

## AURINKOKASVIHUONE

Toimintaperusteet ja rakennusmallin suunnittelu

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Joonas-Mikael Lampinen	
Työn nimi Aurinkokasvihuone toimintaperusteet ja rakennusmallin suunnittelu	
Päiväys 05.05.2015	Sivumäärä/Liitteet 30/81
Ohjaajat Lehtori Antti Korpinen, lehtori Viljo Kuusela	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Joonas-Mikael Lampinen	
Tiivistelmä <p>Tämän insinööryön tarkoituksena oli perehtyä aurinkokasvihuoneiden rakenteisiin ja energiaratkaisuihin. Tavoitteena oli saada aikaan rakennussuunnitelmat omasta aurinkokasvihuonemallista, sekä kattavat laskelmat toimivasta passiivisesta aurinkoenergian hyödyntämisestä kyseisessä mallissa. Työssä selvitettiin aurinkokasvihuoneen ratkaisut höylähirsirakenteisena ja passiivisen aurinkoenergian hyödyntämiseen tarvittavan akuston kapasiteetti Suomen oloihin suunniteltuna. Työn aikana suunniteltiin myös tyypillisemmän puutarhakasvihuoneen työpiirustukset, sekä tähän liittyen rakennemitoitukset.</p> <p>Työ tehtiin ArchiCAD-mallinnusohjelmiston avulla, sekä rakennemitoitukset Finnforest Finnwood 2.3 ohjelmistolla. Tausta-aineistona käytettiin muun muassa alan kirjallisuutta, sekä Missourin yliopiston tutkimuksia aurinkokasvihuoneista. Lisäksi suoritettiin asiakaskysely puutarhasivustojen käyttäjille Survey monkey-palvelun avulla.</p> <p>Työn tuloksena saatiin työpiirustukset aurinkokasvihuoneeseen ja tähän malliin liittyvät passiivisen aurinkoenergian lämpöakun mitoitukset. Puutarhakasvihuoneesta saatiin työpiirustukset ja rakenteiden mitoitustulokset. Lisäksi saatuja asiakaskyselyiden tuloksia voidaan hyödyntää tuotteiden suunnittelussa.</p>	
Avainsanat aurinkokasvihuone, puutarhakasvihuone, passiivinen aurinkoenergia	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author Joonas-Mikael Lampinen			
Title of Thesis Design Plans of Solar Greenhouse			
Date	28 May, 2015	Pages/Appendices	30/81
Supervisors Mr Antti Korpinen, Principal Lecturer and Mr Viljo Kuusela, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Joonas-Mikael Lampinen			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The purpose of this final project was to design and plan a solar greenhouse with a passive energy system. The aim of this project was to design an own model of a stylish solar greenhouse made of logs as well as to create a passive energy system which would be suitable for the Finnish climate conditions. Recommendations from Dr. Timothy Reinbott (University Of Missouri) were followed.</p> <p>ArchiCAD 14 and 15 3D building design software were used to design architectural drawings, and Finnforest Finnwood 2.3 software was used to design the structures. All drawings made in this project were finished with ArchiCAD 15 software. Customer surveys were carried out with Survey Monkey online survey services.</p> <p>As a result of this final project there were architectural drawings for a solar greenhouse and also architectural drawings of a typical greenhouse. The project includes a research of passive solar energy systems with functional design and information about greenhouse structures.</p>			
<p><b>Keywords</b> greenhouse design, passive solar energy, garden, solar greenhouses</p>			

## ALKUSANAT

Tässä insinööriyössä on selvitetty aurinkokasvihuoneiden toimintaperiaatteita, sekä tehty suunnitelmat hirsirakenteisen aurinkokasvihuoneen valmistusta varten. Lisäksi on perusteita kasvihuoneista ja yleisen puutarhakasvihuoneen työpiirustukset. Puutarhakasvihuone on toteutettu piirustusten pohjalta Porvooseen 2013.

Haluan osoittaa kiitokset kaikille työssä mukana olleille, erityisesti pitkäjänteisyydestä ja kannustuksesta työn suorittamiseksi loppuun. Kiitän työn ohjauksesta lehtori Antti Korpista, sekä lehtori Ville Kuuselaa. Lisäksi suuri kiitos Teille, jotka vastasitte asiakaskyselyyn puutarhasivustoilla ja tarjositte näin hyvää tietoa opinnäytetyöni pohjaksi.

Kiitos perheenjäsenille, ystäville ja työkavereille, jotka jaksoitte kannustaa opintojen aikana ja niiden jälkeenkin. Ilman kannustusta tuskin olisi tämäkään opinnäytetyö valmistunut. Aiheena puutarhat ja kasvihuoneet ovat edelleen kiinnostavia ja toivottavasti tämän opinnäytetyön jälkeen seuraavaksi on edessä itse rakentaminen ja toteutus.

"Tärkeintä elämässä on puutarhanhoito, eikä sekään ole kovin tärkeätä"

Kiinalainen sananlasku

Kuopiossa 28.05.2015

Joonas-Mikael Lampinen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	PUUTARHAKASVIHUONEET .....	7
2.1	yleistietoa puutarhakasvihuoneista Suomessa .....	7
2.2	Kasvukausi puutarhakasvihuoneessa .....	8
2.3	Kasvihuoneiden katemateriaalit .....	9
2.4	Kasvihuoneen runkorakenteet .....	12
2.5	Puutarhakasvihuoneen perusratkaisut .....	13
2.6	Ruuvipaaluperustus kasvihuoneen perustuksissa .....	14
2.7	Kasvihuoneen tuuletusratkaisut .....	15
2.8	Kasvihuoneen varjostusratkaisut .....	16
3	AURINKOKASVIHUONEET .....	17
3.1	Aurinkokasvihuoneen perusteet ja toiminta .....	17
3.2	Auringonsäteily energianlähteenä .....	18
3.3	Aurinkokasvihuoneen lämpöakku .....	19
3.4	Lämpöpeitot aurinkokasvihuoneessa .....	21
4	AURINKOKASVIHUONEEN SUUNNITELMAT .....	22
4.1	Aurinkokasvihuoneen rakennuspaikka ja alkutilanne .....	22
4.2	Aurinkokasvihuoneen runko ja perusratkaisut .....	22
4.3	Aurinkokasvihuoneen lämpöakusto ja aurinkoenergian varastointi .....	23
4.4	Aurinkokasvihuoneen katemateriaali ja liitokset .....	24
4.5	Aurinkokasvihuoneen tuuletusratkaisu .....	25
4.6	Aurinkokasvihuoneen varjostus ja lämpöpeitot .....	25
5	PUUTARHAKASVIHUONEEN SUUNNITELMAT .....	26
5.1	Yleistä puutarhakasvihuoneprojektista .....	26
5.2	Puutarhakasvihuoneen rakenne .....	27
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	28
	LÄHTEET .....	29

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää aurinkokasvihuoneiden toiminnan perusteita ja selvittää soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin, sekä luoda rakennusmallin suunnitelmat omaa aurinkokasvihuonetta varten. Aurinkokasvihuoneen lisäksi työssäni on käsitelty ohessa puutarhakasvihuoneita, sekä suunniteltu puutarhakasvihuone rakennemitoituksineen.

Idea opinnäytetyöhön on tullut kiinnostuksesta kasvihuoneisiin. Opinnäytetyötäni ennen olen tutustunut aurinkokasvihuoneisiin kirjallisuuden avulla. Suomessa ei ole, kuin kokeiluintoisten valmistamia aurinkokasvihuoneita ja näitäkin kovin vähän. Aurinkokasvihuoneen tekeminen ei ole edullisin vaihtoehto saada kasvihuone pihalleen, joten tätä varten suunnitelmat ovat oltava huolelliset ja perustellut. Myös kustannusten takia lopputuloksen on oltava pitkäikäinen ja käytännöllinen. Lopputuloksena on kuitenkin toimivaksi ja tehokkaaksi havaittu kasvihuonemalli.

Opinnäytetyöni tuloksina on selvitys kasvihuoneiden rakenteista ja aurinkokasvihuoneen eroista normaaliin kasvihuoneeseen nähden puutarhakäytössä. Selvitysten pohjalta olen valmistanut itselleni työpiirustukset ArchiCAD-ohjelmistolla omaa aurinkokasvihuonetta ja puutarhakasvihuonetta varten. Aurinkokasvihuoneen toteutus on suunnitelmissa kaudelle 2015.

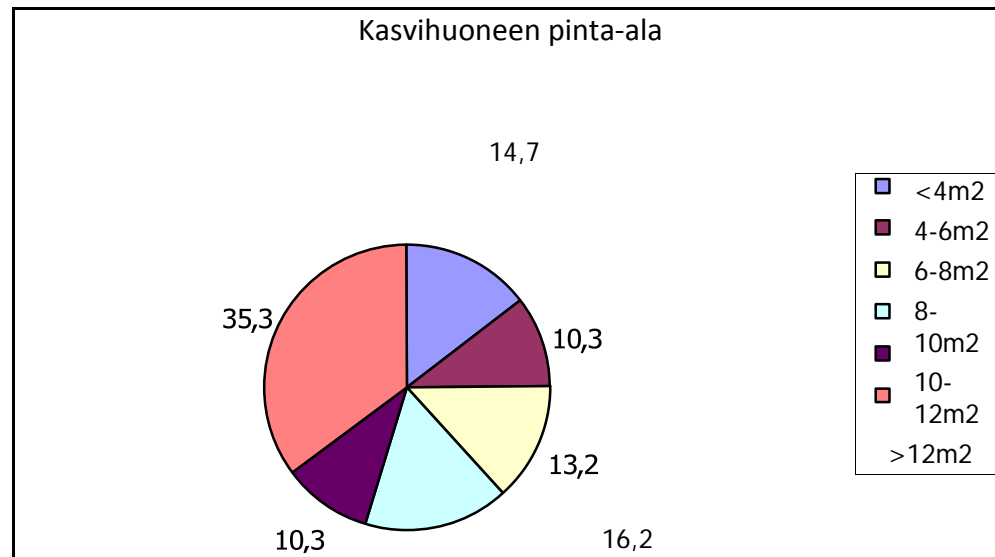
## 2 PUUTARHAKASVIHUONEET

### 2.1 yleistietoa puutarhakasvihuoneista Suomessa

Useimmat kotipuutarhan viljelijät kaipaavat jossain vaiheessa puutarhaansa kasvihuonetta saadakseen kasvatettua erilaisia vihanneksia ja kasviksia, mutta myös aikaistettua kasvukauttaan. Suomessa hallan riski on olemassa vielä Keski-Suomen tasolla kesäkuussakin ilmeinen, joten riittävän pitkän kasvukauden saadakseen on joitakin kasveja varten pidennettävä keinotekoisesti. Tämä onkin kasvihuoneen perimmäinen tarkoitus. Saada kasvukausi aikaistettua keväällä ja toisaalta pidennettyä syksyllä.

Yleisimmin puutarhaviljelijät ovat tottuneet rakentamaan kasvihuoneensa itse puutavarasta ja kasvihuonemuovista jos jotain voi päätellä yleisvaikutelmasta ajaessaan ympäri Suomea. Viimeisten parin vuosikymmenen aikana on markkinoilla kuitenkin yleistynyt polykarbonaatista valmistettu kennolevy, joka on tuonut markkinoille valmiita kasvihuonepaketteja. Tällöin kasvihuoneen saa pystytettyä ilman varsinaista rakennusosaamista ja huomattavasti nopeammin.

Puutarhakasvihuoneiden koko on tyypillisesti taajama-alueiden pienillä tonteilla alle 10m<sup>2</sup>, suurimmaksi osaltaan siitä syystä, että markkinoilla myydään enimmäkseen kokoluokkaa 5-7m<sup>2</sup> kasvihuonepaketteja. Hieman sivummalla haja-asutusalueilla on totuttu hieman suurempiinkin kasvihuoneisiin tilavien tonttien vuoksi. Usein puutarhaviljelijä ei mieti kokemattomuuden vuoksi kovinkaan tarkasti kasvihuoneensa kokoa ja ensimmäisen kesän jälkeen kasvihuone todetaankin usein liian pieneksi ja seuraavalle kasvukaudelle suunnitellaankin välittömästi suurempaa kasvihuonetta, jossa kasvatus olisi toimivampaa. Näin ainakin on voinut huomata omalla kohdallani, sekä läheisten kasvihuoneprojektien kohdalla. Seuraavassa kuvaajassa on suoritettun asiakaskyselyn tuloksia toivotun kasvihuoneen pinta-alan suhteen. Asiakaskyselyyn vastasi puutarhanhoidosta kiinnostuneita harrastajia internetin puutarhaanhoitoon liittyvillä keskustelupalstoilla. Vastaajien kokemustasoa ei erikseen selvitetty kyselyn yhteydessä.



KUVIO 1. Kasvihuoneen toivottu pinta-ala. (Asiakaskysely puutarhasivustojen lukijoille)

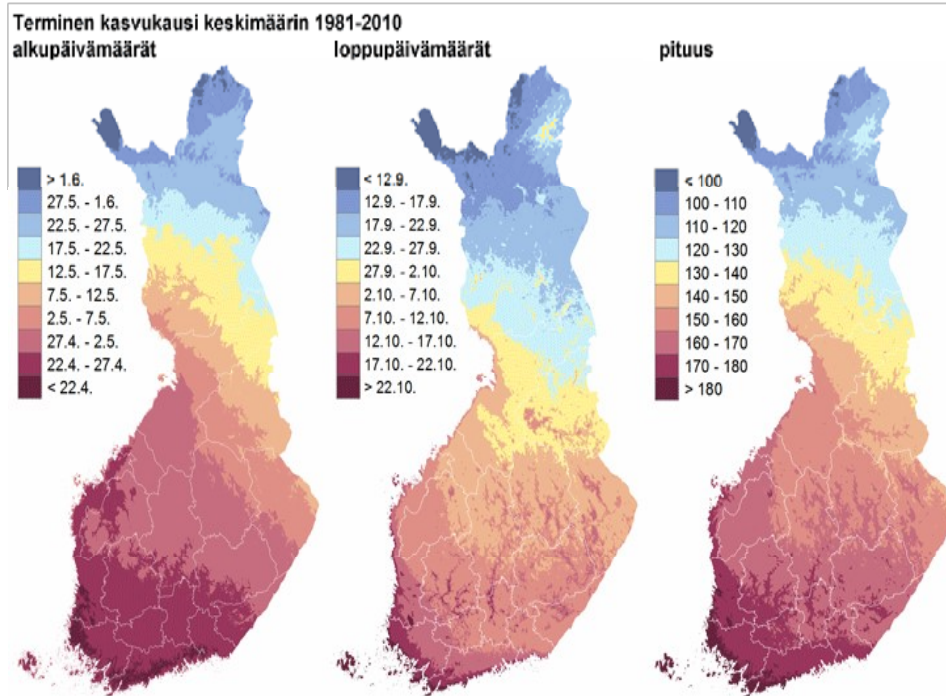
## 2.2 Kasvukausi puutarhakasvihuoneessa

Suomessa on vakiintunut määritelmä kasvukaudelle, jota kutsutaan termiseksi kasvukaudeksi. Termisen kasvukauden katsotaan alkavan, kun vuorokauden keskilämpötila on noussut pysyvästi yli +5 °C. Koska keväällä voi hetkittäinen vaihtelu vuorokausilämpötiloissa olla suurikin, niin seuranta tapahtuu 10 vuorokauden jaksoissa. Vastaavasti syksyllä termisen kasvukauden katsotaan päättyneeksi, kun vuorokauden keskilämpötila on laskenut pysyvästi alle +5 °C. Toisaalta kasvukausi päättyy jo aikaisemminkin jos alueella koetaan useat yöpakkaset. (Ilmatieteenlaitos.)

