 minuuttia.

Palonkestävyyssuoritusvaatimus kantaville rakenteille on 60 minuuttia. Betonirakenteen tulee siis levyrakenteen suojauksen loputtua kestää palotilanteessa vähintään 10 minuuttia yläpuolista paloa vastaan. Alalaattapalkiston palonkestävyys muodostuu toiminnallisen raudoituksen betonipeitteen, paloeristekerroksen ja rakenteiden dimensioiden lisäksi rakenteen laskennallisesta kestävydestä. Teräsbetonirakenteen kantavuus heikkenee poikkileikkauksen lämpötilan kasvaessa palotilanteessa.

Välipohjan kantavien rakenteiden alapuoliselle osalle ei tehdä projektissa muutostöitä. Vanhat palolta suojaavat rakenneosat jäävät alapuolelle. Alapuolista paloa vastaan kohteen kapasiteetti on alkuperäisen suunnittelun mukainen.

4.5 Yläpohjarakenne

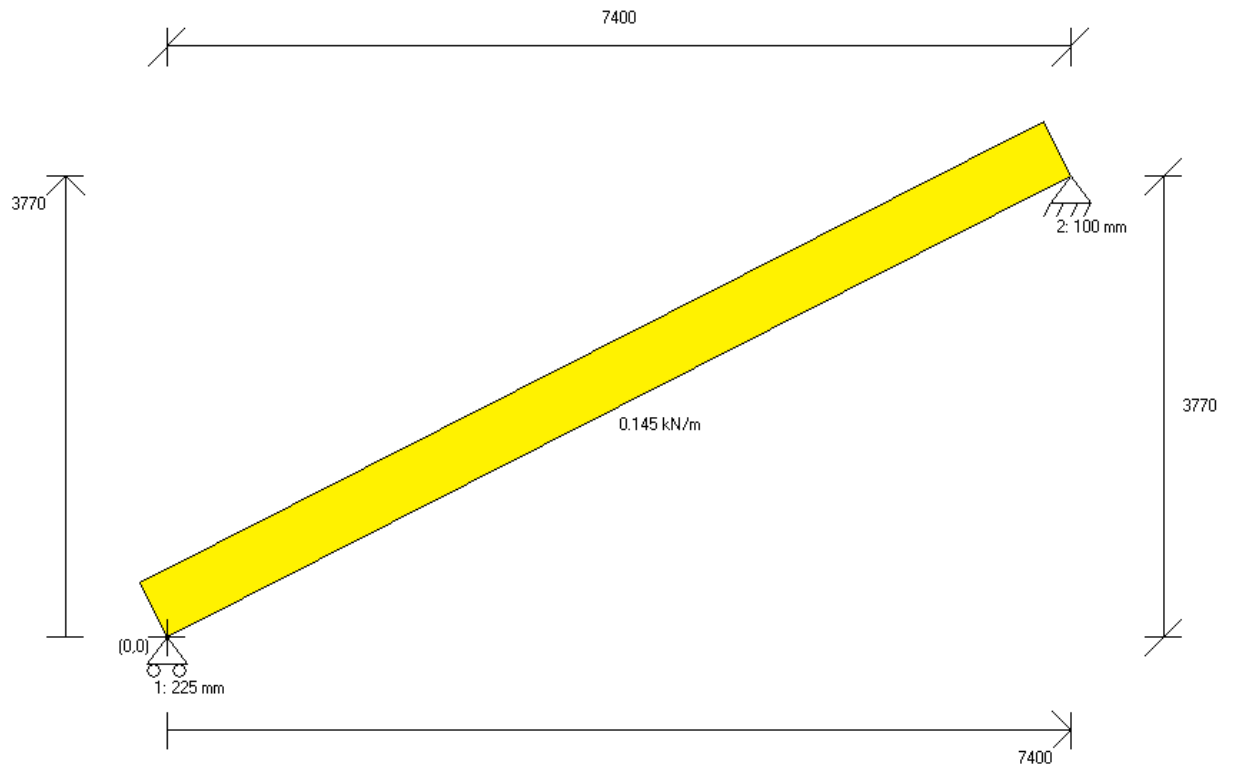
4.5.1 Kattokannakepalkin mitoitus normaalitilanteessa

Yläpohjarakenteen kannakepalkki mitoitetaan Finnwood 2.3 SR1 ohjelmalla Eurokoodien EC5 mukaisesti (Puuinfo. 2011. EC 5. Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje: Kolmas painos, <http://www.puuinfo.fi/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>. Luettu 25.4.2017.). Yläpohjan rakennetyyppi on esitetty liitteessä 4.

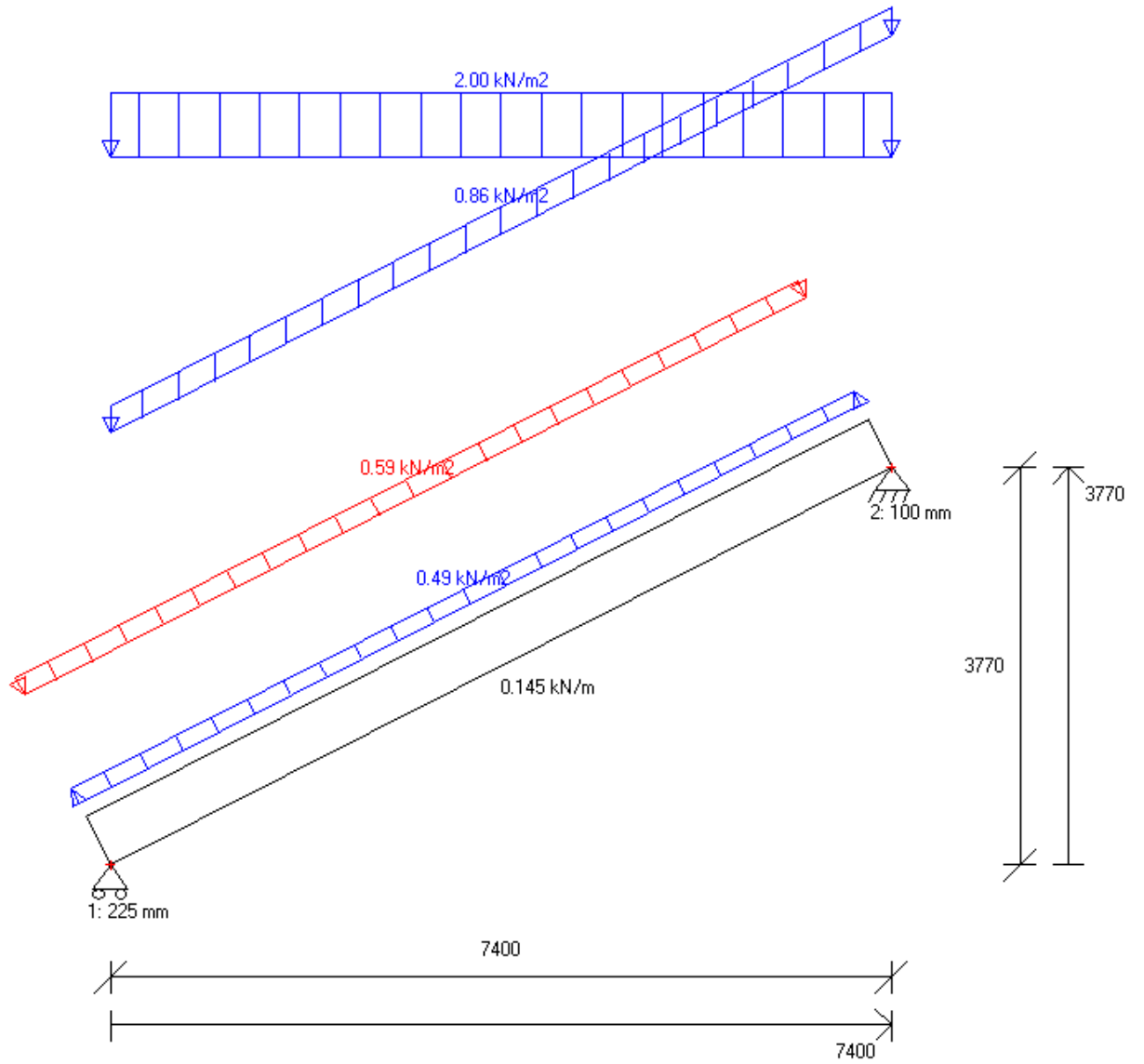
Yläpohjarakenteen kuormitukset on määritetty kohdassa 4.4.3 Rakenteiden kuormitukset. Palkiksi määritettiin rakennetyyppiä valitessa kertopuupalkki 57x500. Profiili on valittu alustavasti lämmöneristysvaatimusten takia. Rakennetyypissä määritettiin alustavaksi palkkijaoksi 600 mm. Opinnäytetyössä on esitetty rasi-tuimman lappeen kattopalkin mitoitus. Taulukossa 27 on esitetty mitoitettavan kattokannakepalkin kuormitus.

TAULUKKO 27. Kattokannakepalkin kuormitus

	Ominaiskuorma [kN/m ²]	Palkin ominaiskuormitus [kN/m]
Pysyvä kuorma	0,86	0,52
Lumikuorma (maksimi)	2,00	1,20
Tuulikuorma (maksimi)	0,59	0,35
Tuulikuorma (minimi)	-0,49	-0,29



KUVA 25. Kattokannakepalkin rakennemalli (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)



KUVA 26. Kattokannakepalkin ominaiskuormitus (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)

POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkausrypy: Suorakaide

Materiaali: KERTO-S syyliään

Poikkileikkauksista: k/k [mm]: 600

57x500

MATERIAALI: KERTO-S syyliään

MUOTO: Suorakaide

LEVEYS B: 57 mm

KORKEUS H: 500 mm


Ä: 28500 mm²

Wy: 2375000 mm³

K-JAKO/KUORM LEV.: 600 mm

PAIND: 14,5 kg/m

PITUUS: 8305 mm



MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka: 1

Seuraamustluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENNEMITTOITUS

MURTORAJATIILA (MRT) -----

Nurjahdustarkastelu -----

Kiepahdustarkastelu -----

KÄYTTÖRAAJATIILA (KRTI)

Taipumatarkastelu -----

HUOMI! Tarkista rakenneseosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

MITOITUSTULOS

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 61.3 %

RAKENNEMITTOITUS (61 %)

MATERIAALIÄÄRVOT (Ominaisarvot):

MURTORAJATIILA (MRT): (53 %)

Leikkaus (Vz): 8,75 kN, (17 %), x = 0 mm

Veto: 4,46 kN, (1 %), x = 8305 mm

Puristus: 4,46 kN, (53 %), x = 0 mm

Täivutus (My): 18,16 kNm, (28 %), x = 4153 mm (lef=1 mm)

(Ilman kiepahdustaji): 18,16 kNm, (28 %), x = 4153 mm

Täivutus+veto: 0,28, (28 %), x = 4360 mm (lef=1 mm)

Täivutus+puristus: 0,52, (52 %), x = 208 mm (lef=1 mm)

Tukkipaine, tuki 1: (15 %), tukkipainekerroin = 1,13

Tukkipaine, tuki 2: (30 %), tukkipainekerroin = 1,30

Nx_max = 5,13 kN, x = 0 mm

Vz_max = 10,07 kN, x = 0 mm

My_max = 20,91 kNm, x = 4153 mm

Maksimitukireaktiot:

Minimitukireaktiot:

KÄYTTÖRAAJATIILA (KRTI): (61 %)

Taipumanmittoitus: (61 %)

Jänneväli 1 (61 %)

KUVA 27. Kattokannakepalkin mitoitustulos (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)

Mitoituksessa huomataan palkin kapasiteetin olevan riittävä normaalitilanteessa. Mitoituksessa käyttöasteeksi normaalitilanteessa muodostui 61,3 %. Mitoitustulos on esitetty kuvassa 27.

4.5.2 Kattokannakepalkin palomitoitus

Mitoitus alapuolista paloa vastaan

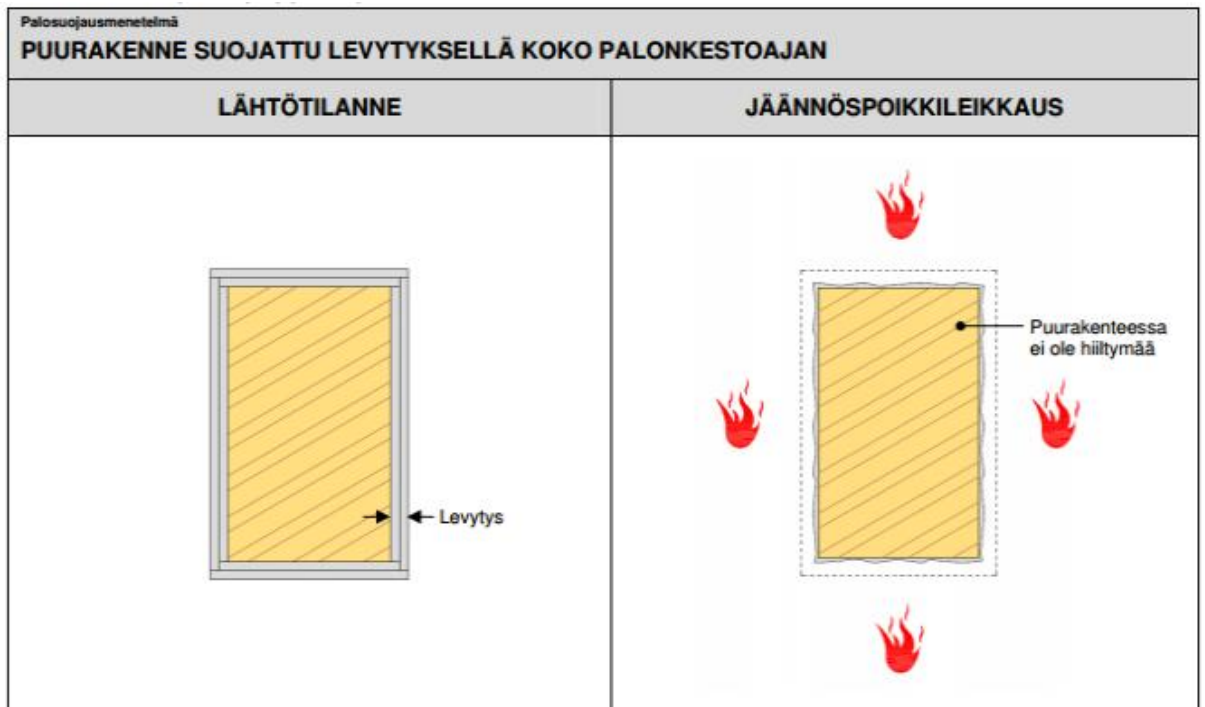
Kantavien rakenteiden palonkestävyysaikaavaatimukseksi on kohdassa 3.2.2. määritetty R 60. Tämä tarkoittaa sitä, että kattokannakepalkkien on kestävä palotilanteessa 60 min ilman sortumisvaaraa. Palkit mitoitetaan niin, että palosuojakerros estää palkin hiiltymisen palonkestävyysaikaavaatimuksen ajan. Taulukossa 28 eritellään eri puurakenteiden suojausmenetelmät ja hiiltymisominaisuudet. Kohteessa käytetään kattokannakepalkkien osalta menetelmää B. Menetelmän B periaate esitetään taulukossa 29.

Kattokannakepalkit ovat erittäin hoikkia rakenteeltaan, joten hiiltymisen alkaessa toiminnallisesta poikkileikkauksesta häviää verraten nopeasti suuri prosentuaalinen osuus. Nopean toiminnallisen poikkileikkauksen menettämisen takia kohteessa on päädytty suojaamaan alapuolista paloa vastaan levyrakenteella. (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Luettu 26.4.2017. <http://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/puurakenteen-palomitoitus>).

TAULUKKO 28. Puurakenteiden suojausmenetelmät ja hiiltymisominaisuudet (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Taulukko 1. Sivu 1.)

MENETELMÄ	OMINAISUUS	HIILTYMINEN	TYYPILLINEN KOHDE
A) Suojaamaton rakenne	<ul style="list-style-type: none"> Puurakenne hiiltyy Rakenne mitoitetaan erikseen palotilanteen kuormille 	<ul style="list-style-type: none"> Hiiltyminen tapahtuu lineaarisesti kyseiselle puumateriaalille ominaisella hiiltymisnopeudella koko vaaditun palonkestoaajan 	<ul style="list-style-type: none"> Massiiviset rakenteet
B) Rakenne suojattu koko vaaditun palonkestoaajan	<ul style="list-style-type: none"> Puurakenne ei hiilly Rakennetta ei tarvitse mitoitaa erikseen palotilanteen kuormille 	<ul style="list-style-type: none"> Hiiltymistä ei tapahdu vaaditun palonkeston aikana (ks. taulukko 3) 	<ul style="list-style-type: none"> Hoikat rakenteet Liitokset
C) Rakenne suojattu osan vaaditusta palonkestoaajasta	<ul style="list-style-type: none"> Puurakenne hiiltyy Rakenne mitoitetaan erikseen palotilanteen kuormille 	<ul style="list-style-type: none"> Rakenteella on erilaisia mitoituksessa huomioitavia vaiheita: <ul style="list-style-type: none"> - ei hiilly lainkaan - hiiltyy tietyn ajan kuluttua Hiiltyminen tapahtuu kahdella tai kolmella erilaisella nopeudella vaaditun palonkeston aikana riippuen suojaustavasta Erilaiset hiiltymisnopeudet johtuvat mm. seuraavista tekijöistä: <ul style="list-style-type: none"> - puurakenne lämpenee palosuojausten takana - pysyykö palosuojaus paikoillaan vai ei 	<ul style="list-style-type: none"> Hoikat rakenteet

TAULUKKO 29. Kattokannakepalkkien palonsuojausmenetelmä alapuolista paloa vastaan (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puun palomitoitus. Taulukko 6. Sivu 8.)



Kattopalkkien suojauslevytytys alapuolista palotilannetta vastaan toteutetaan yläpohjan alapuolisten levy materiaalien valinnalla. Levy rakenne estää palkkien hiiltymisen. Taulukon 30 on koottu levy rakenteiden palonsuojauksen aikakapasiteetteja. Kohteeseen vali-

taan kaksinkertainen viidentoista millimetrin palokipsilevytys. Levytyksen palonsuojaus-aikakapasiteetti $t_{ch} \geq 60$ min. (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus.). Kohteen kattokannakepalkki kestää vaurioitta vaaditun palonkestävyysaikavaatimuksen.

