

Mikko Nyrhinen

**Puurunkoisen teollisuushallin suunnittelu**

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Mikko Antero Nyrhinen

Työn nimi: Puurunkoisen teollisuushallin suunnittelu

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 68

Liitteiden lukumäärä: 17

---

Tässä opinnäytetyössä suunnittelin puurunkoisen teollisuushallin yritykselle, joka laajentuakseen tarvitsee lisää varastotilaa. Tilaajana on Pauli Hakala ja Janne Tuomisto Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy:stä. Yritys sijaitsee Kurikassa, Jurvan kylässä. Teollisuushalli tullaan rakentamaan samalle tontille yrityksen jo olemassa olevien tilojen kanssa.

Suunnittelutyöhön kuuluu teollisuushallin julkisivujen suunnittelu, vaadittavien lupakuvien piirtäminen, tarvittavien runko-osien, alapohjan, anturan sekä rungon jäykistyksen mitoittaminen. Runko-osien mitoittamiseen käytettiin Finwood-ohjelmistoa. Julkisivut, asemakaava sekä pohjakuva piirrettiin ArchiCad-ohjelmistolla. Ristikoiden sijoituskuvaan piirtämiseen käytettiin Cads-ohjelmistoa. Kaikki laskelmat tehdään eurokoodien mukaisesti.

Opinnäytteeseen ei kuulu kattoristikoiden mitoitusta eikä LVIS-suunnitelmia.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Mikko Antero Nyrhinen

Title of thesis: Designing a timber framed industrial building

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2014

Number of pages: 68

Number of appendices: 17

---

In the thesis I designed and calculated everything from the beginning for a timber framed industrial building, which is meant to be built in Kurikka, Jurva. The clients for this thesis were Pauli Hakala and Janne Tuomisto from Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy, who helped me through the thesis.

I used a program called Finwood to make the calculations about the timber frame. All of the calculations were made following Eurocode standards. For the drawings which will be needed when I am going to apply the building permit for the building, I used ArchiCad- and CADS programs. HVAC and electrical plans were not included in the thesis.

Keywords: timberframe, structural engineering, building designing, regional planning, construction drawing

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 SUUNNITTELU.....	8
2.1 Tavoitteet.....	8
2.2 Aloitus.....	8
3 RAKENNUSSUUNNITTELU.....	9
3.1 Aloitus.....	9
3.2 Asemakaava.....	10
3.3 Perustukset.....	11
3.4 Paloluokka.....	12
3.5 Rakennuksen u-arvo.....	12
4 RAKENNESUUNNITTELU.....	14
4.1 Aloitus.....	14
4.2 Viranomais määräykset.....	14
4.3 Kuormitukset.....	14
4.3.1 Lumikuorma.....	15
4.3.2 Tuulikuorma.....	15
4.4 Murto- ja käyttörajatila.....	16
4.5 Perustukset.....	17
4.6 Alapohja.....	19
4.7 Runko.....	19
4.8 Rungon jäykistys.....	19
4.9 Aukon ylittävät palkit.....	20
4.10 Oviaukkojen pielitopat.....	21
4.11 Kokonaisuus.....	21
5 YHTEENVETO.....	22

LÄHTEET .....	23
LIITTEET .....	25
Liite1. Julkisivut pohjoinen ja itä.....	26
Liite 2. Julkisivut etelä ja länsi.....	27
Liite 3. Asemakaava.....	28
Liite 4. 3D-kuvat .....	29
Liite 5. Pohjakuva.....	32
Liite 6. Yleisleikkaus.....	33
Liite 7. Otteita asemakaavaselistuksesta.....	34
Liite 8. Yläpohjan mittapiirustus .....	38
Liite 9. Alapohjan rakennekuva .....	39
Liite 10. Yläpohjan rakennekuva .....	40
Liite 11. Ulkoseinän rakennekuva .....	41
Liite 12. Väliseinän rakennekuva .....	42
Liite 13. Runkotolpan mitoitus.....	43
Liite 14. Pielitolpan mitoitus .....	49
Liite 15. Aukkojen kannatinpalkin mitoitus .....	54
Liite 16. Nosto-oven kannatinpalkin mitoitus.....	60
Liite 17. Rungon jäykistyslaskelma .....	65

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Sk</b>	Paikkakunta-kohtainen lumikuorma.
<b>Käyttörajatila</b>	Rajatila, jossa rakenne lakkaa täyttämästä sille käytössä asetetut vaatimukset.
<b>Murtorajatila</b>	Rajatila, jossa rakenne menettää kantokykynsä tai muutoin käyttökelpoisuutensa kantavana rakenteena.
<b>G<sub>kj</sub></b>	Pysyvän kuorman ominaisarvo
<b>Q<sub>k,1</sub></b>	Määräävän muuttuvan kuorman ominaisarvo
<b>K<sub>fi</sub></b>	Kuormakerroin seuraamusluokan mukaan
<b>CC1</b>	Seuraamusluokka, jossa vähäiset seuraamukset hengenmenetysten tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia
<b>SRakMK</b>	Suomenrakentamismääräyskokoelma

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tehdään puurunkoisen hallin rakenne- ja rakennussuunnittelu. Toimin rakennushankkeen rakenne- ja rakennussuunnittelijana ja laadin kaikki viranomaisten vaatimat lupa-asiakirjat. Opinnäytteeseen kuuluu lisäksi yrityksen piha-alueen uudelleen suunnittelu johtuen yrityksen kasvusta ja tilan lisätarpeesta.

Opinnäytetyössäni esitän teollisuushallin runkorakenteiden mitoituksen. Tilaajan kanssa on sovittu, että halli tulee puurunkoisena, eli kantavissa rakenteissa käytetään sahatavaraa. Puurungon valintaan johti sen edullisuus ja tilaajan oma ammattitaito puurakentamisessa. Tilaajana toimiva yritys on rakennusalan yritys, joka on toiminut vuosikymmeniä rakennusalalla. Teollisuusrakennuksen koko tulee olemaan 300 m<sup>2</sup>. Teollisuushallista 200 m<sup>2</sup> tulee kylmää tilaa, jossa tullaan säilyttämään materiaaleja, jotka ovat herkkiä kosteudelle. Kolmasosa eli 100 m<sup>2</sup> hallista tulee puolilämmintä tilaa, jossa on tarkoitus huoltaa yrityksen ajoneuvoja. Nämä tilat jaetaan väliseinällä. Koska rakennukseen ei tule lämmintä tilaa, sen ei tarvitse täyttää asuttujen tilojen vaatimuksia.

Rakennus on tarkoitus rakentaa mahdollisimman kustannustehokkaasti, joten suunnittelussa on pyritty tekemään rakenteista mahdollisimman yksinkertaisia. Tilaajan kanssa on yhteisissä palavereissa sovittu suunnittelun tavoitteista ja vaatimuksista.

## **2 SUUNNITTELU**

### **2.1 Tavoitteet**

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä puurunkoisen hallin rakenne- ja rakennussuunnitelmat tämänhetkisten määräysten mukaisesti. Rakennesuunnitelmien lähtökohtana on kustannustehokkaat ja yksinkertaiset ratkaisut. Aluesuunnittelussa on tavoitteena saada piha-alueesta toimiva kokonaisuus ja luoda yrityksestä ammattimainen kuva. LVIS-suunnittelu sekä kattoristikoiden mitoitus ei kuulu tähän opinnäytetyöhön.

### **2.2 Aloitus**

Suunnittelun aluksi pidettiin aloituspalaveri työn tilaajan kanssa rakennuskohteessa, jossa kävimme läpi tilaajan toiveita ja vaatimuksia koskien kyseistä rakennusta. Tilaajalla oli valmiiksi mietityt hallin ulkomitat, alakattokorkeus, runkomateriaali, julkisivumateriaali sekä rakennuksen suurpiirteinen sijainti tontilla. Rakennuksen pitää myös ulkonäöltään sopeutua yrityksen piha-alueeseen, jossa on olemassa oleva henkilöstötila/hallirakennus ja asuinrakennuksessa toimiva yrityksen toimisto. Tehtäviin kuului siis lupakuvien, lupa-asiakirjojen täyttäminen, kohteen rakennesuunnittelu sekä päivittää yrityksen piha-alue toimivammaksi kokonaisuudeksi, koska piha-alue on jäämässä liian pieneksi johtuen yrityksen kasvusta.



### 3 RAKENNUSSUUNNITTELU

#### 3.1 Aloitus

Suunnittelua aloittaessani tutustuin yhdessä tilaajan kanssa rakennusalueeseen ja kävimme läpi vaadittavat määräykset rakennuskohteessa (Kuva 1). Tämä antoi minulle erinomaiset valmiudet lähteä suunnittelemaan kyseistä rakennusta sille määrätylle tontille, joka näkyy alla olevassa kuvassa. Suunnittelun aloitin julkisivukuvien piirtämisellä. Hahmottelin ArchiCad-ohjelmistolla julkisivukuvat. Muutamien kuvien jälkeen pääsimme tilaajan kanssa heitä tyydyttävään päätökseen hallin ulkonäöstä. Tilaajalla oli vaatimus, että julkisivu tehdään pystylaudoituksella ja vesikaton päällysrakenteeksi tulee peltikate, aivan kuten muissakin piha-alueeseen kuuluvissa rakennuksissa. Vaatimuksena oli myös, että julkisivun väri on punainen ja peltikate on musta. Julkisivupiirrokset liitteissä 1 ja 2.



Kuva 1. Hallin rakennuspaikka.

### 3.2 Asemakaava

Tilaajan vaatimuksena oli, että piha-alue suunnitellaan toimivammaksi kokonaisuudeksi. Asemakaavaan suunnittelin piha-alueen uudelleen. Rakennusten keskellä oleva aukea tila tulee kasvamaan, että siinä pystyy tulevaisuudessa myös suuremmalla ajoneuvolla kääntymään ilman ongelmia. Parkkipaikat tulevat siirtymään uuden hallin vasemmalle puolelle. Ennen ne sijaitsivat vanhan hallin edustalla ja tästä syystä piha-alue oli erittäin ahdas (kuva 2). Yrityksen tontille johtava tie tullaan myös leventämään, että se soveltuisi tulevaisuudessa suuremmille ajoneuvoille (kuva 3). Piirsin alueesta ArchiCad-ohjelmistolla 3D-kuvia havainnollistamaan tilaajalle, miltä yrityksen piha-alue tulisi näyttämään. Vaatimuksena oli, että kuvissa näkyvä mänty, joka sijaitsee tulevan hallin edessä, säilytetään. Tämä tulee antamaan piha-alueelle arvokkuutta. Asemakaava liite 3, 3D- kuvat liite 4.



Kuva 2. Nykyinen piha-alue.



Kuva 3. Pihaan johtava ajotie.

### 3.3 Perustukset

Tontin maaperä on savipohjainen, joten tilaajan kanssa sovittiin, että massanvaihto tehdään tarvittavaan syvyyteen saakka, että perustusten painumat ja liialliset elämiset saadaan estettyä. Perustukset tullaan tekemään nauha-anturana, jonka päälle muurataan harkoista sokkeli, Sokkelin päälle tulee puurunko. Rakennuksen pohjapiirros löytyy liitteestä 5. Rakennuksen yleisleikkaus löytyy liitteestä 6.

### 3.4 Paloluokka

Rakennuksen paloluokkaa määritettäessä täytyi perehtyä paloluokkaan liittyviin määräyksiin (Hallirakennuksia koskevat yleiset määräykset, palomääräykset. 2011). Paloluokan määrittäviä tekijöitä ovat:

- kerrosluku
- korkeus
- kerrosala
- henkilömäärä
- palo-osaston enimmäisala ja poistumistiet

Paloluokaksi määräytyi kevyin luokka P3 (Suomen Rakentamismääräyskokoelma, E2 Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. 2005), koska kyseessä on 1-kerroksinen varastorakennus, jonka korkeus on alle 14 m. Kerrosala tulee olemaan alle 2400 m<sup>2</sup>. Rakennuksen henkilömäärälle ei tule olemaan rajoitusta, koska kyseessä on tuotanto- ja varastotilat. Palo-osaston enimmäisala on P3-luokan varasto-rakennuksessa 2000 m<sup>2</sup>, joka kyseisessä rakennuksessa alittuu helposti (Hallirakennuksia koskevat yleiset määräykset, palo-osastoinnin koko. 2005). Poistumistien enimmäispituus kyseisessä rakennuksessa saa olla maksimissaan 45 m. Rakennuksesta on mahdollista poistua ikkunoista koska ne kaikki sijaitsevat maanpinnan tasolla.

### 3.5 Rakennuksen u-arvo

Rakennusten u-arvot ovat nykyään rakentamisessa erittäin tärkeässä roolissa ja puhuttavat kaikkia, jotka rakentavat. Määräykset tiukkenevat tiuhaan tahtiin. Kyseisessä rakennuksessa tulee olemaan kevyemmät vaatimukset u-arvolle, koska rakennuksesta 200m<sup>2</sup> tulee kylmää tilaa, jolle ei ole u-arvovaatimuksia, koska sitä ei aiota lämmittää. Puolilämpimälle tilalle on määrätty u-arvoiksi:

- Yläpohja: 0,14 W/m<sup>2</sup>K

- Ulkoseinä:  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Alapohja:  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ikkunoille ja oville määräävä arvo on  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

(Suomen Rakentamismääräyskokoelma C3. 2010).

Kun tarkastellaan puolilämmintä tilaa, u-arvovaatimukset tulevat olemaan vähäisemmät kuin lämpimässä tilassa. Tämä tarkoittaa käytännössä siis ohuempia eristekerroksia, mikä tulee näkymään säästönä rakennuskustannuksissa. Eristekerroksen paksuus täytyy ottaa huomioon mitoittaessa runkotolppaa, että eristeet saadaan hyvin asennettua.

## 4 RAKENNESUUNNITTELU

### 4.1 Aloitus

Rakennesuunnittelun aloittamiseksi tarvittiin tiedot ovien ja ikkunoiden sijainneista sekä hallin mitat. Rakennussuunnittelua tehdessäni sain hyvinkin vapaat kädet ikkunoiden ja ovien sijoittamiseen kunhan ne ovat käytännössä toimivia ratkaisuja. Näillä tiedoilla pystyin aloittamaan kuormitusten määrittelyn.

### 4.2 Viranomaismääräykset

Suunnittelussa on käytetty uusimpia Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä sekä Eurocode-normeja (RIL 205-2009. 2009). Itse puurakenteiden mitoituksessa käytettiin Finnwood 2.3-ohjelmistoa. Kohteen sijainti on Kurikassa, Jurvan kylässä. Rakennus tulee sijaitsemaan teollisuusalueeksi kaavoitetulla alueella.