Viisivuotisseurantatutkimuksen Kuopion alueella termisen kasvukauden keskimääräinen alku on ollut 1981 - 2010 aikavälin seurannan mukaan ajoittunut 27.4 - 2.5 ja päättymisaika on ollut keskimäärin 7.10 - 12.10. Aivan lounaisimmassa osissa Suomea kasvukauden pituus on noin kuukauden Pohjois-Savoa ja Kuopiota pidempi, Pohjois-Suomeen verrattuna jopa kaksi tai kolmekin kuukautta (kuva 1.)

Suomessa terminen kasvukausi on ulkoviilijelyä varten tehty seuranta, mutta kasvihuoneviljelyssä pyritään kasvukausi pidentämään niin, että kasvukausi alkaa aikaisemmin ja vastaavasti päättyy myöhemmin. Tyypillisessä puutarhakasvihuoneessa tämä ero on vain noin kaksi viikkoa kummassakin päässä kasvukautta, mikäli käytössä ei ole lisäeristyksiä tai lämmityslaitteita. Tällöin puutarhakasvihuoneen kasvukausi alkaa aikaisintaan Suomessa huhtikuun loppupuolella ja päättyy lokakuun alussa. (Nurmi 2004)





KUVA 1. Terminen kasvukausi Suomessa. (Ilmatieteenlaitos.)

### 2.3 Kasvihuoneiden katemateriaalit

Tampereen Kasvihuoneiden materiaalit voidaan jakaa katemateriaaliin ja runkomateriaaliin. Katemateriaalina Suomessa on tyypillisesti käytössä erilaiset kasvihuonemuovit, kennolevyt ja perinteinen lasi. Näistä kasvihuonemuovit ovat selkeästi yleisimmin käytettyjä, kun taas lasi on tunnettu kasvihuoneiden materiaalina jo vuosisatoja ennen teollisen muovin keksimistä.

Kasvihuonemuovit ovat yksinkertaisin ja edullisin vaihtoehto kasvihuoneen katemateriaaliksi. Ne ovat yksinkertaisia käyttää ja sopivat hyvin itse kasvihuoneensa tekeväälle harrastelijalle. Kasvihuonemuovit kestävät myös lumikuormia hyvin, kiitos vahvan ja kehittyneen rakenteen ansiosta. (Palmstierna 2008, 143.)

Kasvihuonemuovit eroavat normaaleista rakennusmuoveista hyvällä UV-valon kestävyydellään ja ohuemmalla kalvopaksuudellaan. Kasvihuonemuovien yleisin kalvopaksuus on 0,175 millimetriä, kun taas rakennusmuovien yleisin kalvopaksuus on 0,200 millimetrin luokkaa. Kasvihuoneissa käytetyt muovikalvot ovat lankavahvisteisia kestävyuden lisäämiseksi. Paksummasta kalvopaksuudesta huolimatta rakennusteollisuuden muovikalvot eivät kestä jatkuvaa UV-säteilyn rasitusta ja tämän vuoksi normaalia rakennusmuovia pitäisi pyrkiä välttämään kasvihuoneissa, vaikka se tuntuisikin aluksi edullisemmalta vaihtoehdolta. Markkinoilla kasvihuonemuovien tarjonnan kasvaessa myös tekninen kehitystyö etenee. Parhaimmat ja kehittyneimmät kasvihuonemuovit valmistetaan kolmikerroksisina laminoituina ohuista kerroksista yhteen ja käsittelemällä alin kerros antikondenssilisäaineella. Antikondenssikäsittelyllä saadaan muovipinnoite pisaroita keräämättömäksi. Tämä on hyvä huomioida kasvihuonemuovien asennuksessa, jotta tämä

erikoiskäsitelty pinta tulee varmasti sisäpuolelle. Myös lämmöneristävyyttä on saatu nostettua kopolymerien heijastaessa infrapunasäteilyn takaisin kasvihuoneeseen. (Oy Steelmark Ab.)



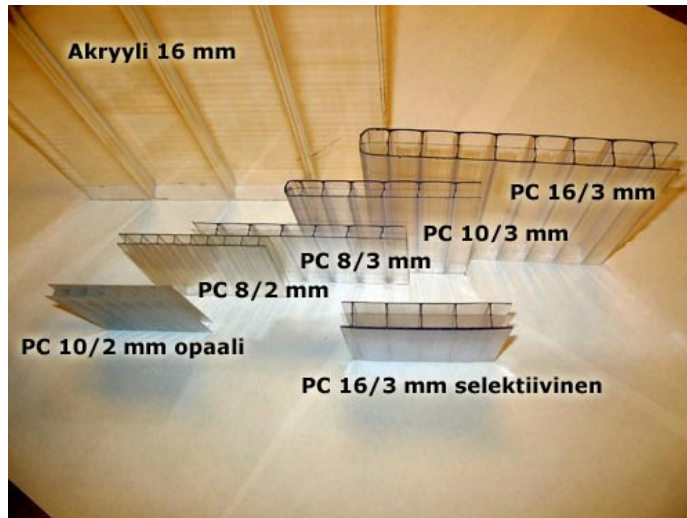
KUVA 2. Kasvihuonemuovi katemateriaalina kasvihuoneessa. (Oy Steelmark Ab)

Kennolevyt ovat tuttu materiaali kasvihuoneissa kauppapuutarhoilla ja suurilla kasvihuoneviljelmillä vierailtaessa. Polykarbonaatista valmistetut levyt sopivat hyvin myös puutarhakasvihuoneisiin kestävän ja helpon käytettävyyden vuoksi. Jokainen voi itse helposti ruuvata kennolevyt kasvihuoneensa katteeksi erityisillä kateruuveilla, joissa on tiivistetty aluslevy kannan alla. Hyvän lumikuorman kestävyys vuoksi kennolevyt soveltuvat erinomaisesti kattorakenteisiin, jolloin kattokulman ei tarvitse olla yhtä jyrkkä, kuin esimerkiksi vastaavasti lasikatteissa. Niin kuin muutkin kasvihuoneiden katot, myös kennolevyiltä olisi suositeltavaa poistaa talvisin raskas lumikuorma aika ajoin. (Palmstierna 2008, 142.)

Kennolevyt ovat polykarbonaatista valmistettuja muovilevyjä, jotka muodostuvat kahdesta pinnasta ja niiden välillä olevasta ilmatilasta eli kennoista. Kennoja voi olla yksi pintojen välillä tai useampi erilaisilla väliseinäratkaisuilla, jolloin puhutaan esimerkiksi kolmikerroksisista kennolevyistä. Kennolevyjen hyöty on parempi lämmöneristävyys ja kestävämpi rakenne muovikalvoihin verrattuna. Haittapuoloina voidaan nähdä korkeampi hankintahinta ja hankalampi kuljetettavuus.

Polykarbonaattikennolevyissä käyttölämpötila-alue on laaja, joten ne kestävät hyvin räsästä kovilla pakkasilla, kuin myös kesähelteillä. Useat markkinoilla olevista kennolevyistä on käsitelty toiselta puolelta, niin etteivät tiivistyneet vesipisarot putoa alas, tällöin puhutaan antikondenssikäsittelystä.

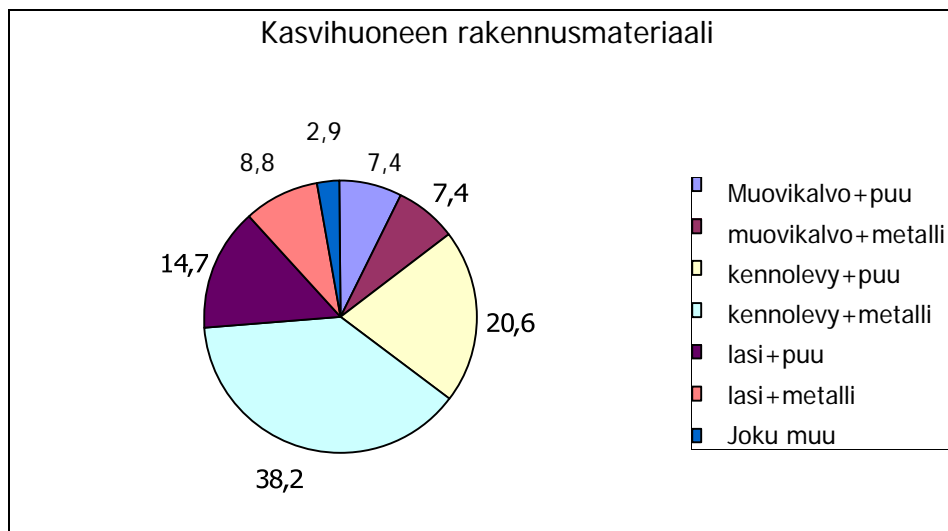
Kaikesta huolimatta kennolevyt ovat muovikalvojen tapaan vanhentuvaa materiaalia ja joudutaan uusimaan aikanaan. (Palmstierna 2008, 142.)



KUVA 3. Erilaisia kennolevytyyppejä. (Monexi Oy)

Lasi on katemateriaaleista yksi edullisimmista, vaikka se ei siltä vaikuttaisi ulkoisesti. Lasi on myös tavallisin kasvihuoneiden katemateriaali historiassamme, ajalta jolloin muovia ei ollut vielä edes keksitty. Lasista näkee hyvin läpi, siitä menee valo läpi tehokkaasti. Lasikatteet valmistetaan kasvihuoneisiin usein 3 millimetrin vahuisesta lasista, jolloin tukiväli on joko 600 millimetriä ja 4 millimetrin lasia käytettäessä 750 millimetriä. Lasin vaaroina voidaan katsoa hajoaminen vaarallisiksi sirpaleiksi lumikuorman rasituksesta, mutta tämä ei ole kovinkaan yleistä oikein toteutettuna. Turvallisuuden vuoksi on siltikin hyvä käyttää karkaistua lasia, joka ei hajotessaan aiheuta vaaratilanteita kasvihuoneen käyttäjille. (Palmstierna 2008, 140)

Lasia on käytetty jo 1500-luvulla Orangerioiden, arkkitehtuuriltaan näyttävien renessanssipuutarhojen kasvihuoneiden materiaalina, joissa kasvatettiin yläluokkaisten eksoottisia herkkuja, kuten sitrushedelmiä ja viiniköynnöksiä, joita he olivat saattaneet syödä maailmalla matkaillessaan. Tunnettuja Orangerioita voi ihailia niin Ranskassa, Venäjällä, Belgiassa, kuin myös esimerkiksi Englannissa vieraillessaan. Orangeriat eivät olleet puhtaasti kasvihuoneita, vaan myös oleskelupaikka ihmisille. Orangerioiden talvilämpötilana pidettiin vain kasveille välttämätön talvehtimislämpötila, vain muutamia plusasteita. Ennen sähkölaitteita, toteutettiin lämmitys perinteisin menetelmin puulämmitteillä uuneilla, joihin oli saatettu liittää erilaisia lämmönjakojärjestelmiä, kuten vesikiertoisia putkistoja kasvualustoissa. Lasin hyvänä puolena on pitkä käyttöikä ja helppo puhdistettavuus. Huonoina puolina voidaan mainita särkyvyys ja muovikalvoja vaativampi käsittely rakennusvaiheessa. (Heartwood Conservatories Ltd.)



KUVIO 2. Puutarhasivustolla suoritettu asiakaskysely ja sen tulokset.

#### 2.4 Kasvihuoneen runkorakenteet

Nykyään puutarhakasvattajat haluavat kasvihuoneidensa runkomateriaaliksi alumiinia, joka soveltuukin hyvin tarkoitukseensa. Tähän osoittaa myös kyselytulokset. Alumiinin suosio ei ole välttämättä sen ylivoimaisuus, vaan markkinatilanne kasvihuoneiden osalta. Markkinat ohjaavat ostajakuntaa alumiinin käyttöön.