TAULUKKO 30. Palonsuojaukseen käytettävien levytyksien palonsuojaus-aikakapasiteetti (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Taulukko 3. Sivu 2.)

PALOSUOJAUKSEEN KÄYTETTÄVÄ TUOTE		PILARI TAI PALKKI	SEINÄ ^{a)}	VÄLIPOHJA ^{a)}
Sauma ≤ 2 mm	Paksuus [d]	t_{ch}	t_{ch}	t_{ch}
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm	11 min	10 min	-
Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	13 mm	22 min	15 min	10 min
Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm	28 min	20 min	15 min
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi H)	9 mm + 9 mm	23 min	-	-
2x Kipsilevy (EN 520) (Tyyppi A)	13 mm + 13 mm	40 min	40 min	30 min
2x Palokipsilevy (EN 520) (Tyyppi F)	15 mm + 15 mm	61 min	≥ 60 min	60 min
Kipsilevy (EN 520) + Palokipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi F)	13 mm + 15 mm	46 min	55 min	40 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Kipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi A)	12 mm + 13 mm	-	40 min ^{c)}	30 min
Puulevy (EN 313-1, EN 309, EN 316, EN 300) + Palokipsilevy ^{b)} (EN 520) (Tyyppi F)	12 mm + 15 mm	-	55 min ^{c)}	40 min

^{a)} Rankarakenne, jonka ontelotila voi olla eristeellä täytetty tai eristeetön.

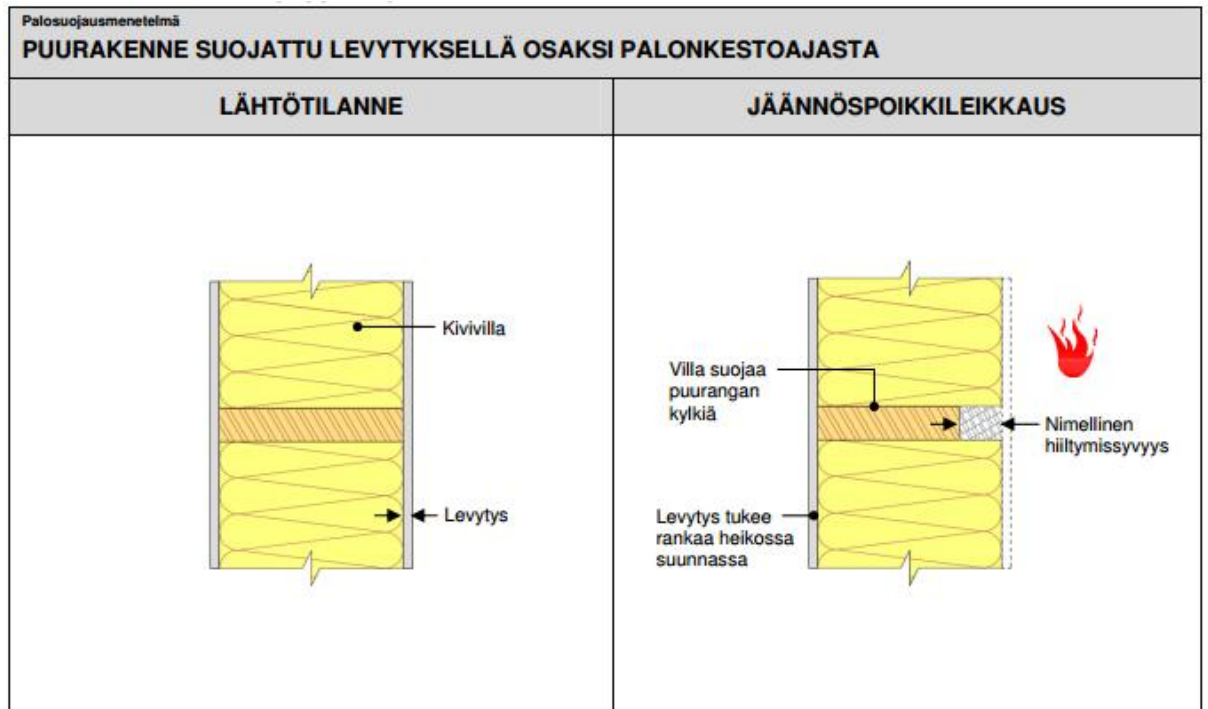
^{b)} Kyseinen levy palon puolella.

^{c)} Mikäli puulevy on paksuampi kuin 12 mm, voidaan arvoa korottaa määrällä $\Delta t = (d - 12 \text{ mm}) / \beta_p$.

Mitoitus yläpuolista paloa vastaan

Yläpohjan onteloiden kautta kattokannakepalkit saattavat altistua palotilanteelle. Kohteen tapauksessa yläpohjan onteloksi määritellään yläpohjan tuuletusrako. Yläpohjan rakennetyypissä, YP1 (liite 4), on määritetty palkin yläpuoliseksi rakenneosaksi 21 millimetriä paksu vanerilevy. Rakennetyypin YP1 mukaisesti yläpohjan lämmöneristeenä käytetään palotilanteessa suojaavaa kivivillaa. Vanerilevy toimii rakenteessa yläpuoliselta palolta suojaavana levyrakenteena. Yläpuolisen palon tapauksessa käytetään taulukon 28 mukaista mitoitusta C. Menetelmän B periaate esitetään taulukossa 31. (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus.).

TAULUKKO 31. Kattokannakepalkkien palonsuojausmenetelmä yläpuolista paloa vastaan (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Taulukko 6. Sivu 8.)



Taulukossa 32 on määritetty 20 millimetriä paksun vanerilevyn hiiltymisnopeudeksi $\beta_0 = 1,0 \text{ mm/min}$. 20 mm vanerilevyn hiiltymisnopeuden arvoa voidaan pitää riittävän tarkkana arvona kohteen levyille.

TAULUKKO 32. Puupohjaisten materiaalien hiiltymisnopeuden mitoitusarvoja (Puuinfo. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. Kuva 3. s. 5.).

TUOTE	PAKSUUS	OMINAISTIHEYYS	YKSIDIMENSIONAALINEN HIILTÄMISNOPEUS β_0	NIMELLINEN HIILTÄMISNOPEUS β_n
Sahatavara EN 14081-1 (havupuu)		$\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,8 mm/min
Liimapuu EN 14080 (havupuu)		$\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,7 mm/min
Viilupuu EN 14374 (havupuu)		$\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,7 mm/min
Viilupuu EN 14374 (havupuu)		$\geq 410 \text{ kg/m}^3$	0,7 mm/min	0,75 mm/min
Vanerilevy EN 313-1	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	1,0 mm/min	-
Lastulevy EN 309	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-
Kova puukuitulevy EN 316	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-
OSB-levy EN 300	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-
Lautatavara EN 14081-1	20 mm ^{a)}	450 kg/m ^{3 a)}	0,9 mm/min	-

^{a)} Paksuuden ja/tai ominaistiheyden poiketessa esitetystä arvoista, määritetään hiiltymisnopeus ohjeen RIL 205-2-2009 kaavoilla 3.4 - 3.6.

Koko vanerilevyn poikkileikkauksen hiiltymisen jälkeen kattokannakepalkit alkavat hiiltäytyä altistuessaan palolle. Hiiltymisessä rakenne menettää toiminallista poikkileikkauksaan. Kohteen tapauksessa yläpuolisen palotilanteen vallitessa hiiltymisen tapahtuu taulukon 31 mukaisesti vain yhdeltä sivulta.

Lasketaan nimellisen hiiltymissyvyyden mitoitusarvo käyttäen julkaisun RIL-205-2-2009 ohjeita ja kaavoja. Nimellinen hiiltymissyvyys $d_{char,n}$ lasketaan soveltaen julkaisun kohtaa 5.2.1S ”Kantavuuden osoittaminen, kun rakenteen ontelotila on eristeen täyttämä”. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 205-2-2009: Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki.)

$$d_{char,n} = \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_f) \quad (\text{kaava 14})$$

missä

$d_{char,n}$	nimellinen hiiltymissyvyyden mitoitusarvo
β_{n2}	nimellinen hiiltymisnopeus ennen levytyksen murtumista, kaava 15
β_{n3}	nimellinen hiiltymisnopeus ennen levytyksen murtumista, kaava 16
t_f	palosuojauksen murtumishetki
t_{ch}	rakenneosan hiiltymisen alkamishetki
t	aika

$$\beta_{n2} = k_s k_2 k_n \beta_0, \quad (\text{kaava 15})$$

$$\text{kun } t_{ch} \leq t \leq t_f$$

$$\beta_{n3} = k_s k_3 k_n \beta_0, \quad (\text{kaava 16})$$

$$\text{kun } t \geq t_f$$

missä

k_n	= 1,5
k_s	poikkileikkauserroin
k_2	eristyskerroin, jolla saadaan hiiltymisnopeus määritettyä suojaamattoman puun hiiltymisnopeudesta ennen suojauksen putoamista
k_3	eristyskerroin, jolla saadaan hiiltymisnopeus määritettyä suojaamattoman puun hiiltymisnopeudesta ennen suojauksen putoamista

k_n kerroin, jolla epäsäännöllisesti hiiltynyt jäännöspoikkileikkaus muunnetaan nimelliseksi suorakaidepoikkileikkaukseksi

β_0 yksidimensionaalinen hiiltymisen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo

$$k_3 = 0,036t_f + 1 \quad (\text{kaava 17})$$

$$t_{ch} = t_f$$

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \quad (\text{kaava 18})$$

missä

$h_p = 21 \text{ mm}$ levyn paksuus

$\beta_0 = 1,0 \text{ mm/min}$ yksidimensionaalinen hiiltymisnopeus

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 = \frac{21 \text{ mm}}{1,0 \text{ mm/min}} - 4 = 17 \text{ min}$$

$$k_3 = 0,036t_f + 1 = 0,036 \cdot 17 \text{ min} + 1 = 1,612 \text{ min}$$

Määritetään laskentakertoimet kohteen rakenneosan mitoitukseen.

$$k_n = 1,50$$

$$k_s = 1,14$$

$$k_2 = 0 \text{ (puulevy)}$$

$$k_3 = 1,612$$

$$\beta_0 = 1,0 \text{ mm/min}$$

$$t = 60 \text{ min} \quad \text{palonkestävyysaika vaatimus R 60}$$

$$\beta_{n2} = k_s k_2 k_n \beta_0 = 1,14 \cdot 0 \cdot 1,50 \cdot 1 \text{ mm/min} = 0 \quad (\text{kaava 15})$$

$$\beta_{n3} = k_s k_3 k_n \beta_0 = 1,14 \cdot 1,612 \cdot 1,50 \cdot 1 \text{ mm/min} \quad (\text{kaava 16})$$

$$\beta_{n3} = 2,76 \text{ mm/min}$$

$$d_{char,n} = \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_f) \quad (\text{kaava 14})$$

$$d_{char,n} = 2,76 \text{ mm/min} \cdot (60 \text{ min} - 17 \text{ min})$$

$$d_{char,n} = 118,68 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}$$

Palkin poikkileikkauksesta vähennetään kaavalla 14 saatu hiiltemissävyvyyden mitoitusarvo $d_{char,n}$. Hiiltemissävyvyys vähennetään palkin korkeudesta 500 millimetriä. Lasketaan palkin poikkileikkaus palonkestävyyssäikavaatimuksen jälkeen palotilanteessa. 60 minuutin yläpuolisen palotilanteen jälkeen palkin poikkileikkauksesta on jäljellä $(57 \times 380) \text{ mm}^2$.

Yläpohjarakenteen kannakepalkki mitoitetaan palotilanteessa Finnwood 2.3 SR1 ohjelmalla Eurokoodien EC5 mukaisesti (Puuinfo. 2011. EC 5. Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje: Kolmas painos, <http://www.puuinfo.fi/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>. Luettu 25.4.2017.). Yläpohjan kuormat on määritetty kohdassa 4.3.3 Rakenteiden kuormitukset. Kuormitusyhdistely tehdään taulukon 23 mukaisesti, koska kyseessä on onnettomuustilanne. Kattopalkin ominaiskuormitukset ovat yhtä suuret kuin normaalitilanteessa, mutta kuormien mitoitusarvot muuttuvat normaalitilanteesta. Ominaiskuormat ovat eritelty taulukossa 27.

Mitotettaessa palkkirakenne kestää palotilanteen mitoituskuormat. Voidaan vahvistaa palkkikooksi yleisessä tapauksessa 57×500 ja palkkijaoksi 600 mm. Hormirakenteista aiheutuvat vekselipalkkirakenteet lasketaan erikseen tapauskohtaisesti. Hormirakenteiden reunoilla käytetään useampaa palkkia tarvittaessa.

4.6 Ulkoseinärakenne

Ulkoseinärakenteen kantavat rakenneosat mitoitetaan Finnwood 2.3 SR1 ohjelmalla Eurokoodien EC5 mukaisesti. (Puuinfo. 2011. EC 5. Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje: Kolmas painos, <http://www.puuinfo.fi/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>. Luettu 25.4.2017.). Ulkoseinän rakennetyyppi on esitetty liitteessä 4.

Ulkoseinärakenteesta mitoitetaan erikseen runkotolppa, ikkunanylityspalkki ja ikkunanpielissä sijaitseva runkotolppa rasitetuimmassa kohdassa. Määritetään yläsidepuulle tuleva kuormitus ja kuormituksen jakautuminen mitoittaville rakenneosille. Katolta tulevaksi kuormitukseksi otetaan kattokannakepalkin tukireaktioiden maksimiarvot. Tukireaktiot on esitetty kuvassa 28. Tukireaktiot jaetaan jakautuneeksi kuormitukseksi si-
depuulle palkkijako huomioiden. Tukireaktioita tarkastellaan tuella 1. Tuulikuorman aiheuttama vaakakuorma rakenteelle on määritelty kohdassa 4.3.4. Tuulikuormakuorma. Kattorakenteen yläsidepuulle aiheuttama kuormitus on esitetty taulukossa 33.

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	16.61 kN	0.35 kN	10.95 kN	1.76 kN
2:	15.69 kN	1.62 kN	10.48 kN	2.61 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== 25.5.2017 =====

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus: Omapaino		
Tuki:	FZ [kN]:	
1:	3.82	
2:	3.82	
Kuormitustapaus: Lumikuorma		
Tuki:	FZ [kN]:	
1:	6.66	
2:	6.66	
Kuormitustapaus: Tuulikuorma (alas)		
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	2.47
2:	-2.00	1.45
Kuormitustapaus: Tuulikuorma (ylös)		
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	-2.06
2:	1.66	-1.21

KUVA 28. Kattokannakepalkin tukireaktiot

TAULUKKO 33. Kattorakenteen yläsidepuulle aiheuttama kuormitus

	Ominaiskuorma [kN/m]
Pysyvä kuorma	6,37
Lumikuorma (maksimi)	11,10
Tuulikuorma (maksimi)	4,12
Tuulikuorma (minimi)	-3,43

Määritetään mitoittavien rakenneosien ominaiskuormitukset. Kuormitukset on esitetty rakenneosittain taulukoissa 34-36. Normaali runkotolppajako on 600 mm ja suurin ikkunanylityspalkin jänneväli on 1900 mm. Runkotolppien pituus on noin 2200 mm. Ikkunanpielien runkotolppien ja ikkunanylityspalkkien kuormitukset on esitetty rasitetuimassa kohdassa.

TAULUKKO 34. Runkotolpan ominaiskuormitusten maksimiarvot

RUNKOTOLPPA	
	Ominaiskuorma
Pysyvä kuorma	3,82 kN
Lumikuorma (maksimi)	6,66 kN
Tuulikuorma (pysty, maksimi)	2,47 kN
Tuulikuorma (pysty, minimi)	-6,52 kN
Tuulikuorma (vaaka, maksimi)	0,42 kN/m

TAULUKKO 35. Ikkunanpielien runkotolpan ominaiskuormitusten maksimiarvot

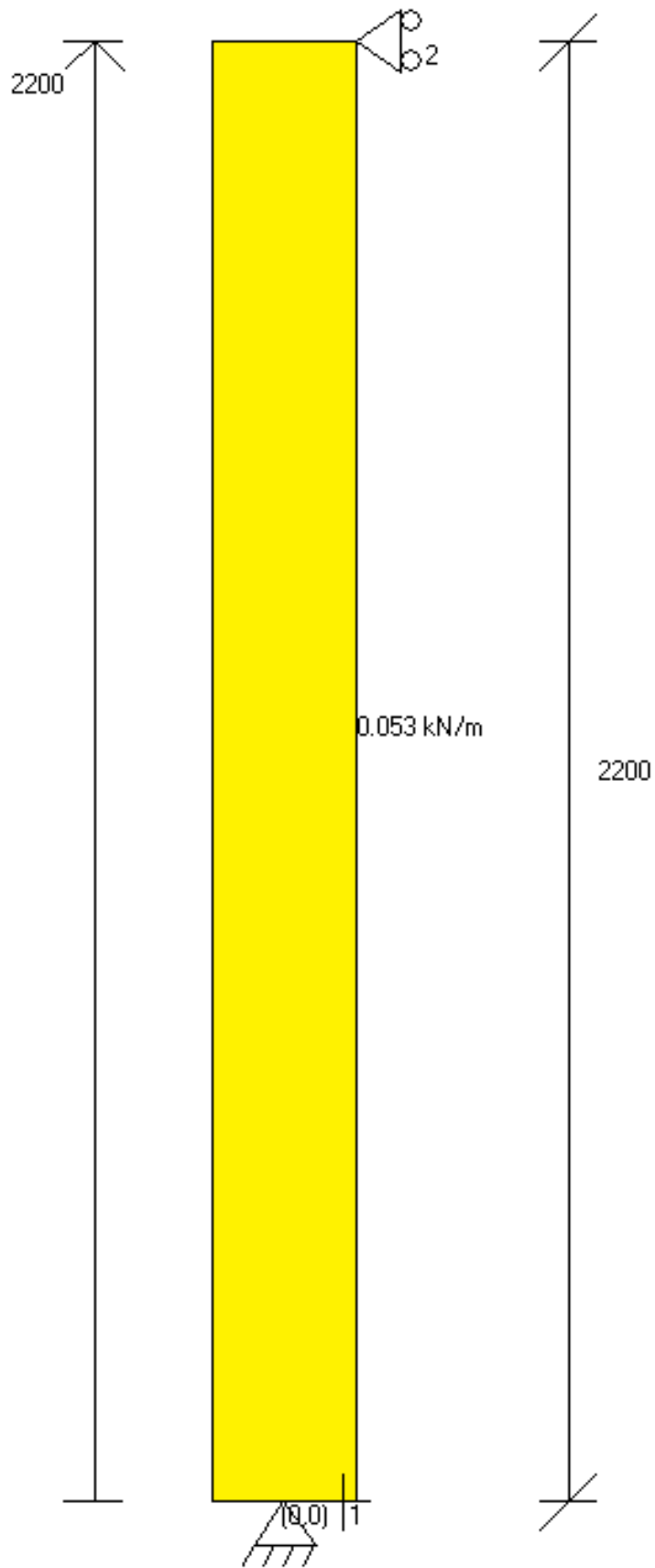
IKKUNANPIELIEN RUNKOTOLPAT	
	Ominaiskuorma
Pysyvä kuorma	14,01 kN
Lumikuorma (maksimi)	24,42 kN
Tuulikuorma (pysty, maksimi)	9,06 kN
Tuulikuorma (pysty, minimi)	-7,55 kN
Tuulikuorma (vaaka, maksimi)	1,35 kN/m

