

Petteri Palosaari

## **Puurakenteinen huoltorakennus**

Opinnäytetyö

Syksy 2015

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennus

Tekijä: Petteri Palosaari

Työn nimi: Puurakenteinen huoltorakennus

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 22

Liitteiden lukumäärä: 4

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia suunnitelma puurakenteisesta huoltorakennuksesta, jossa voidaan huoltaa rakennusliikkeen työ- ja kuljetuskalustoa. ArchiCAD ohjelmalla toteutetut suunnitelmat pitävät sisällään pohjakuvan, julkisivut ja leikkauksen.

Opinnäytetyöhön sisältyy myös mitoitusta vaativien puurakenteiden tarkastelua Finnwood 2.3 -ohjelmalla ja rakennusosien U-arvon tarkistamisen Puuinfo Oy:n laatimilla Excel-taulukoilla.

Avainsanat: rakennussuunnittelu, huoltorakennus, puurakennus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Petteri Palosaari

Title of thesis: Wooden structured repair station

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2015

Number of pages: 22

Number of appendices: 4

---

The object of the thesis was to design a wooden structured repair station for a construction company, where it would be possible to repair and maintain the company's working equipment and also the transport equipment. The designs which include a floorplan, a facade plan and a cross-section plan, were made with a program called ArchiCAD.

The thesis also includes inspecting the dimensioning of some of the critical wooden structures with a program called Finnwood 2.3 and also checking the thermal conductance of the structures with excel sheets made by Puuinfo Oy.

Keywords: civil engineering, maintenance building, wooden structured building

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 OHJEITA JA MÄÄRÄYKSIÄ KOHTEEN SUUNNITTELUUN.....	8
2.1 Puolilämmin tallirakennus .....	8
2.2 Lämmönläpäisykertoimet .....	8
2.3 Palomääräykset .....	9
2.3.1 Palovaarallisuusluokka .....	9
2.3.2 Suojaustaso .....	11
2.3.3 Paloluokka .....	11
3 SUUNNITTELU .....	13
3.1 Yleistä .....	13
3.2 Perustamistapa .....	13
3.3 Ulkoseinä .....	14
3.4 Yläpohja .....	15
4 Puurakenteiden tarkastelua.....	17
4.1 Kantavat runkorakenteet - orsipalkki.....	17
4.2 Käyttöluokka .....	17
4.3 Omapaino .....	18
4.4 Lumikuorma ja muotokerroin .....	18
4.5 Dimensiot.....	19
4.6 Tulosten tarkastelu.....	19
5 Yhteenveto.....	20
LÄHTEET .....	21
LIITTEET .....	22

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Palovaarallisuusluokka 1 (RT RakMK-21277 (2005)).	10
Kuvio 2. Suojaustaso 1 (RT RakMK-21277 2005).	11
Kuvio 3. Paloluokka (RT 08-11139 2014).	12
Kuvio 4. Alapohjan U-arvo (Puuinfo.fi 2015a).	14
Kuvio 5. Ulkoseinän U-arvo (Puuinfo.fi 2015b).	15
Kuvio 6. Kattorakenteen omapaino (RT 85-10495 1993, 10).	18
Kuvio 7. Lumikuorman muotokerroin (RIL 205-1-2009, liite B).	18
Taulukko 1. Vähimmäisvaatimukset lämmönläpäisykertoimille (RT RakMK-21504 2012).	8
Taulukko 2. Rakennuksen sisämitat.	13
Taulukko 3. Lattian rakenne.	14
Taulukko 4. Ulkoseinän rakenne.	15
Taulukko 5. Yläpohjan rakenne.	16

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>U-arvo</b>	Lämmönläpäisykerroin, joka ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen.
<b>Antura</b>	Perustuksen alin osa, jonka päälle kaikki paino jakautuu.
<b>Sokkeli</b>	Perustuksen näkyvä osa, jonka päälle runko rakennetaan.
<b>Alapohja</b>	Rakennuksen vaipan alin vaakaosa.
<b>Yläpohja</b>	Rakennuksen kattorakenne sisäkatosta vesikatteeseen.
<b>XPS-eriste</b>	Suulakepuristettua polystyreenia (solumuovi). Omaa hyvän puristuslujuuden ja hylkii kosteutta.
<b>Kapillaarikatko</b>	Kalliosta tai sorakivistä murskaamalla tehtyä kiviainesta, raekoko 5...8/16 mm tai 5...8/32 mm. Estää kosteuden kapillaarisen nousun maaperästä rakenteisiin.

# 1 JOHDANTO

Tarkoituksena on suunnitella veteliläiselle Rakennusliike KaPe Oy:lle tallirakennus sekä raskaankaluston että kuljetuskaluston huoltoon ja korjaamiseen. Rakennusliikkeen raskasta kalustoa ovat muun muassa traktori, kurottaja, saksilava ja kevyt kuorma-auto. Kuljetuskalustona toimivat pakettiautot ja peräkärret.

Rakennus tulee suunnitella niin, että kaluston voi ajaa toisesta päädyistä sisään ja toisesta ulos. Näin minimoidaan peruuttamisesta aiheutuvat riskitekijät, jolloin työturvallisuus paranee olennaisesti. Päätyovien ansiosta rakennukseen ei tarvitse myöskään asentaa erillisiä kantavia palkkeja ovien päälle, sillä ristikot asennetaan päätyrungon kylkiin, jolloin ne kantavat itsessään myös päädyt. Ainoat mitoitettavat palkit ovat orsipalkit rakennuksen sivurungoissa, jotka toimivat kantavina palkkeina rakennuksen kattorakenteille.