Kyseinen tontti, johon rakennus tullaan rakentamaan, oli vielä opinnäytetyötä aloittaessa kaavoitettu puistoalueeksi, mutta opinnäytetyön edetessä kaavamuuotos on mennyt kaupungin hallituksen ja valtuuston käsittelyssä läpi. Näin ollen tilaaja pääsee ostamaan tontin ja rakentamaan hallirakennuksen tontille. Viranomaisvaatimukset rakennuspaikalle löytyvät liitteestä 7.

### 4.3 Kuormitukset

Kantavan rungon kuormitukset tulevat kolmesta eri osa-alueesta:

- lumikuorma
- yläpohjan omapaino
- tuulikuorma

(SFS-EN 1991-1-1 + AC. 2003)

#### 4.3.1 Lumikuorma

Lumikuorman mitoitus on todella tärkeä ja nykypäivänä puhuttava aihe. Kun nykyään on tapahtunut jo monia hallirakennusten katon romahtamisia johtuen suuresta lumikuormasta ja rakennusvirheistä. Mitoittamisessa käytetään varmuuskertoimia, että rakenteet tulevat varmasti kestämään suuri lumisenkin talven. Lumikuormaa määriteltäessä apuna oli (SFS-EN 1991-1-3. 2003). Standardista löytyy kaava paikkakuntaakohtaisen lumikuorman määrittämiseen:

$$s = \mu * C_e * C_t * s_k. \quad (1)$$

$\mu$  = Lumikuorman muotokerroin

$C_e$  = Tuulensuojaiskerroin

$C_t$  = Lämpökerroin

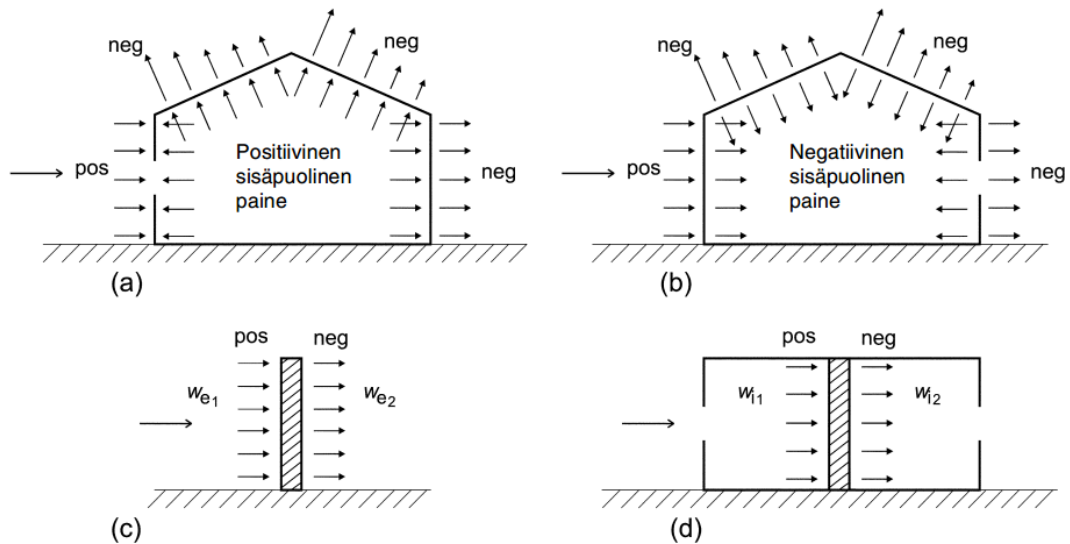
$s_k$  = Paikkakuntaakohtainen lumikuorma

Kaavaa 1 käyttäen lumikuorman arvoksi Jurvassa saatiin 1,84 kN/m<sup>2</sup>.

#### 4.3.2 Tuulikuorma

Tuulikuorma aiheuttaa painekuormaa ja imukuormaa rakennukseen riippuen siitä mistä päin tuuli vaikuttaa. Rakennus tulee olemaan maastoluokassa 2, ”alue jolla on matalaa kasvillisuutta, kuten heinää tai ruohoa ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), jotka ovat vähintään esteen 20-kertaisen korkeuden etäisyydellä toisistaan”. Maastoluokan määrittämisen jälkeen saadaan määritettyä puuskanopeuspaine kyseiselle rakennukselle. Määrittämiseen tarvitaan myös rakennuksen korkeutta. Puuskanopeuspaine  $Q_{po} = 0,58 \text{ kN/m}^2$ . Tämän jälkeen lasketaan seinien ulko- ja sisäpintoihin vaikuttavat tuulenpaineet. Kun nämä tiedetään, pystytään laskemaan seiniin kohdistuvat nettopaineet. Laskennassa oletettiin tuulevan etelästä, johtuen rakennuksen sijainnista (rakennuksia ja

kasvustoa on muilla ilmansuunnilla suojaamassa rakennusta). Laskennassa nettopaine eteläiselle seinälle on  $+0,58 \text{ kN/m}^2$  ja pohjoiselle seinälle  $-0,406 \text{ kN/m}^2$ . (SFS-EN 1991-1.4. 2003)



Kuvio 5.1. Pintoihin vaikuttavat paineet (SFS-EN 1991-1-4, 42)

#### 4.4 Murto- ja käyttörajatila

Rakennusten mitoittamisessa tarkastellaan käyttö- ja murtorajajiloja. Rakenteiden mitoittamisessa on aina kysymys ihmisten turvallisuudesta, tästä syystä kaavoissa käytetään varmuuskertoimia.

- Käyttörajatilamitoituksessa tarkastellaan rakenteiden kestävyyttä käytössä. Tämä tarkoittaa siis sitä, että rakenteet eivät halkeile tai aiheuta muita ulkonäkö- ja mukavuushaittoja käyttäjälle (kuten liiallinen taipuma tai värähtely). Käyttörajatilan laskentakaava:

$$P_k = 1 \cdot G_k + 1 \cdot Q_k. \quad (2)$$

$G_k$  = Pysyvä kuorma

$Q_k$  = Muuttuva kuorma



- Murtorajatilamitoituksessa tarkastellaan sitä pistettä, kun mitoitettava rakenne murtuu tai menettää muuten kantokykynsä, eli aiheuttaa vaaraa rakennuksessa oleville henkilöille. Murtorajatilaa kaava:

$$P_d = 1,15 * K_{fi} * G_{kj} + 1,5 * K_{fi} * q_{k,1}. \quad (3)$$

$G_{kj}$  = Pysyvä kuorma

$q_{k,1}$  = Muuttuva kuorma

$K_{fi}$  = Kuormakerroin

(SFS-EN 1990)

Murto- ja käyttörajatilassa tarkastellaan useita kuormitusyhdistelmiä eri aikaluokissa. Aikaluokkia ovat pysyvä, pitkäaikainen, keskipitkä, lyhytaikainen ja hetkellinen. Kyseinen rakennus kuuluu seuraamusluokkaan CC1, josta johtuen  $K_{fi}$  arvoksi saadaan 0,9 (SFS-EN 1990).

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä maa- ja vesirakennuskohteita koskevia esimerkkejä
CC3	<b>Suuret</b> seuraamukset hengenmenetyksen tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Pääkatsomot; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat suuret (esim. konserttitalo)
CC2	<b>Keskisuuret</b> seuraamukset hengenmenetyksen tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	<b>Vähäiset</b> seuraamukset hengenmenetyksen tai pienten tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Maa- ja metsätalousrakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä (esim. varastorakennukset), kasvihuoneet

Taulukko B1 Seuraamusluokkien määrittely (SFS-EN 1990, sivu 92)

#### 4.5 Perustukset

Perustus on rakennuksen tärkein osa. Perustuksen kautta siirtyy kaikki rakennuksesta aiheutuvat kuormat maapohjalle. Näitä kuormia ovat rakennuksen omapaino, lumikuorma ja tuulikuorma. Perustukset tulee mitoittaa oikein, että

rakennus ei missään vaiheessa ala vajota tai kallistua. Rakennuskohteessa ei ole tehty tarkempaa pohjatutkimusta, tästä syystä käytin laskelmissa pohjapaineen arvoa  $100 \text{ kN/m}^2$  (Hakala 2014). Tämä arvo on valittu siksi, että se on varmasti vaadittavan alapuolella. Tästä syystä myöhemmin ei ole odotettavissa ikäviä yllätyksiä. Anturan mitoitettiin Eurocode 2:n mukaisesti. Laskin anturalle tulevan kuorman rakenteiden omapainoista sekä lumikuormasta. Laskelmien perusteella  $400 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$  anturan pitäisi kestää hyvin, vaikka ei ole täyttä varmuutta pohjan kestävyydestä. Antura ylimitoitettiin kokoon  $600 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$  ja tämän lisäksi anturaan lisätään  $3 \times 10 \text{ mm}$  harjateräkset.

Perustuksissa tulee ottaa huomioon routaeristys. Talvella jää pyrkii pääsemään anturan alle. Routaeristyksen tehtävänä on juurikin estää tämä tapahtumasta. Jos jää pääsee perustusten alle, riski vaurioista kasvaa. Riskejä ovat perustusten halkeilu, salaojaputkien hajoaminen sekä piha-alueen kallistusten muuttuminen (Routasuojaus. 2013. [viitattu 8.4.2014]). Perustusten routasuojaukseen käytetään  $70 \text{ mm}$  eps-eristettä, tämän tulee ulottua  $1,5 \text{ m}$  päähän rakennuksen sokkelista. Leikkauskuva liite 6.



Kuva 4. Maanvarainen laatta. (K-rauta.fi)

## 4.6 Alapohja

Alapohjaksi valittiin maanvarainen teräsbetonilaatta. Alapohjan mitoitus tehtiin maanvaraisen autohallilattian mukaisesti. Raudoitus asennetaan laatan pinnasta -40mm (rasitusluokka XC3;XD1). Raudoituksen asentaminen mahdollisimman lähelle pintaa estää laatan yläpinnan halkeilun (Betonilattiat kortisto. 2012 s.10-15). Alapohjan tärkeimmät ominaisuudet eriteltyinä:

- Alapohjan vahvuus on 120mm.
- Betonin lujuusluokka on C30/37
- Laatan raudoitteena käytetään teräsverkkoa B500K 12-120

## 4.7 Runko

Rungon materiaalina tullaan käyttämään sahatavaraa. Kantavan rungon päämitat tulivat rakennussuunnittelun suunnitelmista. Runkotolpan korkeudeksi tuli 3800 mm ja rungon jako on k/600 mm. Runkotolpan mitoiksi tuli mitoituksen jälkeen 48 mm x 147 mm.

## 4.8 Rungon jäykistys

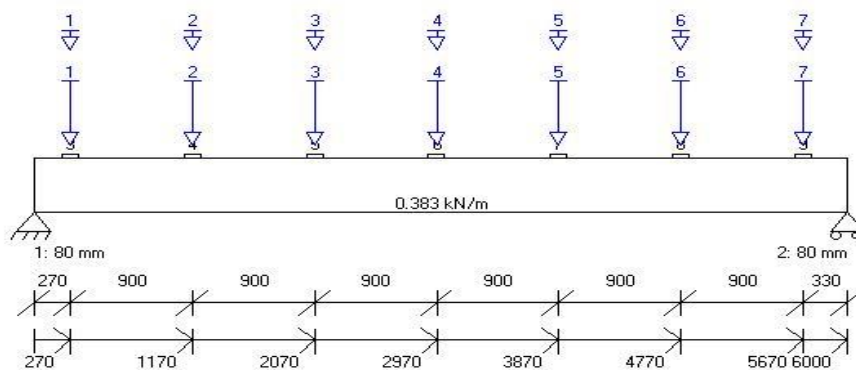
Kun lähdetään miettimään rakennuksen yleistä toimivuutta, sen tulee pysyä vakaana äärimmäisissäkin tilanteissa (EC 5 Sovelluslaskelmat asuinrakennus. 2010). Tuulenpaine aiheuttaa runkoon työntö- ja imuvoimaa, josta johtuen runko pyrkii liikkumaan (esitelty tarkemmin luvussa 4.3.2 Tuulikuorma). Runko täytyy jäykistää ettei liikettä tapahdu liikaa, josta voisi pahimmassa tapauksessa seurata rungon hajoaminen. Kyseessä on suhteellisen pitkä rakennus (30 m). Tästä syystä tuulivoimat ovat suhteellisen suuret, jos jäykistystä mietitään pelkästään päätyseinille, kuten laskemissa on tehty. Päätyseinille tulevia kuormituksia saadaan kevennettyä kun käytetään rakennettavaa väliseinää jäykistävänä rakenteena. Kun väliseinä ottaa osan aiheutuneista kuormituksista, tuulikuorma jakaantuu kolmeen eri pisteeseen eikä vain molemmille pääty seinille. Rungon

jäykistykseen käytetään 9 mm paksuisia vanerilevyjä. Vanerien kiinnitys runkoon tehdään 3,1 x 50 mm nauloilla 60 mm välein. Vanerien päälle laitetaan vielä tuulensuojalevyt, jotka lisäävät rungon jäykistystä. Tuulensuojalevyjä ei ole otettu huomioon laskelmissa, joten jäykistys on varmasti riittävä.

Myös katon jäykistys täytyy olla riittävä. Kattoristikoiden jäykistystapa löytyy liitteestä 8, jossa on esitetty reivaus ristikoille. Alakatto täytyy myös jäykistää. Jäykistys tehdään yhtenäisenä levyrakenteena. Levynä toimii yksinkertainen kipsilevy. Kun alakatto on levytetty, rakenteesta tulee yhtenäinen ja se estää katon liikehdinnän (RIL 248-2013. 2013).

#### 4.9 Aukon ylittävät palkit

Kahden aukon ylitys on 6000 mm ja ovellisen aukon ylitys on 4500 mm. Palkit tullaan tekemään kertopuusta johtuen suurista kuormista. Kuormitus palkeille tulee pistekuormina kattoristikoista (kuva 5). Mitoituksessa käytettiin kattoristikojakoa 900 mm. Mitoitettuna palkeista tuli 500 mm korkeita. Palkkien korkeus ei haittaa, koska aukkojen korkeus pysyy tarpeeksi suurena käyttötarkoitusta ajatellen.



Kuva 5. Aukonylityspalkin mitoitus tapaus.