TAULUKKO 36. Ikkunanylityspalkkien ominaiskuormitusten maksimiarvot

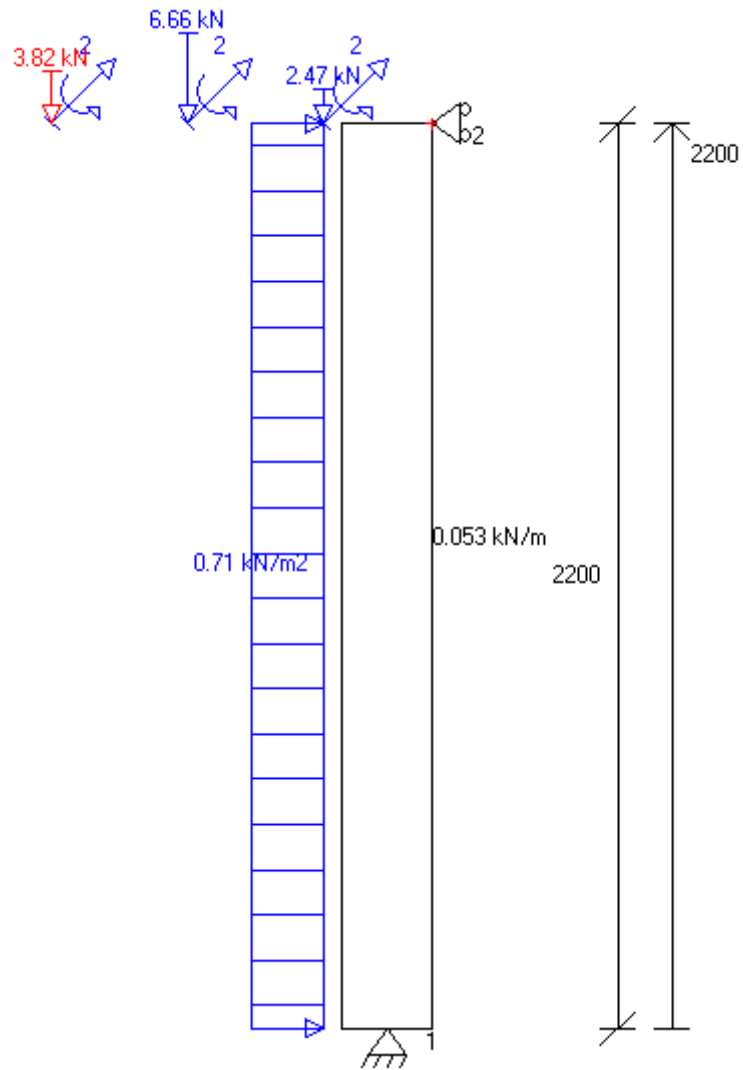
IKKUNANYLITYSPALKKI	
	Ominaiskuorma
Pysyvä kuorma	6,37 kN/m
Lumikuorma (maksimi)	11,10 kN/m
Tuulikuorma (pysty, maksimi)	4,12 kN/m
Tuulikuorma (pysty, minimi)	-3,43 kN/m
Tuulikuorma (vaaka, maksimi)	0,78 kN/m

4.6.1 Runkotolppa

Runkotolpan poikkileikkaukseksi on rakennetyyppejä määritettäessä valittu 48x223. Valinta perustui pääosin lämmöneristysvaatimusten täyttämiseen. Suoritetaan runkotolpan mitoitus määritetyllä poikkileikkauksella tolppajaon ollessa 600 mm.



KUVA 29. Runkotolpan rakennemalli (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)



KUVA 30. Runkotolpan ominaiskuormitus (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)

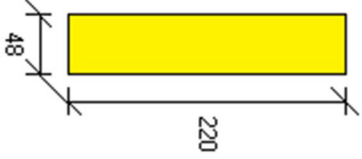
POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkaustyyppi: Suorakaide

Materiaali: C24

Poikkileikkauksista: 48x223 k/k [mm]: 600

MATERIAALI: C24
 MUOTO: Suorakaide
 LEVEYS B: 48 mm
 KORKEUS H: 220 mm
 A: 10560 mm²
 Vy: 42592000 mm⁴
 W_y: 387200 mm³
 K-JAKO/KUORM. LEV.: 600 mm
 PAINO: 5.3 kg/m
 PITUUS: 2200 mm



MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka: 2
 Seuraamuluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENNEMITOITUS

- MURTORAJATILA (MRT)**
 - Nurjahdustarkastelu
 - Kiepahdustarkastelu
- KÄYTTÖRAJATILA (KRT)**
 - Taipumatarkastelu

HUOMI: Tarkista rakenneseosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin määrittät poikkileikkauksen.

MITOITUSTULOS

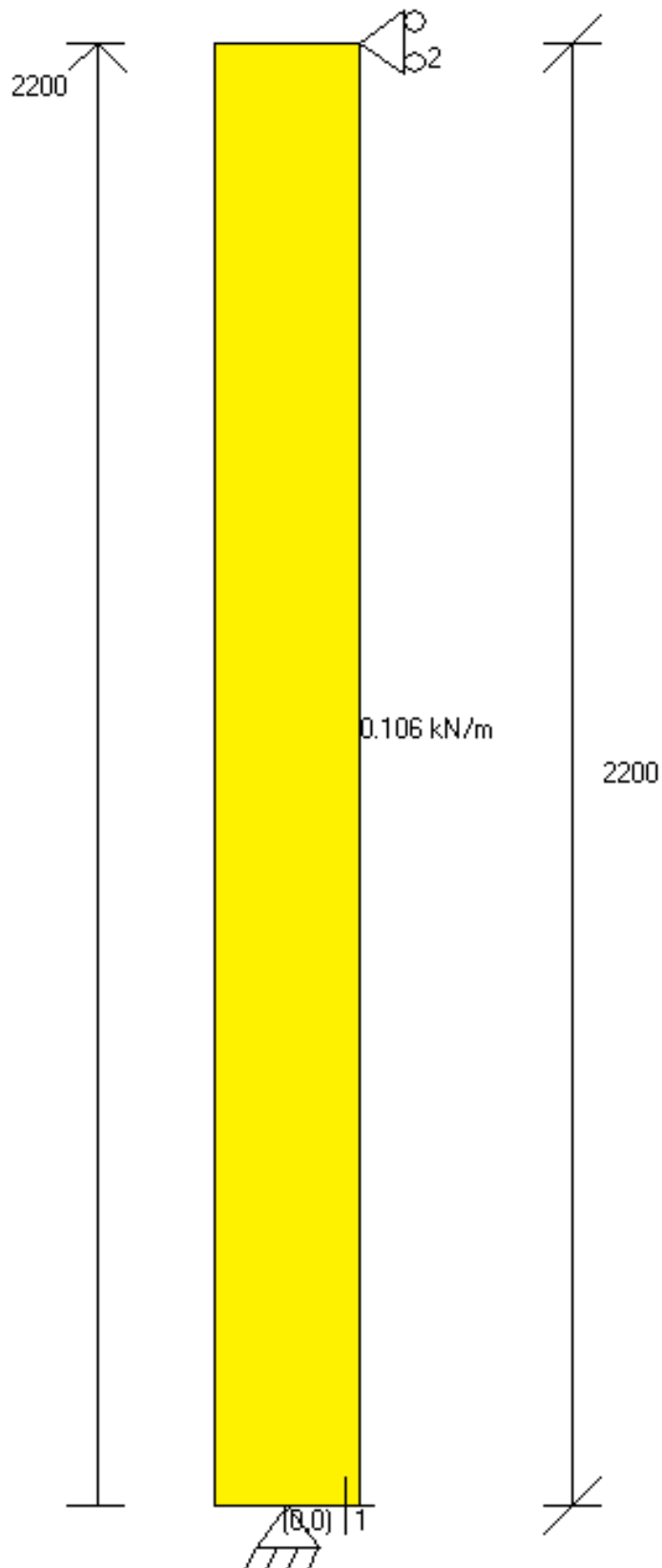
KOKONAISKÄYTTÖASTE = 25.9 %

- RAKENNEMITOITUS (26 %)
- MURTORAJATILA (MRT) (26 %)
 - Leikkaus (Vz): 1.05 kN, (5 %), x = 2200 mm
 - Puristus: 14.52 kN, (12 %), x = 0 mm
 - Taivutus (My): 0.72 kNm, (16 %), x = 2200 mm (Lef=2200 mm)
 - (Ilman kiepahdustaj): 0.72 kNm, (14 %), x = 2200 mm
 - Taivutus+puristus: 0.26, (26 %), x = 2200 mm (Lef=2200 mm)
- KÄYTTÖRAJATILA (KRT) (7 %)
 - Taipumamitoitus: (7%)
 - jänneväli 1 (7%)
 - W_{rnst} = -0.3 mm (0%), x = 1265 mm
 - W_{rnslin} = -0.5 mm (7%), x = 1265 mm

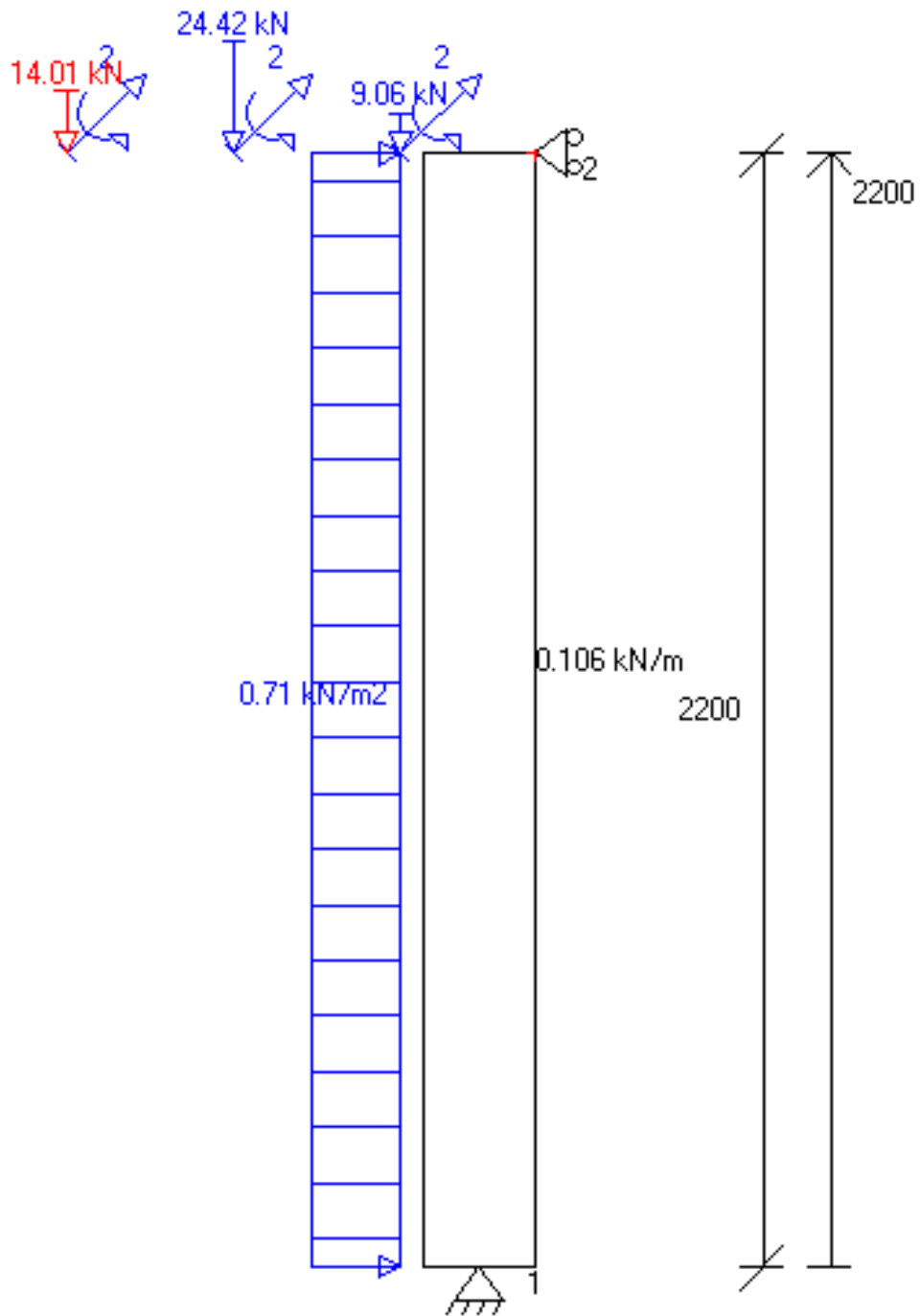
KUVA 31. Runkotolpan mitoitusohjelma (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)

4.6.2 Ikkunanpielien runkotolpat

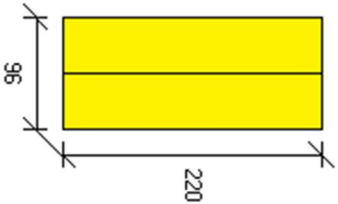
Ikkunanpielien runkotolpan poikkileikkaukseksi on rakennetyyppejä määritettäessä valittu 48x223. Tarvittaessa käytetään useampaa vierekkäistä runkotolppaa riittävän kapasiteetin saavuttamiseksi. Ikkunanpielien rasitetuin runkotolppa kerää kuormitusta yläpohjarakenteelta 2,2 metrin matkalta. Mitoitukseen lähdetään olettamuksesta, että kaksi runkotolppaa riittää ikkunan pielien runkotolpaksi.



KUVA 32. Ikkunanpielien runkotolpan rakennemalli (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)



KUVA 33. Ikkunanpielien runkotolpan ominaiskuormitus (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)

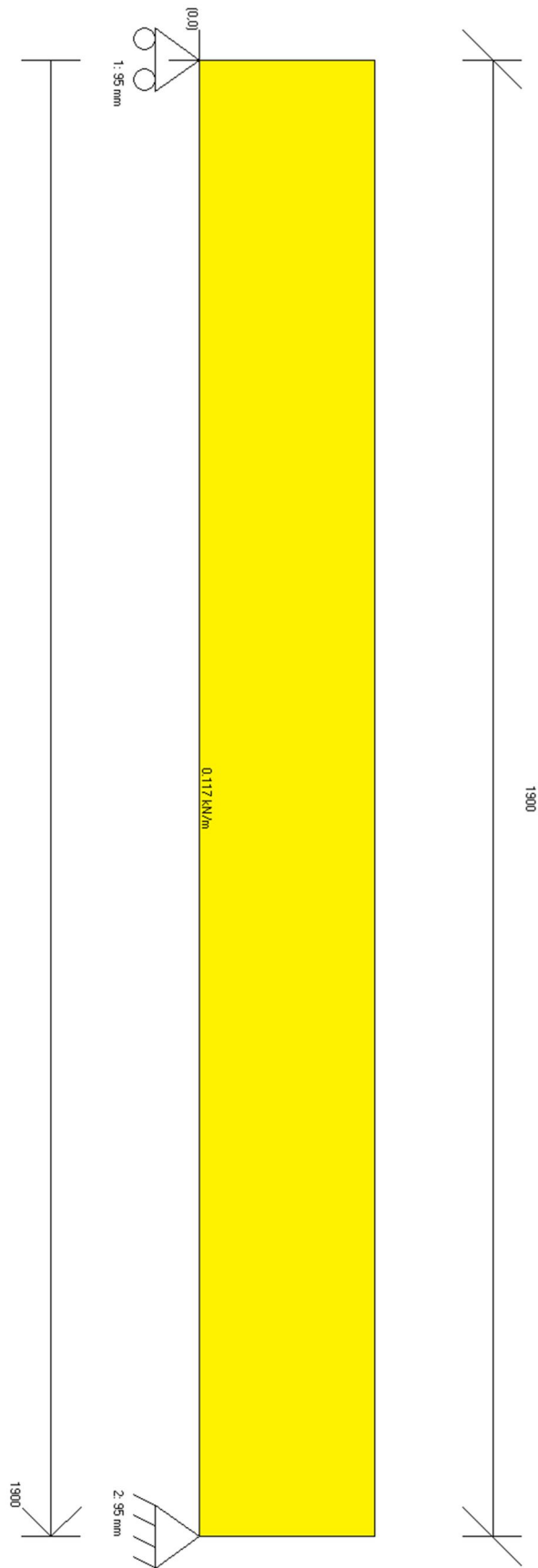
Terveystuloa	RAKENNEMALLI	Reiät	Kuormitus	MITOITUS	Lasketalukset	TULOSTE
POIKKILEIKKAUS						
Poikkileikkaustyyppi:	Suorakaide					
Materiaali:	C24					
Poikkileikkauksista:	2x48x220	k/k [mm]	2200			
MATERIAALI: C24 MUOTO: Suorakaide LEVEYS B: 96 mm KORKEUS H: 220 mm A: 21120 mm ² l _y : 85184000 mm ⁴ W _{ly} : 774400 mm ³ K-JAKO/KUORM. LEV.: 2200 mm PAINO: 10,6 kg/m PITUUS: 2200 mm						
						
MITOITUSASETUKSET						
Käyttöluokka:	2					
Seuraamuluokka:	CC2 (KFI=1,0)					
<input checked="" type="checkbox"/> RAKENNEMITOITUS						
<input checked="" type="checkbox"/> MURTORAJATIILA (MRT) -----						
<input checked="" type="checkbox"/> Nuijahdustarkastelu -----						
<input checked="" type="checkbox"/> Kiepahdustarkastelu -----						
<input checked="" type="checkbox"/> KÄYTTÖRAJATIILA (KRT)						
<input checked="" type="checkbox"/> T aipumetakastelu -----						
HUOMI Tarkista rakenneseosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.						
MITOITUSTULOS						
KOKONAISKÄYTTÖASTE = 54,8 %						
<ul style="list-style-type: none"> RAKENNEMITOITUS (55 %) <ul style="list-style-type: none"> MURTORAJATIILA (MRT): (55 %) <ul style="list-style-type: none"> Leikkaus (Vz): 4,21 kN, (10 %), x = 2200 mm Puristus: 53,01 kN, (23 %), x = 0 mm Taivutus (My): 3,43 kNm, (32 %), x = 2200 mm (lef=2200 mm) (filman kiepahdustel): 3,43 kNm, (32 %), x = 2200 mm Taivutus+puristus: 0,55, (55 %), x = 2200 mm (lef=2200 mm) KÄYTTÖRAJATIILA (KRT): (16 %) <ul style="list-style-type: none"> T aipumamitoitus: (16%) <ul style="list-style-type: none"> jänneväl 1 (16%) <ul style="list-style-type: none"> Winst = -0,8 mm (0%), x = 1265 mm Wret,fin = -1,2 mm (16%), x = 1265 mm 						

KUVA 34. Ikkunanpielien runkotolpan mitoitusohjelma.