Suunnittelussa rakennuksen sivuille tulee varata riittävästi tilaa työtasoille ja työkentelyyn koneiden ympärillä. Suunnittelu itsessään toteutetaan ArchiCAD-ohjelmalla ja puurakenteiden mitoitusta tarkastellaan Finnwood 2.3 -ohjelmalla. Rakenteiden U-arvot tarkistetaan Puuinfo Oy:n Excel-taulukoilla, jotta rakenteet vastaavat ohjeita ja määräyksiä.

## 2 OHJEITA JA MÄÄRÄYKSIÄ KOHTEEN SUUNNITTELUUN

### 2.1 Puolilämmin tallirakennus

Määräyksissä ja ohjeissa tarkoitetaan puolilämpimällä tilalla sellaista tilaa, joka ei ole tarkoitettu jatkuvaan oleskeluun pelkästään normaalia sisävaatetusta käyttäen. Tilan lämpötilana pidetään lämmityskaudella keskimäärin vähintään +5 °C mutta alle +17 °C tai tilan lämpötila olisi näissä rajoissa ilman tuotantoprosessin luovuttamaa lämpöä (RT RakMK-21504 2012).

### 2.2 Lämmönläpäisykertoimet

Rakennetyypit määräytyvät vaatimusten mukaan ja vaatimukset löytyvät rakennusmääräyskokoelmasta D3 kohdasta 2.5.4. Tässä esitetään eri rakenneosien vähimmäisvaatimukset lämmönläpäisykertoimille, mutta ne eivät estä suunnittelijaa suunnittelemasta paremmin lämpöä eristävää rakennetta. Esimerkiksi seinärakennetta suunniteltaessa on syytä ottaa huomioon vaatimusten lisäksi myös materiaalien helppo saatavuus ja rakennustöiden sujuvuus asennustöissä.

Taulukko 1. Vähimmäisvaatimukset lämmönläpäisykertoimille (RT RakMK-21504 2012).

Rakennusosa	Seinä	Yläpohja	Alapohja	Ikkuna/ovi
U-arvo (W/m <sup>2</sup> k)	0,26	0,14	0,26	1,4



## **2.3 Palomääräykset**

Suunniteltava tallirakennus on siinä suoritettavalta toiminnaltaan autokorjaamo/huoltamo.

Autokorjaamoihin ja huoltamoihin sovelletaan tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuusohjeita E2 (RT RakMK-21278 2005).

### **2.3.1 Palovaarallisuusluokka**

Palovaarallisuusluokka määräytyy tiloissa tapahtuvan toiminnan mukaan ja merkitään rakennuslupapiirustuksiin. Autokorjaamoiden ja huoltamoiden palovaarallisuusluokka on 1 (kuvio 1). (RT RakMK-21277 2005)

**Palovaarallisuusluokka 1**

Toiminnot, joihin liittyy vähäinen tai kohtuullinen palovaara, kuten

- toiminnot, joissa aineita jähmeässä tai sulassa olo- muodossa käsiteltäessä tai työstettäessä säteilylämpöä, valokaarta tai avointa liekkiä käyttäen esiintyy vähäisessä määrin palovaaraa;
- toiminnot, joissa käsitellään kosteita raaka-aineita tai joissa kerrallaan käsiteltävien raaka-aineiden tai puolivalmisteiden määrä on pieni;
- toiminnot, joissa tuotannon tai varastoinnin yhteydessä käsitellään aineita, joihin kokemukseräisesti prosessiin kuuluvana tai käyttökokemuksiin liittyvänä sisältyy rajoitettu palovaara;
- toiminnot, joissa teollisesti käsitellään tai varastoidaan palavia nesteitä, joiden leimahduspiste on yli 55 °C tai sellaisia höyryjä ja pölyjä, jotka ovat vain rajoitetussa määrin palovaarallisia.

*Esimerkkejä*

- Autokorjaamot ja autohuoltamot
- Betoniteollisuus
- Elintarviketeollisuus
- Hiilivoimalat
- Kirjapainot
- Kiviteollisuus
- Konepajat
- Maataloustuotanto ja maatalouden varastointi
- Meijerit
- Metalliteollisuus
- Muuntoasemat
- Nahkateollisuus
- Palaviin nesteiden (leimahduspiste yli 55 °C) teollinen käsittely tai varastointi
- Panimot
- Paperi- ja kartonkiteollisuus
- Pesulat
- Puristemuoviteollisuus
- Selluloosateollisuus
- Sementtiteollisuus
- Tekstiiliteollisuus
- Tiiliteollisuus
- Vesivoimalat
- Öljyvoimalat

Kuvio 1. Palovaarallisuusluokka 1 (RT RakMK-21277 (2005)).

### 2.3.2 Suojaustaso

Rakennuksen suojaustasoksi valitaan suojaustaso 1 (kuvio 2). Tarvittaessa paloviranomainen tekee muutosvaatimukset lupakuviin rakennuslupaa haettaessa.