#### 4.10 Oviaukkojen pielitolpat

Pielitolpille tulevat suuret rasitukset johtuen suurista oviaukoista (6000mm sekä 4500mm). Aukkojen yllä olevista palkeista siirtyy kuormitus pielitolpalle. Tolpan täytyy siis ottaa puolet koko palkiston kuormasta. Pielitolppien mitoituksessa oli ajatus, että sen täytyy olla saman vahvuinen kuin itse runkotolppa, eli 147 mm. Mitoituksen jälkeen pielitolpan kooksi tuli 96 mm x 147 mm. Käyttöaste tälle on 85,3 %. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tolpan kokonaiskestävyydestä on käytössä 85,3 %. Kuormitus on suhteellisen korkea. Tästä syystä kasvatin tolpan kokoa. Tolpan kooksi tulee 144 mm x 147 mm. Mitoittamisen alussa päätettiin, että pielitolpat tullaan rakentamaan runkotolppia hyödyntämällä. Mitoitettu pielitolppa saadaan naulaamalla kolme runkotolppaa yhteen.

#### 4.11 Kokonaisuus

Rakennuksen anturana tulee toimimaan nauha-antura, joka kiertää koko rakennuksen yhtenäisenä. Anturan päälle tullaan muuraamaan kevytsoraharkkoista sokkeli, jonka päälle tulee alasidepuu, josta taas nousee runkotolpat. Sokkelin ja alasidepuun väliin asetetaan huopa, jotta kosteus ei pääse nousemaan runkorakenteisiin. Alasidepuu kiinnitetään sokkeliin harjateräksillä. Harjateräksien kiinnitys sokkeliin tehdään valamalla teräkset ylimpien harkkojen sisään. Teräksinä käytetään 10 mm harjateräksiä ja jakona 1200 mm. Rungon yläpään jäykistys tehdään yläsidepuulla, joka sitoo runkotolpat toisiinsa. Runko-osien mitoitus liitteissä 13 ja 14. Kattoristikoiden mitoitus ei kuulunut tähän opinnäytetyöhön, joten niiden mitoituksen tulee hoitamaan Jukajan Ristikko Oy antamieni tietojen perusteella.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja mitoittaa 300 m<sup>2</sup> teollisuushalli Jurvaan. Tilaajan kanssa päätettiin, että halli rakennetaan puurunkoisena, johtuen tilaajan omasta ammattitaidosta. Työn sisältöön kuului siis hallin arkkitehtinen suunnittelu, rakenteiden mitoitus, piha-alueen uudelleen suunnittelu ja tarvittavien lupa-paperien täyttäminen.

Suunnittelua aloittaessani tiedettiin, että hallista 1/3 tulee puolilämmintä tilaa huoltotilaksi ja loput 2/3 materiaalivarastoksi. Nämä tilat erotetaan väliseinällä joka toimii myös jäykistävänä rakenteena. Eurokoodeja ja SRakMk:a apuna käyttäen selvitin vaadittavat ominaisuudet paloluokitukselle sekä lämmöneristykselle. Suunnittelun aloitin julkisivukuvien piirtämisellä ja niiden hyväksyttämällä tilaajalla. Tilaajalla oli selkeä näkemys rakennuksen julkisivusta, koska kahden tontilla sijaitsevan rakennuksen julkisivu on punainen pystylauditus, ja hallin pitää sopia pihaympäristöön. Tämän jälkeen suunnittelin piha-alueen uudelleen. Tämän tein ArchiCad-ohjelmistolla.

Vaadittavien lupakuvien jälkeen aloitin rakenteiden mitoittamisen.

Opinnäytetyön teko oli melko selkeä, koska tietoa aiheesta löytyy paljon ja sain suunnitteluun hyvin vapaat kädet.

## LÄHTEET

Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan. [Verkkajulkaisu]. RTT/Betoni. [viitattu 10.4.2014]. Saatavana: [http://www.eurocodes.fi/1992/paasivu1992/sahkoinen1992/Leaflet\\_6\\_Perustukset.pdf](http://www.eurocodes.fi/1992/paasivu1992/sahkoinen1992/Leaflet_6_Perustukset.pdf)

Betonilattiat kortisto. 2012. [verkkajulkaisu]. Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiyhdistys ry. [viitattu 10.4.2014]. Saatavana: [www.rudus.fi/Download/26589/Betonilattiat%20kortisto.pdf](http://www.rudus.fi/Download/26589/Betonilattiat%20kortisto.pdf)

EC 5 Sovelluslaskelmat asuinrakennus. 2010. Eurokoodi 5. [Verkkajulkaisu]. Puuinfo. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodit-ja-standardit/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus0.pdf>

Hakala, P. 2014. Toimitusjohtaja. Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy. Haastattelu 28.3.2014

Hallirakennuksia koskevat yleiset määräykset, palomääräykset. 2011. [Verkkosivu]. Puuinfo. [viitattu 8.4.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/rakentamismaaraykset/hallirakennuksia-koskevat-yleiset-vaatimukset-palomaaraykset-2011>.

Hallirakennuksia koskevat yleiset määräykset, palo-osastoinnin koko. 2005. [Verkkosivu]. Puuinfo. [viitattu 8.4.2014]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/rakentamismaaraykset/tuotanto-ja-varastorakennuksia-koskevat-palomaaraykset-e2-2005>.

Maanvarainen laatta. [Kuva]. K-Rauta. Saatavana: <http://www.k-rauta.fi/rakentajanabc/perustuksetjaroutasuojaus/pages/perustukset.aspx>

Rakennekuvat. [Verkkosivu]. Finnfoam. [viitattu 8.4.2014]. Saatavana: <http://www.finnfoam.fi/info/suunnittelijoille/rakennekuvat/>

RIL 205-2009. 2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Eurokoodi EN 1995-1-1+A1+AC. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 248-2013. 2013. NR-kattorakenteen jäykistyksen suunnittelu. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Routasuojaus. 2013. [Verkkosivu]. Rakentaja.fi. [viitattu 8.4.2014]. Saatavana: [http://www.rakentaja.fi/artikkelit/5391/eps\\_routa.htm#.U0qkP\\_I\\_uUs](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/5391/eps_routa.htm#.U0qkP_I_uUs)

SFS-EN 1991-1-1 + AC. 2003. Yleiset kuormat. Tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat . Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

SFS-EN 1990. 2003. Rakenteiden suunnitteluperusteet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Suomen Rakentamismääräyskokoelma C3. 2010. Rakennuksen lämmöneristysmääräykset. [Verkkajulkaisu]. Ympäristöministeriö. [Viitattu 8.4.2014]. Saatavana: <http://www.ymp.fi/download/noname/%7BD446F925-D0D4-4114-83EE-40A2E9250F24%7D/92389>.

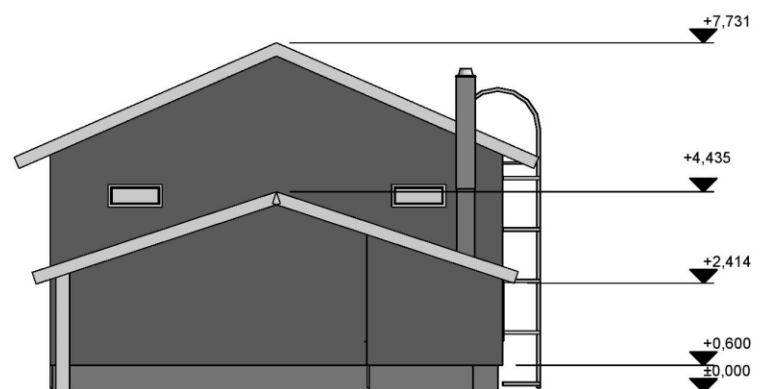
Suomen Rakentamismääräyskokoelma E2 2005. Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. [Verkkajulkaisu]. Ympäristöministeriö. [Viitattu 8.4.2014]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/28207-E2su2005.pdf>



## LIITTEET

- Liite 1: Julkisivut pohjoinen ja itä
- Liite 2: Julkisivut etelä ja länsi
- Liite 3: Asemakaava
- Liite 4: 3D-Kuvat
- Liite 5: Pohjakuva
- Liite 6: Yleisleikkaus
- Liite 7: Otteita asemakaavaselostuksesta
- Liite 8: Yläpohjan mittapiirustus
- Liite 9: Alapohjan rakennekuva
- Liite 10: Yläpohjan rakennekuva
- Liite 11: Ulkoseinän rakennekuva
- Liite 12: Väliseinän rakennekuva
- Liite 13: Runkotolpan mitoitus
- Liite 14: Pielitolpan mitoitus
- Liite 15: Aukkojen kannatinpalkin mitoitus
- Liite 16: Nosto-oven kannatinpalkin mitoitus
- Liite 17: Rungon jäykistyslaskelma

## Liite1. Julkisivut pohjoinen ja itä



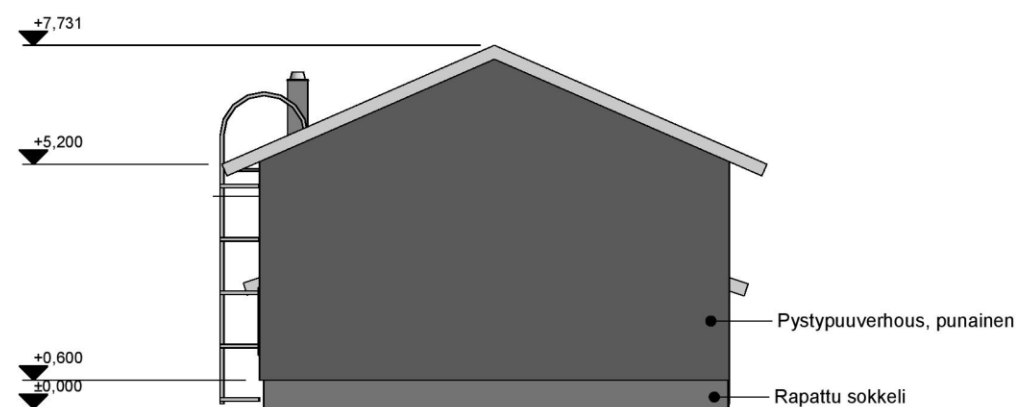
JS 003 Julkisivu itään 1:100



JS 001 Julkisivu pohjoiseen 1:100

Kaupunginosa/kylä Jurva	Korttelitila Hakala	Tontti/Rn:o 2:395	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Rakennuskohteen nimi ja osoite Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy Tainiontie 6 66300 Kurikka, Jurva		Piirustuslaji Juoks. nro 4/14
Suunnittelutoimiston tiedot	Suunnittelija M. Nyrhinen		Piirustuksen sisältö Mittakaavat 1:100
Piirtäjä M. Nyrhinen	Suunnittelija M. Nyrhinen	Työnumero	Tiedoston sijainti: M:\Opinäkylä\työsuunnitelmat\p...
Päiväys 26.3.2014	Vastuullinen suunnittelija		Suunnitteluala ja piirustusnumero Muutos
			<b>ARK 04-01</b>

## Liite 2. Julkisivut etelä ja länsi



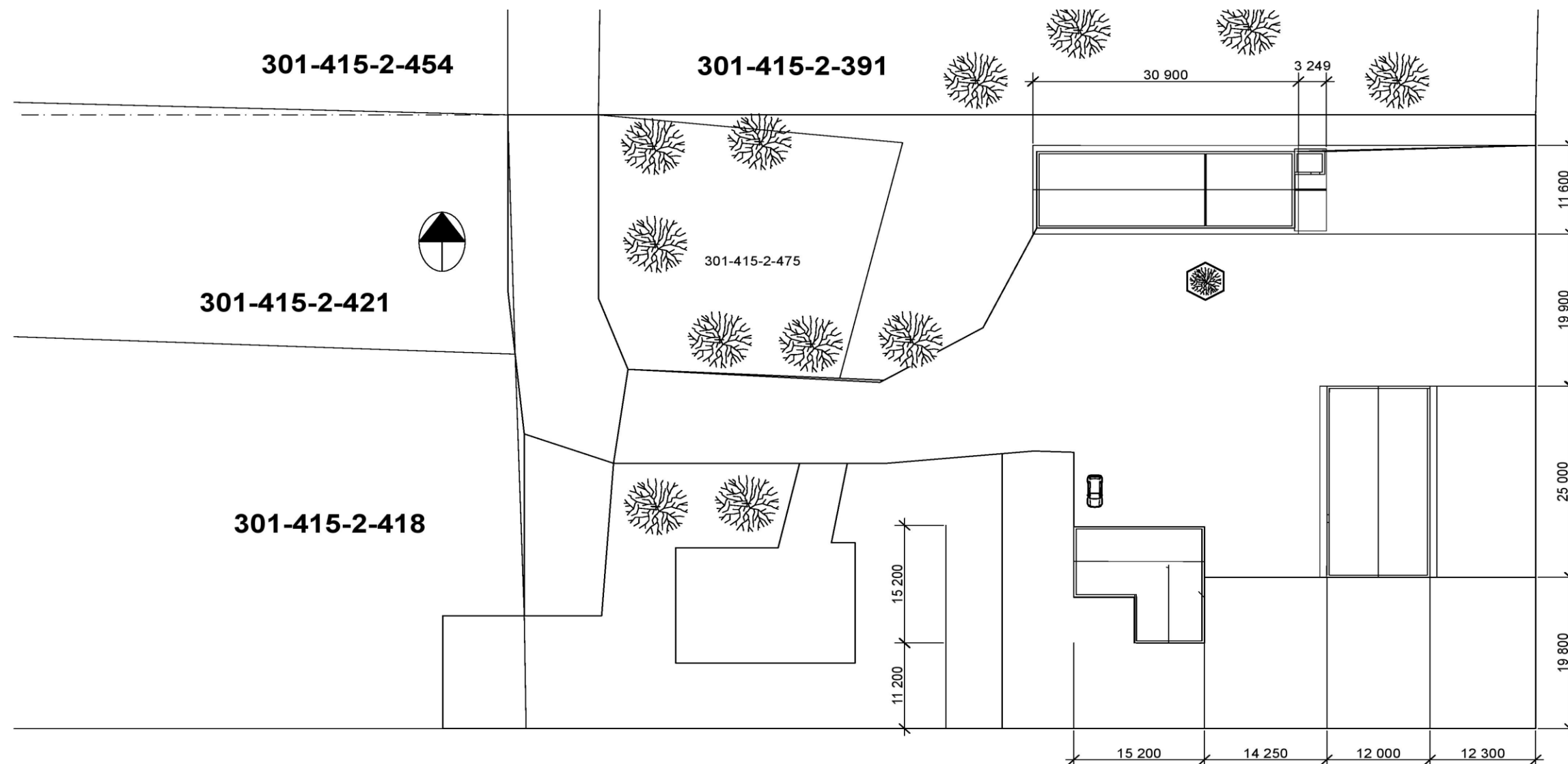
JS 002 Julkisivu länteen 1:100



JS 004 Julkisivu etelään 1:100

Kaupunginosa/kylä Jurva	Kortteli/tila Hakala	Tontti/Rn:o 2:395	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Rakennuskohteen nimi ja osoite Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy Tainiontie 6 66300 Kurikka, Jurva		Piirustustyyppi Juoks. nro 5/14
Suunnittelutoimiston tiedot			Piirustuksen sisältö Mittakaavat 1:100
Piirtäjä M. Nyrhinen	Suunnittelija M. Nyrhinen	Työnumero	Tiedoston sijainti: M:\Open\tytety\oskkelinostettu.pln
Päiväys 26.3.2014	Vastuullinen suunnittelija		Suunnitteluala ja piirustusnumero Muutos
			<b>ARK 04-02</b>

