



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

VARASTOKATOKSEN MUUT- TAMINEN PUOLILÄMPIMÄKSI HARRASTETILAHALLIKSI

TEKIJÄ: Joonas Mustonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Joonas Mustonen	
Työn nimi Varastokatoksen muuttaminen puolilämpimäksi harrastetilaksi	
Päiväys 15.4.2019	Sivumäärä/Liitteet 56/31
Ohjaaja(t) Teppo Houtsonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusliike Soimu Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Joensuulaiselle Rakennusliike Soimu Oy:lle varastokatoksen muutoslupakuvat, joiden avulla yritys pystyisi hakemaan rakennuslupaa. Yrityksen tavoitteena oli varastokatoksen käyttötarkoituksen muuttaminen puolilämpimäksi harrastetilahalliksi. Muutoslupakuvien avulla varastokatoksesta saadaan seitsemän vuokrattavaa harrastetilaa. Opinnäytetyö käsitti rakennus- ja rakennesuunnittelun, mutta ei LVIS-suunnittelua.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin suunnitteluprosessia kokonaisuutena, teräs- ja puurakenteiden mitoitusta, kustannuksien vähentämistä, sekä muita suunnittelussa vaadittavia asioita. Toimeksiantajayrityksellä oli varastokatoksen alkuperäiset rakennuslupakuvat paperisena, joita hyödynnettiin rakennussuunnittelussa. Opinnäytetyössä piirrettiin muutoslupakuvat Viacad-ohjelmalla. Lisäksi mitoitettiin ja laskettiin kantavat rakenteet Eurokoodi standardien mukaan. Opinnäytetyössä perehdyttiin Maankäyttö- ja rakennuslakiin, Rakennusmääräyskokoelmaan sekä RIL-suunnitteluohjeisiin. Entisen varastokatoksen kantavia rakenteita, IPE-teräspalkkeja, hyödynnettiin uusissa rakenteissa. Rakennukseen suunniteltiin sekä mitoitettiin kantavat rakenteet. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota taloudellisuuteen sekä toteuttamiskelpoisuuteen.</p> <p>Työn tuloksena saatiin valmiit suunnitelmat rakennusluvan hakemista varten.</p>	
Avainsanat rakennussuunnittelu, muutostyö, rakennesuunnittelu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Knowledge Management			
Author(s) Joonas Mustonen			
Title of Thesis Converting a Covered Shelter into a Semi-Warm Storehouse			
Date	15 April 2019	Pages/Appendices	56/31
Supervisor(s) Mr. Teppo Houtsonen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennusliike Soimu Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to make the drawings for applying for an alterations permit for a covered shelter. The aim of the company was to make a change of use. The plan was to divide the space into seven separate premises that would be rented for recreational purposes. The work was commissioned by Rakennusliike Soimu Oy in Joensuu. The thesis includes construction and structure planning of the storehouse without HPAC and electricity planning.</p> <p>This thesis discusses the planning process as a whole, i.e. designing, steel and wooden structures, how to reduce costs and other required aspects. The client company had the original building plans as printed on paper which could be utilized when making new plans. Drawings for alterations permit were made by using Viacad software. Additionally, measurements and calculating of bearing structures according to Eurocode regulations were done. Planning and construction act, national building codes and RIL design standards were used as sources for information. The bearing structures of the original building, the IPE-steel beams, were reused in the new structures. Bearing structures for the building were designed and calculated. In the planning, attention was paid to economy and feasible plans.</p> <p>As a result of the work, the plans for applying for the building permission were completed. The client will use them when applying for the alterations permit.</p>			
<p>Keywords covered storage building, semi-warm storehouse, alterations permit</p>			

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
1.1	Tausta	6
1.2	Rajaukset	7
1.3	Tilaaajan esittely	7
2	RAKENNUSSUUNNITTELU	8
2.1	Pääpiirustukset	8
2.1.1	Asemapiirros	9
2.1.2	Pohjakuvat	10
2.1.3	Leikkauskuvat	12
2.1.4	Julkisivukuvat	15
2.2	Rakennetapaselostus	16
2.3	Energiatodistus	16
3	RAKENNESUUNNITTELU	17
3.1	Lähtötiedot	17
3.2	Lämmöneristys	17
3.3	Rakennekuormat	19
3.4	Kattorakenne	23
3.4.1	Itsekantava profiilipelti	26
3.4.2	Orsirakenne	27
3.4.3	IPE 240 -palkki	30
3.5	Rakennuksen runko	32
3.5.1	IPE 140 -pilari	32
3.5.2	Puupilari	35
3.5.3	Runkotolppa	37
3.5.4	Väliseinä	39
3.5.5	Alapohja	40
3.6	Perustukset	44
3.6.1	Sokkeli	45
3.6.2	Pilariantura	48
4	POHDINTA	52
5	LÄHDELUETTELO	53
	LIITTEET	56

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan varastokatoksesta puolilämmin harrastetilahalli. Rakennuksen suunnittelussa noudatetaan Suomen ympäristöministeriön asetuksia, sekä Maankäyttö- ja rakennuslakia. Muutostyössä määräyksiä sovelletaan siltä osin, kuin toimenpiteen laatu ja laajuus vaativat. Varastokatoksen vanhat rakennuslupapiirustukset ovat rakennussuunnittelun lähtökohtana, ja näiden mukaan rakennus mitoitetaan. Rakennuksen tämän hetkinen kunto, sekä tarkastusmittaus pystytään varmistamaan paikan päällä. Suunnitelmissa joudutaan myös pohtimaan tuotannon kannalta johdonmukaista työnsuunnittelua sekä työnjärjestystä.

Rakenteet mitoitetaan Eurokoodien sekä yleisesti käytössä olevien suunnittelu- ja laskentaohjeiden mukaisesti. Rakenteiden on myös täytettävä puolilämpimälle rakennukselle asetetut U-arvot. Pääpiirustukset tehdään RT-ohjekorttien mukaan, joissa esitetään yleisesti käytössä olevat piirustustavat, sekä piirustusasiakirjoissa tarvittava sisältö.

Rakennus jaetaan seitsemään erilliseen vuokrattavaan tilaan. Tiloihin suunnitellaan sekä nosto- että sisäänkäyntiovet. Varastokatoksen vanhoja teräspalkkeja käytetään kantavina rakenteina ja itsekantavaa profiilipeltiä kattorakenteena. Purku- ja asennustyöt toteutetaan rakennuksen kantavuuden ja kestävyuden edellyttämässä järjestyksessä. Muutoskuivissa vanhat ja uudet rakennusosat kuvataan siten, että ne selvästi erottuvat toisistaan. Pääpiirustuksissa tarvittavien asioiden esittämisessä käytetään apuna RT-korttien esitystapaohjeita.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tarvittavat muutoslupapiirustukset, jolla tilaaja pystyy hakemaan rakennuslupaa Joensuun rakennuslupavirastosta. Tavoitteena on toteuttaa rakennuksesta toimiva sekä yksinkertainen hallitilaratkaisu. Rakennuksen tila- sekä rakenneratkaisut suunnitellaan parhaaksi näkemälläni tavalla. Rakennusvalvontaviranomaisen vaatimat pääpiirustukset tehdään Viacad-ohjelmalla.

1.1 Tausta

Varastokatos sijaitsee Joensuun teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueella, rakennusliikkeen omistamalla tontilla. Tontilla on myös toinen rakennus, jossa toimii rakennusliikkeen oma toimisto, sekä LH:n varaosamyymälä. Alueella on myös voimassa oleva asemakaava, mikä määrää rakentamisesta alueella. Määräykset koskevat rakennuspaikan suuruutta, rakennuksen kokoa ja sen sijoittamista.

Varastokatos on rakennettu vuonna 2006 ja se on toiminut rakennusliikkeen työvälineiden ja ylimääräisten rakennusmateriaalien säilytystilana. Katoksen pinta-ala on 297 m² ja se on toteutettu puusekä teräsrunkoisena ratkaisuna. Tontti on aidattu kaavamääräyksen mukaan korttelirajoiltaan, tontille on sijoitettu autopaikkoja 12 kpl. (kuva 1.)



Kuva 1. Ilmakuva tontista (Joensuun karttapalvelu.)

1.2 Rajaukset

Opinnäytetyöstä rajataan pois energiatodistus, salaojitus- ja LVIS-suunnitelmat. Rakennuksen tilasuunnitelmat ovat kesken, eikä rakennuksen lämmitysmuotoa ole päätetty. Rakennus voidaan liittää kaukolämpöverkkoon tai asentaa suora sähkölämmitys. Vesipisteiden ja WC-tilojen sijoitus on myös epävarma, sijoitetaanko jokaiseen osastoon omat tilat vai rakennetaanko rakennuksen/tontin yhteyteen yksi yhteinen WC/vesipiste. Rakennuksessa ei ole myöskään ennestään ilmanvaihtoa, koska kyseessä on avonainen rakennus. Salaojitussuunnitelmat jätetään myös pois, koska tontin pihasuunnitelmaa ei löytynyt, josta olisi saanut selville sadevesiviemäreiden liitoskorkoasemat kvv-asemapiirroksessa.

Kaukolämpöverkkoon liittyminen olisi järkevin vaihtoehto, koska runkoputkisto kulkee tontin vierestä. Rakennuksessa saataisiin pysymään tasainen lämpötila sekä vähennettyä lämmityskustannuksia. Jokaisessa osastossa olisi hyvä olla oma WC/vesipiste, sekä lattiakaivo. Mukavuuksien lisääminen mahdollisesti myös lisäisi vuokrauskysyntää. Tiloihin olisi hyvä sijoittaa vähintään yksi voimavirta- sekä riittävä määrä valovirtapistokkeita. Rakennuksella ei ole ulkonäkövaatimuksia, joten sähköasennukset voidaan tehdä pinta-asennuksena. Alustavien suunnitelmien mukaan rakennukseen tulee painovoimainen ilmanvaihto.

1.3 Tilaajan esittely

Työn toimeksiantajana toimii Joensuulainen Rakennusliike Soimu Oy. Yrityksellä on yli 25 vuoden kokemus rakennuspalvelujen tarjoajana ja toiminta on keskittynyt kokonaisvaltaisesti pääurakoitsijana toimivaan urakkamuotoon. Urakointia tarjotaan kiinteistöjen rakentamisesta aina teollisuusrakentamiseen asti niin yksityisellä kuin julkisella sektorilla. Yritys tarjoaa myös remontointitöitä aina peruskorjauksista suuriin saneeraustöihin. Yrityksen liiketoiminta keskittyy pääosin Itä-Suomeen, mutta tarvittaessa myös muualle Suomeen. Yritys on rakennusteollisuuden RT:n jäsen ja sillä on RALA-pätevyys. (Soimu.fi.)

2 RAKENNUSSUUNNITTELU

Rakennussuunnitelma sisältää rakennuksen pääpiirustukset, joihin kuuluvat asemapiirros sekä pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirustukset. Erytysuunnitelmat sisältävät tarpeelliset muut piirustukset, laskelmat ja selvitykset. Rakentamista koskevat suunnitelmat on laadittava siten, että ne täyttävät rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 120 §.)

Rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennaista muuttamista varten tarvitaan rakennuslupa. Luvanvaraisuutta harkittaessa otetaan huomioon käyttötarkoituksen muutoksen vaikutus kaavan toteuttamiseen ja muuhun maankäyttöön sekä rakennukselta vaadittaviin ominaisuuksiin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 125 §.)

Rakennuslupaa haetaan kirjallisesti rakennusvalvontaviranomaiselta. Rakennuslupahakemukseen on liitettävä:

- 1) selvitys siitä, että hakija hallitsee rakennuspaikkaa;*
- 2) rakennussuunnitelmaan sisältyvät pääpiirustukset, jotka rakennussuunnittelija varmentaa nimikirjoituksellaan. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 131 §.)*

Joensuun rakennusvalvontaviranomainen vaatii muutoslupahakemukseen rakennetapaselostuksen, LVI selvityksen sekä pääpiirustukset, mikä sisältää asemapiirros-, pohja-, leikkaus- ja julkisivukuvat. Pääpiirustukset tehtiin muutostyön edellyttämässä laajuudessa. Rakennustekniset selvitykset ja muutokuvat toimitetaan rakennusvalvontaan, kahtena sarjana, arkistoseläkkein varustettuna ja yhteen sidottuina. Rakennuslupahakemukseen tarvitaan rakennuspaikan omistajien tai haltijoiden allekirjoitukset. (Joensuu.fi.)

2.1 Pääpiirustukset

Kuhunkin piirustukseen on sisällyttävä nimiö, joka sisältää suunnitelman yksilöintitiedot ja tiedot suunnittelijasta. Piirustusten mittakaavan on oltava asian käsittelyn kannalta tarkoituksenmukainen ja piirustusten on oltava ilmoitetun mittakaavan mukaisia. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2 §.)

Piirustuksissa esitetään rakennus muutostyön jälkeen, sekä tilojen käyttötarkoitus ja palotekninen osastointi (Rakennustieto Oy, 2006). Opinnäytetyössä rakennusosien kuvausten viivat erotettiin selvästi apuviivoista. Entiset rakenneosat piirrettiin tummennettuina leikkauspintoina, sekä paksunnettuina viivoina. Rakennuslupakuvat piirrettiin taulukossa 1 esitettyjen mittakaavojen mukaan. (Rakennustieto Oy, 1997.) Päämitoituksen rajoittavaksi tekijäksi muodostui profiilipellin pituus sekä kestävyys. Tämän takia kattorakenteelle jouduttiin suunnittelemaan lisätuenta rakennuksen keskilinjalle.

Rakennuksen korjaus- tai muutostyössä on pohja- ja leikkauspiirustusten ulotuttava riittävän laajalle alueelle ja niihin on lisäksi sisällyttävä toisistaan erottuvien merkinnöiden tieto purettavista, säilyvistä ja uusista rakenteista. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 7 §.)

Taulukko 1. RakMKA2:n mukaiset mittakaavat (Rakennustieto Oy, 1997.)

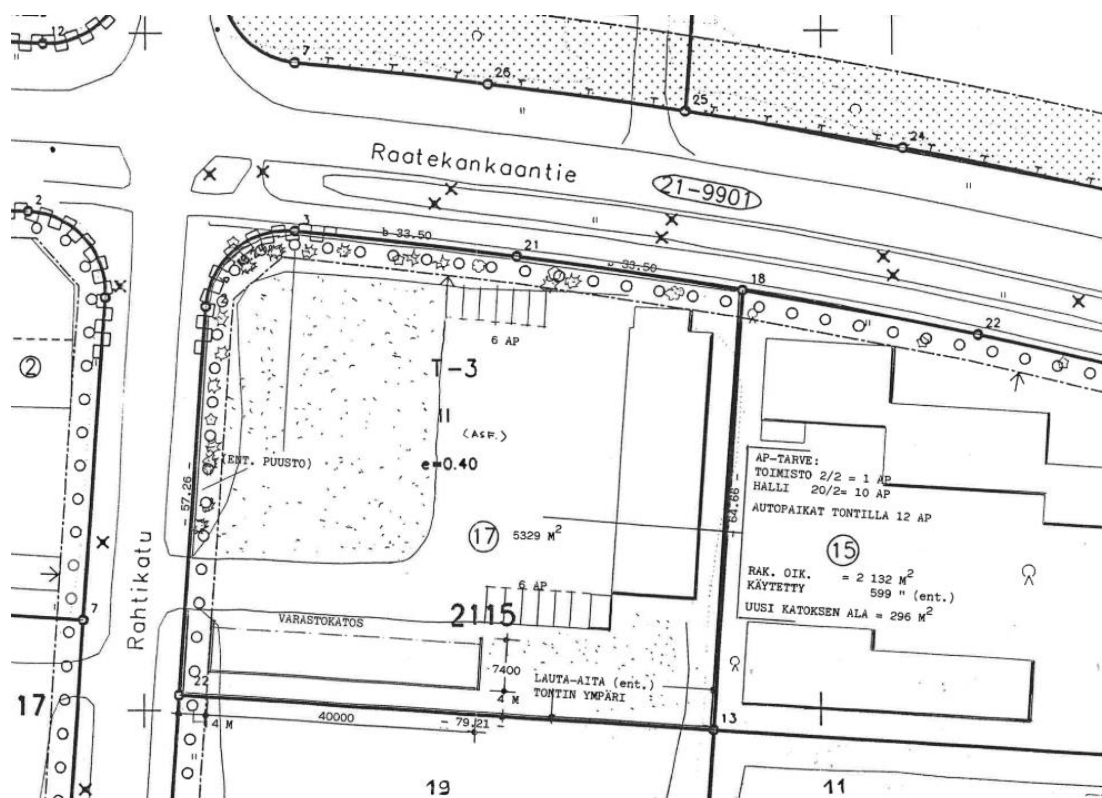
piirustus	mittakaava peruskäyttö	mahdollinen käyttö	
• pääpiirustusten ja esittelypiirustusten asemapiirros	1:500	1:1000 1:2000	tarvittaessa suurista kohteista
• kvv-asemapiirros, esittelypiirustusten käyttösuunnitelma ja sijaintipiirros tms.	1:500	1:200	tarvittaessa
• pääpiirustusten pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirustukset	1:100	1:50	tarvittaessa pienistä kohteista
• esittelypiirustusten piirroksiset ja kaaviot pohjista, leikkauksista ja julkisivuista	1:100 1:200	1:500 1:400	
• erityispiirustusten pohja- ja leikkauspiirustukset	1:50	1:200 1:100 1:20	

2.1.1 Asemapiirros

Asemapiirrokseseen on sisällyttävä tiedot siitä, että suunniteltu rakentaminen on kaavan tai muun maankäyttösuunnitelman ja rakennusjärjestyksen mukaista ja täyttää rakennuspaikan käytölle asetetut vaatimukset. Asemapiirrokseseen on sisällyttävä rakennuspaikan, rakennuksen ja pihaalueen tiedot ennen ja jälkeen suunnitellun rakentamisen. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 3 §.)

Varastorakennuksesta oli tallessa vanha asemapiirros, josta nähtiin rakennuksen mitat tontin rajoista. Uusi asemakaavaote saatiin Joensuun rakennuslupavirastolta ja se sisältää virallista tietoa tämän hetkisestä kaavamääräyksestä. Rakennusoikeutta tontilla on 2 132 m², josta on käytetty yhteensä 895 m². Tontin rakennusoikeuden määrä ei tule muuttumaan muutostyön jälkee merkittävästi. (kuva 2.)

Asemapiirros laadittiin Joensuun kaupungilta saatuun asemakaava piirrospohjaan. Piirros lisättiin jpg-muodossa Viacad-ohjelmaan, sekä skaalattiin oikeaan mittakaavaan. Asemakaavaotteen päälle piirrettiin tontista uusi asemakaava, jossa esitetään rakennuksen sijainti, sekä lähiympäristö. Muutostyöalue rajattiin leveällä kolmipistekatkoviivalla. Asemakaavaan sisällytettiin myös kaavamerkinnot, sekä rakennusoikeuslaskelma ennen muutostyötä ja sen jälkeen, kuten RT-kortti ohjeistaa (Rakennustieto Oy, 2002).



Kuva 2. Asemapiirros tontista (Alkuperäinen pääpiirustus.)

2.1.2 Pohjakuvat

Pohjapiirustuksiin on sisällyttävä piirustukset rakennuksen jokaisesta kerroksesta tai tasosta sekä tarvittaessa vesikatosta. Pohjapiirustuksiin on sisällyttävä myös tieto palo-osastoista ja poistumisaluista. Pystysuuntaiset rakenteet ja rakennusosat on esitettävä poikkileikkauksina ja taustalla näkyvät asiat projektoina. Pohjapiirustuksiin on merkittävä kutakin leikkauspiirustusta vastaava kohta ja katselusuunta. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selityksistä 7 §.)



Kuva 3. Varastokatoksen pohjakuva (Alkuperäinen pääpiirustus.)

Suunnittelupohjana käytettiin varastokatoksen pohjakuva sekä perustuspiirustusta. Kuvat on piirretty mittakaavaan 1:100 ja niissä on esitetty rakennuksen tärkeimmät mitat sekä rakenteet.

Suunnittelun yksinkertaistamisen vuoksi hallin etuseinä mitoitettiin varastorakennuksen entisien ulkomittojen mukaan. Uusi sokkeli sekä seinä liittyvät vanhan perusmuuriin mukaisesti. Perustukset sijoitettiin entisien pilarianturoiden ulkopuolelle, koska uusi perusmuuri valetaan ennen kantavien pilareiden purkua. Perustuksien mitoituksessa huomioitiin myös valumuotille jätettävä riittävä asennusvara.

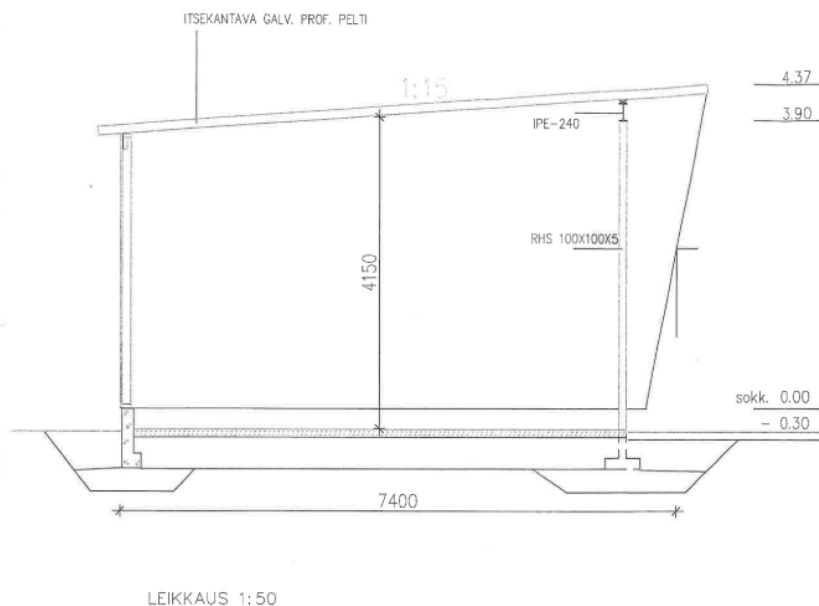
Vanhat kantavat IPE-teräspalkit puretaan etuseinältä, sekä uudelleen asennetaan rakennuksen keskilinjalle. IPE-140-teräspilareiden jako suoritettiin tasajaolla, koska pilarit haluttiin saada jakavien väliseinien sisään. Väliseinät suunniteltiin 48 x 148 mm puurungolla, jotta teräspilareille saatiin riittävä asennusvara, n.5 mm molemminpuolin. Keskilinjän päätypilareiksi suunniteltiin liimapuupilarit, koska ulkoseinän sisään asennettava teräspilari olisi aiheuttaneet tarpeettoman kylmäsilän. Ulkoseinän runko toteutetaan C24 48 mm x 148 mm puutavarana, sekä 600 mm jaolla.

Lopputuloksena rakennus jaettiin seitsemään erilliseen osastoon, sekä samankokoisiin tiloihin. Osastojen leveydeksi muodostui 5 670 mm, sekä tilojen huonealaksi n.39 m². Tilaaja vaati rakennukseen asennettavaksi 3 x 3 m nosto-ovet, yhden rivin ikkunoilla varustettuna. Nosto-ovia ei varustettu sisäänkäyntiovilla, koska se olisi tullut kallimmaksi, joten tiloihin suunniteltiin erilliset sisäänkäyntiovet.

Pohjakuva piirrettiin RT-kortin (Rakennustieto Oy, 1997.) mukaan mittakaavaan 1:100, sekä väliseinien liitokset ulkoseinään täsmennettiin osapiirroksella mittakaavassa 1:20. Seinien rakennetyypit ja vanhat osat merkittiin pohjapiirroksiin. Pohjakuviin merkittiin rakennuksen ja osastojen päämitat, sekä pinta-alat. Rakennuksen paloluokka selostetaan tekstiosassa.

2.1.3 Leikkauskuvat

Leikkauspiirustuksiin on sisällyttävä pituus- ja poikkisuuntaiset piirustukset rakennuksen erityyppisistä osista. Pysty- ja vaakasuuntaiset rakenteet ja rakennusosat on kuvattava leikattuina. Leikkaustasot on valittava siten, että piirustuksesta käy ilmi lupaharkinnan kannalta tarkoituksenmukaiset tiedot. Leikkauspiirustuksiin on sisällyttävä tieto palo-osastoista ja poistumisalueista. Leikkauspiirustuksen on rakennuspaikan maanpinnan osalta ulotuttava riittävästi rakennuspaikan ulkopuolelle. (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 7 §.)



Kuva 4. Varastokatoksen leikkauskuva (Alkuperäinen pääpiirustus.)

Varastorakennuksen vanhat leikkauskuvat on piirretty mittakaavaan 1:50 (Kuva 4), sekä 1:20. Korkeusasemat on mitoitettu nolla korkoon. Varastokatoksen lattiapinnan korko on 300 mm sokkelin yläpinnasta alempana, sekä alapohja on 200 mm sepeli kerroksella päällystetty.

Suunnitelmissa ei muuteta rakennuksen kokonaismittoja merkittävästi, koska rakennuksen ulkonäkö halutaan säilyttää mahdollisimman samannäköisenä. Kattokaltevuus pysyi näin ollen samana 1:15 ja vain rakennuksen korkeutta nostettiin tarvittavan yläpohja tuuletuksen takia. Myös nosto-oven tarvitsema asennusvara otettiin huomioon huonekorkeutta mitoitettaessa.

Harrastehalli mitoitettiin entisien piirustuksien mukaan nolla korkoon, joka oli luontevin ratkaisu tässä suunnitteluprojektissa. Huonekorkeuteen kiinnitettiin huomiota vain nosto-oven asennuksen tarvitseman tilan takia. Maanvarainenlaatta suunniteltiin sokkelin yläpinnan tasoon, koska alapohjassa on jo sepelikerros, joten lattian alle ei tarvitse tehdä massan vaihtoja vaan sepeliä lisätään tarpeen mukaan. Lattian yläpinta tulee näin ollen nolla korkeusasemaan. (Liite 5.)

Pilareiden anturat viedään maanvaraisen laatan alapuolelle, sekä antura valun yhteydessä asennetaan pilareiden tartuntalevyt. Pilarianturat valetaan samaan aikaan anturavalun yhteydessä. Teräspilarit asennetaan siinä vaiheessa, kun kantavat teräsrakenteet on purettu, sekä rakennus on jäykistetty tuulikuormia vastaan. Varastokatoksen kantavien rakenteiden purkutyösuunnitelmassa kiinnitettiin huomiota rakennuksen riittävään väliaikaiseen tuentaan.

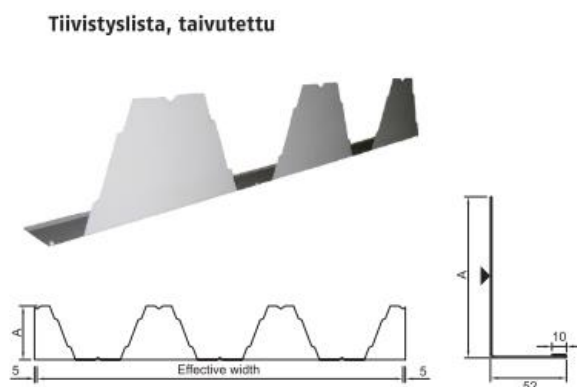
Yläpohjan tuuletusväli mitoitettiin kattoliiton taulukon 2 mukaan, jotta saadaan aikaiseksi riittävä ilmanvaihto. Kattoliitto suosittelee kattokaltevuudelle 1:15 minimissään 200 mm tuuletusväliä. (Kattoliitto ry, 2013.) Poimulevyllä on korkeutta 153 mm, joten kattorakennetta jouduttiin korottamaan rakenneorsilla.

Taulukko 2. Hyvin tuulettuvan katon tuuletuksen ohjeellinen mitoitus (Kattoliitto ry, 2013.)

Kattokaltevuus	min. tuuletusväli ¹⁾	ilmanottoaukot promillea/katto-m ²	poistoaukot promillea/katto-m ²
1:40 tai loivempi	300 mm	2,5	2,5
1:40–1:10	200 mm	2,5	2,5
1:10 tai jyrkempi	100 mm	2,0	2,0

¹⁾ Minimituuletusväli ottaen huomioon lämmöneristeen muodonmuutokset ja työtoleranssit. Pienillä katoilla tai katon osilla tuuletusväli voi olla pienempi kuin taulukon arvo, mikäli poisto- ja korvausilma-aukoilla on riittävä korkeusero (vähintään 500 mm) ja ilman virtausmatka tuuletusvälissä on lyhyt (alle 3 m). Tällöinkin tuuletusvälin täytyy olla jyrkissä katoissa 1:20 tai jyrkempi, vähintään 50 mm, ja loivissa katoissa loivempi kuin 1:20, vähintään 100 mm.

