

Julius Myllykoski

PUURAKENTEISEN HALLIN SEINIEN  
LEVYJÄYKISTYS

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2015

## PUURAKENTEISEN HALLIN SEINIEN LEVYJÄYKISTYS

Myllykoski, Julius  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
syyskuu 2015  
Ohjaaja: Sandberg, Rauno  
Sivumäärä: 24  
Liitteitä: 37

Asiasanat: puurakenteinen, halli, jäykistys, lujuus, laskelma,

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laskea tilaajan pyytämät lujuus- ja jäykistyslaskelmat puurakenteiseen halliin, joka sijaitsee Kokemäellä. Hallin käyttötarkoituksena on toimia varastotilana.

Laskelmaan kuului aukonylityspalkkien ja niiden kannattajapilarien mitoitus sekä NR-kattorakenteen ja rungon jäykistys. Mitoitukset tehtiin EN-standardien mukaisesti.

Työn tuloksena syntyi mitoitusohjelmalla tehty laskelma aukonylityspalkista sekä käsin suoritettavat laskelmat kannattajapilarien kestävyydestä sekä NR-kattorakenteen että rungon kokonaisjäykistyksestä.

# WALL'S PANEL STIFFENING OF WOODEN STRUCTURE HALL

Myllykoski, Julius

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction engineering

September 2015

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages:24

Appendices: 37

Keywords: wooden structure, hall, stiffening, strength, calculation

---

The purpose of this thesis was to calculate strength and stiffening calculations to the wooden structure hall which is located in Kokemäki. The hall is planned to use as a warehouse.

Calculations included beams over the doors and columns which are beneath those beams and also the stiffenings of the hall's body and roof structure. All the calculations were made by using the EN-standards.

Results of this thesis were beam calculation made by computer program and hand-made calculations of the columns and the stiffening calculations of the hall's body and roof structure which were also handmade.

## SISÄLLYS

|   |    |
|---|----|
| 1 JOHDANTO.....                                 | 5  |
| 2 RAKENNEJÄRJESTELMÄN ESITTELY .....            | 6  |
| 2.1 Perustiedot .....                           | 6  |
| 2.2 Rakenteellinen järjestelmä.....             | 10 |
| 2.3 Normit ja kuormitukset.....                 | 11 |
| 3 KUORMAT.....                                  | 11 |
| 3.1 Yleistä .....                               | 11 |
| 3.2 Pystykuormat .....                          | 11 |
| 3.3 Tuulikuormat .....                          | 13 |
| 4 KUORMITUSYHDISTELMÄT.....                     | 15 |
| 5 RAKENNEOSIEN MITOITUS .....                   | 20 |
| 5.1 Aukonylityspalkki ja kannattajapilarit..... | 20 |
| 5.2 NR-kattorakenteen jäykistys.....            | 21 |
| 5.3 Rungon jäykistys.....                       | 21 |
| 6 YHTEENVETO .....                              | 23 |
| LÄHTEET.....                                    | 24 |
| LIITTEET  |    |

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laskea puurakenteisen hallin rungon ja NR-kattorakenteen jäykistäminen, oviaukkojen ylityspalkkien ja niiden kannattajapilarien kestävyys. Hallin mitat ovat 25,1m x 12,1m x 7m. Rakennuksen valmiusaste on tällä hetkellä 40 % ja Kokemäen rakennusvalvonta vaatii mainitsemani laskelmat hallista. Hallista on olemassa pääpiirustukset mutta ei rakennepiirustuksia ja lujuuslaskelmia.

Alussa käydään läpi kohteen perustiedot, jossa selvitetään kaikki tässä tarvittavat oleelliset tiedot kohteesta. Tämän jälkeen määritetään rakenteille aiheutuvat pysty- ja vaakakuormat, jotka rasittavat rakenteita. Seuraavaksi käydään läpi kuormitusyhdistelmät, jonka jälkeen aloitetaan varsinainen mitoitus. Ensimmäisenä käsittelyssä ovat aukonylityspalkit ja näiden kannattajapilarit. Toisena vuorossa on NR-kattorakenteen jäykistys ja mitoitus päättyy rungon jäykistykseen. Lopussa ovat vielä yhteenveto ja liitteet. Kaikki laskelmat suoritetaan EN -standardien mukaisesti.

## 2 RAKENNEJÄRJESTELMÄN ESITTELY

### 2.1 Perustiedot

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Työn nro                         | 333/14  |
| Kohteen nimi                     | Varastorakennus   |
| Osoite                           | Köyliöntie 775, 32810 Peipohja  |
| Kortteli                         | Eerikinkangas 1   |
| Käyttötarkoitus                  | Muut maa-, metsätal. rak.   |
| Rakenteiden vaativuusluokka      | A (RakMK osa A2)  |
| Käyttöluokka                     | 2 (RIL 205-1-2009)  |
| Seuraamusluokka                  | CC2 (RIL 205-1-2009)  |
| Paloluokka                       | P3 (RakMK E2)   |
| Pääasiallinen rakennusmateriaali | Puu   |
| Pääasiallinen rakennustapa       | Paikalla rakentaminen   |
| Kerrosluku                       | 1   |
| Kokonaiskorkeus                  | 7 m   |
| Bruttopinta-ala yhteensä         | 305 m <sup>2</sup>  |
| Rakennuskohteen kuvaus           | Varastorakennus muodostuu kahdesta osasta: lämmin (70m <sup>2</sup> ) sekä kylmä (219m <sup>2</sup> ) |

Kantavat puurakenteet jaetaan Suomessa RakMK:n osan A2 mukaisesti neljään vaativuusluokkaan, joita nimitetään AA-, A-, B- ja C-luokiksi. (RIL 205-1-2009, 23.) Taulukossa 0.1 olevien perusteiden mukaan kyseinen halli kuuluu vaativuusluokkaan A. Seuraamusluokat ovat jaettu kolmeen luokkaan, jotka ovat CC3, CC2 ja CC1. Seuraamusluokat ovat määritelty taulukossa 0.2. Tämän taulukon perusteella halli kuuluu seuraamusluokkaan CC2. Myös käyttöluokat ovat jaettu kolmeen luokkaan seuraavin perustein:

Rakenteet tulee jaotella seuraavien kohtien mukaisiin käyttöluokkiin 1, 2 tai 3. Käyttöluokkajärjestelmä on tarkoitettu pääasiassa lujuusarvojen jaottelua varten ja määrittelyissä ympäristöolosuhteissa syntyvän muodonmuutoksen laskemista varten.

**Käyttöluokka 1.** Käyttöluokalle 1 on tyypillistä, että materiaalien kosteus on lämpötilaa 20°C vastaava ja ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ylittää arvon 65 % vain muutamana viikkona vuodessa. Käyttöluokassa 1 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä arvoa 12 %.

Käyttöluokkaan 1 kuuluu puurakenne, joka on lämmitetyissä sisätiloissa tai vastaavissa kosteusoloissa. Käyttöluokkaan 1 voidaan yleensä lukea myös lämpöeristekerroksessa olevat rakenteet sekä palkit, joiden vetopuoli on lämmöneristeen sisällä.

**Käyttöluokka 2.** Käyttöluokalle 2 on tyypillistä, että materiaalien kosteus on lämpötilaa 20°C vastaava ja ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ylittää arvon 85 % vain muutamana viikkona vuodessa. Käyttöluokassa 2 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä arvoa 20 %.

Käyttöluokkaan 2 kuuluu ulkoilmassa kuivana oleva puurakenne. Rakenteen tulee olla katetussa ja tuuletetussa tilassa sekä alta ja sivuilta hyvin kastumiselta suojattu. Tähän käyttöluokkaan kuuluvat yleensä esimerkiksi rossipohjan ja kylmän ullakkotilan puurakenteet.

**Käyttöluokka 3.** Käyttöluokalle 3 on tyypillistä, että ilmasto-olosuhteet johtavat suurempiin kosteusarvoihin kuin käyttöluokassa 2.

Käyttöluokkaan 3 kuuluu ulkona säälle alttiina, kosteassa tilassa tai veden välittömän vaikutuksen alaisena oleva puurakenne. Arvioitaessa puurakenteen säilyvyyttä käyttöluokka 3 jaetaan vielä kahteen erilaiseen kosteusaltistumisastetta kuvaavaan alaluokkaan (SFS-EN 335-1).

Puun tasapainokosteuden lisäksi käyttöluokan valinnassa tulee kiinnittää huomiota kosteuden vaihteluihin. Kosteuden vaihtelun vaikutus puurakenteeseen voi olla suurempi kuin korkeankin tasaisen kosteuden vaikutus. Käyttöluokassa 1 tulee kiinnittää erityistä huomiota puutavaran halkeiluvaaraan.

(RIL 205-1-2009, 30-31.)

Näillä perusteilla hallin rakenteet kuuluvat käyttöluokkaan 2.

Paloluokat ovat jaettu kolmeen luokkaan ja halli kuuluu luokkaan P3 seuraavin perustein:

#### 4.1 P1-luokan rakennus

P1-luokan rakennuksen kerroslukua tai korkeutta ei rajoiteta. Rakennukseen saadaan sijoittaa palovaarallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvia toimintoja. Kaksikerroksinen rakennus tehdään aina P1-luokan vaatimukset täyttäväksi, mikäli siinä harjoitettava toiminta on palovaarallisuusluokkaa 2 tai siinä työskentelee yli 50 henkilöä. Yli kaksikerroksinen rakennus tehdään aina P1-luokan vaatimukset täyttäväksi.

#### 4.2 P2-luokan rakennus

P2-luokan rakennus voi olla yksi- tai kaksikerroksinen. Kaksikerroksinen rakennus saa olla enintään 9 m korkea; yksikerroksinen rakennus saa kuitenkin olla tätä korkeampi (E1 taulukko 3.2.1). Yksikerroksiseen rakennukseen saadaan sijoittaa palovaarallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvia toimintoja. Kaksikerroksiseen rakennukseen saadaan sijoittaa vain palovaarallisuusluokkaan 1 kuuluvia toimintoja. Rakennuksessa saa työskennellä enintään 50 henkilöä.

#### 4.3 P3-luokan rakennus

P3-luokan rakennus saa olla vain yksikerroksinen ja enintään 14 m korkea (E1 taulukko 3.2.1). P3-luokan rakennus tulee kysymykseen lähinnä palovaarallisuusluokassa 1. Jos toiminta on palovaarallisuusluokkaa 2, rakennuksen suojaustaso on 3. (RakMK osa E2, 4.)



|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| 4.2.3.1  | <b>AA ERITYISVAATIMUS</b><br>(MRA 48 § 1 mom.)   | <b>A PERUSVAATIMUS</b><br>(MRA 48 § 1 mom.)   | <b>B PIENEHKÖ</b> tai teknisiltä ominaisuuksiltaan <b>TAVANOMAINEN</b> rakennus<br>(MRA 48 § 2 mom.)   | <b>(C) VÄHÄINEN</b><br>(MRA 48 § 3 mom.)   |
| <b>VAATIVUUDEN YLEISET LUOKITUSPERUSTEET</b><br><br>Rakenneluokat ks. RakMk B4, B6, B7 | <p>Rakennus tai tila,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>joka on raskaasti kuormitettu ja siinä on suuria pistekuormia tai suuria dynaamisia kuormia;</li> <li>joka on korkeudeltaan 30 m tai suurempi laskettuna perustusten yläpinnasta ylöspin kannattajiin;</li> <li>joka on vakavuussuunnitelun osalta erityisen vaativa; tai</li> <li>jota samanaikaisesti käyttää suuri joukko ihmisiä.</li> </ul> <p>Kantava rakenneos, joka</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>on paikalla valmistettava ja jännevälitään yli 15 m;</li> <li>on tavanomaisesta poikkeava liittorakenne;</li> <li>on vaativa erikoisrakenne; tai</li> <li>suunnitellaan rakenneluokassa 1.</li> </ul> <p>Muutos- tai korjaustyö, jossa muutoin rakenneluokkaan 2 kuuluvan rakenteen staattista toimintaa oleellisesti muutetaan.</p> | <p>Rakennus tai tila, joka on kooltaan ja rakenteeltaan normaali.</p> <p>Kantava rakenneos, joka suunnitellaan rakenneluokassa 2.</p> <p>Hanke voi sisältää erikseen suunniteltuja rakenneluokan 1 (vaativuusluokan AA) rakenteita.</p> | <p>Rakennus tai tila,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>jossa on pientalon tavanomaiset rakenteet; tai</li> <li>joka on enintään 2-kerroksinen ja jossa yleensä vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä, kuten pienehkö varasto tai maatalouden tuotantorakennus, pinta-ala enintään 300 m<sup>2</sup> ja jännevälit enintään 6 m.</li> </ul> <p>Kantava rakenneos, joka suunnitellaan rakenneluokassa 3.</p> <p>Hanke voi sisältää erikseen suunniteltuja rakenneluokan 1 tai 2 (vaativuusluokan AA tai A) rakenteita.</p> | <p>Rakennus tai tila on pieni, 1-kerroksinen sekä tarkoitettu muuhun kuin pysyvään asumiseen tai työntekoon ja rakenteet voidaan riittävästi esittää rakennussuunnitelmassa.</p> |

| 4.2.3.2<br>RUNKORAKENTEET | AA (1)  | A (2)   | B (3)  |
|---------------------------|---|---|--|
| Betonirakenteet           | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakennus on yli 8-kerroksinen;</li> <li>rakenteen kantavuus mitoitetaan betonin lujuudelle yli K40;</li> <li>rakenne on esivalmistettu ja jännevälitään yli 25 m; tai</li> <li>rakenne on jännitetty.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakenteen kantavuus mitoitetaan betonin lujuudelle korkeintaan K40;</li> <li>rakennuksen keuharmitiloissa on harkko- rakenteiset maanpaineselnät.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakenteen kantavuus mitoitetaan betonin lujuudelle korkeintaan K 20.</li> </ul>   |
| Puurakenteet              | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakennus on 3–4-kerroksinen asuinkeuharmitalo; tai</li> <li>rakenne on esivalmistettu ja jännevälitään yli 25 m.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakenne suunnitellaan naujajevyristikoita käyttäen.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakennus on tavomainen enintään 2-kerroksinen pientalo, jonka lujuusluokassa käytettävän sahatavaran lujuus on enintään T24 (C24).</li> </ul>   |
| Teräsrakenteet            | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakennus on yli 8-kerroksinen; tai</li> <li>rakenne on esivalmistettu ja jännevälitään yli 36 m; tai</li> <li>rakenne, jonka kantavuus mitoitetaan korkeammalle teräksen myötölujuudelle kuin 355 N/mm<sup>2</sup>.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakennus on enintään 2-kerroksinen, tarkoitettu pysyvään asumiseen tai työntekoon ja rungon teräksiset rakenneosat ja niiden liitokset eivät ole käyttöön vakiintuneita ratkaisuja; tai</li> <li>rakennus on 3–8-kerroksinen käyttö-tarkoituksesta riippumatta.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>rakennus on enintään 2-kerroksinen ja tarkoitettu muuhun kuin pysyvään asumiseen tai työntekoon; tai</li> <li>rakennus on enintään 2-kerroksinen, tarkoitettu pysyvään asumiseen tai työntekoon ja rungon teräksiset rakenneosat ja niiden liitokset ovat käyttöön vakiintuneita ratkaisuja.</li> </ul> |

Taulukko 1.0 Vaativuusluokat (Rakentamismääräyskokoelma osa A2, 12.)

| Seuraamusluokka   | Kuvaus   | Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä  |
|---|--|---|
| CC3   | Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia                   | Rakennuksen kantava runko <sup>1)</sup> jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>• yli 8-kerroksiset<sup>2)</sup> asuin-, konttori- ja liikerakennukset</li> <li>• konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot</li> <li>• raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset</li> </ul> Erikoisrakenteet kuten esim. suuret mastot ja tornit Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakeisten maalien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkissä ympäristöissä   |
| CC2   | Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia               | Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1  |
| CC1   | Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia | 1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot<br>Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa kuten <ul style="list-style-type: none"> <li>– matalalla olevat alapohjat ilman kellaritiloja</li> <li>– ryömintätilaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinainen kantava rakenne</li> <li>– sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana</li> <li>– standardin SFS-EN 1993-1-3 rakenneluokkien (structural class) II ja III muotolevyrakenteet.</li> <li>– standardin SFS-EN 1993-1-3 rakenneluokan (structural class) I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pintaa vasten kohtisuorille kuormille<sup>3)</sup>.</li> </ul> |
| <p><sup>1)</sup> ylä- ja välipohjat kuuluvat kuitenkin luokkaan CC2 elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena. Rakennuksen koostuessa erilaisista toisistaan riippumattomista rakennusosista määritetään kunkin osan seuraamusluokka erikseen.</p> <p><sup>2)</sup> kellarikerrokset mukaan luettuina.</p> <p><sup>3)</sup> ei koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaalivoimia.</p> |  |   |

Taulukko 0.2 – Seuraamusluokat (RIL 205-1-2009, 26.)

## 2.2 Rakenteellinen järjestelmä

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Perustamistapa               | Jatkuva ulkoseinäantura   |
| Pääasialliset runkorakenteet |   |
| Pilarit                      | Sahatavarapilarit k 600   |
| Pääkannattimet               | NR-ristikko ja saksiristikko k 900  |
| Rakennusrungon jäykistys     | Halli jäykistetään rungon poikki- ja pituussuunnassa seinärungon ulkopinnassa olevilla levyjäykisteillä ja vinositeillä ja alakaton levytyksellä. NR-ristikkoyläpohja jäykistetään ristikoiden väliin sijoitettavilla lappeen suuntaisilla NR-jäykisteristikkoilla ja pystysuuntaisilla NR-pukeilla sekä alakaton levytyksellä. |

## 2.3 Normit ja kuormitukset

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Määräykset ja ohjeet              |                       |
| Puurakenteet                      | SFS-EN 1995-1-1: 2005 |
|                                   | SFS-EN 1995-1-2: 2005 |
| Soveltamisohje                    | RIL 205-1-2009        |
| Palonkestovaatimus                | Ei vaatimusta         |
| Materiaalien lujuusluokat yleensä |                       |
| Pilarit                           | Sahatavara C24        |
| Palkit                            | Liimapuu GL32c        |

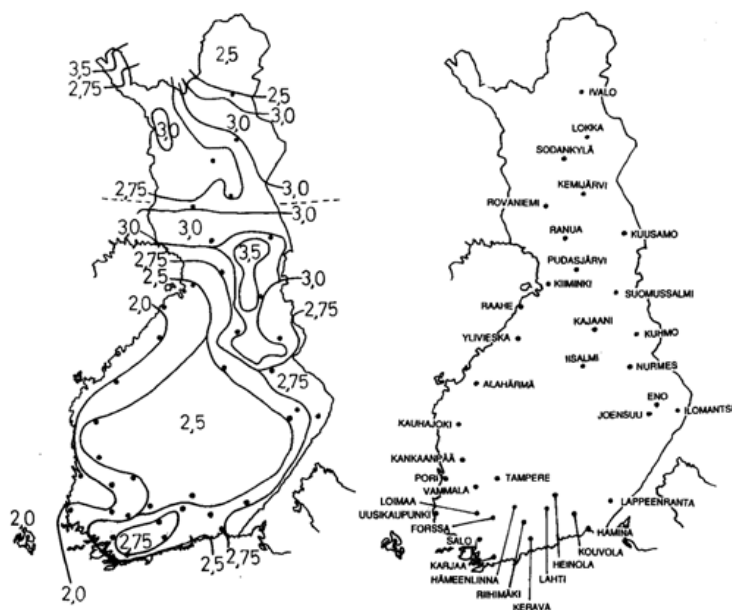
## 3 KUORMAT

### 3.1 Yleistä

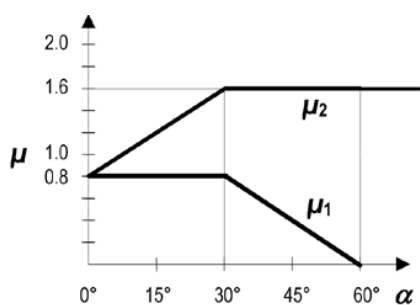
Kuorman kesto ja puun kosteus vaikuttavat puun ja puurakenneosien lujuus- ja jäykkysominaisuuksiin ja ne tulee ottaa huomioon, kun suunnittelukriteereinä ovat mekaaninen kestävyys ja käyttökelpoisuus. Puun kosteudenvaihtelun vaikutuksesta aiheutuvat rasitukset tulee ottaa myös huomioon. (Eurokoodi 5 lyhennetty suunniteluohje 2011, 10)

### 3.2 Pystykuormat

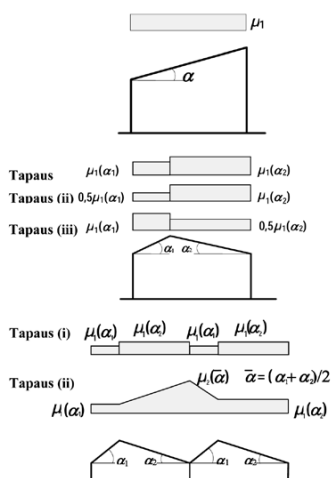
Rakenteisiin kohdistuvat pystykuormat muodostuvat yläpohjan ja pääkannattimien omasta painosta sekä lumikuormasta. Lumikuorman ominaisarvo vaihtelee eri puolella Suomea riippuen keskimääräisestä lumimäärästä. Hallin sijaitessa Kokemäellä lumikuorman ominaisarvo maanpinnalla on  $s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$  (Kuva 1.1). Katolla olevan ominaislumikuorman arvoon vaikuttaa katon kaltevuus sekä muoto ja arvo saadaan kaavalla  $q_k = \mu_1 * s_k = 0,8 * 2,5 \text{ kN/m}^2 = 2,0 \text{ kN/m}^2$  (Kuva 1.2 ja 1.3). Pääkannattimien omapaino on  $0,8 \text{ kN/m}^2$ , joka on ilmoitettu kattoristikkokaaviossa (Liite 4). Räystäskuorma on  $0,25 \text{ kN/m}^2$ .