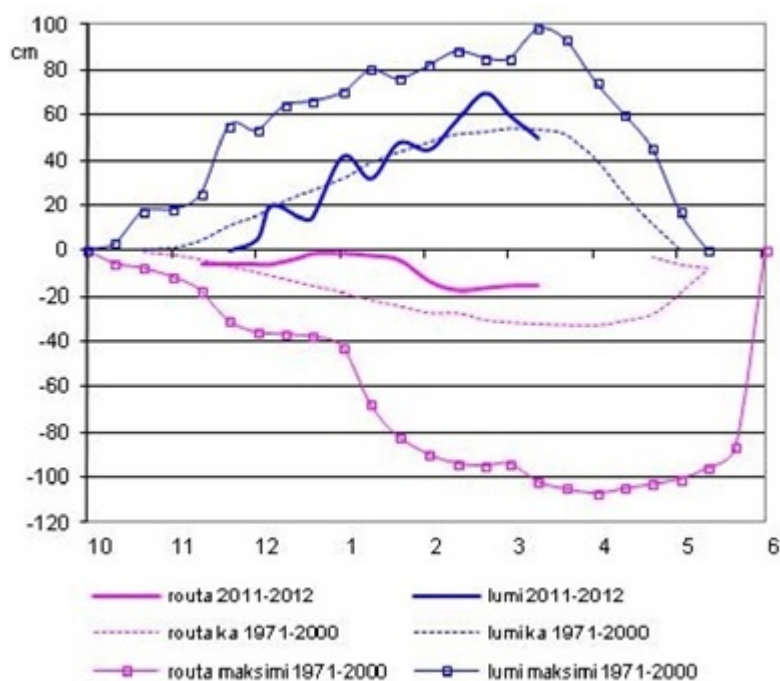
Puurunko on koettu tee-itse- kasvihuoneista kuluva ja epämieluisaksi vaihtoehdoksi ja puurunkoiset kasvihuoneet ovat huomattavasti alumiinisia kalliimpia ostettuna. Puurunko vaatii huolta selvästi enemmän alumiinirunkoon nähden, mutta toisaalta puurunko toimii hyvänä alustana muutoksille, on kauniimpi ulkonäöltään ja korjaustoimenpiteet hoituvat tarvittaessa yksinkertaisemmin. Alumiinirunkoa voi olla vaikea korjata, mikäli valmistajalla ei ole tarjolla vara-osia. Mikäli alumiinirunko halutaan värillisenä, on tämä tehtävä tehtaalla pulverimaalauksena, eikä maalausta voi suorittaa itse, kuten puurunkoiselle. Valittaessa puurunko, on värienvaihto mahdollista myöhemminkin kotikonstein. (Palmstierna 2008, 138.)

Eräs tärkeä asia puutarhakasvihuoneen rakentajille on huomioida rungon jäykistäminen. Liitteenä olevissa kuvissa (liite 3) on suunnitellun puutarhakasvihuoneen rakennesuunnitelmia rungon jäykistys huomioiden. Liitteen kuvista voi havaita, että seinärakenteet on jäykistetty nurkkien vinotuilla molempiin suuntiin. Tämän lisäksi seinien ylälaita on sidottu kolmiomaisesti päätyalueilta. Jäykistävinä rakenteina voi olla puumateriaali, kuten kyseisessä kohteessa haluttiin käytettävän. Kyseeseen voi tulla myös teräksiset vaijeripunokset tai esimerkiksi kierretangot. Estetiikan vuoksi kohteen rakennuttaja halusi rungon kaikkien näkyvien materiaalien olevan puuta, joten suunnitelmissa, kuin toteutuksessakin käytimme puumateriaalia ruuvikiinnityksin.

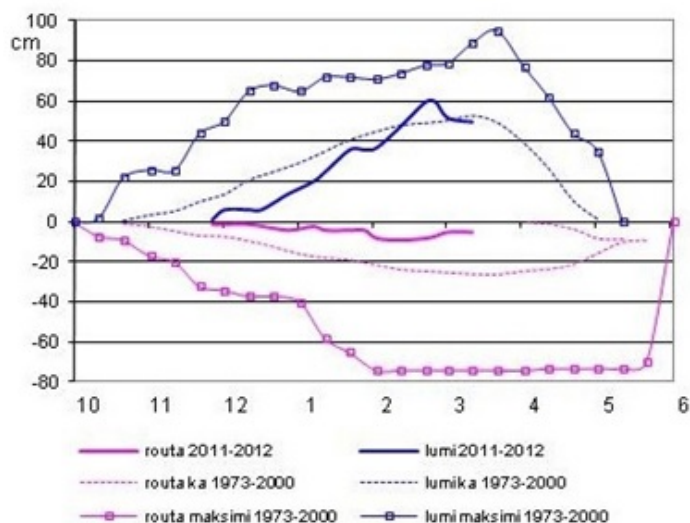
## 2.5 Puutarhakasvihuoneen perustusratkaisut

Usein puutarhakasvihuoneet on totuttu asentamaan suoraan pintamaan päälle ilman erillisiä perustuksia, mutta tällöin alimmat rakenteet jäävät kosketuksiin maaperän kanssa tai ainakin lähelle maata, jolloin kosteusrasitus on suuri ja rakenteiden käyttöikä lyhenee. Onkin suositeltavaa käyttää jonkinlaista kevyttä perustusta kasvihuoneen alla.

Jos maaperä on herkästi routivaa, maaperään jää paljon vettä, niin perustus on tehtävä entistä huolellisemmin aloittaen routarajan alapuolelta. Routarajan sijainti vaihtelee maaperän mukaan ja myös vuosittainen vaihtelu on suurta. Useilla paikoilla Etelä-Suomea on talvet 2011 ja 2012 voitu todeta harrastepuutarhureiden kokemuksen mukaan täysin roudattomiksi. Suomen ympäristökeskuksen SYKE mittaushistoriasta voidaan todeta, että Pohjois-Savossa roudan maksimisyvyys aukealla, maalajissa savinen hiesu SaHs, on noin 100 cm ja hietamaaperässä noin 80cm ( kuvaaja 3 ja 4.). Mikäli siis kasvihuoneen suunnittelussa paikassa on ollut routavaurioita tai muutoin havaittu routimista, niin perustus on syytä aloittaa alueella vallitsevan routarajan maksimiarvon alapuolelta.



KUVIO 3. Roudan ja lumen syvyys Kiuruvedellä, maastotyyppinä aukea, maalajina saHs (Suomen Ympäristökeskus)



KUVIO 4. Roudan ja lumen syvyys Maaningalla, maastotyyppinä aukea, maalajina Ht (Suomen Ympäristökeskus)

Koska hyvän kasvihuoneen alapohjaan laitetaan eristykset, niin hyväksi perustustavaksi sopii harkkoi tai betoniperustus, jolloin perustusten sisäpuolelle saadaan hyvä täyttöalue maamassoille ja eristyksille. Perustusharkoista kevytsoraharkot ovat helpoimmin käsiteltäviä ja työstettäviä, joten niiden valinta on suositeltavampaa, kuin betonivaluharkkojen. 125 mm leveä perustusharkko riittää kasvihuoneen perustuksiin, halutessaan myös leveämpi 200 mm mahdollista. Tällöin tosin rungon asettuessa keskilinjaan tulee kummallekin puolelle runkoa turhan paljon ylimääräistä leveyttä.

Perustusharkot ovat kooltaan 125\*590\*190 mm, jolloin 3 rivillä ja 10 cm korolla maanpinnan tasoon nähden saadaan 500 mm perustussyvyys ja 5 rivillä saavutetaan 900 mm, joka riittää myös routaisemmallaakin alueella. Vähäroutaisella alueella voidaan pärjätä kahdellakin rivikorkeudella. Perustusten alle voidaan valaa kevyt betoniantura, mutta tämä ei ole pakollista jos maaperä on tarpeeksi kantava. Perustusten alle on suositeltavaa tiivistää 100 mm murskekerros, joka osaltaan vähentää routimista pitämällä perustusten alusen kuivana. Perustus voidaan toteuttaa myös betonivalusta, mutta suuren muottityön ja betonin valmistamisen työmäärän takia on suositeltavampaa käyttää harkkoperustusta, mikäli mahdollista. Mikäli kasvihuoneeseen valetaan betonilattia, niin tällöin myös perustukset voidaan toteuttaa samasta materiaalista. Betoniperustusten mitoituksessa voidaan suositella käytettävän samoja mitoitusperusteita, kuin harkkoperustuksissa.

## 2.6 Ruuvipaaluperustus kasvihuoneen perustuksissa

Uusimmista perustusratkaisuista kasvihuoneille voidaan käyttää myös ruuvipaaluperustusta, joka kasvattaa suosiotaan piharakennusten perustusratkaisuna jatkuvasti. Ruuvipaalut ovat helposti itse asennettavissa ja toimivat todella hyvin. Huonoina puolina voidaan pitää korkeampaa hintaa, mutta nopea ja helppo asennus tekevät ruuvipaaluista vakaasti harkittavan vaihtoehdon perustusten tekoon.

Ruuvipaalut asennetaan kiertämällä maahan routarajan alarajalle asti ja ruuvipaalun yläosaan kiinnitetään rakenteen alatuot erillisillä kiinnikkeillä. Kiertämisen voi suorittaa pienikokoisilla paaluilla käsivoimin, mutta suurempien paalujen kohdalla on suositeltavaa käyttää tehtävään tarkoitettua konetta. Koneen voi vuokrata useimmista hyvin varustetuista konevuokraamoista. Tämä perustustapa sopii ruuvipaaluvalmistajien mukaan kasvihuoneiden lisäksi esimerkiksi leikkimökeille, autotalleille tai grillikatoksille.

Valmistetulle perustus pohjalle kohdistetaan ruuvipaalujen sijoituskohdat ja vaaitetaan ruuvipaalujen yläosat samalle tasolle kiertäen. Ruuvipaaluja ei ole suositeltavaa kiertää takaisin ylöspäin. (Paalupiste Oy)



KUVA 4. Ruuvipaaluperustuksien asennusta. (Yksityinen kuva-albumi)

## 2.7 Kasvihuoneen tuuletusratkaisut

Kasvihuoneessa tehtävistä toimenpiteistä yksi tärkeimpiä on hyvä tuuletus, jolla taataan sopiva kasvulämpötila ja sopiva ilmanlaatu. Kasvit tarvitsevat yhteyttämiseen hiilidioksidia, joten kasvihuoneeseen on tuotava uutta ilmaa tai erillisestä lähteestä hiilidioksidia. Hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa kukinnan aikaistumiseen, sadon määrään ja valmistumisnopeuteen. Helpoin tapa on sekoittaa hiilidioksidia sisältävää ulkoilmaa kasvihuoneeseen tuulettamalla. Suurilla kauppapuutarhoilla on käytössä myös ilmanvaihtoon lisätty puhdas hiilidioksidi kaasupullosta. Kasvihuoneen tuuletus järjestetään erilaisten kattoluukkujen, tuuletusikkunoiden ja oven avulla. Kauppapuutarhojen suosituksena on, että tuuletusluukkuja olisi pinta-alaltaan 25 % kasvihuoneen pohjan pinta-alasta. 12m<sup>2</sup> kasvihuoneessa tämä tarkoittaisi yhteispinta-alaltaan 3 m<sup>2</sup>. Tähän kuitenkin harvoin päästään ulkonäöllisten syiden takia. (Palmstierna 2008, 149.)

Kasvihuoneiden tuuletus on kesällä päivittäistä luukkujen avaamista ja sulkemista oikeaa lämpötilaa ylläpidettäessä, joten luukkujen toimintaan kannattaa alusta alkaen sijoittaa automaattiavaajat, kuten alla olevassa kuvassa. Automaattiavaajien sylinterissä on sisällä vaha, joka lämpölaajenemisen ansiosta työntää mäntää ulos ja avaa luukun. Jäähdyessään vaha supistuu ja mäntä painuu alas, joko luukun omasta painosta tai vetojousen avustamana.

## 2.8 Kasvihuoneen varjostusratkaisut

Vaikka kasvihuoneen pääasiallinen tarkoitus on saada kasvatusympäristö muuta ympäristöään lämpimämmäksi, niin usein kuumimpana kesäjaksona pitää kasvihuonetta varjostaa. Näin kasvit eivät vaurioidu paahtavasta auringosta ja kasvihuoneen lämpötilaa saadaan alennettua osaltaan.

Niin tuuletuksen, kuin varjostuksen tarpeeseen vaikuttaa kasvihuoneen tilavuus. Pienempi kasvihuone on herkempi ylikuumenemaan, kun taas tilavampi kasvihuone lämpenee hitaammin ja saavuttaa harvemmin liian kuumia päiviä. Pienemmän kasvihuoneen tilavuuden avulla saadaan kuitenkin se tärkein saavutettua helpommin eli pidentämään kasvukautta, joten turhan tilavuuden luominen on haitallista. Varjostus voidaan toteuttaa kalkitseamalla kalkkivesi-liuoksella katepinnat tai asentamalla erilliset varjostusverhot kasvihuoneeseen. Kalkitseminen on edullista ja yksinkertaista, mutta sen säätelyminen on lähes mahdotonta, jonka takia varjostusverhot ovat paras tapa toteuttaa varjostus kasvihuoneeseen.

Vaaleilla varjostusverhoilla saadaan kasvihuoneeseen saapuvan valon määrää pudotettua jopa 50 %. Verhot voidaan kiinnittää haluamallaan tavalla. Usein puutarhakasvihuoneissa tämä on toteutettu varjostusverhoissa olevilla renkailla, jotka liukuvat kiristettyjen narujen välillä. Näillä niin kutsutuilla purjerenkailla saavutetaan helppo käytettävyys ja ennen kaikkea yksinkertainen rakenne. (Secher 2006, 69.)



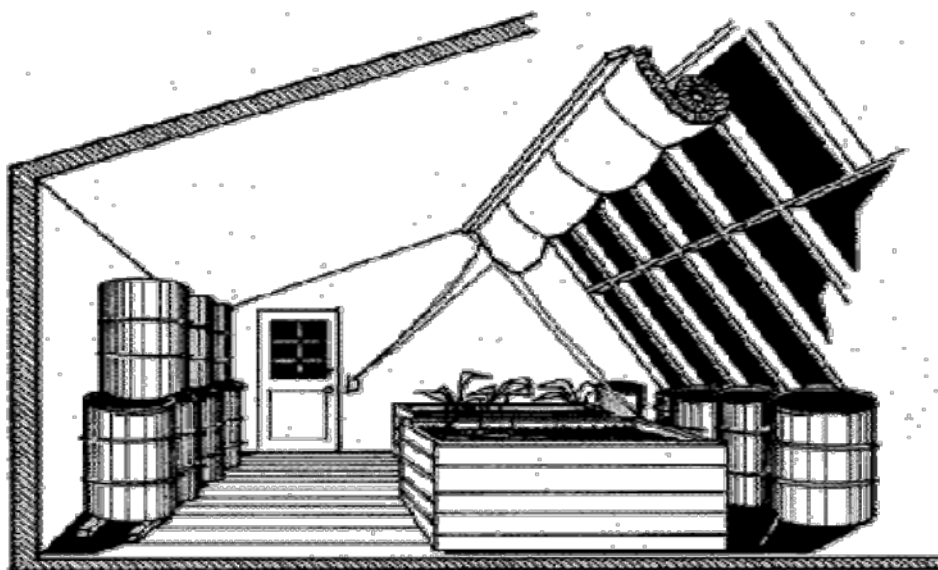
### 3 AURINKOKASVIHUONEET

#### 3.1 Aurinkokasvihuoneen perusteet ja toiminta

Passiivista aurinkoenergiaa hyödyntävällä kasvihuoneella tarkoitetaan kasvihuonetta, jossa ei käytetä muita energialähteitä, kuin passiivisesti aurinkoenergiaa sitovia materiaaleja, kuten kiveä tai vettä sisältäviä tynnyreitä. Usein toki passiivista aurinkoenergiaa hyödyntävää kasvihuonetta parannellaan sähköisillä lämmittimillä. (The Curators of the University of Missouri.)