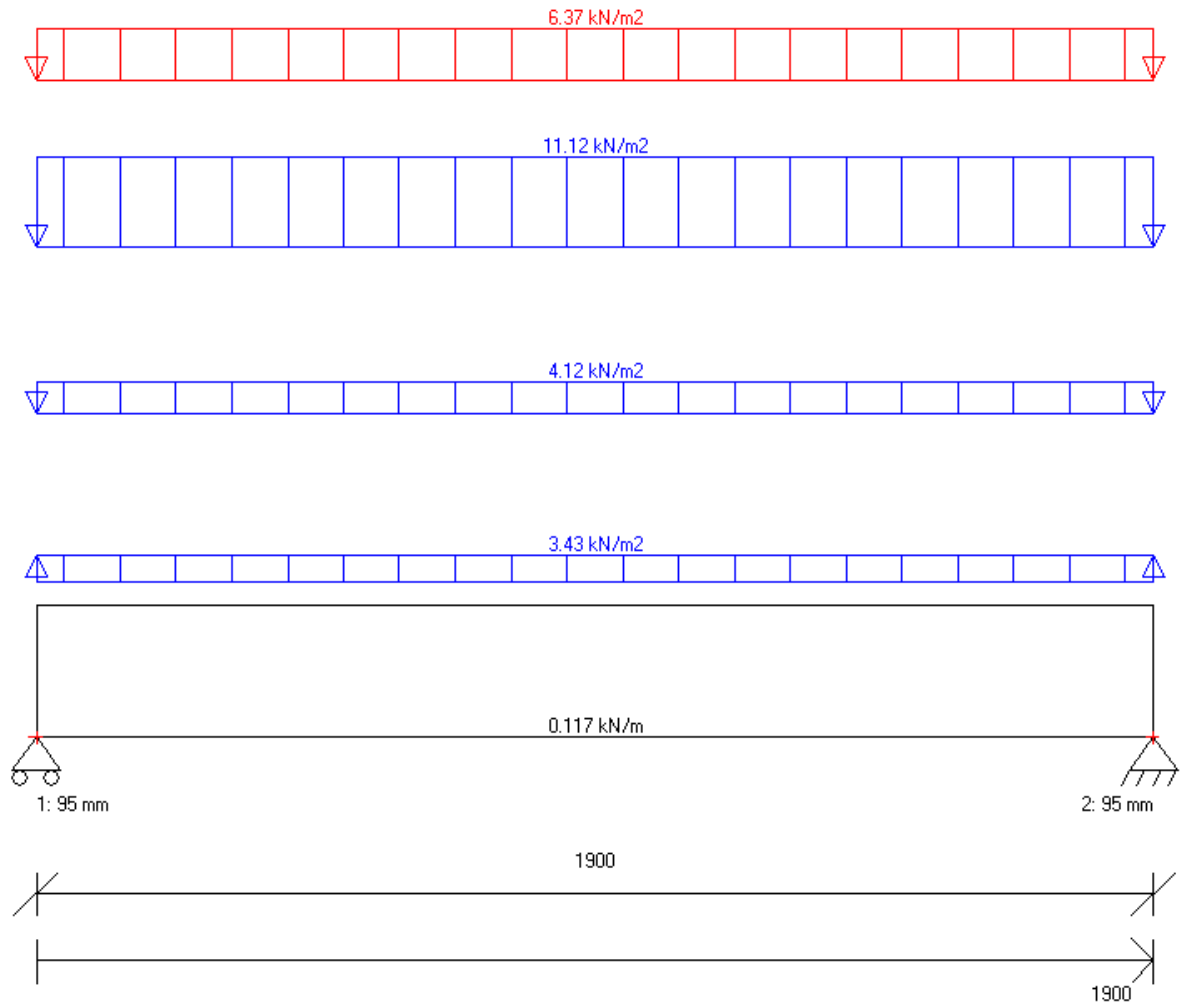
Mitoitustuloksen perusteella käytetään ikkunanpielissä kahta runkotolppaa. Käyttöaste runkotolpalle 54,8 %. Käyttöaste jää alhaiseksi, mutta yksittäinen runkotolppa ei täytä mitoitusheitoa rasitetuimmassa tapauksessa.

4.6.3 Ikkunanylityspalkki

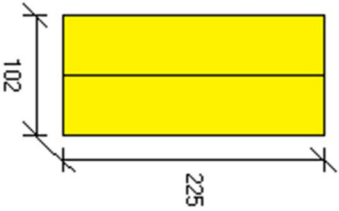
Ikkunanylityspalkin poikkileikkaukseksi on valittu kertopuupalkki 51x225. Palkkeja asennetaan ikkunan ylitykseen kaksi vierekkäin syrjälleen. Suurin ikkunanylityspalkin jänneväli on 1900 mm.



KUVA 35. Ikkunanylityspalkin rakennemalli (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)



KUVA 36. Ikkunanylityspalkin ominaiskuormitus (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)

Tervetuloa	RAKENNEMALLI	Reiät	Kuormitus	MITOITUS	Lasketulokset	TULOSTE
POIKKILEIKKAUS						
Poikkileikkaustyyppi:						
Suorakaide						
Materiaali:						
KERTO-S syyriälään						
Poikkileikkauksista: k/k [mm]:						
2x51x225 1000						
MATERIAALI: KERTO-S syyriälään						
MUOTO: Suorakaide						
LEVEYS B: 102 mm						
KORKEUS H: 225 mm						
A: 22950 mm ²						
ly: 96820312 mm ⁴						
Wyy: 860625 mm ³						
K-JAKO/KUORM.LEV.: 1000 mm						
PAINO: 11,7 kg/m						
PITUUS: 1900 mm						
						
MITOITUSASETUKSET						
Käyttöluokka: 2						
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)						
<input checked="" type="checkbox"/> RAKENNEMITOITUS						
<input checked="" type="checkbox"/> MURTORAJATIILA (MRT)						
<input checked="" type="checkbox"/> Nurjahdustarkastelu						
<input checked="" type="checkbox"/> Kiepahdustarkastelu						
<input checked="" type="checkbox"/> KÄYTTÖRAJATIILA (KRT)						
<input checked="" type="checkbox"/> Taipumatarkastelu						
<p>HUOMI Tarkista rakennesean laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.</p>						
MITOITUSTULOS						
KOKONAISKÄYTTÖASTE = 66.6 %						
<ul style="list-style-type: none"> RAKENNEMITOITUS (67%) <ul style="list-style-type: none"> MURTORAJATIILA (MRT): (55%) <ul style="list-style-type: none"> Leikkaus (Vz): 22.93 kN, (55%), x = 1900 mm Taivutus (My): 10.89 kNm, (42%), x = 950 mm (lef=600 mm) (Ilman kiepahdustaj): 10.89 kNm, (42%), x = 950 mm Tukipaine, tuki 1: (45%), tukipainekerroin = 1.32 Tukipaine, tuki 2: (45%), tukipainekerroin = 1.32 KÄYTTÖRAJATIILA (KRT): (67%) <ul style="list-style-type: none"> Taipumanmitoitus: (67%) <ul style="list-style-type: none"> jänneväli 1 (67%) 						

KUVA 37. Ikkunanylityspalkin mitoitustulos (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)

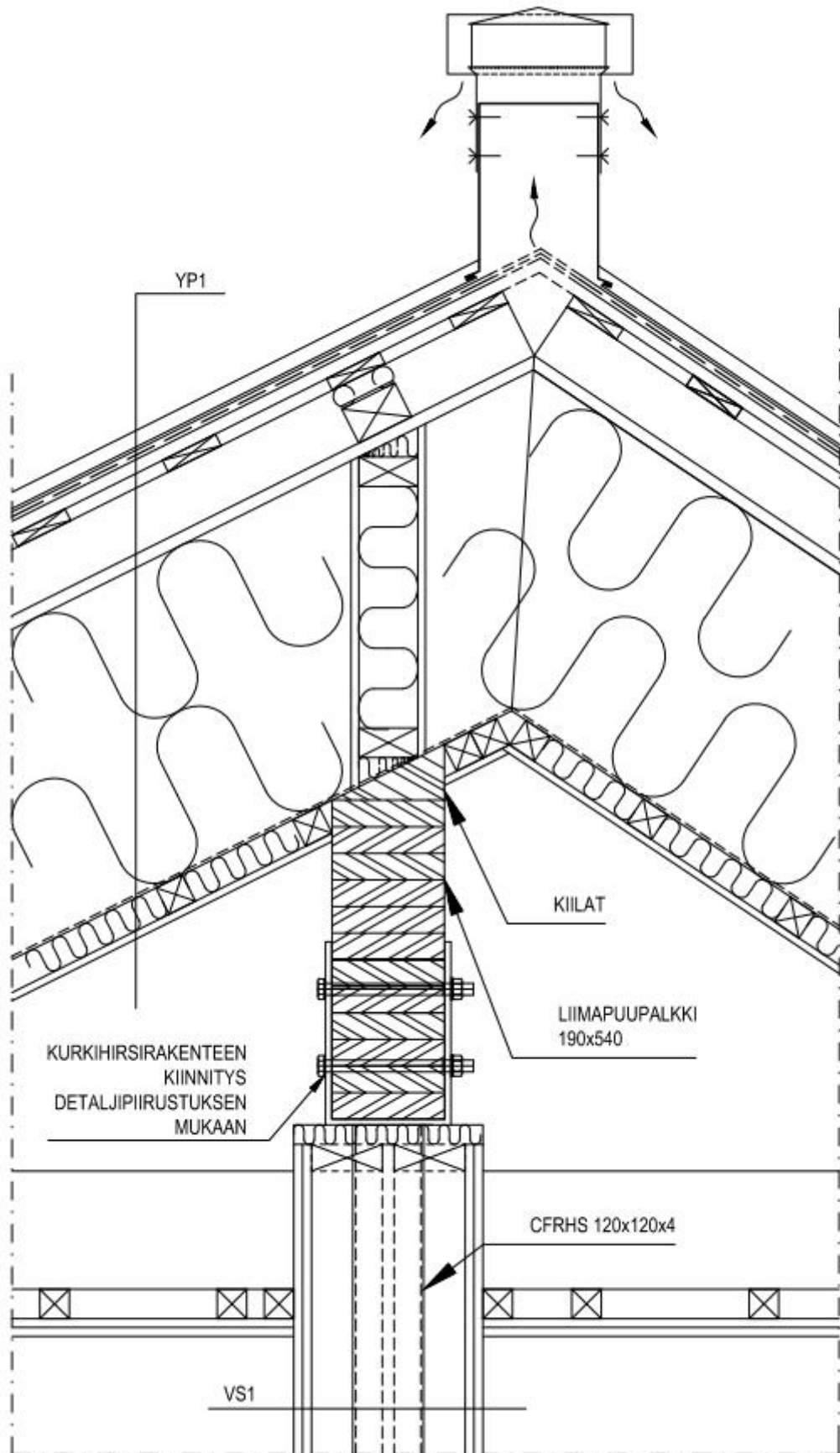
Mitoitustuloksen perusteella käytetään ikkunanpielissä kahta kertopuupalkkia, jotka ovat poikkileikkauksiltaan 51x225. Käyttöaste ikkunanylityspalkille on 66,6 %.

4.7 Kurkihirsirakenne

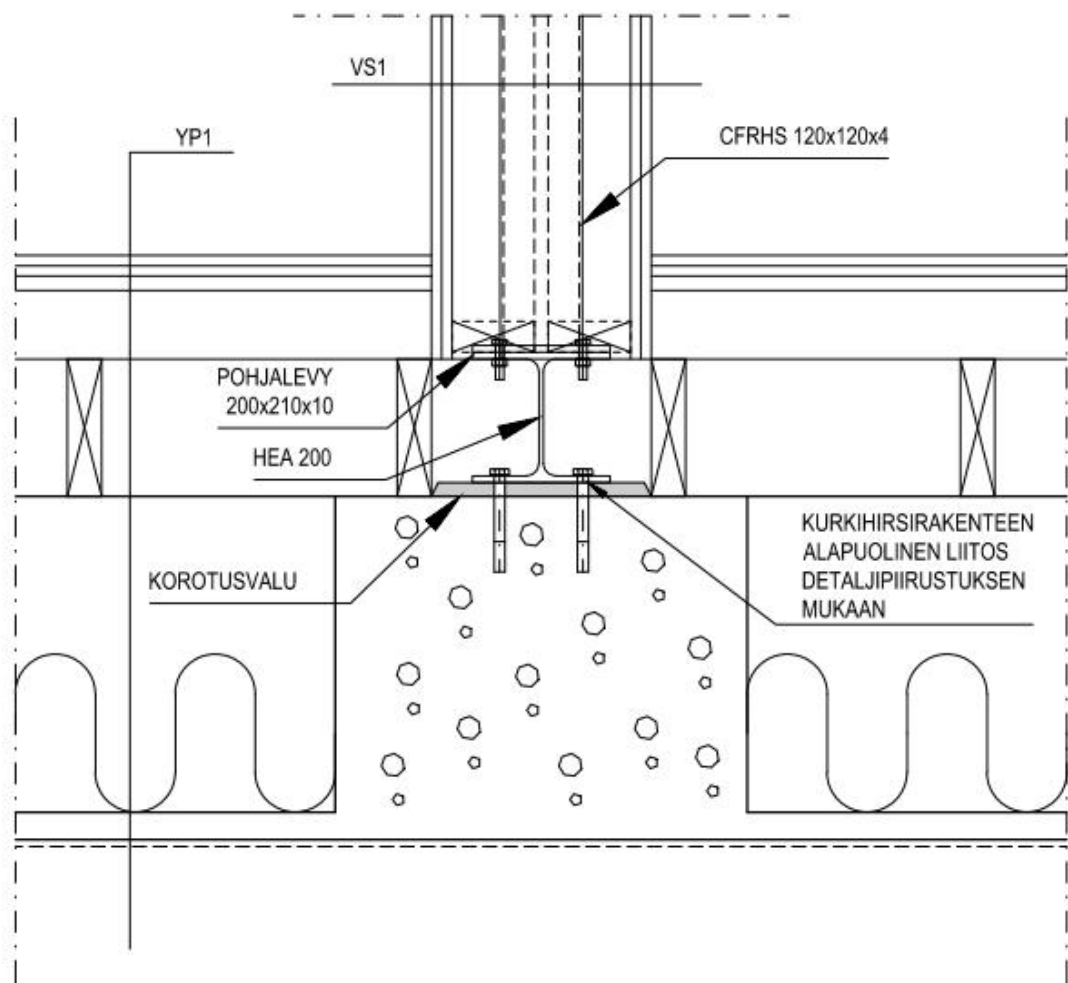
Kurkihirsirakenne muodostuu kurkihirsinä toimivasta liimapuupalkista, joka on tuettu teräspilareilla. Pilarien alapää on liitetty pulttiliitoksella teräspalkkiin, joka jakaa pilareiden kuormitusta vanhoille kantaville pystyrakenteille. Pilareiden sijoittelussa otetaan huomioon vanhojen rakenteiden sijainti sekä pilareiden sijoittuminen suhteessa uusiin väliseinäarakenteisiin.

Kurkihirsilinja sijoitetaan kokonaisuudessaan alapuolisen kantavan palkki- tai seinälinjan päälle, jolla on suurin mahdollinen kapasiteetti. Alempien kerrosten vanhoista piirustuksista voidaan osoittaa alapuolella olevan osittainen kantava seinälinja rakennuksen pituussuuntaan. Rakenneavauksesta voidaan todeta kyseisellä kohdalla olevan kantava linja, joka menee koko rakennuksen läpi. Lähtötietojen perusteella voidaan todeta alapuolisen kantavan rakenteen olevan osittain kantavaa seinälinjaa ja osittain kantavaa palkkilinjaa. Pilarit sijoitellaan mahdollisuuksien mukaisesti uuden huoneistojen välisen väliseinän sisään suosien paikkoja, joiden alapuolinen rakenne on kantava seinälinja. Kuormitusta jakavaa palkkirakennetta käytetään siirtämään kuormitusta seinälinjoille sekä ta-soittamaan pistemäisiä kuormituksia.

Kuvissa 38 ja 39 on esitetty luonnosvaiheen periaatepiirustus kantavasta kurkihirsirakenteesta. Kuvat on tehty havainnollistamaan kurkihirsirakennetta opinnäytetyötä varten. Tarkat leikkauspiirustukset ja detaljipiirustukset tehdään rakennesuunnittelun myöhemmässä vaiheessa. Liitokset mitoitetaan myöhemmin.