Kuva 1.1 – Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 11.)



Kuva 1.2 – Lumikuorman muotokertoimet (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 12.)



Kuva 1.3 – Kattojen lumikuorman muotokertoimet (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 12.)

### 3.3 Tuulikuormat

Seuraavassa annetaan tuulikuorman laskemiseksi yksinkertaistettu menettely, jota voidaan käyttää tavanomaisten rakennusten yhteydessä. Tuulikuorman suuruuteen vaikuttaa taulukon 1.1 mukainen maastoluokka. Tasaista maastoa vastaava nopeuspaineen ominaisarvo  $q_k(h)$  esitetään kuvassa 1.4. Rakennuksen kaikissa tuulikuormatarkasteluissa käytetään samaa nopeuspaineen ominaisarvoa, joka määritetään rakennuksen korkeuden  $h$  mukaan. Mitoitettaessa rakenteita tuulikuormalle erotetaan mitoitus tapaukset A ja B:

A) rakennuksen tuulta jäykistävien rakenteiden mitoitus kokonaistuulikuormalle (rakennuksen kokonaisstabiliteetti).

B) rakennuksen tai rakenteen osapintojen ja niiden kiinnitysten mitoitus paikalliselle tuulenpaineelle. (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 12.)

Muiden kuin tuulta vastaan jäykistävien kantavien puurakenteiden mitoituksessa ei yleensä tarvitse tarkastella tuulikuormaa yhdessä muiden muuttuvien kuormien kanssa; hetkellinen aikaluokka ei tule mitoittavaksi esimerkiksi lumi- ja tuulikuormalla rasitetuissa kattorakenteissa. Kattorakenteiden kiinnitykset tuulen imulle tulee kuitenkin tarkistaa käyttäen osapintojen paikallista tuulenpainetta. Kaltevien kattojen kannatteiden kiinnitykset tulee tarkistaa myös jäykistäville rakenteille johdettavalle vaakakuormalle, joka määritetään kannatteen kuormitusalan pystyprojektiota vastaavana osuutena rakennuksen kokonaistuulikuormasta. (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 13.)

Halli sijaitsee metsässä, joten tuulikuorman määrittämisessä käytetään maastoluokkaa III (Taulukko 1.1). Hallin korkeus on  $h = 7,0$  m. Nopeuspaineen arvo tällöin on  $q_k(h) = 0,41$  kN/m<sup>2</sup> (Kuva 1.4). Rakenteen voimakertoimen arvo on  $c_f = 1,3$  (Taulukko 1.2). Rakennuksen tuulta vastaan kohtisuoran projektion alan arvo pidemmällä sivulla on  $A_{ref1} = 25,1$  m \* 7 m = 175,7 m<sup>2</sup> ja lyhyemmällä sivulla  $A_{ref2} = 12,1$  m \* 7 m = 84,7 m<sup>2</sup>. Kokonaistuulikuorman resultantin arvo saadaan kaavasta  $F_{w,k} = c_f * q_k(h) * A_{ref}$ . Pidemmällä sivulla on  $F_{w,k1} = 1,3 * 0,41 * 175,7 = 93,6$  kN. Lyhyemmällä sivulla on  $F_{w,k2} = 1,3 * 0,41 * 84,7 = 45,1$  kN.

Kokonaistuulikuorman resultantin ominaisarvo on  $F_{w,k}$ , joka sijaitsee korkeudella  $0,6H$  maan pinnasta. Resultantin  $F_{w,k}$  sijoittamisella  $0,6H$ :n korkeudelle otetaan huomioon harjakatolla paikallisesti esiintyvien suurempien tuulenpaineiden ja katon kitkavoimien vaikutus. Kokonaistuulikuorman resultantti  $F_{w,k}$  muutetaan tasaiseksi kuormaksi kertoimen  $1,25$  avulla. Kerroin  $1,25$  tulee muunnoksesta, jossa koko projektiopinnalle kohdistuva tuulenpaine korvataan rakennuksen yläosalle sijoitettavalla tasaisella kuormalla ( $0,8H$  vyöhyke). Tasaisen kuorman resultantti  $F_{w,k}$  vaikuttaa tällöin korkeudella  $0,6H$ .

$$q_{w,k1} = F_{w,k1} / 0,8 * A_{ref1} = 93,6 / 0,8 * 175,7 = 0,67 \text{ kN/m}^2$$

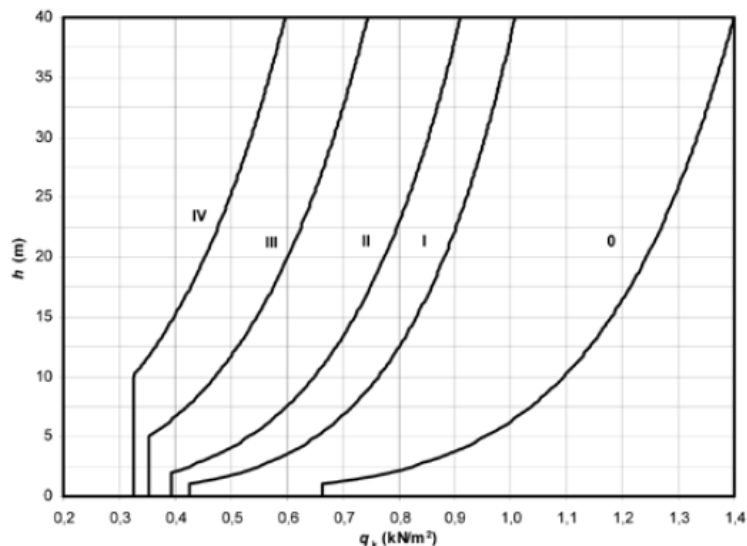
$$q_{w,k2} = 45,1 / 0,8 * 84,7 = 0,67 \text{ kN/m}^2$$

| Luokka | Maaston rosoisuuden ja pinnanmuodon kuvaus.   |
|--------|---|
| 0      | Avomeri tai merelle avoin rannikko.   |
| I      | Järvi tai alue, jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.  |
| II     | Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta ja erillisiä puita tai rakennuksia, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus. Esim. maatalousmaa. |
| III    | Esikaupunki- tai teollisuusalueet sekä metsät. Matalat pientaloalueet ja kylät.   |
| IV     | Yhtenäiset laajat kaupunkialueet, joiden pinta-alasta vähintään 15% on rakennettu ja rakennusten keskimääräinen korkeus on yli 15 m.                            |

Taulukko 1.1 – Maastoluokat (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 12.)

| 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   |

Taulukko 1.2 – Yksinkertaistetussa menettelyssä käytettäviä voimakertoimia  $c_f$  (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 13.)



Kuva 1.4 – Nopeuspaineen ominaisarvot  $q_k(h)$  eri maastoluokissa.

#### 4 KUORMITUSYHDISTELMÄT

Taulukossa 1 on esitetty hallin tavanomaisia kuormitusyhdistelmiä.

|       |     | Pysyvä |          | Tuuli    |  | Lumi     |          |
|-------|-----|--------|----------|----------|--|----------|----------|
|       |     |        |          |          |  | vasen    | oikea    |
|       |     | KY     | $\psi_0$ | $\psi_0$ |  | $\psi_0$ | $\psi_0$ |
| G     |     | 1      | 1        | 0        |  | 0        | 0        |
| TUULI |     | 2      | 1        | 1        |  | 0        | 0        |
|       |     | 3      | 1        | 1        |  | 0,7      | 0,7      |
|       |     | 4      | 1        | 1        |  | 0,7      | 0,35     |
|       |     | 5      | 1        | 1        |  | 0,35     | 0,7      |
| LUMI  |     | 6      | 1        | 0        |  | 1        | 1        |
|       |     | 7      | 1        | 0,6      |  | 1        | 1        |
| LUMI  | VAS | 8      | 1        | 0        |  | 1        | 0,5      |
|       |     | 9      | 1        | 0,6      |  | 1        | 0,5      |
|       | OIK | 10     | 1        | 0        |  | 0,5      | 1        |
|       |     | 11     | 1        | 0,6      |  | 0,5      | 1        |

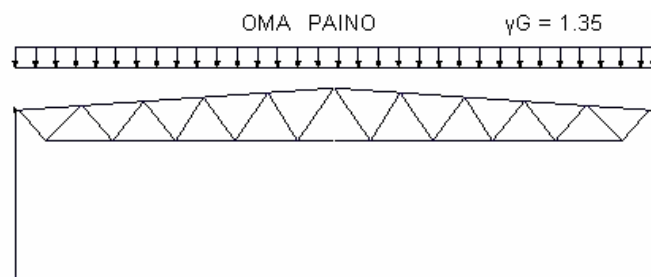
Taulukko 1 Tavanomaisia kuormitusyhdistelmiä hallille (MAIOR-hanke FM haus – kehitysprojekti 2012, 15.)

Osavarmuuskertoimet:

- $\gamma_G = 1.15$  (pysyvät kuormat)
- $\gamma_{Gmax} = 1.35$  (pysyvät kuormat)
- $\gamma_{Gmin} = 0.90$  (pysyvät kuormat)
- $\gamma_Q = 1.50$  (muuttuvat kuormat)

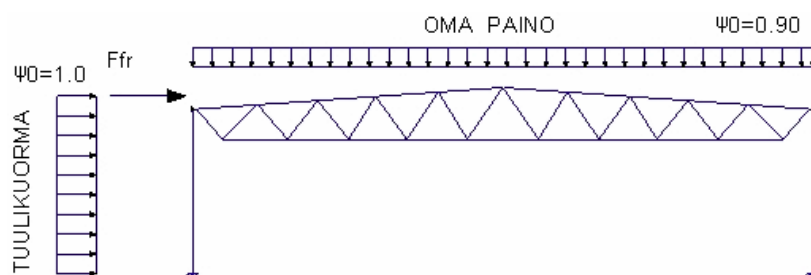
- $\Psi_0 = 0.70$  (lumi)
- $\Psi_0 = 0.60$  (tuuli)

Seuraavassa kuormitusyhdistelmät on esitetty kuvin ja kaavoin:



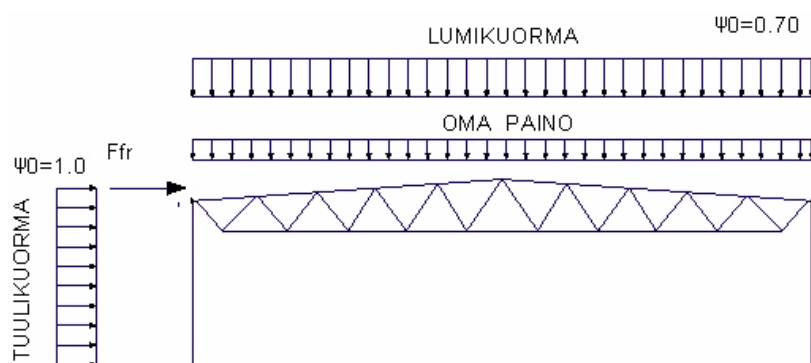
Kuva 15 KY1:  $\gamma_G * K_{FI} * G_{kj,sup} = 1,35 * 1,0 * G_{kj,sup}$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 16.)



Kuva 16 KY2:  $\gamma_{G \min} * G_{kj,inf} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1} (\text{tuuli}) =$   
 $0.9 * G_{kj,inf} + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} (\text{tuuli})$

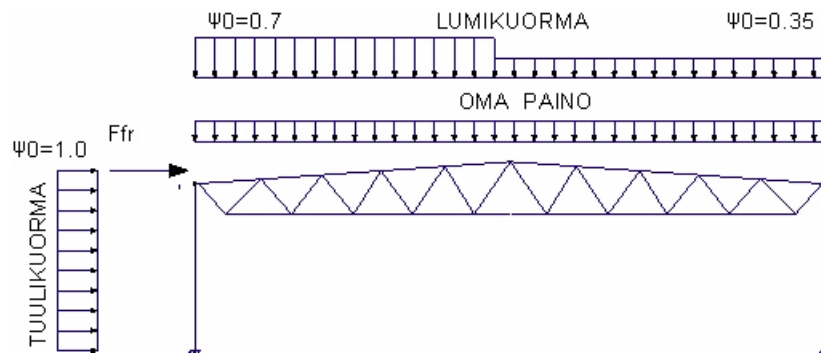
(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 16.)



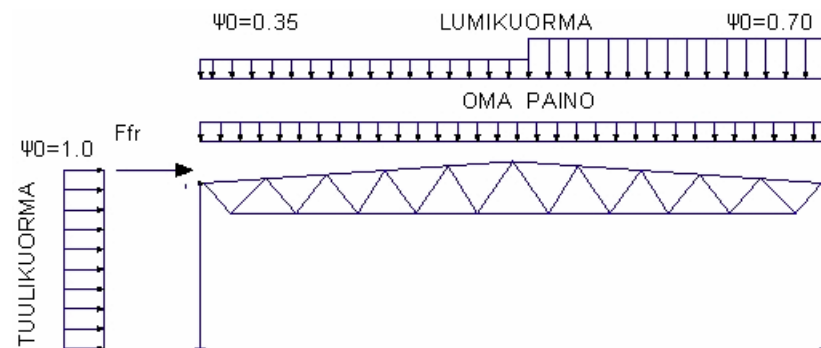
Kuva 17 KY3:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(\text{tuuli}) + \gamma_{Q,1} K_{FI} \Sigma \Psi_{0,i} Q_{k,i}(\text{lumi}) =$   
 $1.15 * G_{kj,sup} + 1,5 * 1,0 * Q_{k,1}(\text{tuuli}) + 1.5 * 1,0 * \Sigma 0.7 *$   
 $Q_{k,i}(\text{lumi})$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 16.)

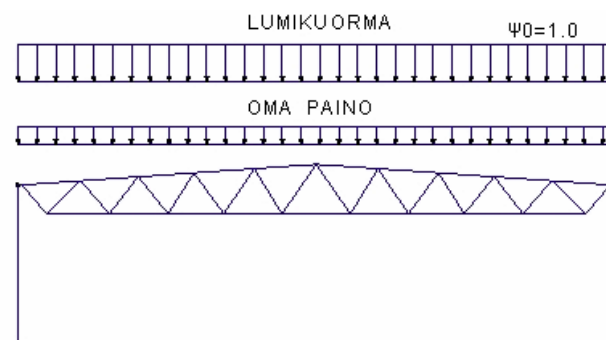




Kuva 18 KY 4:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(tuuli) + \gamma_{Q,1} K_{FI} \Sigma \Psi_{0,i} Q_{k,i} (\text{lumi vasen} + \frac{1}{2} \text{lumi oikea}) = 1.15 * G_{kj,sup} + 1.5 * 1.0 * Q_{k,1}(tuuli) + 1.5 * 1.0 * \Sigma 0.7 * Q_{k,i}(\text{lumi ,vasen}) + 0.35 * Q_{k,i}(\text{lumi oikea})$   
(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 17.)

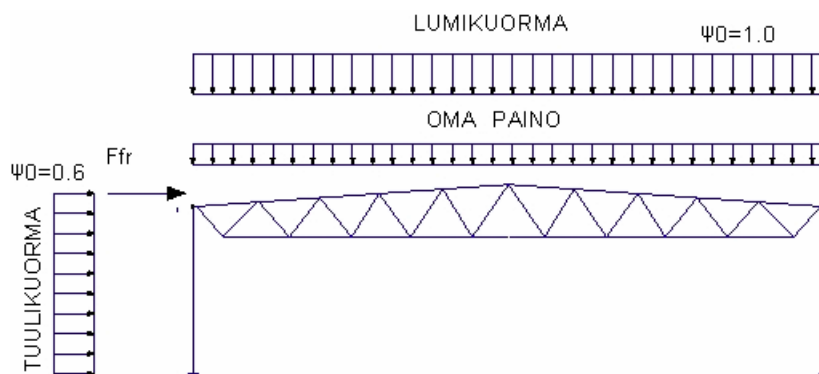


Kuva 19 KY5:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(tuuli) + \gamma_{Q,1} K_{FI} \Sigma \Psi_{0,i} Q_{k,i} (1/2 \text{ vasen} + \text{oikea}) = 1.15 * G_{kj,sup} + 1.5 * 1.0 * Q_{k,1}(tuuli) + 1.5 * 1.0 * \Sigma 0.35 * Q_{k,i}(\text{lumi vasen}) + 0.7 * Q_{k,i}(\text{lumi,oikea})$   
(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 17.)



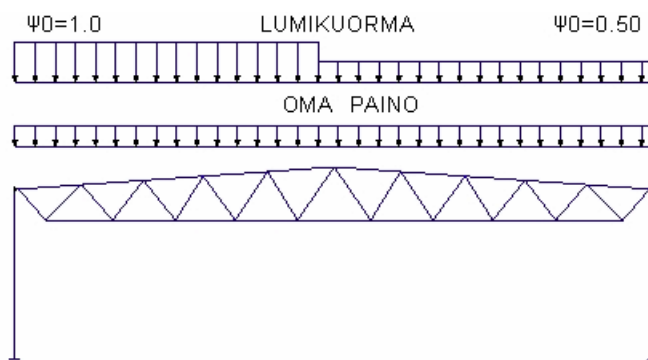
Kuva 20 KY6:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(\text{lumi}) = 1.15 * G_{kj,inf} + 1.5 * 1.0 * Q_{k,1}(\text{lumi})$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 17.)



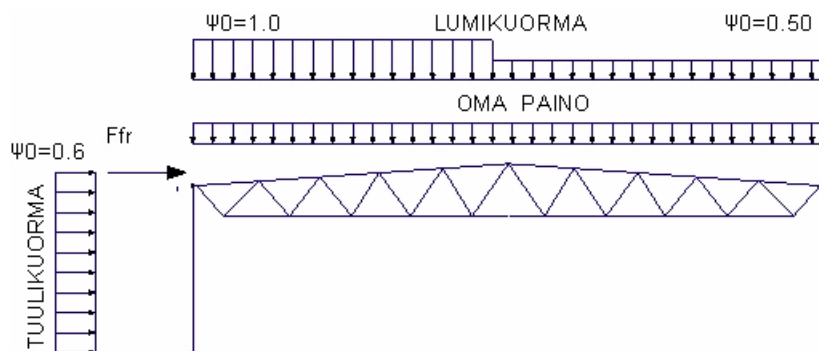
Kuva 21 KY7:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(lumi) + \gamma_{Q,1} K_{FI} \sum \Psi_{0,i} Q_{k,i}(tuuli) =$   
 $1.15 * G_{kj,sup} + 1.5 * 1.0 * Q_{k,1}(lumi) + 1.5 * 1.0 * \sum 0.6 * Q_{k,i}(tuuli)$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 18.)



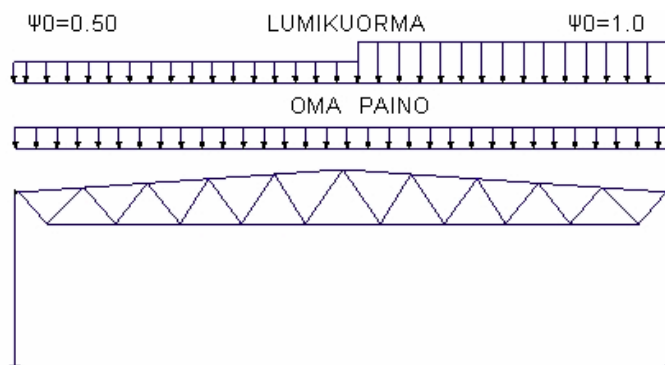
Kuva 22 KY8:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} \sum \Psi_{0,i} Q_{k,i}(lumi\ vassen + \frac{1}{2} lumi\ oikea) =$   
 $1.15 * G_{kj,sup} + 1.5 * 1.0 * Q_{k,1}(lumi\ vassen + \frac{1}{2} lumi\ oikea)$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 18.)



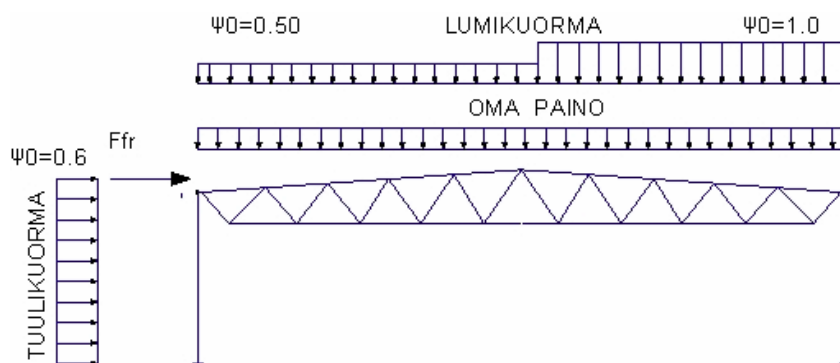
Kuva 23 KY9:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(lumi\ vassen + \frac{1}{2} lumi\ oikea) + \gamma_{Q,1} K_{FI} \sum \Psi_{0,i} Q_{k,i}$   
 $(tuuli) = 1.15 * G_{kj,sup} + 1.5 * 1.0 * Q_{k,1}(lumi\ vassen + \frac{1}{2} oikea) + 1.5 * 1.0 * \sum$   
 $0.6 * Q_{k,i}(tuuli)$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 18.)