Aurinkokasvihuoneen perusratkaisuja ovat eristetyt rakenteet pohjoispuolella ja alapohjassa, suuntaus ilmansuuntien mukaan ja aurinkoenergian varastoimisella tasattavat vuorokautiset lämpötilat. Nämä seikat erottavat aurinkokasvihuoneen normaalista yleisimmästä kasvihuonemallistamme.

Aurinkoenergialla tarkoitetaan auringonsäteilyn sisältämää lämpöenergiaa. Aurinko säteilee maapallolle kolmea eri säteilyn aallonpituutta. Näkyvän valon osuus spektristä on 44 %, UV-säteilyn 7 % ja infrapunasäteilyn 49 %. Infrapunasäteilyä kutsutaan myös usein lämpösäteilyksi, mikäli kohde ei läpäise aallonpituudeltaan tätä kyseistä säteilyä, kohde lämpenee. Materiaalin sisäiset lämpövirrat ovat johtumista, säteilevä lämpö aiheuttaa taas ilmassan liikkuvuutta, jolloin kyseessä on konvektio. Näin lämpöenergia sitoutuu varaajaan ja säteilee siitä ympäristöön tarvittaessa. (Missouri Department Of Natural Resources)



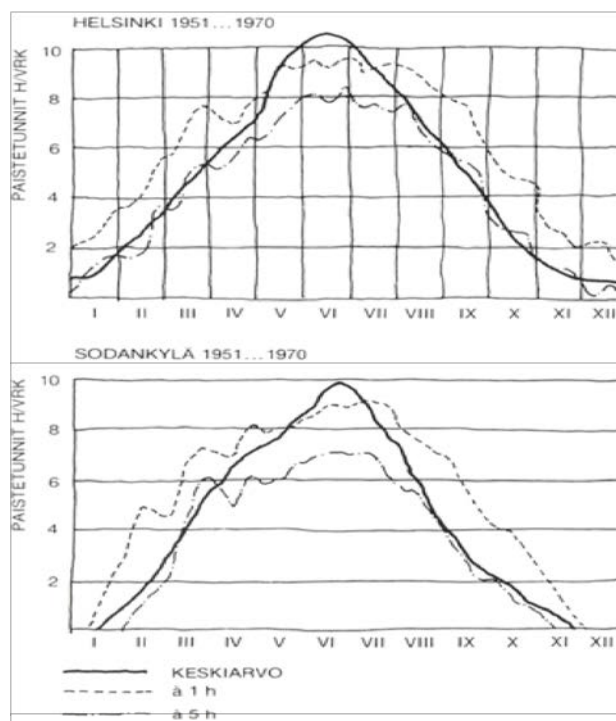
KUVA 5. Aurinkokasvihuoneen rakenneratkaisu. (Missouri Department Of Natural Resources)

### 3.2 Auringonsäteily energianlähteenä

Auringonsäteily lämmittää jatkuvasti maapalloa, mutta maapallolla vallitsevan tasapainotilanteen vuoksi tämä energiavirta on saman suuruinen takaisin avaruuteen jatkuvasti. Jos auringonsäteilyn energiaa halutaan hyödyntää tehokkaasti, on kohteesta poislähtevän säteilyn määrää hidastettava mahdollisimman tehokkaasti. (Erat & Woolston 1983, 24.)

Maapallon  $23,5^\circ$  kallistumasta akselinsa suhteen syntyy maapallolle vuodenajat. Talvella aurinko paistaa alhaalta horisontin tasolta ja kesällä korkeammalta. Tästä johtuen auringonsäteilyn määrä on jatkuvasti vaihtuva ja erityisesti lyhyiden päivien aikoina on pieni säteilymäärä pyrittävä hyödyntämään tehokkaasti. Myös päivittäiset muutokset pilvisyydessä vaikuttavat suuresti auringonsäteilyn määrään, pilvisen päivän säteilyteho voi jäädä jopa yli kymmenen kertaa kirkasta päivää pienemmäksi. Kuvaajan 5 kuvaajista voidaan katsoa kuinka vuorokautiset paistetunnit vaihtelevat kuukausittain Helsingin ja Sodankylän mittauskohteissa ja taulukosta 1 on nähtävissä vuorokautiset energia-arvot eri kuukausilla. (Erat & Woolston 1983, 26.)

Auringonsäteilyn tehon ja valon voimakkuus ovat lähes verrannollisia toisiinsa. Koska kasvien kannalta olennaisinta on valon määrä ja voimakkuus, voidaan auringonsäteilyn tehosta katsoa kasville suotuisat kasvuajankohdat.



KUVIO 5. Paistetunnit Helsinki ja Sodankylä 1951-1970.

(Erat, B & Woolston, G 1983, 27.)

Taulukko 2.1 Mitattuja auringonsäteilyteho- ja energia-arvoja /30/. 1. huippuarvo 2. vuorokautinen säteilyenergia-määrä aurinkoisena päivänä 3. vuorokautinen säteilyenergia-määrä pilvisenä päivänä.	Auringonsäteily	kW/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> vrk	kWh/m <sup>2</sup> vrk
	Kuukausi	1	2	3
	Tammikuu	0,69	2,90	0,16
	Helmikuu	0,85	4,85	0,36
	Maatiskuu	0,79	4,95	0,66
	Huhtikuu	0,80	5,85	0,88
	Toukokuu	0,74	5,45	1,12
	Kesäkuu	0,76	5,50	1,40
	Heinäkuu	0,76	5,68	1,93
	Elokuu	0,80	5,80	0,52
	Syyskuu	0,88	6,10	0,72
	Lokakuu	0,88	5,40	0,69
	Marraskuu	0,64	4,36	0,009
	Joulukuu	0,66	2,23	0,11

TAULUKKO 1. Auringon säteilyteho ja energia-arvoja. (Erat, B &amp; Woolston, G 1983, 28.)

### 3.3 Aurinkokasvihuoneen lämpöakku

Lämpöakkujen toimintaperiaate on hyvin yksinkertainen. Lämpö siirtyy aina kuumasta kylmempään päin ja tätä fysikaalista ominaisuutta käytetään hyväksi passiivisissa lämpöakuissa kasvihuoneiden vuorokautisia lämpötiloja tasattaessa. Vesisäiliö varaa aurinkoenergiaa päivisin itseään lämpimämmästä ympäristöstä johtamalla ja vapauttaa lämpöenergiaa ympäristön säteilemällä viilentyessä viileämmäksi. Näin saadaan tasattua vuorokauden päivän kuumia huippulukemia alemmaksi ja nostettua yölämpötiloja suotuisammiksi kasveille. Lämpöakkuna voi toimia periaatteessa mikä tahansa kiinteä, nestemäinen tai kaasumainen materiaali. Materiaaleilla on eroja ominaislämpökapasiteetin osalta, joka kertoo kuinka paljon tarvitaan energiaa nostamaan materiaalin lämpötilaa massaa kohti. Yksikkönä tästä käytetään kJ/(kg·°C). Katso liite 2.

Lämpöakun energiasisältö saadaan ominaislämpökapasiteetin, tilavuuden ja lämpötilan muutoksen perusteella.

Matemaattinen kaava ominaislämpökapasiteetista:

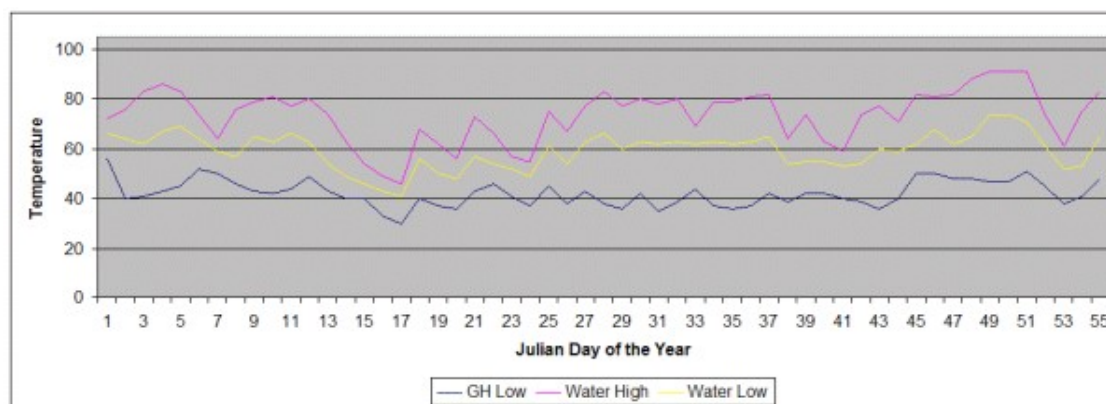
$$dE = mc dT$$

KAAVA 1. Ominaislämpökapasiteetti. (Wikipedia.)

Jossa dE on tarvittava energia, dt lämpötilan muutos asteina ja c on vastaavasti kyseisen aineen ominaislämpökapasiteetti, joka saadaan kaavastoista. Veden ominaislämpökapasiteetti on 4,19 kJ/(kg·°C), jota tarvitaan kasvihuoneen lämpöakkujen energian varastointikykyä selvitettäessä.

Kasvihuoneeseen sijoitettavien lämpöakkujen säiliönä on suositeltavaa käyttää valmiita, yleisiä ja helposti saatavilla olevia materiaaleja, kuten 200 litran metallisia öljytynnyreitä. Uusien sijaan vanhatkin käyvät, jolloin ne vain puhdistetaan huolellisesti sisältä ja halutessaan pinnoitetaan ulkoa. On suositeltavaa maalata ulkopinta mattamustalla auringonsäteilyn tehokkaaseen hyödyntämiseen pyrittäessä absorptiokerrointa kasvattamalla.

Missourin yliopiston kokeellisen tutkimusvelityksen mukaan lämpöakun lämpötilavaihtelu päivän ja yön välillä on ollut keskimäärin 5.5 - 11 °C, akun ollessa mitoitettu ohjeiden mukaisesti. Veden ominaislämpökapasiteetin ja lämpötilamuutoksesta saadaan luovutettu energia.



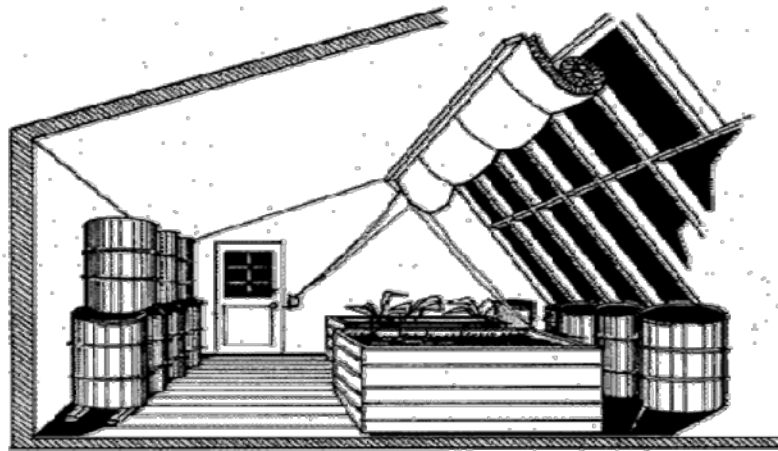
KUVIO 6. Lämpötilanvaihtelut aurinkokasvihuoneessa. ( The Curators of the University of Missouri).

Lämpöakkujen mitoituksen perustana pidetään kasvihuoneen katemateriaalin pintaalaa. Tästä voidaan laskea seuraavien sääntöjen mukaan kasvukauden pidentämiseen riittävä lämpöakun koko. Ohjeet on alunperin olleet käytössä Yhdysvaltojen keskiosassa Missourin osavaltiossa, leveysasteeltaan sijainniltaan noin 38 °. Suomen sijainti on huomattavasti pohjoisemmassa, Kuopion ollessa noin 63 leveyspiirin kohdalla. Lämpöakun vesimäärän mitoitukseen kasvukauden pidentämiseen käytetään noin 10 litraa per läpinäkyvä kateneliö tilavuutta.

Kasvukauden pidentämisessä käytetään kerrointa 2.5. Kysyessäni asiaa sähköpostitse Missourin tutkimuksessa mukana olleelta Professori Timothy Reinbottilta ja hän suositteli käyttämään pohjoisemmaksi suunniteltaessa kertoimena 3, alkuperäisen 2.5 kertoimen tilalla. Tällöin yhdessä alku- ja loppukauden aikana käytettyjen lämpöpeittojen kanssa saavutettaisiin vähintään kuukaudella pidennettyä kasvukautta. (Reinbott, 20.3.2012.)

### 3.4 Lämpöpeitot aurinkokasvihuoneessa

Aurinkokasvihuoneissa käytetään muista kasvihuoneista poiketen lämpöpeittoja, jotka lasketaan katteen eteen sisäpuolelle yöajaksi, jotta lämpösäteily eli lämpöhäviö ulos olisi mahdollisimman alhainen. Lämpöpeittona voi toimia paksukin eristekerros, mutta toimivana ratkaisuna sopii erittäin hyvin myös kuplamuovit eli pakkausmuovit, joiden valonläpäisy on noin 80 %, joka on erinomainen arvo eristetarkoitukseen asennetulta lämpöpeitolta. Lämpöpeitot voivat liukua kiskoilla tai naruissa, aivan kuten varjostusverhotkin ja niiden säätö tapahtuu käsin. Eräs ratkaisu on lämpöpeitoista havainnollistettu kuvassa 6.