Profiilipellin päätyihin asennetaan kuvan 5 mukainen ruukin valmistama tiivistyslista. Sen tarkoituksena on estää lintujen, sekä hyönteisten ym. pääsy yläpohjaan. Myös räystään aluslaudoituksen alapuolelle asennetaan koko matkalle metallinen hyönteisverkko, estämään tuholaisten pesintää yläpohjarakenteissa.



Kuva 5. Tiivistyslista (Ruukki.fi, 2016. s. 14)

Profiilipellit puretaan rakennuksesta ennen, kuin uutta etuseinää aloitetaan rakentamaan, koska ulkoseinä tulee vanhan kattokorkeuden tasalle, näin saadaan riittävä työskentely- sekä asennusvara. Rakennus tulee myös jäykistää riittävillä väliaikaistuennoilla tuulikuormia vastaan, koska itsekantava profiilipelti toimii rakennuksen jäykistävänä osana.

Varastokatoksen leikkauskuvissa ei ole piirretty salaojia eikä sadevesijärjestelmää, joten ne päivitetiin muutoskuviin. Perusmuuri sijoitettiin vanhan pilarianturan ulkopuolelle, sekä jätettiin riittävä asennusvara. Takaräystäälle asennetaan myös sadevesikourut, jotka tulee kiinnittämään koolauksen kanssa kattopeltiin. (Kuva 4.)

Rakennuksen leikkauskuvat piirrettiin mittakaavaan 1:50, sekä täsmennettiin olennaisista kohdista erillisinä osapiirroksilla mittakaavassa 1:20. Leikkauspiirustuksissa esitetään:

- Seinien rakennetyypit
- Rakennuksen pysty- ja vaaka suuntaiset päämitat, sekä nosto-oven vapaa korkeus
- Vesikaton räystään, teräspilarin, sekä lattiapinnan korkeusasemat korkeuslukuina
- Vesikatonkaltevuus, maanpinta, sekä tarvittavat routasuojaukset
- Rakenteiden kokonaismitat, sekä rakennusmateriaalit

(YM3/601/2015, 2015)

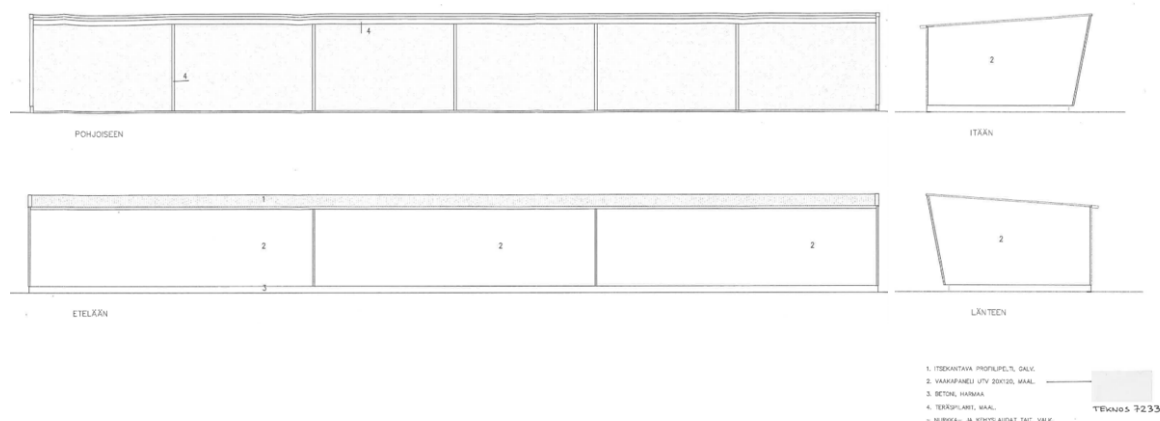
2.1.4 Julkisivukuvat

Julkisivupiirustuksiin on sisällyttävä piirustus rakennuksen kaikista sivuista vesikaton näkyvine osineen kohtisuorana projektiona. Rakennetussa ympäristössä julkisivupiirustukseen on sisällyttävä tieto suhteista ja liittymisestä viereisiin rakennuksiin riittävän laajasti. Julkisivupiirustukseen on sisällyttävä:

- 1) maanpinnan ja julkisivun leikkauskohdan, räystäään sekä vesikaton harjan tai muun ylimmän osan korkeusasemat korkeuslukuina tai korkeusmittoina maanpinnasta;
- 2) vesikattopinnat ja kattokaltevuudet;
- 3) ulkoseinän näkyvät rakennusosat ja pinnat kiinteine laitteineen;
- 4) pintojen, rakennusosien ja laitteiden materiaalit, pintakäsittelyt ja värit;
- 5) muut rakennuksen ulkopuolella näkyvät rakennuksen toimintaan, ulkoasuun tai tyyliin vaikuttavat seikat;
- 6) ilmansuunta, johon julkisivu näkyy.

Rakennuksen korjaus- tai muutostyössä piirustukseen on lisäksi sisällyttävä koko julkisivu muutosalueiden rajoineen, jos korjaus- tai muutostyö vaikuttaa rakennuksen julkisivuun.

(Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 8 §.)



Kuva 6. Rakennuksen julkisivukuvat (Alkuperäinen pääpiirustus)

Tontti sijaitsee asemakaava alueella, jossa kaava ei rajoita pintamateriaaleja. Rakennuksen julkisivu ei tule muuttumaan merkittävästi muuten, kuin rakennuksen pohjoissivulta. Julkisivuverhoukseksi tulee samanlainen 120 x 20 mm UTV paneeli, kuin varastokatoksessa (Kuva 6). Kuvat piirrettiin mitataavassa 1:100, sekä neljästä ilmansuunnasta. Kuvissa esitetään uusi ulkoseinä, nosto- sekä ulko-ovilla, sekä muut rakennuksen sivut muutostöiden jälkeen.

2.2 Rakennetapaselostus

Rakennetapaselostus laaditaan Joensuun kaupungin valmiiseen asiakirjapohjaan (Liite 14). Selostuksessa on lueteltuna rakenteiden rakenneosat, ainepaksuudet, U-arvot sekä lämmöneristeiden laatu. Rakennusvalvonta vaatii rakennetapaselvityksen kahtena sarjana. (Joensuu.fi.)

2.3 Energiatodistus

Energiatodistus vaaditaan pääsääntöisesti kaikilta niiltä rakennuksilta, joita koskevat rakentamismääräykset. Todistuksen hankinnasta vastaa rakennuksen omistaja. Energiatodistus tulee esittää silloin, kun haetaan rakennuslupaa uudisrakennukselle. Uudisrakennuksen rakentamiseksi ei katsota rakennuksen korjaus- tai muutostyötä tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamista.

(energiatodistus.motiva.fi, 2018.) Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täytyminen on kuitenkin osoitettava laskelmilla. (MRL 117 g § Energiatehokkuus.)

Opinnäytetyössä ei laadita energiatodistusta, koska sitä ei tarvita muutoslupahakemukseen, mutta rakenteiden U-arvot lasketaan. Energiatodistuksen myöhemmän hankinnan hoitaa rakennusliike.

3 RAKENNESUUNNITTELU

Rakennuksen katto-, runko- ja seinärakenteet sekä itsekantava betonilaatta ja perustukset mitoitetaan tässä luvussa eurokoodien mukaisesti. Rakenteiden kestävyys mitoitetaan varmalle puolelle, sekä suunnittelussa hyödynnetään RIL-Suunnitteluohjeita.

3.1 Lähtötiedot

Perustiedot	
Sijaintipaikkakunta:	Joensuu
Pääkäyttötarkoitus:	Harrastetila
Rakennussuunnittelutehtävien vaativuusluokka:	B
Rakenteiden vaativuusluokka:	A
Seuraamusluokka:	CC2
Maastoluokka:	3
Paloluokka:	3
Pääasiallinen Rakennusmateriaali:	Puu, Teräs
Pääasiallinen rakennustapa:	Paikalla rakentaminen
Kerrostenlukumäärä:	1
Kokonaiskorkeus:	4,6 m
Brutto pinta-ala:	300 m ²
Alapohjan tyyppi:	Maanvarainen betonilaatta
Rakennetyyppi:	Kevytrakenteinen
Puolilämmin rakennus sisälämpötila:	17°C

Rakennus kuuluu paloluokkaan 3, joten kantaville rakenteille ei ole asetettu erityisiä paloteknisiä vaatimuksia (RakMK, 2018).

3.2 Lämmöneristys

Rakennuksen vaipan lämpöhäviö on laskettava eri rakennusosien pinta-alojen ja lämmönläpäisykerroimien perusteella kaavalla (Ympäristöministeriö 24 §, 2017):

$$\Sigma H_{\text{joht}} = \Sigma(U_{\text{us}}A_{\text{us}}) + \Sigma(U_{\text{yp}}A_{\text{yp}}) + \Sigma(U_{\text{ap}}A_{\text{ap}}) + \Sigma(U_{\text{ikkuna}}A_{\text{ikkuna}}) + \Sigma(U_{\text{ovi}}A_{\text{ovi}}) \quad (\text{kaava 1})$$

jossa:

ΣH_{joht} on rakennuksen vaipan lämpöhäviö, W/K;

U on rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m²K);

A on rakennusosan pinta-ala, m²

Siirtokelpoisen rakennuksen sekä puolilämpimän tilan rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo on laskettava käyttämällä rakennusosien lämmönläpäisykerroina seuraavia vertailuarvoja:

- a) Seinä $0,26 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$;
- b) Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja $0,14 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$;
- c) Maata vasten oleva rakennusosa $0,24 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$;
- d) Ikkuna ja ovi $1,4 \text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$;

(Ympäristöministeriö 24 §, 2017)

Seinärakenteen rakennekerrokset ja lämpöparametrit			
Rakennekerros	Kerrospaksuus d (mm)	Lämmönjohtavuus λ_U (W/mK)	Lämmönvastus R (m ² K)/W
Pintavastus (R _{si})			0,13
Kipsilevy	13	0,15	0,09
Mineraalivilla + Koolaus	150	0,043	3,49
Tuulensuojalevy	12	0,06	0,2
Pintavastus (R _{se})			0,04
Σ			3,95
U1 = 1/ Σ R			0,25

Yläpohjarakenteen rakennekerrokset ja lämpöparametrit			
Rakennekerros	Kerrospaksuus d (mm)	Lämmönjohtavuus λ_U (W/mK)	Lämmönvastus R (m ² K)/W
Pintavastus (R _{si})			0,1
Kipsilevy	13	0,15	0,09
Mineraalivilla + Koolaus	300	0,043	6,98
Pintavastus (R _{se})			0,04
Σ			7,21
U1 = 1/ Σ R			0,14

Alapohjarakenne: Betonilaatta 120 mm, sekä styrox EPS -lattiaeristys 100 mm + 70 mm. U-arvo valitulla rakenteella $0.21 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. (Puuinfor laskentaohjelma, liite 17)

3.3 Rakennekuormat

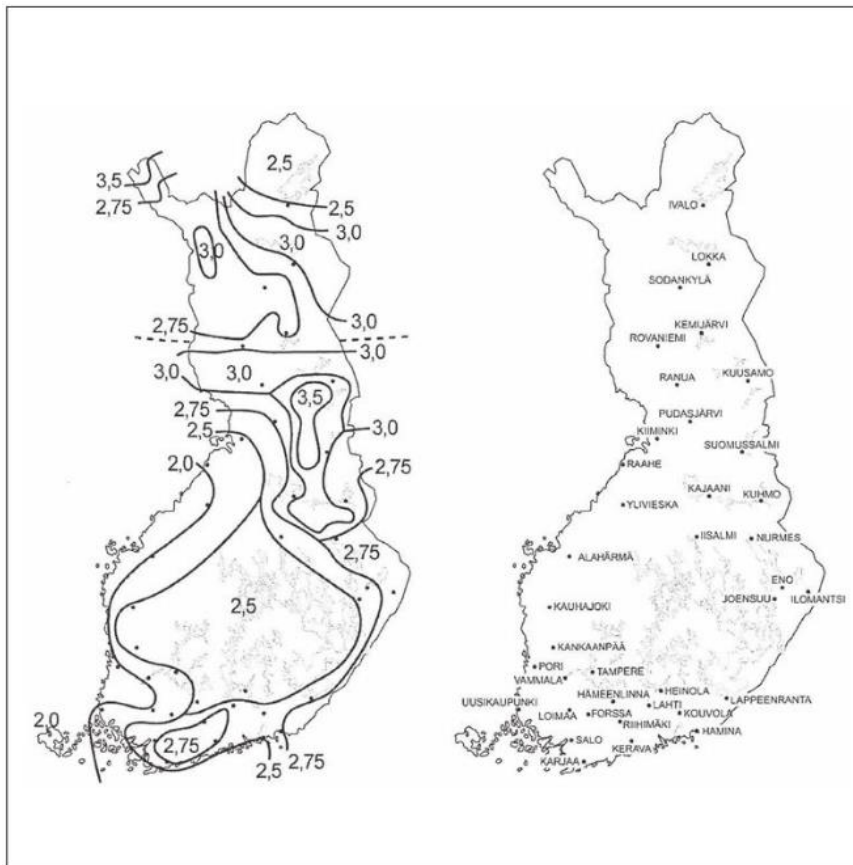
Lumikuorma: Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot S_K on esitetty kuvassa 7. Kattojen ominaislu-
mikuormat q_K saadaan kertomalla maanpinnan lumikuorma kuvien 8 ja 9 mukaan määritetyllä muo-
tokertoimella μ_i ja taulukon 3 mukaisella tuulensuojaisuskertoimella C_e . (RIL 205-1-2017, 2017 s.
36)

Rakennuksessa on pulpettikatto, jonka kaltevuuskulma on $3,8^\circ$, jolloin muotokertoimeksi muodostuu
 $\mu_i = 0,8$ (kuva 9). Rakennuspaikka on Joensuussa, missä maanpinnan lumikuorman ominaisarvo on
 $S_K = 2,6 \text{ kN/m}^2$ (kuva 7) ja tontin maastotyyppi on normaali, jolloin tuulensuojaisuskertoimena käyt-
tetään arvoa 1,0 (taulukko 3). Näin ollen katon lumikuormaksi saadaan:

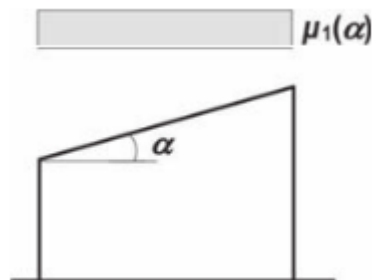
$$q_{k,lumi} = \mu_i * C_e * S_K = 0,8 * 1,0 * 2,6 \text{ kN/m}^2 = 2,08 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{kaava 2})$$

Taulukko 3. Katon tuulensuojaisuskertoimen arvot (RIL 205-1-2017, 2017 s. 36)

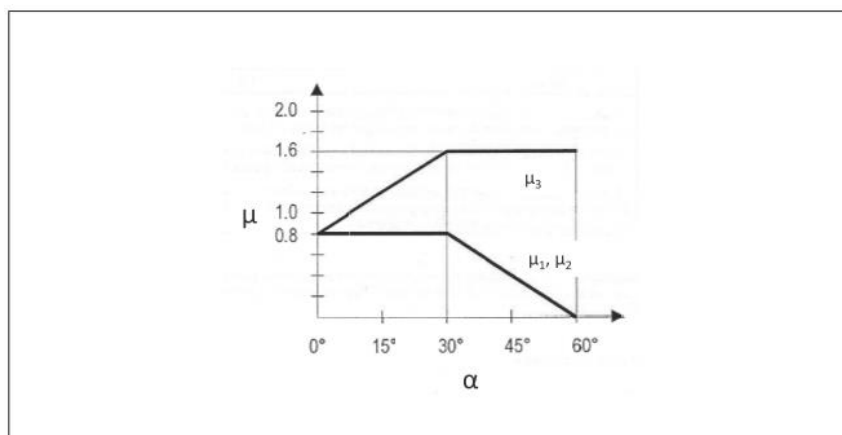
Maastotyyppi	C_e
Tuulinen	0,8 (1,0, mikäli lyhyempi sivumitta > 50 m)
Normaali	1,0
Suojainen	1,2
Tuulinen maasto: laakea, esteetön, joka puolelle avoin alue, jolloin maasto, korkeat raken- nuskohdeet tai puut eivät suojaa tai suojaavat vain vähän. Normaali maasto: alue, jolla rakennuskohteeseen vaikuttava tuuli ei maaston, muiden ra- kennuskohdeiden tai puiden takia huomattavasti poista lunta. Suojainen maasto: alue, jolla tarkasteltava rakennuskohde on huomattavasti alempana kuin ympäröivä maasto tai se on korkeiden puiden tai itseään korkeampien rakennuskohdei- den ympäröimä.	



Kuva 7. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot S_k (RIL 205-1-2017, 2017 s. 37)

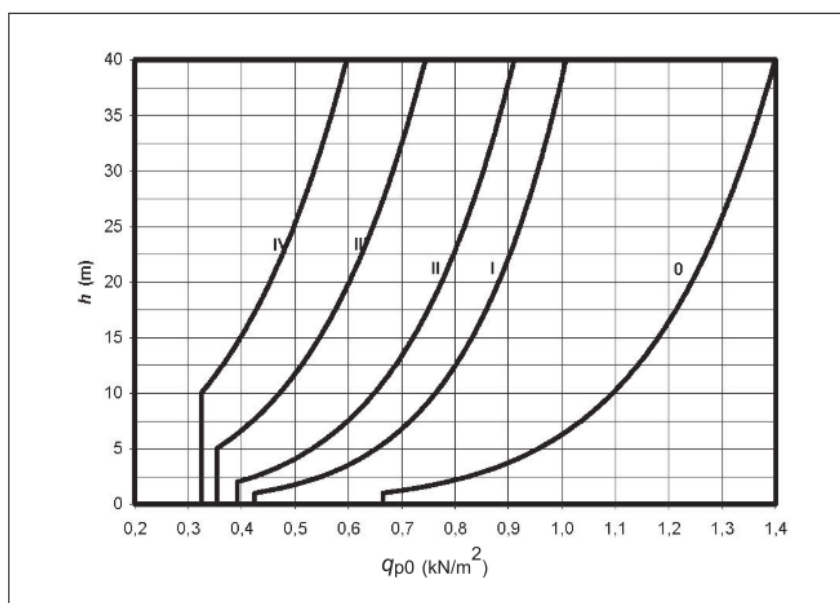


Kuva 8. Pulttikaton lumikuorman muotokerto $\mu_1(\alpha)$ (RIL 205-1-2017, 2017 s. 38)



Kuva 9. Lumikuorman muotokertoimet (RIL 205-1-2017, 2017 s. 39)

Tuulikuorma: Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa maastoluokka, joka on tässä kohteessa luokka 3. Tasaista maastoa vastaava nopeuspaineen ominaisarvo $q_{p0}(h)$ esitetään kuvassa 10. Rakennuksen kaikissa tuulikuormatarkasteluissa käytetään samaa modifioituneen nopeuspaineen ominaisarvoa $q_p(h)$, joka määritetään rakennuksen korkeuden h ja maaston pinnanmuodon mukaan: (RIL 205-1-2017, 2017 s. 41)



Kuva 10. Nopeuspaineen ominaisarvot $q_{p0}(h)$ eri maastoluokissa, kun tuulennopeuden perusarvo $v_b=21\text{m/s}$ (RIL 205-1-2017, 2017 s. 42)

Rakennuksen maastoluokka on 3, esikaupunki- tai teollisuusalueet sekä metsät (RIL 205-1-2017, 2017 s. 43). Korkein harjakorkeus rakennuksessa on $h=4,6\text{ m}$. Nopeuspaineen ominaisarvoksi $q_p(h)$ saadaan (kuva 9):

$$q_{p0}(4,6\text{m}) = 0,35\text{kN/m}^2$$

(kaava 3)

Rakennuksen tuulikuorman laskemisessa käytetään yksinkertaistettua menetelmää, jota voidaan käyttää tavanomaisten rakennusten mitoittamisessa. Voimakertoimen arvona käytetään $C_f = 1,3$, koska rakennuksen kattokaltevuus on alle 5° (Taulukko 4). Näin ollen rakennuksen tuulikuorman nettopaine saadaan kaavasta:

$$q_{k.tuuli} = C_f * q_{p0}(h) = 1,3 * 0,35kN/m^2 \approx 0,46kN/m^2 \quad (\text{kaava 4})$$

Taulukko 4. Yksinkertaistetussa menettelyssä käytettäviä voimakertoimia C_f (Puuinfo, 2011 s. 13)

Kuvaus	C_f
Umpinainen rakennus yleensä	1,3
Pulpettikattoinen umpinainen rakennus tarkasteltaessa kattolapteen suuntaista tuulta, kun katon kaltevuus on $5^\circ \dots 40^\circ$ (toisessa suunnassa $C_f = 1,3$)	1,5
Osittain avoin rakennus, kun tuulen puoleisella sivulla olevien aukkojen pinta-ala on enintään 30 % rakennuksen ulkoseinien kokonaispinta-alasta.	1,6
Erillinen seinämä	2,1

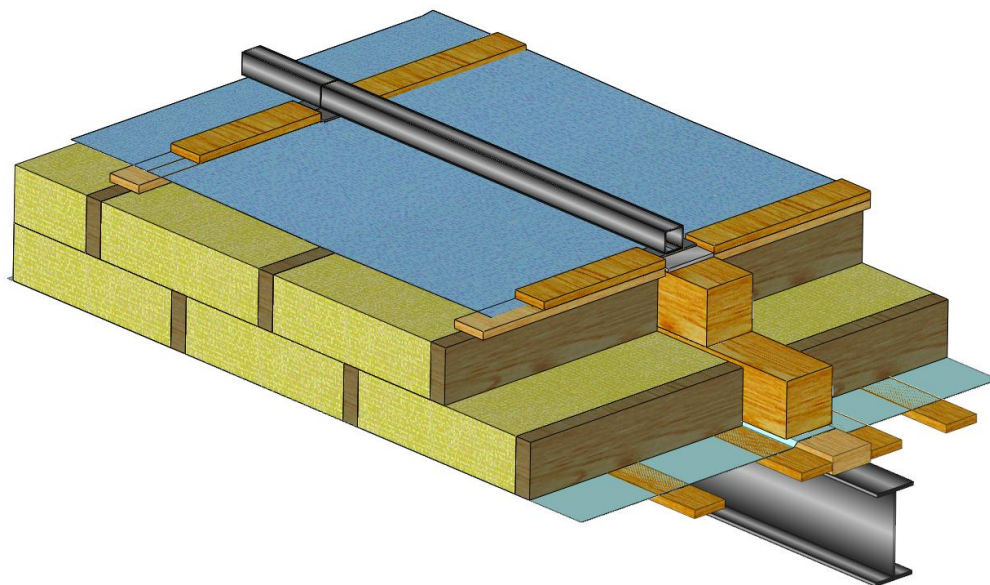
Hetkellinen aikaluokka ei tule mitoittavaksi lumi- ja tuulikuormalla rasitetuissa kattorakenteissa. Kattorakenteiden kiinnitykset tuulen imulle tulee kuitenkin tarkistaa käyttäen osapintojen paikallista tuulenpainetta. (Puuinfo, 2011 s. 13)

Kokonaistuulikuormaa käytetään rakennuksen jäykistävän rungon ja perustusten mitoituksessa. Osapintojen tuulikuormien perusteella mitoitetaan pilarin ja palkin väliset liitokset, sekä vaipan liitos runkoon. (Teräsrakenneyhdistys ry, 2010 s. 5)

3.4 Kattorakenne

Kantavan profiilipellin alle suunniteltiin toimiva aluskaterakenne. Suunnittelussa huomioitiin yläpohjan tuuletus, sekä aluskatteen asentaminen koko kattopellin matkalle. Riittävän yläpohja tuuletuksen varmistamiseksi, rakennukseen suunniteltiin orsirakenne, jolla saatiin lisäkorkeutta yläpohjan ja katon väliin. Rakenneputkien eli orsien pituudeksi valittiin 1 200 mm, työn asennuksen helpottamiseksi. (Liite 7) Rakenneorren alle tulee 10 mm teräslaatta, koska aluskate vieään ehjänä keskilinjaa läpi kuvan 11 mukaisesti.

IPE-240 teräspalkki sijoitetaan yläpohjarakenteiden alapuolelle kannattelemaan kattokuormia. Teräspalkit kiinnitetään IPE 140 -teräspilareiden yläpäähän 4 mm ympärihitsauksella. Teräspalkin yläpuolelle asennetaan kaksi 150 x 150 mm parrua päällekkäin, joihin saadaan koolausrakenne kiinnitettyä. Yläpohjarakenteen riittävän lambda arvon täyttämiseksi, yläpohja suunniteltiin 300 mm:n puukoolaus + villa rakenteena.



Kuva 11. Yläpohjarakenne

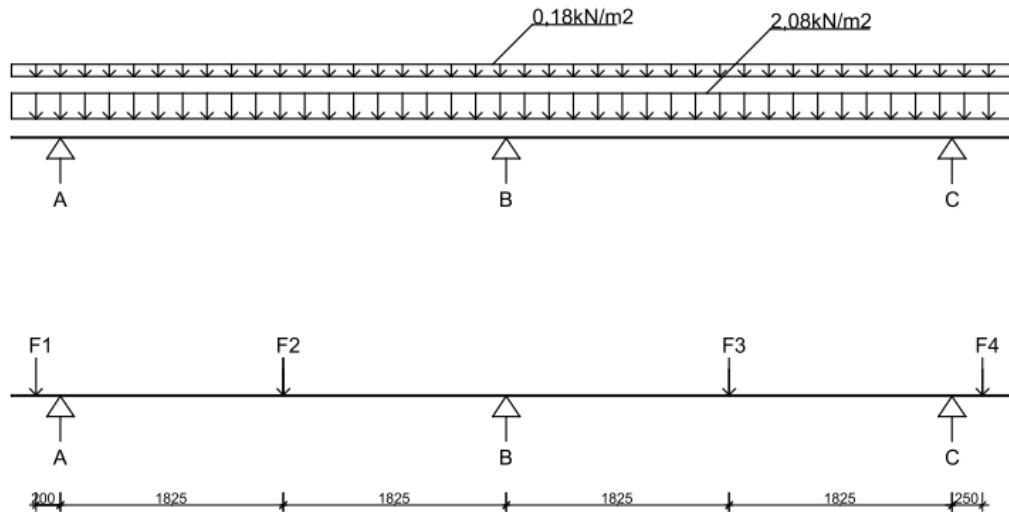
Itsekantavan profiilipellin kestävyys mitoitettiin Ruukin Poimu-mitoitusohjelmalla. Ohjelma laski myös tarvittavat kattokiinnitykset, ruuvi tyyppin sekä kiinnikkeiden määrän. Tukipisteille tulevat kuormat mitoitettiin statiikan sääntöjen mukaan, tuelle tulevana leikkausvoimana. (Kuva 13)

Maksimileikkausvoima

$$\text{Omapaino: } G_k = 1,15 * g_{k,profiiipeltti} = 1,15 * 0,18kN/m^2 = 0,207kN/m^2$$

$$\text{Lumikuorma: } Q_k = 1,5 * q_{k,lumi} = 1,5 * 2,08kN/m^2 = 3,12kN/m^2$$

$$\text{Murtorajatila: } P_d = G_k + Q_k = 0,207kN/m^2 + 3,12kN/m^2 \approx 3,33kN/m^2$$



Kuva 12. Kuormatiedot

$$F_1 = 0,4m * 3,33kN/m^2 \approx 1,33kN$$

$$F_2 = 3,65m * 3,33kN/m^2 \approx 12,15kN$$

$$F_3 = 3,65m * 3,33kN/m^2 \approx 12,15kN$$

$$F_4 = 0,5m * 3,33kN/m^2 \approx 1,67kN$$

Statiikan tasapainoehdot

$$\mathbf{A:} -(0,2\text{m}\cdot F_1) + (1,825\text{m}\cdot F_2) - (3,65\text{m}\cdot B) = 0$$

$$-0,27\text{kN} + 22,17\text{kN} - 3,65B = 0$$

$$B = 6 \text{ kN}$$

$$\mathbf{B:} -(3,85\text{m}\cdot F_1) + (3,65\text{m}\cdot A) - (1,825\text{m}\cdot F_2) = 0$$

$$-5,12\text{kN} + 3,65A - 22,17\text{kN} = 0$$

$$A = 7,48 \text{ kN}$$

$$\mathbf{B:} + (1,825\text{m}\cdot F_3) - (3,65\text{m}\cdot C) + (3,9\text{m}\cdot F_4) = 0$$

$$+ 22,17\text{kN} - 3,65C + 6,51\text{kN} = 0$$

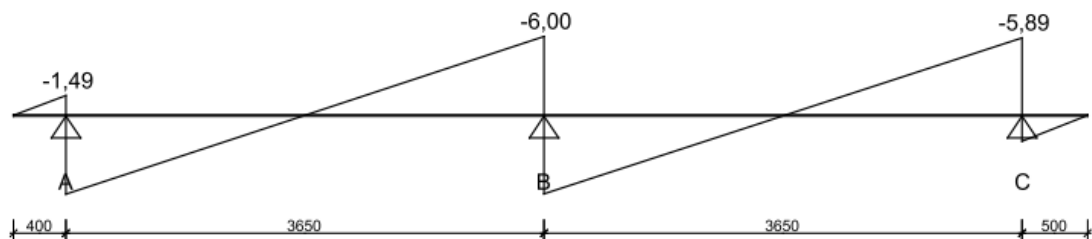
$$C = 7,86 \text{ kN}$$

$$\mathbf{C:} + (3,65\text{m}\cdot B) - (1,825\text{m}\cdot F_3) + (0,25\text{m}\cdot F_4) = 0$$

$$+ 3,65B - 22,17\text{kN} + 0,42\text{kN} = 0$$

$$B = 5,96 \text{ kN}$$

$$\uparrow: 1,33\text{kN} + 12,15\text{kN} + 12,15\text{kN} + 1,67\text{kN} - (6\text{kN} + 7,48\text{kN} + 7,86\text{kN} + 5,96\text{kN}) = 0$$



Kuva 13. Leikkausvoimakuvaaja (kN/m)

Tuelle tulevat kuormat:

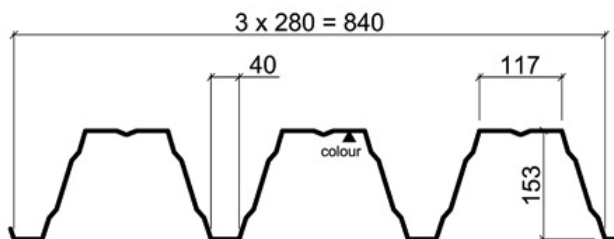
$$\mathbf{A:} P_{d,1} = 7,48 \text{ kN/m}$$

$$\mathbf{B:} P_{d,2} = 11,96 \text{ kN/m}$$

$$\mathbf{C:} P_{d,3} = 7,86 \text{ kN/m}$$

3.4.1 Itsekantava profiilipelti

Rakennuksen vesikattona toimii kuvan 14 mukainen itsekantava poimulevy. Poimulevyihin ei saa tehdä suurempia, kuin yhden aallon levyisiä reikiä samaan levyyn (Ruukki Construction Oy, 2015 s. 8). Vesikattolevyt limitetään samalla limityksellä kuin alkuperäinen rakennus.