Kuva 24 KY10:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(1/2 \text{ lumi vasen} + \text{lumi oikea}) =$   
 $1.15 * G_{kj,sup} + 1,5 * 1.0 * Q_{k,1}(1/2 \text{ lumi vasen} + \text{lumi oikea})$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 19.)



Kuva 25 KY11:  $\gamma_G * G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} K_{FI} Q_{k,1}(1/2 \text{ lumi vasen} + \text{lumi oikea}) + \gamma_{Q,1} K_{FI} \sum \Psi_{0,i} Q_{k,i}$   
 (tuuli) =  $1.15 * G_{kj,sup} + 1,5 * 1.0 * Q_{k,1}(1/2 \text{ lumi vasen} + \text{lumi oikea}) + 1.5 * 1.0 * \sum 0.6 * Q_{k,i}(\text{tuuli})$

(MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 19.)

Rakenneosien tulisi kestää kaikki kuormitustapaukset. Käsien laskemisessa suunnittelija joutuu valitsemaan pari rakenneosan kannalta vaarallisimmaksi katsomaansa kuormitustapausta. Pääkannattajan vaarallisin kuormitustapaus on yleensä symmetrinen tai epäsymmetrinen lumikuorma. Pilari mitoitetaan yleensä kuormitustapauksille missä on täysi tuulikuorma ja lumikuorma kerrottuna yhdistelykertoimella 0.7 tai täysi lumikuorma ja tuulikuorma kerrottuna yhdistelykertoimella 0.6. (MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti 2012, 19.)

## 5 RAKENNEOSIEN MITOITUS

### 5.1 Aukonylityspalkki ja kannattajapilarit

Hallin sivuseinällä on kaksi samankokoista oviaukkoa, joiden vapaaleveydet ovat 4000mm. Palkkien materiaalina on liimapuu (GL32c) poikkileikkaukseltaan 105 mm x 400 mm. Palkit ovat sahatavarapilareiden (C24) varassa joiden poikkileikkaus on 75 mm x 125 mm. Jänneväli on 4075 mm ja ylitys pilareista on 300 mm molemmin puolin. Toinen ovista johtaa lämpimään ja toinen kylmään tilaan. Molempien palkkien käyttöluokka on 2. Kuormitusleveys on  $(11945 \text{ mm} + 770 \text{ mm} + 770 \text{ mm}) / 2 = 6743 \text{ mm}$ . Ristikoiden keskeltä keskelle jako on 900 mm. Pääkannattimista aiheutuu palkille pistekuormia, joiden suuruus täytyy laskea. Lumesta aiheutuva voima  $F_{\text{lumi}} = 6,74 \text{ m} * 2,0 \text{ kN/m}^2 * 0,9 \text{ m} = 12,1 \text{ kN}$ . Yläpohjan painosta aiheutuva voima  $F_{\text{yp}} = 6,0 \text{ m} * 0,8 \text{ kN/m}^2 * 0,9 \text{ m} + 0,77 \text{ m} * 0,25 \text{ kN/m}^2 * 0,9 \text{ m} = 4,5 \text{ kN}$ .

**Käyttöluokka 2.** Käyttöluokalle 2 on tyypillistä, että materiaalien kosteus on lämpötilaa 20°C vastaava ja ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ylittää arvon 85 % vain muutamana viikkona vuodessa. Käyttöluokassa 2 havupuun kosteus ei enimmäkseen ylitä arvoa 20 %. Käyttöluokkaan 2 kuuluu ulkoilmassa kuivana oleva puurakenne. Rakenteen tulee olla katetussa ja tuuletetussa tilassa sekä alta ja sivuilta hyvin kastumiselta suojattu. Tähän käyttöluokkaan kuuluvat yleensä esimerkiksi rossipohjan ja kylmän ullakkotilan puurakenteet. (Eurokoodi 5 lyhennetty suunnitteluohje 2011, 15.)

Finnwood 2.3 SR1 ohjelmalla laskettuna (Liite 5) kyseinen palkki kestää kuormituksen, mutta kannattajapilarien leimapainekestävyys tulee rajoittavaksi tekijäksi. Palkkien alle molempiin päihin on jo asennettu yksi kappale 75 x 125 mm<sup>2</sup> pilareita. Jotta tukileveys saadaan riittäväksi, täytyy näiden pilarien kylkeen lisätä yksi kappale 75 x 125 mm<sup>2</sup> ja kaksi kappaletta 50 x 125 mm<sup>2</sup>, jolloin tukileveys on riittävä ja yhteensä 250 mm.

## 5.2 NR-kattorakenteen jäykistys

Kattorakenteen jäykistykseen laskennassa on käytetty RIL 248-2008 NR-kattorakenteen jäykistykseen suunnittelu esimerkkejä hyödyksi. Rakennuksen päädyissä reunimmaisissa NR-rakenneväleissä olevat NR-jäykistysristikot jäykistävät kattorakenteen rakennuksen pituussuunnassa sekä sisäistä, NR-rakenneryhmän sivuttaistuennasta aiheutuvaa kuormitusta että ulkoista, tuulesta aiheutuvaa kuormitusta vastaan. Harjan- ja räystäiden kohdalla käytetään lisäruoteita, joilla otetaan vastaan kattotason sisäisistä jäykistyskuormista tulevat reaktivoimat. Jäykistysristikko tukeutuu harjalinjalla ja sivuseinän kohdalla NR-pukkiin. Rakennuksen molemmissa päädyissä tarvitaan ylimääräinen NR-rakenne ottamaan vastaan jäykistysristikoiden tuennasta aiheutuvat pistevoimat. Lisäksi alapaarteen taso on jäykistettävä.

Liitteessä 7 on laskettu kattorakenteen kokonaisjäykistys. Kattoruoteena täytyy käyttää  $32 \times 100 \text{ mm}^2$  (C24), koska  $22 \times 100 \text{ mm}^2$  (C24) ei kestänyt mitoituksessa. Ruoteiden liitoksiin yläpaarteissa käytetään nauloja  $2,8 \times 75 \text{ mm}^2$ . Liitokseen riittää yksi naula ja jatkosten kohtaan täytyy laittaa kaksi naulaa. NR-jäykistysristikolle laskettiin vaakasuuntainen viivakuormitus mutta mitoitus täytyy tehdä NR-rakenteiden suunnitteluohjelmalla. Jäykistävästä voimista aiheutuva osuus jäykistysristikoiden tukireaktioista palautetaan kattotasoon harjan ja sivuseinien kohdalle sijoitetuilla lisäruoteilla. Sijoitetaan kaksi ruodelautaa vierekkäin sivuseinien kohdalle sekä harjan kummallekin puolelle naulauksella 6 n  $2,8 \times 75$ . NR-pukin ja NR-rakenteen paarteen välisessä liitoksessa käytetään kulmalevyä  $100 \times 100 \times 100 \times 2,5$  naulauksella 18 + 23 n  $4,0 \times 40$ , jolle leikkauskestävyys teknisen hyväksynnän mukaan on 14,3 kN, joka riittää.

## 5.3 Rungon jäykistys

Jäykistyksessä siirretään pitkille seinille tuleva kuorma kattorakenteen kautta päätyseinille ja päätyyn tuleva kuorma kattorakenteen kautta pitkille seinille. Seinät jäykistetään tasojensa suunnassa kuormalle, joka koostuu seinän yläreunan yläpuolista vaakakuormasta ja puolesta seinään kohdistuvasta vaakakuormasta. Toinen puoli seinään kohdistuvasta vaakakuormasta suunnitellaan menevän suoraan perustuksille. Kattorakenteeseen suunnitellaan jäykistävä vaakasuuntainen levyrakenne alapaartee-

seen. Tämä levyrakenne suunnitellaan palkkirakenteena, jonka korkeus on rakennuksen syvyys ja jänneväli rakennuksen pituus, kun tarkastellaan pitkille seinille kohdistuvaa vaakakuormaa. (VTT Puurakenteiden jäykistysohje 2006, 21.)

Rungon jäykistykseen laskennan apuna on käytetty Puuinfon EC5 asuinrakennuksen sovelluslaskelmia sekä RIL 248-2008 esimerkkejä. Liitteessä 8 on laskelmat hallin rungon jäykistyksestä. Seinien jäykistys on toteutettu runkoon ulkopuolelta kuumasinkityillä lankanauhoilla ( $2,1 \times 50 \text{ mm}^2$ ) kiinnitettävillä tuulensuojalevyillä (12 mm) ja sisäpuolelta ruuveilla ( $3,8 \times 28$ ) kiinnitettävillä kipsilevyillä (13 mm). Seinillä joilla ei ole levytystä tai levytyksen kapasiteetti ei riitä on käytetty lisäksi nauhoilla ( $3,1 \times 90 \text{ mm}^2$ ) kiinnitettäviä vinojäykisteitä ( $50 \times 100 \text{ mm}^2$ ) 45 asteen kulmassa pystypuihin nähden. Seinän jäykisteiden käyttöaste täytyy olla alle 100 %, jotta se kestää rasituksen. Jäykistävän seinän ollessa niin korkea, ettei siihen riitä yksi levy on jouduttu käyttämään ensin 2700 mm korkeaa levyä ja tämän päälle on asennettu 1450mm korkea levy sekä näiden kahden levyn vaakasaumaan on asennettu vaakapuu ( $50 \times 125 \text{ mm}^2$ ) levyjen kiinnitystä varten.

Lämpimän puolen päätyseinää (linja 1) jäykistäessä molemmin puoleisella levytyksellä, jossa liitinväli reunoilla on 150 mm, jäykisteseinän käyttöasteeksi tulee 1. levykerroksessa 30 % ja toisessa 9 %. Myös väliseinässä (linja 2) on molemmin puoleinen levytys mutta liitinvälinä 1. levykerroksessa 130 mm ja toisessa 150 mm, jolloin jäykisteseinän käyttöasteeksi tulee 1. levykerroksessa 96 % ja toisessa 32 %. Kylmän puolen päätyseinän (linja 3) jäykistyksessä käytetään ainoastaan vinojäykisteitä. Viisi kappaletta vinojäykisteitä tuottaa seinälle 88 %:n käyttöasteen. Aukottoman sivuseinän (linja 4) jäykistyksessä voidaan käyttää lämpimän puolen seinän matkalla molemmin puoleista levytystä. Liitinvälin ollessa 150 mm levyn reunoilla saadaan jäykistysseinän käyttöasteeksi 1. levykerroksessa 69 % ja toisessa 25 %. Aukollisen sivuseinän (linja 5) jäykistyksessä voidaan käyttää lämpimän puolen seinän matkalla molemmin puoleista levytystä mutta koska tällä matkalla on myös ovi-  
aukko, ei jäykistäviä levyjä mahdu kuin 2 kappaletta. Vaikka liitinväli reunoilla on 80 mm, kapasiteetti ei riitä, joten seinälle täytyy lisätä 1 kappaletta vinojäykisteitä, jolloin käyttöasteeksi tulee 55 %. Liitinväli levyjäykisteiden keskellä saa olla kaksinkertainen reunaliitinväliin nähden tai enintään 300 mm.

Alapaarretaso jäykistetään havuvanerilevyillä ( $2700 \times 1200 \times 12 \text{ mm}^3$ ), joita tulee 10 kappaletta peräkkäin ja 10 kappaletta rinnakkain. Kiinnitys tapahtuu osakierteisillä levyruuveilla  $4,5 \times 45 \text{ mm}^2$ . Liitinvälin ollessa reunoilla 150 mm tulee käyttöasteeksi

20 %. Tarkasteltaessa myös levyn lommahtamista ja paneelileikkauskestävyyttä ollaan hyvän matkaa varmalla puolella.

Rakenteen omapaino kaatumista aiheuttavia kuormia vastaan on riittävä. Vaadittava seinän vähimmäispituus kyseisessä rakenteessa kaatumista vastaan on 4,2 m. Seinäpituuden ollessa 10,8 m todetaan, että pituus on riittävä.

## 6 YHTEENVETO

Laskelmia tehdessä ja kuvia piirtäessä huomasi, että kyseessä on kohtalaisen vaativa rakenne juuri valmistumassa olevalle rakennusinsinööriopiskelijalle. Kuitenkin laskelmien ja piirtämisen avuksi internetissä on paljon esimerkkejä ja kirjallisuutta, kuten hyväksi havaitsemani RIL julkaisut.

Aukonylityspalkin laskin Finnwood 2.3 SR1 ohjelmaa käyttämällä sen yksinkertaisuuden vuoksi. Ohjelmasta saadut statiikka tiedot auttoivat myös kannatinpilarien laskennassa. Kyseessä olevat palkit on jo asennettu ja ne myös laskennassa kestivät, joten ei tarvinnut tehdä mitään vahvistuksia. Pilarien tukipinta-ala sen sijaan oli riittämätön ja alaa jouduttiin kasvattamaan.

Hallin NR-yläpohjan jäykistyksen olisi voinut toteuttaa päätyseinissä oleviin soiroihin ja ristikoiden uumasauvoihin kiinnitettävillä vinolaudoilla. Tässä mallissa jäykistävänä vaakarakenteena olisi toiminut päätyseinän yläohjauspuu, mutta laskelmissani rakennuksessa oleva 50 x 125 mm<sup>2</sup> yläohjauspuu ei kestänyt. Tästä syystä laskelmat on tehty käyttäen NR-jäykisteristikoita ja NR-pukkeja. Kyseisellä menetelmällä voidaan jäykistää suurempiakin puurakenteisia halleja.

Rungon kokonaisjäykistyksessä käytettiin rungon ulkopintaan asennettavia tuulensuojalevyjä ja sisäpintaan asennettavia kipsilevyjä. Kuitenkaan kaikilla seinillä ei jäykistelevyjä ole ja joillain seinillä yksinään levyjen kapasiteetti ei riitä, joten täytyi käyttää myös 50 x 100 mm<sup>2</sup> vinojäykisteitä. Nämä jäykisteet ovat koolauspuiden kanssa saman vahvuisia, joten jäykisteiden asentaminen ei aiheuta lisätoimenpiteitä. Alapaarretason levyjen kiinnitykset sekä leikkausvoimien siirtyminen runkoon olisi syytä tarkastella vielä tarkemmin.

## LÄHTEET

Puurakenteiden suunnittelu Lyhennetty suunnitteluohje. Puuinfo. 2011.  
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteidensuunnittelu/>

VTT Puurakenteiden suunnittelu. 2006.  
[http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2006/jaykistys\\_2006.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2006/jaykistys_2006.pdf)

RIL 248-2008. 2008. NR-kattorakenteen jäykistyksen suunnittelu. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

RIL 205-1-2009. 2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

Suomen RakMK A2. 2002. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

Suomen RakMK E2. 2005. Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. Ohjeet 2005. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

Ilveskoski, O. 2012. MAIOR-hanke FM haus –kehitysprojekti.  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53710/HAMK\\_Ilveskoski\\_MAIOR-hanke.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53710/HAMK_Ilveskoski_MAIOR-hanke.pdf?sequence=1)