KUVA 6. Lämpöpeitto ripustettuna yläasentoon. ( The Curators of the University of Missouri)

## 4 AURINKOKASVIHUONEEN SUUNNITELMAT

### 4.1 Aurinkokasvihuoneen rakennuspaikka ja alkutilanne

Insinööriyössä on suunniteltu aurinkokasvihuone ja tämä aurinkokasvihuone on tarkoitus rakentaa myöhemmin kyseisten suunnitelmien mukaisesti. Rakennuspaikkana toimii ensimmäisen aurinkokasvihuoneen version osalta vanha maalaispiha Savonlinnassa, jossa on valmiina tulevia mittaustutkimuksia varten toinen perinteisen mallin puutarhakasvihuone. Näin alueella jo sijaitsevasta puutarhakasvihuoneesta saadaan vertailukelpoista mittausaineistoa verrattuna tulevan aurinkokasvihuoneen mittaustuloksiin.

Maaperä on alueella kivetön, hyvin vettä läpäisevä hiekkamulta. Routimisongelmia ei ole havaittu aikaisemmin, joten perustusvyvyys voidaan jättää pintakerroksiin. Mikäli kasvihuoneessa käytettäisiin katemateriaalina lasia, niin perustukset olisi syytä tehdä huolellisesti routarajan alapuolelta alkaen.

### 4.2 Aurinkokasvihuoneen runko ja perustusratkaisut

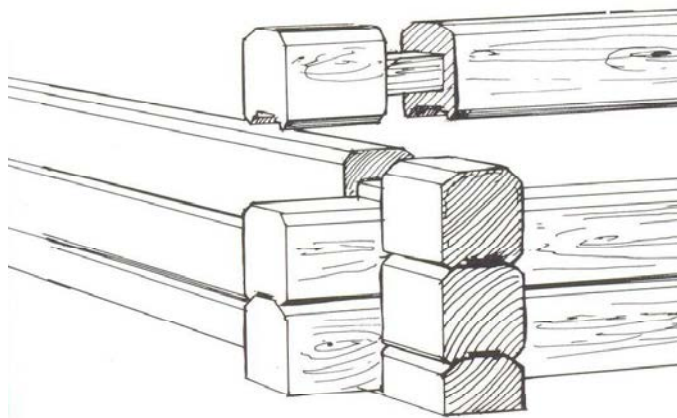
Kasvihuonemallini runkomateriaaliksi on valittu 121 mm\*45 mm höylätty puutavara, ns kevythirsi tai höylähirsi tuplapontilla, joka ei tosin täytä varsinaisia hirren määritelmiä nimestään huolimatta vaan on aivan normaali ympärihöylätty sahatavara, josta voidaan liitostavoilla luoda hirsimäisiä rakenteita. RT-kortisto sanoo seuraavaa hirren määritelmästä terminä. "Hirsi on teollisesti tai sorvaamalla valmistettu, massiivinen, vähintään 70 mm paksu lähinnä seinähirtenä käytettävä rakennustarvike." (RT-kortti nro: 14-10436 (SFS 4895).)

Vaikka runkoon useissa aurinkokasvihuonemalleissa käytetään puurunkoa, jossa erillinen eriste on lisättyä runkotolppien väliin, niin oma ratkaisuni perustuu yksinkertaiseen rakenteeseen, joka on nopea ja helppo koota. Myös sarjavalmistus tulisi olemaan käytännöllisempää yksinkertaisesta runkomateriaalista, mikäli rakennusmalli todettaisiin tuotantokelpoiseksi. Halutessaan voitaisiin tehdä jatkoselvityksiä, päästäisiinkö runkomateriaalina toimivan hirren paksuutta lisäämällä parempiin tuloksiin kasvukauden osalta.

Perustukset tulevat olemaan murskekerroksen päälle muuratut 125 mm kevytsoraharkot kolmella kerroksella, jolla päästäisiin 600 mm hyötykorkeuteen. Perustuksiin lisätään ulko- ja sisäpuoliset eristyksen maan alapuolisiin osiin. Tarkemmat perustuskuvat ovat liite 1 osiossa. Runko täytyy aina kiinnittää perustuksiin ja tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavilla kahdella tavalla. Mikäli ei nähdä tarpeelliseksi suunnitella asioita tulevaisuuden korjaustoimenpiteitä ajatellen, niin runko voidaan kiinnittää kokoamisvaiheessa ensimmäisen hirsikerroksen läpi kierretangoin, jotka ovat

juotosbetonilla perustuksissa kiinni. Toisaalta jos haluaa ajatella, että aurinkokasvihuoneen paikkaa jouduttaisiin muuttamaan tai vaikkapa kääntämään runkoa hieman eri ilmansuuntaan nähden, niin tällöin kiinnitys perustuksiin on oltava irroitettavissa ilman rungon purkamista. Tällöin kyseeseen voisi tulla ulkopuolinen kiinnitys teräksisin kulmalevyin ensimmäisen hirsikerroksen sisäsyrjästä perustuksiin. Liitostavasta riippumatta on aina puun ja betonin välille laitetta kapillaarikatkoksi bitumikermi.

Kevythirsirunko kootaan hirsirungoille tyypillisellä; sillä yleisimmällä salvoksella eli ristinurkkaliitoksella. Huolellisesti tehtynä tämä salvosmalli on helppo valmistaa. Rungon kokoamiseen käytetään detaljikuvien mukaisesti kierretankoja kolmessa kohdassa takaseinää ja päätyseinissä etuosassa. Rungon kokoamiseen ei tämän lisäksi käytetä tapituksia tai ruuveja. Tarkemmat liitostavat löytyvät LIITE1 piirustuksista.



KUVA 7. Ristinurkkaliitos hirsirakenteessa. ( Hakalin 1991, 28.)

#### 4.3 Aurinkokasvihuoneen lämpöakusto ja aurinkoenergian varastointi

Aurinkokasvihuoneen rakennusmallista saadaan selville läpinäkyvän pinnan pinta-alaksi  $24 \text{ m}^2$ , joten lämpöakusti tarvitaan  $3.0 \cdot 10 \text{ l} / \text{m}^2 \cdot 24 \text{ m}^2 = 720 \text{ l}$ . Tarkkaan litramäärään tilavuudessa ei pidä pyrkiä, vaan ennemmin otetaan seuraavan tasaluvun mukaan tarvemitoitus. Tähän tarkoitukseen sopii hyvin 4 kappaletta 200 litran vetoisia tynnyreitä.  $E = 4,19 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 800 \text{ kg} \cdot 11 \text{ }^\circ\text{C} = 36\,872 \text{ kJ}$  eli noin 10 kWh olisi teoreettinen maksimiteho akustolla, jossa on käytössä 4 kpl 200 litran tynnyreitä. Lämpötehoa voidaan verrata esimerkiksi 2 kW lämpöpuhaltimeen, joka olisi täydellä teholla päällä viiden tunnin ajan öisin. Lisäksi kasvihuoneen kivilattia toimii myös erillisenä lämpövaraajana. ( The Curators of the University of Missouri.)

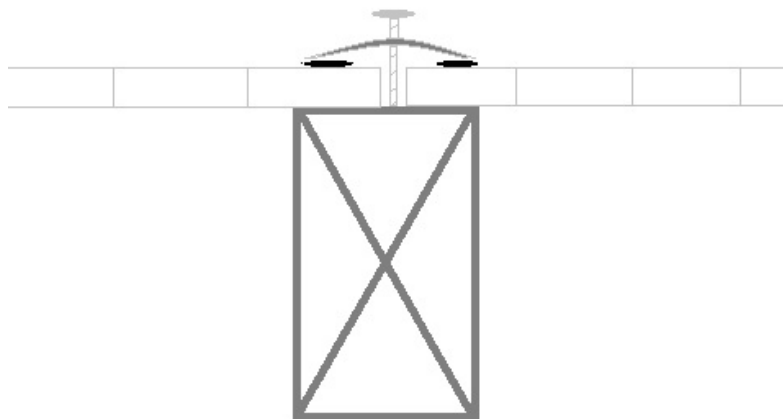
Jotta lämpöakusto ei olisi pois kasvatukseen käytettävästä pinta-alasta kasvihuoneen sisällä, on niiden paikaksi suunniteltu keskilinjalle pöytätilan alle, jossa ovat mahdollisimman vähän esteenä kasvatukselle ja liikkumiselle. Alkukaudesta akuston päällä oleva sälepöytätaaso toimii myös

erinomaisena taimipöytänä, jossa kasvit selviävät alun kylmistä öistä. Akustoista ylöspäin nouseva lämpö olisi välittömästi taimien käytössä ja näin kasvukausi voitaisiin aloittaa taimikasvatuksen osalta mahdollisimman aikaisin kevästä.

#### 4.4 Aurinkokasvihuoneen katemateriaali ja liitokset

Aikaisemmin toteutetussa puutarhakasvihuoneessa käytimme polykarbonaatista valmistettua kennolevyä ja tämän ominaisuuksin olemme olleet tyytyväisiä aikaisempien kasvukausien osalta, joten myös uuteen aurinkokasvihuoneeseen tuleme käyttämään samaista kennolevyä katemateriaalina. Nord Bauen Oy:lta tilattujen koepalojen perusteella sopivaksi kennolevyjen paksuudeksi valittiin 8 millimetriä. Todennäköisesti 6 millimetrin vahvuinen kennolevy riittäisi myös, mutta pienen hintaeron perusteella 8 millimetrin kennolevy on hyvä vaihtoehto paremman taivutuskestävyyden ja lämmöneristävyyden vuoksi. Levyt ovat kooltaan 2100 mm \* 5000/6000 mm, joten kahdesta levystä saadaan aina yhden kasvihuoneen katemateriaalit valmistettua, mikäli kasvihuoneen leveytenä on 4 200 mm tai vähemmän. Aurinkokasvihuonemallin suunnittelussa on tältä osin pyritty pieneen hävikkiin ja kasvihuoneen rungon mitat on valittu levykokojen ehdoilla. Mikäli tavoiteltaisiin suurempaa kasvihuonemallia, niin runkopituutta lisäämällä voitaisiin levy kerrallaan edetä haluttuun kasvihuoneen kokoon.

Aurinkokasvihuoneen katteena toimivat kennolevyt kiinnitetään kattopaarteisiin kiinnityslistojen avulla, joiden välissä on solukumiivistenauha. Alla olevasta kuvassa on havainnollistettu luonnoskuva liitosmenetelmästä. Kennolevyt jätetään hieman irti toisistaan lämpölaajenemista varten ja toisaalta ei tehdä yhtään reikää itse kennolevyyn suotta. Lämpölaajenemiselle jätetty väli tarjoaa erinomaisen paikan kateruuveille.



KUVA 8. Luonnos kennolevyjen kiinnityksestä kattokannakkeisiin.



#### 4.5 Aurinkokasvihuoneen tuuletusratkaisu

Aurinkokasvihuoneeni tuuletusratkaisuksi tulee kaksi pitkää kennolevyistä valmistettua puukehyksistä tuuletusluukkua pohjoisseinän yläosaan liitteenä olevien piirustusten mukaisesti. Kattopinta pidetään ehjänä ja yhtenäisenä turhien vuotokohtien ja monimutkaisemman rakenteen vuoksi. Ylös pohjoisseinään sijoitetut luukut ovat lähes kasvihuoneen lakipisteessä, johon lämpö nousee, joten tuuletuksen tulisi toimia yhtä hyvin, kuin katolle sijoitetuillakin luukuilla. Tuuletusluukkujen aukot voidaan kauden alku- ja loppuvaiheissa lisäeristää tarrakiinnitteisellä kuplamuovilla. Tuuletusluukut voisivat olla umpirakenteisiakin, mutta koska kyseinen prototyyppi tulee pihapiiriin, niin rakennusmallissa on huomioitu myös arkkitehtuurinen puoli.

Tuuletusluukut olisivat aluksi vain manuaalisesti avattavia ja suljettavia, jotta saadaan mittaustuloksia aurinkokasvihuoneen sisälämpötilan vuorokausivaihteluista hallitusti. Kasvihuoneisiin on markkinoilla tarjolla automaattiavaajiakin, joissa sylinterin sisällä oleva vaha lämpenee sisälämpötilan kohotessa ja työntää tällöin männän avulla tuuletusluukut auki. Koska aurinkokasvihuone on prototyyppi ja kasvien menestystä tärkeämpää on tutkimus- ja mittaustulokset, niin automaattiavaajia ei oteta käyttöön ensimmäisen kauden aikana.

#### 4.6 Aurinkokasvihuoneen varjostus ja lämpöpeitot

Varjostusta varten käytetään ulkokäyttöön suunniteltua kangasta, joka kiinnitetään perinteisillä alumiinisilla verhoiskoilla kattokannakkeiden syrjiin eli kattokannattajan sivupintaan kasvihuoneen sisältä katsoen. Näin verhot saadaan laskettua alas kattolapteen alalaitaan tai pysäytettyä haluttuun kohtaan lukitsemalla vetonaru. Lämpöpeitoina toimii kattokannakkeiden alapintaan kiinnitettävät kuplamuovipeitot, joiden kiinnitys tapahtuu 3M-tuotemerkin valmistamalla tarranauhalla. Tämä helpottaa kausittaista lämpöpeittojen poistamista kasvukauden ajaksi. Hyvän valonläpäisyn vuoksi lämpöpeitoina olevat kuplamuovit voidaan aivan alku- ja loppukaudesta pitää paikoillaan myös ympärivuorokautisesti.

## 5 PUUTARHAKASVIHUONEEN SUUNNITELMAT

### 5.1 Yleistä puutarhakasvihuoneprojektista

Aloittaessani aurinkokasvihuoneen suunnittelua sain toimeksiannon harrastepuutarhurilta, jossa suunniteltaisiin puutarhakasvihuone Porvooseen ja kaupungin rakennusvalvontaa varten suoritettaisiin lujuuslaskelmat, sekä tehtäisiin rakennuslupapiirustukset. Kyseinen puutarhakasvihuone oli normaalia vaativampi rakenteellisesti, kuin myös rakennusympäristönsä kannalta.

Kasvihuone on suunniteltu keväällä 2012 asiakkaan toiveiden pohjalta Etelä-Suomeen ja kasvihuoneen rakentaminen tapahtui kesän 2012 aikana asiakkaan toteuttamana. Toimin rakennuskohteen pääsuunnittelijana, osallistumatta itse varsinaiseen toteutukseen. Suunnittelu tapahtui asiakkaan alkuperäisten luonnosten ja toiveiden pohjalta.