#### **Suojaustaso 1**

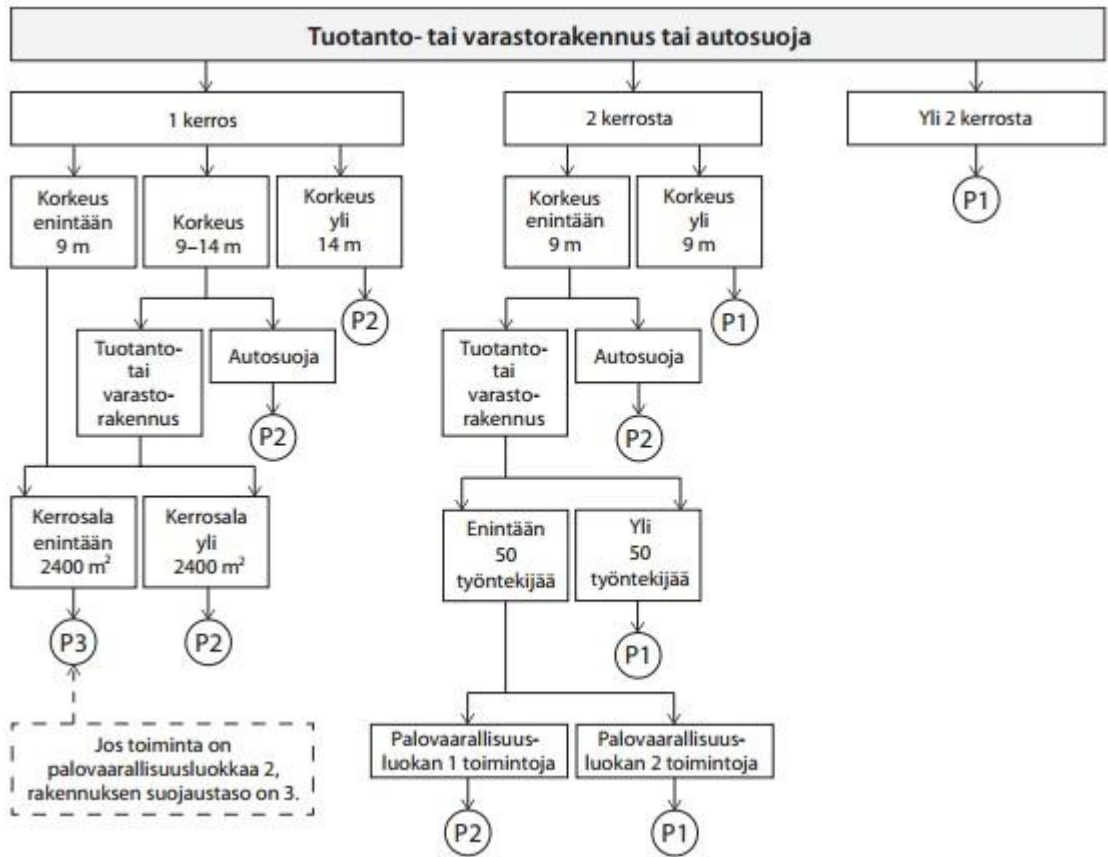
Tavallinen alkusammutuskalusto sekä tarvittaessa tehostettu alkusammutuskalusto.

- Tavallisella alkusammutuskalustolla tarkoitetaan yhden henkilön käytettävissä olevia, palonalkujen sammuttamiseen suunniteltuja laitteita kuten paloposteja ja käsisammuttimia. Tämä tulee kysymykseen palovaarallisuusluokassa 1.
- Tehostetulla alkusammutuskalustolla tarkoitetaan tehokasta palopostiverkkoa ja raskaita kemiallisia sammuttimia. Tätä käytetään tarvittaessa palovaarallisuusluokassa 2.

Kuvio 2. Suojaustaso 1 (RT RakMK-21277 2005).

### 2.3.3 Paloluokka

Rakennuksen paloluokkaa määriteltäessä tulee ottaa huomioon muun muassa mm. rakennuksen pinta-ala ja kerrosluku. Pinta-ala voidaan rajata tässä vaiheessa maksimissaan 100 m<sup>2</sup> ja kerrosluku on 1. Näillä tiedoilla ja rakennuksen käyttötarkoituksella paloluokaksi määräytyy P3 (kuvio 3).



Kuvio 3. Paloluokka (RT 08-11139 2014).

## 3 SUUNNITTELU

### 3.1 Yleistä

Rakennus pyritään suunnittelemaan niin, että rakennusliike voi tehdä suurimman osan työvaiheista omana työnä. Tämän vuoksi runkomateriaaliksi valikoitui jo hyvin aikaisessa vaiheessa puu. Teräsrakenteinen tai betonielementteinä toteutettu seinä- ja sokkelirakenne olisi pääosin aliurakointina toteutettava.

Rakennuksen pohja hahmotellaan ArchiCAD-ohjelmalla, jotta saadaan tarvittavat mitat U-arvojen määrittämiseen.

Rakennuksen sisämitat näkyvät taulukossa 2.

Taulukko 2. Rakennuksen sisämitat.

<b>leveys</b>	<b>6 468 mm</b>
<b>pituus</b>	<b>14 668 mm</b>
<b>korkeus</b>	<b>3 500 mm</b>

### 3.2 Perustamistapa

Rakennus soveltuu maanvaraisena perustettavaksi suunnitellun sijaintinsa vuoksi. Maa on kantavaa moreenia ja pintamuotoilulla sadevedetkin saadaan vaivattomasti ohjattua hallitusti pois tontilta.

Antura tehdään betonivaluna ja sokkeli muurataan kevytsoraharkoista. Lattia valetaan 150 mm vahvuisena, jotta se kestäisi raskaan kaluston. Eristeenä lattiarakenteessa tulee käyttää XPS-eristettä hyvän puristuslujuuden vuoksi. Laatan pintaan hierretään sirotepinnoite tekovaiheessa ja pinta viimeistellään teräshiertona.

Rakenne alapohjassa esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Lattian rakenne.

<b>Ainevahvuus mm</b>	<b>materiaali</b>
<b>150</b>	<b>Betonilaatta</b>
<b>100</b>	<b>XPS-eriste</b>
	<b>Routimaton sora tai hiekka</b>
	<b>Suodatinkangas</b>
<b>250</b>	<b>Kapillaarikatko, sepeli 16-32 mm</b>
	<b>Suodatinkangas</b>
	<b>Muotoon kaivettu perusmaa</b>

Seuraavaksi syötetään tiedot Puuinfo Oy:n Excel-taulukkoon ja tarkistetaan, onko U-arvo määräyksien mukainen. (Liite 1)

ALAPOHJAN U-ARVO
<b><math>U_c = 0,2336 \text{ W/m}^2\text{K}</math></b>

Kuvio 4. Alapohjan U-arvo (Puuinfo.fi 2015a).