## LIITTEET

LIITE 1 POHJAPIIRUSTUS

LIITE 2 JULKISIVUT

LIITE 3 RAKENNELEIKKAUS

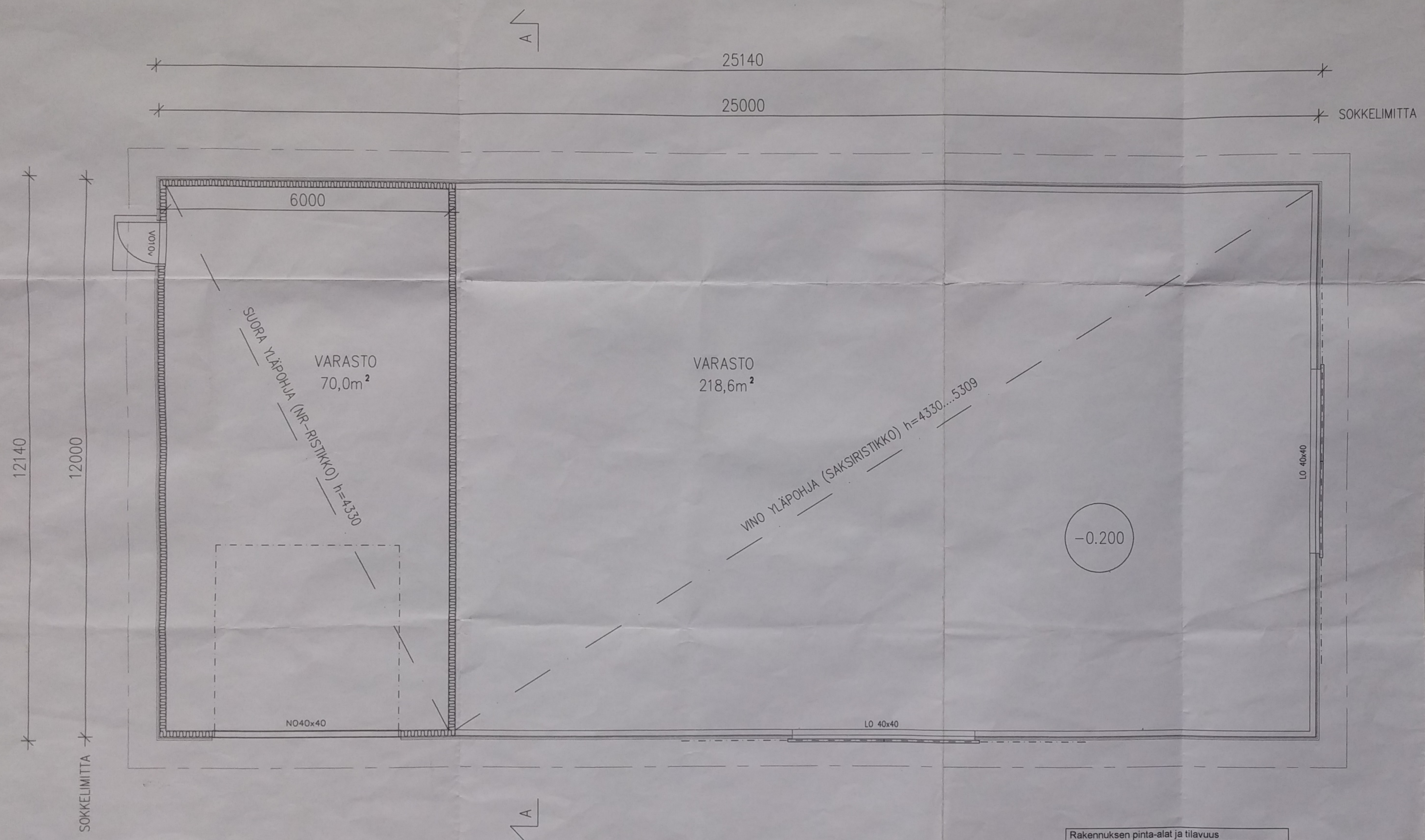
LIITE 4 KATTORISTIKKOKAAVIO

LIITE 5 AUKONYLITYSPALKKI

LIITE 6 KANNATTAJAPILARI

LIITE 7 NR-KATTORAKENTEN JÄYKISTYS

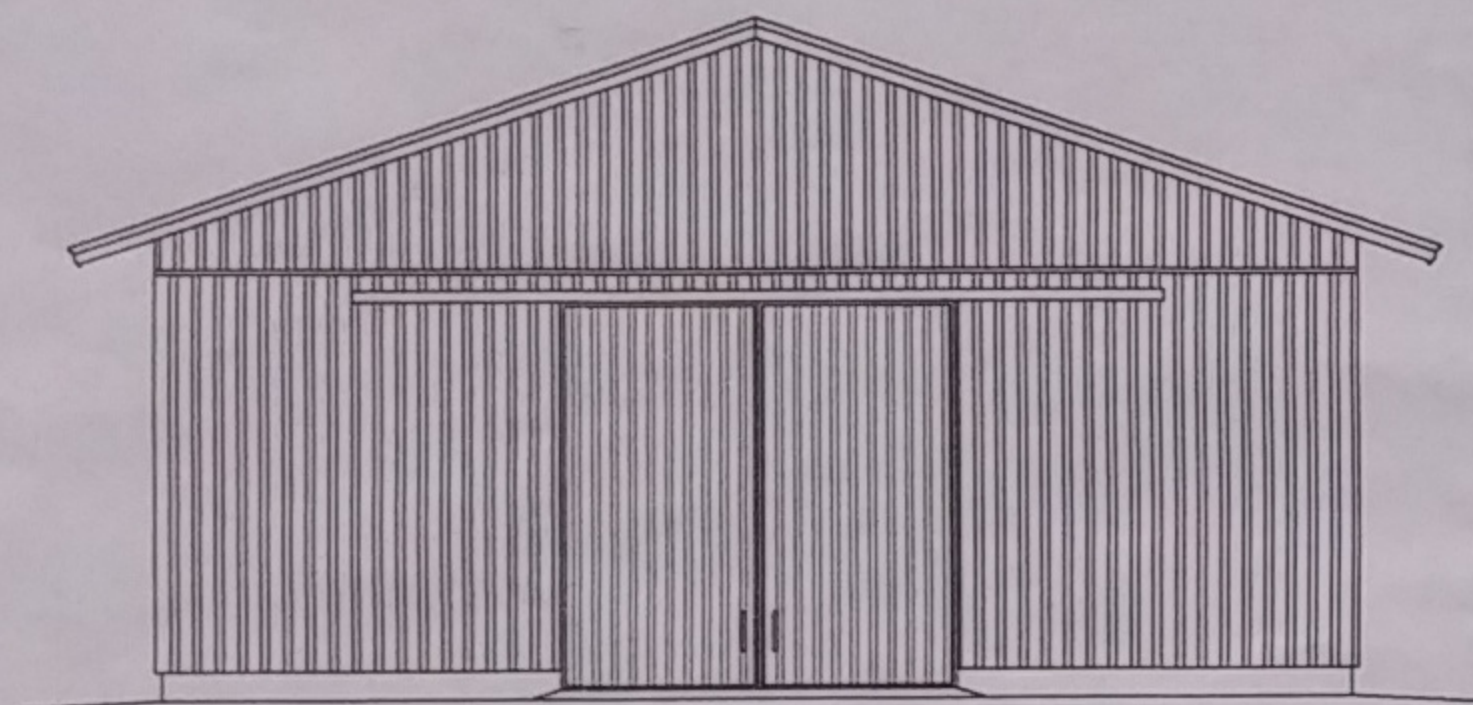
LIITE 8 RUNGON JÄYKISTYS



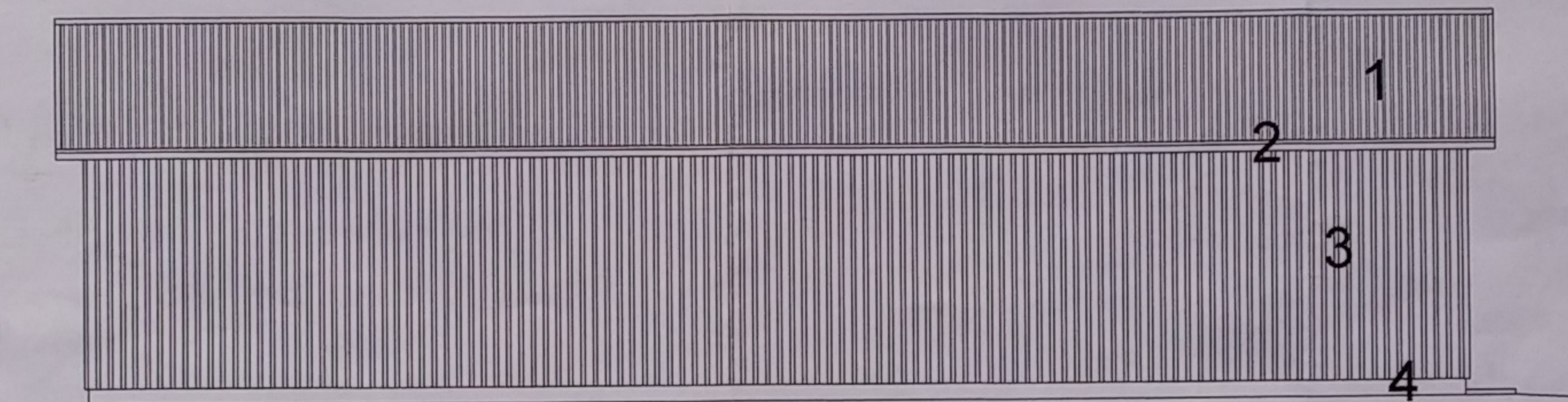
Rakennuksen pinta-alat ja tilavuus

|                       |                | HALLIRAK. |
|-----------------------|----------------|-----------|
| Huoneistoala,         | m <sup>2</sup> | 290       |
| Kerrosala, bruttoala, | m <sup>2</sup> | 305       |
| Tilavuus,             | m <sup>3</sup> | 1715      |

|   |                                  |                    |  |                                 |
|---|----------------------------------|--------------------|--|---------------------------------|
| K.O.S.A<br>PEIPOHJA                               | KORTTELI/TILA<br>EERIKINKANGAS I | TONTTI/No<br>3:222 | RAKENNUSLUVAN TUNNUS                   |                                 |
| RAKENNUSLOMAKUNNAN<br>UUDISRAKENNUS               |                                  |                    | PIIRUSTUSLAAJ<br>PÄÄPIIRUSTUS          | AIKAS.No<br>2/4                 |
| RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE<br>VARASTORAKENNUS |                                  |                    | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>POHJAPIIRUSTUS | MITTAKAAVAT<br>1:50             |
| NINA SKINNARI<br>KÖYLJÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA   |                                  |                    | SUUNNITTELIJA<br>ARK                   | TYÖ No<br>333/14                |
|   |                                  |                    | PIIRI<br>002                           | MUUTOS                          |
| INSINÖÖRITOIMISTO<br>HARRI PELTONEN KY            |                                  |                    | PÄIVÄYS<br>22.4.2014                   | YHT.MENK.<br>HP Puh: 0440595654 |
| KARHUSUONTIE 491B<br>27820 SÄKYLÄ                 | HARRI PELTONEN RI (emk)          |                    |  |                                 |



JULKISIVU ETELÄÄN

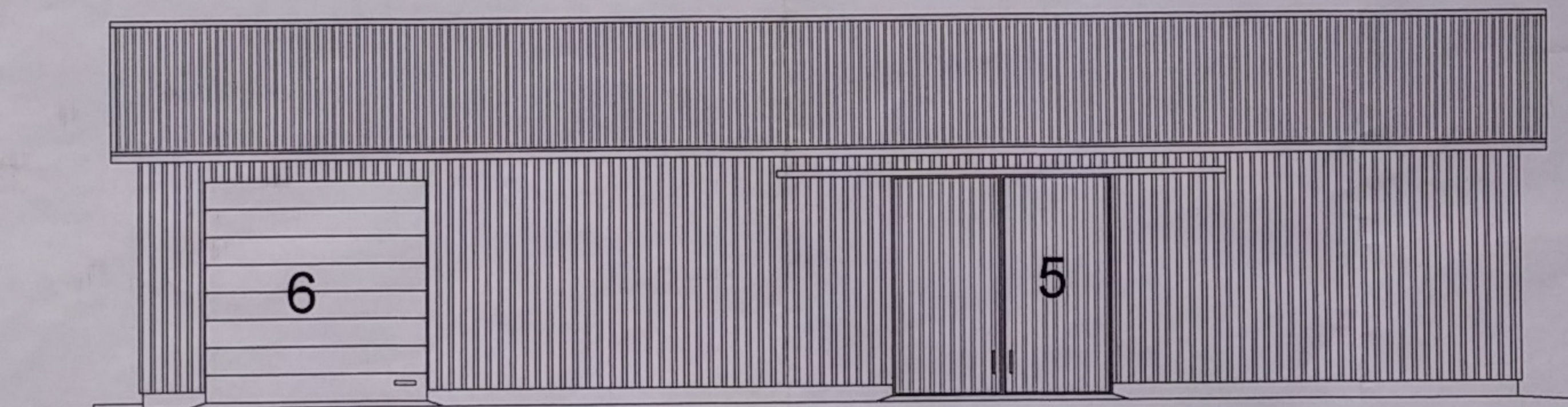


JULKISIVU ITÄÄN

1. PELTIKATE, TUMMA PUNAINEN
2. RÄYSTÄSLAUTA, PUNAINEN
3. LOMALAUTA, KELTAINEN
4. SOKKELI, HARMAA
5. LIUKUOVET JA KÄYNTIOVI, HARMAA
6. NOSTO-OVI, ALUM. HARMAA



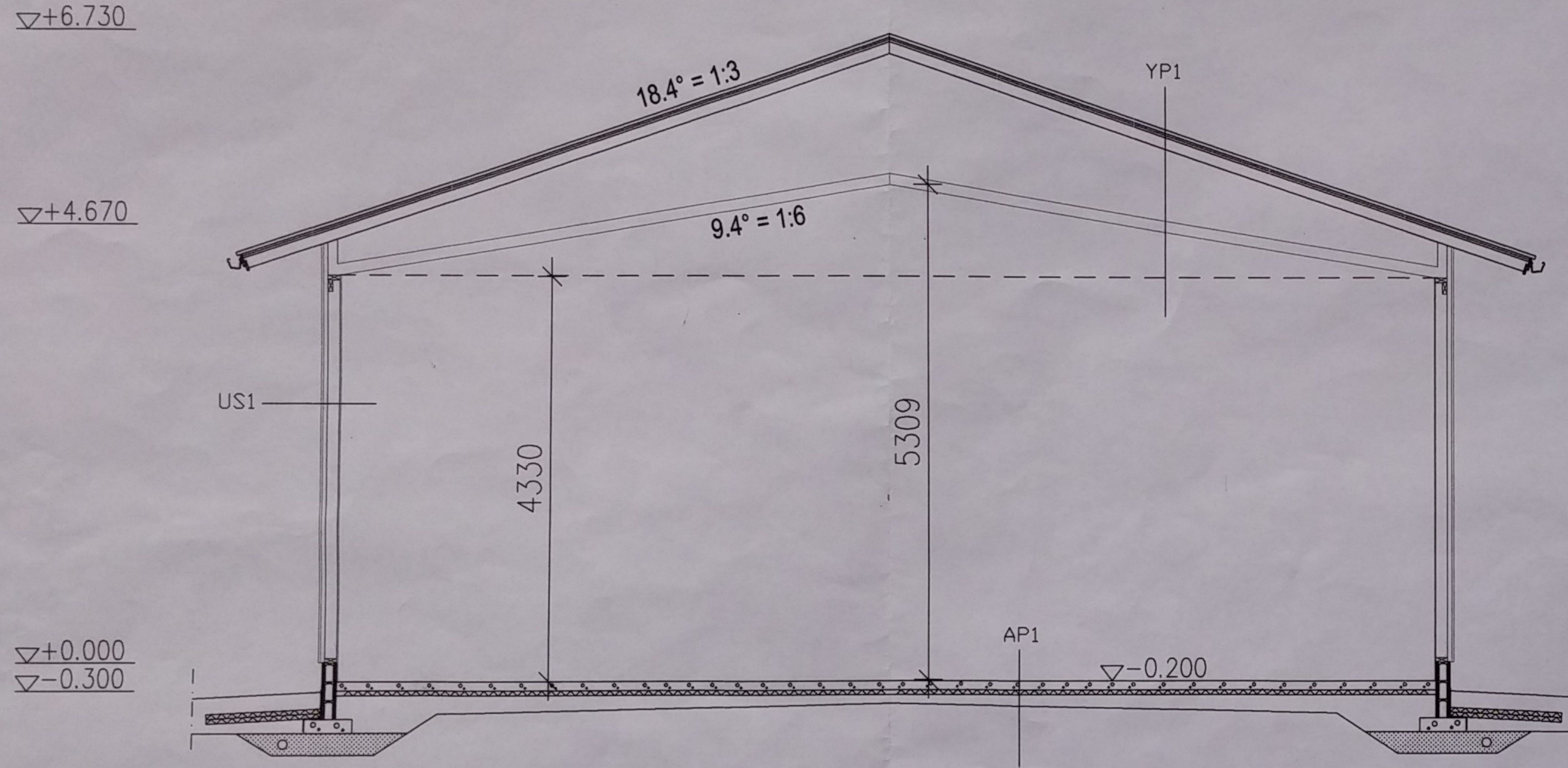
JULKISIVU POHJOISEEN



JULKISIVU LÄNTEEN

|   |                                  |                     |   |                                |
|---|----------------------------------|---------------------|---|--------------------------------|
| K.O.SA<br>PEIPOHJA  | KORTTELI/TILA<br>EERIKINKANGAS I | TONTTI/RNo<br>3:222 | RAKENNUSLUVAN TUNNUS                      |                                |
| RAKENNUSTOMENPIDE<br>UUDISRAKENNUS  |                                  |                     | PIRUSTUSLAJI<br>PÄÄPIIRUSTUS              | JUOKS.No<br>4/4                |
| RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE<br>VARASTORAKENNUS<br>NINA SKINNARI<br>KÖYLJÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA |                                  |                     | PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>JULKISIVUPIIRUSTUS | MITTAKAAVAT<br>1:100           |
| INSINÖÖRITOIMISTO<br>HARRI PELTONEN KY<br>KARHUSUONTIE 491B<br>27820 SÄKYLÄ                           |                                  |                     | SUUN.ALA<br>ARK                           | TYÖ No<br>333/14               |
| HARRI PELTONEN RI (enkl)  |                                  |                     | PIR.No<br>004                             | MUUTOS                         |
|   |                                  |                     | PÄIVÄYS<br>22.4.2014                      | YHT.HENK.<br>HP Puh:0440595654 |

LEIKKAUS A - A, 1/50



YP 1

PROFIILIPELTIKATE  
RUOtteet 22x100 K350...400  
TUULETUSRIMA 22x50  
ALUSKATE  
KATTORISTIKKO K900

US 1 -KYLMAOSA

RUNKO 50x125 K600  
KOOLAUS 50x50 K600  
LOMALAUTA 2\*22x125

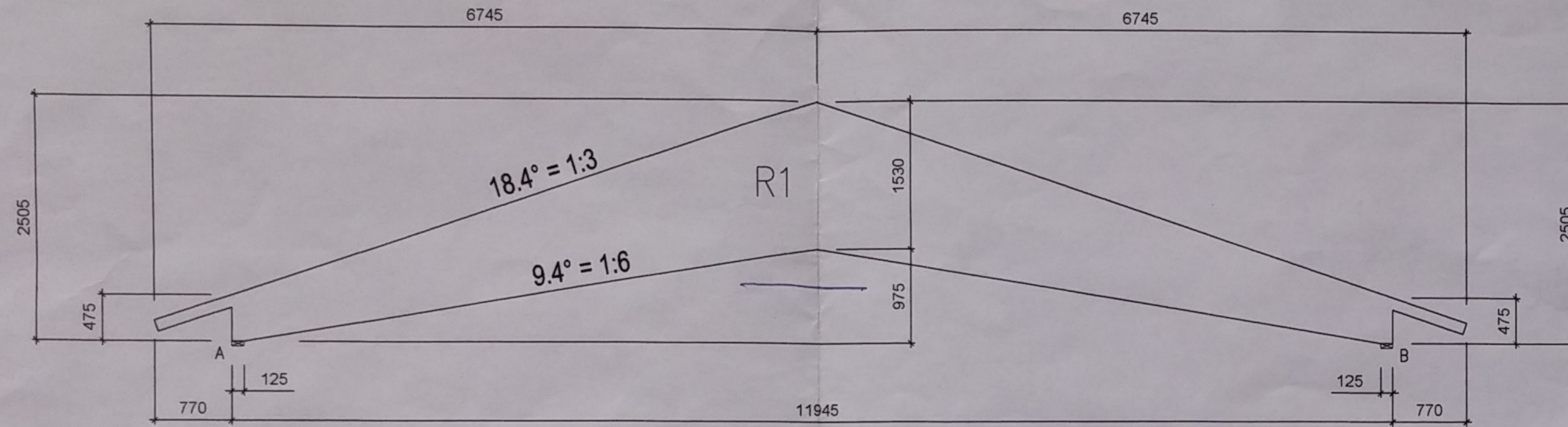
US 2 -LÄMMINOSA

KIPSILEVY  
RAKENNUSPAPERI  
RUNKO 50x125 K600  
LÄMMÖNERISTE 125mm  
TUULENSUOJALEVY 12mm  
KOOLAUS 38x100 K600  
LOMALAUTA 2\*22x125

AP 1

TERÄSBETONILAATTA 100MM  
ERISTE 50MM EPS 120 LATTIA  
KARKEASORA, KAPILAARIKATKO  
TÄYTTÖHIEKKA  
PERUSMAA

|   |                                  |                     |   |                                 |
|---|----------------------------------|---------------------|---|---------------------------------|
| K.OSA<br>PEIPOHJA   | KORTTELI/TILA<br>EERIKINKANGAS I | TONTTI/RNo<br>3:222 | RAKENNUSLUVAN TUNNUS                          |                                 |
| RAKENNUSLOMENPIDE<br>UUDISRAKENNUS  |                                  |                     | PIIRUSTUSLAJI<br>PÄÄPIIRUSTUS                 | JUOKS.No<br>3/4                 |
| RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE<br>VARASTORAKENNUS<br>NINA SKINNARI<br>KÖYLÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA |                                  |                     | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>LEIKKAUSPIIRUSTUS A-A | MITTAKAAVAT<br>1:50             |
| INSINÖÖRITOIMISTO<br>HARRI PELTONEN KY<br>KARHUSUONTIE 491B<br>27820 SÄKYLÄ                         |                                  |                     | SUUN.ALA<br>ARK                               | TYÖ No<br>333/14                |
| HARRI PELTONEN RI (amk)   |                                  |                     | PIIR.No<br>003                                | MUUTOS                          |
|   |                                  |                     | PÄIVÄYS<br>22.4.2014                          | YHT.HENK.<br>HP Puh: 0440595654 |

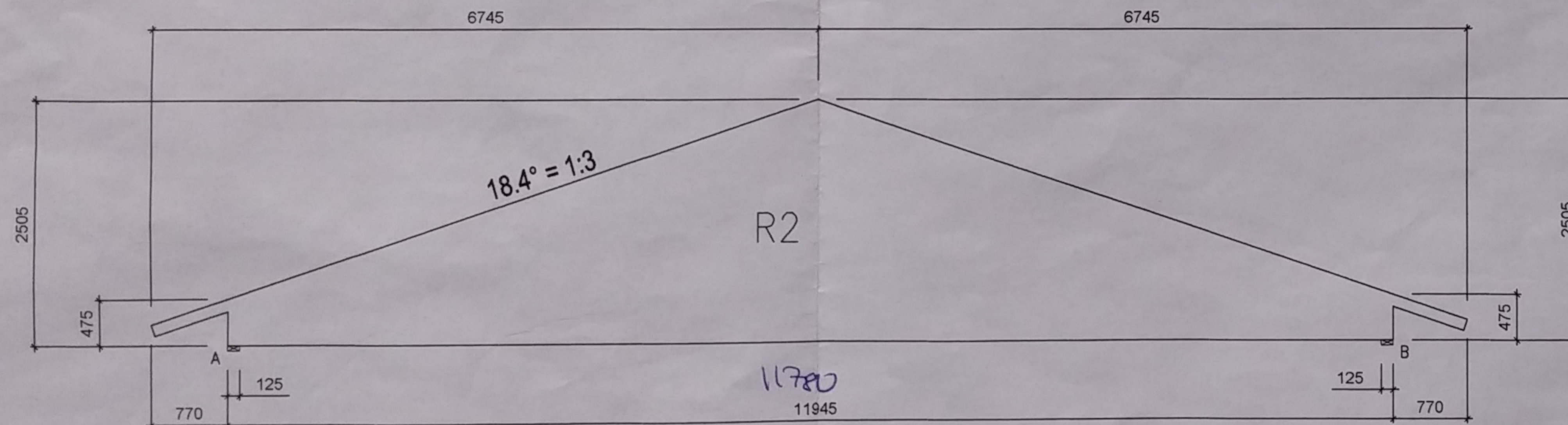


SAKSIRISTIKKO R1 20 KPL

kannatinjako k/k 900mm  
 ruodejako 400mm  
 katemateriaali pelti  
 tukimateriaali puu 50x125  
 tuentavaihtoehdot A-B

AIKALUOKKA A / KOSTEUSLUOKKA 2

KUORMITUKSET: YLÄPAARRE: lumikuorma 2.0 kN/m<sup>2</sup>  
 tuulikuorma 0.6 kN/m<sup>2</sup>  
 rakenteet 0.5 kN/m<sup>2</sup>  
 ALAPAARRE: rakenteet 0.3 kN/m<sup>2</sup>



NR -RISTIKKO R2 6 KPL

kannatinjako k/k 900mm  
 ruodejako 400mm  
 katemateriaali pelti  
 tukimateriaali puu 50x125  
 tuentavaihtoehdot A-B

AIKALUOKKA A / KOSTEUSLUOKKA 2

KUORMITUKSET: YLÄPAARRE: lumikuorma 2.0 kN/m<sup>2</sup>  
 tuulikuorma 0.6 kN/m<sup>2</sup>  
 rakenteet 0.5 kN/m<sup>2</sup>  
 ALAPAARRE: rakenteet 0.3 kN/m<sup>2</sup>

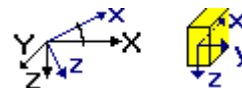
A

|  |                                  |   |  |                    |
|--|----------------------------------|---|--|--------------------|
| K.osa/työ<br>Peipohja  | Kartelli/tila<br>Eerikinkangas I | Tarjotti/Riv. nro<br>3:222                    | Viranomaisen merkintä  |                    |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite<br>Uudisrakennus  |                                  |   | Piirustuksen nimi<br>Rakennepiirustus                            | No<br>1            |
| Rakennuskohteen nimi ja osoite<br>VARASTORAKENNUS<br>Nina Skinnari<br>Köyliöntie 775, 32810 Peipohja |                                  |   | Piirustuksen sisältö<br>Vesikattopiirustus<br>Kattoristikokaavio | Mittakaava<br>1:50 |
| INSINOÖRITOIMISTO<br>HARRI PELTONEN KY   |                                  | Pvm<br>22.4.2014                              | Työn Nro<br>333/14   |                    |
| Karusuontie 491b 27820 Säkyä<br>Puh. 0440595654<br>E-mail: info@instoharripeltonen.fi                |                                  | Suunnittelija:<br>Harri Peltonen Rak.ins(AMK) | RAK  | Piir. Nro<br>001   |

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

**Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)**

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)