KUVA 38. Kurkihirsirakenteen periaatepiirustus, yläpuolinen osa



KUVA 39. Kurkihirsirakenteen periaatepiirustus, alapuolinen osa

4.8 Uusi välipohjarakenne

Välipohjarakenteen kantavat rakenneosat mitoitetaan Finnwood 2.3 SR1 ohjelmalla Eurokoodien EC5 mukaisesti. (Puuinfo. 2011. EC 5. Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje: Kolmas painos, <http://www.puuinfo.fi/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>. Luettu 25.4.2017.). Välipohjan rakennetyyppi on esitetty liitteessä 4.

Rakenneavauksissa on määritetty primaaripalkiston suurimmaksi jänneväliksi 1200 millimetriä, joka on alalaattapalkiston sekundaaripalkkijaon maksimileveys rakenneavausten

perusteella. Uuden primaaripalkiston palkkijaoksi on määritetty 600 millimetriä. Uuden sekundaaripalkiston palkkijaoksi on määritetty 300 millimetriä.

Välipohjarakenteesta mitoitetaan primaari- ja sekundaaripalkki. Määritetään välipohjapalkistolle tuleva kuormitus ja kuormituksen jakautuminen mitoittaville rakenneosille. Rakenneosien kuormitus on määritetty kohdassa 4.3.3 Rakenteiden kuormitukset. Rakenneosien kuormitukset on esitetty taulukoissa 37 ja 38.

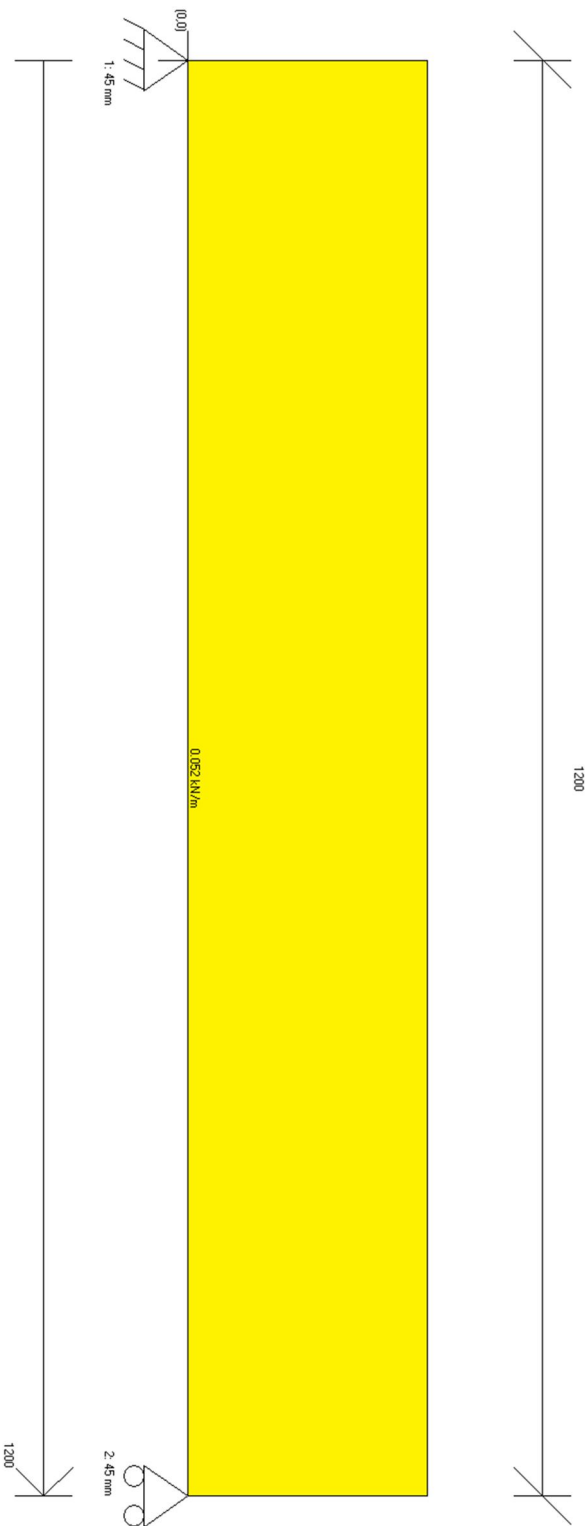
TAULUKKO 37. Välipohjarakenteen primaaripalkin ominaiskuormitus

PRIMAARIPALKKI, k600		
	Neliökuorma [kN/m ²]	Metrikuorma [kN/m]
Pysyvä kuorma	0,49	0,30
Hyötykuorma	2,00	1,20
Kuormat yhteensä	2,49	1,50

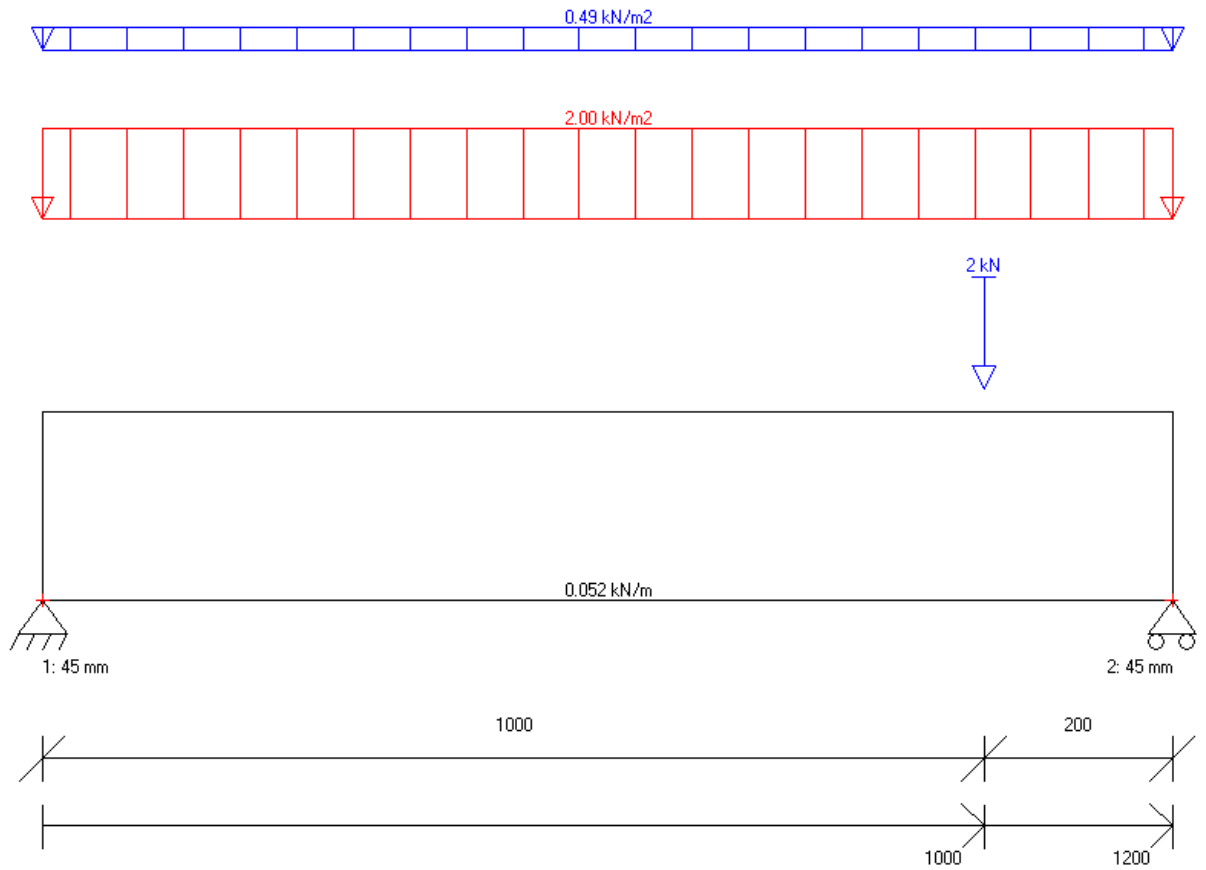
TAULUKKO 38. Välipohjarakenteen sekundaaripalkin ominaiskuormitus

SEKUNDAARIPALKKI, k300		
	Neliökuorma [kN/m ²]	Metrikuorma [kN/m]
Pysyvä kuorma	0,41	0,12
Hyötykuorma	2,00	0,60
Kuormat yhteensä	2,41	0,72

4.8.1 Primaaripalkki



KUVA 40. Välipohjarakenteen primaaripalkin rakennemalli (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)



KUVA 41. Välipohjarakenteen primaaripalkin kuormitus (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)

POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkausestyyppi: Suorakaide

Materiaali: C24

Poikkileikkausestyyppi: 50x200

k/k [mm]: 600

MATERIAALI: C24

MUOTO: Suorakaide

LEVEYS B: 50 mm

KORKEUS H: 200 mm

A: 10000 mm²

I_y: 33333333 mm⁴

W_y: 333333 mm³

K-JAKO/KUORM: LEV.: 600 mm

PAINO: 5.0 kg/m

PITUUS: 1200 mm

MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka: 2

Seuraamustilaluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENNEMITOITUS

MURTORAJATIILA (MRT)

Nurjahdustarkastelu

Kiepahdustarkastelu

KÄYTTÖRAJATIILA (KRT)

Taipumatarkastelu

Väriähtelytarkastelu

MITOITUSTULOS

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 36.3 %

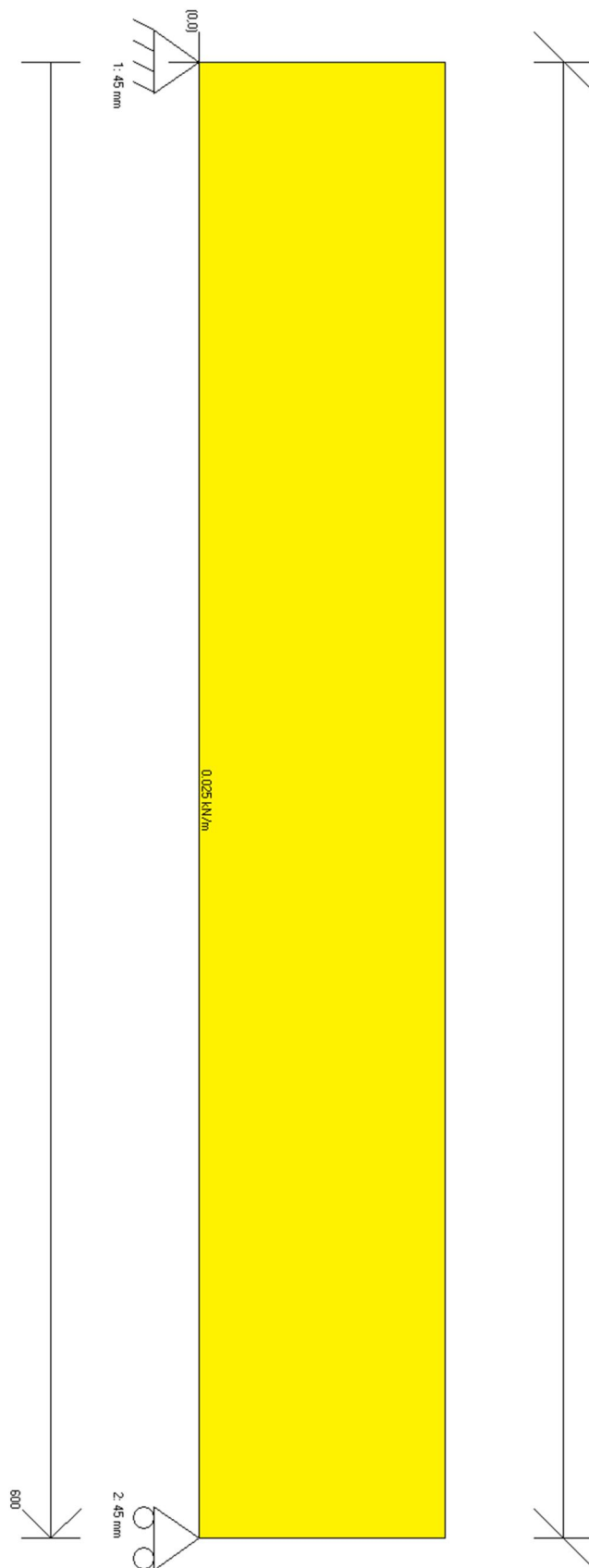
- RAKENNEMITOITUS (36 %)
- MURTORAJATIILA (MRT) (36 %)
 - Leikkaus (Vz): 2.74 kN, (16 %), x = 1200 mm
 - Täivutus (My): 0.54 kNm, (10 %), x = 1000 mm (Leif=300 mm)
 - (Ilman kiepahdusta): 0.54 kNm, (10 %), x = 1000 mm
 - Tukkipaine, tuki 1: (20 %), tukkipainekerroin = 2.08
 - Tukkipaine, tuki 2: (36 %), tukkipainekerroin = 2.08
- KÄYTTÖRAJATIILA (KRT) (20 %)
 - Taipumamitoitus: (6%)
 - jänneväli 1 (6%)
 - Väriähtelymitoitus: (20 %)
 - jänneväli 1 (20%)

HUOMI Tarkista rakenneseosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

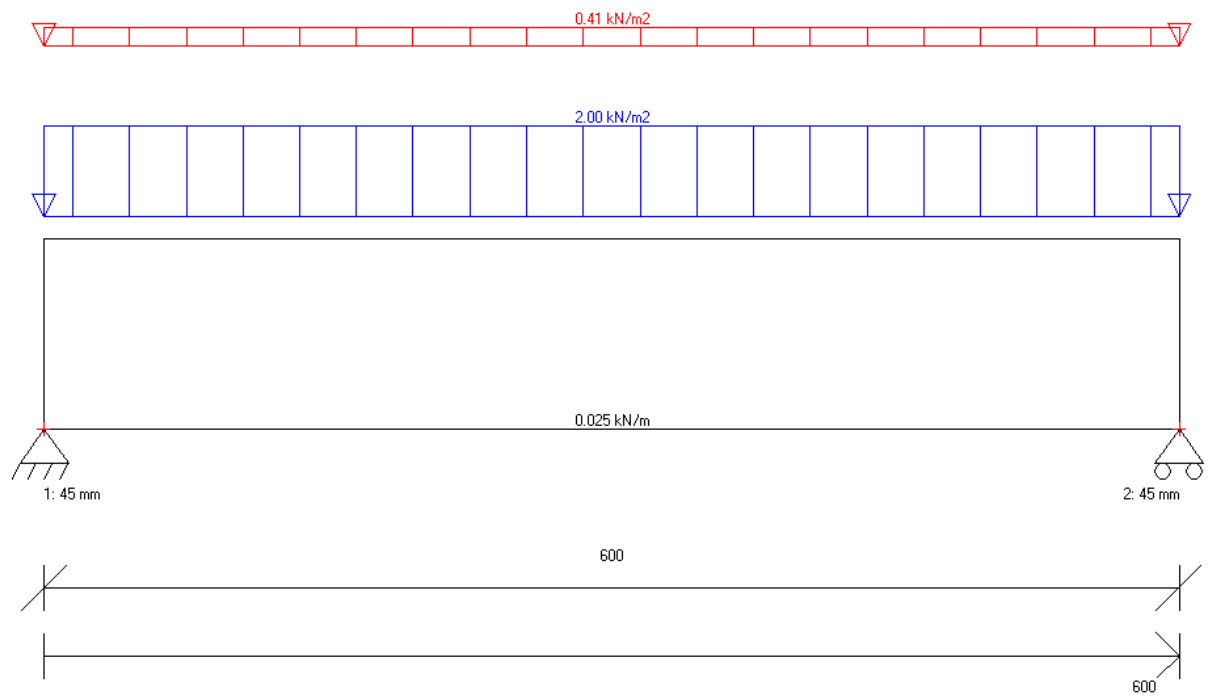
KUVA 42. Välipohjarakenteen primaaripalkin mitoitustulos (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)

Mitoituksen jälkeen huomataan primaaripalkin käyttöasteen olevan 36,3 %. Palkin korkeuden määrää pääosin arkkitehdin määrittämä lattiakorko. Valitaan välipohjarakenteen primaaripalkin poikkileikkaukseksi 50x200.

4.8.2 Sekundaaripalkki



KUVA 43. Välipohjarakenteen sekundaaripalkin rakennemalli (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitusohjelma.)



KUVA 44. Välipohjarakenteen sekundaaripalkin kuormitus (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)

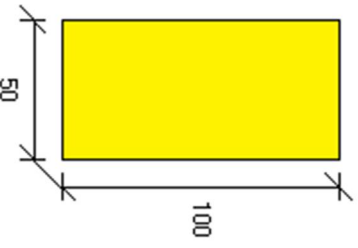
POIKKILEIKKAUS

Poikkileikkaustyyppi: Suorakaide

Materiaali: C24

Poikkileikkauksista: 50x100 k/k [mm]: 300

MÄTERIAALI: C24
 MUOTO: Suorakaide
 LEVEYS B: 50 mm
 KORKEUS H: 100 mm
 A: 5000 mm²
 I_y: 4166667 mm⁴
 W_y: 83333 mm³
 K-JAKO/KUORMALEVY: 300 mm
 PAINO: 2.5 kg/m
 PITUUS: 600 mm



MITOITUSASETUKSET

Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

RAKENNEMITOITUS

- MURTORAJATIILA (MRT)** -----
 - Nurjahdustarkastelu -----
 - Kiepahdustarkastelu -----
- KÄYTTÖRAJATIILA (KRT)**
 - Taipumatarkastelu -----
 - Värähtelytarkastelu -----

HUOMI Tarkista rakenneosan laskenta-asetukset (MRT ja KRT) ennen kuin mitoitat poikkileikkauksen.