## Liite 3. Asemakaava



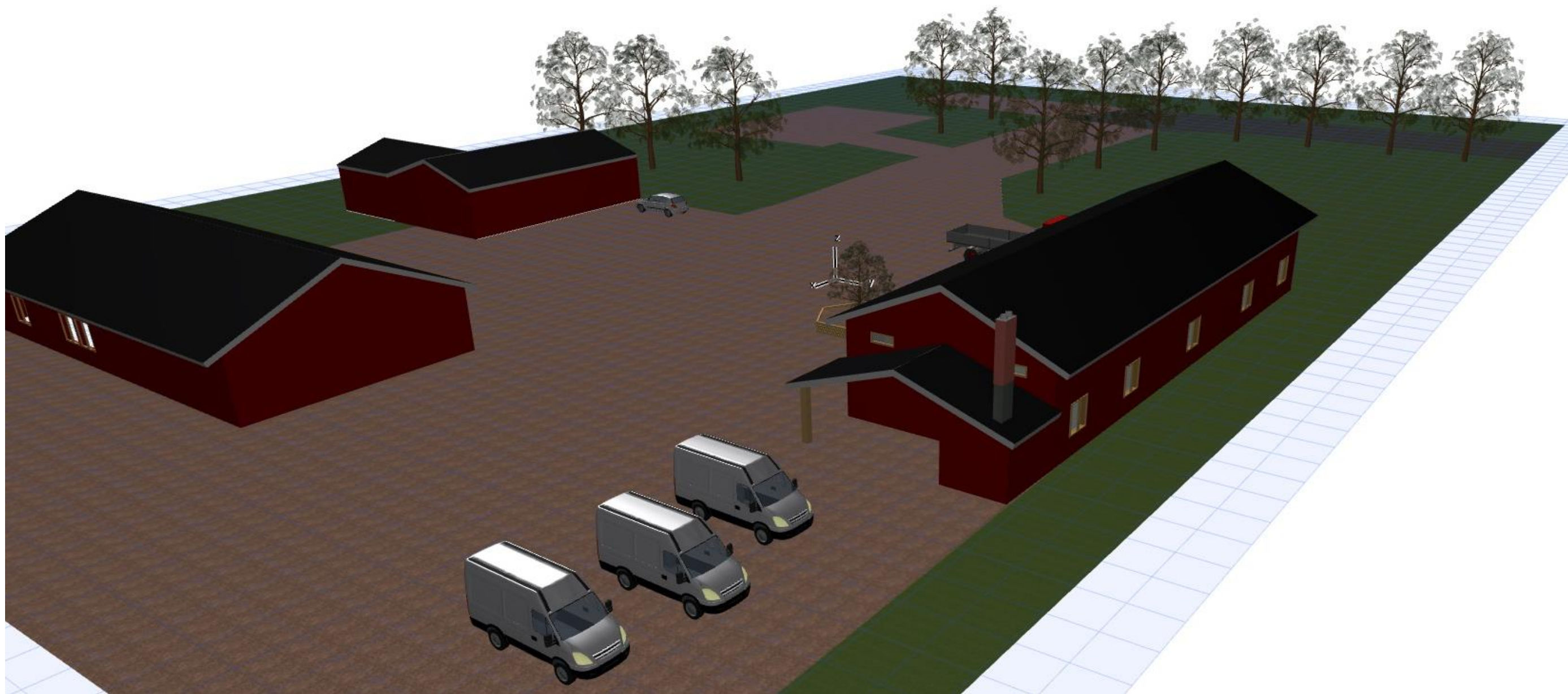
Kaupunginosa/kylä Jurva		Kortteli/tila Hakala	Tontti/Rn:o 301-415-2-47	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten	
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustuslaji Juoks. nro		
Rakennuskohteen nimi ja osoite Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy Tainiontie 6 66320 Jurva			Piirustuksen sisältö Planssi Asemapiirros		Mittakaavat 1:500
Piirtäjä M. Nyrhinen	Suunnittelija M. Nyrhinen	Työnumero 1	Tiedoston sijainti: M:\Opinnäytetyö\halli.pln		
Päiväys 26.3.2014		Vastuullinen suunnittelija		Suunnitteluala ja piirustusnumero Muutos	
<b>ARK 10</b>					

**Liite 4. 3D-kuvat**

Kuva 1



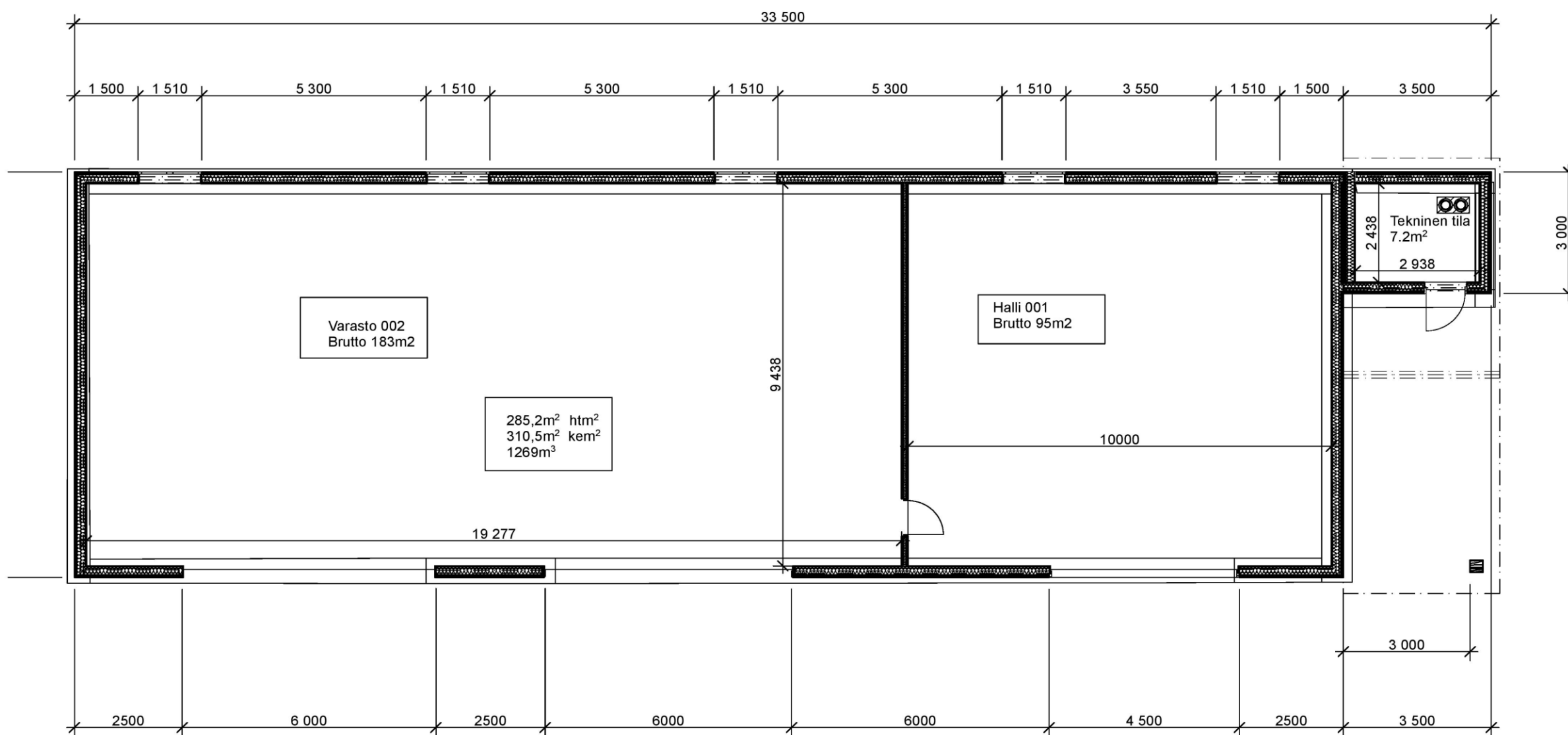
Kuva 2



Kuva 3



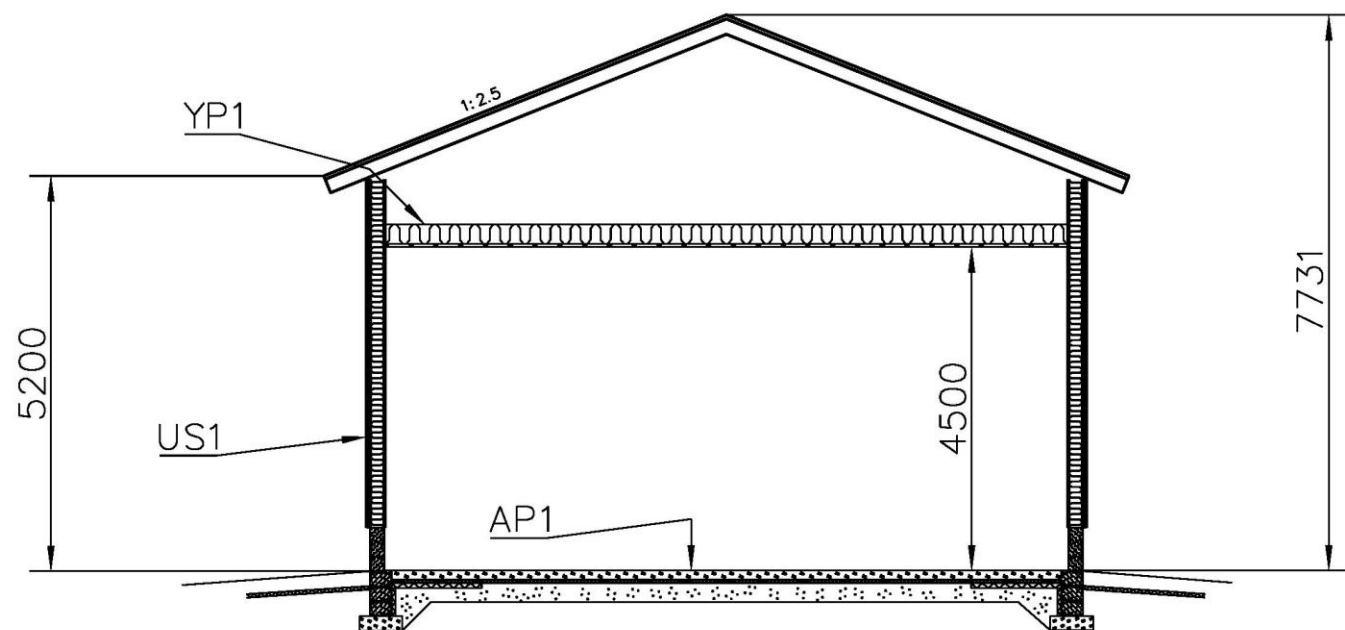
## Liite 5. Pohjakuva



Kaupunginosa/kylä Jurva	Kortteli/tila Hakala	Tontti/Rn:o 301-415-2-47	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten
Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Rakennuskohteen nimi ja osoite Rakennus & Maalaus a'la Hakala Oy Tainiontie 6 66320 Jurva		Piirustuslaji Juoks. nro
Piirtäjä M. Nyrhinen	Suunnittelija M. Nyrhinen	Työnumero 1	Piirustuksen sisältö 1. kerros Mittakaavat 1:100
Päiväys 26.3.2014	Vastuullinen suunnittelija		Tiedoston sijainti: M:\Opinnäytetyö\halli.pln Suunnitteluala ja piirustusnumero Muutos
			<b>ARK 03-02</b>



## Liite 6. Yleisleikkaus



TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Jurva	Hakala	2:395	Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		ARK	
Rakennuskohde	Rakennu & Maalaus Hakala Oy Tainiontie 6 66300 Jurva		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Yleisleikkaus	1:100
			Suunnitteluola, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			/	
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus	Yhteyshenkilö		Tiedosto	
26.3.2014	M. Nyrhinen			

## Liite 7. Otteita asemakaavaselostuksesta



Asemakaavaselostus  
7(26)

### 3 LÄHTÖKOHDAT

#### 3.1 Selvitys suunnittelualueen oloista

##### 3.1.1 Alueen yleiskuvaus

Alue sijaitsee Jurvan kirkonkylän keskustaajaman pohjoispuolella n. 1,5km etäisyydellä kuivatun Jurvajärven reuna-alueella. Alue on tasaista peltomaisemaa ja rakentaminen on sijoittunut peltoaukeiden reuna-alueille.



Kuva 2 Kuva etelästä pohjoiseen. (Google Earth)

Kaava-alueen eteläpuolisen peltoaukean reunalla on Jurvan kirkonkylän ja sen tarjoamat kaupalliset ja julkiset palvelut. Länsi ja Itäpuolella on viljelysmaata. Pohjoispuolella on teollisuuslaitoksia sekä erillispientaloalue.