**PROJEKTITIEDOT:**

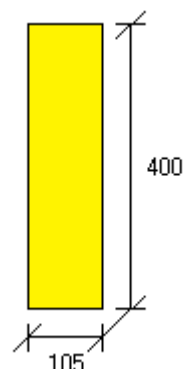
Suunnittelija: Julius Myllykoski RI opisk.  
 Projekti: 333/14 varastorakennus  
 Asiakas: Nina Skinnari

Nimi: Aukonylityspalkki

E:\...\hallin oven palkki.s01

**RAKENNETIEDOT:**

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta  
 Materiaali: GL32c  
 Poikkileikkaus: 105x400  
 (B=105 mm, H=400 mm, A=42000 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=560000000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=2800000 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 400 mm (pintakuormille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Vasen uloke: 300.0  
 Jänneväli 1: 4075.0  
 Oikea uloke: 300.0  
 Yhteensä: 4675.0

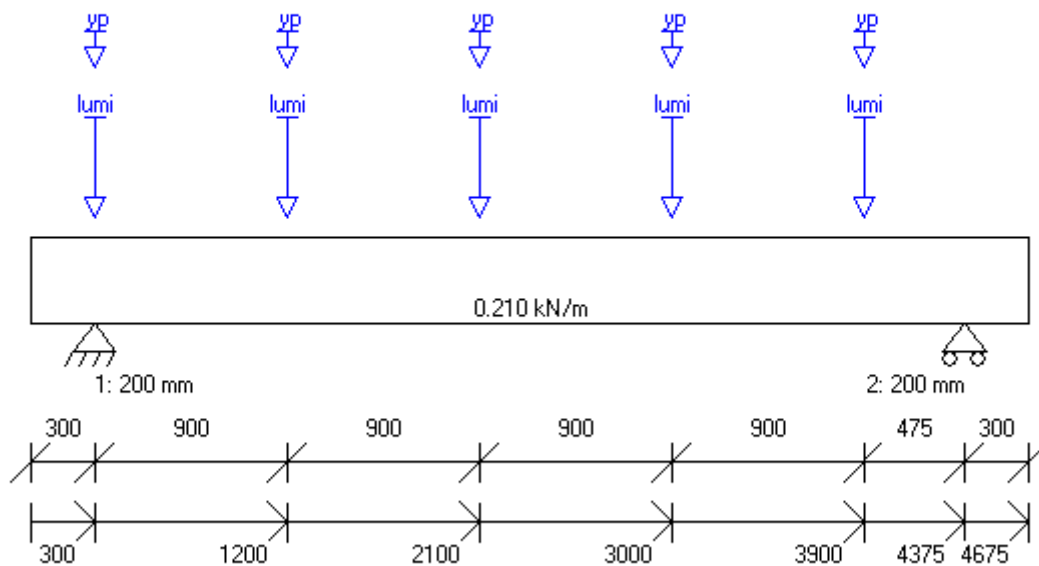
| Tuki: | Sijainti x [mm]: | Leveys [mm]: | Tyyppi:                 |
|-------|------------------|--------------|-------------------------|
| 1:    | 300              | 200          | Kiinteä niveltuki (X,Z) |
| 2:    | 4375             | 200          | Liukutuki (Z)           |

f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 33.32 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 32.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,0,k</sub>: 26.50 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub>: 3.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>t,0,k</sub>: 20.31 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>z</sub>): 3.20 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>y</sub>): 3.20 N/mm<sup>2</sup>  
 E<sub>mean</sub>: 13700 N/mm<sup>2</sup>  
 G<sub>mean</sub>: 780 N/mm<sup>2</sup>

|                |   |
|----------------|---|
| E 0.05:        | 11100 N/mm <sup>2</sup>                             |
| G 0.05:        | 630 N/mm <sup>2</sup>                               |
| Tilavuuspaino: | 5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten) |

|                |       |
|----------------|-------|
| Osavamuusluku: | 1.20  |
| Aikaluokka:    | kmod: |
| Pysyvä:        | 0.600 |
| Pitkäaikainen: | 0.700 |
| Keskipitkä:    | 0.800 |
| Lyhytaikainen: | 0.900 |
| Hetkellinen:   | 1.100 |

|       |       |
|-------|-------|
| kdef: | 0.800 |
|-------|-------|



#### KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

|                     |                 |                 |      |
|---------------------|-----------------|-----------------|------|
| Pistekuorma: 1:     | FZ = 4.53 kN    | x = 300.0 mm    | (yp) |
| Pistekuorma: 2:     | FZ = 4.53 kN    | x = 1200.0 mm   | (yp) |
| Pistekuorma: 3:     | FZ = 4.53 kN    | x = 2100.0 mm   | (yp) |
| Pistekuorma: 4:     | FZ = 4.53 kN    | x = 3000.0 mm   | (yp) |
| Pistekuorma: 5:     | FZ = 4.53 kN    | x = 3900.0 mm   | (yp) |
| Rakennesosan paino: | QZ = 0.210 kN/m | x = 0 - 4675 mm |      |

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75 \text{ kN/m}^2$ , Keskipitkä):

|                 |               |               |        |
|-----------------|---------------|---------------|--------|
| Pistekuorma: 1: | FZ = 12.20 kN | x = 300.0 mm  | (lumi) |
| Pistekuorma: 2: | FZ = 12.20 kN | x = 1200.0 mm | (lumi) |
| Pistekuorma: 3: | FZ = 12.20 kN | x = 2100.0 mm | (lumi) |
| Pistekuorma: 4: | FZ = 12.20 kN | x = 3000.0 mm | (lumi) |
| Pistekuorma: 5: | FZ = 12.20 kN | x = 3900.0 mm | (lumi) |

#### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

99.7 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{inst}$ :

L/400

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ :

L/300

Korotuskerroin, vasen uloke:

2.00

Korotuskerroin, oikea uloke:

2.00

Nurjahdus z-suuntaan:

$L_c = 1.00 * L$

Nurjahdus y-suuntaan:

$L_c = 1.00 * L$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):



Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja Lk2:ta, kun  $M_y < 0$

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

| Tarkastelu:             | Mitoitusarvo: | Raja-arvo: | Käyttöaste *): | Sijainti x: |                            |
|-------------------------|---------------|------------|----------------|-------------|----------------------------|
| Leikkaus (z):           | 52.41 kN      | 59.73 kN   | 87.7 %         | 4375 mm     | Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä |
| Taivutus (My):          | 55.13 kNm     | 62.21 kNm  | 88.6 %         | 2100 mm     | Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä |
| (ilman kiepahdusta):    | 55.13 kNm     | 62.21 kNm  | 88.6 %         | 2100 mm     | Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä |
| Tukipaine, tuki 1:      | 66.19 kN      | 72.45 kN   | 91.4 %         | 300 mm      | Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä |
| Tukipainekerroin = 1.73 |               |            |                |             |                            |
| Tukipaine, tuki 2:      | 52.49 kN      | 72.45 kN   | 72.4 %         | 4375 mm     | Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä |
| Tukipainekerroin = 1.73 |               |            |                |             |                            |
| Vasen uloke, Winst:     | -2.0 mm       | -mm        | 0.0 %          | 0 mm        | Yhdistelmä 16/1            |
| Vasen uloke, Wnet,fin:  | -2.7 mm       | -mm        | 0.0 %          | 0 mm        | Yhdistelmä 16/1            |
| jänneväli 1, Winst:     | 10.1 mm       | 10.2 mm    | 99.3 %         | 2338 mm     | Yhdistelmä 16/1            |
| jänneväli 1, Wnet,fin:  | 13.5 mm       | 13.6 mm    | 99.7 %         | 2338 mm     | Yhdistelmä 16/1            |
| Oikea uloke, Winst:     | -2.1 mm       | -mm        | 0.0 %          | 4675 mm     | Yhdistelmä 16/1            |
| Oikea uloke, Wnet,fin:  | -2.8 mm       | -mm        | 0.0 %          | 4675 mm     | Yhdistelmä 16/1            |

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

| Tulos: | Maksimiarvo: | Sijainti x: |
|--------|--------------|-------------|
| Vz,max | 52.41 kN     | 4375 mm     |
| My,max | 55.13 kNm    | 2100 mm     |

#### TUKIREAKTIOT:

| Tuki: | MRTmax:  | MRTmin:  | KRTmax:  | KRTmin:  |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1:    | 66.19 kN | 11.82 kN | 47.19 kN | 13.14 kN |
| 2:    | 52.49 kN | 9.45 kN  | 37.44 kN | 10.50 kN |

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

| Kuormitustapaus: | Omapaino |
|------------------|----------|
| Tuki:            | FZ [kN]: |
| 1:               | 13.14    |
| 2:               | 10.50    |

---

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Kuomitustapaus: | Lumikuorma |
| Tuki:           | FZ [kN]:   |
| 1:              | 34.06      |
| 2:              | 26.94      |

---

**HUOMIOT:**

- 
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
  - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- 

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

---

## Palkin alla oleva pilari ja tukipainekestävyys alajuoksussa

Pilarin heikompi suunta on tuettu nurjahdusta vastaan 50x50 koolauksella ulkopuolelta

Alajuoksun leimapainetarkastelussa tuulikuormasta johtuva puristuspaineen lisäys jää niin pieneksi, ettei sillä ole merkitystä runkotolppien mitoituksessa.

sahatavara C24 50x125 5 kpl vieretysten

$$\begin{aligned} f_{m.k} &:= 24 & \text{N/mm}^2 & & E_{0,\text{mean}} &:= 11000 & \text{N/mm}^2 \\ f_{v.k} &:= 2.5 & \text{N/mm}^2 & & h &:= 125 & \text{mm} \\ f_{c,0.k} &:= 21 & \text{N/mm}^2 & & b &:= 250 & \text{mm} \\ f_{c,90.k} &:= 2.5 & \text{N/mm}^2 & & \underline{A} &:= h \cdot b = 3.125 \times 10^4 & \text{mm}^2 \\ \gamma_M &:= 1.4 \end{aligned}$$

Kuormat

$$\begin{aligned} g_{YP} &:= 0.8 & \text{kN/m}^2 & & & \text{yläpohja} \\ g_{YPR} &:= 0.25 & \text{kN/m}^2 & & & \text{räystä} \\ q_L &:= 2.0 & \text{kN/m}^2 & & & \text{lumi katolla} \\ q_k &:= 0.41 & \text{kN/m}^2 & & & \text{tuuli} \\ C_{p,\text{net}} &:= 1.4 \\ q_{w.k} &:= C_{p,\text{net}} \cdot q_k = 0.574 & \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 &:= 3.75 & \text{m} & & \text{runkotolpan pituus} \\ k &:= 2.2 & \text{m} & & \text{kuormitusleveys} \end{aligned}$$

$$M_{w.k} := \frac{(q_{w.k} \cdot k) \cdot L_1^2}{8} = 2.22 \quad \text{kNm} \quad \text{taivutusmomentti tuulesta}$$

Tarkistetaan eniten kuormittuva pilari mitoittavassa kuormitusyhdistelmässä

Nurjahduskestävyys

nurjahduskerroin

$$L_{c.z} := 1 \cdot L_1 \cdot 10^3 = 3.75 \times 10^3 \text{ mm} \quad \text{sauva on nivelöity molemmista päistään}$$

$$i := \frac{h}{\sqrt{12}} = 36.084 \quad \text{mm}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{c.z}}{i} = 103.923$$

taulukosta:  $k_{c.y} := 0.28$

puristusjännitys

$$N_d := 65.3 \quad \text{kN} \quad \text{ohjelmasta Finnwood 2.3 SR1}$$

$$\sigma_{c.0.d} := \frac{N_d \cdot 10^3}{A} = 2.09 \quad \text{N/mm}^2$$

puristuslujuus

$$k_{\text{mod}} := 1.1$$

$$f_{c.0.d} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c.0.k}}{\gamma_M} = 16.5 \quad \text{N/mm}^2$$

taivutusmomentti

$$M_d := 1.5 \cdot M_{w,k} = 3.33 \text{ kNm}$$

taivutusjännitys

$$W := \frac{b \cdot h^2}{6} = 6.51 \times 10^5 \text{ mm}^3$$

taivutusvastus

$$\sigma_{m,y,d} := \frac{M_d \cdot 10^6}{W} = 5.114 \text{ N/mm}^2$$

taivutuslujuus

$$f_{m,d} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 18.857 \text{ N/mm}^2$$

mitoitusehto

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = 0.724 < 1$$

Tukipainekestävyys alajuoksussa

puristusjännitys alajuoksussa

$$\sigma_{c,90,d} := \frac{N_d \cdot 10^3}{A} = 2.09 \text{ N/mm}^2$$

puristuslujuus syysuuntaa vastaan

$$k_{\text{mod}} := 0.8$$

$$f_{c,90,d} := k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 1.429 \text{ N/mm}^2$$

kerroin

$$k_{c,90} := 1.25$$

kosketuspinnan pituus syiden suunnassa

$$l_w := b = 250 \text{ mm}$$

tehollinen kosketuspinnan pituus

$$l_{c,90,ef} := 30 + l + 30 = 310 \text{ mm}$$

tukipaine kerroin

$$k_c := \frac{l_{c,90,ef}}{l} \cdot k_{c,90} = 1.55$$

mitoitusehto

$$\sigma_{c,90,d} = 2.09 \text{ N/mm}^2 < k_c \cdot f_{c,90,d} = 2.214 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_c \cdot f_{c,90,d}} = 0.944 < 1$$

## Hallin NR-kattorakenteen kokonaisjäykistys

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | Rakennuksen mitat:                              |
| Kattorakenteen pystysuuntainen kuormitus  |  | $B := 12.1 \text{ m}$                           |
| $g_{ypk} := 0.8 \text{ kN/m}^2$   | kattorakenteen omapaino                              | $L := 25.1 \text{ m}$                           |
| $q_{Ik} := 2.0 \text{ kN/m}^2$  | katon lumikuorma                                     | $h_1 := 4.15 \text{ m}$                         |
| Kattorakenteen vaakasuuntainen kuormitus  |  | $h_2 := 2.5 \text{ m}$                          |
| Tuulesta aiheutuva vaakakuormitus   |  | NR-rakenne                                      |
| $q_{kh} := 0.41 \text{ kN/m}^2$   | tuulen nopeuspaine                                   | $tk := 0.475$ tukikorkeus                       |
|   |  | $hk := 2.438$ harjakorkeus                      |
| $h := h_1 + h_2 = 6.65 \text{ m}$   | rakennuksen korkeus                                  | $ap := 11.78$ alapaarre                         |
| $A_{ref} := B \cdot \left( h_1 + \frac{h_2}{2} \right) = 65.34 \text{ m}^2$   | rakennuksen projektioala                             | $\alpha := 18.4$ kaltevuus                      |
| $A_{yp} := 0.5 \cdot B \cdot \left( tk + \frac{h_2}{2} \right) = 10.436 \text{ m}^2$  | puolet ristikon projektioalasta                      | $k := 0.9$ NR-rakenteen jak                     |
|   |  | $t := 42$ ristikon paksuus                      |
|   |  | $hm := 1.15$ ristikon keskimääräinen korkeus    |
| $A_{fr} := L \cdot \frac{B}{\cos(\alpha)} = 337.216 \text{ m}^2$  | katon ala  |   |
| $c_f := 1.3$  | tuulen voimakerroin                                  |   |
| $c_{fr} := 0.04$  | tuulen kitkakerroin                                  |   |
| $q_{tk} := \frac{q_{kh}}{B} \cdot \left[ c_f \cdot A_{yp} + c_{fr} \cdot A_{fr} \cdot \left( 1 - \frac{A_{yp}}{A_{ref}} \right) \right] = 0.844 \text{ kN/m}$ |  | yläpohjan ottama tuulikuorma                    |
| $q_{wk} := \frac{q_{tk}}{2} = 0.422 \text{ kN/m}$   |  | päädyn jäykistyskenttään kohdistuva tuulikuorma |
| NR-rakenteen yläpaarteen suurin puristusvoima määritetään keskipitkän aikaluokan kuormitustapauksesta   |  |   |
| $K_{FI} \cdot \gamma_g \cdot g_k + K_{FI} \cdot \gamma_q \cdot q_{Ik}$  | $\gamma_g := 1.15$ $\gamma_q := 1.5$ $K_{FI} := 1.0$ |   |
| Yläpaarteen keskimääräinen keskipitkän aikaluokan puristusvoima voidaan kertoa luvulla 0,85   |  |   |
| $M_{qk} := \frac{k \cdot q_{Ik} \cdot ap^2}{8} = 31.223 \text{ kNm}$  |  | maksimimomentti                                 |
| $N_{qk} := \frac{M_{qk}}{hm} = 27.15 \text{ kN}$  |  | yläpaarteen puristusvoima                       |

$$N_{pd} := N_{qk} \cdot 0.85 = 23.078 \text{ kN} \quad \text{keskimääräinen puristusvoima yläpaarteessa}$$

NR-jäykistysristikko ulottuu sivuseinältä harjalle tukeutuen sivuseinän ja harjan kohdalla NR-pukkeihin.

$$l := \frac{0.5 \cdot B}{\cos(\alpha)} = 6.717 \text{ m} \quad \text{jäykistysristikon jänneväli}$$

$$n := 0.5 \cdot \left( \frac{L}{k} + 1 \right) = 14.444 \text{ kpl} \quad \text{jäykistyskenttään tuettujen ristikoiden lukumäärä}$$

$$k_1 := 1 \quad \text{kun } l < 15 \text{ m} \quad \text{pienennyskerroin}$$

$$q_d := k_1 \cdot \frac{n \cdot N_{pd}}{50 \cdot l} = 0.992 \text{ kN/m} \quad \text{poikittaistuennan aiheuttama kuormitus päädylle}$$

Lisävaakavoimista jäykistysristikoille aiheutuva vaakakuormitus

$$g_{hk} := \frac{B}{L} \cdot \frac{(g_{ypk} \cdot L)}{150} = 0.065 \quad \geq \quad \frac{(g_{ypk} \cdot L)}{250} = 0.08$$

$$g_{hk} := 0.08 \text{ kN/m} \quad \text{lisävaakavoima kattorakenteen painosta}$$

$$q_{lhk} := \left( \frac{B}{L} \right) \cdot \frac{(q_{lk} \cdot L)}{150} = 0.161 \quad \geq \quad \frac{q_{lk} \cdot L}{250} = 0.201$$

$$q_{lhk} := 0.201 \text{ kN/m} \quad \text{lisävaakavoima lumikuormasta}$$

$$q_{hd} := 0.5 \cdot (1.15 \cdot g_{hk} + 1.5 \cdot q_{lhk}) = 0.197 \text{ kN/m} \quad \text{murtorajatilan laskentakuorma päätyä kohden}$$

### Ruoteiden liitokset paarteisiin

$$\text{ruoteet } 32 \times 100 \text{ C24} \quad b := 32 \text{ mm} \quad h := 100 \text{ mm}$$

$$k_n := 0.92 \quad \text{yläpaarteen nurjahduksen käyttöaste sivusuuntaan}$$

$$F_{pd} := k_n \cdot \frac{N_{pd}}{50} = 0.425 \text{ kN} \quad \text{liitoksessa vaikuttava voima}$$

Ruoteen alla korokerima 22 x 50 mm<sup>2</sup>, joka kiinnitetään konenauloilla 2,8 x 75 mm<sup>2</sup>.

$$R_d := 0.44 \text{ N} \quad \text{naulan kestävyys}$$

$$a := 0.4 \text{ m} \quad \text{ruodejako}$$



$$n_k := \frac{F_{pd}}{R_d} = 0.965 = 1 \quad \text{naulojen lukumäärä / liitos}$$

$$a \cdot (q_d + q_{hd}) = 0.476 \geq F_{pd} + q_{hd} \cdot a = 0.503 \quad \text{jatkosvoima}$$

$$n_r := \frac{0.503}{0.44} = 1.143 = 2 \quad \text{naulojen lukumäärä / jatkos}$$

### Ruoteiden kestävyys

$$F_{npd} := a \cdot q_d = 0.397 \geq F_{pd} = 0.425$$

$$F_{npd} := F_{pd}$$

$$F_{npd} + q_{hd} \cdot a = 0.503 \quad \text{kN} \quad \text{ruoteen puristusvoima}$$

$$\sigma_{cd} := \frac{\left(\frac{503}{h}\right)}{b} = 0.157 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{normaalijännitys}$$

$$g_k := 0.1 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{katteen ja rakenteiden omapaino}$$

$$q_k := 2 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{lumikuorma katolla}$$

$$p_d := a \cdot (1.15 \cdot g_k + 1.5 \cdot q_k) = 1.246 \quad \text{kN/m} \quad \text{pystykuorma}$$

$$M_{1d} := 0.080 \cdot p_d \cdot k^2 = 0.081 \quad \text{kN/m} \quad \text{taivutusmomentti reunakentän aukossa}$$

$$\sigma_{m1d} := \frac{\left(\frac{6 \cdot M_{1d} \cdot 10^6}{h}\right)}{b^2} = 4.731 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{taivutusjännitys reunakentässä}$$

$$M_{2d} := 0.125 \cdot p_d \cdot k^2 = 0.126 \quad \text{kN/m} \quad \text{taivutusmomentti tuella}$$

$$\sigma_{m2d} := \frac{\left(\frac{6 \cdot 0.25 \cdot 10^6}{h}\right)}{b^2} = 14.648 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{taivutusjännitys tuella}$$

$$k_{mod} := 0.8$$

$$\gamma_M := 1.4 \quad \text{osavarmuusluku}$$

$$f_{c0d} := 0.8 \cdot \frac{21}{1.4} = 12 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{puristuslujuuden mitoitusarvo}$$

$$k_h := \left( \frac{150}{b} \right)^{0.2} = 1.362 \leq 1.3 \quad \text{kokovaikutuskerroin}$$

$$k_{h1} := 1.3$$

$$f_{md} := k_h \cdot k_{mod} \cdot \frac{24}{1.4} = 17.829 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{taivutuslujuuden mitoitusarvo}$$

$$k_{h2} := \left( \frac{150}{h} \right)^{0.2} = 1.084 \leq 1.3 \quad \text{kokovaikutuskerroin}$$

$$f_{t0d} := k_{h2} \cdot k_{mod} \cdot \frac{14}{\gamma_M} = 8.676 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{vetolujuuden mitoitusarvo}$$

$$\lambda := \frac{900}{b} \cdot 12^{0.5} = 97.428 \quad \text{hoikkuus}$$

$$k_c := 0.31 \quad \text{nurjahduskerroin}$$

$$\frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{c0d}} + \frac{\sigma_{m1d}}{f_{md}} = 0.308 \leq 1 \quad \text{yhdistetty puristus ja taivutus}$$

$$\frac{\sigma_{cd}}{f_{c0d}} + \frac{\sigma_{m2d}}{f_{md}} = 0.835 \leq 1 \quad \text{yhdistetty veto ja taivutus}$$

### NR-jäykistysristikon mitoitus

Rakennuksen molemmissa päissä reunimmaisten katteiden välissä olevat vaakasuuntaiset NR-jäykistysristikot ottavat vastaan NR-rakenneryhmän sivuttaistuennasta sekä lisävaakavoimista ja tuulesta aiheutuvan vaakakuormituksen.