Kuva 14. Kantava Poimulevy T153-40L-840/1.25 mm, 16.82 kg/m² (Ruukki.fi)

Itsekantavat poimulevyt kiinnitetään teräsalustaan itseporautuvilla ruuveilla. Kiinnitysalustan ja levyn yhteiseksi maksimipaksuudeksi saadaan n. 4,5 mm. Ruuveina käytetään taulukon 5 mukaista SD6-T15-5.5X28 ruuvia. Sivuttaislimityksessä ruuvien kiinnitysväli on max. 500 mm. (Ruukki Construction Oy, 2015 s. 11)

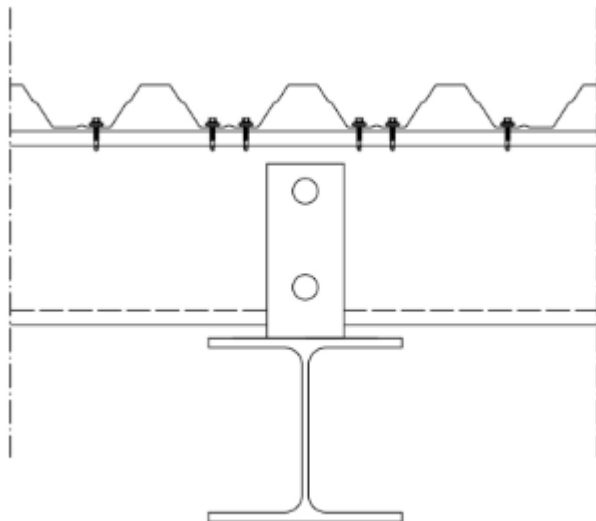
Taulukko 5. Poimulevyn kiinnitys rakenneteräkseen (Ruukki Construction Oy, 2015 s. 13)

Taulukko 1. Poimulevyn kiinnitys rakenneteräkseen

Ruuvityyppi (esimerkkejä)	Tuen seinämävahvuus (minimi) mm	Tuen seinämävahvuus + poimulevyn paksuus (maksimi) mm	Kokonaispaksuus mm
SD6-T15-5.5 x 28	1.5	6	13
SD14-T15-5.5 x 32	4	14	12
SD6-H15 5.5 x 25	1.5	6	13
TDB-S-6.3-16 6.3 x 19	9	5.5 – 5.95	15
TDB-T- H15 6,3 x 19	3	5.5 – 5.95	15

Huom! Laipallinen H15-tyyppi ei ole vesitiivis

Orsitukea lähinnä olevien poimujen pohjissa käytetään kaksinkertaista kiinnikemäärää (kuva 15). Profiilit kiinnitetään orteen laipan sileän osan keskeltä. Ruuvin reunaetäisyys ei saa olla pienempi kuin 25 mm. Kiinnitysalustan minimivahvuus on 2–4 mm kiinnitettävän levyn paksuudesta. (Ruukki Construction Oy, 2015)



Kuva 15. Kiinnikkeet orsituen läheisyydessä. (Ruukki Construction Oy, 2015)

3.4.2 Orsirakenne

Rakennuksen rakenneputket eli orret mitoitetaan suurimman tuelle tulevan kuorman mukaan eli jokaisen tukipisteen kohdalle asennetaan samanlainen orsirakenne. Orret kiinnitetään yläpohja parruun kansiruuveilla kuvan 11 mukaisesti.

Lähtötiedot:

Putkipalkki S355J2H:	$60 \times 60 \times 3 \text{ mm}$,	$l = 1200 \text{ mm}$,	$g = 0,05 \text{ kN/m}$
	$A = 661 \text{ mm}^2$,	$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$,	$W_{pl} = 13,95 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
Tuelle tuleva kuorma, $P_{d,2}$:	$12,0 \text{ kN/m}$		
Osavarmuusluku, γ_{M0} :	1,0		

Taivutetun uuman poikkileikkausluokka 1: $\frac{\bar{b}}{t} \leq 72 \varepsilon$

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2, \quad \varepsilon = \sqrt{235/f_y} = 0,8136$$

$$72\varepsilon = 72 \cdot 0,814 = 58,61, \quad \frac{\bar{b}}{t} = \frac{h-2r_0}{t} = \frac{60\text{mm}-2 \cdot 6\text{mm}}{3\text{mm}} = 16 \quad (\text{kaava 5})$$

Puristetun laipan poikkileikkausluokka 1: $\frac{\bar{b}}{t} \leq 33 \varepsilon$

$$33\varepsilon = 33 \cdot 0,814 = 26,86, \quad \frac{\bar{b}}{t} = \frac{h-2r_0}{t} = \frac{60\text{mm}-2 \cdot 6\text{mm}}{3\text{mm}} = 16 \quad (\text{kaava 6})$$

Poikkileikkausluokassa 1 käytetään kestävyiden ja voimasuureiden laskentatapana plastisuusteoriaa. (Ruukki Metals Oy, 2012 s. 79)

Taivutuskestävyys:

$$M_{Ed} = \frac{P_{d,2} * L^2}{8} = \frac{12kN/m * (1,2m)^2}{8} = 2,16kNm \quad (\text{kaava 7})$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{13,95 * 10^3 mm^3 * 355N/mm^2}{1,0} = 4,95kNm \quad (\text{kaava 8})$$

Taivutusmomentin mitoitusehto: $M_{Ed} \leq M_{Rd}$

Leikkauskestävyys:

$$V_{Ed} = \frac{P_{d,2} * L}{2} = \frac{12kN/m * 1,2m}{2} = 7,2kN \quad (\text{kaava 9})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} = \frac{661 mm^2 * 355N/mm^2}{1,0 * \sqrt{3}} = 135,48kN \quad (\text{kaava 10})$$

Leikkauskestävyyden mitoitusehto: $V_{Ed} \leq V_{Rd}$

Taivutus – ja leikkausvoiman yhteysvaikutusta ei tarvitse ottaa huomioon, koska $V_{Ed} > 0,5V_{pl,Rd}$ (Teräsrakenneyhdistys ry, 2014 s. 51)

Hitsin kestävyys:

Hitsit mitoitetaan tasalujaksi leikkauskestävyyden (V_{Ed}) suhteen:

$$a = 1,15 * t = 1,15 * 3mm = 3,5mm \rightarrow 4mm$$

$$L_w \geq \frac{V_{Ed}}{2a} * \frac{\beta_w \gamma_{M2}}{f_{uw} / \sqrt{3}} = \frac{7,2 * 10^3 N/mm^2}{2 * 4mm} * \frac{0,9 * 1,25}{360N/mm^2 / \sqrt{3}} = 4,9 mm \quad (\text{kaava 11})$$

$$L_w = 5 mm \rightarrow 30mm$$

Ruuviliitoksen leikkauskestävyys:

Kansiruuvit joiden halkaisija on ≤ 6 mm, käytetään naulaliitoksen mitoitusohjeita. (Puuinfo, 2011 s. 35)

Kansiruuvi sinkitty 6 x 70 mm

Puutavaran ominaistiheys: $p_k = 350 \text{ N/mm}^2$

Ruuvin halkaisija: $d = 6 \text{ mm}$

Ruuvin tunkeumasyvyyys: $l_{ef} \approx 50 \text{ mm}$

Ruuvien lukumäärä: 2 kpl

$$q_{w,k} = 1,5 * q_{k,tuuli} = 1,5 * 0,46 \text{ kN/m}^2 = 0,69 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{kaava 12})$$

$$V_d = \frac{5 * q_{k,tuuli} * h}{8} = \frac{5 * 0,69 \text{ kN/m}^2 * 4,6 \text{ m}}{8} = 2,0 \text{ kN} \quad (\text{kaava 13})$$

$$k_p = \sqrt{\frac{\rho_k}{350}} = \sqrt{\frac{350 \text{ N/mm}^2}{350}} = 1 \quad (\text{kaava 14})$$

$$k_s = \left(0,6 + 0,9 * \frac{t}{12d}\right) * k_p = \left(0,6 + 0,9 * \frac{15 \text{ mm}}{12 * 6 \text{ mm}}\right) * 1 = 0,79 \quad t \geq d \quad (\text{kaava 15})$$

$$R_d = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} k_s * 120 * d^{1,7} = \frac{1,1}{1,2} * 0,79 * 120 * (6 \text{ mm})^{1,7} = 1,83 \text{ kN} \quad (\text{kaava 16})$$

$$R_d = \sum R_d = 2 \text{ kpl} * 1,83 \text{ kN} = 3,66 \text{ kN}$$

$$V_d \leq R_d \quad \text{Käyttöaste } 54,6\%$$

3.4.3 IPE 240 -palkki

Lähtötiedot:

Teräspalkki S355J2H: $h = 240\text{mm}, \quad t_f = 9,8\text{ mm}, \quad r = 15\text{mm}, \quad t_w = 6,2\text{mm}$
 $b = 120\text{mm}, \quad f_y = 355\text{ N/mm}^2, \quad W_{pl} = 366,6 \times 10^3\text{mm}^3$
 $A = 3910\text{mm}^2, \quad L = 5565\text{mm}, \quad g_{k,ipe240} = 0,31\text{kN/m}$
 $I_y = 38,92 \times 10^6\text{mm}^4$

Osavarmuusluku, γ_{M0} : 1,0

Palkille tuleva kuorma: $P_{d,2} = 12,0\text{ kN/m}$

Yläpohjarakenne: $g_{k,yläpohja} = \frac{0,4\text{kN/m}^2 * 7,3\text{m}}{2} = 1,46\text{kN/m}$

Putkipalkki S355J2H: $g_{k,putkipalkki} = 0,05\text{kN/m}$

Maksimi leikkausvoima

Rakenteen omapaino: $G_k = 1,15 * (g_{k,putkipalkki} + g_{k,ipe240} + g_{k,yläpohja\ 1} + g_{k,yläpohja\ 2}) =$
 $1,15 * (0,05\text{kN/m} + 0,31\text{kN/m} + 1,46\text{kN/m} + 1,46\text{kN/m}) = 3,77\text{kN/m}$

Murtorajatila: $P_{Ed} = G_k + P_{d2} = 3,77\text{kN/m} + 12\text{kN/m} \approx 15,77\text{kN/m}$

Taivutetun uuman poikkileikkausluokka 1: $\frac{b}{t} \leq 72 \varepsilon$

$f_y = 355\text{N/mm}^2, \quad \varepsilon = \sqrt{235/f_y} = 0,8136$

$72\varepsilon = 72 * 0,814 = 58,61, \quad \frac{b}{t} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{240\text{mm} - 2 * (9,8\text{mm} + 15\text{mm})}{6,2\text{mm}} = 30,71$
 (kaava 17)

Puristetun laipan poikkileikkausluokka 1: $\frac{b}{t} \leq 33 \varepsilon$

$33\varepsilon = 33 * 0,814 = 26,86, \quad \frac{b}{t} = \frac{\frac{b}{2} - (\frac{t_w}{2} + r)}{t_f} = \frac{60\text{mm} - (\frac{6,2\text{mm}}{2} + 15\text{mm})}{9,8\text{mm}} = 4,28$
 (kaava 18)

Taivutuskestävyys:

$$M_{Sd} = \frac{P_{Ed} * L^2}{8} = \frac{15,77 \text{ kN/m} * (5,57 \text{ m})^2}{8} = 61,2 \text{ kNm} \quad (\text{kaava 19})$$

$$W_{pl} = \frac{M_{Sd} \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{61,2 * 10^6 \text{ N/mm}^2 * 1,0}{355 \text{ N/mm}^2} = 172,39 * 10^3 \text{ mm}^3 \quad (\text{kaava 20})$$

$$W_{pl} \leq W_{pl,y} \quad \text{Käyttöaste } 53,2\%$$

Taipuma (mitoitus KRT:n perusteella):

$$\delta_{max} = \frac{L}{200} = \frac{5565 \text{ mm}}{200} = 27,8 \text{ mm} \quad (\text{kaava 21})$$

$$V = \frac{5 P_{Ed} L^4}{384 E \delta_{max}} = \frac{5 * 11,5 \text{ N/mm} * (5565 \text{ mm})^4}{384 * 210000 \text{ N/mm} * 27,8 \text{ mm}} = 24,6 * 10^6 \text{ mm}^4 \quad (\text{kaava 22})$$

$$I_y \geq V \quad \text{Käyttöaste } 63,2\%$$

Leikkauskestävyys:

$$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 3910 \text{ mm}^2 - 2 * 120 \text{ mm} * 9,8 \text{ mm} + (6,2 \text{ mm} + 2 * 15 \text{ mm}) * 9,8 \text{ mm} = 1913 \text{ mm}^2 \quad (\text{kaava 23})$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0} \sqrt{3}} = \frac{1913 \text{ mm}^2 * 355 \text{ N/mm}^2}{1,0 * \sqrt{3}} = 392 \text{ kN} \quad (\text{kaava 24})$$

$$V_{sd} = \frac{P_{Ed} * L}{2} = \frac{15,77 \text{ kN/m} * 5,57 \text{ m}}{2} = 44 \text{ kN} \quad (\text{kaava 25})$$

$$V_{pl,Rd} \geq V_{sd} \quad \text{Käyttöaste } 11,2\%$$

Kiepahduskestävyyttä ei tarkastella, koska yläpohjarakenteet ovat kiinnitetty tiheällä välillä teräspalkkiin.

3.5 Rakennuksen runko

Rakennuksen kantavalle keskilinjalle sijoitettiin varastokatoksen entiset IPE-240 teräspalkit, sekä IPE-140 teräspilarit. Keskilinjän ulommat pilarit mitoitettiin 140 x 140 mm liimapuupilareilla, koska ulkoseinän sisään asennettava teräspilari olisi aiheuttanut rakenteeseen tarpeettoman kylmäsilan. Rakennuksen runko sekä jäykistävät väliseinät mitoitettiin 148 x 48 mm puutolpilla, sekä k600 jaolla. Höyrynsulkumuovi asennetaan ulkoseinärakenteen sisäpintaan.

Lattiarakenteeksi suunniteltiin 120 mm itsekantava betonilaatta, koska ohuempi laatta ei olisi kestänyt halkeilemattomana. Laatta pinnoitetaan, sekä irroitetaan kaikista pystyrakenteista 10 mm solumuovinauhalla. Laatan alapuolelle tulee Styrox EPS 100 -lattiaeriste, sekä 70 mm lisäeriste laatan ulkoreunoille. Lattiaeristeiden alapuolelle tulee ≥ 200 mm soramurske.

3.5.1 IPE 140 -pilari

Keskisesti puristetussa pilarissa normaalivoima vaikuttaa aina poikkileikkauksen painopisteessä, jolloin suorassa sauvassa ei ole taivutusmomenteja. Puristettujen sauvojen mitoitusta koskevien sääntöjen mukaisesti normaalivoiman epäkeskisyyttä ei tarvitse ottaa erikseen huomioon, kun se on enintään ± 5 mm. (Teräsrakenneyhdistys ry, 2014 s. 73)

Teräspilarit kiinnitetään tartuntalevyyn 4 mm paksuisena ympärähitsauksella. Hitsausauman ympärille tehdään korroosion estämiseksi suojavaalu, joka ylettyy anturan yläpinnasta maanvaraisenlaatan yläpintaan, sekä pilari ja laatta erotetaan toisistaan 10 mm paksuisella solumuovikaistalla. (Liite 10) Tartuntalevyjen kestävyys mitoitettiin Peikko Designer -ohjelmalla (Liite 16).

Lähtötiedot:

<i>Teräspilari S355J2H:</i>	$h = 140\text{mm}, \quad t_f = 6,9\text{ mm}, \quad r = 7\text{mm}, \quad t_w = 4,7\text{mm}$
	$b = 73\text{mm}, \quad f_y = 355\text{N/mm}^2,$
	$f_u = 490\text{N/mm}^2, \quad W_{pl} = 88,34 \times 10^3\text{mm}^3$
	$A = 1640\text{mm}^2, \quad L = 3800\text{mm}, \quad g_{k,ipe140} = 0,13\text{kN/m}$
	$i_y = 57,4\text{mm}, \quad I_y = 541 \times 10^4\text{mm}^4$
<i>Epätarkkuustekijä, α:</i>	$\alpha = 0,21$
<i>Osavarmuusluku, γ_{M0}:</i>	1,0
<i>Pilarille tuleva kuorma:</i>	$P_{Ed} = 15,77\text{ kN/m} * 5,57\text{m} = 88\text{kN}$

Pilarinpoikkileikkauksen puristuskestävyys:

$$N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1640\text{mm}^2 \cdot 355\text{N/mm}^2}{1,0} = 582\text{kN} \quad (\text{kaava 26})$$

Pilariin kohdistuva viivakuorma käyttörajatilassa:

$$\begin{aligned} W_k &= 1,25 * q_{k,tuuli} * \left[(c + h - 0,2 * H) + b + \left(\frac{h}{2}\right) \right] \\ &= 1,25 * 0,46\text{kN/m}^2 * \left[(0,45\text{m} + 3,6\text{m} - 0,2 * 4,6\text{m}) + 0,3\text{m} + \left(\frac{3,6\text{m}}{2}\right) \right] \approx 3,0\text{kN/m} \end{aligned} \quad (\text{kaava 27})$$

Pilarin tuulikuorma murtorajatilassa:

$$F_{d,1} = 1,5 * W_k * \frac{L}{4} = 1,5 * 3,0\text{kN/m} * \frac{7,5\text{m}}{4} = 8,44\text{kN} \quad (\text{kaava 28})$$

Taivutetun uuman poikkileikkausluokka 1: $\frac{d}{t_w} \leq 33 \varepsilon$

$$f_y = 355\text{N/mm}^2, \quad \varepsilon = \sqrt{235/f_y} = 0,8136$$

$$33\varepsilon = 33 * 0,814 = 26,86, \quad \frac{c}{t} = \frac{h - 2(t_f + r)}{t_w} = \frac{140\text{mm} - 2 * (6,9\text{mm} + 7\text{mm})}{4,7\text{mm}} = 23,87$$

(kaava 29)

Puristetun laipan poikkileikkausluokka 1: $\frac{b}{t} \leq 9 \varepsilon$

$$9\varepsilon = 9 * 0,814 = 7,33, \quad \frac{c}{t} = \frac{\frac{b}{2} - \left(\frac{t_w}{2} + r\right)}{t_f} = \frac{36,5\text{mm} - \left(\frac{4,7\text{mm}}{2} + 7\text{mm}\right)}{6,9\text{mm}} = 3,93$$

(kaava 30)

Pilarin nurjahduskestävyys:

$$L_{cr} = 0,7L = 0,7 * 3,8\text{m} = 2,66\text{m} \quad (\text{kaava 31})$$

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i_y \pi} * \sqrt{\frac{\beta f_y}{E}} = \frac{2660\text{mm}}{57,4\text{mm} * \pi} * \sqrt{\frac{1,0 * 355\text{N/mm}^2}{210000\text{N/mm}^2}} = 0,6065 \quad (\text{kaava 32})$$

$$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 * \left[1 + 0,21 * (0,6065 - 0,2) + (0,6065)^2 \right] = 0,727 \quad (\text{kaava 33})$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,727 + \sqrt{(0,727)^2 - (0,607)^2}} = 0,89 \quad (\text{kaava 34})$$

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{Af_y}{\gamma_{M1}} = 0,89 * \frac{1640\text{mm}^2 * 355\text{N/mm}^2}{1,0} = 518\text{kN} \quad (\text{kaava 35})$$

Laipan hitsien mitoitus taivutus- ja normaalivoimalle:

$$M_{Ed} = M_{w,k} = \frac{F_{d,1} * L_s^2}{8} = \frac{8,44kN * (3,8m)^2}{8} = 15,23kNm \quad (\text{kaava 36})$$

$$\sigma_x = \frac{M_{Ed}}{I_y} * \frac{h - t_f}{2} - \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{15,23 * 10^6 Nmm}{541 * 10^4 mm^4} * \frac{140mm - 6,9mm}{2} - \frac{88,0 * 10^3 N/mm}{1640mm^2} = 133,7N/mm^2 \quad (\text{kaava 37})$$

$$a_f \geq \sqrt{t} - 0,5 = a_f \geq \sqrt{15} - 0,5 = 3,4mm$$

$$a_f \approx 4mm$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_x}{2\sqrt{2}a_f} t_f = \frac{133,7N/mm^2}{2\sqrt{2} * 4mm} * 6,9mm = 163,1 N/mm^2 \quad (\text{kaava 38})$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{(163,1N/mm^2)^2 + 3 * ((163,1N/mm^2)^2 + 0^2)} = 326,2N/mm^2 \leq \frac{f_u}{\beta_2 \gamma_{M2}} = \frac{490N/mm^2}{1,0 * 1,25} = 392N/mm^2, \text{ Käyttöaste } 83,2\% \quad (\text{kaava 39})$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 490N/mm^2}{1,25} = 353N/mm^2, \text{ Käyttöaste } 46,2\% \quad (\text{kaava 40})$$

Uuman hitsien mitoitus:

$$\sigma_x = \frac{M_{Ed}}{I_y} \left(\frac{h}{2} - t_f \right) - \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{15,23 * 10^6 Nmm}{541 * 10^4 mm^4} * \left(\frac{140mm}{2} - 6,9mm \right) - \frac{88,0 * 10^3 N/mm}{1640mm^2} = 124,0N/mm^2 \quad (\text{kaava 41})$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_x}{2\sqrt{2}a_w} t_w = \frac{124,0 N/mm^2}{2 * \sqrt{2} * 4mm} * 4,7mm = 103,0 N/mm^2 \quad (\text{kaava 42})$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{2a_w(h-2t_f)} = \frac{8,44 * 10^3 N/mm}{2 * 4mm * (140mm - 2 * 6,9mm)} = 8,4 N/mm^2 \quad (\text{kaava 43})$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{(103,0N/mm^2)^2 + 3 * ((103,0N/mm^2)^2 + (8,4N/mm^2)^2)} = 206,5N/mm^2 \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{Mw}} = \frac{490N/mm^2}{1,0 * 1,25} = 392N/mm^2, \text{ Käyttöaste } 52,7\% \quad (\text{kaava 44})$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 490N/mm^2}{1,25} = 353N/mm^2, \text{ Käyttöaste } 29,2\% \quad (\text{kaava 45})$$

3.5.2 Puupilari

Lähtötiedot:

Liimapuutolppa GL30c 140x140mm

$$f_{m,k} = 30N/mm^2 \quad \text{Taivutuslujuus}$$

$$f_{v,k} = 3,5N/mm^2 \quad \text{Leikkauslujuus}$$

$$f_{c,0,k} = 25N/mm^2 \quad \text{Puristuslujuus syysuuntaan}$$

$$E_{0,05} = 10800N/mm^2 \quad \text{Kimmomoduuli}$$

$$E_{0,mean} = 13000N/mm^2 \quad \text{Kimmomoduuli}$$

$$\rho_K = 390kg/m^3 \quad \text{Tiheys}$$

(Suomen Liimapuuyhdistys ry, 2012)

$$\gamma_M = 1,2 \quad \text{Materiaalin osavarmuusluku}$$

$$k_{mod} = 0,8 \quad \text{Keskipitkä aikaluokka}$$

$$k_{mod} = 1,1 \quad \text{Hetkellinen aikaluokka}$$

(Puuinfo, 2011 s. 15; 17)

$$\text{Pilarille tuleva kuorma:} \quad N_d = P_{Ed} * \frac{b}{2} = 15,77kN/m * \frac{5,7m}{2} \approx 45kN$$

$$\text{Tuulikuorma:} \quad q_{wd} = 1,5 * 0,46kN/m * \frac{7,5m}{2} = 2,6kN/m$$

$$\text{Leikkausvoima:} \quad V_{Ed} = \left(\frac{3}{8}\right) * q_{wd} * L = \left(\frac{3}{8}\right) * 2,6kN/m * 3,8m = 3,71kN$$

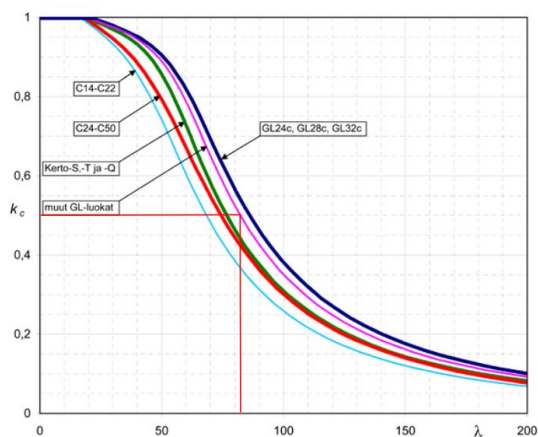
Pilarin nurjahduskestävyys:

$$L_{c,z} = 1,0 * L_s = 3300mm \quad \text{(kaava 46)}$$

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{140mm}{\sqrt{12}} = 40,4mm \quad \text{(kaava 47)}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{c,z}}{i_y} = \frac{3300mm}{40,4mm} = 81,7mm \quad \text{(kaava 48)}$$

$$\lambda_y = k_{c,y} = 0,5 \quad \text{(kuva 16)}$$



Kuva 16. Nurjahduskertoimen määrittäminen (Puuinfo, 2011 s. 27)

Pilarin puristuskestävyys:

$$\delta_{c,0,d} = \frac{N_d}{b \cdot h} = \frac{45000N}{140mm \cdot 140mm} = 2,30N/mm^2 \quad (\text{kaava 49})$$

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{25,0N/mm^2 \cdot 0,8}{1,2} = 16,67N/mm^2 \quad (\text{kaava 50})$$

$$\text{Mitoitusehto: } \frac{\delta_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1, \quad = \frac{2,30N/mm^2}{0,5 \cdot 16,67N/mm^2} \leq 1, \quad = 0,276 \leq 1$$