Tämän kasvihuoneen kohdalla pääpainona toimi rakenteiden mitoitus lujuuslaskelmien osalta ja rakennuslupakuvien tuottaminen kunnan rakennusvalvonnalle rakennuslupaa varten. Alueen ominaispiirteiden vuoksi kasvihuoneen asettuminen ympäristöönsä sopivaksi oli tärkeää ja rakenteiden kestävyys piti todeta virallisesti ennen rakennusluvan hyväksymistä. Kohde sijaitsi Porvoossa rakennushistoriallisesti arvokkaassa ympäristössä ja tämän vuoksi näinkin pienen ja vähäpätöisen rakennuksen vuoksi oli oltava tarkat suunnitelmat rakennuslupaa varten. Rakenteiden mitoitus piti tehdä tasapainottamalla ulkonäölliset seikat, kuin käyttömukavuus rakenteiden koon kanssa. Valoa peittävää rakennetta haluttiin käyttää mahdollisimman vähän, mutta toisaalta rakenteiden täytyi näyttää mahdollisimman siroilta ja huomaamattomilta ollen samalla kuitenkin riittävän lujat kestämaan Suomen haasteelliset olosuhteet lumikuormineen.

Projektina Porvoon puutarhakasvihuone antoi hyvät piirustukset kenen tahansa kasvihuonetta suunnittelevan kotipuutarhurin käyttöön. Rakenteet ovat tukevia ja takaavat pitkän käyttöiän kasvihuoneelle. Toisaalta kyseinen puutarhakasvihuone on valmistettu korkealaatuisista materiaaleista, joka nostaa hintatasoa normaalia muovikasvihuonetta huomattavasti korkeammaksi.



KUVA 9. Porvoon puutarhakasvihuone. (Rakennuttajan kuva.)

## 5.2 Puutarhakasvihuoneen rakenne

Materiaalina toimi rungossa mitallistettu puutavara ja katemateriaalina kennolevyt mittoihin leikattuna. Pintakäsittelyksi valittiin ruskea puunsuojakäsittely. Rakenteiden täytyi olla helposti toteutettavissa ja yhdistetty valmiiksi mittaan tilattuihin kennolevyihin. Katon kaltevuuskulmaksi valittiin pihaympäristön muiden rakennusten kattokaltevuus, jotta tuleva puutarhakasvihuone istuisi ympäristöönsä mahdollisimman luontevasti. Kattorakenteena oli asiakkaan toiveiden mukaisesti kurkikirrellä varustetut kattokannattajat, jotta korkeussuunnassa saatiin mahdollisimman avoin ympäristö korkeillekin kasveille. Kennolevyjen kiinnitys toteutettiin yksinkertaisesti niin seinien kuin katonkin osalta, jossa listoitusten avulla levyt saadaan runkorakenteiden väliin asennettua ja tarvittaessa vaihdettua levy kerrallaan. Kattolevyt kiinnitettiin lisälistoituksilla päältä läpivuuvattuna. Kyseiselle puutarhakasvihuoneelle oli valmiiksi hankittu perustustarvikkeiksi perustusharkot ja niille valettu kevyt betoniantura alle. Rungon kiinnitys perustuksiin tapahtui teräspulteilla ja juotosbetonilla. Tämän kasvihuoneen suunnitelmat hyväksyttiin rakennuspaikkakunnan rakennusvalvonnassa ja rakennuslupa kasvihuoneelle saatiin kesäkuussa 2012. Alla on kuvia kyseisen projektin valmistumisesta.



KUVA 10. Porvoon kasvihuoneen rakentamista. (Rakennuttajan kuva.)



KUVA 11. Porvoon kasvihuoneen runko valmistumassa. (Rakennuttajan kuva.)

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Aurinkokasvihuonesuunnitelmien tekemisessä on paljon merkitystä omalla kekseliäisyydellä ja ideoilla. Valmiita suunnitelmia on tarjolla, mutta kehitysideat ovat aina hyväksi ja usein jokaisessa suunnitelmassa on mieluisia ja ei niin mieluisia ratkaisuja. Nämä muutokset tekemällä voidaan saada ainakin se lähes täydellinen aurinkokasvihuone, joka miellyttää käyttäjänsä. Työtä tehdessä tuli huomattua jo alussa, että erilaisia ideoita on paljon ja muun muassa mitoitukseen löytyy erilaisia laskumenetelmiä.

Vaikka opinnäytetyön aikana tehtiin rakennuslupakuvat puutarhakasvihuoneeseen, niin jokaisen rakentajan tai rakennuttajan on syytä tarkistuttaa omat suunnitelmat rakennesuunnittelijalle ennen toteutusta. Opinnäytetyön liitteenä olevat piirustukset eivät sovellu sellaisenaan käytettäväksi.

Jotta aurinkokasvihuoneista puutarhakäytössä Suomessa saataisiin vertailukelpoista mittaustietoa, olen suunnitellut oman työni tältä osin koelaitokseksi, jonka avulla näitä mittaustietoja voidaan alkaa keräämään. Ensisijainen tarkoitus on siis tutkia aurinkokasvihuoneen toimintaa teknisesti ja vasta tämän jälkeen kasvatuksen kannalta. Esimerkiksi ensimmäisen mittauskauden aikana on mahdollista, että lämpötila voi kohota kesähelteiden aikana kasvien kannalta liian korkeaksi. Tämä on kuitenkin välttämätöntä, jotta eri tuuletusratkaisuiden ja esimerkiksi varjostusverhojen hyöty voidaan selvittää käytännössä.

Rakennusprojektin taltiointi kuvin ja tekstein kuuluu myös osana tähän suunnitelmaan, jotta saadun materiaalin pohjalta kotipuutarhurit voisivat rakentaa oman aurinkokasvihuoneensa, vaikka eivät aikaisemmin olisivatkaan kokeneita rakentajia. Näin Suomeen saataisiin useampi aurinkokasvihuone ja tätä myötä lisää vertailuaineistoa ja kokemuksia.

Tulevan aurinkokasvihuoneen paikka on erittäin hyvä myös vertailuaineiston saamiseen, sillä samalla tontilla sijaitsee tyypillinen puutarhakasvihuone. Kun kumpikin kasvihuonemalli sijaitsee samassa ympäristössä, niin vertailuaineistosta tulee tuloksellisesti merkittävää. Näin harrastepuutarhurit voisivat saada lopulta vertailukelpoisen selvityksen eri kasvihuonemallien välillä ja tehdä omat päätöksensä, onko aurinkokasvihuone oikeasti niin merkityksellinen rakennusmalli kasvukauden kannalta. Projektina kasvukausien mittaus ja vertailu on todennäköisesti hankalaa, sillä materiaalia ja tuloksia kertyy hitaasti. Yhden vuoden pohjalta ei kannata vetää suuria johtopäätöksiä ainakaan kasvien kasvun ja sadon perusteella. Tämän vuoksi olisikin hyvä jos Suomesta löytyisi muita vapaaehtoisia tekemään omia tilastointeja projektiansa pohjalta.

## LÄHTEET

AGA Suomi, Oy AGA AB. Hiilidioksidilannoitus. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.9.2012]. Saatavissa: [http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/sol\\_co2\\_fertil](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/sol_co2_fertil)

Andersson, I. 1995. Lasiverannat ja viherhuoneet. Helsinki: WSOY.

The Curators of the University of Missouri. Building a Passive Solar Greenhouse . [verkkosivu]. [Viitattu 24.3.2012]. Saatavissa: <http://aes.missouri.edu/bradford/education/solar-greenhouse/solar-greenhouse.php>

Erat, B. 1994. Ekologia ihminen ympäristö. Jyväskylä: Gummerus.

Erat, B. & Woolston, G. 1983. Viherhuonekirja. Rakentajain Kustannus Oy.

Hakalin, P. 1991. Rakennan hirrestä. Rakentajain Kustannus Oy.

Heartwood Conservatories Ltd [verkkosivu]. The History of Orangery Designs through the Centuries. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavissa: <http://hardwoodorangeries.co.uk/>

Ilmatieteen Laitos. Terminen kasvukausi. [Verkkosivu]. Ilmatieteen Laitos. [Viitattu 19.3.2012]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Missouri Department Of Natural Resources. Global Climate Change: Clouds and Climate. [verkkosivu]. [Viitattu 26.3.2012]. Saatavissa: <http://www.dnr.mo.gov/energy/cc/cc3.htm>

Nurmi, L. 2004. Lasin alta aikaisemmin [verkkosivu]. Pellervon Tutkimuslaitos. [Viitattu 19.3.2012]. Saatavissa: [http://www.pellervo.fi/pellervo/kp3\\_04/lasin\\_alta.htm](http://www.pellervo.fi/pellervo/kp3_04/lasin_alta.htm)

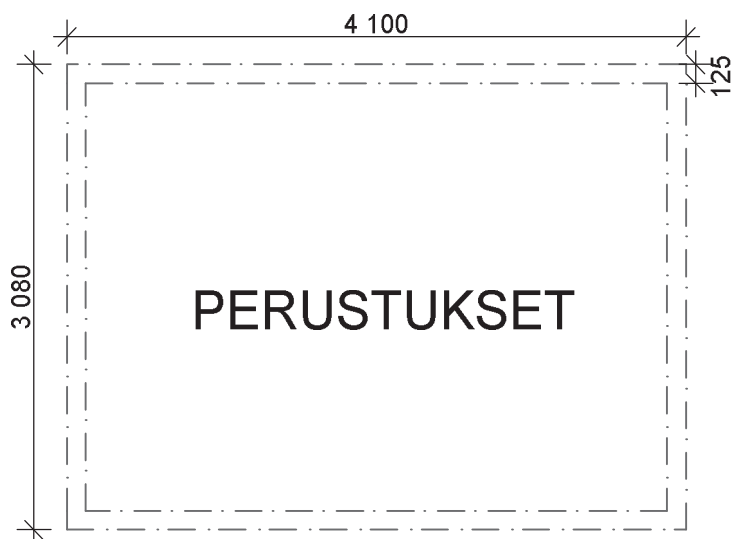
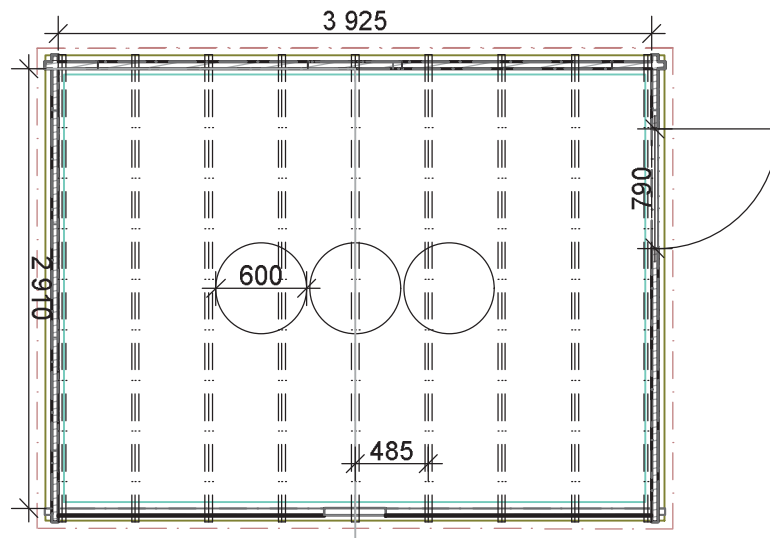
Palmstierna, I. 2008. Unelmien kasvihuone. Helsinki: WSOY.

Paalupiste.com [verkkosivu]. [Viitattu 27.9.2012]. Saatavissa: <http://paalupiste.com/>

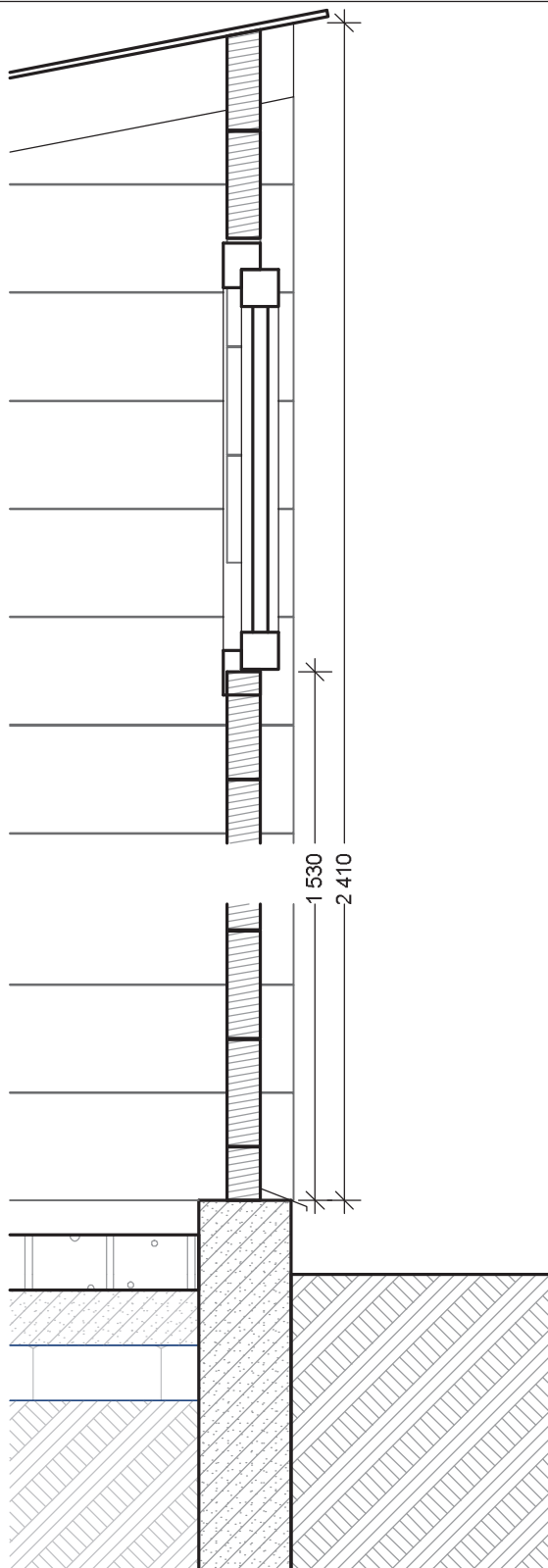
Secher, M.Å. 2006. Kasvihuone. Helsinki: Otava.