Yhdelle NR-jäykistysristikolle tuleva vaakasuuntainen viivakuormitus

tuulikuorma

$$\gamma_q = 1.5 \quad \text{osavarmuusluku}$$

$$\psi_0 := 0.6 \quad \text{yhdistelykerroin}$$

kuormitustapaus 1. keskipitkä: omapaino + lumi

$$q_d = 0.992 \quad \text{kN/m} \quad \text{nurjahdustuentakuorma}$$

$$q_{hd} = 0.197 \text{ kN/m} \quad \text{lisävaakavoima}$$

$$q_{1d} := q_d + q_{hd} = 1.189 \text{ kN/m} \quad \text{yhteensä}$$

kuormitustapaus 2. hetkellinen: omapaino + lumi + tuuli

$$q_{wd} := \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot q_{wk} = 0.38 \text{ kN/m} \quad \text{tuulikuorma}$$

$$q_{2d} := q_d + q_{hd} + q_{wd} = 1.569 \text{ kN/m} \quad \text{yhteensä}$$

jäykistysristikon tukireaktiot

$$l = 6.717 \text{ m} \quad \text{jäykistysristikon pituus}$$

$$T_{1d} := \frac{1}{2} \cdot q_{1d} \cdot l = 3.994 \text{ kN} \quad \text{kuormitustapaus 1}$$

$$T_{2d} := \frac{1}{2} \cdot q_{2d} \cdot l = 5.27 \text{ kN} \quad \text{kuormitustapaus 2}$$

Jäykistysristikko mitoitetaan NR-rakenteiden suunnitteluohjelmalla.

### Lisäruoteiden mitoitus harjan ja sivuseinien kohdalle

Jäykistävästä voimista aiheutuva osuus jäykistysristikoiden tukireaktioista palautetaan kattotasoon harjan ja sivuseinien kohdalle sijoitetuilla lisäruoteilla.

$$T_d := \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot l = 3.333 \text{ kN} \quad \text{jäykistävien voimien aiheuttama tukireaktio}$$

$$N_{cd} := k_c \cdot b \cdot h \cdot f_{c0d} = 1.19 \times 10^4 \text{ kN} \quad \text{ruoteen puristuskestävyys}$$

Ruoteen kiinnitykseen mahtuu enintään  $(100/(5d)-1) = 6$  naulaa (2,8x75) rinnakkain.

$$R_{d,w} := 0.44 \text{ kN} \quad \text{naulan leikkauskestävyys}$$

$$n := \frac{T_d}{R_d} = 7.576 = 8 \quad \text{naulojen lukumäärä}$$

$$n := 8$$

$$n := \frac{n}{6} = 1.333 = 2 \quad \text{ruoteiden lukumäärä}$$

Sijoitetaan 2 ruodelautaa vierekkäin sivuseinien kohdalle sekä harjan kummallekin puolelle naulauksella 6n2,8x75

### NR-pukit harjan kohdalla

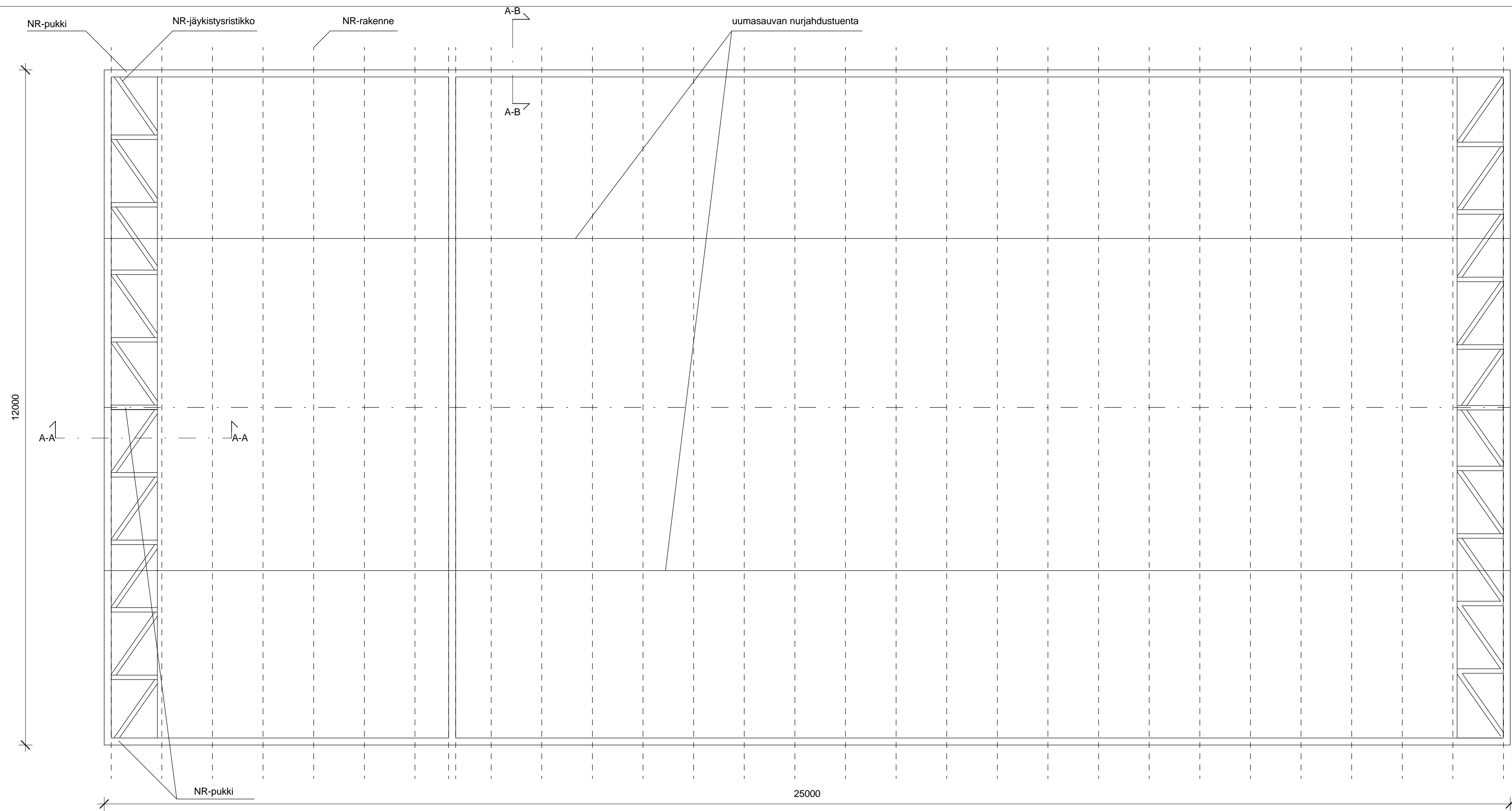
kuormitustapaus: hetkellinen, tuuli määräävä

|  |      |   |
|--|------|---|
| $g_{hk} = 0.08$  | kN/m | lisävaakavoima omasta painosta                    |
| $q_{lhk} = 0.201$  | kN/m | lisävaakavoima lumikuormasta                      |
| $q_{wk} = 0.422$   | kN/m | tuulikuorma                                       |
| $q_{3d} := 1.15 \cdot g_{hk} + 0.7 \cdot 1.5 \cdot q_{lhk} + 1.5 \cdot q_{wk} = 0.936$ | kN/m | kuormitustapaus 3                                 |
| $T_{3d} := \frac{1}{2 \cdot q_{3d}} = 3.589$   | kN   | tukireaktio                                       |
| $F_p := T_{3d} = 3.589$  | kN   | NR-pukille kohdistuva vaakasuuntainen pistekuorma |
| $h_p := 1.5$   | m    | NR-pukin korkeus harjalinjalla                    |
| $b_p := 0.85$  | m    | NR-pukin leveys                                   |
| $F_a := F_p \cdot \frac{h_p}{b_p} = 6.333$   | kN   | NR-pukin ja NR-rakenteen välinen leikkausvoima    |

Käytetään NR-pukin ja NR-rakenteen paarteen välisessä liitoksessa ankkurinauloilla 2,0x40 kiinnitettyjä kulmaveyjä.

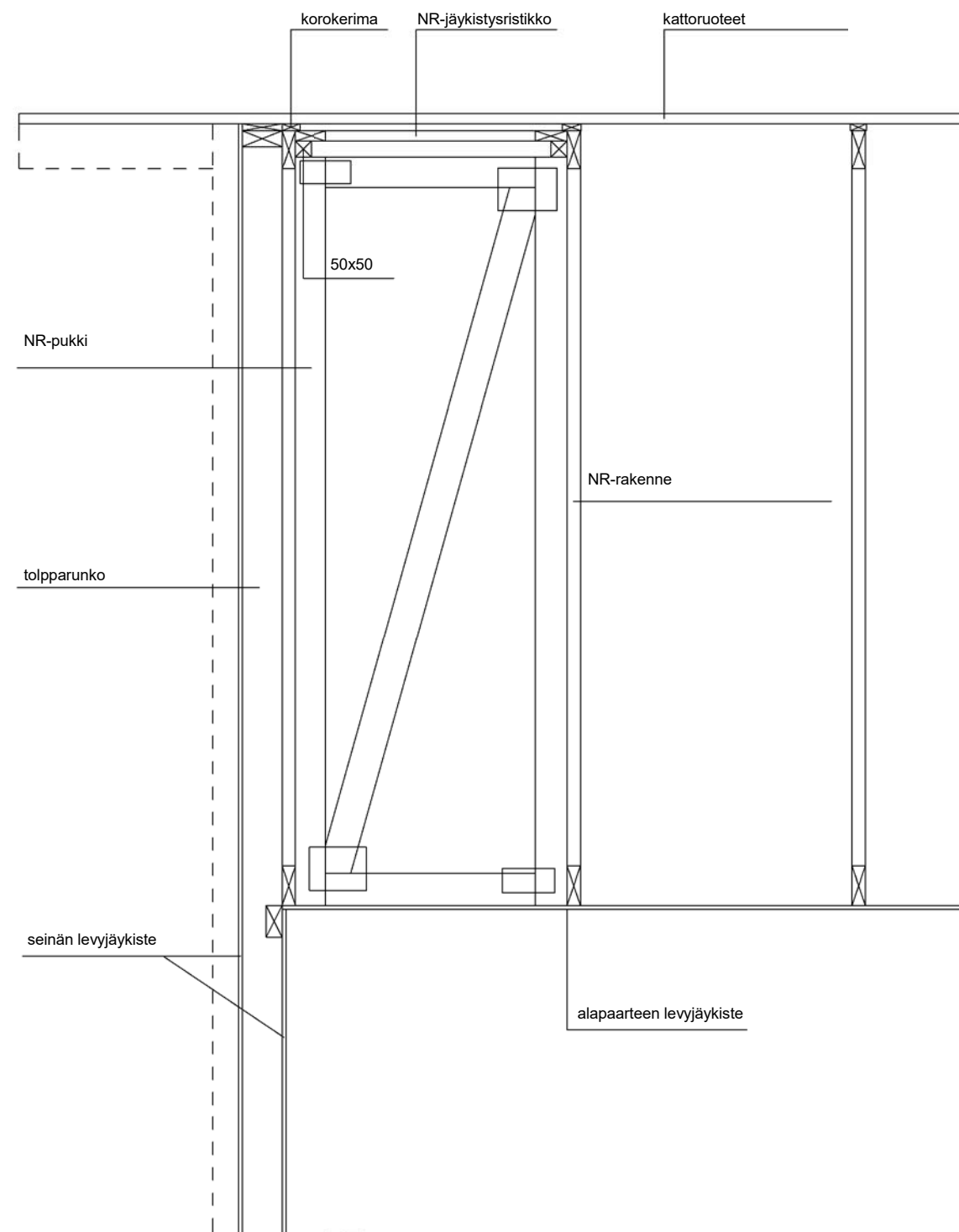
Käytetään kulmaveyjä 100x100x100x2,5 naulauksella 18+23n4,0x40

|  |    |   |
|--|----|---|
| $R_k := 14.3$  | kN | teknisen hyväksynnän mukainen leikkauskestävyys tällä liitoksella |
| $k_{mod} := 1.1$                                     |    |   |
| $\gamma_M := 1.25$                                   |    | osavarmuusluku  |
| $R_d := \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot R_k = 12.584$ | kN | mitoituskestävyys   |
| $F_a \leq R_d$                                       | OK | mitoitusehto  |

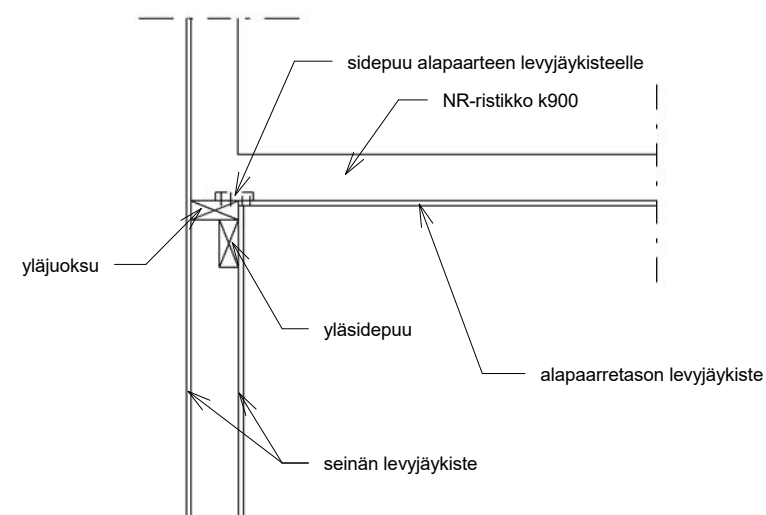


|   |   |                                 |                        |
|---|---|---------------------------------|------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä<br><b>PEIPOHJA</b>  | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>         | Tontti / Rno<br><b>3:222</b>    | Viranomaisten merkintä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustuslaji<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>      | Juokseva numero<br><b>1/3</b>   |                        |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                                 |                        |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>NR-RAKENNEKUVA</b> | mittakaava<br><b>1:50</b>       |                        |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>                    | Piirustuksen tunnus<br><b>1</b> | muutos                 |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnitteluala<br><b>RAK</b>                  | Tiedosto<br><b>05/04/15</b>     |                        |

## LEIKKAUS A-A

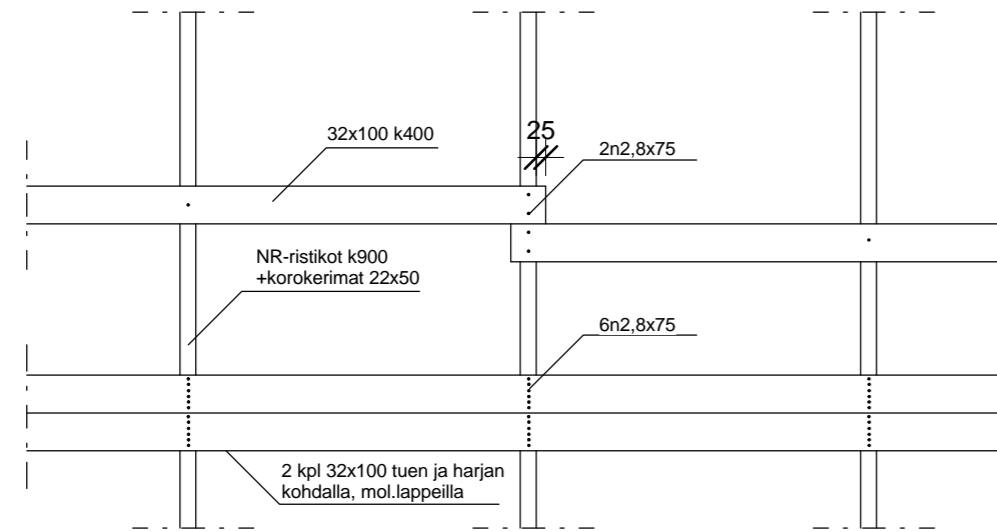


## LEIKKAUS A-B

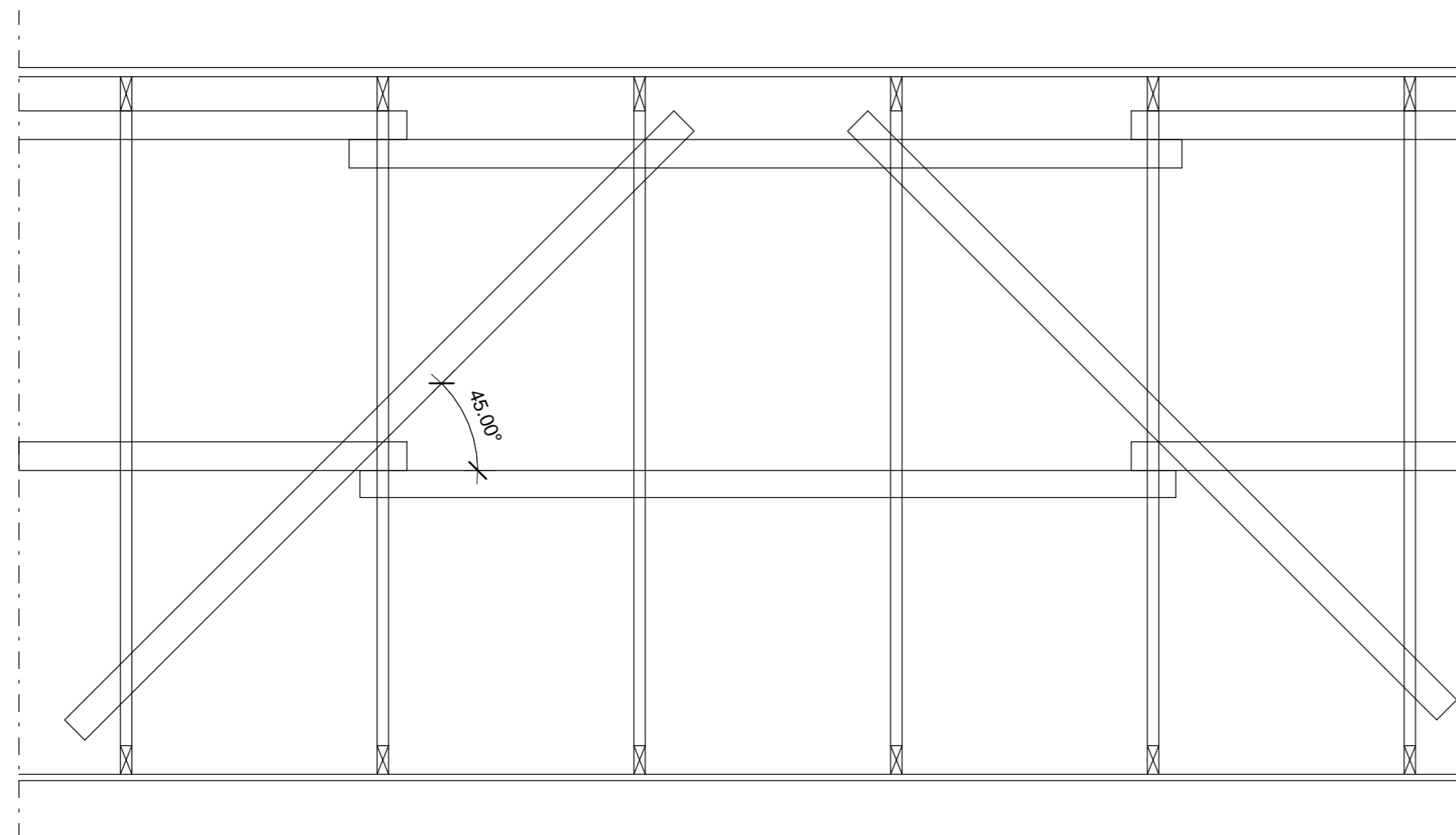


|   |  |                                 |                          |
|---|--|---------------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä<br><b>PEIPOHJA</b>  | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>  | Tonnti / Rno<br><b>3:222</b>    | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustustyyppi<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>   | Juokseva numero<br><b>2/3</b>   |                          |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |  |                                 |                          |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>LEIKKAUSPIIRUSTUS A-A</b><br><b>LEIKKAUSPIIRUSTUS A-B</b> | mittakaava<br><b>1:20</b>       |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>   | Piirustuksen tunnus<br><b>2</b> | muutos                   |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnitteluala<br><b>RAK</b>   | Tiedosto                        | 05/05/15                 |