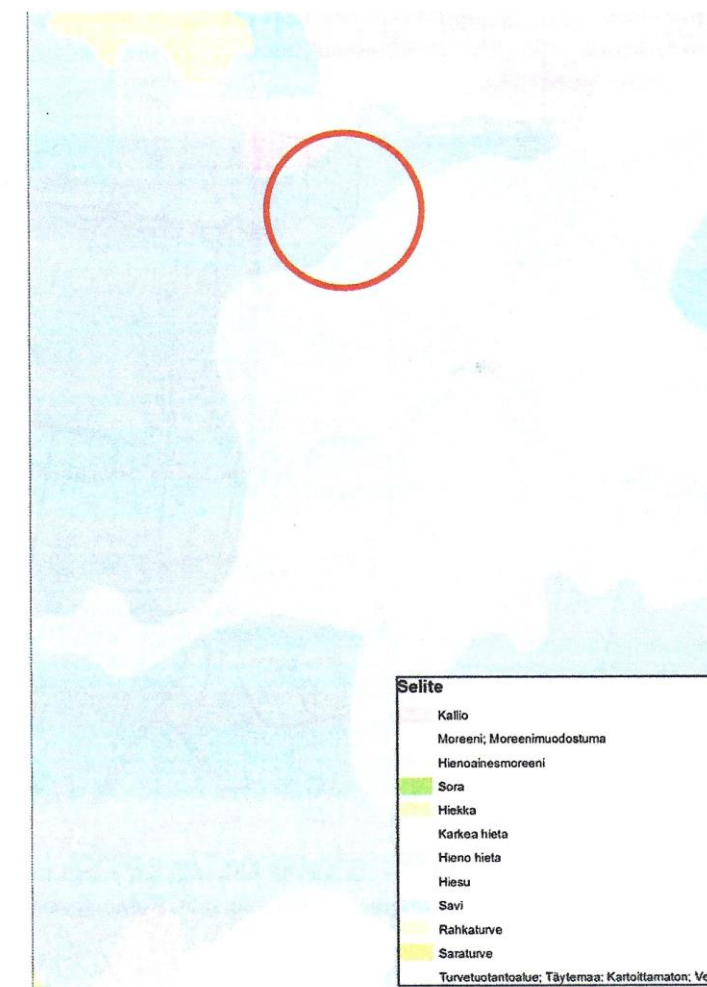
Asemakaavaselostus



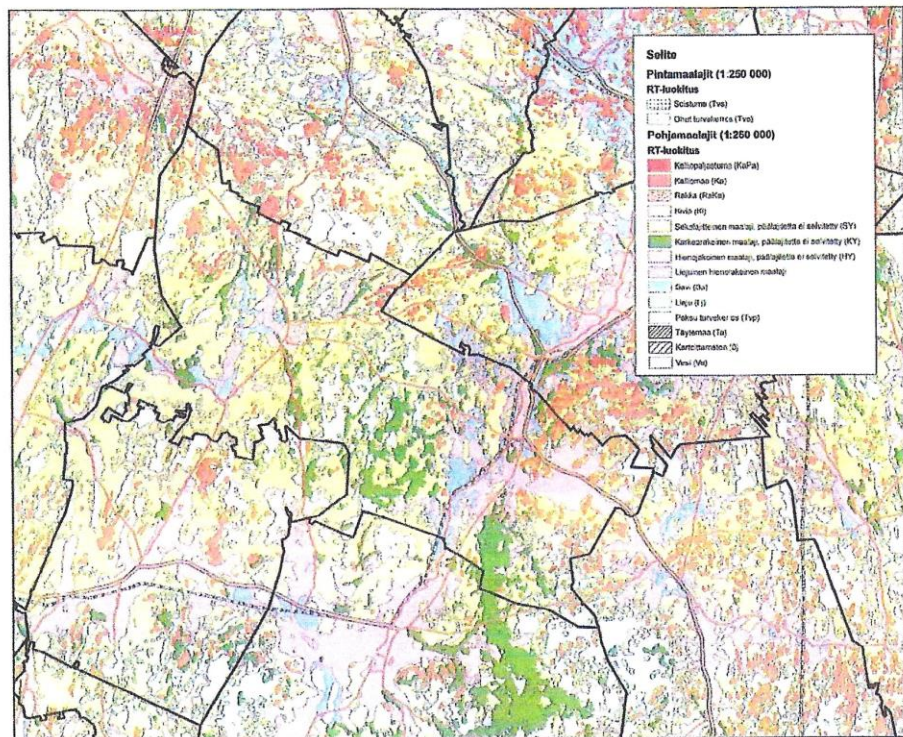
Asemakaavaselostus  
8(26)

#### 3.1.2 Luonnonympäristö

Asemakaava-alue on osaksi rakennettua. Rakentamaton osa on hoidettua peltomaata. Alueen itä- ja eteläpuolella on aktiivisessa viljelyskäytössä olevaa peltoa. Koskematonta luonnonympäristöä kaava-alueella ei ole. Kivi- ja Levalammen tekojärven osalta on alueella tehty vesistöjärjestelyitä.

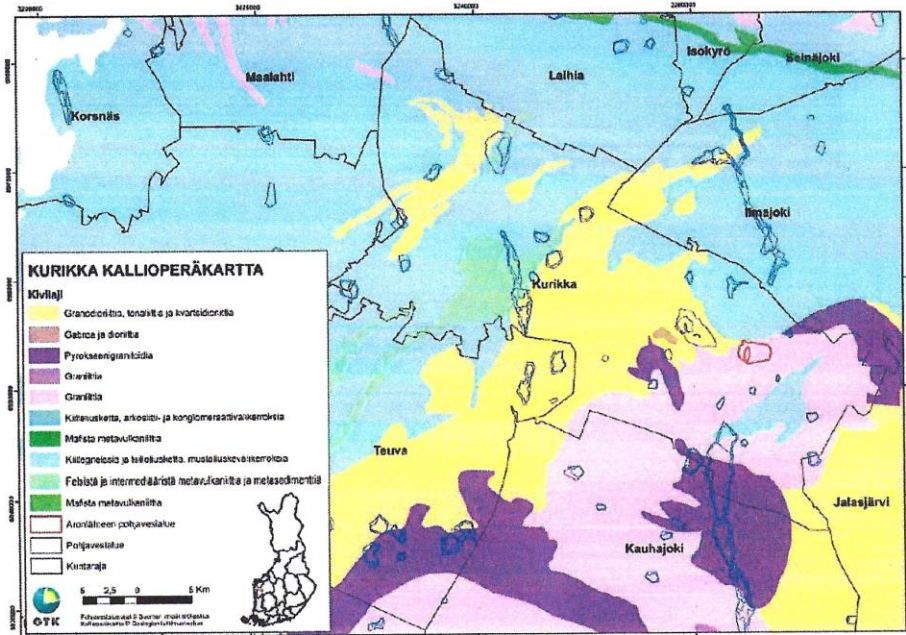


Kuva 3 Maaperäkartta (GTK)



**3.1.2.1 Maaperä**

Kaavamuutosalueen maaperä on hienojakoista. Jääkauden jälkeinen merenpohjan sedimentaation myötä syntynyt laaksoavikko on antanut maisemalle loivapiirteisen ilmeen. Lähialueella on 1900 -luvulla viljelykäyttöön kuivattu Jurvajärvi.



Kuva 4 Kallioperäkartta, peruskallio graniittia



**3.1.3 Rakennettu ympäristö**

**3.1.3.1 Rakennettu kulttuuriympäristö ja muinaismuistot**

Kaava-alueen vaikutuspiirissä sijaitseva rakennuskanta on pääsääntöisesti alkanut rakentua 1940 -luvulla. Rakennukset ovat yksi - kaksikerroksisia, pääasiassa puurunkoisia rakennuksia verhoiltuna paneelilla tai kivirouhe levyillä.



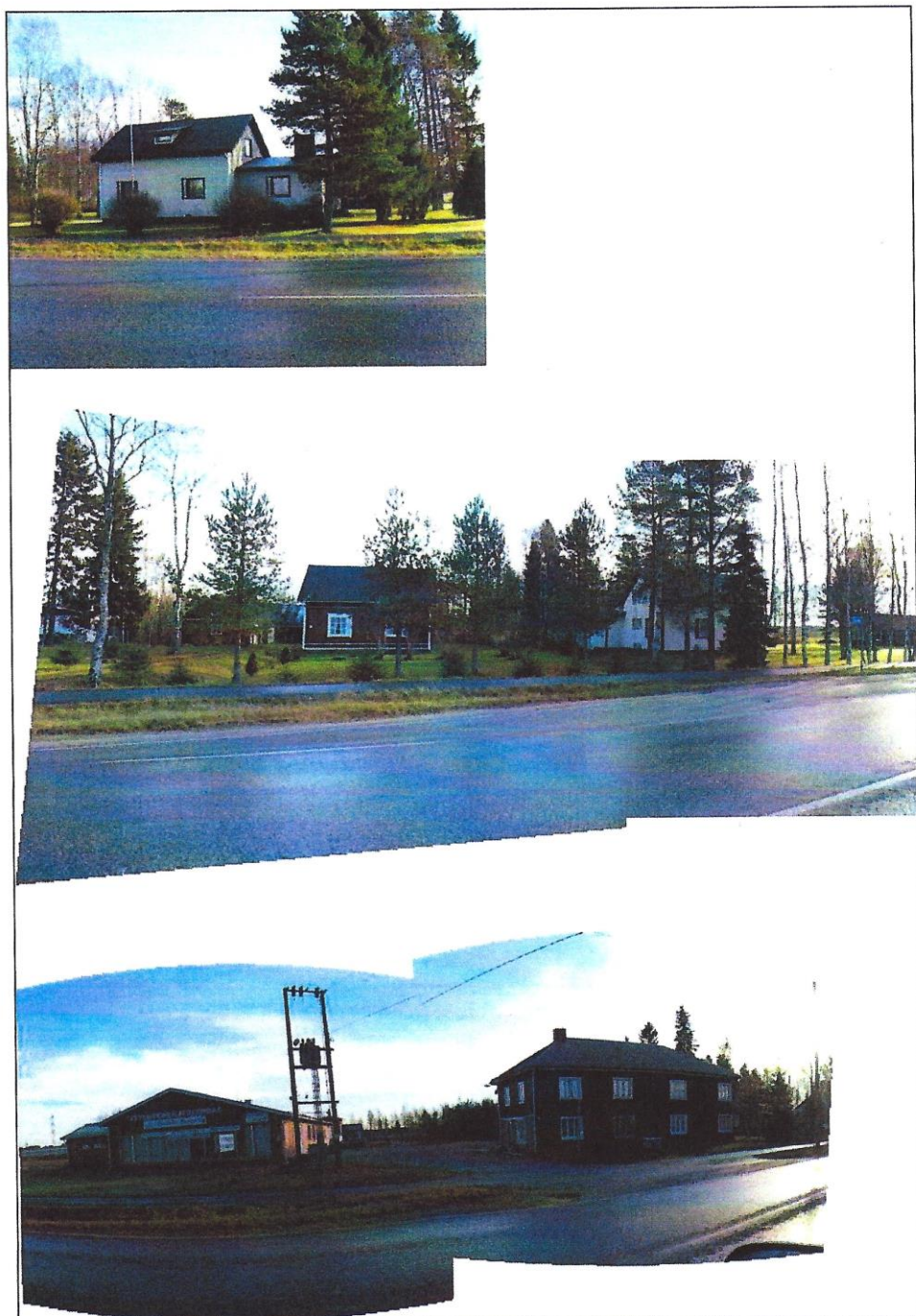
Kuva 5 Kuva Tainiontieltä etelään päin. Kaavamuutosalue kuvassa vasemmalla.



Kuva 6 Näkymä Vaasantieltä koilliseen päin.



Asemakaavaselostus  
11(26)



Kuva 7 Kaava-alueen lähellä sijaitsevia rakennukset kuvattuna Vaasantieltä.

Alueella ole tiedossa olevia muinaismuistolain tarkoittamia muinaisjännöksiä.

Asemakaavaselostus

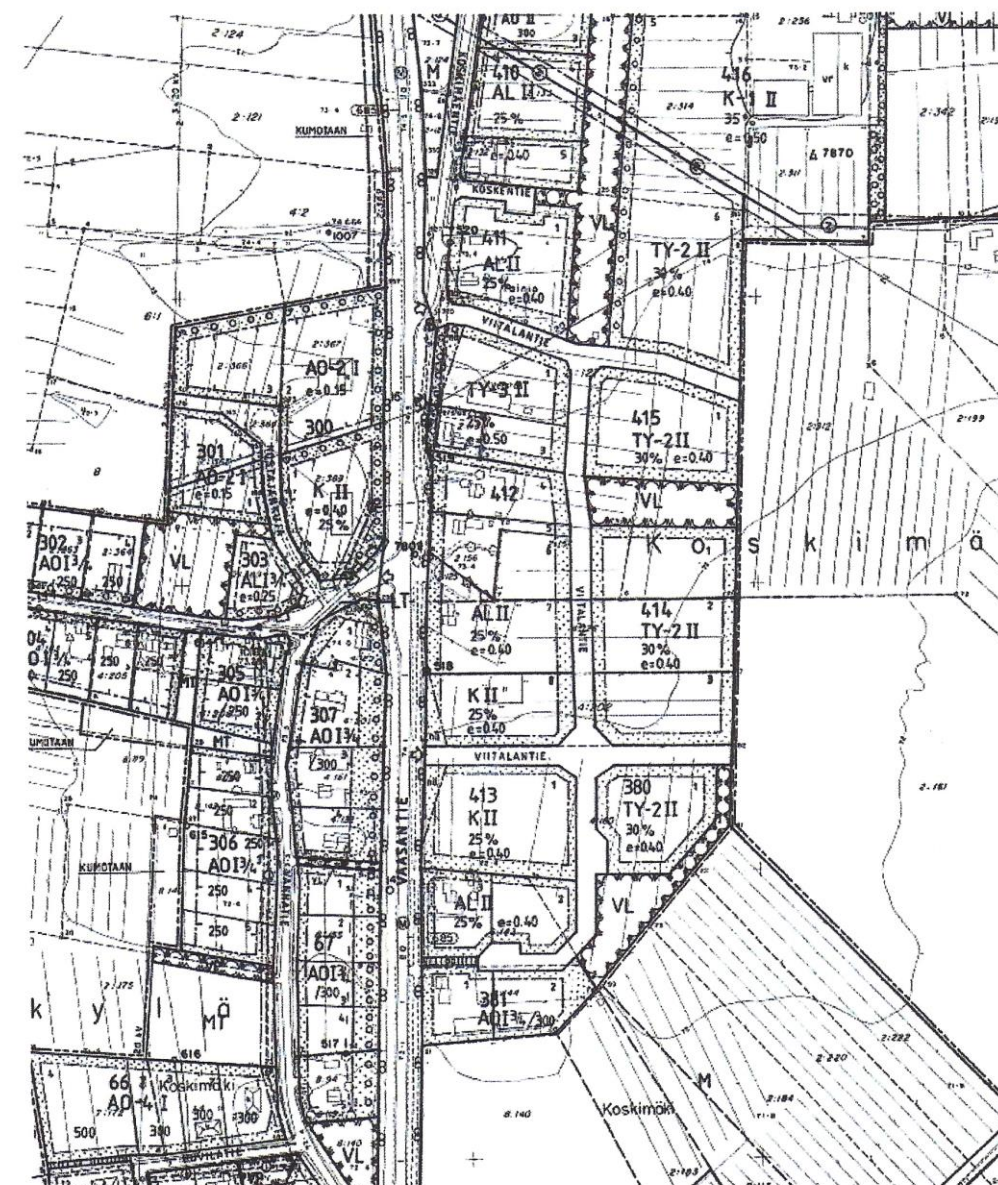


Asemakaavaselostus  
17(26)

TY

YMPÄRISTÖHÄIRIÖITÄ AIHEUTTAMATTOMAN TEOLLISUUDEN ALUE.