MITOITUSTULOS

KOKONAISKÄYTTÖASTE = 19.4 %

- RAKENNEMITOITUS (19 %)
 - MURTORAJATIILA (MRT): (5 %)
 - Leikkaus (Vz): 0.32 kN, (4 %), x = 0 mm
 - Taivutus (My): 0.05 kNm, (4 %), x = 300 mm (lef=300 mm)
 - (Ilman kiepahdusta): 0.05 kNm, (4 %), x = 300 mm
 - Tukipaine, tuki 1: (5 %), tukipainekerroin = 2.08
 - Tukipaine, tuki 2: (5 %), tukipainekerroin = 2.08
 - KÄYTTÖRAJATIILA (KRT): (19 %)
 - Taipumamitoitus: (3%)
 - jänneväl 1 (3%)
 - Värähtelymitoitus: (19 %)
 - jänneväl 1 (19%)

KUVA 45. Välipohjarakenteen sekundaaripalkin mitoitustulos (Finnwood 2.3 SR1 – mitoitushjelma.)

Mitoituksen jälkeen huomataan sekundaaripalkin käyttöasteen olevan 19,4 %. Palkin korkeuden määrää pääosin arkkitehdin määrittämä lattiakorko. Sekundaaripalkiston palkkijako 300 millimetriä luo tukevan pohjan tulevalle levyrakenteelle, joka saadaan palkkirakenteella jäykäksi ja lattiarakenteen taipuma minimoitua. Valitaan välipohjarakenteen sekundaaripalkin poikkileikkaukseksi 50x100.

4.9 Kerroksen kokonaisjäykistys

Kerroksen jäykistys poikittaissuuntaan toteutetaan jäykistävillä väliseinillä sekä kiinnittämällä seinä- ja yläpohjarakenteet kerroksen päädyissä viereisiin vanhoihin seinärakenteisiin. Jäykistävinä väliseininä käytetään kaikkia rakennuksen pituussuuntaan poikittaisia väliseiniä. Vanhojen seinien, hormirakenteiden ja porraskuilurakenteiden suurta jäykistyskapasiteettia käytetään kerroksen kokonaisjäykistämiseksi.

Väliseinälinjat jäykistetään levyjäykistyksellä. Vallitseva vaakavoima on määritetty kohdassa 4.3.4 Tuulikuorma. Käytetään kokonaistuulivoimaa vaakavoimana kohteessa. Jäykistävän väliseinän mitoitus on tehty RIL 205-1-2009 ohjeilla ja kaavoilla. Käytetään jäykistysseinien yksinkertaistettua analyysia (RIL 205-1-2009. 9.2.4.3S. Sivun 148.). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 205-1-2009: Puurakenteiden suunnitteluohje, Eurokoodi EN 1995-1-1. Helsinki.).

Opinnäytetyössä esitetään kerroksen läpi menevän väliseinälinjan jäykistyskapasiteetin tarkastelu. Käytetään levyjäykistys tarkastelussa Gyprocin GEK 13 levyä väliseinän molemminpuolisena levytyksenä. Taulukossa 39 on listattu jäykistykseen käytettävien levy- ja kiinnitysmateriaalien ominaisuuksia.

TAULUKKO 39. Kiinnike- ja levytyyppien ominaisuudet (VTT. 2017. Tuotesertifikaatti: Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. <http://www.gyproc.fi/tilaa-ja-lataa/hyvaksynnat/rakennusten-jaykistys>. Luettu 29.5.2017.).

Kiinnike	Levytyyppi	Käyttöluokka	Ominaisleikkauslujuus [N]	Siirtymäkerroin [N/mm]	Kimmoduuli pituus-suunta [N/mm ²]	Kimmoduuli poikki-suunta [N/mm ²]	Liukumuodi [N/mm ²]	Ominaisleikkauslujuus [N/mm ²]
QM-ST 32	GN 13 /Gyproc 4 Pro	1	400	800	2100	1600	670	1,11
QT 29	GN 13 /Gyproc 4 Pro	1	400	800	2100	1600	670	1,11
QGG 33 tai QM-GG 33	GL 15	1	772	1180	5000	4500	690	1,78
Verpa Senco 39A35MC 3,9x35	GN 13 /Gyproc 4 Pro	1	401	590	2100	1600	670	1,11
Verpa Senco 39A35MC 3,9x35	GN 13 W	1	401	590	1900	1400	670	1,11
ITW BYG Spit 3,9x32	GR 13	1	744	1490	3500	2600	690	1,78
Wurth 3,9x35	GR 13 W	1	911	1780	3500	2600	690	1,78
Wurth 3,9x32	GEK 13 / GRI 13 / GRIE 13	1	502	1000	3300	2600	690	1,78
QGG 47 tai QM-GG 47	GL 15	1	931	1420	5000	4500	690	1,78
QGG 62 tai QM-GG 66	GL 15	1	931	1420	5000	4500	690	1,78
Verpa Senco 39TA30M C 3,9x30	GR 13	1	521	880	3500	2600	690	1,78

Kerrokseen vaikuttava tuulen kokonaisvoima lasketaan kaavasta 19.

$$w_k = c_s c_d * c_f * q_p(h) = 0,875 * 1,245 * 0,65 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{kaava 19})$$

$$w_k = 0,71 \text{ kN/m}^2$$

Jäykistävän seinän yläreunan vaakakuormitus lasketaan kaavasta 20.

$$F_{v,k} = w_k \cdot h \cdot b \quad (\text{kaava 20})$$

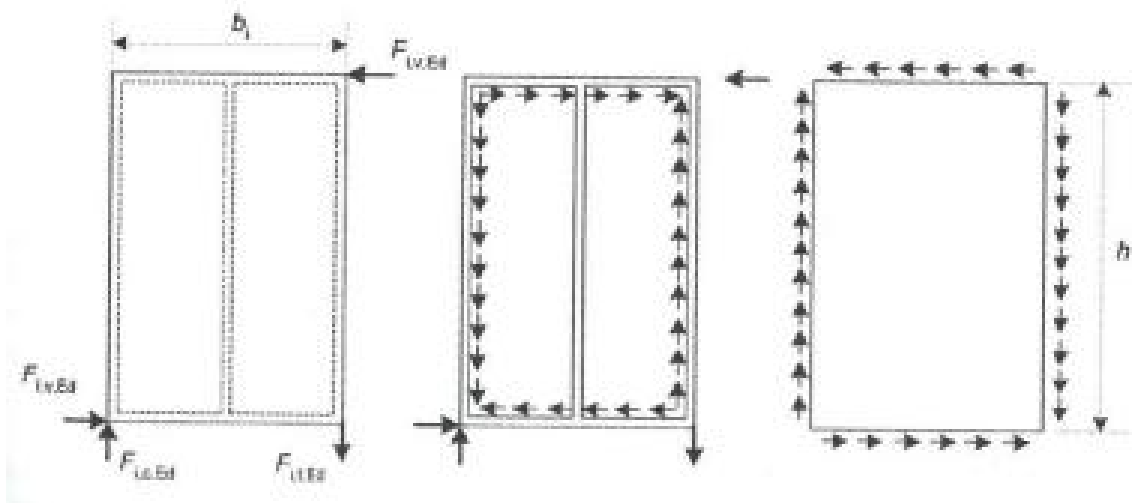
$$h = 5,7 \text{ m}$$

$$b = 17,7 \text{ m}$$

$$F_{v,k} = 0,71 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,7 \text{ m} \cdot 6,62 \text{ m} = 26,8 \text{ kN}$$

Jäykistävän seinän yläreunan vaakakuormitus murtorajatilassa lasketaan kaavasta

$$F_{v,Ed} = K_{FI} \cdot 1,5 \cdot F_{v,k} = 1,0 \cdot 1,5 \cdot 26,8 \text{ kN} = 40,2 \text{ kN} \quad (\text{kaava 21})$$



KUVA 46. Voimien siirtyminen yhdessä seinälohkossa (RIL 205-1-2009. Kuva 9.10. Sivu 149.).

Jäykistävän väliseinän mitoitusehto on $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$, jossa $F_{v,Ed}$ on seinän yläreunan vaakakuormitus murtorajatilassa ja $F_{v,Rd}$ on seinän mitoittava vaakaleikkausvoimakestävyys. Vaakaleikkausvoimakestävyys saadaan kaavalla 22.

$$F_{v,Rd} = \Sigma F_{i,v,Rd} \quad (\text{kaava 22})$$

$F_{i,v,Rd}$ on yhden seinälohkon vaakaleikkausvoimakestävyysmitoitussarvo, joka lasketaan kaavalla 23. Kokonaisia seinäloikkoja yhtenäisessä seinässä tässä tapauksessa on 8.

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} \quad (\text{kaava 23})$$

missä

$F_{f,Rd}$ ruuvien leikkausvoimakestävyys

b_i levyn leveys

c_i määritetään kaavalla 24
 s liitinväli

$$c_i = \begin{cases} 1, & \text{kun } b_i \geq \frac{h}{2} = \text{epätosi} \\ \frac{2 \cdot b_i}{h} = \frac{2 \cdot 1200 \text{ mm}}{2600 \text{ mm}}, & \text{kun } b_i < \frac{h}{2} = \text{tosi} \end{cases} \quad (\text{kaava 24})$$

$$c_i = 0,92307 \dots \approx 0,92$$

Määritetään vaadittu liitinväli. Vaadittu liitinväli lasketaan kaavalla 25.

$$s \leq \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{F_{i,v,Rd}} \quad (\text{kaava 25})$$

$$s \leq \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{(F_{v,Ed}/10)} = \frac{502 \text{ N} \cdot 1200 \text{ mm} \cdot 0,92}{(40200 \text{ N}/16)}$$

$$s \leq 220,5802 \dots \text{ mm} \approx 221,6 \text{ mm}$$

Käytetään liitinvälinä 200 millimetriä. Muiden seinälinjojen osalta jäykistyskapasiteetti lasketaan erikseen. Lasketaan lohkon seinälevyrakenteen ulkoisen pystyvoimat (kts. kuva 46) kaavalla 27. Seinän ankkurointi alapuoliseen rakenteeseen on varmistettava riittävällä kiinnityksellä. Levyn leikkauslommahdustarkastelua ei suoriteta, jos levy täyttää kaavan 28 ehdon.

$$F_{i,c,Ed} = F_{i,t,Ed} = \frac{F_{v,Ed} \cdot h_s}{b_i} \quad (\text{kaava 27})$$

$$F_{i,c,Ed} = F_{i,t,Ed} = \frac{40,2 \text{ kN} \cdot 2600 \text{ mm}}{1200 \text{ mm}} = 87,1 \text{ kN}$$

$$\frac{b_{net}}{t_i} \leq 100 \quad (\text{kaava 28})$$

missä

b_{net} väliseinän tolppajako, 600 mm

t_i jäykistävän levyn paksuus, 13 mm

$$\frac{600 \text{ mm}}{13 \text{ mm}} \approx 46,2 \text{ mm} \leq 100, \text{ tosi}$$

5 POHDINTA

Opinnäytetyön rakennesuunnittelu luo pohjan toteutusvaiheen piirustuksien tuottamiseen. Pääasialliset kantavat rakenneosat on mitoitettu työssä. Kerroksen rakenteellinen toimivuus kokonaisuutena on määritetty. Rakennesuunnittelija voi jatkaa työtä opinnäytetyön pohjalta sujuvasti kohti yksityiskohtaisempaa suunnittelua ja kattavien rakennepiirustusten tuottamista.

Kerrostalon korotuskerroksen rakennesuunnittelu on monin tavoin haasteellinen projekti. Lähtötietojen puutteellinen määrä aiheuttaa suurimmat ongelmat rakennesuunnittelun kannalta. Lähtötietoja on oltava riittävästi rakennesuunnittelun toteuttamiseksi. Kohteessa kattava informaatio täydentyy vasta purkuvaiheessa, kun vanha välipohja on kokonaisuudessaan tutkittavissa. Lähtötietoja onnistuttiin hankkimaan lisää rakenneavausten avulla, joten rakennesuunnittelu voitiin suorittaa työn vaiheeseen nähden riittävällä tarkkuudella. Muita haasteita korotusprojektin rakennesuunnitteluun toivat vanhan välipohjan kantavuustarkastelu, kerroksen kokonaisjäykistys ja palonkestävyysaikavaatimukset.

Välipohjan kantavuustarkastelussa jouduttiin turvautumaan laskennallisen tarkastelun sijasta muihin keinoihin. Kantavuutta tarkasteltiin pääasiassa vanhojen kuormitusten pohjalta. Uusien kuormien sijoitteluun kiinnitettiin erityistä huomiota. Purkuvaiheessa voidaan raudoitusten skannausta harkita, jolloin saadaan lisää informaatiota kantavuuden laskennalliseksi määrittämiseksi. Toimenpiteet suoritetaan rakennesuunnittelijan harkinnan mukaan.

Kerroksen kokonaisjäykistys tuotti haasteita, koska koko kerroksen läpi kulkevia väliseinälinjoja ei kerroksessa juurikaan ollut. Kerroksen ollessa puuta jouduttiin turvautumaan levyjäykistykseen. Tuulen kokonaisvoima osoittautui verraten suureksi. Jäykistykseen käytettiin väliseinien levyjäykistyksen lisäksi vanhoja hormi-, seinä- ja porraskuilurakenteita. Vanhojen rakenteiden jäykistyskapasiteetin avulla kerroksen kokonaisjäykistys pystyttiin toteuttamaan.

Palonkestävyysvaatimukset ovat puurakenteille ongelmallisia. Puu alkaa menettää toiminnallista poikkileikkaustaan, kun palo pääsee vaikuttamaan puun pinnalle. Yläpohjan kannakepalkkien tapauksessa palkit jouduttiin suojaamaan kaksinkertaisella palokipsilevytyksellä alapuolista paloa vastaan. Yläpuolista paloa vastaa kannakepalkkien poikkileikkaus riitti, kun yläpohjassa käytettiin paloeristävää kivivillaa.

Kerrostalon korotusprojekti on yleistynyt tapa lisätä keskusta-alueiden asuntokapasiteettia. Rakennesuunnittelijoiden tulee olla tietoisia kohteen kaltaisten projektien erityispiirteistä voidakseen osallistua rakennesuunnitteluun sujuvasti. Uudet rakenneosat on pystyttävä yhdistämään vanhoihin rakenteisiin, jotta rakennus toimii rakenteellisesti kokonaisuutena.

LÄHTEET

Ympäristöministeriö. 2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakenteiden lujuus ja vakaus. Helsinki.

Ympäristöministeriö. 2010. C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennuksen lämmöneristys.

Pirjo Kurki. Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakennusten paloturvallisuus. Helsinki.

Gyproc. 2011. <http://www.gyproc.fi/suunnittelu/palosivusto/maaritelmia/paloluokitus-jarjestelmat>. Luettu 26.4.2017.

Ympäristöministeriö. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma: C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksissa: määräykset ja ohjeet. Helsinki.

(<http://www.eurocodes.fi/1990/1990/NA%20SFS-EN1990-YM.pdf>, 13.4.2017)

Suomen Standardoimisliitto SFS. 1991. SFS-EN 1991-1-1.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki.

Puuinfo. 2011. Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje: Kolmas painos. EC 5. <http://www.puuinfo.fi/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>. Luettu 25.4.2017.

PUUINFO. 2013. Tekninen tiedote: Puurakenteen palomitoitus. <http://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/puurakenteen-palomitoitus>. Luettu 26.4.2017.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 205-2-2009: Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki.

VTT. 2017. Tuotesertifikaatti: Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. <http://www.gyproc.fi/tilaa-ja-lataa/hyvaksynnat/rakennusten-jaykistys>. Luettu 29.5.2017.

LIITTEET

Liite 1. Piirustusluettelo



Jaakko Heinonen

KOHDE AS. OY HEINÄPUISTO, KOROTUSTyönro **31 12619**

Rakennepiirustukset

22.6.2017

Piir.	Rev.	Sisältö	Pvm.	Muutos
12 0000		Rakennetyypit		
12 0100		Detaljit		
12 3000		5. Kerroksen seinät ja katto		
12 3001		Parvikerroksen seinät ja katto		
13 3002		4. Kerroksen seinät ja katto		
12 3900		Leikkaus 1-1		
12 3901		Leikkaus 2-2		
12 6000		Vesikatto		

Liite 2. Kohteen vanhat piirustukset

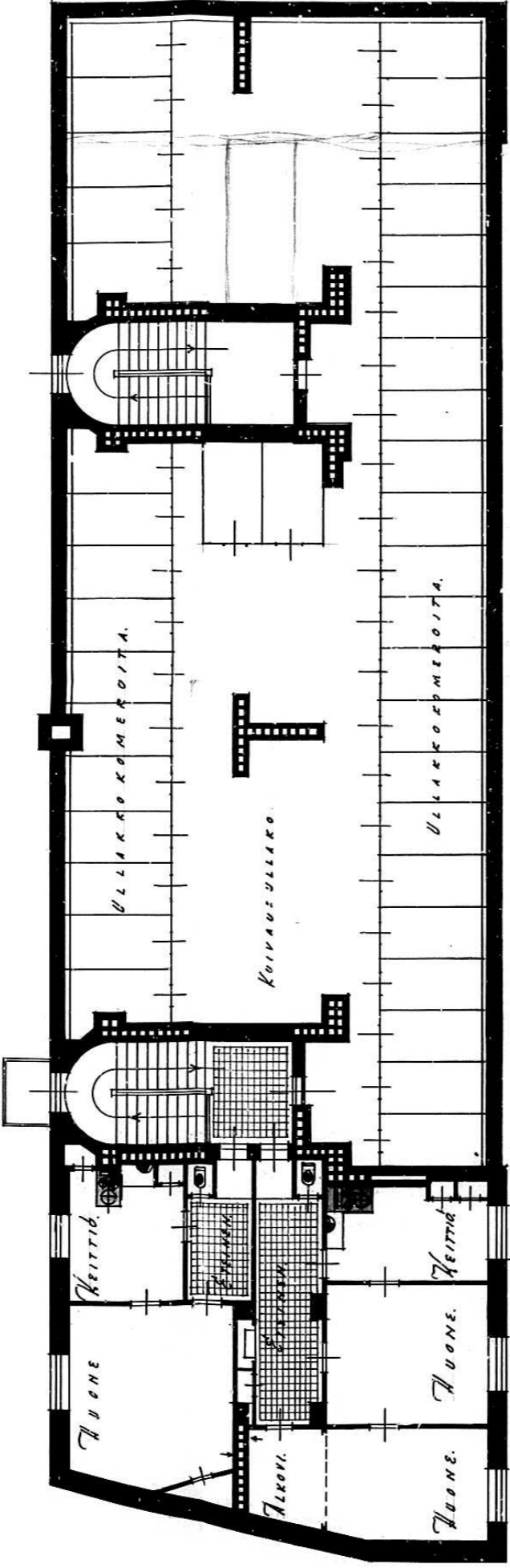
66/5.