Tulokseksi saatu U-arvo 0,23 W/m<sup>2</sup>k alittaa vaatimuksen (0,26 W/m<sup>2</sup>k) rakennetyypille.

### 3.3 Ulkoseinä

Seinä rakenne tulisi saada mahdollisimman lähelle 200 mm:n vahvuutta, koska sokkeli tehdään 150 mm harkolla ja 50 mm pystyeristeellä. Tuuletusvälin toimivuus ulkopinnalla ja sisäpuolen verhoilu on syytä ottaa huomioon rakennetyypiiä valittaessa. Runkovahvuudella 123 mm ja sisäpuolen 48 mm lisäkoolauksella päästään levytyksineen riittävän lähelle 200 mm kokonaisvahvuutta. Tähän tulisi lisäksi ulkopintaan kaksinkertainen koolaus ja ulkoverhouspanelointi.

Ulkoseinärakenne esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Ulkoseinän rakenne

Ainevahvuus mm	materiaali
13	Kipsilevy
	Höyrynsulku
48	Pystykoolaus, puu 48x48 ja lämmöneriste
123	Runkotolppa, puu 48x123 ja lämmöneriste
9	Tuulensuojakipsilevy
22	Koolaus, puu 22x100 vaakaan
22	Koolaus, puu 22x100 pystyyn
23	Ulkoverhouspaneeli UYV, puu 28x173

Seuraavaksi syötetään tiedot Puuinfo Oy:n Excel-taulukkoon ja tarkistetaan onko se U-arvoltaan määräyksien mukainen. Koska kyseessä on tallirakennus, lähtötietoina käytetään edullista KL37 eristettä. (Liite 2)

<p>ULKOSEINÄN U-ARVO</p> <p><math>U_c = 0,2248 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>
---

Kuvio 5. Ulkoseinän U-arvo (Puuinfo.fi 2015b).

Tulokseksi saatu U-arvo  $0,22 \text{ W/m}^2\text{k}$  alittaa vaatimuksen ( $0,26 \text{ W/m}^2\text{k}$ ) rakennetyypille, joten ulkoseinä voidaan eristää KL37 tuotteilla.

### 3.4 Yläpohja

Rakennus tehdään ristikkorakenteisena ja kattotyypiltään harjakattona. Seuraavaksi käydään eristevalmistajan ([www.isover.fi](http://www.isover.fi)) kotisivuilla katsomassa eri rakennetyyppien U-arvot puhallusvillaeristeellä toteutettuna, jolloin voidaan valita määräyksien mukainen rakennetyyppi kohteeseen.

Yläpohjarakenne esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Yläpohjan rakenne

<b>Ainevahvuus mm</b>	<b>materiaali</b>
	<b>Vesikate aluskatteineen rakennesuunnitelmien mukaan</b>
	<b>Tuuletettu ilmatila</b>
<b>200</b>	<b>Puhallusvilla ISOVER PUH KV-041</b>
<b>100</b>	<b>Kattokannattajat rakennesuunnitelmien mukaan ja lämmöneriste ISOVER KL-33</b>
	<b>Höyrynsulku</b>
<b>22</b>	<b>Harvalaudoitus, puu 22x100</b>
<b>13</b>	<b>Kipsilevy GN13</b>

Rakenteen U-arvo on 0,13 W/m<sup>2</sup>k, mikä alittaa vaatimuksen (0,14 W/m<sup>2</sup>k).



## **4 Puurakenteiden tarkastelua**

### **4.1 Kantavat runkorakenteet - orsipalkki**

Finnwood 2.3 -ohjelmalla tapahtuvaa tarkastelua varten tarvitaan seuraavat lähtötiedot.

### **4.2 Käyttöluokka**

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 ullakotilan puurakenteet.

Käyttöluokka on 2 (RIL 205-1-2009, liite B).

### 4.3 Omapaino

Katon omapaino voidaan laskea kuvio 6. taulukon avulla.

*Naulalevykannattimen ohjeellisia vähimmäiskuormituksia kN/m<sup>2</sup>.*

Kuormitus	Yläpaarre	Alapaarre
Omapaino	0,05	0,05
Kate		
- kattotiili	0,55	
- betonikattotiili	0,55	
- kuitusementtilevy	0,30	
- bitumikermi	0,30	
- muotolevy	0,15	
- sileä ohutlevy	0,15	
Sisäkattoverhous ja lämmöneriste	0,30	0,30
Hyötykuorma		1,5 (käytölläkkökannattimelle)
Muut kuormat	Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B1 mukaan	
- lumikuorma		
- tuulikuorma		

Kuvio 6. Kattorakenteen omapaino (RT 85-10495 1993, 10).

Taulukosta valitaan käytettävän rakenteen mukaisesti seuraavat kuormitukset: "Yläpaarre", "alapaarre", "muotolevy" ja "sisäverhous ja lämmöneriste".

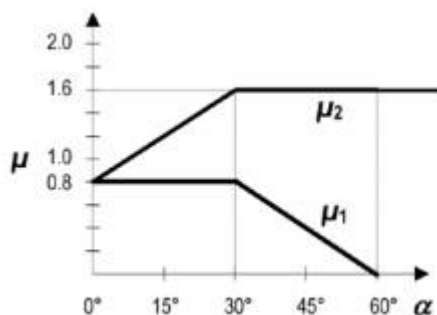
$$0,05 \text{ kN/m}^2 + 0,05 \text{ kN/m}^2 + 0,15 \text{ kN/m}^2 + 0,3 \text{ kN/m}^2 = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

### 4.4 Lumikuorma ja muotokerroin

Lumikuorma löytyy paikkakuntaakohtaisesti Finnwood 2.3 -ohjelmasta.