Asemakaava  
Voimassa olevat asemakaavat.



Ote asemakaavasta (Jurvan kunnanvaltuusto 3.9.1992, lääninhall.26.2.1993).

TY-2

Ympäristöhäiriöitä aiheuttamattomien teollisuusrakennusten korttelialue  
Lisäksi alueelle saa sijoittaa sen muuhun toimintaan liittyviä liiketoimia enintään 30% alueen  
enimmäisrakennusoikeudesta.

VL

Lähivirkistysalue.

Asemakaavaselostus



Asemakaavaselostus  
24(26)

### Asemakaavamääräykset:

#### KATTO

- Pinnoittamaton metallipinnat on maalattava.
- Vanhan rakennuksen peruskorjauksessa tai laajennusosassa tulee käyttää samaa kattomuotoa, mikä rakennuksella on ollut aikaisemminkin. Korttelikohtaisesti on käytettävä yhtenäistä kattomuotoa.

#### RAKENNUKSET, SEINÄT

- Rakennukset tulee materiaaleiltaan, väreiltään ja kattomuodoltaan sopeuttaa ympäristöön.
- Korttelialueilla rakennuksen yhtenäinen suora seinäpituus, jota ei katkaise rungon porrastus, varastorakennus, aita, pilaristo tai muu vastaava näkemän katkaiseva pysyvä rakennelma, saa olla enintään 40 metriä.
- Korttelien alueella siellä, missä oikeusvaikutteinen asemakaava ei sitä estä tai ei toisin salli, rakennuksen etäisyyden tontin rajasta tulee olla vähintään 4 metriä.
- Oleskelutilat tonteilla on sijoitettava suojaisiin paikkoihin.

#### ISTUTUKSET, AITAUKSET, PUUSTO, MAAPERÄ

- Rakentamatta jäävä tontin osa, jota ei käytetä leikki- tai liikennealueeksi, on istutettava ja hoidettava puistomaisessa kunnossa.
- Avoimilla alueilla tontin kadun puoleiselle sivulle on istutettava puustoa tai pensasaitaa. Mikäli siihen tai muille sivuille halutaan rakentaa muunlaista aitaa, sen on oltava tyyppiltään kaupungin rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä.
- Korttelissa olevat avoimet pysäköinti- ja varastoalueet on suojaistutuksin erotettava tontin muusta osasta tontinosan käyttötarkoituksen mukaisesti.
- Vierekkäisten tonttien rajalle on istutettava suojapuustoa 4 metrin vyöhykkeelle rajan molemmin puolin (vyöhykkeen syvyys 8 metriä tonttien yhteisen rajan pituudella).

#### KORKEUSASEMA

- Rakennusten on korkeusaseman suhteen noudettava maaston muodot huomioivaa yhtenäistä linjaa.
- Valmiiksi rakennetun kadun pinnan on mahdollisimman hyvin seurattava maaston muotoja.

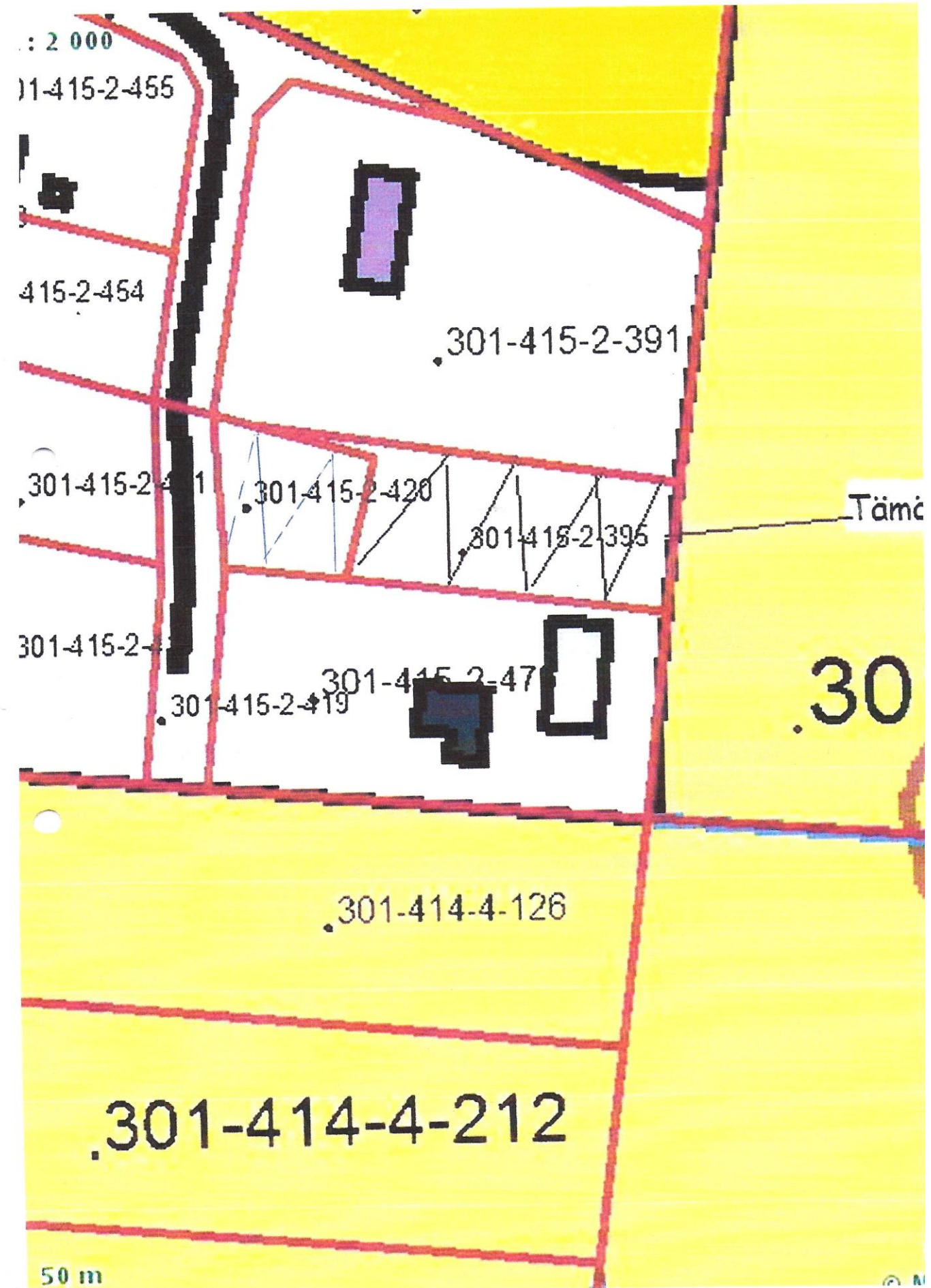
#### AUTOPAIKKAVAATIMUS:

- 1ap/80 k-m<sup>2</sup>, asunnoissa
- 1ap/50 k-m<sup>2</sup>, liike- ja toimistotiloissa
- 1ap/työntekijää kohti teollisuustiloissa

### 5.7 Nimistö

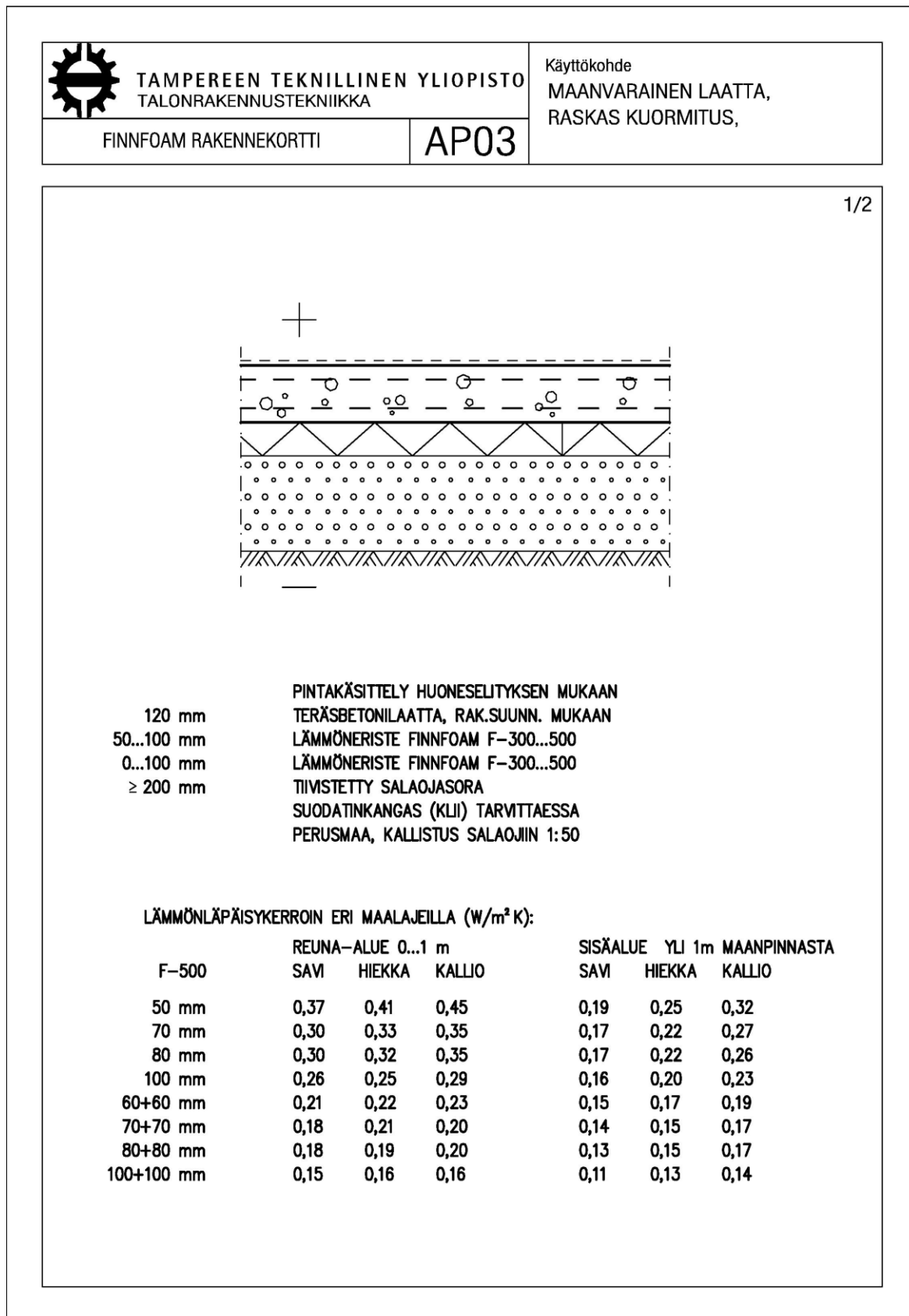
Olemassa oleva nimistö säilyy. Uusia nimiä ei ole annettu.

Asemakaavaselostus



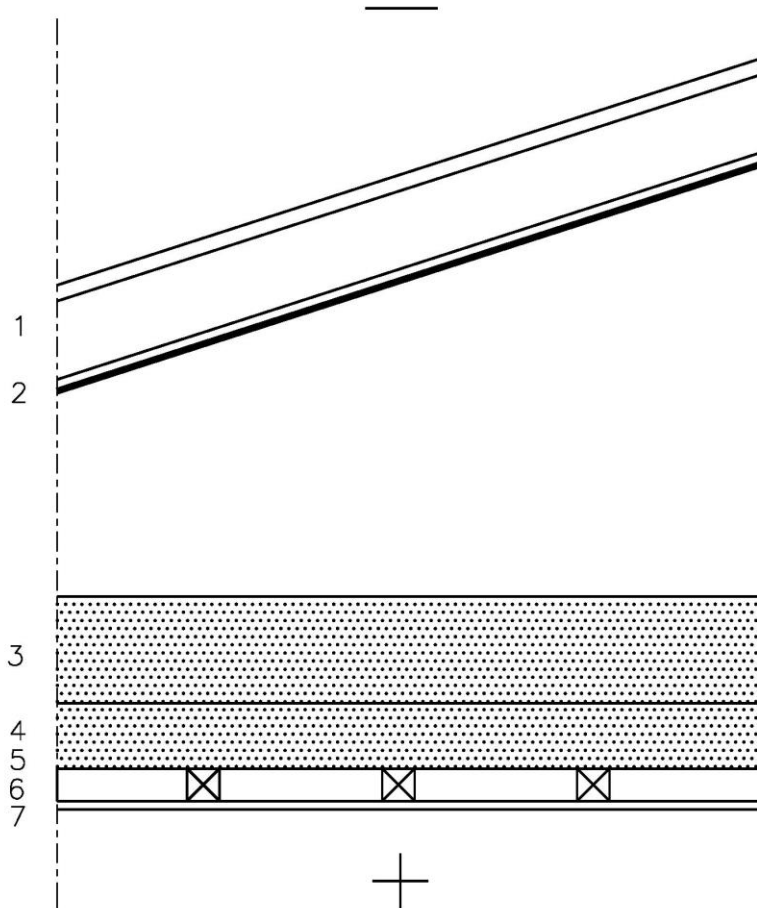


## Liite 9. Alapohjan rakennekuva



## Liite 10. Yläpohjan rakennekuva

Rakennuskohde	Sisällö	Mittakaava
	Puolilämpimän tilan yläpohja 1:10	
Suunnittelija	Työ nro	YP 1
	Päiväys	