UUTISRAKENNUKSEN PIIRUSTUKSIA T. N^o 66. I.K.O.

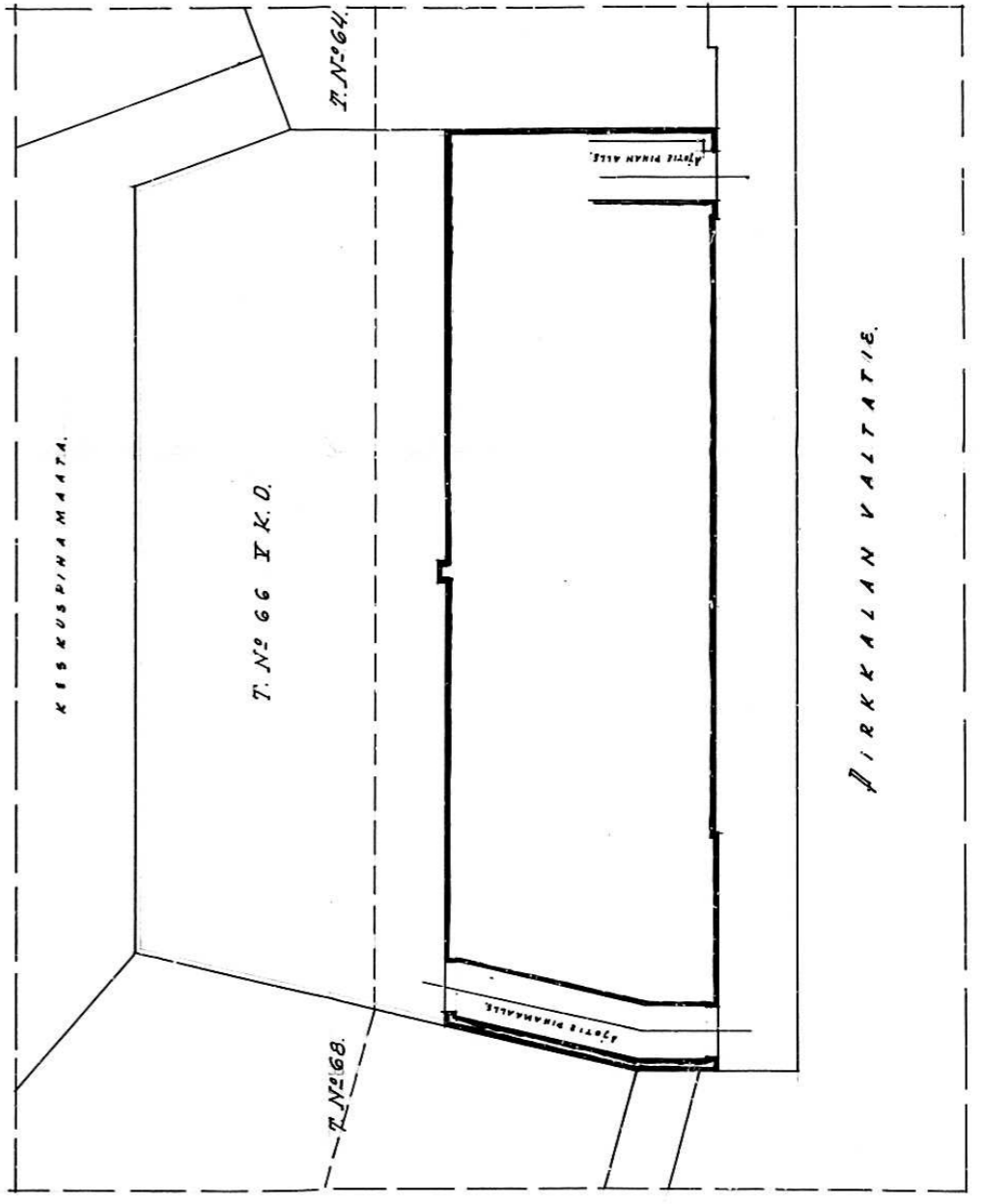
Maanpöytä 28 tammi 1928

TAMPEREELLÄ.

suunnitelmia ja piirustuksia
Tampereen rakennus- ja kaivos-
seuran toimistossa
tammi p. 28 1928
Lm. 3) mk
E. A. Linder
Arkkitehti



VIIDES KERROS JA ULLAKKO.



N^o 345
Lm. ja tina 24 p. 28 mk

Facilis
Käytöksen nautittomaksi
Käytöksen ja kaivoksen
tammi p. 26 1928

[Handwritten signature]

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

TAMPEREELLA 2/2 1928

[Handwritten signature]

UUTISRAKENNUKSEN PIIRUSTUKSIA T. N^o 66. VK.O.

TAMPEREELLA.

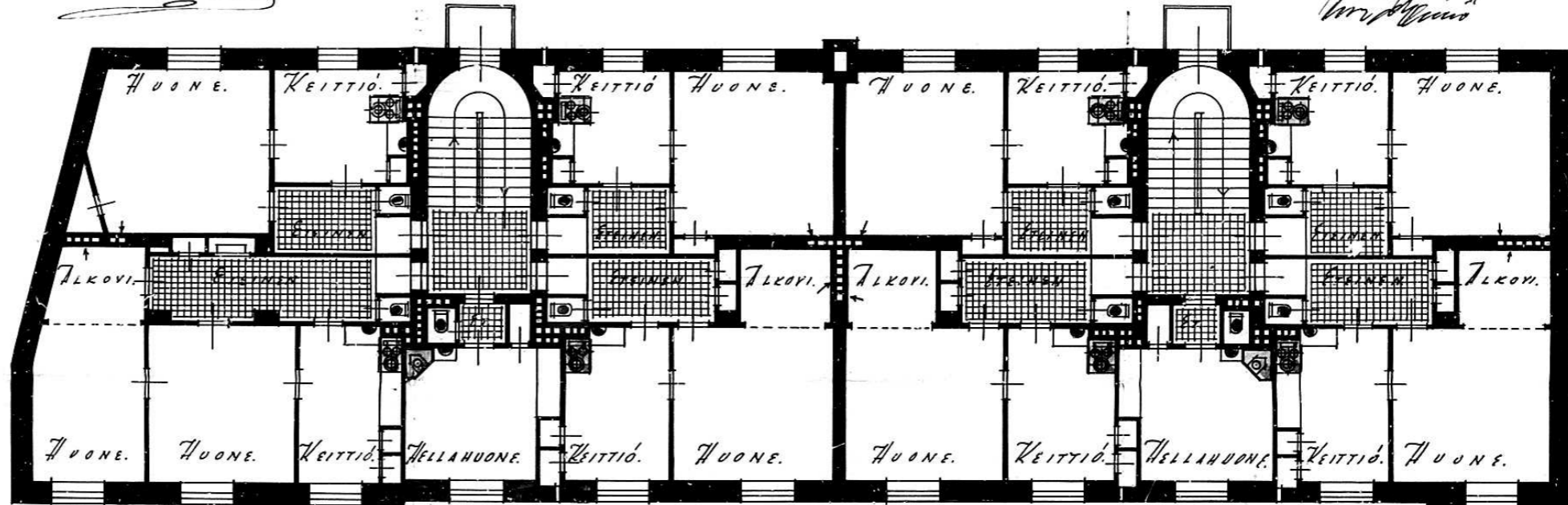
18 huon. ?

H. A. Siitola

Tampereen ja Viipurin välillä
 vahvistettavaksi kyttyä 1/3 kappalea.
 Tampereen vakuutusyhtiö, Viemi
 luvun N^o 1028

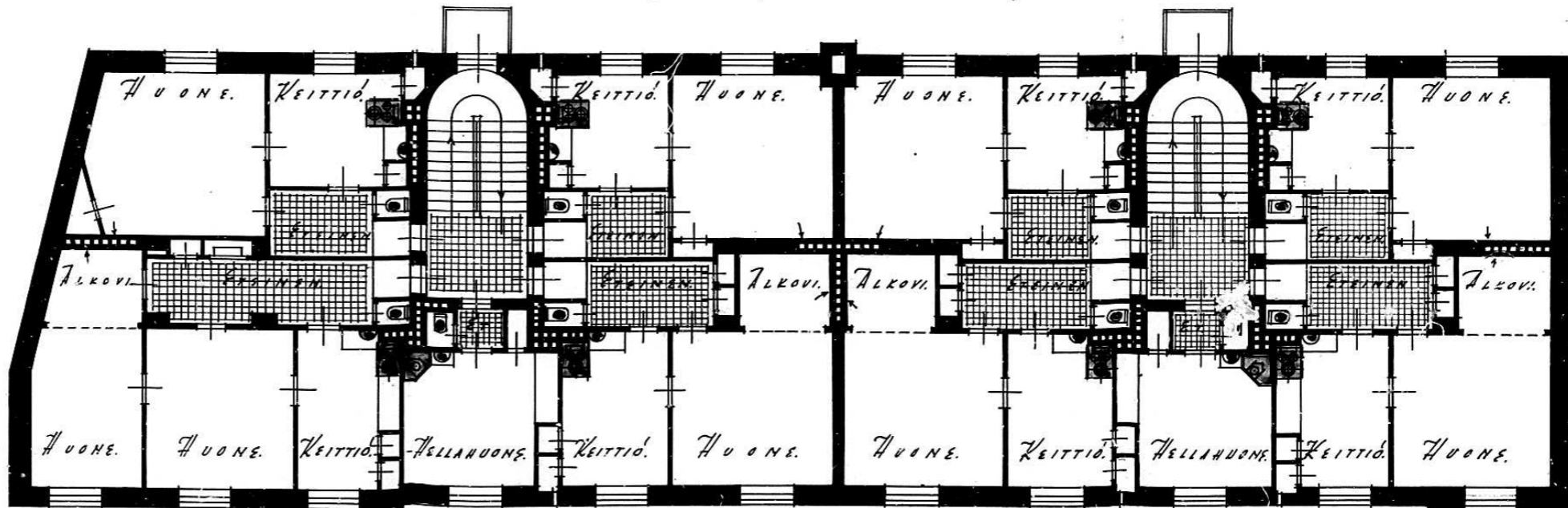
W. A. Siitola

KOLMAS KERROS.



66/5

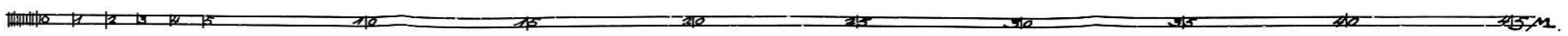
NELJÄS KERROS.



Posto
 Viipurin vakuutusyhtiö
 Tampereen vakuutusyhtiö
 luvun N^o 26

W. A. Siitola

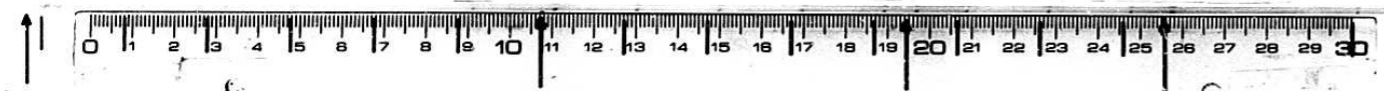
N^o 345
 luvun ja luvun 26 p. 1928



TAMPEREELLA 2/1 1928
H. A. Siitola

85-1.11

89 04944



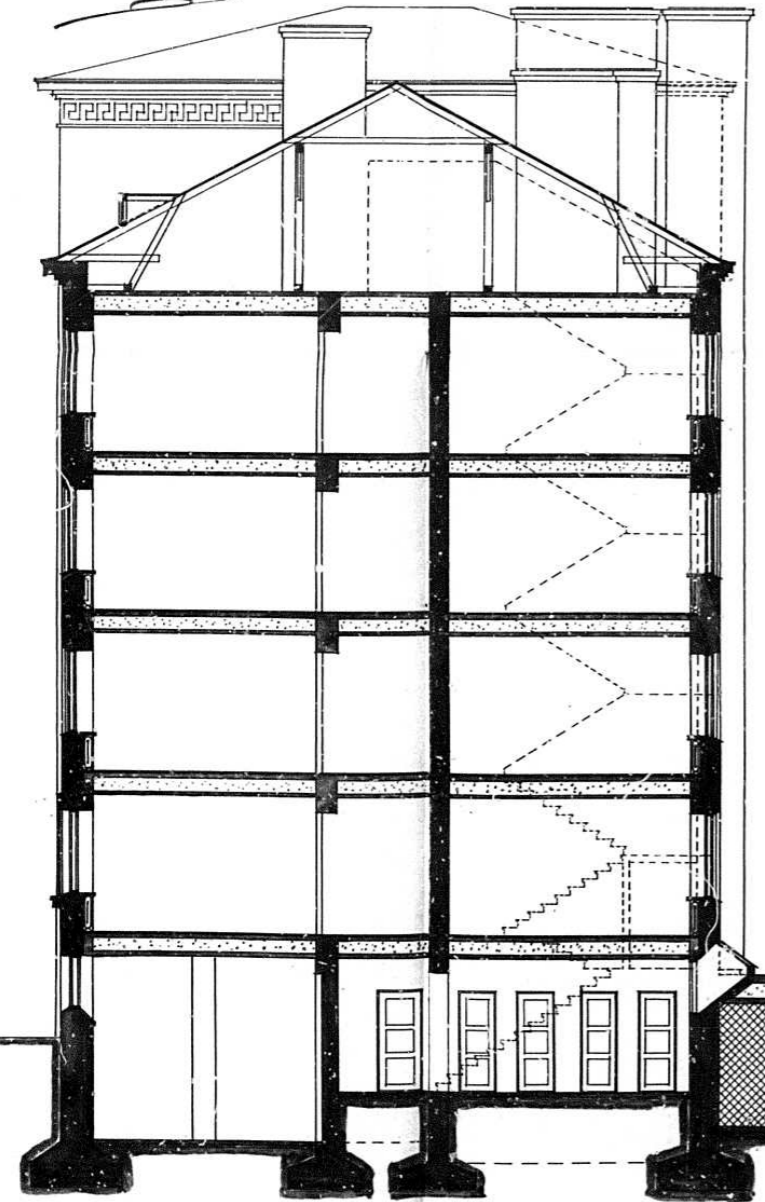
TAMPEREEN KIRJOPISTE
 RAUTATIENKATU 12 D
 33100 TAMPERE, FINLAND

212X

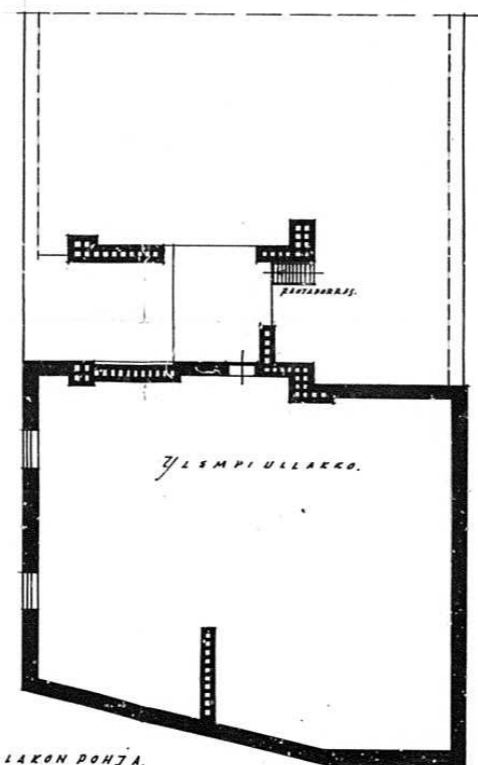
UUTISRAKENNUKSEN PIIRUSTUKSIA T. N^o 66. V.K.O.
TAMPEREELLA.

28 tammi 1928
30 Henri Tötälä

Tampereen kaupungin
valtuustossa käsiteltyä
Tampereen vaitihuoneen
kuun 11 p. 1928
E. J. J. J. J.
Henri Tötälä

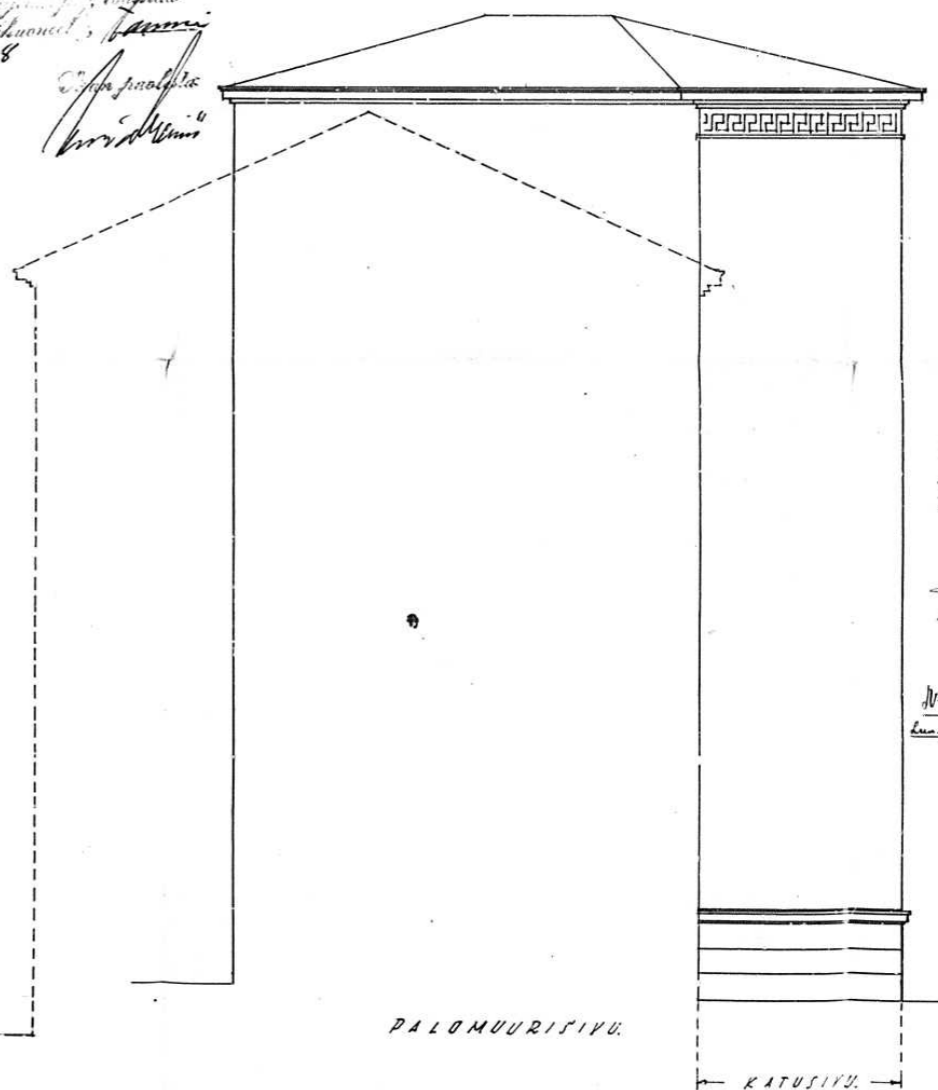


LEIKKAUS A-B.