Lumikuorma Vetelissä: (Sk) 2,30 kN/m<sup>2</sup>

Kattokaltevuus rakennuksessa on 26°, jolloin muotokertoimeksi tulee 0,8.



Kuvio 7. Lumikuorman muotokerroin (RIL 205-1-2009, liite B).

## 4.5 Dimensiot

Kattokuorma jakautuu orsipalkeille puoliksi, joten mitoitukseen tarvittava mittamäärä on rakennuksen keskeltä räystäään ulkoreunaan. Mitta saadaan seuraavalla las-kutoimituksella:

$$7000/2 + 260 + 600 = 4360$$

Kantavien runkopilareiden etäisyys keskeltä keskelle on mitoituksessa 800 mm. Tämä sen vuoksi, että ikkunat sivuseinillä ovat leveydeltään 800 mm ja ne määräävät silloin osan runkopalkkien etäisyyksistä. On kokonaiskustannukseltaan edullisempaa käyttää koko seinälinjalla samaa palkkikokoa, jos ero ei ole suuri ja varsinkin, jos siihen riittää lujuudeltaan sahatavara. Tällöin ei tarvitse ikkunan vie-reisiin runkotolppiin loveta erikseen erikokoista palkkisyyvennystä ja tämän vuoksi myöskään tuplata runkotolppia.

## 4.6 Tulosten tarkastelu

Finnwood 2.3 antaa lähtötiedoilla C24-puutavarasta ensimmäiseksi sopivaksi palkkikooksi 48x147, mikä on helposti saatavilla ja edullinen rakennustuote, joten se soveltuu hyvin käytettäväksi kohteeseen. (Liite 3)

## 5 YHTEENVETO

Tarkoituksena oli suunnitella puurakenteinen huoltorakennus, joka olisi toteutettavissa pääosin rakennusliikkeen omana työnä. Suunnitelmat onnistuivat mielestäni tavoitteessa hyvin, sillä kokonaisuutena rakennus tulee olemaan perusrakentamista ja näin ollen se vaikuttaa kustannuksiin oleellisesti. Työturvallisuusaspekti tuli mukaan vasta suunnitteluvaiheessa, sillä kävin opinnäytetyön tekemisen ohella samanaikaisesti työturvallisuuskoulutuksessa ja siellä pohdittiin liikennöintiä työpaikoilla ja sen tuomia työturvallisuusriskejä. Mielestäni nämä riskit on hyvä huomioida jo suunnitteluvaiheessa myös näinkin yksinkertaisessa rakennuksessa. Rakenteiden U-arvon määrittäminen oli verrattain helppoa Puuinfon erinomaisen taulukon ansiosta. Sitä vastoin Finnwood 2.3 -ohjelman käyttö orsipalkin mitoittamiseen tuotti alussa harmaita hiuksia ja ilman ohjaajani asiantuntevaa opastusta en olisikaan päässyt asiassa maaliin asti.

## LÄHTEET

- Isover. 2015. Rakennekirjasto. [Verkkosivu]. Hyvinkää: Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy.[Viitattu 2.11.2015]. Saatavana: <http://www.isover.fi/suunnittelu/rakennekirjasto>
- Puuinfo. 2015a. Alapohjan U-arvon määrittäminen. [Verkkosivu]. Helsinki: Puuinfo Oy. [Viitattu 28.10.2015]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/node/1602>
- Puuinfo. 2015b. Puurakenteen U-arvon määrittäminen. [Verkkosivu]. Helsinki: Puuinfo Oy. [Viitattu 28.10.2015]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/node/1602>
- RIL 205-1-2009. 2009. liite B. Puurakenteiden lyhennetty suunnitteluohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto.
- RT 08-11139. 2014. Rakennusten paloluokat ja paloluokan määrittäminen. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 09-10692. 1999. Esteetön liikkumis- ja toimimisympäristö. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 85-10495. 1993. Puuristikot ja -kehät. Helsinki:Rakennustieto.
- RT RakMK-21277. 2005. E2 Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto.
- RT RakMK-21278. 2005. E4 Autosuojien paloturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto.
- RT RakMK-21504. 2012. D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. Helsinki: Rakennustieto.

## **LIITTEET**

Liite 1. Alapohjan U-arvon laskentataulukko

Liite 2. Ulkoseinän U-arvon laskentataulukko

Liite 3. Finnwood laskentatulokset

Liite 4. Rakennuspiirustukset

# LIITE 1 Alapohjan U-arvon laskentataulukko

Ohjelmaversio 1.01																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">Suunnittelutoimisto</td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">Työn nro</td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">Sivu</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">1 / 2</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Rakennuskohde</td> <td style="vertical-align: top;">Päiväys</td> <td style="vertical-align: top;">Tekijä</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="vertical-align: top;">Sisältö</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)</td> <td></td> </tr> </table>	Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu	X	X	1 / 2	Rakennuskohde	Päiväys	Tekijä	X	X	X	Sisältö			U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)			
Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu																	
X	X	1 / 2																	
Rakennuskohde	Päiväys	Tekijä																	
X	X	X																	
Sisältö																			
U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)																			