Käyttöaste 27,6%

Pilarin taivutuskestävyys:

$$M_{w,k} = \frac{(c_{p,net} \cdot q_k(h) \cdot k_1) \cdot L_s^2}{8} = \frac{(1,1 \cdot 0,35kN/m^2 \cdot 3,65m) \cdot (3,3m)^2}{8} = 1,91kNm \quad (\text{kaava 51})$$

$$M_d = 1,5 \cdot M_{w,k} = 2,87kNm$$

$$\delta_{m,y,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} = \frac{6 \cdot 2,87kNm \cdot 10^6}{140mm \cdot (140mm)^2} = 6,28N/mm^2 \quad (\text{kaava 52})$$

$$f_{m,y,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24,0N/mm^2 \cdot 1,1}{1,2} = 22,0N/mm^2 \quad (\text{kaava 53})$$

$$\text{Mitoitusehto: } \frac{\delta_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\delta_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1, \quad = \frac{6,28N/mm^2}{22,0N/mm^2} + \frac{2,30N/mm^2}{0,5 \cdot 16,67N/mm^2} = 0,561$$

Käyttöaste 56,1%

3.5.3 Runkotolppa

Rakenteen osapinnoille kohdistuvaa paikallista tuulenpainetta käytetään rakenteiden kiinnitysten mitoituksessa sekä rakenneosien ja verhousten taivutustarkasteluissa. (Puuinfo, 2011 s. 13) Rakennuksen runkotolppa mitoitettiin alueelta, johon kohdistuu suurin pystykuorma eli nosto-oven pielitolpat, jotka sijaitsevat ulkoseinän nurkka-alueella. Tuulenpaineen nettokertoimena käytetään taulukon 6 arvoa $C_{p, net} = -1,7$. Rakenteen osapinnoille kohdistuvaksi paikalliseksi tuulenpaineeksi (imu) saadaan:

$$q_{w,k} = C_{p,net} * q_k(h) = -1,7 * 0,35kN/m^2 \approx -0,60kN/m^2 \quad (\text{kaava 54})$$

Taulukko 6. Ulkoseinien paikallisen tuulenpaineen nettopaine kertoimia (Puuinfo, 2011 s. 14)

Ulkoseinät	suurin imu nurkka-alueilla ¹⁾		suurin imu keskialueilla		suurin paine sisäänpäin	
	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$
tarkasteltava pinta-ala						
$C_{p,net}$	-1,5	-1,7	-1,1	-1,4	+1,1	+1,3

Maksimi leikkausvoima

Rakenteen omapaino: $G_k = 1,15 * (g_{k,putkipalkki} + g_{k,yläpohja 1} + g_{k,yläpohja 2}) =$
 $G_k = 1,15 * (0,05kN/m + 1,46kN/m + 1,46kN/m) = 3,42kN/m$

Tuelle tuleva kuorma: $P_{d3} = 7,86kN/m$

Murtorajatila: $P_{Ed} = G_k + P_{d3} = 3,42kN/m + 7,86kN/m \approx 11,28kN/m$

$$N_d = P_{Ed} * L = 11,28kN/m * 1,8m = 20,3kN$$

Lähtötiedot:

Sahatavara C24, 148 x 48 mm

$f_{m,k} = 24N/mm^2$ Taivutuslujuus

$f_{c,0,k} = 21N/mm^2$ Puristuslujuus syysuuntaan

$\gamma_M = 1,4$ Materiaalin osavarmuusluku

$k_{mod} = 0,8$ Keskipitkä aikaluokka

$k_{mod} = 1,1$ Hetkellinen aikaluokka

(Puuinfo, 2011 s. 17)

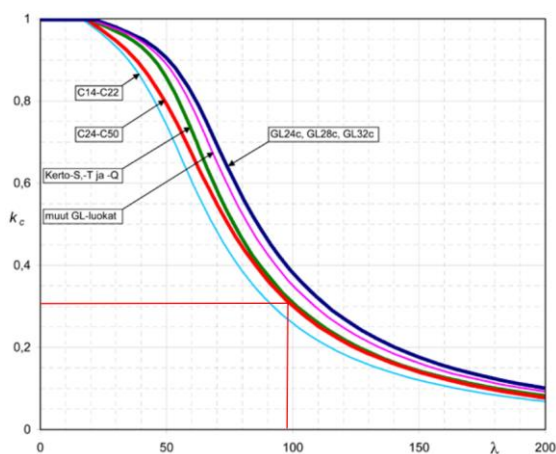
Nurjahduskerroin:

$$L_{c,z} = 1,0 * L_s = 4150mm \quad (\text{kaava 55})$$

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{148mm}{\sqrt{12}} = 42,7mm \quad (\text{kaava 56})$$

$$\lambda_y = \frac{L_{c,z}}{i_y} = \frac{4150mm}{42,7mm} = 97,2mm \quad (\text{kaava 57})$$

$$\lambda_y = k_{c,y} = 0,31 \quad (\text{kuva 17})$$



Kuva 17. Puupilarin nurjahduskerroin (Puuinfo, 2011 s. 27)

Pilarin puristuskestävyys (kahdelle rinnakkaiselle tolpalle):

$$\delta_{c,0,d} = \frac{N_d}{b * h} = \frac{20300N}{2 * 48mm * 148mm} = 1,43N/mm^2 \quad (\text{kaava 58})$$

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{21,0N/mm^2 * 0,8}{1,4} = 16,67N/mm^2 \quad (\text{kaava 59})$$

$$\text{Mitoitusehto: } \frac{\delta_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} \leq 1, \quad = \frac{1,43N/mm^2}{0,31 * 16,67N/mm^2} \leq 1, \quad = 0,277 \leq 1$$

Käyttöaste 27,7%

Pilarin taivutuskestävyys (kahdelle rinnakkaiselle tolपालle):

$$M_{w,k} = \frac{(q_{w,k} * k_1) * L_s^2}{8} = \frac{(0,6 \text{ kN/m}^2 * 1,8 \text{ m}) * (4,15 \text{ m})^2}{8} = 2,33 \text{ kNm} \quad (\text{kaava 60})$$

$$M_d = 1,5 * M_{w,k} = 1,5 * 2,33 \text{ kNm} = 3,5 \text{ kNm}$$

$$\delta_{m,y,d} = \frac{6 * M_d}{b * h^2} = \frac{6 * 3,5 \text{ kNm} * 10^6}{2 * 48 \text{ mm} * (148 \text{ mm})^2} = 9,78 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{kaava 61})$$

$$f_{m,y,d} = \frac{f_{m,k} * k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{24,0 \text{ N/mm}^2 * 1,1}{1,4} = 18,86 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{kaava 62})$$

$$\text{Mitoitusehto: } \frac{\delta_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\delta_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} \leq 1, \quad = \frac{9,78 \text{ N/mm}^2}{18,86 \text{ N/mm}^2} + \frac{1,43 \text{ N/mm}^2}{0,31 * 16,67 \text{ N/mm}^2} = 0,795$$

Käyttöaste 79,5%

3.5.4 Väliseinä

Varastokatos on jäykistetty vinoreivoilla, rakennuksen keskeltä, kahdesta kohtaa. Koska suunnitelmissa on rakentaa seitsemän erillistä tilaa, voidaan rakennus jäykistää väliseinillä. Rakennuksen päätyosastoiden väliseinät tehdään ensimmäisten lattiavalujen jälkeen, koska rakennus täytyy jäykistää tuulikuormia vastaan.

Lähtötiedot:

$L_1 = 40,0 \text{ m}$	Rakennuksen pituus
$h = 3,6 \text{ m}$	Keskimääräinen huonekorkeus
$a = 1,0 \text{ m}$	Yläpohjan projektio korkeus
$L_2 = 7,1 \text{ m}$	Väliseinän pituus
$b = 1,2 \text{ m}$	Kipsilevyn leveys

Yläpohjaan kohdistuva viivakuorma käyttörajatilassa:

$$W_k = 1,25 * q_{k,tuuli} * \left(a + \frac{h}{2}\right) = 1,25 * 0,46 \text{ kN/m}^2 * \left(1,0 \text{ m} + \frac{3,6 \text{ m}}{2}\right) \approx 1,61 \text{ kN/m} \quad (\text{kaava 63})$$

Murtorajatila:

$$F_{d,1} = 1,5 * W_k * \frac{L}{7} = 1,5 * 1,61 \text{ kN/m} * \frac{40,0 \text{ m}}{7} = 13,8 \text{ kN} \quad (\text{kaava 64})$$

Jäykisteseinän pituus on 7,1 m ja yhden levyn leveys on 1200 mm. Näin ollen kokonaisia levyjä tulee molemminpuolin seinää yhteensä 10 kpl. Jäykistäväksi seinäksi huomioidaan myös leikatut levyt, joita on 2 kpl, koska leveys ylittää levyn vähimmäis leveyden $b / 4$. Osalevyn kapasiteetti on 0,25 x täydenlevyn kapasiteetti. (Gyproc, 2016. s. 458)

Seinän leikkausvoimakestävyys:

Gyproc, GN 13 Normaali sisäverhouslevy

$F_{v,Rd} = 2,06kN$ Jäykistyskapasiteetti (Kiinnike QT 29 tai QMST 32, K200 mm)

$c_1 = 0,75$ Korjauskertoimen 3200mm korkeaan kipsilevyyn

(Gyproc, 2016. s. 458;459)

$$F_{v,Rd} = \sum F_{1,v,Rd} + \sum F_{2,v,Rd}$$

$$F_{v,Rd} = 10 * F_{v,Rd} * c_1 + 2 * F_{v,Rd} * c_1 * 0,25 = 10 * 2,06kN * 0,75 + 2 * 2,06kN * 0,75 * 0,25 = 16,22kN$$

(kaava 65)

$$\text{Mitoitusehto: } F_{d,1} \leq F_{v,Rd}, \quad = 13,8kN \leq 16,22kN, \quad \text{Käyttöaste } 85,1\%$$

Jäykisteseinän aiheuttama viivakuorma maanvaraiseen laattaan murtorajatilassa:

$$F_{v,Ed} = \frac{F_{d,1}}{L_1} = \frac{13,8kN}{7,1m} = 1,94kN/m$$

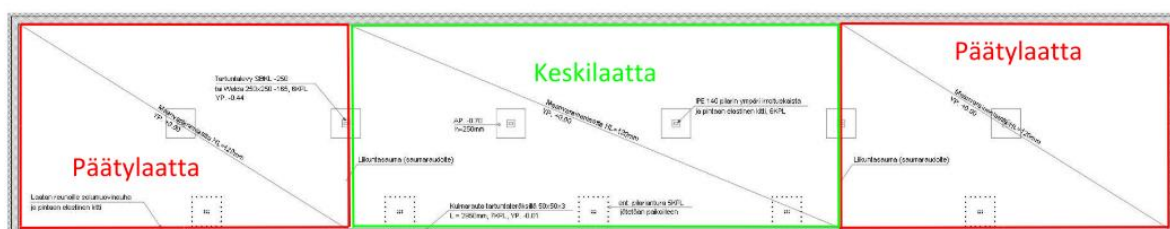
(kaava 66)

3.5.5 Alapohja

Betoni kutistuu kuivuessaan, jolloin laatan liike suuntautuu saumasta laattakentän keskipistettä kohti. Jos nämä liikkeet eivät pääse vapaasti tapahtumaan, laattaan syntyy pakkovoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan laatan. Laatta jaetaan omiin valualueisiin liikuntasaumoilla, jotka sallivat laatan pitenemisen, lyhenemisen ja kiertymisen. Liikuntasauman kohdalla laatta on kokonaan poikki, joten saumat suunnitellaan siten, että sauma pystyy siirtämään leikkausrasitukset. (betoni.com)

Lattian valujako suoritetaan siten, että varastokatoksen nykyisiä vinotukia ei tarvitse purkaa ensimmäisten lattia valujen yhteydessä. Maanvarainenlattia valetaan kahdessa osassa, ensin rakennuksen päädyt ja viimeisenä keskimmäinen laatta. Laatan työsaumat sijoitettiin kuvan 18 mukaisesti, jäykistävien seinien kohdalle. Työsaumat muodostavat myös samalla liikuntasauman.

Varastokatoksen vinotukien välissä olevaa katto-, palkki- ja pilarirakennetta ei pureta ennen, kuin rakennuksen päätylaatat on valettu sekä jäykistävät väliseinät rakennettu (Kuva 18). Päätylaattojen valusaumat jäävät n. 1,5 m etäisyydelle teräspilareista, joissa on vinotuet hitsattuna kiinni. Maanvarainen betonilaatta mitoitettiin rakennuksen keskilaatan mukaan, koska siihen kohdistuu suurimmat kuormat.



Kuva 18. Maanvaraisenlaatan työjärjestys

Lähtötiedot:

<i>Maanvarainen betonilaatta:</i>	$17,0 \times 7,1 \text{ m}, \quad h = 120 \text{ mm}, \quad d = 0,85h$
<i>Betoni:</i>	$C 20/25 - 2, \quad f_{cd} = 13,3 \text{ MN/m}^2, \quad f_{ctk} = 1,8 \text{ MN/m}^2$ $f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
<i>Pistekuorma, P:</i>	$30,0 \text{ kN}$
<i>Pistekuorman kuormitusala, A:</i>	$0,15 \text{ m}^2 (0,15 \times 1,0 \text{ m})$
<i>Laatan omapaino, g_k:</i>	$2,5 \text{ kN/m}^2$
<i>Hyötykuorma, q_k:</i>	$2,5 \text{ kN/m}^2$
<i>Kitkakerroin, μ_F:</i>	$1,0$

Alustaluku:

$$k = \frac{1}{\frac{h_1}{E_1} + \frac{h_2}{E_2} + \frac{h_3}{E_3}} = \frac{1}{\frac{0,1}{10} + \frac{0,2}{150} + \frac{0,7}{80}} = 49,8 \text{ MNm} \quad (\text{kaava 67})$$

Maksimimomenttien laskenta:

Pistekuorman säde r (m):

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} + \frac{1}{2}h = \sqrt{\frac{0,15 \text{ m}^2}{\pi}} + \frac{1}{2} * 0,12 \text{ m} = 0,28 \text{ m} \quad (\text{kaava 68})$$

Elastinen laatan jäykkyys säde l_K (m):

$$l_K = \sqrt[4]{\frac{D}{k}} = \sqrt[4]{\frac{2,21 \text{ MNm}}{49,8 \text{ MNm}}} = 0,46 \text{ m} \quad (\text{kaava 69})$$

$$D = \frac{E_c d^3}{12} = \frac{25000 \text{ MN/m}^2 * (0,85 * 0,12 \text{ m})^3}{12} = 2,21 \text{ MNm} \quad (\text{kaava 70})$$

$$E_c = 5000 \sqrt{K} = 5000 * \sqrt{25 \text{ MN/m}^2} = 25000 \text{ MN/m}^2 \quad (\text{kaava 71})$$

Suhteellinen kuormitusjakautuma:

$$\alpha_k = \frac{r}{l_K} = \frac{0,28 \text{ m}}{0,46 \text{ m}} = 0,609 \quad (\text{kaava 72})$$

Pistekuormasta aiheutuva taivutusmomentti:

Pistekuorma laatan keskellä:

$$M_{1max} = +P(0,056 - 0,211 \log \alpha_k) = +30 \text{ kN} * (0,056 - 0,211 \log 0,609) = +3,04 \text{ kNm/m}$$

$$M_{1min} = -0,02P = -0,6 \text{ kNm/m} \quad (\text{kaava 73})$$

Pistekuorma sauman keskellä:

$$M_{2max} = +P(0,049 + 0,015 \alpha_k - 0,263 \log \alpha_k) = +30 \text{ kN} * (0,049 + 0,015 * 0,609 - 0,263 \log 0,609)$$

$$= +3,44 \text{ kNm/m}$$

$$M_{2min} = -0,033P = -0,99 \text{ kNm/m} \quad (\text{kaava 74})$$

Pistekuorma laatan reunalla:

$$M_{3max} = +P(0,013 + 0,068\alpha_k - 0,526 \log \alpha_k) = 30kN * (0,013 + 0,068 * 0,609 - 0,526 \log 0,609) \\ = +5,03kNm/m$$

$$M_{3min} = -0,066P = -1,98kNm/m \quad (\text{kaava 75})$$

Pistekuorma saumojen nurkassa:

$$M_{4min} = -\frac{P}{8}(1 - 0,74\alpha_k^{0,6}) = -\frac{30kN}{8} * (1 - 0,74 * 0,609^{0,6}) = -1,69kNm/m$$

(kaava 76)

Pistekuormaa laatan nurkassa ei tarvitse laskea, koska $\alpha_k \geq 0,5$. (Suomen betoniyhdistys, 2018 s. 103)

Laatan maksimimomenteiksi saadaan:

$$M_{k,max} = +5,03kNm/m \text{ (Laatan alapintaan kohdistuva vetorasitus, pistekuorma laatan reunalla)}$$

$$M_{k,min} = -1,98kNm/m \text{ (Laatan yläpintaan kohdistuva vetorasitus, pistekuorma laatan reunalla)}$$

Kitkavoima:

$$N_k = (g + k_t q)L_x \mu_F = (2,5kN/m^2 + 1,0 * 2,5kN/m^2) * 0,5 * 17,0m * 1,0 = 42,5 kN/m$$

(kaava 77)

Raudoituksen mitoitus (MRT):

$a_s = 0$, $d = 0,5h = 60mm$, koska laatan paksuus $h \leq 120mm$ ja raudoitus keskeinen.
(Suomen betoniyhdistys, 2018 s. 106)

Tapaus 1: Suurin muuttuva kuorma (osavarmuuskerroin 1,3)

$$M_{sd} = M_{Ed} = 1,3 * M_{k,max} = 1,3 * 5,03kNm/m = 6,54kNm/m \quad (\text{kaava 78})$$

$$N_{Ed} = F_{v,Ed} = 1,94kN/m, \quad (\text{Jäykisteseinän aiheuttama viivakuorma MRT})$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{6,54 * 10^6 Nmm}{1000mm * (60mm)^2 * 13,3N/mm^2} = 0,137 \quad (\text{kaava 79})$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,137} = 0,147 \quad (\text{kaava 80})$$

$$A_s = \frac{\beta b d f_{cd}}{f_{yd}} + \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,147 * 1000mm * 60mm * 13,3N/mm^2}{435N/mm^2} + \frac{1940N}{435N/mm^2} = 274mm^2/m$$

(kaava 81)

Tapaus 2: Kaikille kuormille

$$M_{Ed} = 1,0 * M_{k,max} = 1,0 * 5,03kNm/m = 5,03kNm/m \quad (\text{kaava 82})$$

$$N_{Ed} = 1,0 * N_k = 1,0 * 42,5kN/m = 42,5kN/m \quad (\text{kaava 83})$$

$$M_{sd} = M_{Ed} - N_{Ed}a_s = 5,03kNm/m - 42,5kN/m * 0 = 5,03kNm/m \quad (\text{kaava 84})$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{bd^2f_{cd}} = \frac{5,03 * 10^6 Nmm}{1000mm * (60mm)^2 * 13,3N/mm^2} = 0,105 \quad (\text{kaava 85})$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,151} = 0,111 \quad (\text{kaava 86})$$

$$A_s = \frac{\beta b d f_{cd}}{f_{yd}} + \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0,111 * 1000mm * 60mm * 13,3N/mm^2}{435N/mm^2} + \frac{42500N}{435N/mm^2} = 301mm^2/m \quad (\text{kaava 87})$$

Tarvittava raudoituksen pinta – ala $A_s = 301mm^2/m$

Valitaan raudoitukseksi: # T8 K150 ($335mm^2/m$)

Halkeilukestävyys:

Laatan maksimi vetovoima esiintyy laatan reunalla. Vetovoiman arvioidaan olevan $0,5N_{Ed}$:

(Suomen betoniyhdistys, 2018 s. 69)

$$N_k = 0,5 * N_{Ed} = 0,5 * 42,5kN/m = 21,25kN/m, \quad D = W_{ce} = 0,00221kNm$$

$$\frac{N_k}{A_c f_{ctk}} + \frac{M_k}{1,7 W_{ce} f_{ctk}} \leq 1, \quad = \frac{21,25kN/m}{0,12m * 1800kN/m^2} + \frac{5,03kNm/m}{1,7 * 0,00221kNm * 1800kN/m^2} = 0,84 \leq 1 \quad (\text{kaava 88})$$

Käyttöaste: 84%

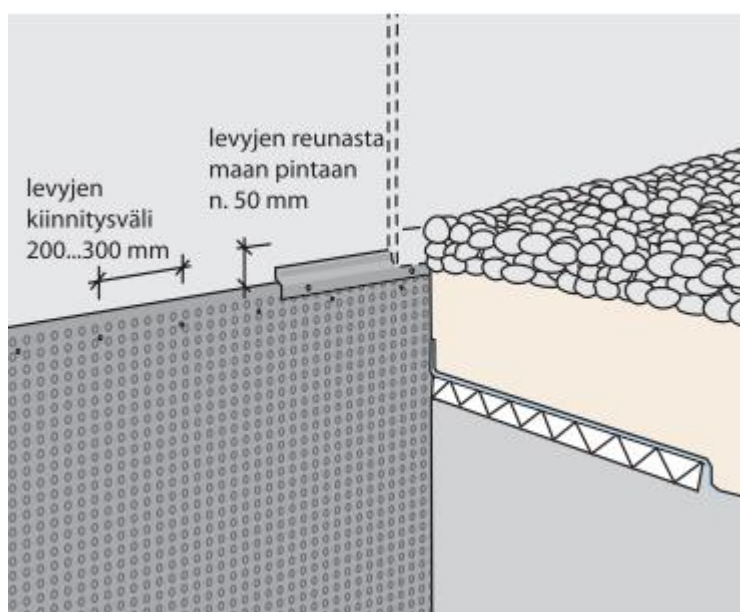
$$W_1 = \frac{bh^2}{6} = \frac{1000mm * (120mm)^2}{6} = 2,4 * 10^6 mm^3 \quad (\text{kaava 89})$$

$$M_{R,cr} = f_{ctm} W_1 = 2,56N/mm^2 * 2,4 * 10^6 mm^3 = 6,14kNm \quad (\text{kaava 90})$$

$$P_{max} = \left(\frac{M_{R,cr}}{M_{k,max}} \right) * F_{v,Ed} = \left(\frac{6,14kNm}{5,03kNm} \right) * 1,94kN/m = 2,37kN \quad (\text{kaava 91})$$

3.6 Perustukset

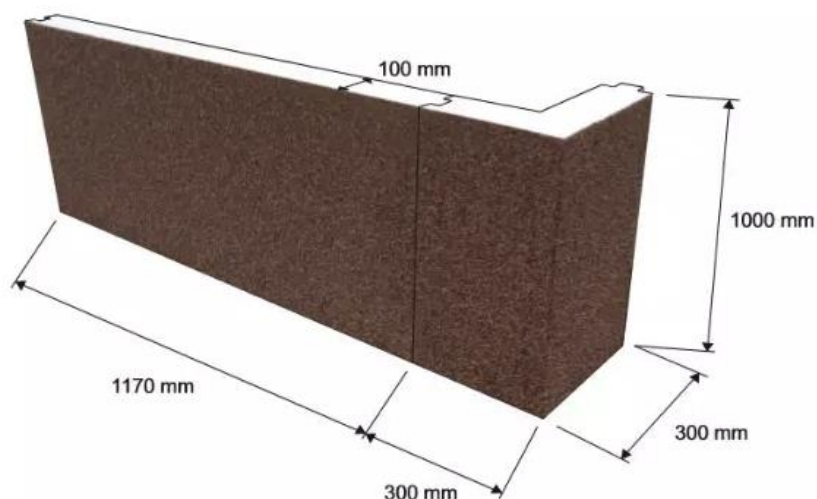
Rakennuksen perusmuuri tehdään paikallavalettuna betonisandwich -rakenteena. Rakenne koostuu 80 mm betoni sisäkuoresta, 70 mm Polystyreeni -eristeestä, sekä 80 mm betoni ulkokuoresta. Sokkelin ulkopintaan asennetaan patolevy RT -ohjekortin mukaisesti (Kuva 19). Nosto-ovien kohdalla sandwich -sokkelin valu jätetään 120 mm alemmaksi, johon kiinnitetään kulmarauta jälkivaluna, ehkäisemään betonikuoren halkeilua (Liite 9). Nosto-ovi tarvitsee 50 mm sivuttaisen asennusvaran nosto kiskoille, joten oviaukon leveydeksi tulee 2950mm. (Liite 4) Sokkelin ulkoreunojen ympärille asennetaan 80 + 70 mm SPU -routaeristyslevyt. Levyt mitoitettiin Finnfoam -mitoitushjelmalla (Liite 18).



Kuva 19. Perusmuurilevyjen yläreuna ja peitelistä (Rakennustieto Oy, 2009 s. 8)

Sandwich -rakenteelle tehdään 400 mm:n leveä antura. Anturan yläpintaan tehdään sementtiviiste, sekä sen päälle asennetaan bitumikermi vedeneristykseksi. Antura valetaan ≥ 200 mm:n paksuisen soramurskeen päälle. (Liite 9)

Vanhan sokkelin ulkopintaan asennetaan patolevy koko perusmuurin korkeudelle. Patolevyn ulkopintaan asennetaan lisälämmöneristeeksi 1 170 x 1 000 x 100 mm StoneREX -lämmöneristelevy kivirouhepinnalla (Kuva 20). Eristelevyn kalliin hinnan takia kivirouhelevyä asennetaan vain sokkelin näkyvälle osalle. Paneelin ja maanpinnan korkeuden välin tulee olla vähintään ≥ 300 mm, joten levyt katkaistaan kolmeen n. 330 mm osaan sekä asennetaan perusmuurin yläpinnan tasoon. Maanpinnan tason alapuolelle asennetaan 70 mm FinnFoam ESP -eristelevy. Eristelevyt kiinnitetään patolevyyntä riittävällä liimauksella. (Liite 11)



Kuva 20. StoneREX lämmöneristelevy (Taloon.com)

3.6.1 Sokkeli

Puristusrasitettua rakennetta tarkastellaan seinänä, jos poikkileikkauksen suurempi sivumitta b on suurempi kuin 4-kertaa pienempi sivumitta h eli $b > 4h$. Seinät voidaan usein tehdä raudoittamattomina, koska paksuus määräytyy muun kuin kestävyuden takia. Eurokoodissa ei ole määrätty seinän minimi paksuutta, joten sokkeli mitoitetaan riittävän kestävyuden mukaan. (Suomen betoniyhdistys ry, 2014 s. 156;157)

Sokkeliin asennetaan pielifirauditus reunalohkeamien estämiseksi, sekä vaakaraudoitus kutistumahalkeilun rajoittamiseksi. Sokkeliin tulee myös pystyyn asennustangot raudoituksen sitomiseksi. Raudoitus asennetaan rasitusluokan vaatimalle betonipeitteelle. Kestävyudeksi riittää vähimmäisraudoitus. (Suomen betoniyhdistys ry, 2014 s. 173)

Sokkeli mitoitettiin vähimmäisraudoituksen mukaan, koska 40 m:ä pitkässä betonirakenteessa kutistumishalkeamien välttäminen olisi mahdotonta. Riittävän kestävyuden varmistamiseksi, sokkelin kestävyys laskettiin raudoittamattomana, koska kuormitus rasitukset ovat alhaiset ja keskeiset sekä hoikkusuulu on pieni. (Suomen betoniyhdistys ry, 2014 s. 174)

Lähtötiedot:

<i>Sandwich – sokkeli:</i>	$b = 40,0 \text{ m}$, $h_w = 80 \text{ mm}$, $L_w = 800 \text{ mm}$
<i>Betoni:</i>	$C 30/37 - 2$, $f_{cd,pl} = 17 \text{ MN/m}^2$, $f_{ctk} = 2,03 \text{ MN/m}^2$ $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$
<i>Pistekuorma, P:</i>	30,0 kN
<i>Pistekuorman kuormitusala, A:</i>	0,15 m ² (0,15 x 1,0 m)
<i>Sokkelin omapaino, g_k:</i>	2,6 kN/m
<i>Kitkakerroin, μ_F:</i>	1,0

Hoikkuusluku:

$$i = \frac{h_w}{\sqrt{12}} = \frac{80\text{mm}}{\sqrt{12}} = 23,1\text{mm} \quad (\text{kaava 92})$$

$$L_0 = k_0 * L_w = 800\text{mm} \quad (\text{kaava 93})$$

$$\lambda = \frac{L_0}{i} = \frac{800\text{mm}}{23,1\text{mm}} = 34,6 \quad (\text{kaava 94})$$

Poikkileikkauksen kestävyys epäkeskiselle normaalivoimalle:

Suhteellinen normaalivoima:

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_{cd}f_{cd}} = \frac{11500\text{N}}{80\text{mm} * 17\text{MN/m}^2 * 10^3\text{N/mm}^2} = 0,001 \quad (\text{kaava 95})$$

$$\lambda_{lim} = 20ABC \frac{1}{\sqrt{n}} \approx \frac{15,4C}{\sqrt{n}} \approx \frac{10}{\sqrt{n}} \approx \frac{10}{\sqrt{0,001}} = 316 \quad (\text{kaava 96})$$