Oy Steelmark Ab. SM5 kasvihuonemuovi, [Verkkosivu]. Oy Steelmark Ab. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavissa:<http://www.steelmark.fi/document8898-2.html?pid=94&langid=2>

Suomen Ympäristökeskus. Routa Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueella. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.3.2012]. Saatavissa: <http://www.i3.ymparisto.fi/i3/tilanne/fin/routa/psa.htm>

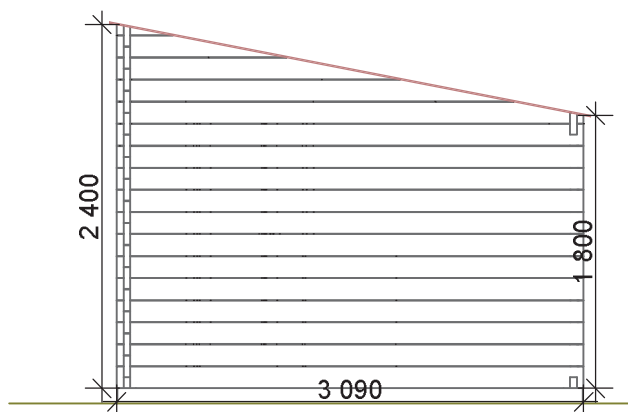
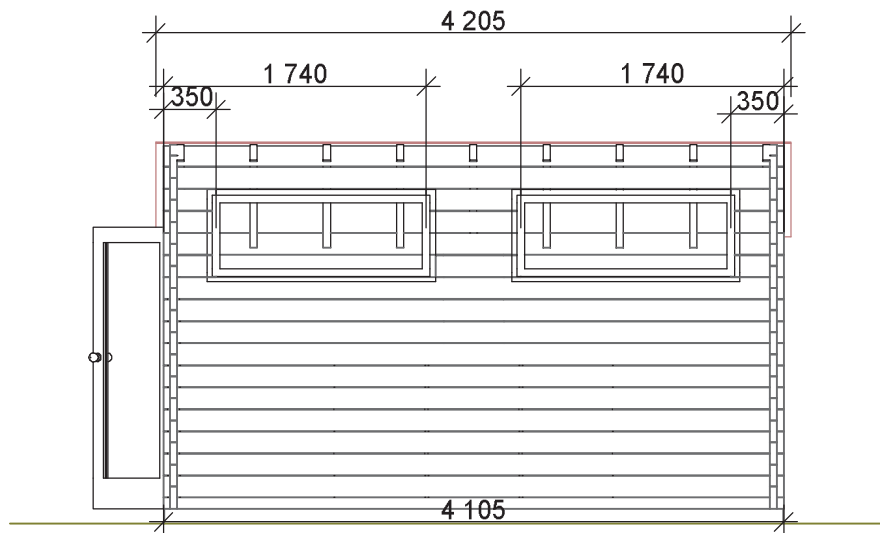


Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 1/7
Rakennustoimenpide			<b>Pohjapiirustukset</b>	<b>1:20</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Kasvihuone</b>				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero	Projektin vaihe			
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelualue ja piirustusnumero	Muutos
			<b>ARK 01</b>	

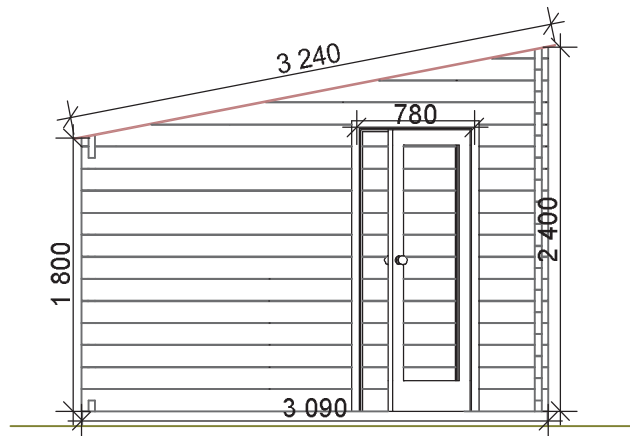
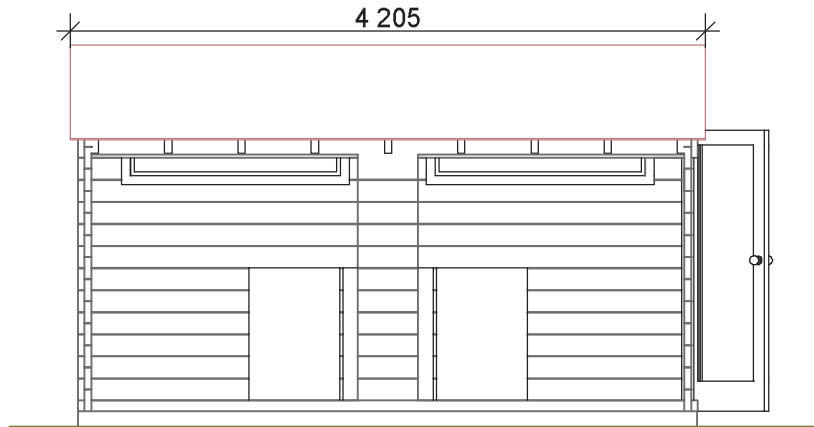


Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 2/7
Rakennustoimenpide			<b>Leikkauskuva</b>	<b>1:20</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Kasvihuone</b>				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero	Projektin vaihe			
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelualue ja piirustusnumero	Muutos
			<b>ARK 02</b>	

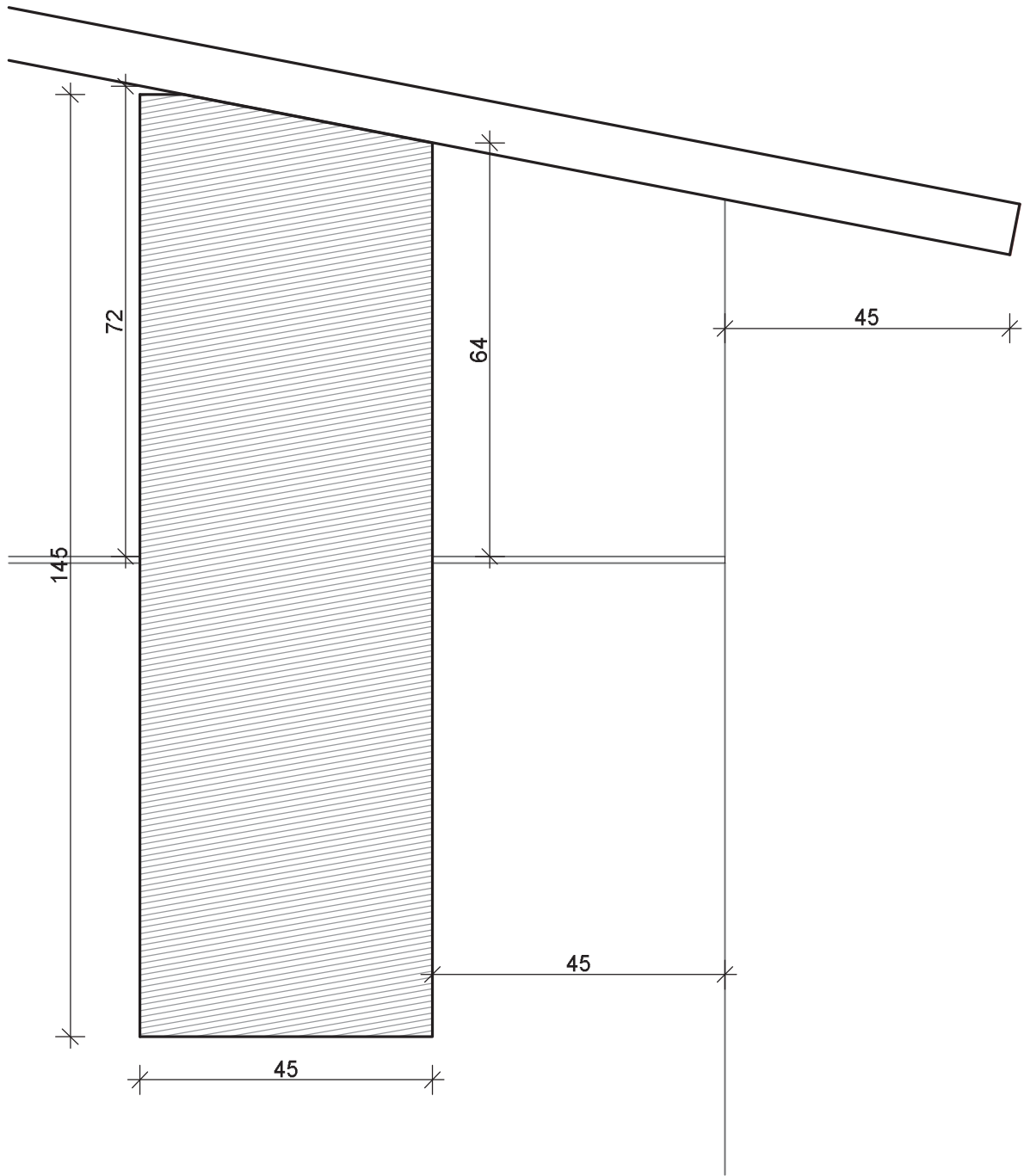




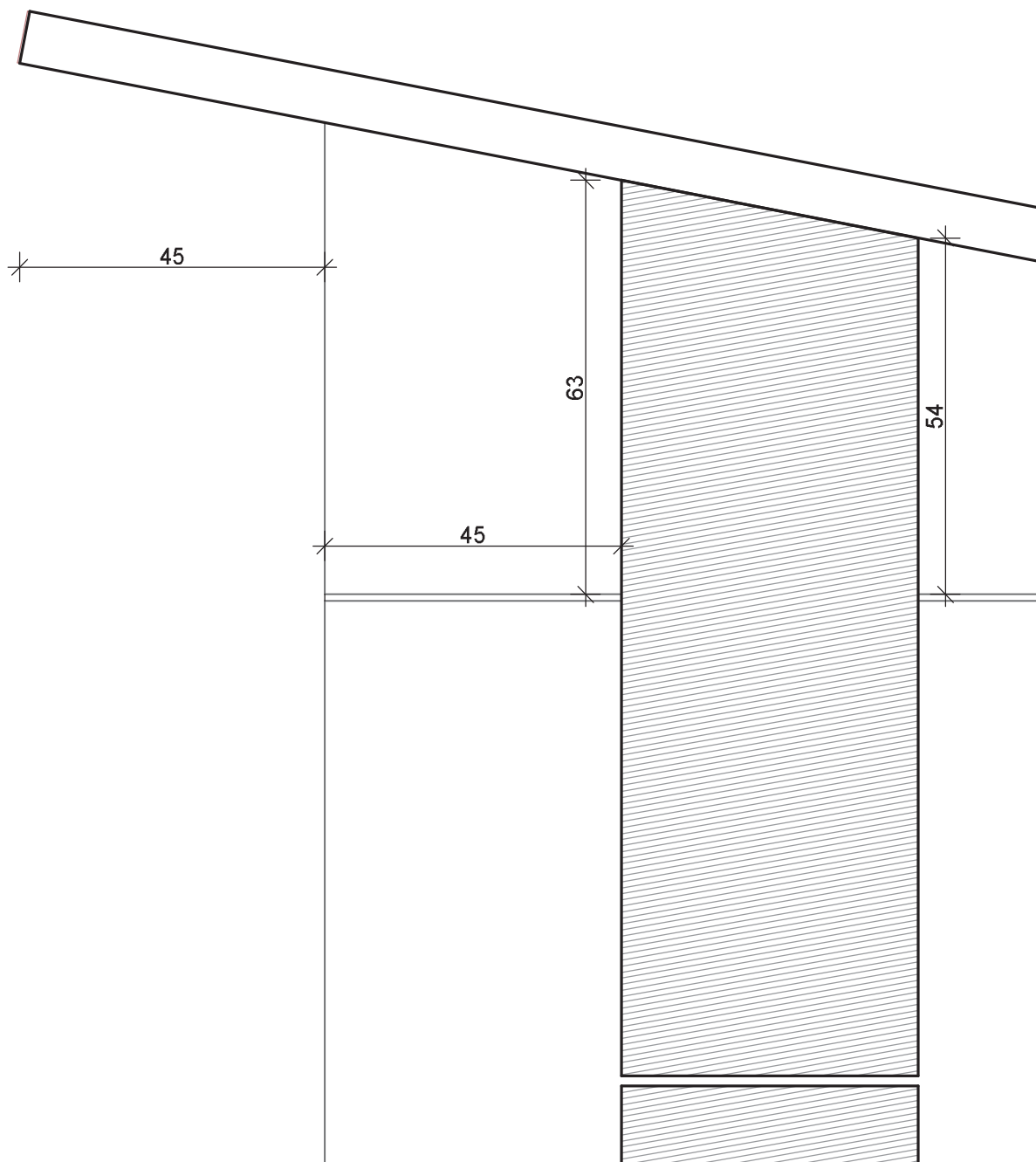
Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 3/7
Rakennustoimenpide	Julkisivut Pohjoinen/Länsi			1:50
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kasvihuone				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero	Projektin vaihe			
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelualue ja piirustusnumero	Muutos
			<b>ARK 03</b>	