## RAKENTEEN TIEDOT

Info

Perusmaan tyyppi	Hiekka tai sora	
Alapohjan tyyppi	Maanpäällinen alapohja	<b>REUNAN PYSTYERISTEEN TIEDOT</b>
Reunan lisäeristys	Pystyeriste	Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]
Kellarin seinätyyppi	Ei kellaria	Paksuus [d]
		Korkeus [D]

Alapohjan pinta-ala [A]	95,0 m <sup>2</sup>
Alapohjan ympärysmitta [P]	42,0 m
Perusmuurin paksuus [w]	200 mm

### RAKENNEKERROKSET

*Sisäpinta*

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 1 Betonilaatta                |            |
| Kerroksen paksuus [d]         | 150,0 mm   |
| Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] | 2,500 W/mK |
- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 2 Polyuretaani (PU)           |            |
| Kerroksen paksuus [d]         | 100,0 mm   |
| Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] | 0,037 W/mK |
- |                      |  |
|----------------------|--|
| 3 Ei rakennekerrosta |  |
|----------------------|--|
- |                      |  |
|----------------------|--|
| 4 Ei rakennekerrosta |  |
|----------------------|--|
- |                      |  |
|----------------------|--|
| 5 Ei rakennekerrosta |  |
|----------------------|--|
- |                      |  |
|----------------------|--|
| 6 Ei rakennekerrosta |  |
|----------------------|--|

*Ulkopinta*

### LAATAN REUNAN RAKENNE

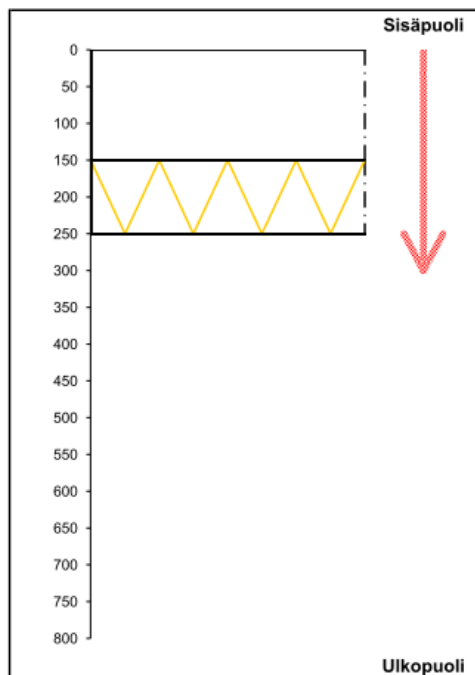
**Mittaviivojen selitykset**

x→x = perusmuurin paksuus [w]

x→x = pystyeristeen korkeus [D]

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

ALAPOHJA	d [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
Sisäpinta			0,17
1 Betonilaatta	150	2,500	0,06
2 Polyuretaani (PU)	100	0,037	2,70
Ulkopinta			0,04

**SUhteellinen LATTIAMITTA**

A	95,0	m <sup>2</sup>
P	42,0	m
B'	4,524	m

**LATTIAN EKVIVALENTTI PAKSUUS**

w	0,200	m
d <sub>i</sub>	6,145	m
$\lambda_{\text{perusmaa}}$	2,000	W/mK
R <sub>si</sub>	0,170	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>se</sub>	0,040	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>f</sub>	2,763	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>g</sub>	1,034	m <sup>2</sup> K/W

**SEINÄN EKVIVALENTTI PAKSUUS**

z	-	m
d <sub>w</sub>	-	m
R <sub>w</sub>	-	m <sup>2</sup> K/W

**U-ARVO**

$\Psi_{g,e}$	-0,02	
U <sub>0</sub>	0,24	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>bf</sub>	-	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>bw</sub>	-	W/m <sup>2</sup> K

**ALAPOHJAN U-ARVO**

$$U_c = 0,2336 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**VIRHEILMOITUKSET**

.
.



## LIITE 2 Ulkoseinän U-arvon laskentataulukko

Ohjelmaversio 1.03	
Suunnittelutoimisto	Työn nro
	1
	Sivu
	1 / 2
Päiväys	Tekijä
29.9.2014	Petteri P.
Rakennuskohde	Sisältö
Tallirakennus	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)

**RAKENTEEN TIEDOT** Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

**RAKENNEKERROKSET** Sisäpinta

1	Kipsilevy ▼		
	Kerroksen paksuus [d]	13,0 mm	
	Lämmönjohtavuus [λ]	0,060 W/mK	

2	Ilman- ja höyrynsulku ▼		
---	-------------------------	--	--

3	Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼		
	Kerroksen paksuus [d]	48,0 mm	
	Lämmönjohtavuus [λ]	0,037 W/mK	
	Koolaussuunta (p / v)	p	

4	Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼		
	Kerroksen paksuus [d]	123,0 mm	
	Lämmönjohtavuus [λ]	0,037 W/mK	
	Koolaussuunta (p / v)	p	