Kertoimille A, B, C on esitetty tarkemmat laskukaavat, mutta varmallalla puolella olevan raja-arvon saa edellä esitettyjen likiarvojen avulla. (Suomen betoniyhdistys ry, 2014 s. 123)

$$\lambda \leq \lambda_{lim} \quad 2. \text{ kertaluvun lisämomentin vaikutuksia ei tarvitse ottaa huomioon}$$

Vähimmäismomentti:

$$e_{0,min} = \max\left(\frac{h}{30}; 20\text{mm}\right) = 20\text{mm}$$

$$M_{0,min} = e_{0,min}N_{Ed} = 0,02\text{m} * 11,5\text{kN/m} = 0,23\text{kNm/m} \quad (\text{kaava 97})$$

1 kertaluvun mitoitusmomentti:

$$\theta_i = \theta_0 \alpha_n a_m = \frac{1}{200} * 1,0 * 1,0 = \frac{1}{200}$$

$$e_i = \theta_i \frac{L_0}{2} = \frac{1}{200} * \frac{800\text{mm}}{2} = 2\text{mm}$$

$$e_{tot} = e_0 + e_i = 20\text{mm} + 2\text{mm} = 22\text{mm} \quad (\text{kaava 98})$$

Epäkeskisyyden huomioonottava kerroin:

$$\Phi = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,71 \left(1 - 2 * \frac{e_{tot}}{h_w} \right) - 0,013 \frac{L_0}{h_w} \\ 1 - 2 * \frac{e_{tot}}{h_w} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,71 \left(1 - 2 * \frac{22\text{mm}}{80\text{mm}} \right) - 0,013 \frac{800\text{mm}}{80\text{mm}} = 0,19 \\ 1 - 2 * \frac{22\text{mm}}{80\text{mm}} = 0,45 \end{array} \right.$$

(kaava 99)

$$N_{Rd} = f_{cd,pl} h_w \Phi = 17\text{MPa} * 80\text{mm} * 0,19 = 258,4\text{kN/m} \quad (\text{kaava 100})$$

Vähimmäisraudoituksen mitoitus:

Poikkileikkaussuureita:

$$d' = C_{nom} + 1,1\phi_h + \frac{1,1\phi_v}{2} = 35mm + 1,1 * 10mm + \frac{1,1*8mm}{2} = 50,4mm \quad (\text{kaava 101})$$

$$d = h - d' = 80mm - 50,4mm = 29,6mm$$

Pystyraudoitus:

$$A_{s,vmin} = 0,002A_c = 0,002 * 80mm * 1000mm = 160mm^2/m \quad (\text{kaava 102})$$

$$s_{vmax} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3h = 3 * (80mm + 80mm) = 480 \\ 400mm \end{array} \right. \quad (\text{kaava 103})$$

Tarvittava raudoituksen pinta – ala $A_s = 160mm^2/m$ Valitaan pystyraudoitukseksi molemminpuolin: T8 K300 ($168mm^2/m$)

Vaakaraudoitus:

$$A_{s,hmin} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,002A_c = 0,002 * 80mm * 800mm = 128mm^2/m \\ 0,25A_{s,v} = 0,25 * 160mm^2 = 40mm^2/m \end{array} \right. \quad (\text{kaava 104})$$

$$s_{h,max} = 400mm$$

Tarvittava raudoituksen pinta – ala $A_s = 128mm^2/m$ Valitaan raudoitukseksi: T10 3Kpl ($236mm^2/m$)Poikittaista raudoitusta ei tarvitse asentaa, koska $0,02A_c > A_{s,vmin}$

Ankkurointi pituus:

$$f_{bd} = 2,25 * f_{ctd} = 2,25 * 1,35MPa = 3,04MPa \quad (\text{kaava 105})$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \frac{A_{s,vaad}}{A_{s,tot}} = 435MPa * \frac{20mm^2/m}{33mm^2/m} = 263,6MPa \quad (\text{kaava 106})$$

$$L_{b,rqd} = \frac{\phi \sigma_{sd}}{4 f_{bd}} = \frac{5mm}{4} * \frac{263,6MPa}{3,04MPa} = 108mm \quad (\text{kaava 107})$$

$$l_{b,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,3l_{b,rqd} = 0,3 * 108mm = 32mm \\ 10\phi = 10 * 5mm = 50mm \\ 100mm \end{array} \right. \quad (\text{kaava 108})$$

Raudoituksen ankkurointi pituudeksi valitaan $l_b = 100mm$

Sokkeliin asennetaan poikittainenraudoitus ruostumattomasta harjateräksestä, koska sokkeli on koko korkeudelta halki SPU -eristeen takia sekä riskinä on, että muottien purkamisen seurauksena sokkeli kaatuisi. (Liite 9)

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{B_f d^2 f_{cd}} = \frac{0,23 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{80 \text{ mm} \cdot (29,6 \text{ mm})^2 \cdot 17 \text{ MPa}} = 0,193 \quad (\text{kaava 109})$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,193} = 0,216 \quad (\text{kaava 110})$$

$$A_{s,vaad} = \beta B_f d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,216 \cdot 80 \text{ mm} \cdot 29,6 \text{ mm} \cdot \frac{17 \text{ MPa}}{435 \text{ MPa}} = 19,6 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{kaava 111})$$

Tarvittava raudoituksen pinta – ala $A_{s,vaad} = 20 \text{ mm}^2/\text{m}$

Valitaan raudoitukseksi: T5 K600 ($33 \text{ mm}^2/\text{m}$)

3.6.2 Pilariantura

Teräspilareiden perustukset tehdään 1000 x 1000 x 250 mm pilarianturoilla. Anturoiden valun yhteydessä asennetaan pilareiden kiinnitykseen tarvittavat Weldan -tartuntalevyt, anturan yläpinnan tasoon. Anturoiden alapuolelle tulee kapillaarikatkoksi ≥ 200 mm soramurske. (Liite 10)

Pilariantura mitoitetaan yleensä samalla tavalla kuin seinäantura. Pilarianturoiden kuormitus on kuitenkin yleensä niin suuri, että ne suunnitellaan raudoitettuna. Pilarianturoita ei mitoiteta leikkaukselle, vaan lävistykselle. Pilarianturoiden mitat ovat tyypillisesti sellaiset, että ne suunnitellaan laatoina ja noudatetaan laattojen raudoitussääntöjä. (Suomen betoniyhdistys ry, 2014 s. 192)

Lähtötiedot:

<i>Pilariantura:</i>	$1,0 \times 1,0 \text{ m},$	$h = 250 \text{ mm},$	$B = 1000 \text{ mm}$
	$a = 375 \text{ mm},$	$c = 250 \text{ mm},$	$c_{nom} = 50 \text{ mm}$
<i>Betoni:</i>	$C 25/30 - 2,$	$f_{cd,pl} = 14,2 \text{ MN/m}^2,$	$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MN/m}^2$
		$f_{ctm} = 2,56 \text{ N/mm}^2,$	$f_{ctd} = 1,2 \text{ MPa}$
<i>Pystykuorma, V_{Ed}:</i>	88,0 kN		
<i>Kuormitusala, A:</i>	1,0 m ² (1,0 x 1,0 m)		

Poikkileikkaussuureita:

$$d' = C_{nom} + 10 \text{ mm} = 50 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 60 \text{ mm} \quad (\text{kaava 112})$$

$$d = h - d' = 250 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 190 \text{ mm}$$

Puristuslujuus:

$$f_{ctd,pl} = \alpha_{ct,pl} \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,6 \cdot \frac{1,8 \text{ MPa}}{1,5} = 0,72 \text{ MPa} \quad (\text{kaava 113})$$

Vetolujuus:

$$f_{ctd, vl} = \alpha_{ct, vl} \frac{f_{ctk, 0,05}}{\gamma_c} = 1,0 * \frac{1,8MPa}{1,5} = 1,2MPa \quad (\text{kaava 114})$$

Raudoituksen tarkistaminen:

$$\sigma_{gd} = \frac{V_{Ed}}{A_T} = \frac{88kN}{1m^2} = 88kPa \quad (\text{kaava 115})$$

$$h_F = 250mm \geq 3,53a \sqrt{\frac{\sigma_{gd}}{f_{ctd, pl}}} = 3,53 * 375mm \sqrt{\frac{0,088MPa}{0,72MPa}} = 463mm \quad (\text{kaava 116})$$

Tarvitsee raudoituksen, $250mm \geq 463mm$

Raudoituksen mitoitus:

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} \sigma_{gd} a^2 B = \frac{1}{2} * 0,088MPa * (375mm)^2 * 1000mm = 6,2kNm \quad (\text{kaava 117})$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{B f_d^2 f_{cd}} = \frac{6,2 * 10^6 Nmm}{1000mm * (190mm)^2 * 14,2MPa} = 0,0121 \quad (\text{kaava 118})$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,0121} = 0,012 \quad (\text{kaava 119})$$

$$A_{s, vaad} = \beta B_f d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,012 * 1000mm * 190mm * \frac{14,2MPa}{435MPa} = 75mm^2 \quad (\text{kaava 120})$$

$$A_{s, min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} d = 0,26 * \frac{2,56N/mm^2}{500MPa} * 190mm = 253mm^2/m \quad (\text{kaava 121})$$

$$A_{s, vaad} \leq A_{s, min}$$

Tarvittava raudoituksen pinta – ala $A_{s, min} = 253mm^2/m$

Valitaan raudoitukseksi: T10 5Kpl ($A_{s, tot} = 393mm^2/m$)

Ankkuroinnin tarkistus pystyleikkauksessa:

$$f_{bd} = 2,25 f_{ctd} = 2,25 * 1,2MPa = 2,7MPa \quad (\text{kaava 122})$$

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \frac{A_{s, vaad}}{A_{s, tot}} = 435MPa \frac{75mm^2}{393mm^2} = 83MPa \quad (\text{kaava 123})$$

$$L_{b, rqd} = \frac{\sigma_{sd}}{4 f_{bd}} = \frac{10mm}{4} * \frac{83MPa}{2,7MPa} = 77mm \quad (\text{kaava 124})$$

$$L_{b, rqd} \leq a, \quad 77mm \leq 375mm$$

Ankkuroinnin tarkistus vinossa leikkauksessa:

$$F_s = \sigma_{sd} B_T \frac{h_f}{1,8d} \left(a - \frac{h_f}{4} + 0,15c \right) = 83kPa * 1m^2 * \frac{0,25m}{1,8 * 0,19m} * \left(0,375m - \frac{0,25}{4} + 0,15 * 0,25m \right) = 21,2kN$$

(kaava 125)

$$F_{bd} = \left(\frac{h_f}{2} - c_{nom} \right) f_{bd} \sum u_s = \left(\frac{0,25m}{2} - 0,05m \right) * 2,7Mpa * 5Kpl * 10mm * \pi = 31,8kN$$

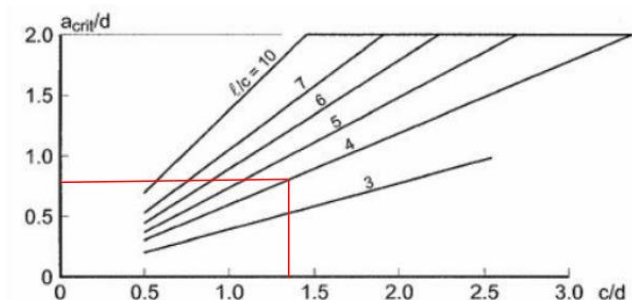
(kaava 126)

$$F_s \leq F_{bd}, \quad 21,2kN \leq 31,8kN$$

Lävistysmitoitus:

Murtokartion kriittinen kaltevuus määritetään kuvan 14 mukaisesti.

$$\frac{c}{d} = \frac{250mm}{190mm} = 1,32, \quad \frac{B}{c} = \frac{1000mm}{250mm} = 4, \quad \frac{a_{crit}}{d} = 0,8$$



Kuva 21. Apukäyrästä kriittisen lävistyskartion määrittämiseen keskisesti kuormitetulle neliöanturille (Suomen betoniyhdistys ry, 2014 s. 194)

$$a_{crit} = 0,8d = 0,8 * 190mm = 152mm$$

$$a_{crit} \leq a, \quad 152mm \leq 375mm$$

$$A_{eff} = B_1 B_2 - 2a(c_1 + c_2) + \pi a^2 = 1,0m * 1,0m - 2 * 0,152m * (0,25m + 0,25m) + \pi * (0,152m)^2 = 0,92m^2$$

(kaava 127)

$$V_{Ed,red} = \sigma_{gd} A_{eff} = 88kPa * 0,92m^2 = 81,0kN$$

(kaava 128)

$$u = 2(c_1 + c_2) + 2\pi a = 2 * (0,25m + 0,25m) + 2 * \pi * 0,152m = 1,96m$$

(kaava 129)

$$V_{Ed} = \frac{V_{Ed,red}}{ud} = \frac{81,0kN}{1,96m * 0,19m} = 218kN \quad (\text{kaava 130})$$

Lävistyskestävyys:

$$D = \sqrt{c_1 c_2} = \sqrt{0,25m * 0,25m} = 0,25m \quad (\text{kaava 131})$$

$$C_{Rdc} = \frac{0,3}{\gamma_c} * \frac{\left(\frac{D}{d} + 1,5\right)}{\left(\frac{D}{d} + 4\right)} = \frac{0,3}{1,5} * \frac{\left(\frac{0,25m}{0,19m} + 1,5\right)}{\left(\frac{0,25}{0,19m} + 4\right)} = 0,106 \quad (\text{kaava 132})$$

$$L_{b1} = a_1 - a = 375mm - 152mm = 223mm \quad (\text{kaava 133})$$

$$\rho_L = \frac{L_{b,rqd} + L_{b1}}{\frac{a + L_{b1}}{2} * d} = \frac{77mm + 223mm}{\frac{375mm + 223mm}{2} * 190mm} = 0,0053 \quad (\text{kaava 134})$$

$$\rho_L = \min \begin{cases} 0,0053 \\ 0,02 \end{cases}$$

$$k = \min \begin{cases} 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,03 \\ 2,0 \end{cases} \quad (\text{kaava 135})$$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k \left(100 \rho_L \frac{f_{ck}}{MPa}\right)^{\frac{1}{3}} \frac{2d}{a} MPa = 0,106 * 2,0 * \left(100 * 0,0053 * 25MPa\right)^{\frac{1}{3}} * \left(2 * \frac{190mm}{375mm}\right) = 0,508MPa \quad (\text{kaava 136})$$

$$V_{Rd,c} \geq V_{Ed}, \quad 0,508MPa \geq 0,218MPa$$

4 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa tilaajalle toimiva halliratkaisu sekä viranomaisten vaatimukset täyttävät muutoslupapiirustukset. Näiden lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin rakennusluvan saamiseksi vaadittavia määräyksiä ja säännöksiä.

Opinnäytetyössä asetettuihin tavoitteisiin päästiin sekä valmiit pääpiirustukset vastasivat tilaajan toiveita. Piirustukset toimitettiin Joensuun rakennusvalvontaan rakennuslupa käsittelyä varten. Suunnittelussa käytettiin paljon aikaa toimivan sekä toteuttamiskelpoisen rakenneratkaisun löytämiseksi, jotta päästiin haluttuun lopputulokseen. Opinnäytetyön tuloksena tilaaja sai pääpiirustukset kolmena a3 -tulostesarjana käyttöönsä. Rakennussuunnitelmia voidaan myös käyttää LVIS -suunnitelmien laadinnan pohjana.

Opinnäytetyön tekeminen muutostyön rakennesuunnittelusta oli kokonaisuudessaan hyvin laaja, sekä mielenkiintoinen projekti. Suunnitelmat muuttuivat moneen kertaan, joka aiheutti lisätyötä kaikkien piirustuksien päivittämiseksi muutoksia vastaaviksi. Opinnäytetyön pitkittyminen yllätti työn viimeistelyvaiheessa. Opinnäytetyön tekeminen tästä aihealueesta auttoi kehittymään ammatillisesti, sekä tulee varmasti olemaan hyötyä työurallani. Tilaaja oli tyytyväinen saatuihin lopputuloksiin ja piirustuksien pohjalta tullaan toteuttamaan muutostyön kohde.

Rakennuksen pääpiirustukset tehtiin Viacad -ohjelmistolla, sekä rakennelaskelmissa käytettiin Ruukin Poimu -ohjelmaa kattoprofiilipellin mitoituksessa, Peikko designer:a tartuntalevyn mitoituksessa, sekä Puuinfo:n excel -mitoitustaulukkoa alapohjan u -arvon laskemisessa.

LÄHDELUETTELO

betoni.com. betoni.com. *Betoniteollisuus ry, WWW-sivut.* [Online] Betoniteollisuus ry. <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/saumat/>.

energiatodistus.motiva.fi. 2018.. Energiatodistus.motiva.fi. *Energiatodistus. WWW-sivusto.* [Online] Motiva Oy, 7. Kesäkuu 2018. <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/milloinvaaditaan/>.

Gyproc. 2016.. *Gyproc käsikirja, Kevytrakennejärjestelmät.* Kirkkonummi : Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, 2016.

Joensuu.fi. Joensuun rakennusvalvonta. *Joensuun kaupungin. WWW-sivusto.* [Online] <http://www.joensuu.fi/muutostyot>.

Joensuun karttapalvelu. Joensuun karttapalvelu. *Joensuun kaupungin. WWW-sivusto.* [Online] <https://kartta.jns.fi/ims/>.

Kattoliitto ry. 2013.. *Toimivat katot.* s.l. : Vammalan Kirjapaino Oy, 2013. ISBN 978-952-269-092-0.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 120 §, Rakentamista koskeva suunnitelma,. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto.* [Online] <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132.5.2.1999/132>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 125 §, Rakennuslupa.) Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto.* [Online] <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132.5.2.1999/132>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 131 §, Rakennuslupahakemus. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto.* [Online] <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132.5.2.1999/132>.

MRL 117 g § Energiatehokkuus. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto.* [Online] Maankäyttö ja rakennuslaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161151.1151/2016>.

Puuinfo. 2011. *Puurakenteiden suunnittelu, Lyhennetty suunnitteluohje.* Helsinki : Puuinfo, 2011. EC 5.

— **2011.** *Puurakenteiden suunnittelu, Lyhennetty suunnitteluohje, Eurokoodi 5.* Helsinki : Puuinfo OY, 2011.

Rakennustieto Oy. 2002. Asemapiirustuksen laatiminen. *RT 15-10784.* s.l. : Rakennustieto Oy, 2002.

— **2006.** Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset. [kirjan tekijä] Rakennustietosäätiö RTS 2006. *SIT 15-610043 ohjetiedosto.* s.l. : Rakennustieto Oy, 2006.

- . **2009.** Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. [kirjan tekijä] Rakennustietosäätiön toimikunta. *RT 83-10955*. Helsinki : Rakennustieto Oy, 2009.
- . **1997..** Rakennuspiirustukset. *RT 15-10635 ESITYSTAPAOHJEET*. s.l. : Rakennustieto Oy, 1997.
- RakMK. 2018.** Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. [kirjan tekijä] Rakennustieto Oy. *Rakennusmääräyskokoelma*. s.l. : Rakennustieto Oy, 2018.
- RIL 205-1-2017, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2017.** *Puurakenteiden suunnitteluohje*. Helsinki : Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2017. EN 1995-1-1.
- Ruukki Construction Oy. 2015.** Kantavat poimulevyt, Asennusohje. *Ruukki WWW-sivusto*. [Online] 18. Joulukuu 2015. [Viitattu: 12. Maaliskuu 2019.] <https://www.ruukki.com/fin/b2b/tukipalvelut/dokumentit/kantavien-poimulevyjen-dokumentit>.
- Ruukki Metals Oy. 2012.** *Rakenneputket*. Helsinki : Ruukki Construction Oy, 2012. EN 1993.
- Ruukki.fi. 2016..** Profiloidut levyt ja orret. [kirjan tekijä] Ruukki Construction Oy. Helsinki : www.ruukki.fi, 2016.
- . Ruukki.com. *Ruukki. WWW-sivusto*. [Online] Ruukki Construction Oy. [Viitattu: 12. Maaliskuu 2019.] <https://www.ruukki.com/fin/b2b/tuotteet/kantavat-ja-muut-profiilit/kantavat-poimulevyt/load-bearing-sheets-details/load-bearing-sheet-t153-40l-840>.
- Soimu.fi.** soimu.fi. <https://soimu.fi/>. [Online]
- Suomen betoniyhdistys. 2018.** *Betonilattiat 2018, by 45, BLY 7*. Helsinki : Suomen betoniyhdistys ry, 2018.
- Suomen betoniyhdistys ry. 2014.** *Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja - osa 2*. Helsinki : Suomen betoniyhdistys ry, 2014. ISBN/ISSN.
- Suomen Liimapuu yhdistys ry. 2012.** Puuinfo.fi. *www -sivut*. [Online] 23. Huhtikuu 2012. <https://www.puuinfo.fi/tiedote/liimapuulle-uusi-gl30-lujuusluokka>.
- Taloon.com.** Taloon.com. *Taloon.com, WWW-sivusto*. [Online] <https://www.taloon.com/lammoneristelevy-stonex-eps-kivirouheella-suora-elementti-1170x1000x100-eri-varivaihtoehdot/SREEPS/dp?search=SREEPS>.
- Teräsrakenneyhdistys ry. 2010.** L10.1 Teräshallin mitoitus esimerkki. [kirjan tekijä] Teräsrakenneyhdistys ry. *Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus EC3 -oppikirja*. Helsinki : Teräsrakenneyhdistys ry, 2010.
- . **2014.** *Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus, EC3 -oppikirja*. Helsinki : Teräsrakenneyhdistys ry, 2014. ISBN 978-952-9683-54-3.

YM3/601/2015. 2015. Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. [kirjan tekijä] Ympäristöministeriö. *YM3/601/2015*. 2015.

Ympäristöministeriö 24 §. 2017. *Rakennuksen vaipan lämpöhäviö*. Helsinki : Oikeusministeriö, 2017. 1010/2017.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2 §., Pääpiirustusten sisältö ja esitystapa. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto*. [Online] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216.216/2015>.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 3 §., Asemapiirroksen sisältö. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto*. [Online] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216.216/2015>.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 7 §., Pohja- ja leikkauspiirustusten sisältö ja esitystapa. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto*. [Online] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216.216/2015>.

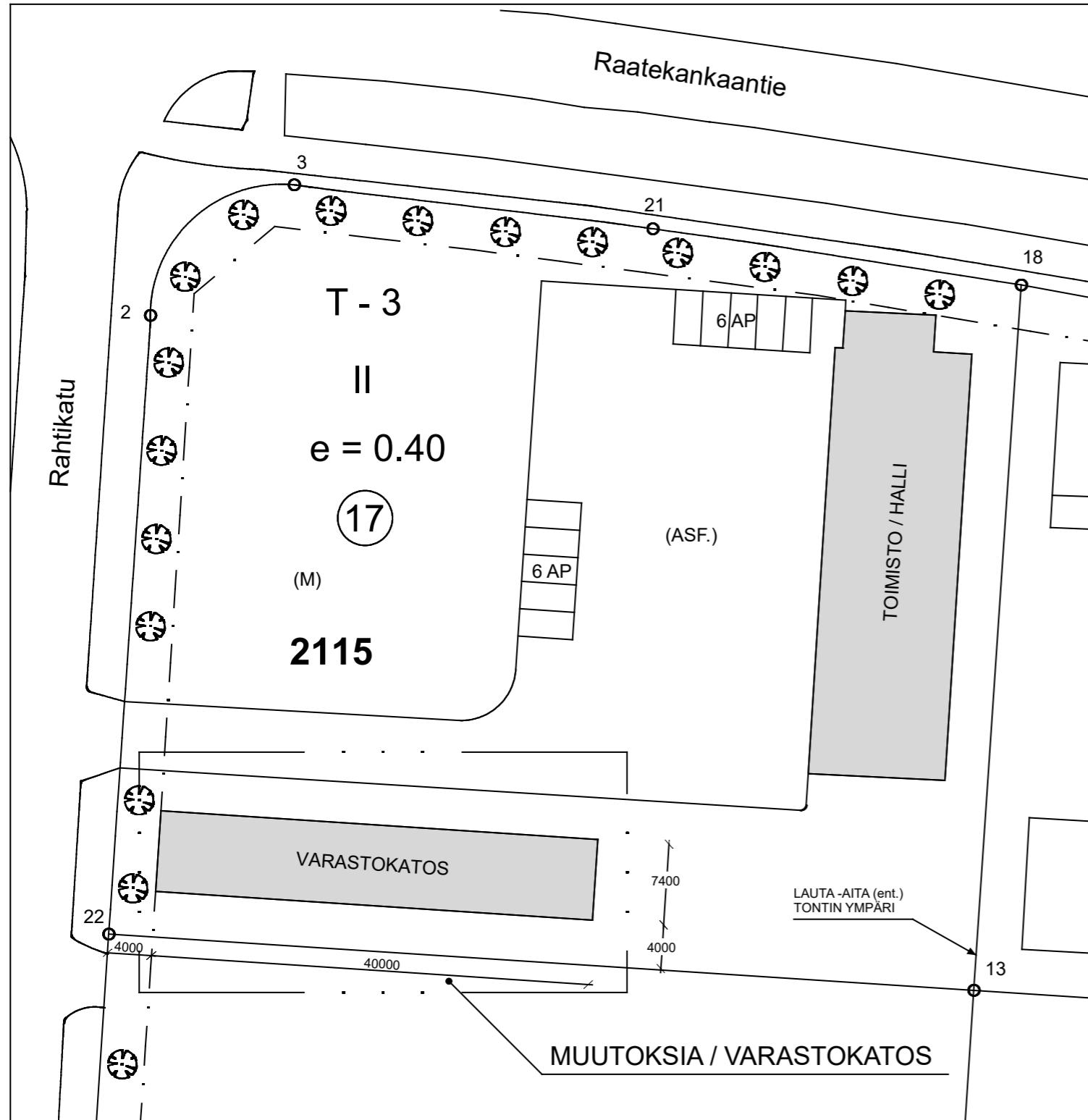
Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 7 §., Pohja- ja leikkauspiirustusten sisältö ja esitystapa. Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto*. [Online] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216.216/2015>.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 7 §., Pohja- ja leikkauspiirustusten sisältö ja esitystapa.). Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivut*. [Online] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216.216/2015>.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 8 §., Julkisivupiirustusten sisältö.). Finlex.fi. *Finlex. WWW-sivusto*. [Online] <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150216.216/2015>.