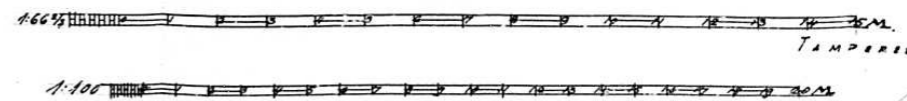
YLEMPI ULLAKKO.

ULLAKON DOHJA.



PALOMUURISIVU.

KATUSIVU.



TAMPEREELLA 7/2 1928

Päätös
Valtuustossa esittelijänä
Henri Tötälä
tammi 11 p. 1928

N. 345
Kunja Lemminkäinen 28 p. 1928

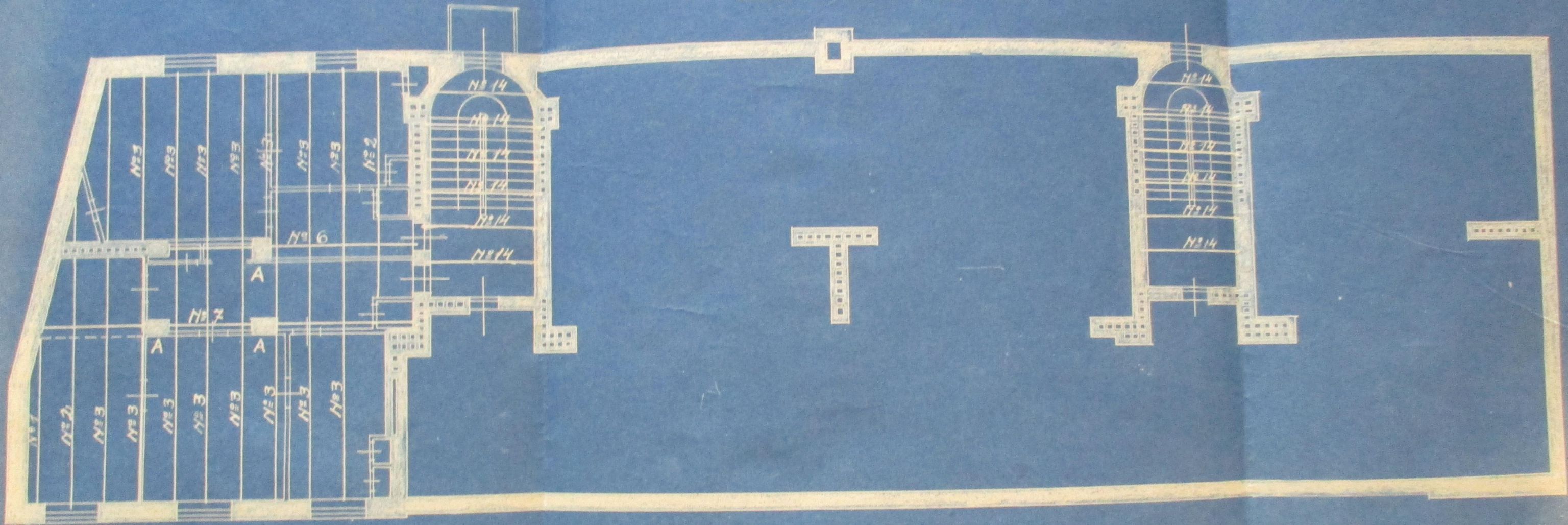


66/5.

RAUTABETONI PIIRUSTUKSIA T. N^o 66. V K.O.

M.S. = 1:100

V. KERROKSEN HOLVI



PILARIT. A. TIILISTÄ 45x45.

Tampere 1928
Hugo Lindholm

Liite 3. Rakenneavaussuunnitelma

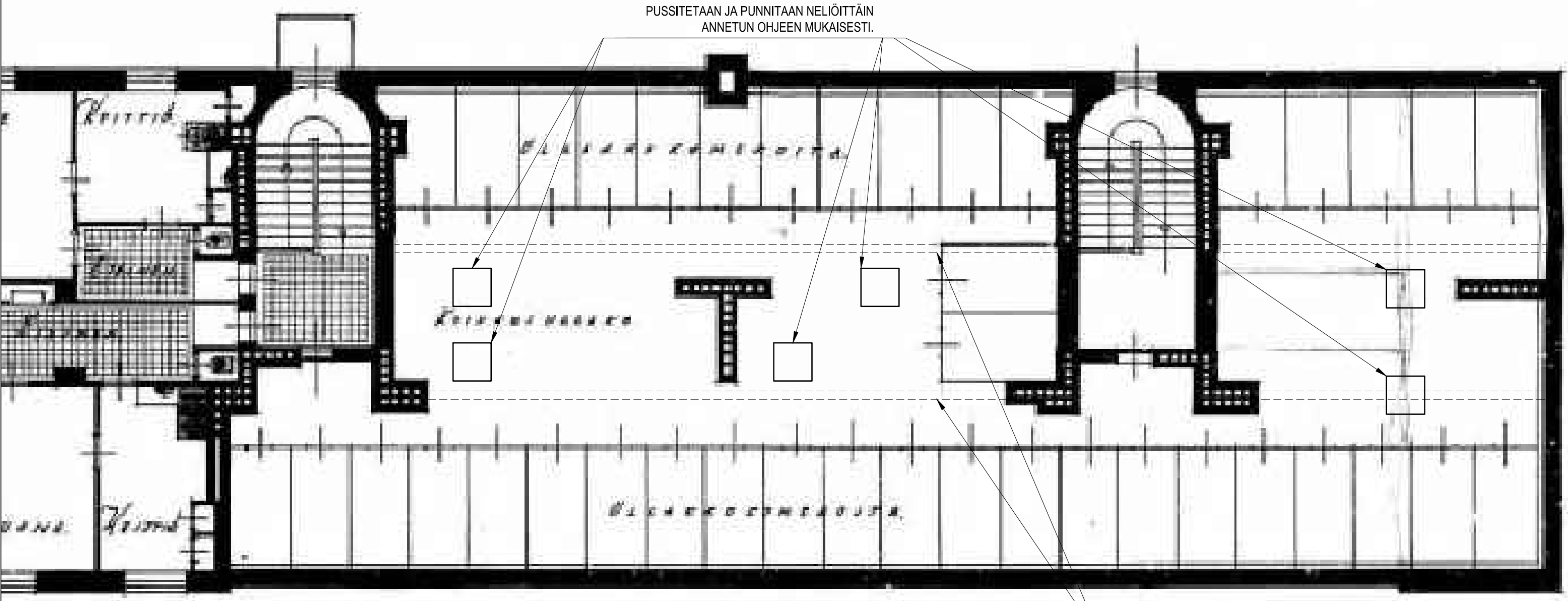
RAKENNUKSEN PIIRUSTUKSIA T. N° 66. YK.O.

TAMPERELLA.

Handwritten notes and signatures in the top right corner, including names like 'L. J. ...' and 'L. J. ...'.

A

RAKENNEVAUS, 1000x1000 OTETAAN OSOITETULTA ALUEELTA PURKAMATTA KANTAVIA RAKENTEITA. RAKENNEVAUKSESSA TULEE SELVITTÄÄ KANTAVAT RAKENTEET. PURETTU MATERIAALI PUSSITETAAN JA PUNNITAAN NELIÖITTÄIN ANNETUN OHJEEN MUKAISESTI.



VANHA KANTAVA PILARILINJA.

B

Liite 4. Rakennetyypit

31 12619

AS. OY HEINÄPUISTO, KOROTUS

RAKENNETYYPPI

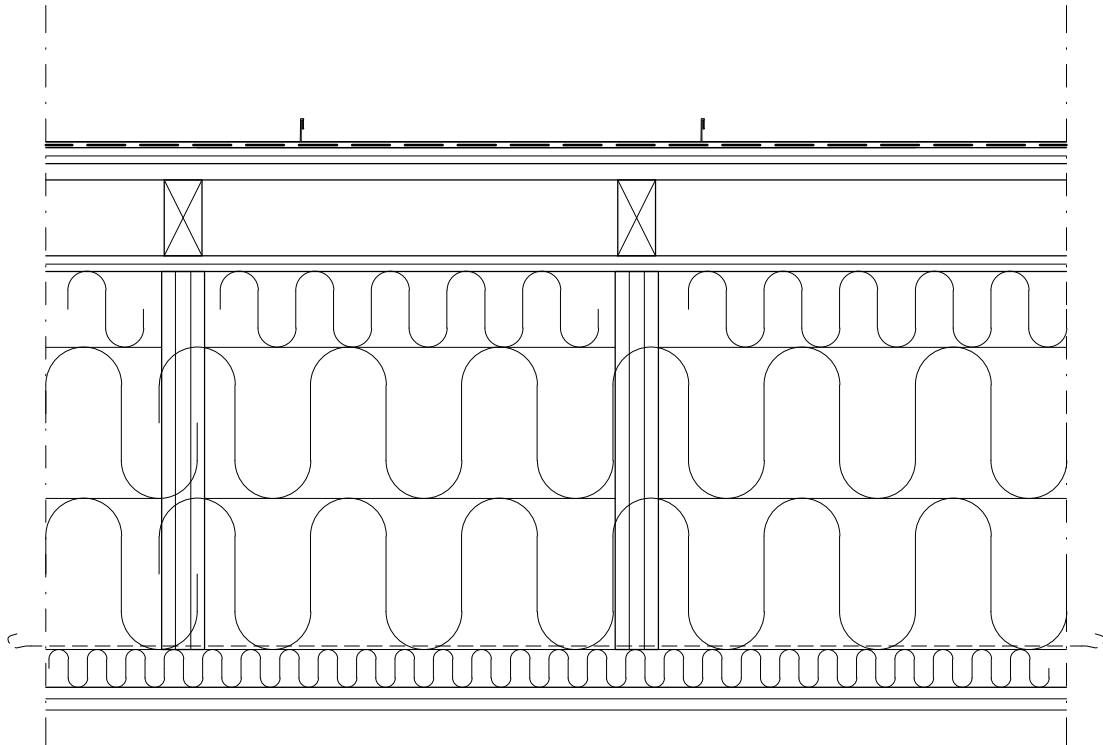
YLÄPOHJA

1:10


A-INSINÖÖRIT

Päiväys

YP 1



0,6 mm

SAUMAPELTIKATE

- molemmin puolin kuumasinkitty 0,6 mm teräsohutlevy (350 g/m² kuumasinkitystä, 25 µm mol. puolin), rst-kiinnikkeet tai kuumasinkityt kiinnikkeet

ALUSKATE, SIROTTEETON KUMIBITUMIKERMI K-EL KAUTTAALTAAN

- limitys 100 mm, kiinnitys kuumasinkityillä tai ruostumattomilla nautoilla tai hakasilla ammuttuna

21 mm

SÄÄNKESTÄVÄ VANERI

22 mm

KOOLAUS JA TUULETUSRAKO 22x100 k300

100 mm

KOOLAUS JA TUULETUSRAKO 50x100 k600, KATTOKANNATTIMIEN KOHDALLE

21 mm

SÄÄNKESTÄVÄ VANERI

500 mm

KATTOKANNATTIMET, KERTO-S 57x500 k600 + LÄMMÖNERISTE KIVIVILLA

HÖYRYNSULKU; SAUMAT LIMITETÄÄN >200 mm + TEIPPAUS; HÖYRYNSULUN JATKOS KANNATTIMIEN KOHDALLA

50 mm

KOOLAUS 50x50 k300, MINERAALIVILLA

2x15 mm

KAKSINKERTAINEN PALOKIPSILEVY GYPROC GFL 15; LIMITETYT SAUMAT

PINTAKÄSITTELY ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

U-arvo: 0,09

R60

31 12619

AS. OY HEINÄPUISTO, KOROTUS

RAKENNETYYPPI

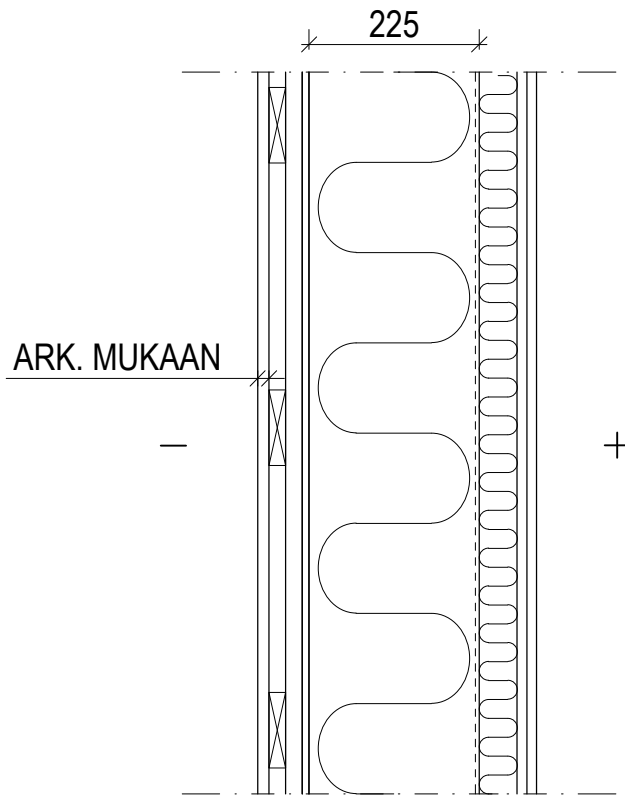
ULKOSEINÄ

1:10


A-INSINÖÖRIT

Päiväys

US 1



ULKOVERHOUS ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

44 mm RISTIINKOOLAUS JA TUULETUSRAKO, 2x 22x100, k600

9 mm TUULENSUOJALEVY

225 mm RUNKOTOLPAT 50x225 + LÄMMÖNERISTE Isover KL-33 tai vastaava

HÖYRYNSULKU; SAUMAT LIMITETÄÄN >200 mm + TEIPPAUS; HÖYRYNSULUN JATKOS RUNKOTOLPPIEN KOHDALLA

50 mm PYSTYKoolaUS, 50x50, k600, RUNKOTOLPPIEN KOHDALLA, MINERAALIVILLA

2x13 mm KIPSILEVY GEK 13 EK; LIMITETYT SAUMAT

PINTAKÄSITTELY ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

U-arvo: 0,17
R60

31 12619

AS. OY HEINÄPUISTO, KOROTUS

RAKENNETYYPPI

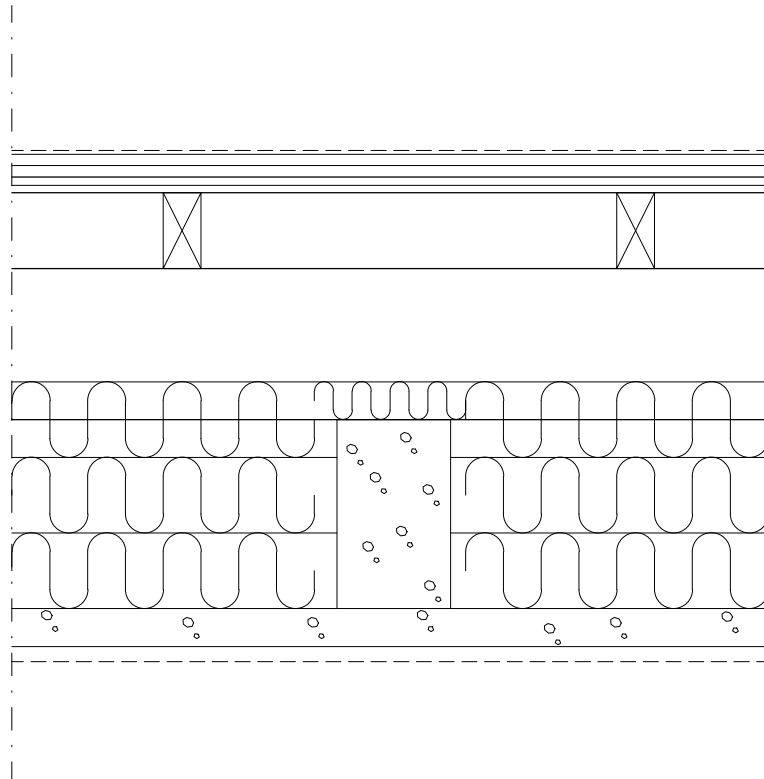
VÄLIPOHJA

1:10


A-INSINÖÖRIT

Päiväys

VP1



PINTAMATERIAALI ARK. SUUNNITELMAN MUKAAN

2 x 15 mm KAKSINKERTAINEN LATTIALEVYTYYS, Gyproc GL 15, SAUMAT LIMITETÄÄN

21 mm YMPÄRIPONTATTU HAVUVANERI

100 mm LATTIAN SEKUNDAARIPALKISTO 50x100, k300

200 mm LATTIAPALKISTO 50x200, k600

PALAMATON PUHALLETTAVA ERISTE, Paroc BLT 6-puhalluskivivilla tai vastaava

VANHA KANTAVA RAKENNE, ALALAATTAPALKISTO

PURETTAVAT RAKENTEET

Vanha lattiarakenne kantaviin rakenteisiin asti

Materiaalin poiston jälkeen rakenteet puhdistetaan huolellisesti vanhoista materiaaleista ja liasta

R60