5	Kipsilevy ▼		
	Kerroksen paksuus [d]	9,0 mm	
	Lämmönjohtavuus [λ]	0,060 W/mK	

6	Ei rakennekerrosta ▼		
---	----------------------	--	--

7	Ei rakennekerrosta ▼		
---	----------------------	--	--

8	Ei rakennekerrosta ▼		
---	----------------------	--	--

*Ulkopinta*

**ILMARAKOJEN TIEDOT**

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

**METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT**

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

**KOOLAUKSEN TIEDOT**

Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼

Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm

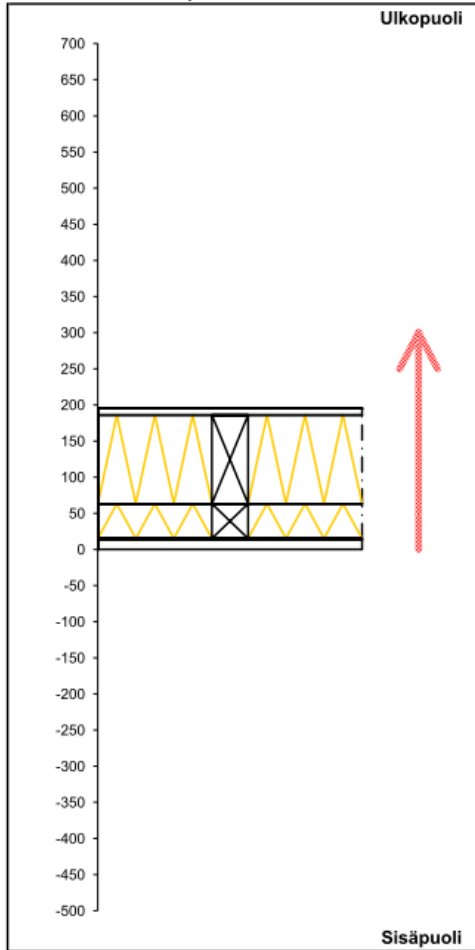
  

**RAKENNE / LÄMPÖVIRTA**

Suunnittelutoimisto	Työn nro	1	Sivu	2 / 2
	0	Päiväys		
Rakennuskohde	Sisältö			
Tallirakennus	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)			

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,060	0,2167		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	48	0,037	1,0999	48	600
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	123	0,037	2,8185	48	600
5 Kipsilevy	9	0,060	0,1500		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 193 mm

**MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI**

Ei muuraussiteitä

**OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET**

$f_a$	0,920	<i>Eriste</i>
$f_b$	0,080	<i>Pystykoolaus</i>
$f_c$	0,000	<i>Vaakakoolaus</i>
$f_d$	0,000	<i>Koolausristeys</i>

**OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET**

$R_a$	5,249	m <sup>2</sup> K/W
$R_b$	2,052	m <sup>2</sup> K/W
$R_c$	0,000	m <sup>2</sup> K/W
$R_d$	0,000	m <sup>2</sup> K/W

**U-ARVO**

$R'_T$	4,667	m <sup>2</sup> K/W
$R''_T$	4,546	m <sup>2</sup> K/W
U	0,217	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U''$	0,010	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U_B$	0,008	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U_f$	0,000	W/m <sup>2</sup> K

**ULKOSEINÄN U-ARVO**

$$U_c = 0,2248 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**VIRHEILMOITUKSET**

# LIITE 3 Finnwood laskentatulokset

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

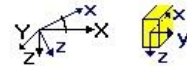
?

11.11.2015

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



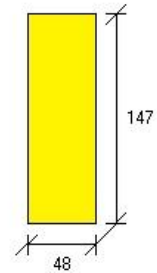
PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

E:\\_Orsipalkki\_v1.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
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: CC2 (KFI=1.0)  
Jako/kuormituslev.: 4360 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

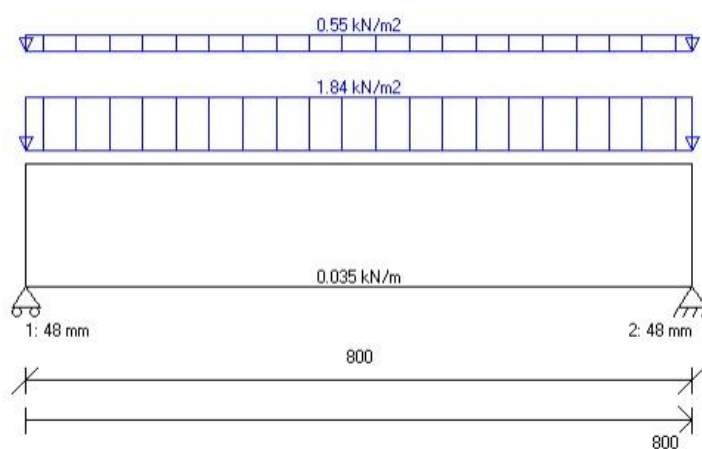
Uloke-/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
Jänneväli 1: 800.0  
Yhteensä: 800.0

Tuki: Sijainti x [mm]: Leveys [mm]: Tyyppi:  
1: 0 48 Liukutuki (Z)  
2: 800 48 Kiinteä niveltuki (X,Z)

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)

Osavamuusluku: 1.40

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
kdef:	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.035 kN/m x = 0 - 800 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.550 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 800 mmLumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QZ = 1.840 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 800 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

---

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

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

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

---

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
 Kokonaiskäyttöaste: 88.7 %

#### MITOITUSPARAMETRI:

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

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

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

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 600.00$  mm

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

$L_{ef1} = L_{k1}$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus neutraaliakseilla/kiepahdustukien kautta)

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):	5.93 kN	10.75 kN	55.2 %	800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	1.19 kNm	2.38 kNm	49.8 %	400 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	1.19 kNm	2.38 kNm	49.8 %	400 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1: Tukipaine kerroin = 2.03	5.93 kN	6.69 kN	88.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2: Tukipaine kerroin = 2.03	5.93 kN	6.69 kN	88.7 %	800 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
jänneväli 1, $W_{fin}$ :	0.8 mm	-mm	0.0 %	400 mm	Yhdistelmä 13/1

---

---

jänneväli 1, Wnet,fin:	0.8 mm	2.7 mm	29.7 %	400 mm	Yhdistelmä 13/1
------------------------	--------	--------	--------	--------	-----------------

---

**ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

**VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:**

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	5.93 kN	800 mm
My,max	1.19 kNm	400 mm

---

**TUKIREAKTIOT:**

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	5.93 kN	0.88 kN	4.18 kN	0.97 kN
2:	5.93 kN	0.88 kN	4.18 kN	0.97 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

**TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):**

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.97
2:	0.97

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	3.21
2:	3.21

---

**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
  - Rakennesuuren koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
-

- 
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
  - Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.  
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
- 

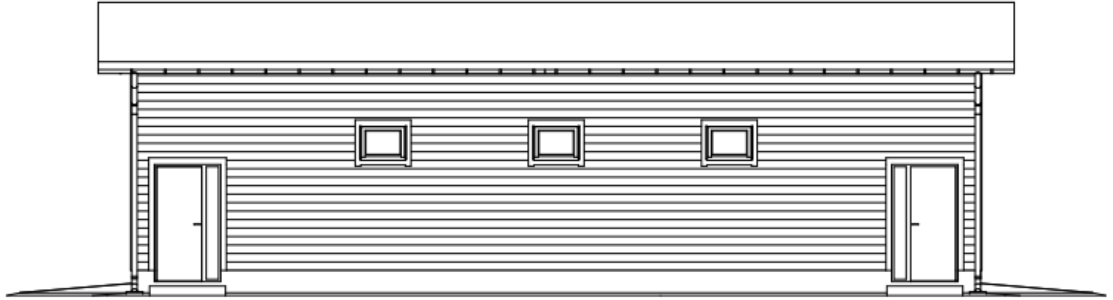
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisuusjärjestystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan 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 4 Rakennuspiirustukset

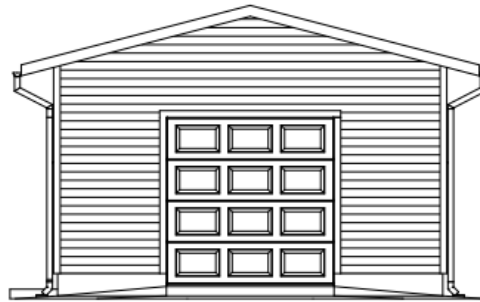
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVUT	MITTAKAAVA 1:100
------------------------------------	---------------------



JS 1

Julkisivu 1

1:100



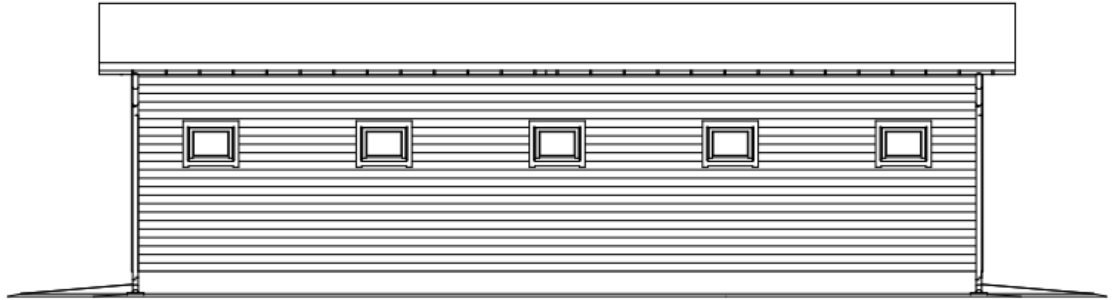
JS 2

Julkisivu 2

1:100



PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ JULKISIVUT	MITTAKAAVA 1:100
------------------------------------	---------------------



JS 4

Julkisivu 4

1:100



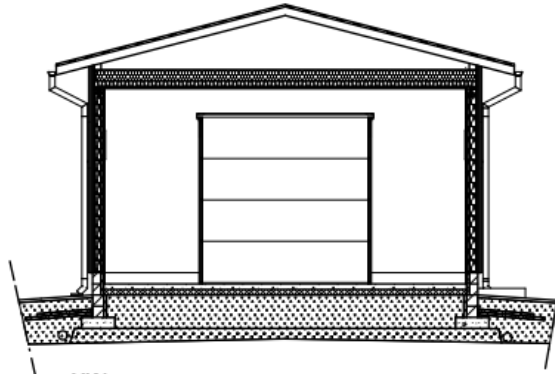
JS 3

Julkisivu 3

1:100

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ  
LEIKKAUS A-A

MITTAKAAVA  
1:100



**VK1:**

- PELTI
- RUODELAUTA (KATEVALMISTAJAN OHJEEN MUKAISESTI)
- 30 mm TUULETURRIMA
- ALUSKATE
- PUURISTIKKORAKENNE k900

**YP1** U = 0,13 W/m<sup>2</sup>K

- 200 mm LÄMMÖNERISTE (PUHALLETTAVA)
- 100 mm LÄMMÖNERISTE
- HÖYRYNSULKU
- 22x100 mm KOOLAUS k400
- 13 mm SISÄVERHOUSLEVY

**US1** U = 0,22 W/m<sup>2</sup>K

- 13 mm SISÄVERHOUSLEVY
- HÖYRYNSULKU
- 48x48 mm PYSTYKOOLAUS k600 + ERISTE KI37
- 48x123 mm PYSTYRUNKO k600 + ERISTE KI37
- TUULENSUOJALEVY 9 mm
- 2x22x100 mm LAUTA RISTIIN KOOLAUS k600
- 28x170 mm ULKOVERHOUSLAUTA UYV VAAKAAN

**AP1** U = 0,23 W/m<sup>2</sup>K

- PINTAMATERIAALI
- 150 mm TERÄSBETONILAATTA
- 100 mm XPS 300 LATTIAERISTE
- ROUTIMATON HIEKKA TAI SORATÄYTTÖ
- 200 mm KAPILLAARIKATKAISUKERROS
- SUODATINKANGAS
- MUOTOON KAIVETTU PERUSMAA

PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ  
POHJA

MITTAKAAVA  
1:100