## KATTORUOTEIDEN KIINNITYS JA LIMITYS



## UUMASAUVAN NURJAHDUSTUENTA PERIAATEKUVA



|   |   |                                 |                          |
|---|---|---------------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kyä<br><b>PEIPOHJA</b>   | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>   | Tontti / Rno<br><b>3:222</b>    | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustuslaji<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>  | Juokseva numero<br><b>3/3</b>   |                          |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                                 |                          |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>KATTORUOTEIDEN KIINNITYS JA LIMITYS</b><br><b>UUMASAUVAN NURJAHDUSTUENTA</b> | mittakaava<br><b>1:20</b>       |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>  | Piirustuksen tunnus<br><b>3</b> | muutos                   |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnittelualue<br><b>RAK</b>   | Tiedosto                        |                          |
|   | 05/06/15  |                                 |                          |

## Hallin rungon jäykistys

Jäykisteseinän runkomateriaali

Sahatavara C24

$$f_{c0k} := 21 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk} := 24 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_k := 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_M := 1.4 \text{ materiaalin osavarmuusluku}$$

$$t := 12 \text{ mm} \text{ tuulensuojalevyn paksuus}$$

Rakennuksen mitat

$$a := 1.93 \text{ m} \text{ yläpohjan projektion korkeus} \quad \underline{\underline{H}} := 7 \text{ m} \text{ rakennuksen korkeus}$$

$$\underline{\underline{c}} := 0.3 \text{ m} \text{ sokkelin korkeus} \quad \underline{\underline{L}} := 25.1 \text{ m} \text{ rakennuksen pituus}$$

$$h_1 := 2.7 \text{ m} \text{ 1. levykerroksen korkeus} \quad B := 12.1 \text{ m} \text{ rakennuksen leveys}$$

$$h_2 := 1.45 \text{ m} \text{ 2. levykerroksen korkeus}$$

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet

Lyhempi suunta

$$w_{k1} := 1.25 \cdot c_f \cdot q_{kh} \cdot \left[ (c + h_1 - 0.2 \cdot H) + \frac{h_2}{2} \right] = 1.549 \text{ kN/m} \text{ viivakuorma käyttörajatilassa 2,7 m korkeudessa}$$

$$w_{k2} := 1.25 \cdot c_f \cdot q_{kh} \cdot \left( a + \frac{h_2}{2} \right) = 1.769 \text{ kN/m} \text{ viivakuorma käyttörajatilassa 4,15 m korkeudessa}$$

Pidempi suunta

$$w_{k3} := w_{k1} = 1.549 \text{ kN/m} \text{ viivakuorma käyttörajatilassa 2,7 m korkeudessa}$$

$$w_{k4} := 1.25 \cdot c_f \cdot q_{kh} \cdot \left( \frac{0.5 \cdot a}{2} + \frac{h_2}{2} \right) = 0.804 \text{ kN/m} \text{ viivakuorma käyttörajatilassa 4,15 m korkeudessa}$$

Jäykistävien seinien mitoitus



$h_1 := 2700 \text{ mm}$                       1. levykerroksen korkeus

$h_2 := 1450 \text{ mm}$                       2. levykerroksen korkeus

Tuulensuojalevyjen kiinnitys suoritetaan kuumasinkityillä lankanauhoilla 2,1x50 ja kipsilevyjen kiinnitys ruuveilla 3,8x28.

$d := 2.1$                                       naulan halkaisija

Liittimien leikkauskestävyys

Korjauskertoimet

$$k_{\rho} := \sqrt{\frac{\rho_k}{350}} = 1 \quad k_1 := \left(0.5 + \frac{t}{12 \cdot d}\right) \cdot k_{\rho} = 0.976 \quad k_{\text{mod}} := 1.1$$

Naulan tartuntapituus  $38 \text{ mm} > 12d$ , joten leikkauskestävyyttä ei tarvitse pienentää

$$R_d := \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot k_1 \cdot 120 \cdot d^{1.7} = 324.903 \text{ N}$$

Naulan leikkauskestävyyttä jäykistävässä levyssä saadaan korottaa kertoimella 1.2

$$F_{1Rd} := 1.2 \cdot R_d = 389.883 \text{ N}$$

Ruuvien leikkauskestävyys saadaan suoraan Gyproc:n taulukkoarvoista

$$F_{2Rd} := 400 \cdot 1.2 = 480 \text{ N}$$

$$b_i := \frac{(h_1 + h_2)}{4} = 1 \times 10^3 \text{ mm} \quad \text{Seinälohkon minimileveys}$$

### Linja 1 jäykistys

$$F_{b1} := 1.5 \cdot (w_{k1} + w_{k2}) \cdot 3 = 14.931 \text{ kN}$$

1. levykerroksen kuorma  
murtorajatilassa

$$F_{b2} := 1.5 \cdot w_{k2} \cdot 3 = 7.96 \text{ kN}$$

2. levykerroksen kuorma  
murtorajatilassa

Linjalle 1 mahtuu molemmin puolin runkoa 8 kpl 1200 mm leveitä levyjä

Vaakaleikkausvoimakestävyys 1. kerroksessa

Seinälohko 1 leikkausvoimakestävyys (1200 mm tuulensuoja)

$$s_1 := 150 \text{ mm} \quad \text{liitinväli}$$

$$b_1 := 1200 \text{ mm} \quad \text{lohkon leveys}$$

$$c_1 := \frac{2 \cdot b_1}{h_1} = 0.889$$

$$F_{1vRd} := \frac{F_{1Rd} \cdot b_1 \cdot c_1}{s_1} = 2.773 \times 10^3 \text{ N}$$

Seinälohko 2 leikkausvoimakestävyys (1200 mm kipsilevy)

$$s_2 := 150 \text{ mm}$$

$$b_2 := 1200 \text{ mm}$$

$$c_2 := \frac{2 \cdot b_2}{h_1} = 0.889$$

$$F_{2vRd} := \frac{F_{2Rd} \cdot b_2 \cdot c_2}{s_2} = 3.413 \times 10^3 \text{ N}$$

Kerroksen leikkausvoimakestävyys

$$F_{v1Rd} := \frac{8 \cdot F_{1vRd} + 8 \cdot F_{2vRd}}{1000} = 49.487 \text{ kN}$$

$$F_{b1} < F_{v1Rd} \quad \text{OK}$$

Käyttöaste 30%

Vaakaleikkausvoimakestävyys 2. kerroksessa

Seinälohko 3 leikkausvoimakestävyys (1200 mm tuulensuoja)

$$s_3 := 150 \text{ mm} \quad \text{liitinväli}$$

$$b_3 := 1200 \text{ mm} \quad \text{lohkon leveys}$$

$$c_3 := \frac{2 \cdot b_3}{h_2} = 1.655$$

$$F_{3vRd} := \frac{F_{1Rd} \cdot b_3 \cdot c_3}{s_3} = 5.163 \times 10^3 \text{ N}$$

Seinälohko 4 leikkausvoimakestävyys (1200 mm kipsilevy)

$$s_4 := 150 \text{ mm}$$

$$b_4 := 1200 \text{ mm}$$

$$c_4 := \frac{2 \cdot b_2}{h_2} = 1.655$$

$$F_{4vRd} := \frac{F_{2Rd} \cdot b_4 \cdot c_4}{s_4} = 6.356 \times 10^3 \text{ N}$$

Kerroksen leikkausvoimakestävyys

$$F_{v2Rd} := \frac{8 \cdot F_{3vRd} + 8 \cdot F_{4vRd}}{1000} = 92.148 \text{ kN}$$

$$F_{b2} < F_{v2Rd} \quad \text{OK}$$

Käyttöaste 9%

## Linja 2 jäykistys

$$F_{b3} := 1.5 \cdot (w_{k1} + w_{k2}) \cdot 12.4 = 61.713 \text{ kN}$$

$$F_{b4} := 1.5 \cdot w_{k2} \cdot 12.4 = 32.901 \text{ kN}$$

Linjalle 2 mahtuu molemmin puolin runkoa 9 kpl 1200 mm leveitä levyjä

Vaakaleikkausvoimakestävyys 1. kerroksessa

Seinälohko 5 leikkausvoimakestävyys (tuulensuoja 1200 mm)

$$s_1 := 130 \text{ mm}$$

$$F_{5vRd} := \frac{F_{1Rd} \cdot b_1 \cdot c_1}{s_1} = 3.199 \times 10^3 \text{ N}$$

Seinälohko 6 leikkausvoimakestävyys (kipsilevy 1200 mm)

$$s_2 := 130 \text{ mm}$$

$$F_{6vRd} := \frac{F_{2Rd} \cdot b_2 \cdot c_2}{s_2} = 3.938 \times 10^3 \text{ N}$$

Kerroksen leikkausvoimakestävyys

$$F_{v3Rd} := \frac{9 \cdot F_{5vRd} + 9 \cdot F_{6vRd}}{1000} = 64.238$$

$$F_{b3} < F_{v3Rd} \quad \text{OK}$$

Käyttöaste 96%

Vaakaleikkausvoimakestävyys 2. kerroksessa

Seinälohko 7 leikkausvoimakestävyys (tuulensuoja 1200 mm)

$$s_3 := 150 \text{ mm}$$

$$F_{7vRd} := \frac{F_{1Rd} \cdot b_3 \cdot c_3}{s_3} = 5.163 \times 10^3 \text{ N}$$

Seinälohko 8 leikkausvoimakestävyys (kipsilevy 1200 mm)

$$s_4 := 150 \text{ mm}$$

$$F_{8vRd} := \frac{F_{2Rd} \cdot b_4 \cdot c_4}{s_4} = 6.356 \times 10^3 \text{ N}$$

Kerroksen leikkausvoimakestävyys

$$F_{v4Rd} := \frac{9 \cdot F_{7vRd} + 9 \cdot F_{8vRd}}{1000} = 103.666$$

$$F_{b4} < F_{v4Rd} \quad \text{OK}$$

Käyttöaste 32%

**Linja 3 jäykistys**

$$F_{b5} := 1.5 \cdot (w_{k1} + w_{k2}) \cdot 9.3 = 46.285 \text{ kN}$$

Jäykistys on hoidettava vinolaudoituksella 50 x 100 mm<sup>2</sup> 40° kulmassa pystytukiin nähden käyttäen kuumasinkittyjä konenauvoja 3,1 x 90 mm<sup>2</sup>.

$$F_{3Rd} := 710 \cdot 1.2 = 852 \text{ N} \quad \text{Naulan leikkauskestävyys}$$

$$F_{Lad} := \frac{\frac{F_{b5}}{2}}{\cos(40\text{deg})} = 30.21 \text{ kN} \quad \text{Lautoihin kohdistuva voima}$$

Yhden laudan pään ja vaakapuun liittymään sopii 5 kpl nauvoja.

$$F_{Lk} := 5 \cdot F_{3Rd} = 4.26 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{Yhden laudan kapasiteetti}$$

$$n_{\text{laudat}} := \frac{F_{Lad} \cdot 1000}{F_{Lk}} = 7.092 = 8 \quad \text{Vinojäykisteiden lukumäärä}$$

Käyttöaste 89 %

#### Linja 4 jäykistys

$$T_{3d} := 3.6 \text{ kN}$$

$$F_{jh} := 2 \cdot T_{3d} = 7.2 \text{ kN} \quad \text{vesikaton jäykistyksestä aiheutuvat pistevoimat harjalla ja sivuseinällä}$$

$$F_{js} := 2 \cdot \frac{T_{3d}}{2} = 3.6 \text{ kN}$$

$$F_{b6} := 1.5 \cdot (w_{k3} + w_{k4}) \cdot \frac{B}{2} = 21.358 \text{ kN}$$

$$F_{b7} := 1.5 \cdot w_{k4} \cdot \frac{B}{2} + \frac{F_{jh}}{2} + F_{js} = 14.501 \text{ kN}$$

Linjalle 4 mahtuu 5 kpl 1200 mm leveitä levyjä molemmin puolin runkoa.

Vaakaleikkausvoimakestävyys 1. kerroksessa

$$F_{1vRd} = 2.773 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{tuulensuoja 150mm liitinväli}$$

$$F_{2vRd} = 3.413 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{kipsilevy 150mm liitinväli}$$

$$F_{v5Rd} := \frac{5 \cdot F_{1vRd} + 5 \cdot F_{2vRd}}{1000} = 30.929 \quad \text{kN}$$

$$F_{b6} \leq F_{v3Rd} \quad \text{OK}$$

Käyttöaste 69%

Vaakaleikkausvoimakestävyys 2. kerroksessa

$$F_{3vRd} = 5.163 \times 10^3 \quad \text{N} \quad \text{tuulensuoja 150mm liitinväli}$$

$$F_{4vRd} = 6.356 \times 10^3 \quad \text{N} \quad \text{kipsilevy 150mm liitinväli}$$

$$F_{v6Rd} := \frac{5 \cdot F_{3vRd} + 5 \cdot F_{4vRd}}{1000} = 57.592 \quad \text{kN}$$

$$F_{b7} < F_{v6Rd} \quad \text{OK}$$

Käyttöaste 25%

### Linja 5 jäykistys

$$F_{b8} := F_{b6} = 21.358 \quad \text{kN}$$

$$F_{b9} := F_{b7} = 14.501 \quad \text{kN}$$

Seinä on jäykistettävä levyillä sekä vinolaudoituksella  $50 \times 100 \text{ mm}^2$   $45^\circ$  kulmassa pystytukiin nähden käyttäen kuumasinkittyjä konenauloja  $3,1 \times 90 \text{ mm}^2$ .

Seinälle mahtuu 2 kpl 1000 mm leveitä levyjä molemmin puolin runkoa.

$$s_5 := 80 \quad \text{mm} \quad \text{liitinväli}$$

$$b_5 := 1000 \quad \text{mm} \quad \text{lohkon leveys}$$

$$c_5 := \frac{2 \cdot b_5}{h_1} = 0.741$$

$$F_{9vRd} := \frac{F_{1Rd} \cdot b_5 \cdot c_5}{s_5} = 3.61 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{tuulensuoja 1000 mm leveä}$$

$$F_{10vRd} := \frac{F_{2Rd} \cdot b_5 \cdot c_5}{s_5} = 4.444 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{kipsilevy 1000 mm leveä}$$

$$F_{v7Rd} := 2 \cdot F_{9vRd} + 2 \cdot F_{10vRd} = 1.611 \times 10^4 \text{ N} \quad \text{levyjen kapasiteetti}$$

$$F_{bd} := F_{b8} - \frac{F_{v7Rd}}{1000} = 5.249 \text{ kN} \quad \text{laudoille jäävä voima}$$

$$F_{Lad2} := \frac{\frac{F_{bd}}{2}}{\cos(45\text{deg})} = 3.712 \text{ kN} \quad \text{lautoihin kohdistuva voima}$$

Yhden laudan pään ja vaakapuun liittymään sopii 5 kpl nauvoja.

$$F_{Lk} = 4.26 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{yhden laudan kapasiteetti}$$

$$n_{\text{laudat2}} := \frac{F_{Lad2} \cdot 1000}{F_{Lk}} = 0.871 = 1 \quad \text{vinojäykisteiden lukumäärä}$$

### **Alapaarretason jäykistys havuvanerilevyillä, rakennuksen lyhyempi suunta**

Jäykistetään NR-rakenteiden alapaarretaso havuvanerilevyillä 2700x1200x12 (5 viilua). Kyseisiä levyjä on 10 kpl peräkkäin ja 10 kpl rinnakkain. Havuvanerilevyt kiinnitetään alapaarteen alapintaan kiinnitettyihin koolauspuihin osakierteisillä levyruuveilla 4,5x45.

Sovelletaan levyjäykistysmitoituksessa Eurokoodi 5:n periaatetta, jossa kiinnitys on kaikilla levyn reunoilla samanlainen. Tässä tapauksessa jokaisen kiinnikkeen sama voima on levyreunan suuntainen.

Levykentän kuormat ja rasitukset

$$w_{Bd} := w_{k1} + w_{k2} = 3.318 \text{ kN/m} \quad \text{kuorma}$$

$$M_d := \frac{w_{Bd} \cdot L^2}{8} = 261.291 \text{ kNm} \quad \text{suurin momentti}$$

$$V_d := \frac{w_{Bd} \cdot L}{8} = 10.41 \text{ kN}$$
 suurin leikkausvoima

Levytyksen suurin liitinväli

aikaluokka: hetkellinen

käyttöluokka: 1

$$R_{rd} := 530 \text{ N}$$
 ruuvien leikkauskestävyys

jäykistysmitoituksessa liitinkestävyyttä voidaan korottaa kertoimella 1,2

$$R_d := 1.2 \cdot R_{rd} = 636 \text{ N}$$
 ruuvien mitoituskestävyys

$$s_{\max} := \frac{R_d}{\frac{V_d}{B}} = 739.251 \text{ mm}$$
 suurin liitinväli

$$s := 150 \text{ mm}$$
 käytettävä liitinväli

$$\frac{s}{s_{\max}} = 0.203 \leq 1$$
 mitoitusehto

Käyttöaste 20% OK

Jäykistelevyjen päissä tulee koolauspuiden välissä käyttää lautoja 22x100, joihin levyjen päät saadaan kiinnitettyä liitinjaolla  $s = 150 \text{ mm}$ .

Levyjen lommahdustarkastus

$$E_k := 6387 \text{ N/mm}^2$$

$$G_k := 245 \text{ N/mm}^2$$

$$k_2 := \frac{2 \cdot G_k}{E_k} = 0.077$$

$$t_u := 12 \text{ mm}$$
 uuman paksuus

$$c := 2700 \text{ mm}$$
 uuman pituus

$$a := 400 \text{ mm}$$
 uuman korkeus

$$\frac{c}{a} = 6.75$$



$$f_{\text{vcrit}} := 3.3 \cdot k \cdot E_k \cdot \left(\frac{t}{a}\right)^2 = 17.072 \text{ N/mm}^2 \quad \text{levyn lommahdusjännitys}$$

$$f_{\text{vk}} := 3.5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{\text{vcrit}} = 17.072 \text{ N/mm}^2 > f_{\text{vk}} = 3.5 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \quad \text{mitoitusehto}$$

Levyn paneelileikkauskestävyys

$$\sigma_{\text{vd}} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{B \cdot t} = 0.108 \text{ N/mm}^2 \quad \text{levyyn kohdistuva leikkausjännitys}$$

$$f_{\text{vd}} := \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{\text{vk}} = 2.75 \text{ N/mm}^2 \quad \text{levyn paneelileikkauslujuus}$$

$$\sigma_{\text{vd}} = 0.108 \text{ N/mm}^2 < f_{\text{vd}} = 2.75 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \quad \text{mitoitusehto}$$

### Rakenteen omapainon riittävyys rakennuksen kaatumista vastaan

Rakennuksen kaatumista vastaan otetaan huomioon linja jolle tulee suurin kuormitus ja tämä on linja 2.

$$F_{\text{b3}} = 61.713 \text{ kN} \quad F_{\text{b4}} = 32.901 \text{ kN}$$

$$F_{\text{itEd}} := \frac{F_{\text{b4}} \cdot \left(\frac{h_1 + h_2}{10^3}\right) + F_{\text{b3}} \cdot \frac{h_1}{10^3}}{10.8} = 28.071 \text{ kN}$$