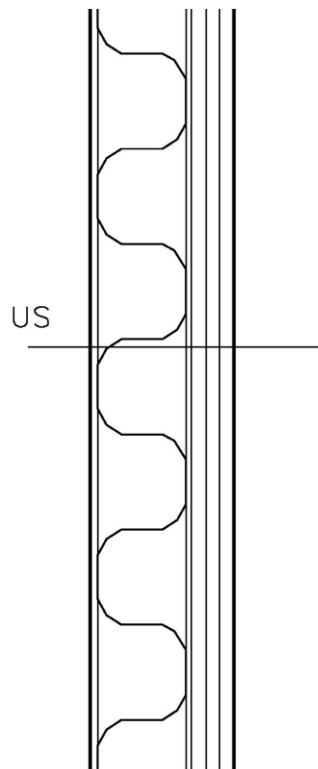


Yläpohja puhalluseristeellä

- 1 Vesikate
- 2 Reuna-alueella tuuliohjain
- 3 Lämmöneriste EKOVILLA 265mm
- 4 Kantavarakenne rakennesuunnitelmien mukaan
- 5 EKOVILLA X5-ilmansulku
- 6 Koolaus 50x50mm k 300
- 7 Sisäverhous

U-arvo 0,14 W/m<sup>2</sup>K



**Liite 11. Ulkoseinän rakennekuva**

US

Kipsilevy 13 mm

Puurunko 48x147 k600

+ Mineraalivilla 147 mm

Lastulevy 9 mm

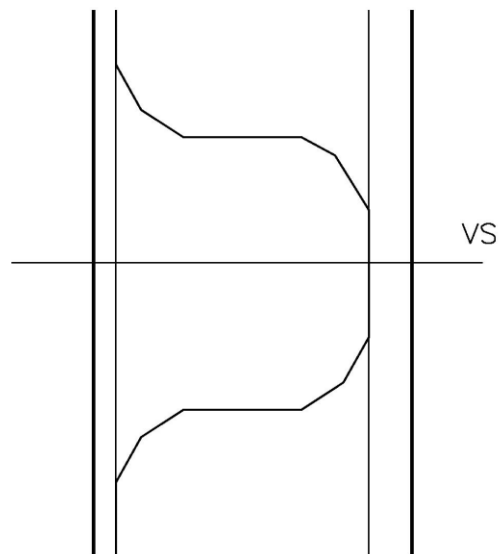
Puukuitulevy 25 mm

Tuuletettu ilmarako, pystykoolaus 22x100 k600 22 mm

Ulkovuoraus 24 mm

Kokonaispaksuus : 240 mm

Lämmönläpäisykerroin (U): 0.26 W/(m<sup>2</sup>K)

**Liite 12. Väliseinän rakennekuva**

VS

Kipsilevy 13 mm

Puurunko 48x147 k600

+ Mineraalivilla 147 mm

Puukuitulevy 25 mm

Kokonaispaksuus : 185 mm

Lämmönläpäisykerroin (U): 0.26 W/(m<sup>2</sup>K)

## Liite 13. Runkotolpan mitoitus

### Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta,  
Metsä Wood

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:

-----  
-----

Nimi: Runkotolppa

### RAKENNETIEDOT:

-----

Rakennetyyppi: Pilari  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 48x147  
 (B=48 mm, H=147 mm, A=7056 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=12706092 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=172872 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Kulma: 90.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

#### Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 3800.0  
 Yhteensä: 3800.0

Tuki: Sijainti x [mm]: Tyyppi:  
 1: 0 Kiinteä niveltuki (X,Z)  
 2: 3800 Liukutuki (X)

-----  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 24.10 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 30.14 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,0,k</sub>: 21.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub>: 2.50 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>t,0,k</sub>: 14.06 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>z</sub>): 4.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>y</sub>): 4.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E<sub>,mean</sub>: 11000 N/mm<sup>2</sup>  
 G<sub>,mean</sub>: 690 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 7400 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 460 N/mm<sup>2</sup>  
 Tilavuuspaino: 5.00 kN/m<sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

-----  
 Osavarmuusluku: 1.40  
 Aikaluokka: k<sub>mod</sub>:

---

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 = 1.80 kN	x = 3800.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.090 kNm	x = 3800.0 mm
Rakennesosan paino:	QZ = 0.035 kN/m	x = 0 - 3800 mm

-----

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 7.04 kN	x = 3800.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.352 kNm	x = 3800.0 mm

-----

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.40 kN	x = 3800.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.120 kNm	x = 3800.0 mm
Pintakuorma: 1:	Qz = 0.580 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 3800 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:****Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)**© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta,  
Metsä Wood-----  
Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä) 0.90\*Omapaino-----  
Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä) 0.90\*1.35\*Omapaino-----  
Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä) 0.90\*1.15\*Omapaino-----  
Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä) 0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma-----  
Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä) 0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma-----  
Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma

-----  
Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma

-----  
Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma

-----  
Yhdistelmä 9 (KRT) 1.00\*Omapaino-----  
Yhdistelmä 10 (KRT)

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

-----  
Yhdistelmä 11 (KRT) 1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma-----  
Yhdistelmä 12 (KRT)

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

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

Kokonaiskäyttöaste: 60.0 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Nurjahdus on estetty y  
 suuntaan  
 Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-  
 askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} =$  Päätukien välimatka

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka

$L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)

HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  
 $M_y < 0$

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	1.05 kN	14.78 kN	7.1 %	3800 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	11.51 kN	31.44 kN	36.6 %	0mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	0.57 kNm	1.92 kNm	29.6 %	3800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	0.57 kNm	2.38 kNm	23.9 %	3800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus+puristus:	0.60	1.00	60.0 %	3800 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(My=0.57 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=11.37 kN)					
jänneväli 1, Winst:	4.0 mm	--mm	0.0 %	1710 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	-3.8 mm	12.7 mm	29.8 %	2185 mm	Yhdistelmä 11/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 8/1 (Hetkellinen):

$1.03 \cdot \text{Omapaino} + 0.94 \cdot \text{Lumikuorma} +$   
 $1.35 \cdot \text{Tuulikuorma}$

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

$1.03 \cdot \text{Omapaino} +$   
 $1.35 \cdot \text{Lumikuorma}$

Yhdistelmä 12/1 :

$1.00 \cdot \text{Omapaino} + 0.70 \cdot \text{Lumikuorma} +$   
 $1.00 \cdot \text{Tuulikuorma}$

Yhdistelmä 11/1 :

$1.00 \cdot \text{Omapaino} +$   
 $1.00 \cdot \text{Lumikuorma}$

#### VOIMASUUREIDEN

##### ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	13.45 kN	0mm
$V_{z,max}$	1.05 kN	3800 mm
$M_{y,max}$	0.67 kNm	3800 mm

**TUKIREAKTIOT:**-----  
FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.15 kN	-0.74 kN	0.12 kN	-0.54 kN
2:	-0.02 kN	-1.05 kN	-0.02 kN	-0.78 kN

-----  
FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	13.45 kN	1.74 kN	9.26 kN	1.93 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

-----  
- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**

Kuormitustapaus:	Omapaino	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.02	1.93
2:	-0.02	0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.09	7.04
2:	-0.09	0.00

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	-0.63	2.40
2:	-0.69	0.00

**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 jaraja-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 rakennedetaljeihin 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. Rakenneseosan (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.



## Liite 14. Pielitolpan mitoitus

### Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta,  
Metsä Wood

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:

-----  
-----

Nimi: Pielitolppa

-----

<M:\Opinnäytetyö\Mitoitukset\runkopilari.s01>

### RAKENNETIEDOT:

-----

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
Materiaali: C24  
Poikkileikkaus: 2x48x147  
(B=96 mm, H=147 mm, A=14112 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=25412184 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=345744 mm<sup>3</sup>)  
Käyttöluokka: 2  
Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
Kulma: 90.0 astetta  
Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuormille)

-----

Uloke-/jännevälipituudet:  
Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
Jänneväli 1: 3500.0  
Yhteensä: 3500.0

-----

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	3500	Liukutuki (X)

-----

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	24.10 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	26.24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	14.06 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	11000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	690 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	460 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

-----

---

Osavarmuusluku:	1.40
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 = 9.90 kN x = 3500.0 mm  
Rakenneosan paino: QZ = 0.071 kN/m x = 0 - 3500 mm

-----  
Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1: FZ = 37.95 kN x = 3500.0 mm

-----  
Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 0.580 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 3500 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä) 0.90\*Omapaino

-----  
Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä) 0.90\*1.35\*Omapaino

-----  
Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä) 0.90\*1.15\*Omapaino

-----  
Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä) 0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

-----  
Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä) 0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

$0.90 \cdot 1.15 \cdot \text{Omapaino} + 0.90 \cdot 1.50 \cdot 0.70 \cdot \text{Lumikuorma} + 0.90 \cdot 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{Tuulikuorma}$

-----

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

$0.90 \cdot 1.15 \cdot \text{Omapaino} + 0.90 \cdot 1.50 \cdot \text{Lumikuorma} + 0.90 \cdot 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{Tuulikuorma}$

-----

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

$0.90 \cdot 1.15 \cdot \text{Omapaino} + 0.90 \cdot 1.50 \cdot 0.70 \cdot \text{Lumikuorma} + 0.90 \cdot 1.50 \cdot \text{Tuulikuorma}$

-----

Yhdistelmä 9 (KRT)  $1.00 \cdot \text{Omapaino}$

-----

Yhdistelmä 10 (KRT)

$1.00 \cdot \text{Omapaino} + 1.00 \cdot 0.70 \cdot \text{Lumikuorma}$

-----

Yhdistelmä 11 (KRT)  $1.00 \cdot \text{Omapaino} + 1.00 \cdot \text{Lumikuorma}$

-----

Yhdistelmä 12 (KRT)

$1.00 \cdot \text{Omapaino} + 1.00 \cdot 0.70 \cdot \text{Lumikuorma} + 1.00 \cdot \text{Tuulikuorma}$

#### MITOITUS:

-----

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

Kokonaiskäyttöaste: 85.3 %

-----

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Nurjahdus on estetty y suuntaan

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

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = \text{Päätukien välimatka}$

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = \text{Päätukien välimatka}$

$L_{ef1} = L_{k1} + 2 \cdot x_H$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)

HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun

$M_y < 0$

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

-----

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	1.37 kN	29.57 kN	4.6 %	0mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	61.73 kN	72.38 kN	85.3 %	0mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	1.20 kNm	6.55 kNm	18.3 %	1750 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
(ilman kiepahdusta):	1.20 kNm	6.55 kNm	18.3 %	1750 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.73	1.00	72.9 %	1750 mm	Yhdistelmä 7/1, Hetkellinen
$(M_y = 0.72 \text{ kNm}, M_z = 0.00 \text{ kNm}, N_x = 61.61 \text{ kN})$					
jänneväli 1, $W_{inst}$ :	4.2 mm	--mm	0.0 %	1750 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	4.2 mm	11.7 mm	35.7 %	1750 mm	Yhdistelmä 12/1

-----

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):

1.03\*Omapaino + 0.94\*Lumikuorma +  
1.35\*Tuulikuorma

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino +  
1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 7/1 (Hetkellinen):

1.03\*Omapaino + 1.35\*Lumikuorma +  
0.81\*Tuulikuorma

Yhdistelmä 12/1 :

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

-----  
VOIMASUUREIDEN  
ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	61.73 kN	0mm
Vz,max	1.37 kN	0mm
My,max	1.20 kNm	1750 mm

-----  
**TUKIREAKTIOT:**

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	-1.37 kN	0.00 kN	-1.01 kN
2:	0.00 kN	-1.37 kN	0.00 kN	-1.01 kN

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	61.73 kN	9.13 kN	48.10 kN	10.15 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

-----  
- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

-----  
**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	10.15
2:	0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	37.95
2:	0.00

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma
Tuki:	FX [kN]:
1:	-1.01
2:	-1.01

-----  
**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 jaraja-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 käyttörajalimitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin 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.

Sivu 5

## Liite 15. Aukkojen kannatinpalkin mitoitus

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kannatinpalkki aukot

25.3.2014

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:

-----

-----

Nimi: Kannatinpalkki aukot

-----

[M:\Opinnäytetyö\Mitoitukset\laukon\\_palkki.s01](M:\Opinnäytetyö\Mitoitukset\laukon_palkki.s01)

### RAKENNETIEDOT:

-----

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: KERTO-S syrjällään  
 Poikkileikkaus: 2x75x500  
 (B=150 mm, H=500 mm, A=75000 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=1562500000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=6250000 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Jako/kuormituslev.: 42 mm (pintakuormille)

-----

Uloke-/jännevälipituudet:  
 Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 6000.0  
 Yhteensä: 6000.0

-----

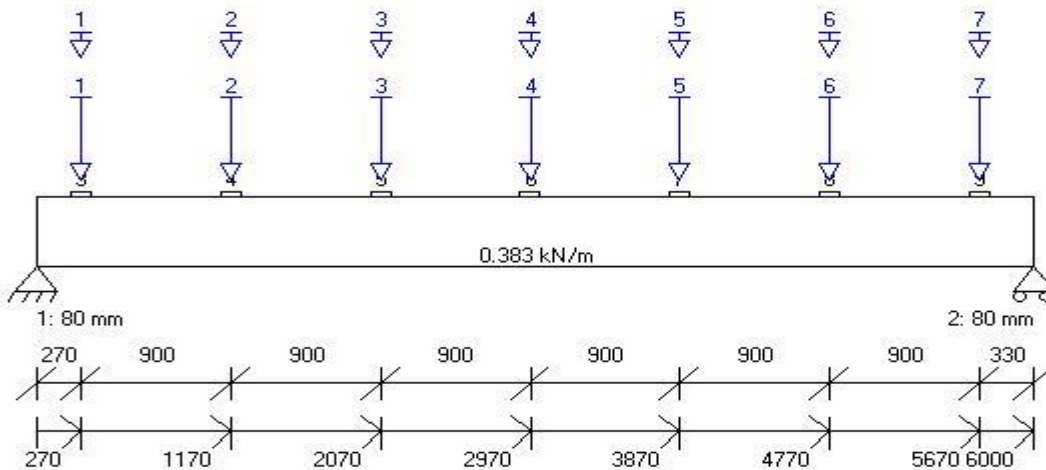
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	80	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	6000	80	Liukutuki (Z)
3:	270	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
4:	1170	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
5:	2070	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
6:	2970	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
7:	3870	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
8:	4770	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
9:	5670	--	Yläpuolinen sivuttaistuki

-----

f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 41.38 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 50.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,0,k</sub>: 35.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub>: 6.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>t,0,k</sub>: 33.57 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>z</sub>): 4.10 N/mm<sup>2</sup>

$f_{v,k}$  ( $V_y$ ):