LIITTEET

- Liite 1. Asemakaava
- Liite 2. Julkisivukuva
- Liite 3. Pohjakuva
- Liite 4. Mittapiirustus
- Liite 5. Leikkauskuva
- Liite 6. Vesikattokuva
- Liite 7. Rakennekuva, rakenneorsi
- Liite 8. Rakennekuva, detalji 1-3
- Liite 9. Rakennekuva, detalji 4 perusmuuri
- Liite 10. Rakennekuva, detalji 5-6
- Liite 11. Rakennekuva, detalji 7-8
- Liite 12. Rakennekuva, YP1/AP1
- Liite 13. Rakennekuva, US1/US2
- Liite 14. Rakennetapaselostus
- Liite 15. Poimulevyn mitoitus
- Liite 16. Tartuntalevyn mitoitus
- Liite 17. Lattian U-arvon määrittäminen
- Liite 18. Routaeristyksen mitoitus



T - 3	Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue. Tontin rakennetusta kerrosalasta saa enintään 20 % käyttää tontin pääkäyttötarkoitukseen liittyviä myymälätiloja varten.
— · —	Rakennusala 4m tontin rajasta.
— — —	Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.
— · · · —	Muutosalue
e = 0.40	Tehokkuusluku
II	Suurin sallittu kerrosluku
17	Tontin numero
2115	Korttelin numero
RAHTIKATU	Kadun nimi
5329m²	Tontin pinta-ala

MERKKIEN SELITYKSET

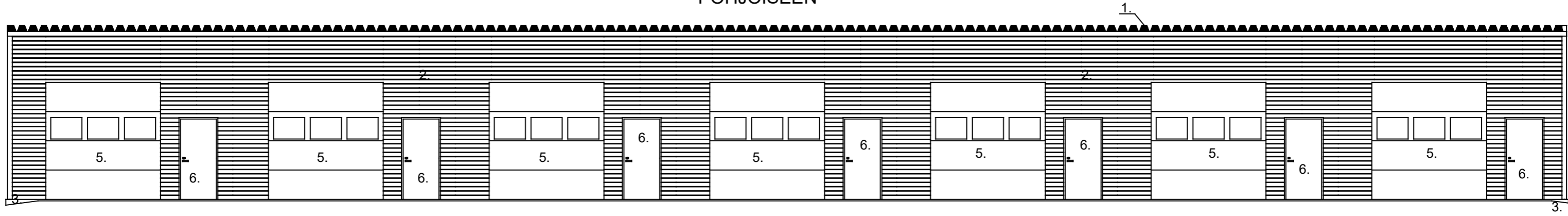
	säilytettävä puu sijainti arvioitu
	rakennus
(ASF.)	asfaltti
(M)	murske
AP	autopaikka

Tontin pinta-ala:	5329 m ²
Tontintehokkuusluku:	e= 0,40
Rakennusoikeus	2132 m ² , josta käytetty:
Toimisto/Halli	599 m ² (ent.)
Varastokatos (muutos)	---
-Entinen	296m ²
-Uusi (Puolilämmin)	301m ²
Yhteensä	900m ²
Autopaikkoja	12 kpl

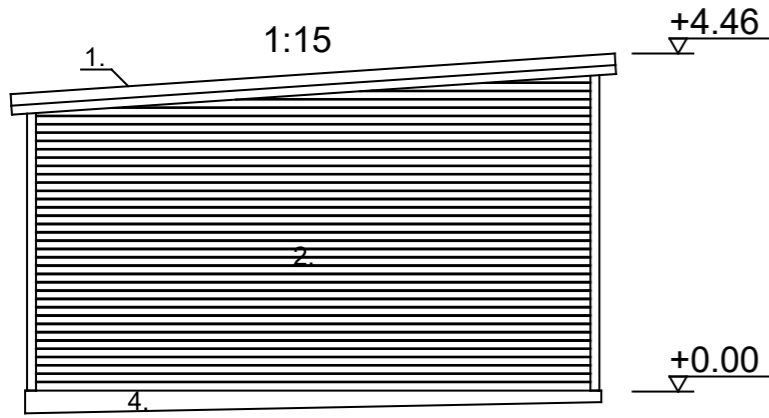
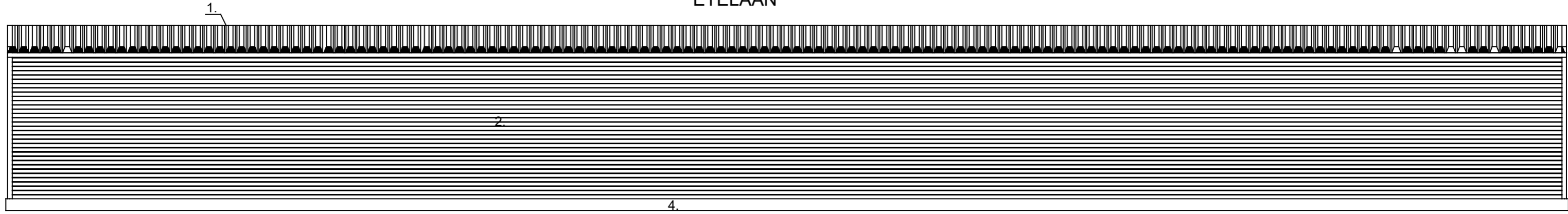
K.O.SA 21	KORTTELI/TILA 2115	TONTTI/RNo 17	VIRANOMAISMERKINNAT	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ASEMAPIIRROS	MITTAKAAVA 1:500
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 KUOPIO			SUUN.ALA ARK	TYÖ No 1
PVM 04.03.2019			PIIR.No 1	MUUTOS

Liite 2. Julkisivukuva

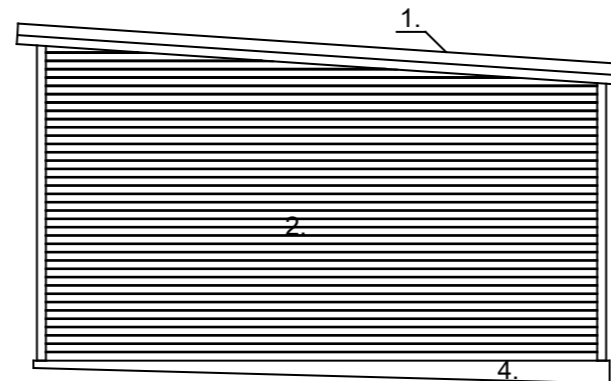
POHJOISEEN



ETELÄÄN



ITÄÄN

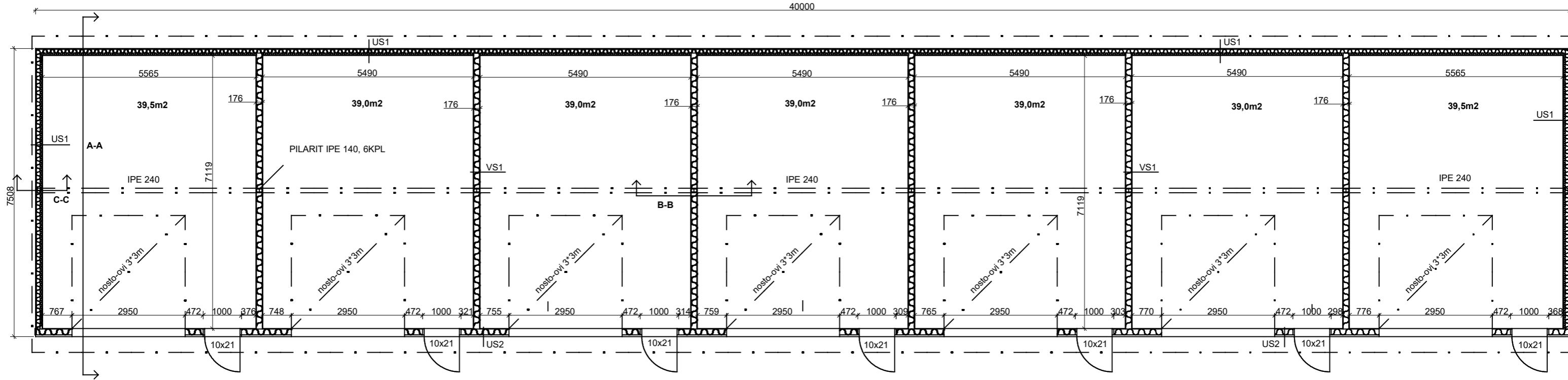


LÄNTEEN

1. ITSEKANTAVA PROFIIPELTI, GALV.
2. VAAKAPANELI UTV 20X120, MAAL.
3. BETONI, HARMAA
4. STONEREX ESP KIVIROUHEELLA, GRANIITTI
5. NOSTO-OVI, VALK.
6. ULKO-OVI, VALK.

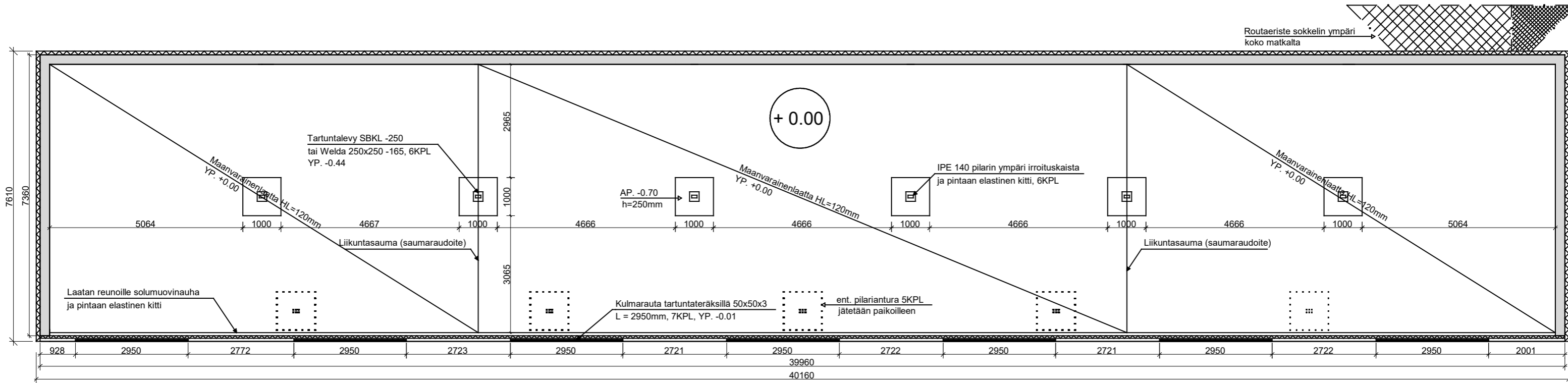
K.O.SA 21	KORTTELI/TILA 2115	TONTTI/RN ^o 17	VIRANOMAISMERKINNAT	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	
RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU			JULKISIVUKUVA	1:100
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 KUOPIO			SUUN.ALA ARK	TYÖ N ^o 1
PVM 04.03.2019			PIIR.N ^o 1	MUUTOS

Liite 3. Pohjakuva



K.O.SA 21	KORTTELI/TILA 2115	TONTTI/RN ^o 17	VIRANOMAISMERKINNAT	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU			PIIRUSTUKSEN SISÄLTO POHJAKUVA	MITTAKAAVA 1:100
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 KUOPIO			SUUN.ALA ARK	TYÖ N ^o 1
PVM 04.03.2019			PIIR.N ^o 1	MUUTOS

Liite 4. Mittapiirustus



BETONI: Laatta: C20/25 Rasitusluokassa XC1
Anturat: C25/30 Rasitusluokassa XC2
Perusmuuri: C30/37 Rasitusluokassa XC3, 4, XF1

PALOLUOKKA 3

KUORMAT: Hyötykuorma Qk= 2.5kN/m2

BETONIPEITE: Sallittu mittapoikkeama 10mm

Maanvaraiset laatat irroitetaan kaikista liittyvistä rakennosista siten, että laatan vetäytyminen voi tapahtua vapaasti. Liikevara 10 mm.

XC1 20 mm
XC2 30 mm
XC3,4 35 mm

LIITTYVÄT SUUNNITELMAT: A - A
B - B
C - C

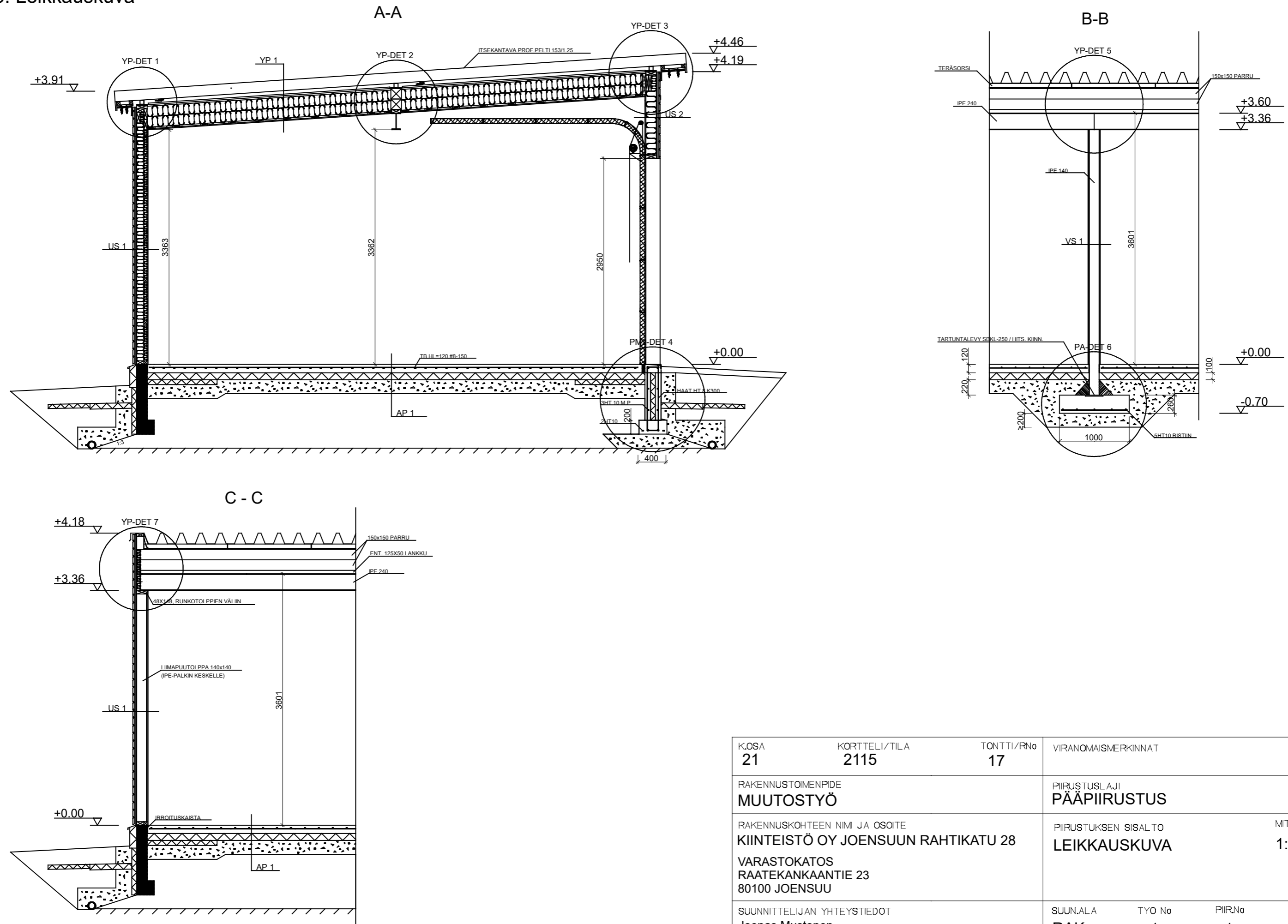
Perustukset ja laatat paikalla valettuja.

TERÄS: T = A500HW
Betoniteräsverkko B500K
E = B600KX RST

TERÄSRAKENTEET: Rakenneluokka 2
Hitsausluokka WC
Hitsaukset 4mm ympäri
IPE-palkki S355J2G3
L-teräsprofiilit S235JRG2

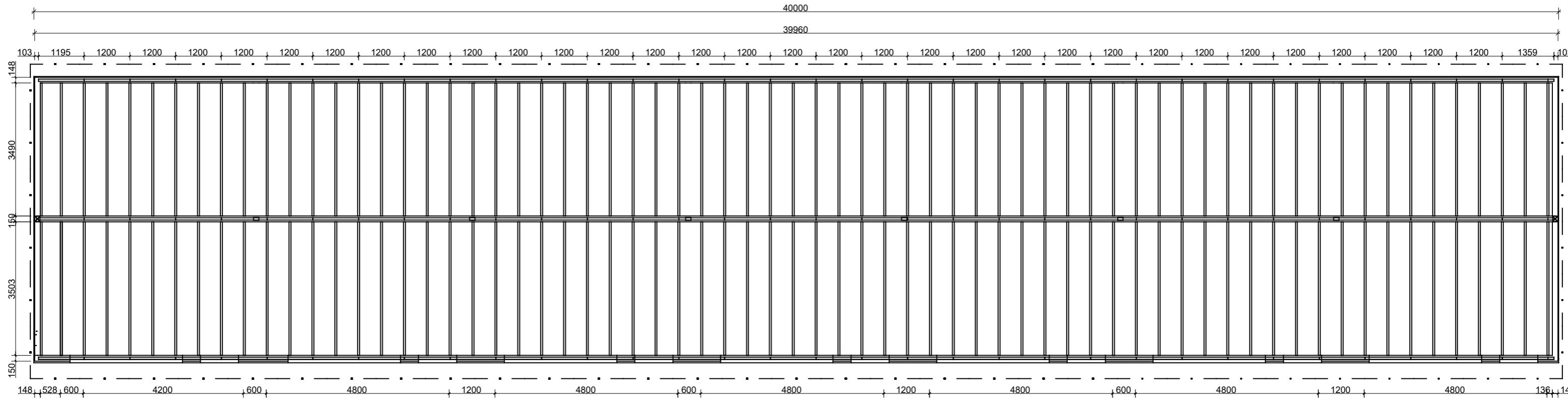
K.OSA 21	KORTTELI/TILA 2115	TONTTI/RNo 17	VIRANOMAISMERKINNAT	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVA 1:100
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 KUOPIO			SUUN.ALA RAK	TYÖ No 1
PVM 04.03.2019			PIIR.No 1	MUUTOS

Liite 5. Leikkauskuva



K.OSA 21	KORTTELI/TILA 2115	TONTTI/RN ^o 17	VIRANOMAISMERKINNAT	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU			LEIKKAUSKUVA	1:50
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 KUOPIO			SUUN.ALA RAK	TYÖ N ^o 1
PVM 04.03.2019			PIIR.N ^o 1	MUUTOS

Liite 6. Vesikattokuva



Qk = 2,0 kN/m²
 Puutavara T 24, kosteusluokka 2
 ☒ Liimapuupilari 140 x 140 mm
 □ IPE 140
 Seinärunko 50 x 150 K600, Nosto-oven pieliin tuplatolpat
 Rakenneorsi 60 x 60 x 3, L = 1195 mm, 2 kpl Kansiruuvi 70 X 6 / Liitos

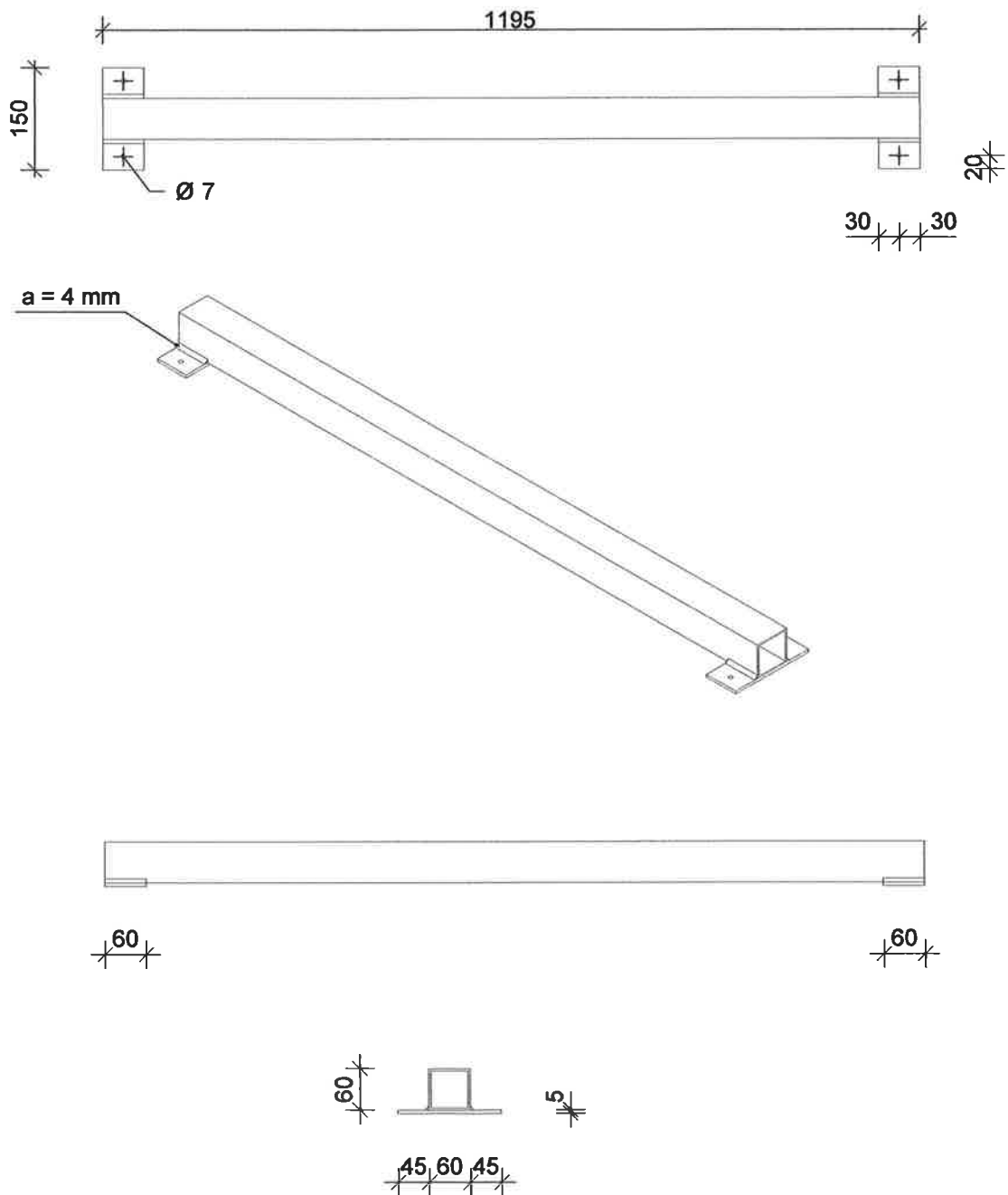
qk = 0,4 kN/m²
 Puutavara T 24, kosteusluokka 2
 Yläpohja 50 x 150 K600, 6N 75 X 28 / Liitos

K.OSA 21	KORTTELI/TILA 2115	TONTTI/RN ^o 17	VIRANOMAISMERKINNAT	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	
RAKENNUSKOHTTEEN NIMI JA OSOITE KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28			PIIRUSTUKSEN SISÄLTO	MITTAKAAVA
VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU			VESIKATON JA YLÄPOHJAN TASOPIIRUSTUS	1:100
SUUNNITTELIJAN YHTEYSTIEDOT Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 KUOPIO			SUUN.AL A	TYÖ N ^o
			RAK	1
			PIIR.N ^o	MUUTOS
			1	
			PVM	
			04.03.2019	

Liite 7. Rakennekuva, rakenneors

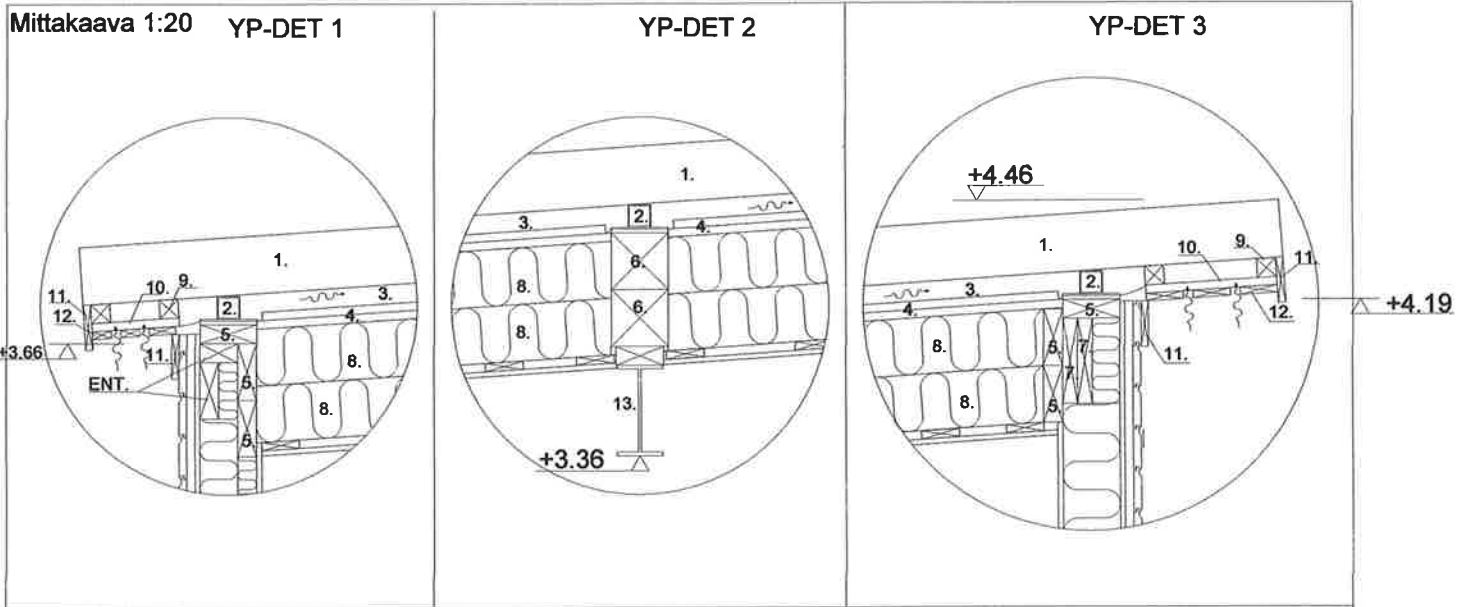
Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö LEIKKAUS RAKENNEORSI		
Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	PIIR.No 1	YP - DET
PVM 04.03.2019			

Mittakaava 1:10



Liite 8. Rakennekuva, detalji 1-3

Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö A - A LEIKKAUS RÄYSTÄSLEIKKAUS JA YP LEIKKAUS		
Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	PIIR.No 1	YP-DET 1 YP-DET 2 YP-DET 3
	PVM 04.03.2019		



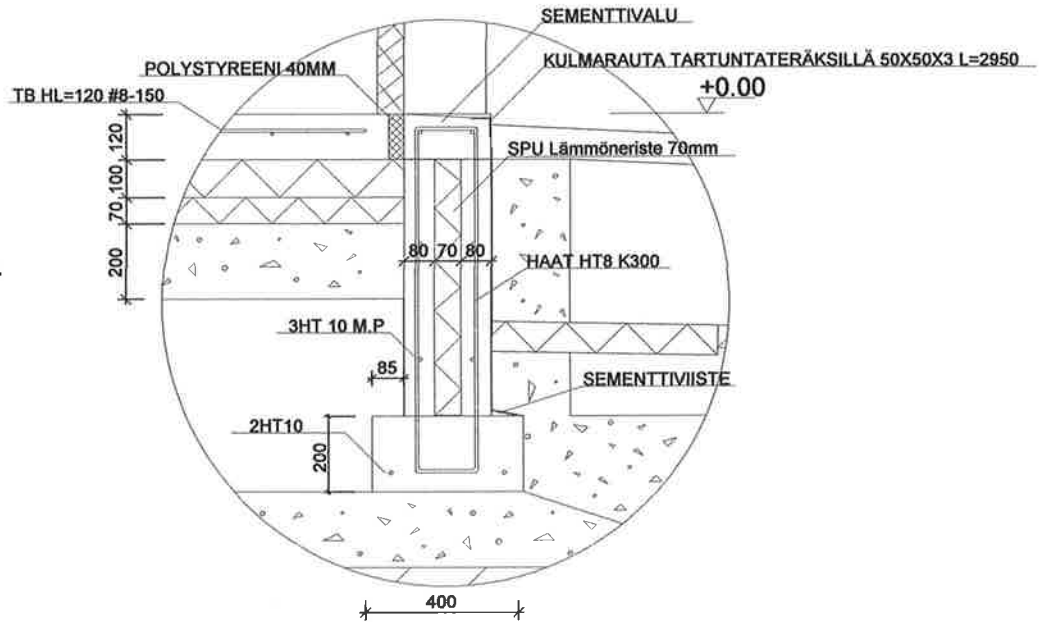
- 1 Itsekantava profiilipelti 155 / 1.25 / Kattokaltevuus 1:15. Päättyihin asennetaan Ruukin tiivistyslista
- 2 Putkipalkki S355J2G3, 60 x 60 x 3 mm (Erillinen rakennekuva)
- 3 Tuuletusväli
- 4 Sahatavara 22 x 50 mm K 1200 / Rimojen väliin asennetaan aluskate (viedään ehjänä keskilinjan läpi sekä seinälinjan yli)
- 5 Karkeahöylätty puutavara 148 x 48 mm
- 6 Sahatavara parvu 150 x 150 mm
- 7 Kertopuu, Kerto-S 39 x 225 mm / Kaksi palkkia nosto-oven kohdalla
- 8 Sahatavara 48 x 148 mm K 600 + 150 mm lämmöneristys
- 9 Sahatavara soiro 50 x 50 mm
- 10 Sahatavara lauta 22 x 98 mm K 600
- 11 Peitelauta 20 x 120 mm
- 12 Hyönteisverkko laudoituksen alle
- 13 IPE-240 S355J2G3, AP. +3.36