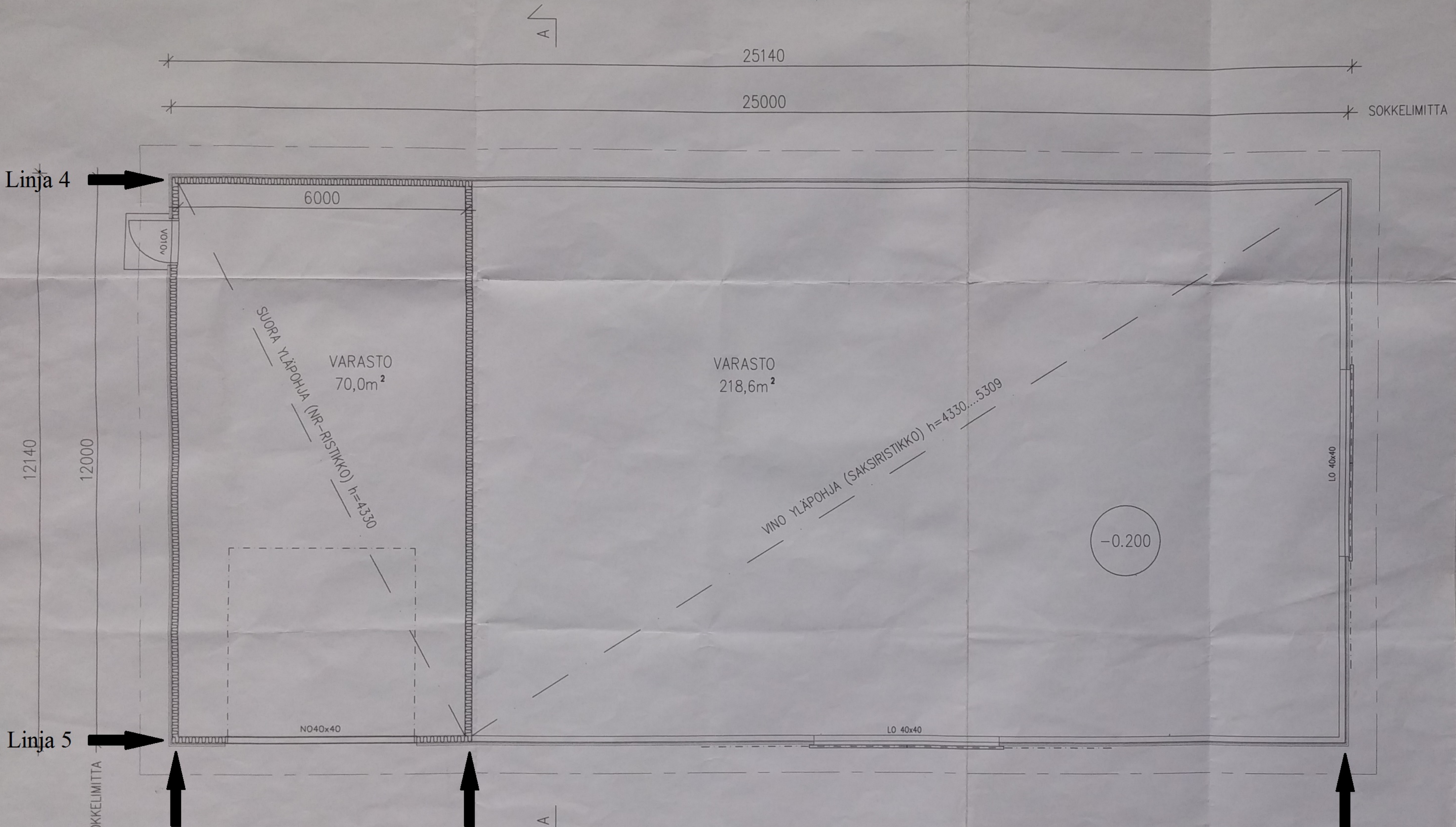
$$g_{\text{yp}} := 2.6 \text{ kN/m} \quad \text{yläpohjan metrikuorma}$$

$$g_{\text{s}} := 0.85 \text{ kN/m} \quad \text{seinän metrikuorma}$$

$$g_{\text{as}} := 3.9 \text{ kN/m} \quad \text{anturan ja sokkelin metrikuorma}$$

$$g_{\text{d}} := 0.9 \cdot (g_{\text{yp}} + g_{\text{s}} + g_{\text{as}}) = 6.615 \text{ kN/m} \quad \text{kaatumista vastustava metrikuorma}$$

$$L_{\text{k}} := \frac{F_{\text{itEd}}}{g_{\text{d}}} = 4.244 \text{ m} < 10,8 \text{ m} \quad \text{vaadittava seinän vähimmäispituus kaatumista vastaan}$$



Linja 4

Linja 5

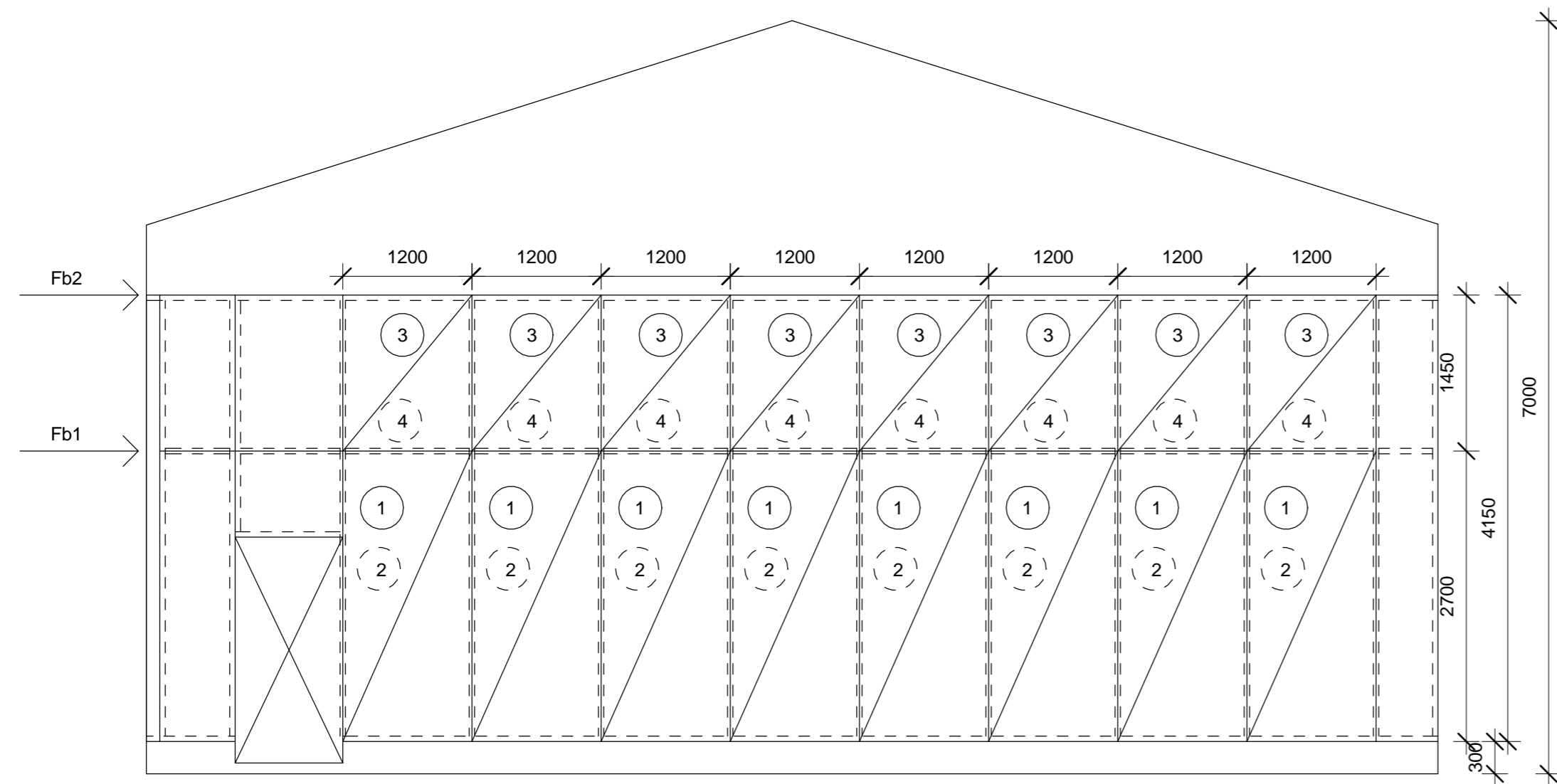
Linja 1

Linja 2

Linja 3

| Rakennuksen pinta-alat ja tilavuus |                | HALLIRAK. |
|------------------------------------|----------------|-----------|
| Huoneistoala,                      | m <sup>2</sup> | 290       |
| Kerrosala, bruttoala,              | m <sup>2</sup> | 305       |
| Tilavuus,                          | m <sup>3</sup> | 1715      |

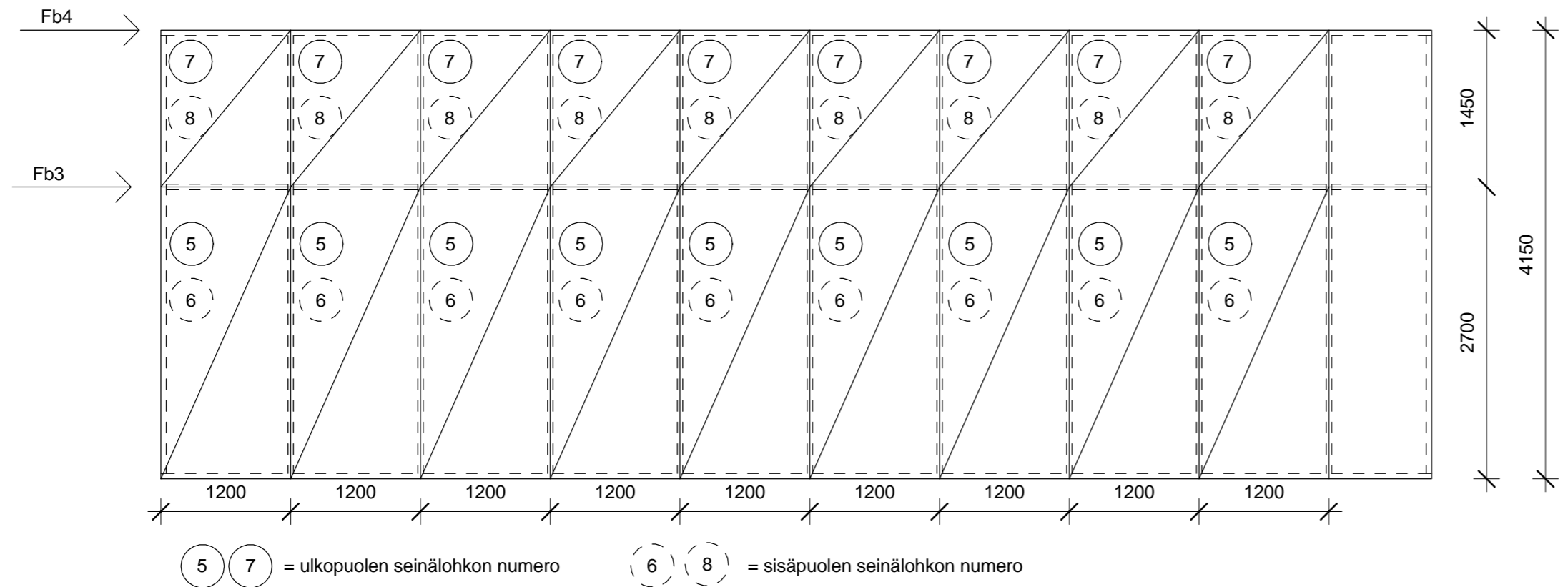
|   |  |                      |                                 |        |
|---|--|----------------------|---------------------------------|--------|
| K.O.S.A.<br>PEIPOHJA  | KORTTELI/TILA<br>EERIKINKANGAS I       | TOIKTI/No<br>3:222   | RAKENNUSLUVAN TUNNUS            |        |
| RAKENNUSLOMAKUNNAN<br>UUDISRAKENNUS   | RAKENNUSLUVAN<br>PÄÄPIIRUSTUS          |                      | AIKUS.No<br>2/4                 |        |
| RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE<br>VARASTORAKENNUS                           | PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ<br>POHJAPIIRUSTUS |                      | MITTAKAAVAT<br>1:50             |        |
| NINA SKINNARI<br>KÖYLJÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA                             | SUUNNITTELIJA<br>ARK                   | TYÖ No<br>333/14     | PIIR.No<br>002                  | MUUTOS |
| INSINÖÖRITOIMISTO<br>HARRI PELTONEN KY<br>KARHUSUONTIE 491B<br>27820 SÄKYLÄ | HARRI PELTONEN RI (ark)                | PÄIVÄYS<br>22.4.2014 | YHT.MENK.<br>HP Puh: 0440595654 |        |



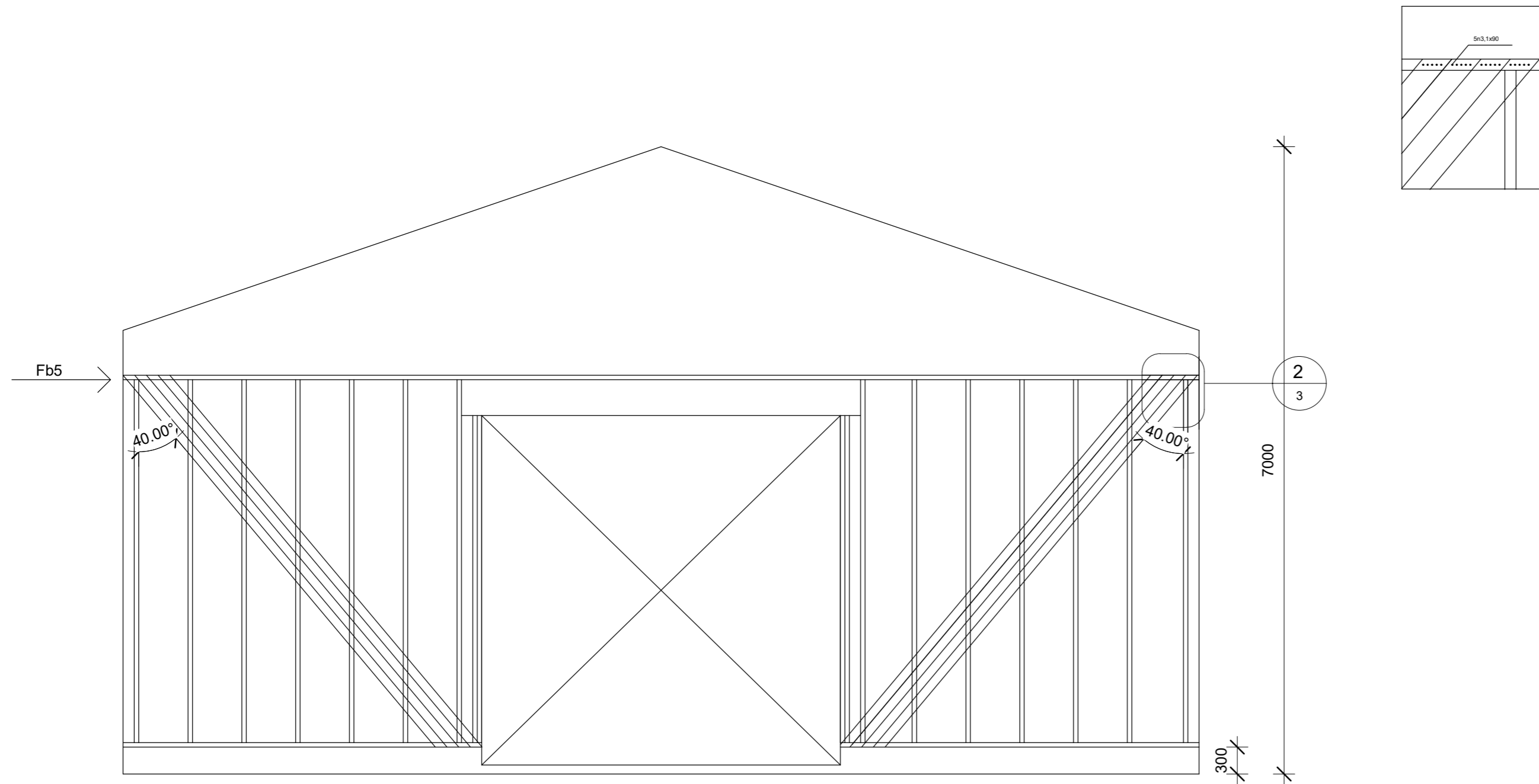
3
1 = ulkopuolen seinälohkon numero
 4
2 = sisäpuolen seinälohkon numero

|   |   |                                 |                          |
|---|---|---------------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kyliä<br><b>PEIPOHJA</b>   | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>                                     | Tonitti / Rno<br><b>3:222</b>   | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustuslaji<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>                                  | Juokseva numero<br><b>1/4</b>   |                          |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                                 |                          |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>RUNGON JÄYKISTYS</b><br><b>JÄYKISTELINJA 1</b> | mittakaava<br><b>1:50</b>       |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>  | Piirustuksen tunnus<br><b>1</b> | muutos                   |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnittelualue<br><b>RAK</b>   | Tiedosto                        |                          |

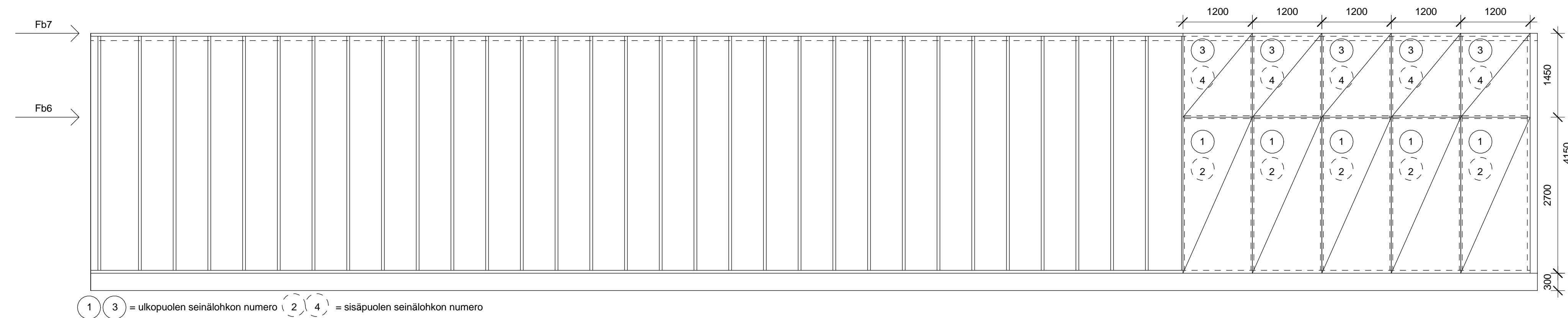
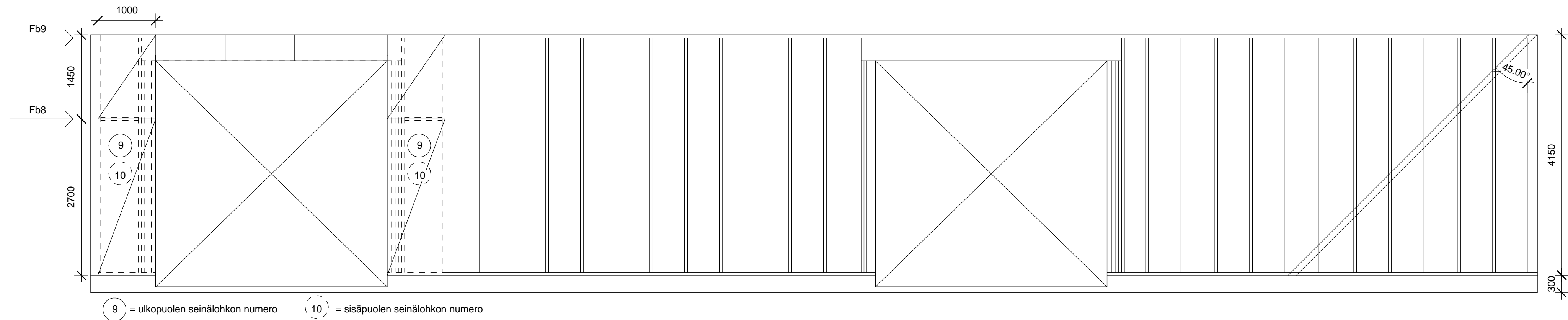
05/05/15



|   |   |                                 |                          |
|---|---|---------------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kyliä<br><b>PEIPOHJA</b>   | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>                                     | Tontti / Rno<br><b>3:222</b>    | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustuslaji<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>                                  | Juokseva numero<br><b>2/4</b>   |                          |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                                 |                          |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>RUNGON JÄYKISTYS</b><br><b>JÄYKISTELINJA 2</b> | mittakaava<br><b>1:50</b>       |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>  | Piirustuksen tunnus<br><b>2</b> | muutos                   |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnittelualue<br><b>RAK</b>   | Tiedosto                        |                          |
|   |   | 05/05/15                        |                          |



|   |   |                                 |                          |
|---|---|---------------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä<br><b>PEIPOHJA</b>  | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>                                     | Tontti / Rno<br><b>3:222</b>    | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustuslaji<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>                                  | Juokseva numero<br><b>3/4</b>   |                          |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                                 |                          |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>RUNGON JÄYKISTYS</b><br><b>JÄYKISTELINJA 3</b> | mittakaava<br><b>1:50</b>       |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>  | Piirustuksen tunnus<br><b>3</b> | muutos                   |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnitteluata<br><b>RAK</b>  | Tiedosto                        |                          |
|   |   | 05/05/15                        |                          |



|   |   |                                 |                        |
|---|---|---------------------------------|------------------------|
| Kaupunginosa / Kylä<br><b>PEIPOHJA</b>  | Kortteli / Tila<br><b>EERIKINK. 1</b>   | Tontti / Rno<br><b>3:222</b>    | Viranomaisten merkintä |
| Rakennustoimenpide<br><b>UUDISRAKENNUS</b>  | Piirustuslaji<br><b>RAKENNEPIIRUSTUS</b>  | Juokseva numero<br><b>4/4</b>   |                        |
| Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset   |   |                                 |                        |
| Rakennuskohde<br><b>VARASTORAKENNUS</b><br><b>KÖYLIÖNTIE 775, 32810 PEIPOHJA</b>  | Piirustuksen sisältö<br><b>RUNGON JÄYKISTYS</b><br><b>JÄYKISTELINJAT 4 JA 5</b> | mittakaava<br><b>1:50</b>       |                        |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br><b>MIKONKATU 12 AS 13</b><br><b>28100 PORI</b><br><b>0503478552</b> | Työnumero<br><b>333/14</b>  | Piirustuksen tunnus<br><b>4</b> | muutos                 |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br><b>JULIUS MYLLYKOSKI RI</b>                                 | Suunnitteluala<br><b>RAK</b>  | Tiedosto                        | 05/05/15               |