2.30 N/mm<sup>2</sup>




---

E,mean:	13800 N/mm <sup>2</sup>
G,mean:	600 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	11600 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	400 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

---

Osavarmuusluku:	1.20
Aikaluokka:	k <sub>mod</sub> :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

---

k<sub>def</sub>: 0.800

---

#### KUORMITUSTIEDOT:

---

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

	FZ = 2.70
Pistekuorma: 1:	kN
	FZ = 2.70
Pistekuorma: 2:	kN

Pistekuorma: 3: FZ = 2.70 kN  
 Pistekuorma: 4: FZ = 2.70 kN  
 Pistekuorma: 5: FZ = 2.70 kN  
 x = 270.0 mm x = 1170.0 mm x = 2070.0 mm x = 2970.0 mm x = 3870.0 mm

---

Pistekuorma: 6: FZ = 2.70 kN x = 4770.0 mm  
 Pistekuorma: 7: FZ = 2.70 kN x = 5670.0 mm  
 Rakenneosan paino: QZ = 0.383 kN/m x = 0 - 6000 mm

-----  
 Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>,  
 Keskipitkä):

Pistekuorma: 1: FZ = 10.56 kN x = 270.0 mm  
 Pistekuorma: 2: FZ = 10.56 kN x = 1170.0 mm  
 Pistekuorma: 3: FZ = 10.56 kN x = 2070.0 mm  
 Pistekuorma: 4: FZ = 10.56 kN x = 2970.0 mm  
 Pistekuorma: 5: FZ = 10.56 kN x = 3870.0 mm  
 Pistekuorma: 6: FZ = 10.56 kN x = 4770.0 mm  
 Pistekuorma: 7: FZ = 10.56 kN x = 5670.0 mm

---

#### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

-----  
 Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.15\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

-----  
 Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*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: 93.1 %

-----  
MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan: Lc = 1.00\*L

Nurjahdus y-suuntaan: Lc = 1.00\*L

Kiepahdus taivutuksesta My (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 My>0 ja Lk2:ta, kun

My<0 Värähtelymitoitusta ei ole tehty

-----  
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	61.46 kN	136.67 kN	45.0 %	0mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	88.72 kNm	172.43 kNm	51.5 %	2970 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	88.72 kNm	172.43 kNm	51.5 %	2970 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	61.46 kN	66.00 kN	93.1 %	0mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.38					
Tukipaine, tuki 2:	60.27 kN	66.00 kN	91.3 %	6000 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.38					
jänneväli 1, Winst:	13.7 mm	15.0 mm	91.6 %	2970 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	17.9 mm	20.0 mm	89.6 %	2970 mm	Yhdistelmä 16/1
Taipuma U:	0.2 mm	0.5 mm	41.8%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	90.3 Hz	9.0 Hz	10.0%		(Värähtelytarkastelu)

-----  
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino +

1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16/1 :

1.00\*Omapaino +

1.00\*Lumikuorma

-----  
VOIMASUUREIDEN

ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	61.46 kN	0mm

-----  
My,max 88.72 kNm 2970 mm

-----  
TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	61.46 kN	9.62 kN	48.02 kN	10.69 kN

2: 60.27 kN 9.45 kN 47.09 kN 10.50 kN  
 - KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

-----  
 Kuormitustapaus: Omapaino  
 Tuki: FZ [kN]:  
 1: 10.69  
 2: 10.50  
 3: 0.00  
 4: 0.00  
 5: 0.00  
 6: 0.00  
 7: 0.00  
 8: 0.00  
 9: 0.00

-----  
 Kuormitustapaus: Lumikuorma  
 Tuki: FZ [kN]:  
 1: 37.33  
 2: 36.59  
 3: 0.00  
 4: 0.00  
 5: 0.00  
 6: 0.00  
 7: 0.00  
 8: 0.00  
 9: 0.00

**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 jaraja-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 rakennedetaljeihin 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.

## Liite 16. Nosto-oven kannatinpalkin mitoitus

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kannatinpalkki nosto-ovi

25.3.2014

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:

-----

-----

Nimi: Kannatinpalkki nosto-ovi

-----

[M:\Opinnäytetyö\Mitoitukset\laukon\\_palkki.s01](M:\Opinnäytetyö\Mitoitukset\laukon_palkki.s01)

### RAKENNETIEDOT:

-----

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: KERTO-S syrjällään  
 Poikkileikkaus: 2x69x500  
 (B=138 mm, H=500 mm, A=69000 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=1437500000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=5750000 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Jako/kuormituslev.: 42 mm (pintakuormille)

-----

Uloke-/jännevälipituudet:  
 Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 4500.0  
 Yhteensä: 4500.0

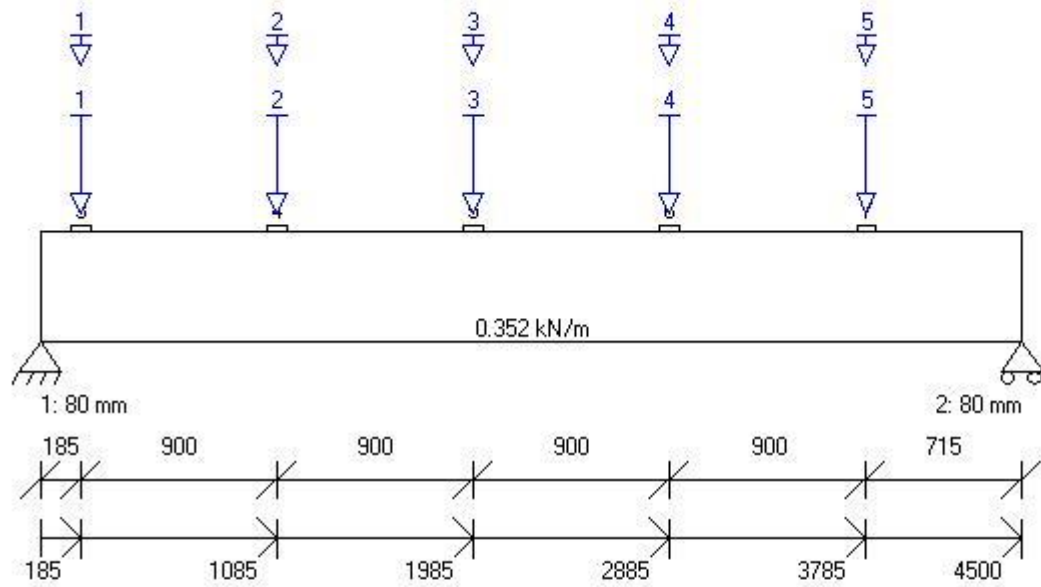
-----

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	80	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	4500	80	Liukutuki (Z)
3:	185	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
4:	1085	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
5:	1985	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
6:	2885	--	Yläpuolinen sivuttaistuki
7:	3785	--	Yläpuolinen sivuttaistuki

-----

f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 41.38 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 50.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,0,k</sub>: 35.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub>: 6.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>t,0,k</sub>: 34.16 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>z</sub>): 4.10 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>y</sub>): 2.30 N/mm<sup>2</sup>  
 E,mean: 13800 N/mm<sup>2</sup>

G,mean: 600 N/mm<sup>2</sup>



E 0.05: 11600 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 400 N/mm<sup>2</sup>  
 Tilavuuspaino: 5.10 kN/m<sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

-----  
 Osavarmuusluku: 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 = 2.70 kN
Pistekuorma: 2:	FZ = 2.70 kN
Pistekuorma: 3:	FZ = 2.70 kN
Pistekuorma: 4:	FZ = 2.70 kN
Pistekuorma: 5:	FZ = 2.70 kN
	QZ = 0.352
Rakenneosan paino:	kN/m

-----  
 x = 185.0 mm x = 1085.0 mm x = 1985.0 mm x = 2885.0 mm x = 3785.0 mm  
 x = 0 - 4500 mm

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>,  
 Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 10.56 kN	x = 185.0 mm
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.56 kN	x = 1085.0 mm
Pistekuorma: 3:	FZ = 10.56 kN	x = 1985.0 mm
Pistekuorma: 4:	FZ = 10.56 kN	x = 2885.0 mm
Pistekuorma: 5:	FZ = 10.56 kN	x = 3785.0 mm

#### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

-----  
 Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.15\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 3 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

-----  
 Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma

-----  
 Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*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:

79.8 %

-----  
 MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	Lc = 1.00*L
Nurjahdus y-suuntaan:	Lc = 1.00*L
Kiepahdus taivutuksesta My (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 My>0 ja Lk2:ta, kun

My<0 Värähtelymitoitusta ei ole tehty.

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	48.47 kN	125.73 kN	38.5 %	0mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	49.45 kNm	158.64 kNm	31.2 %	1985 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	49.45 kNm	158.64 kNm	31.2 %	1985 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	48.47 kN	60.72 kN	79.8 %	0mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 1.38					
Tukipaine, tuki 2:	38.43 kN	60.72 kN	63.3 %	4500 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 1.38					
jänneväli 1, Winst:	5.2 mm	11.2 mm	45.8 %	2250 mm	Yhdistelmä 16/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	6.7 mm	15.0 mm	44.8 %	2250 mm	Yhdistelmä 16/1
Taipuma U:	0.1 mm	0.5 mm	19.2%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	153.9 Hz	9.0 Hz	5.8%		(Värähtelytarkastelu)

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino +

1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 16/1 :

1.00\*Omapaino +

1.00\*Lumikuorma

#### VOIMASUUREIDEN

##### ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	48.47 kN	0mm
My,max	49.45 kNm	1985 mm

#### TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	48.47 kN	7.50 kN	37.85 kN	8.34 kN

2:	38.43 kN	6.07 kN	30.04 kN	6.75 kN
----	----------	---------	----------	---------

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

-----

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	8.34
2:	6.75
3:	0.00
4:	0.00
5:	0.00
6:	0.00
7:	0.00

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	29.51
2:	23.29
3:	0.00
4:	0.00
5:	0.00
6:	0.00
7:	0.00

#### 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 jaraja-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 rakennedetaljeihin 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 pääarakennesuunnittelijan 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.



## Liite 17. Rungon jäykistyslaskelma

Jäykisteseinän runkomateriaali:

Sahatavara C24

$$F_{c,0,k} = 21\text{N/mm}^2$$

Puristus syysuuntaan

$$F_{m,k} = 24\text{N/mm}^2$$

Taivutus

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

Ominaisihteys

$$\gamma_M = 1,4$$

Materiaalin osavarmuusluku

Kuormitukset:

$$Q_k(H) = 0,58\text{ kN/m}^3$$

Nopeuspaine

$$C_f = 1,3\text{ kN/m}^2$$

Voimakerroin

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet:

$$a = 2,48\text{m}$$

Yläpohjan projektion korkeus

$$b = 0,6\text{m}$$

Sokkelin korkeus

$$h_1 = 4,5\text{m}$$

Jäykistelevyn maksimi korkeus

$$h_2 = 3,7\text{m}$$

Jäykistelevyn korkeus ikkunan kohdalla

$$H = 7,731\text{m}$$

Rakennuksen korkeus

$$L = 30\text{m}$$

Rakennuksen pidemmän sivun mitta

Yläpohjatasoon kohdistuva viivakuorma käyttörajatilassa (taso 4,5m maasta)

$$W_k = 1,25 * C_f * Q_k(H) * L/4$$

$$= \underline{4,458 \text{ kN/m}}$$

Jäykisteseinän kuorma murtorajatilanteessa

$$F_d = 1,5 * (W_k) * L/4$$

$$F_d = \underline{50,15 \text{ kN}}$$

Jäykisteseinän lähtötiedot:

Seinän ulkopinnan vanerit kiinnitetään runkotolppiin pyöreillä konenauloilla 3,1 x 50

$t = 9\text{mm}$  Vanerin paksuus

$d = 3,1\text{mm}$  Naulan halkaisija

Naulan leikkauskestävyys:

$K_p = 1,0$  Korjauskerroin

$K_t = 0,86$  Korjauskerroin

$K_{mod} = 1,1$  Naulan leikkauskestävyys

Naulan tartuntapituus  $41\text{mm} > 12d$  leikkauskestävyyttä ei tarvitse pienentää

$$R_d = (K_{mod} / \gamma_M) * K_L * 120 * d^{1,7}$$

$$R_d = 554,957 \text{ N}$$

Naulan leikkauskestävyys jäykistävässä levyssä (voidaan korottaa kertoimella 1,2)

$$F_{f,rd} = \underline{665,948\text{N}}$$

Seinän vaakaleikkausvoimakestävyys seinälohko 1

$s = 60\text{mm}$  Naulan liitinväli

$b_1 = 1200\text{mm}$  Lohkonleveys

$$C_1 = (2 * b) / h_1$$

$$C_1 = 0,266$$

$$F_{1,v,Rd} = (F_{f,Rd} * b_1 * C_1) / s$$

$$F_{1,v,Rd} = \underline{7099,56 \text{ N}}$$

Seinälohko 2

$$s = 60\text{mm}$$

$$b_2 = 400\text{mm}$$

$$F_{2,v,Rd} = \underline{785,88\text{N}}$$

Seinän leikkausvoimakestävyys

$$F_{v,Rd} = 8 * F_{1,v,Rd} + 1 * F_{2,v,Rd}$$

$$F_{v,Rd} = 57,58 \text{ kN}$$

Mitoitusehto:

$$F_d < F_{v,Rd} \Rightarrow 50,15 \text{ kN} < 57,58 \text{ kN}$$

Käyttöaste 87% OK!

Seinälohko 3 (3,7m korkea)

$$F_{3,v,Rd} = 8639,35\text{N}$$

$$F_{v,Rd} = 60,66 \text{ kN}$$

$$F_d < F_{v,Rd} \Rightarrow 50,15 \text{ kN} < 60,66 \text{ kN}$$

Käyttöaste 82,7 % OK!

Seinälohkojen ulkoiset pystyvoimat:

Seinälohko 1:

$$F_{1,v,Ed} = (F_{1,v,Rd} / F_{v,Rd}) * F_{d,1}$$

$$F_{1,v,Ed} = 6,2 \text{ kN}$$

$$F_{1,C,Ed} = F_{1,t,Ed} = (F_{1,v,Ed} * h) / b_1$$

$$F_{1,t,Ed} = 23,25 \text{ kN}$$

Seinälohko 2:

$$F_{2,v,Ed} = 0,68 \text{ kN}$$

$$F_{2,t,Ed} = 2,55 \text{ kN}$$

Seinälohko 3:

$$F_{3,v,Ed} = 7,14 \text{ kN}$$

$$F_{3,t,Ed} = 22,01 \text{ kN}$$