Liite 9. Rakennekuva, detajli 4 perusmuuri

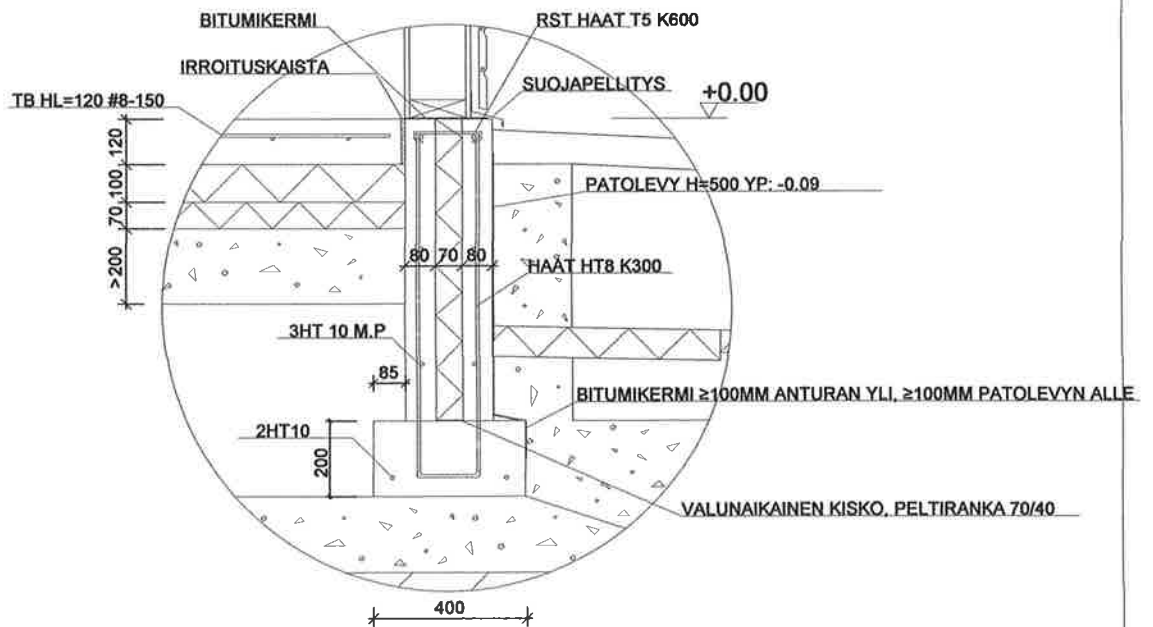
Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö A - A LEIKKAUS PERUSMUURI SANDWICH-SOKKELI		
Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	Piir.No 1	PM2-DET 4 PM3 - US2
PVM 04.03.2019			

Mittakaava 1:20

PM2-DET 4



PM3 - US2

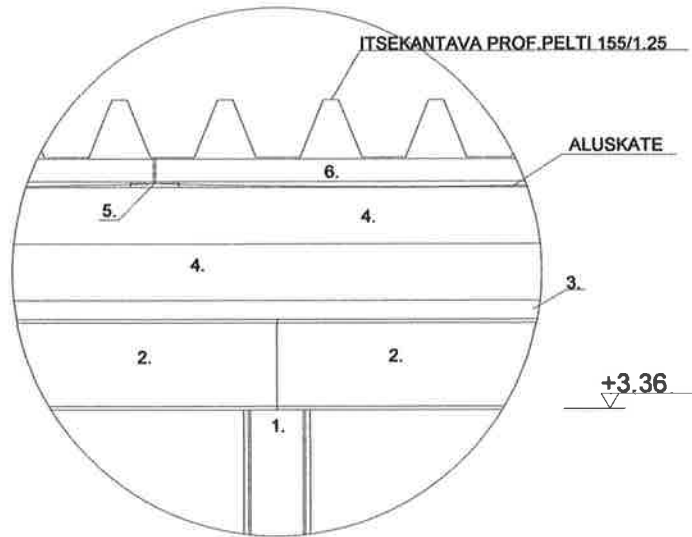


Liite 10. Rakennekuva, detajji 5-6

Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö B-B LEIKKAUS YP 1 JA PILARIPERUSTUS		
	Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	PIIR.No 1
	PVM 04.03.2019		

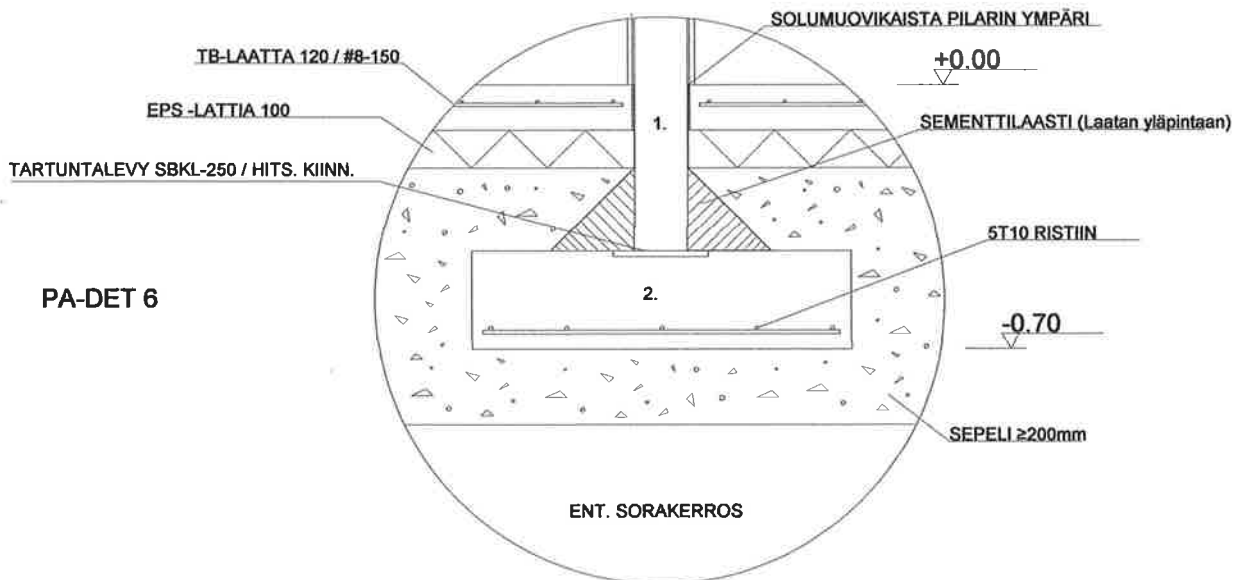
Mittakaava 1:20

YP-DET 5



- 1 IPE-140 S355J2G3, Hitsataan kiinni IPE-240 palkkiin, Pileri väliseinän sisään VS 1
- 2 IPE-240 S355J2G3, Hitsataan kiinni IPE 140, AP. +3.36
- 3 ENT. 98 x 48 mm Karkehöylätty puutavara. Riittävä kiinnitys IPE-240 palkkiin
- 4 Sahatavara parvu 150 x 150 mm.
- 5 Lattarauta, S235J2G3, 120 x 150 x 10 mm K1200, Aluskate viedään ehjänä lattaraudan välistä
- 6 Putkipalkki 60 x 60 x 3 mm (Erillinen rakennekuva)

PA-DET 6



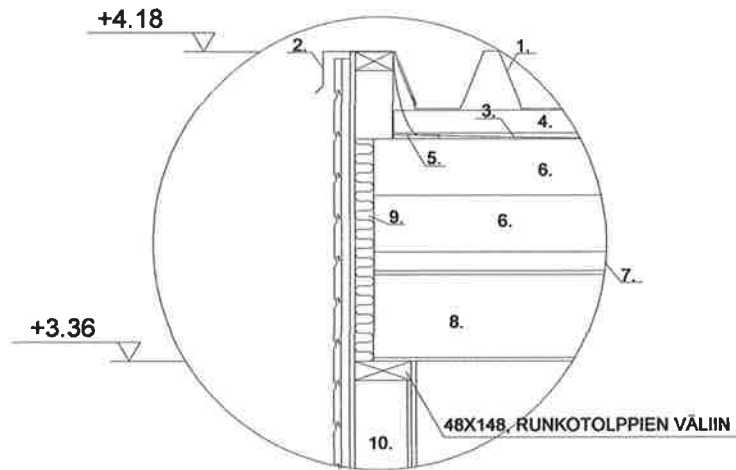
- 1 IPE-140 S355J2G3, Hitsataan kiinni tartuntalevyyn
- 2 Antura C25/30 AP -0,70. Tartuntalevy SBKL-250 / anturan Y.P.

Liite 11. Rakennekuva, detajji 7-8

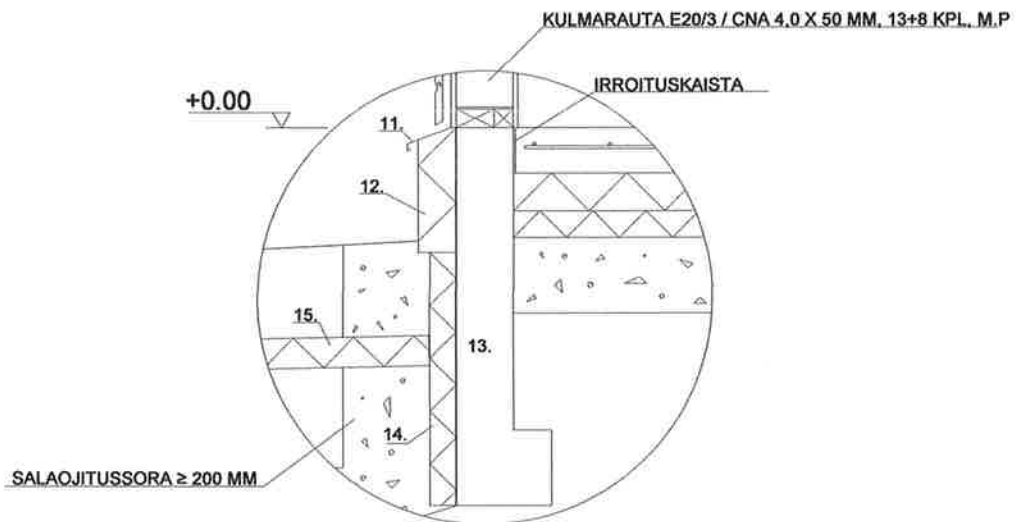
Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö C - C LEIKKAUS RÄYSTÄSLEIKKAUS JA PERUSMUURI		
Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	PIIR.No 1	YP-DET 7 PM1-DET 8
	PVM 04.03.2019		

Mittakaava 1:20

YP-DET 7



PM-DET 8



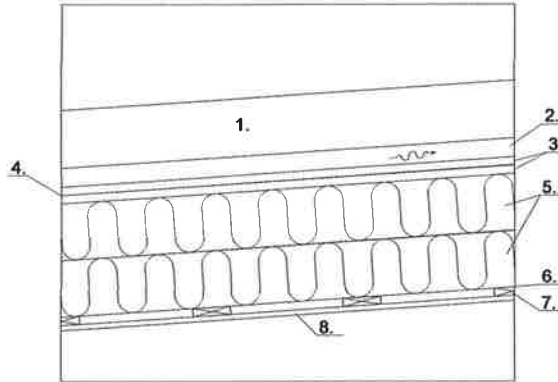
- 1 Itsekantava profilipeltti 155 / 1.25
- 2 Pelttiista / Riittävä tuuletus pellin ja paneelin väliin. Aluskate viedään pelttiistan alle.
- 3 Aluskate / Viedään ehjänä lattaraudan välistä
- 4 Putkipalkki S355J2G3, 60 x 60 x 3 mm (Eriäinen rakennekuva)
- 5 Lattarauta, S235J2G3, 120 x 150 x 10 mm K 1200
- 6 Sahatavara parru 150 x 150 mm
- 7 ENT. 98 x 48 mm Karkeahöylätty puutavara. Riittävä kiinnitys IPE-240 palkkiin
- 8 IPE-240 S355J2G3, AP. +3.36. Riittävä kiinnitys
- 9 Lämmöneriste 50 mm
- 10 Liimapuutolppa 140 x 140 mm / IPE-240 Palkin kohdalle
- 11 Suojapellitys tippanokalla / ≥ 50 mm sokkelin yläreunan yläpuolelle
- 12 StoneREX lämmöneristelevy, ESP kivirouheella ≥ 300 mm / Kiinnitys patolevyyn asennusliimalla
- 13 ENT. Sokkeli / Ulkopintaan patolevy.
- 14 FinnFoam SPU 70 mm eristelevy / Kiinnitys patolevyyn asennusliimalla
- 15 Routaeriste SPU 80 x 600 mm + 60 x 600 mm / Sokkelin ympäri koko matkalta

Liite 12. Rakennekuva, YP1/AP1

Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö LEIKKAUS YP 1 JA AP 1		
	Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	PIIR.No 1
	PVM 04.03.2019		

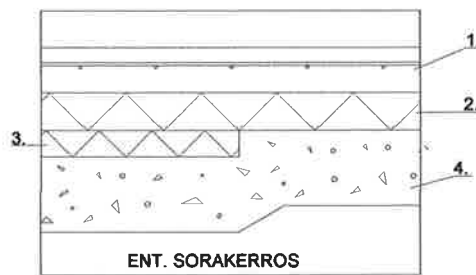
Mittakaava 1:20

YP 1



- 1 Itsekantava profiilipeltti 155/1.25. Kattokaltevuus 1:15
- 2 Tuuletettu ilmatila ~70 mm
- 3 Rima 22 x 50 mm K600. Riman väliin aluskate
- 4 Aluskate
- 5 Koolaus 48 x 148 mm K600 + Lämmöneriste 150 mm
- 6 Höyrynsulkumuovi
- 7 Koolaus 22 x 98 mm K400
- 8 Kipsilevy 13 mm, Gyproc

AP1



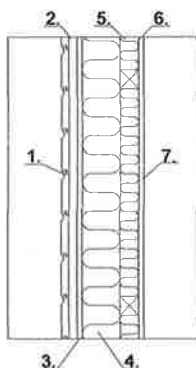
- 1 Teräsbetonilattia HL=120 mm, C20/25. Rauditus keskelle #8-150
- 2 Lämmöneriste 100 mm, EPS 100 lattia
- 3 Lämmöneriste 70 mm, EPS 100 lattia. 1m matkalle sokkelin reunoille
- 4 Sepeli ≥ 200 mm

Liite 13. Rakennekuva, US1/US2

Rakennuskohde KIINTEISTÖ OY JOENSUUN RAHTIKATU 28 VARASTOKATOS RAATEKANKAANTIE 23 80100 JOENSUU	Sisältö LEIKKAUS US 1 JA US 2		
Suunnittelija Joonas Mustonen Särkiniementie 30 a205 70700 Kuopio	Työ 1	PIIR.No 1	US 1 US 2
	PVM 04.03.2019		

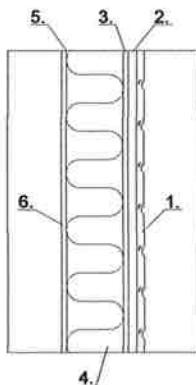
Mittakaava 1:20

US 1



- 1 ENT. Panelointi UTV 20 X 120 mm
- 2 ENT. Koolaus 22 x 98 mm K600
- 3 ENT. Kovalevy 13 mm
- 4 ENT. Puurunko 98 x 48 mm K600 + Lämmöneristys 100mm
- 5 Koolaus 48 x 48 mm K600 + Lämmöneristys 50mm
- 6 Höyrynsulkumuovi
- 7 Kipsilevy 13 mm, Gyproc

US 2



- 1 Panelointi UTV 20 X 120 mm
- 2 Koolaus 22 x 98 mm K600
- 3 Tuulensuojalevy 13 mm
- 4 Puurunko 148 x 48 mm K600 + Lämmöneristys 150 mm
- 5 Höyrynsulkumuovi
- 6 Kipsilevy 13 mm, Gyproc

RAKENNETAPASELOSTUS

Rakennus: Puolilämmin harrastetilahalliOsoite: Rahtikatu 23, Joensuu

Kiinteistötunnus: _____

Paloluokka: P3Lämmin rakennus Puolilämmin rakennus Kylmä rakennus

<p>PERUSTUS</p> <p>1. Perusmaan laatu 2. Perustamistapa 3. Perusmuurin rakenne 4. Radonin torjunta</p>	<p>1. Entinen sorastuskerros.</p> <p>2. Anturat tehdään rakennesuunnitelmien mukaan.</p> <p>3. Paikallavalu Sandwich-rakenne rakennesuunnitelman mukaan.</p> <p>4. Ei ole.</p>
<p>SEINÄT</p> <p>5. Ulkoseinärakenteet</p> <p>Rakenneosat, ainepaksuudet, U-arvot ja lämmöneristeiden laatu</p> <p>a) US1 b) US2 c)</p>	<p>a) 1. Kipsilevy 13 mm + Höyrynsulkumuovi 2. Höylättypuutavara 148 x 48 mm, K600 + Kivivilla 150mm 3. Tuulensuojalevy 12 mm 4. Koolauslauta 22 mm, K600 5. UTV paneeli 20 x 120 mm</p> <p>b) 1. Kipsilevy 13 mm + Höyrynsulkumuovi 2. Koolaus 48 x 48 mm, K600 + Kivivilla 50 mm 3. Ent. puurunko 98 x 48 mm, K600 + Kivivilla 100 mm 4. Ent. Tuulensuojalevy 5. Ent. Koolaus 6. Ent. UTV paneeli 20 x 120 mm</p>
<p>6. Sisäseinät</p> <p>Rakennusosat, ainepaksuudet ja osastointiluokat</p> <p>a) kantavat seinät b) osastoivat seinät c) muut seinät d) kattilahuoneen seinät e) autosuojan seinät</p>	<p>a) US1 US2</p> <p>b) Ei ole</p> <p>c) VS1</p> <p>d) Ei ole.</p> <p>e) Ei ole.</p>
<p>VESIKATTO</p> <p>7. Kattorakenne 8. Alusrakenne</p>	<p>7. Vesikatteena entinen Itsekantava profiilipelti 153/1.25, katteen kiinnitys valmistajan ohjeiden mukaan.</p> <p>8. Yläpohjan ja vesikaton rakenteet rakennesuunnitelman mukaan. Vesikaton alusta tuuletetaan räystäälle tehtävin tuuletusraoin rakennesuunnitelman mukaan. Lämmöneristys kivivillaa ja vedeneristys rakennesuunnitelmien mukaan.</p>

<p>VÄLIPOHJAT</p> <p>Rakenneosat, ainepaksuudet, U-arvot ja lämmöneristeiden laatu</p> <p>9. Yläpohja</p> <p>10. Välipohja</p> <p>11. Alapohja</p> <p>12. Kellarin lattia</p> <p>13. Kattilahuoneen katto</p> <p>14. Autosuojan katto</p>	<p>9. 1. Kipsilevy 13 mm 2. Koolaus 22 x 98 mm, K400 + Höyrynsulkumuovi 3. Koolaus 48 x 148 mm, K600 + Lämmöneriste 150 mm 4. Koolaus 48 x 148 mm, K600 + Lämmöneriste 150 mm 5. Rima 22 x 50 mm, K600 + Aluskate (rakennesuunnitelmien mukaan)</p> <p>$U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>11. 1. Teräsbetoni-laatta 120 mm, C20/25, #8-150 2. EPS 100 lattia 100 mm 3. EPS 100 lattia 70 mm (1m matkalle sokkelin reunoille) 4. Sepeli $\geq 200 \text{ mm}$ 5. Ent. Sorakerros</p> <p>$U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
<p>KOSTEUDEN- JA VEDENERISTYKSET</p> <p>a) Perusmuuri</p> <p>b)</p> <p>c)</p>	<p>a) Sokkelin ulkopintaan bitumikermi + Patolevy $h = 500 \text{ mm}$ (bitumikermi viedään $\geq 100 \text{ mm}$ anturan yli, sekä $\geq 100 \text{ mm}$ patolevyn alle) ERILLINEN RAKENNEKUVA</p>
<p>IKKUNAT JA OVET</p> <p>U-arvot, ikkunapinta-ala ja %-osuus kerrostasosalasta sekä julkisivupintojen alasta</p>	<p>Ulko-ovi: $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ Nosto-ovi: $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
<p>ILMANVAIHTO- JA LÄMMÖNTALTEEN-OTTOLAITTEET</p>	<p>Painovoimainen ilmanvaihto.</p> <p>Ilmanvaihtojärjestelmät erillisen LVI-suunnitelman mukaan.</p>
<p>RAKENNUSVAIPAN ILMANPITÄVYYS</p> <p>- ilmanvuotoluku - varmennustoimenpiteet</p>	

26.3.2019

Päiväys

Tuotantoinsinööri

Ammatti

Päivitys

Allekirjoitus

Joonas Mustonen

Nimenselvennys

Projektitiedot:
Opinnäytetyö

Laskentatiedot:
Asiakas: Rakennusliike Soimu Oy
Yhteyshenkilö: Joonas Mustonen

Kohde: Opinnäytetyö
Katon osa: Vesikatto

Tiedostonimi:
D:\Ruukki\Poimu\WorkDir\Rahtikatu 28\Varastokatos.pmu

Mitoitusnormi: SFS-EN 1993-1-3:2006+AC:2009, Suomen NA/NAD

*** RAKENTEEN YLEISTIEDOT ***

Rakenteen tiedot

Varmuusluokka: RC2
Käyttörajan yhdistelytyyppi: Harvinainen yhdistely
Rakennetyyppi: Katto (kantava levy vesieristeenä)
Taipumaraja: L/100
Katon kaltevuus: 3.8°
Tuet kiertyvät poimulevyn mukana

Poimulevy: Ruukki T153-40L-840
- materiaali: Rakenneteräs
- sinkitys: Zn275
- kimmokerroin: 210000 N/mm²
- profiilin rei'itys: Ei rei'itystä

Tuet ja jatkokset

- tukipalkkien materiaali: Levy kiinnitetään teräspalkkiin
- tuen teräksen myötöraja: 355 N/mm²
- tuen seinämävahvuus: 4 mm

Tuki	Tukileveys	Jatkostyyppi	Tukipala
A	60	Jatkuva, sama levy	Ei
B	60	Jatkuva, sama levy	Ei
C	60	Jatkuva, sama levy	Ei

Vasen reunatuki: Nivel tuki
Oikea reunatuki: Nivel tuki

Valitut poimulevyt

T153-40L-840 Leveä laippa tukea vasten

N:o	Paksuus/Lujuus [mm]/[N/mm ²]	Limitys* [Poimua kpl]	Pituus [mm]	Paino [kg/kpl]
1	1.25/350	0	8200	120.69

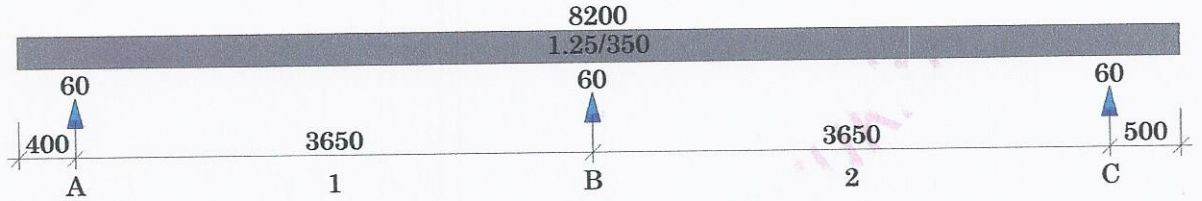
Poimulevyjen kokonaispaino: 17.52 kg/m²

*Sivuttaislimitys

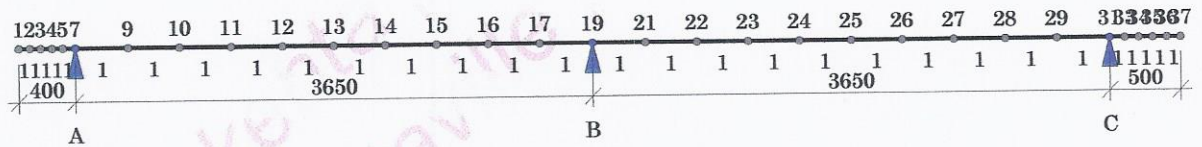
- Valitut levyt täyttävät mitoitusehdot.
- Valitut liittimet täyttävät mitoitusehdot.

Suurin käyttöaste: 45.0 %
 Suurin käyttöaste: 6.1 %

Rakennemalli



FEM-malli



*** KUORMATIEDOT ***

Pysyvät kuormat

Rakenteen paino ilman poimulevyä

0.10 kN/m²

Lumikuormat

Peruslumikuorma maassa

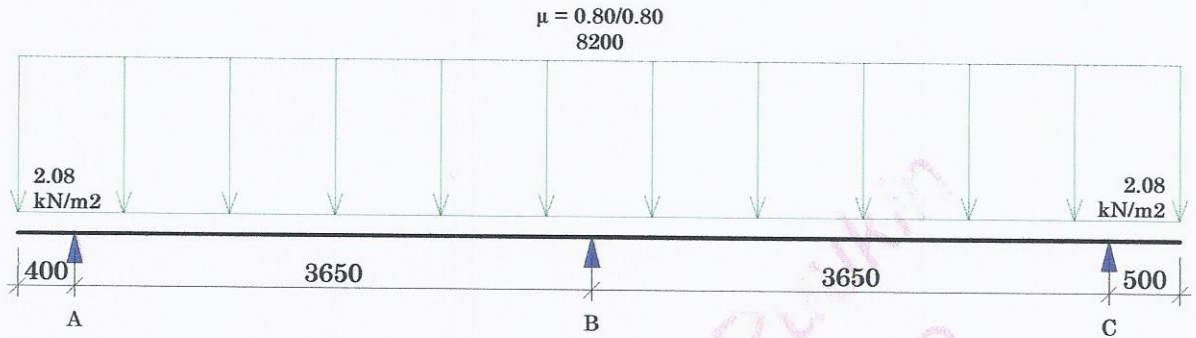
2.60 kN/m²

Liikkuvuus

0.00 %

Tapaus: 3

- Muotokertoimet



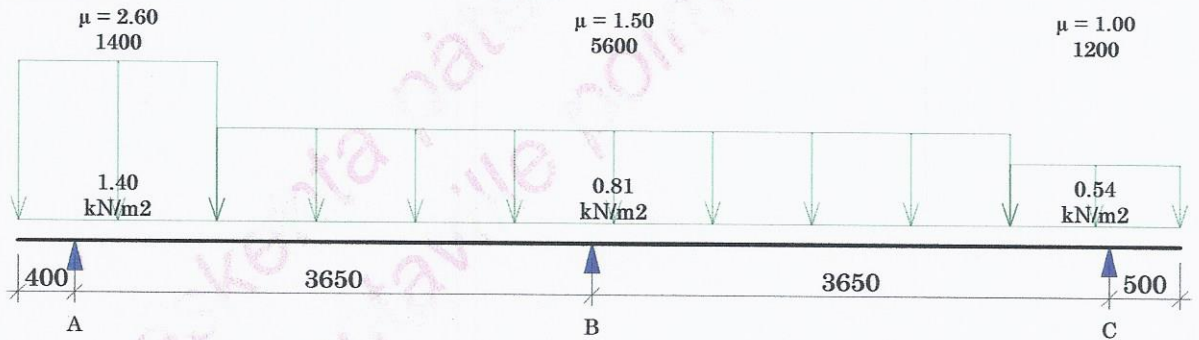
Tuulikuormat

Tuulikuorman perusarvo

0.54 kN/m²

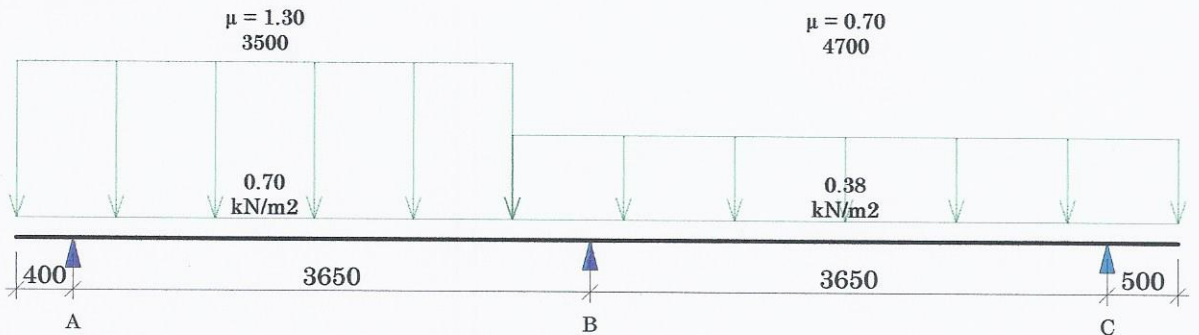
Tapaus: 1

- Paine kertoimet



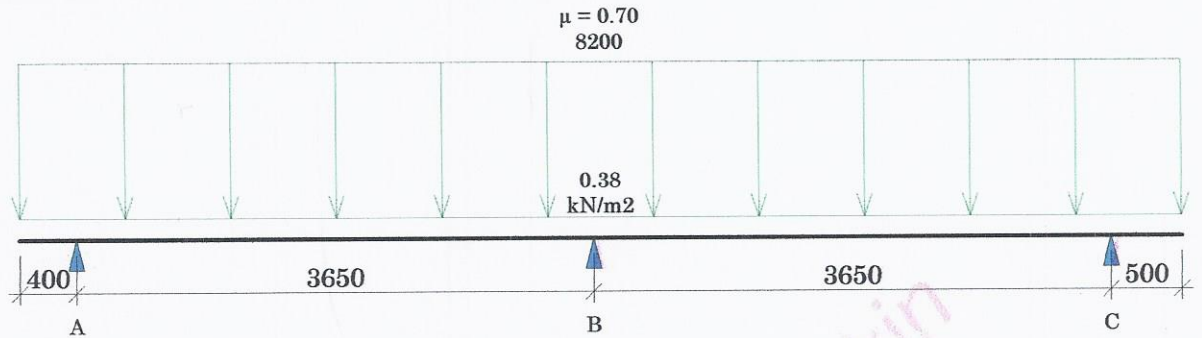
Tapaus: 2

- Paine kertoimet



Tapaus: 3

- Paine kertoimet



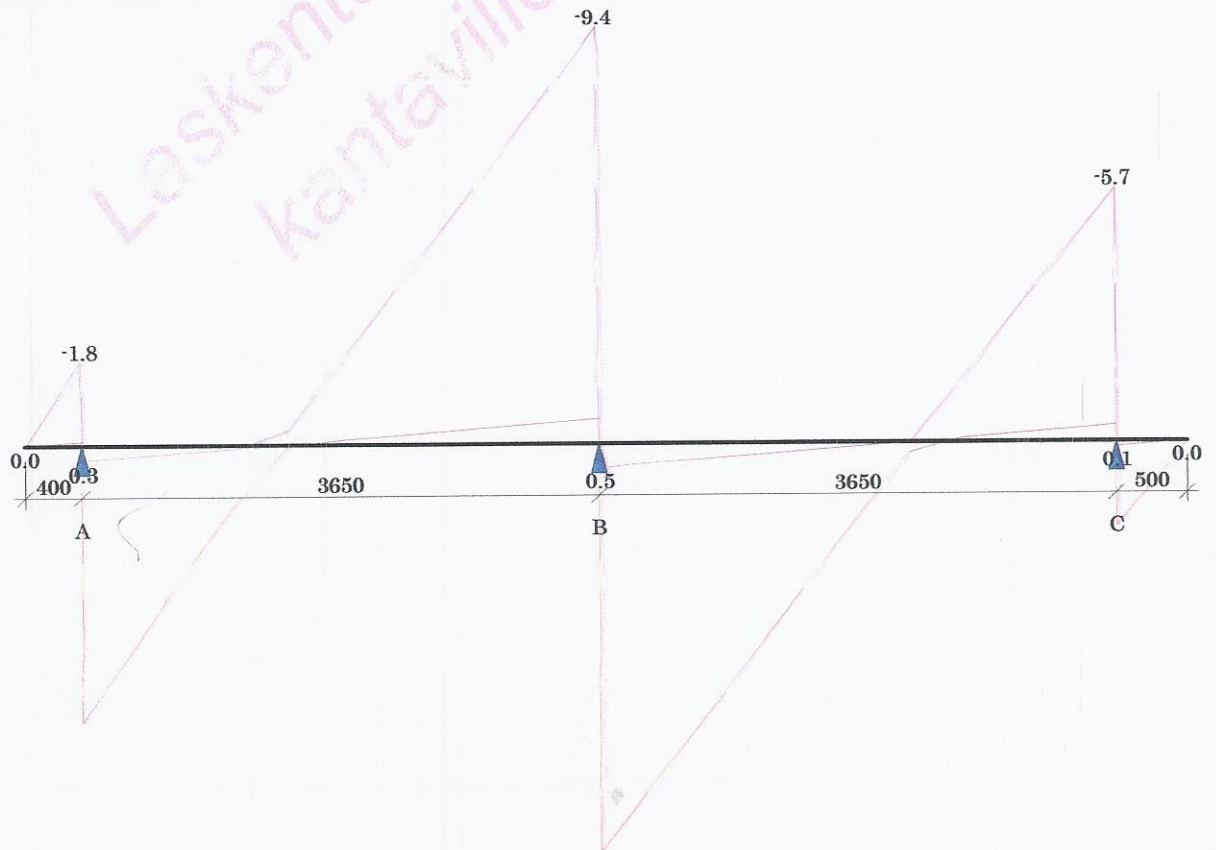
Hyötykuormat - ei kuormia

Kuormaosavarmuuskertoimet:

	Murtorajatila			Käyttörajatila		
	Maks	Min	Yhd. ker	Maks	Min	Yhd. ker
Pysyvät kuormat:	1.15	0.90		1.00	1.00	
Lumikuormat:	1.50	0.00	0.70	1.00	0.00	0.70
Tuulikuormat:	1.50	0.00	0.60	1.00	0.00	0.60
Hyötykuormat:	1.50	0.00	0.70	1.00	0.00	0.70
Minimikuorma:	1.35 * Pysyvät kuormat					

*** STATIIKKALASKENNAN TULOKSET ***

Leikkausvoimakuvaja [kN/m]



***** KESTÄVYYSLASKENNAN TULOKSET *****

Käyttöasteet levyittäin

T153-40L-840 Leveä laippa tukea vasten

Levy No	Paksuus/lujuus [mm]/[N/mm ²]	Kenttä [%]	Tuki [%]	Taipuma [%]	Levyvaikutus [%]
1	1.25/350	15.5	45.0	10.3	-

Suurin käyttöaste: 45.0 %
Mitoittava tapaus: Momentin ja tulireaktion interaktio tuella (M+R)

Käyttöasteet jänteittäin

T153-40L-840 Leveä laippa tukea vasten

Jänne/ Tuki	M [%]	R/V/N [%]	Interaktio [%]	Taipuma [%]
Vasen uloke				10.3 (0)
A	1.3	21.4 R	18.0 M+R	
1	15.5 (1462)			5.5 (1462)
B	27.2	29.7 R	45.0 M+R	
2	14.7 (373)			5.0 (2188)
C	1.8	20.1 R	17.3 M+R	
Oikea uloke				9.1 (500)

(Suluissa mitoittavan kohdan sijainti jänteen vasemmasta päästä)

Suurin käyttöaste: 45.0 %
Mitoittava tapaus: Momentin ja tulireaktion interaktio tuella (M+R)

Mitoitussuureet jänteittäin

Jänne/ Tuki	Momentti kNm/m		Pistekestävyys kN/m		Taipuma mm	
	Msd	Mc,rd	Fsd	Rw,rd	f	f,sall.
Vasen uloke					0.8	8.0
A	-0.31	24.27	8.17	38.15		
1	3.87	25.02			-2.0	36.5
B	-6.60	24.27	18.67	62.94		
2	-3.57	24.27			-1.8	36.5
C	-0.43	24.27	7.66	38.15		
Oikea uloke					0.9	10.0

Tukireaktiot Fsd [kN/m]

Tuki	Pysyvä ¹⁾	Lumi ¹⁾		Tuuli ¹⁾		Muuttuva ¹⁾		Yhdistely ²⁾	
		min	max	min	max	min	max	min	max
A	0.50	0.00	0.00	0.00	2.21	-	-	0.45	8.17
B	1.23	0.00	0.00	0.00	3.72	-	-	1.10	18.67
C	0.53	0.00	0.00	0.00	1.22	-	-	0.47	7.66

¹⁾ Suureet eivät sisällä varmuuskertoimia

²⁾ Yhdistelyssä huomioitu varmuuskertoimien vaikutus

***** KIINNIKKEIDEN MITOITUS *****

Tukiruuvit

Tukipalkkien materiaali:	Levy kiinnitetään teräspalkkiin
Tuen teräksen myötöraja:	355 N/mm ²
Tuen seinämävahvuus:	4 mm
Ruuvien materiaali, tiiviste:	Karkaistu tiivisteellä
Ruuvien tyyppi:	SD6-T15-5.5*28
Valmistaja:	SFS intec Oy
Kiinnittimien lukumäärä/leveysmetri:	11 kpl/m

Tuki	Kpl/ alalaippa	Käyttöaste [%]	Vd [kN/m]	Fd [kN/m]	Fv [kN]	FvRd [kN]	Ft [kN]	FtRd [kN]	
A	1	2.4	0.4	0.0	0.1	4.7	0.0	2.9	5
B	1	6.1	1.0	0.0	0.3	4.7	0.0	2.9	5
C	1	2.6	0.4	0.0	0.1	4.7	0.0	2.9	5

Sivuttaislimitys

Ruuvien materiaali, tiiviste:	Karkaistu tiivisteellä
Ruuvien tyyppi:	SL2-T-A14-4.8*20
Valmistaja:	SFS intec Oy
Kiinnittimien lukumäärä/leveysmetri:	20 kpl/m

Jänne	kk [mm]	Käyttöaste [%]	Fv [kN]	FvRd [kN]
1	500	-		
2	500	-		

Mitoittava kriteeri: -5) Kallistus- ja reunapuristuskestävyys

***** LEVYLUETTELO *****

Poimulevy: T153-40L-840

	Paksuus/Lujuus [mm]/[N/mm ²]	Pituus yhteensä [mm]	Paino yhteensä [kg]
1	1.25/350	8200	120.7

Suunnittelija:

Yritys: Rakennusliike Soimu Oy

Osoite:

Puhelin:

E-Mail:

Nimi: Joonas Mustonen

Projekti:

Nimi: Opinnäytetyö

Sijainti:

Yhteyshenkilö:

Kommentit:

Suunnittelunormi: ETA-16/0430 + EN Eurocodes + CEN/TS 1992-4:2009

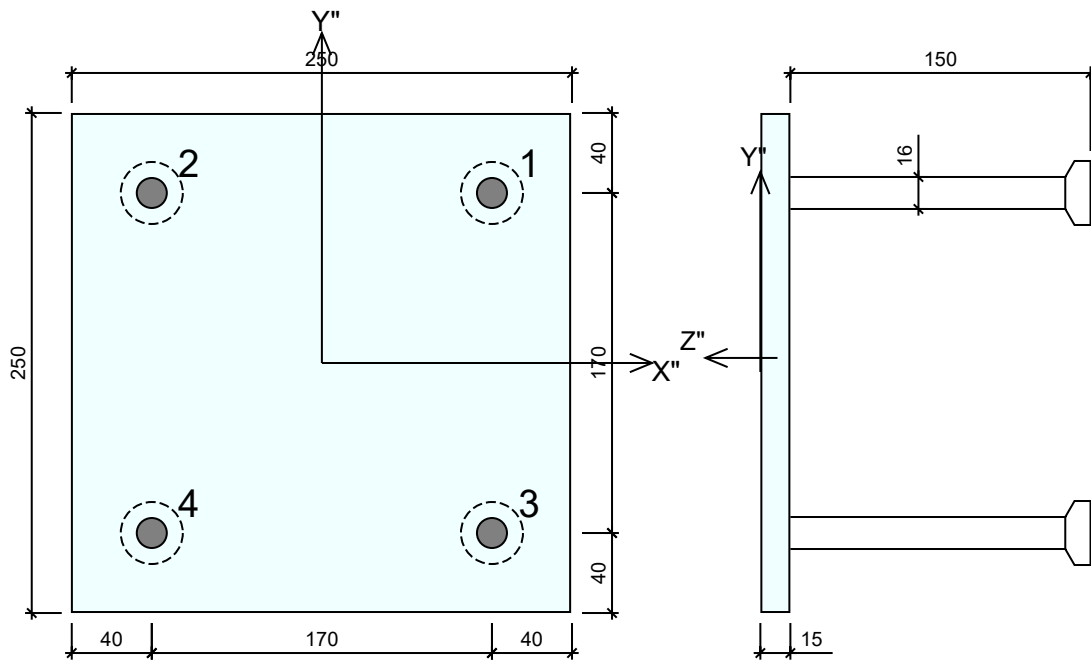
Unit system: SI

Tämä laskelma koskee yksinomaan Peikon valmistamia tuotteita. Laskelmaa ei voi käyttää vahvistamaan muiden valmistamien tuotteiden ominaisuuksia, vaikka tuotteet näyttäisivät olevan identtisiä.

Kiinnityslevy 1

Huom:

Anchor Plate:	WELDA 250x250-165
Levyn materiaali:	S355J2+N
Ankkurityypit:	PSS 16-150
Ankkurien materiaalit:	Black

**Materiaalikestävyydet**

Levy:	S355J2+N	$f_{yk} =$	345	$f_{yd} =$	345	[N/mm ²]
Ankkurit:	Black	$f_{yk} =$	336	$f_{yd} =$	292,2	[N/mm ²]

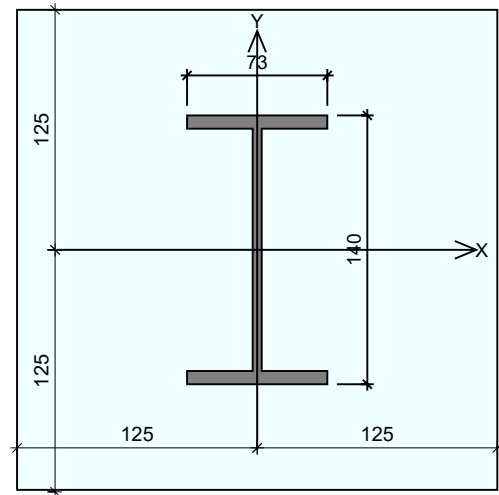
Liitetty poikkileikkaus

Poikkileikkaustyyppi: I - Poikkileikkaus

Poikkileikkauksen mitat:	[mm]
Leveys =	73
Korkeus =	140
Uuman paksuus =	4,7
Laipan paksuus =	6,9

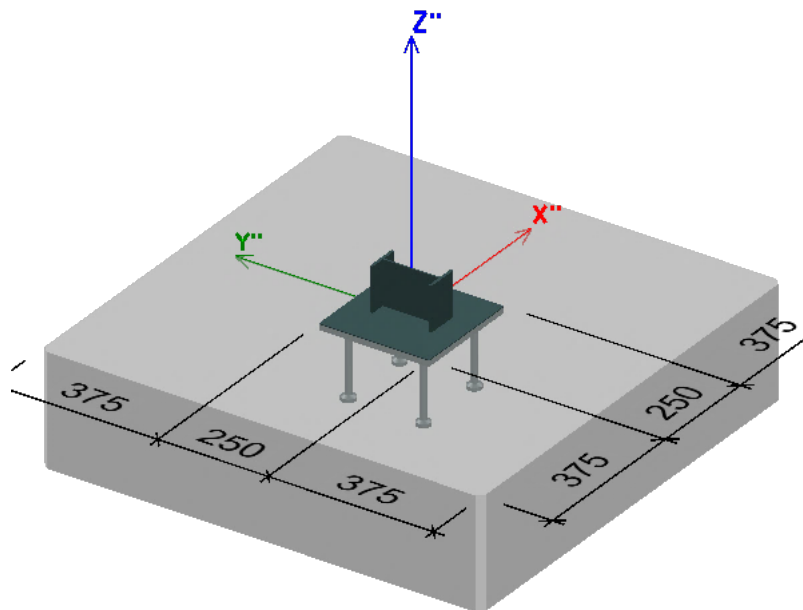
X; Y = profiilin lokaali koordinaatisto

X''; Y'' = levyn lokaali koordinaatisto



Kiinnitysalue : Seinä 1

Betoni : C25/30
Halkeilemät Ei
n :





(Laskenta kuormat)

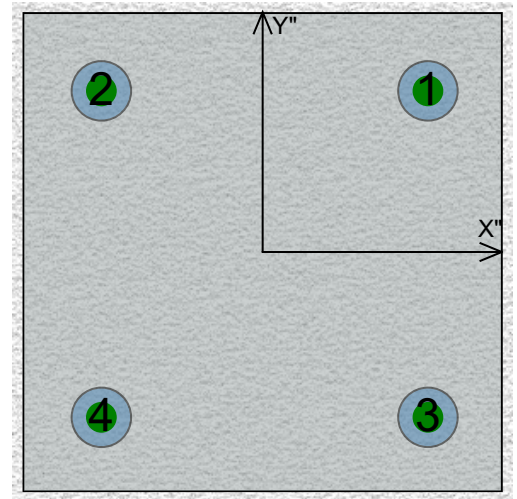
#	Nimi	N_{Ed} [kN]	M_{xEEd} [kNm]	M_{yEEd} [kNm]	V_{xEEd} [kN]	V_{yEEd} [kN]	T_{Ed} [kNm]
1		90,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

HUOM: Kuormat ovat määritelty profiiliin lokaalissa koordinaatistossa

Tulokset kuormatapauksittain
Kuormitustapaus: :#1 ($N_{Ed}=90$, $M_{xEd}=0$, $M_{yEd}=0$, $V_{xEd}=0$, $V_{yEd}=0$, $T_{Ed}=0$)
Ankkurivoimat[kN]

Vetovoima : (+) vetoa, (-) puristusta

Ankkuri	Vetovoima	Shear force(X)	Shear force(Y)
1	+22,5	0,0	0,0
2	+22,5	0,0	0,0
3	+22,5	0,0	0,0
4	+22,5	0,0	0,0


Vetokuormitus (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.2 ja ETA)

Suunnitteluarvot

Tarkistus	Kuorma [kN]	Kapasiteetti [kN]	Käyttöaste β_N [%]	Tila
Teräsmurto	22,5	58,8	38,3	OK
Olosvetomurto	22,5	72,4	31,1	OK
Betonin kartiomurto	90,0	113,1	79,6	OK
Sivustamurto (tyssän aiheuttama)	n/a	n/a	n/a	n/a
Halkaisumurto	n/r	n/r	n/r	n/r

Teräsmurto		Olosvetomurto		Paikallinen tyssätapin aiheuttama sivustamurto		Betonin kartiomurto	
$N_{Rk,s}$	90,5 [kN]	$N_{Rk,p}$	108,6 [kN]	$A_{0c,Nb}$	n/a [mm ²]	h_{ef}	157,0 [mm]
$\gamma_{M,s}$	1,54	A_h	603,2 [mm ²]	$A_{c,Nb}$	n/a [mm ²]	$s_{cr,N}$	471,0 [mm]
$N_{Rd,s}$	58,8 [kN]	$\Psi_{ucr,N}$	1,0	c_1	n/a [mm]	c	235,5 [mm]
N_{hEd}	22,5 [kN]	$\gamma_{M,p}$	1,50	A_h	n/a [mm ²]	$A_{0c,N}$	221841 [mm ²]
		$N_{Rd,p}$	72,4 [kN]	h_{ef}	n/a [mm]	$A_{c,N}$	410880 [mm ²]
		N_{hEd}	22,5 [kN]	s_1	n/a [mm]	$\Psi_{ec,N}$	1,00
				$\Psi_{s,Nb}$	n/a	e_N	0,03 [mm]
				$\Psi_{ec,Nb}$	n/a	$\Psi_{re,N}$	1,00
				n	n/a	$\Psi_{s,N}$	1,00
				$\Psi_{g,Nb}$	n/a	$N_{0Rk,c}$	91,59 [kN]
				$\Psi_{ucr,N}$	1,0	$\gamma_{M,c}$	1,50
				$N_{0rk,cb}$	n/a [kN]	$N_{Rd,c}$	113,1 [kN]
				$\gamma_{M,c}$	1,50	$N_{gE,d}$	90,0 [kN]
				$N_{Rd,cb}$	n/a [kN]		
				$N_{gE,d}$	n/a [kN]		

Leikkauskuormitus (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.3 ja ETA)

Suunnitteluarvot

Tarkistus	Kuorma [kN]	Kapasiteetti [kN]	Käyttöaste β_V [%]	Tila
Teräsmurto	0,0	42,4	0,0	OK
Betonin kampeamismurto	n/a	n/a	n/a	n/a
Betonin reunamurto	0,0	39,9	0,0	OK

Teräsmurto		Betonin kampeamismurto		Betonin reunamurto	
$V_{Rk,s}$	54,3 [kN]	$A_{c,N}$	n/a [mm ²]	l_f	n/a [mm]
$\gamma_{M,s}$	1,28	$A_{0c,N}$	n/a [mm ²]	c_1	n/a [mm]
$V_{Rd,s}$	42,4 [kN]	h_{ef}	157,0 [mm]	$A_{c,V}$	n/a [mm ²]
V_{hSd}	0,0 [kN]	$C_{cr,N}$	n/a [mm]	$A_{c,V}^0$	n/a [mm ²]
		$S_{cr,N}$	n/a [mm]	$\Psi_{s,V}$	n/a
		k_3	n/a	$\Psi_{h,V}$	n/a
		$N_{0Rk,c}$	n/a [kN]	$\Psi_{a,V}$	n/a
		$\gamma_{m,c}$	n/a	e_v	n/a [mm]
		$V_{Rd,cp}$	n/a [kN]	$\Psi_{ec,V}$	n/a
		V_{gEd}	n/a [kN]	$\Psi_{re,V}$	n/a
				α	n/a
				β	n/a
				$V_{Rk,c}^0$	n/a [kN]
				$\gamma_{M,c}$	n/a
				$V_{Rd,c}$	39,9 [kN]
				V_{gEd}	0,0 [kN]

Huom: tarkastukset/arvot, jotka eivät ole soveltuvia, on merkitty "na"

Teräs: yhdistetty veto ja leikkausvoima (CEN/TS 1992-4-2:2009, 6.4.1.1)

β_N	β_V	α	Käyttöaste $\beta_{N,V}$ [%]	Tila
0,383	0	1	38,3	OK

Yhdistetty veto- ja leikkauskuormat (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.4 ja ETA)

β_N	β_V	α	Käyttöaste $\beta_{N,V}$ [%]	Tila
0,7959	0	1	79,59	OK

Teräslevyn kapasiteetin tarkastus (EC3-1-1, EC3-1-8)

Suunnitteluarvot

Jännitys [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	Käyttöaste [%]	Tila
206,5	345	59,9	OK

Betonin puristusmurtotarkastelu (EC2, EC3, Osittain kuormitetut alueet)

Suunnitteluarvot

Jännitys [N/mm ²]	f_{jd} [N/mm ²]	Käyttöaste [%]	Tila
0	0	0,0	OK

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	1 / 2
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)	

RAKENTEEN TIEDOT**Info**

Perusmaan tyyppi	Hiekka tai sora	▼
Alapohjan tyyppi	Maanpäällinen alapohja	▼
Reunan lisäeristys	Vaakaeriste	▼
Kellarin seinätyyppi	Ei kellaria	▼

REUNAN VAAKAERISTEEN TIEDOT

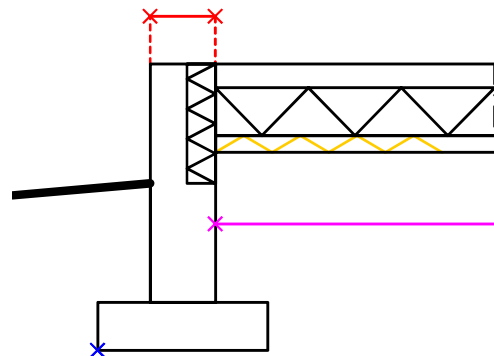
Alapohjan pinta-ala [A]	290,0 m ²	Lämmönjohtavuus [λ]	0,036 W/mK
Alapohjan ympärysmitta [P]	95,0 m	Paksuus	70 mm
Perusmuurin paksuus [w]	230 mm	Leveys [D]	1000 mm

RAKENNEKERROKSET*Sisäpinta*

1	Betonilaatta	▼
	Kerroksen paksuus [d]	120,0 mm
	Lämmönjohtavuus [λ]	1,700 W/mK
2	Polystyreeni (EPS)	▼
	Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
	Lämmönjohtavuus [λ]	0,036 W/mK
3	Ei rakennekerrosta	▼
4	Ei rakennekerrosta	▼
5	Ei rakennekerrosta	▼
6	Ei rakennekerrosta	▼

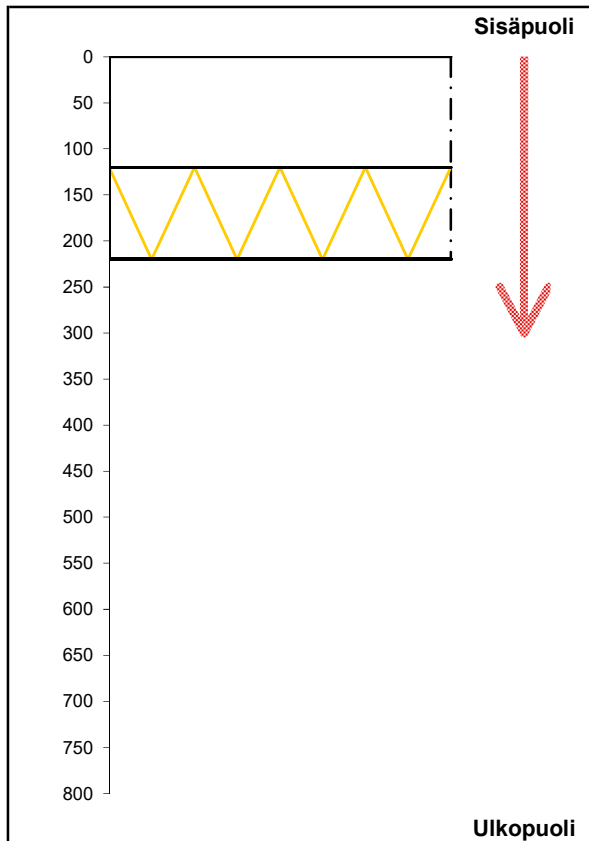
*Ulkopinta***LAATAN REUNAN RAKENNE****Mittaviivojen selitykset**

- $x \rightarrow x$ = perusmuurin paksuus [w]
 $x \rightarrow x$ = vaakaeristeen leveys [D]



Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	X	
	Päiväys	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)	

ALAPOHJA	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Sisäpinta			0,17
1 Betonilaatta	120	1,700	0,07
2 Polystyreeni (EPS)	100	0,036	2,78
Ulkopinta			0,04

**SUhteellinen LATTIAMITTA**

A	290,0	m ²
P	95,0	m
B'	6,105	m

LATTIAN EKVIVALENTTI PAKSUUS

w	0,230	m
d _t	6,347	m
$\lambda_{\text{perusmaa}}$	2,000	W/mK
R _{si}	0,170	m ² K/W
R _{se}	0,040	m ² K/W
R _f	2,848	m ² K/W
R _g	1,395	m ² K/W

SEINÄN EKVIVALENTTI PAKSUUS

z	-	m
d _w	-	m
R _w	-	m ² K/W

U-ARVO

$\Psi_{g,e}$	-0,03	
U ₀	0,22	W/m ² K
U _{bf}	-	W/m ² K
U _{bw}	-	W/m ² K

ALAPOHJAN U-ARVO

$$U_c = 0,2079 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VIRHEILMOITUKSET

•
•

Liite 18. Routaeristyksen mitoitus

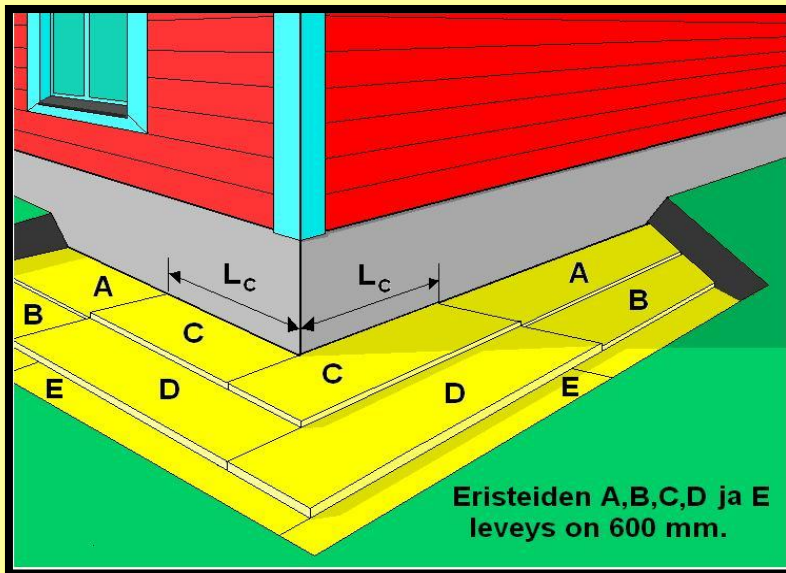
Maanvarainen alapohja - lämminrakennus

Alapohjassa hyvä lämmöneristys (>100 mm Finnfoamia)

Pakkasmäärä: 52500 Kh Katso arvo oheisesta karttakuvasta
Perustussyvyys: 0,7 m Huom! Minimi perustussyvyys on 0,3 m

Routaeriste suositus

Finnfoam (A):	70 mm
Finnfoam (B):	60 mm
Finnfoam (C):	100 mm
Finnfoam (D):	80 mm
Finnfoam (E):	0 mm
Lc:	1,5 m



Maanvarainen alapohja - puolilämminrakennus

Lasketaan lämpimänrakennuksen mitoituksella, mutta perustussyvyudeksi laitetaan Eli jos todellinen perustus 1,0 m niin laitetaan laskentaohjelmaan perustussyvyudek

e) F50