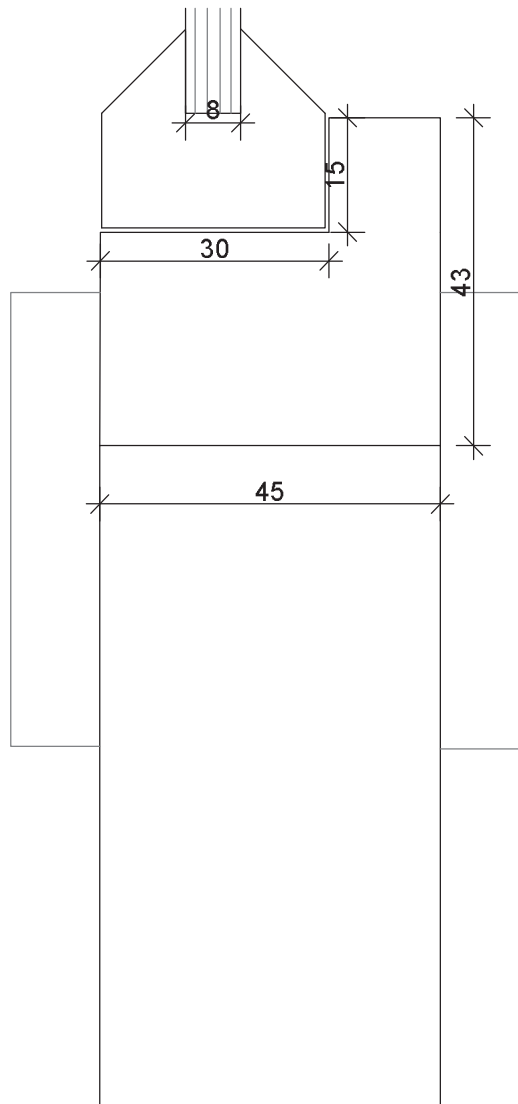
Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 4/7
Rakennustoimenpide	Julkisivut Etelä/Itä			1:50
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kasvihuone				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero	Projektin vaihe			
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelualue ja piirustusnumero	Muutos
			<b>ARK 04</b>	



Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 5/7
Rakennustoimenpide	Detaili räystä			1:1
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kasvihuone				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero	Projektin vaihe			
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelualue ja piirustusnumero	Muutos
			<b>ARK 05</b>	

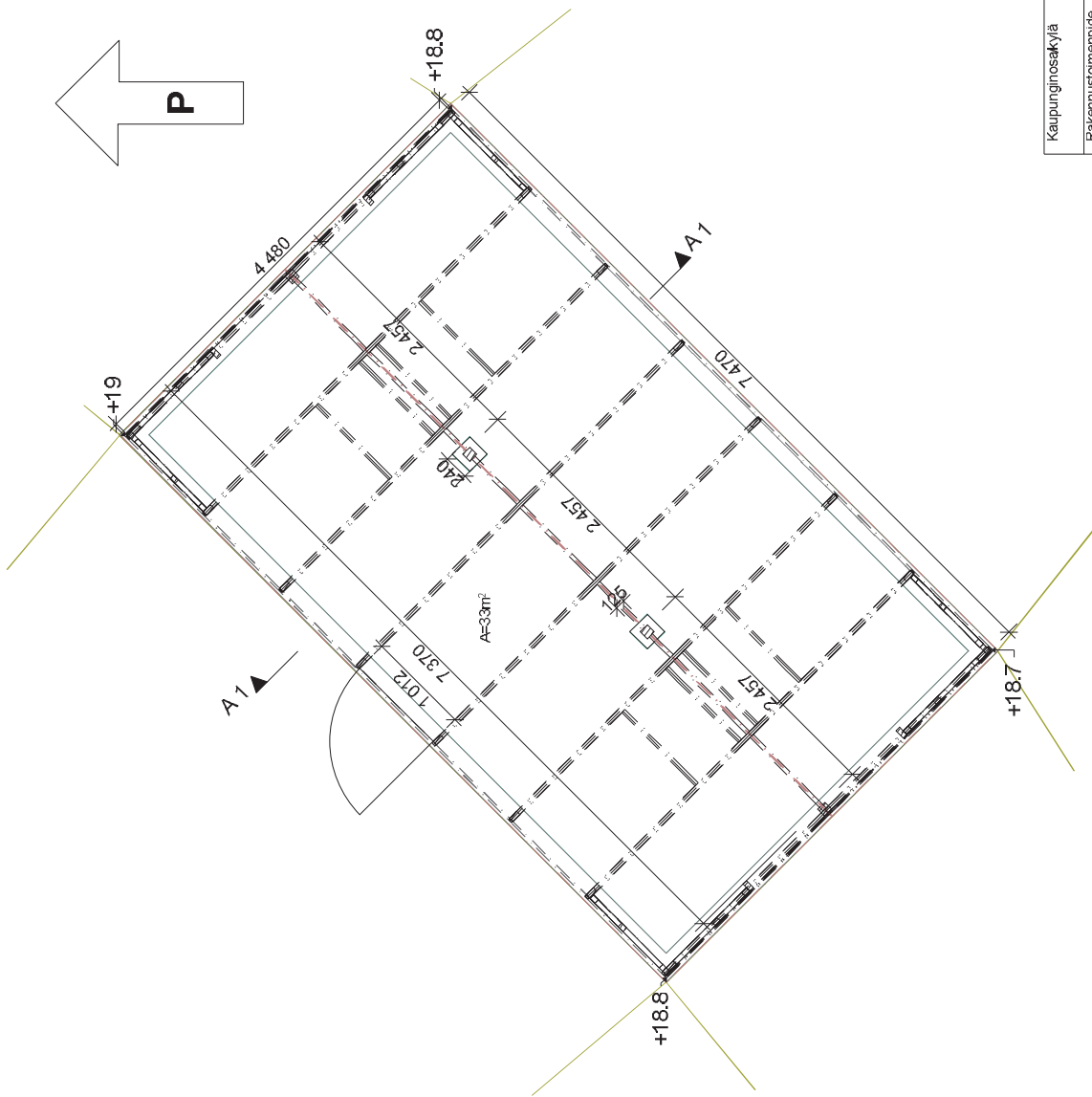


Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 6/7
Rakennustoimenpide	Detaili harja			1:1
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kasvihuone				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero	Projektin vaihe			
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelualue ja piirustusnumero	Muutos
			<b>ARK 06</b>	



Kaupunginosa/kylä	Kortteli/tila	Tontti/Rn:o	Piirustuslaji	Juoks. nro 717
Rakennustoimenpide	<b>Detalji ikkunaluukku</b>			
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Kasvihuone</b>				
Suunnittelutoimiston tiedot				
Työnumero				
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija	Suunnittelualue ja piirustusnumero		Muutos
		<b>ARK 07</b>		

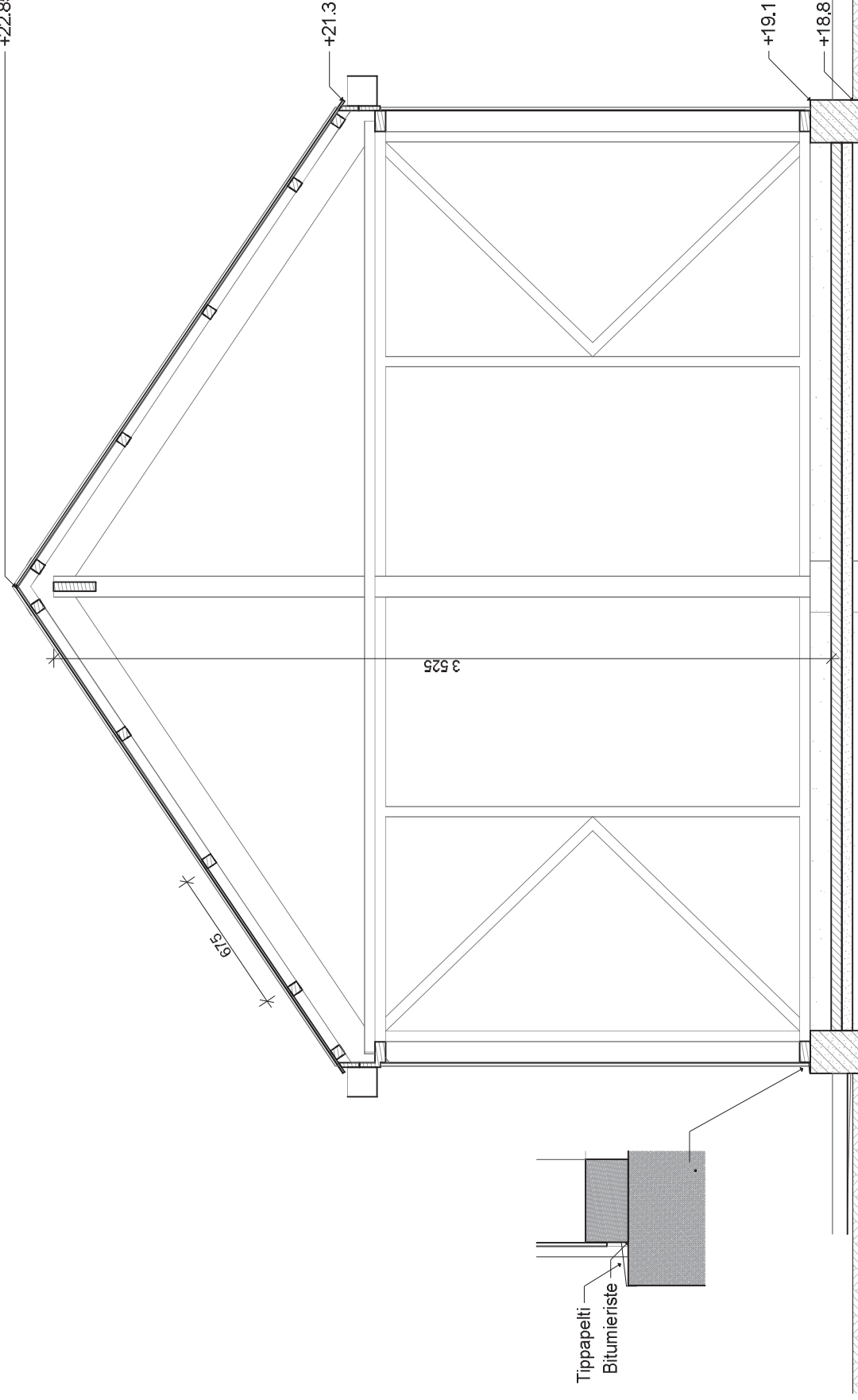
Aine	Ominaispaino kg/m <sup>3</sup>	Lämmönvarastoi- miskyky kWh/m <sup>3</sup> , °C	Suhteellinen varastoi- miskyky	Lämmönjohtu- miskyky W/m, °C	Suhteellinen lämmönjohtu- miskyky
Vesi	1 000	1,16	1,00	0,55	1,00
Teräs	7 850	1,00	0,86	45,3	82,36
Luonnonkivi	2 240	0,58	0,50	1,43	2,60
Umpitiili	1 800	0,46	0,40	0,66	1,20
Sora, hiekka	1 600	0,37	0,32	0,39	0,70
Multa		~0,25	0,15	0,85 (kuiva)	1,55
				0,67 (kostea)	1,16



Kaupunginosakylä	Korttelinimi	Tonttunro	Viranomaisien arkitalonmerkitäjä varten
Rakennusostomenpide <b>Uudisrakennus</b>			Piirustuslaaji
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö <b>Pohjapiirustus Kasvihuone</b>
Suunnittelutoimiston tiedot			Mittakaavat <b>1:50</b>
Piirtäjä <b>J-M Lampinen</b>	Suunnittelija <b>J-M Lampinen</b>	Työnumero	
Palvays	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelua ja piirustusnumero <b>ARK 01-01</b>
			Muutos
			<b>J-M Lampinen</b>

+22.85

LIITE 3 2(9)



Tippapelti  
Bitumieriste

Kaupunginosakylä Korttelitila Tonttitrno Viranomaisen arkitalonmerkinnäjä varten

Rakennusosastonpide  
**Uudisrakennus**  
Rakennuskohteen nimi ja osoite

Juoks. nro  
**2/G**  
Piiustustaji

Piiustuksen sisällö  
**Leikkauskuva**  
**Detaili**

Mittakaavat  
**1:20,**  
**1:5**

Suunnittelutoimiston tiedot

Piirtäjä  
**J-M Lampinen**  
Päiväys

Suunnittelija  
**J-M Lampinen**  
Vastuullinen suunnittelija

Työnumero

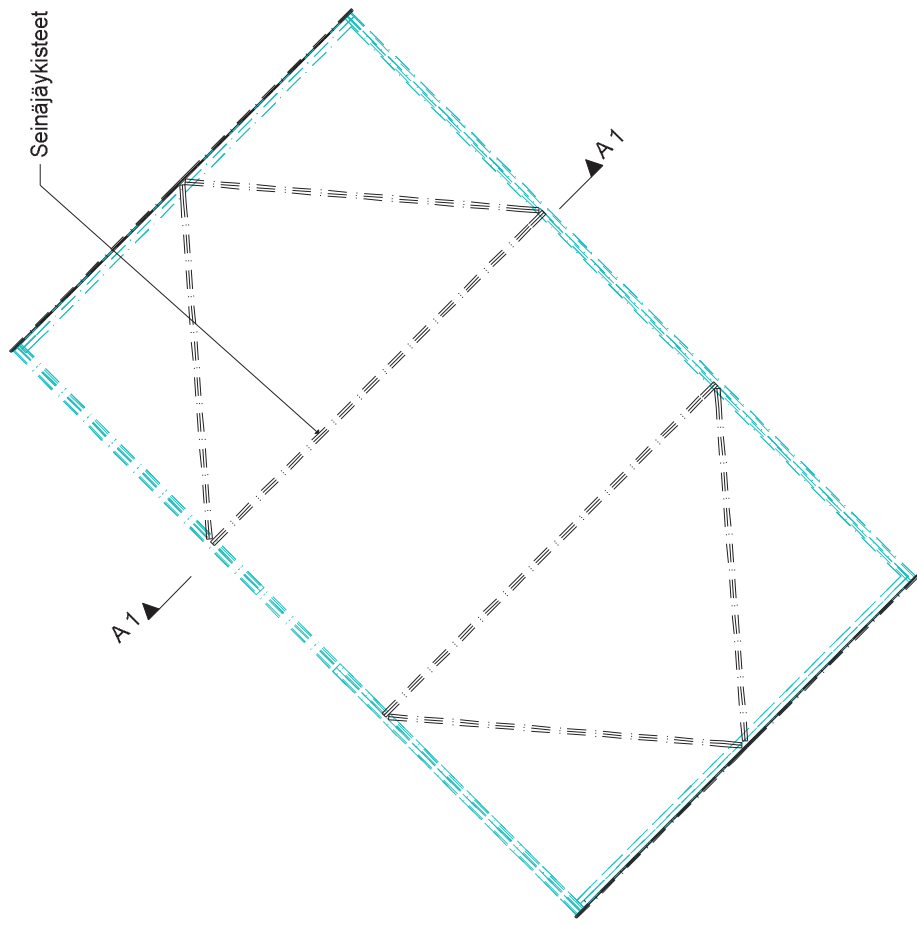
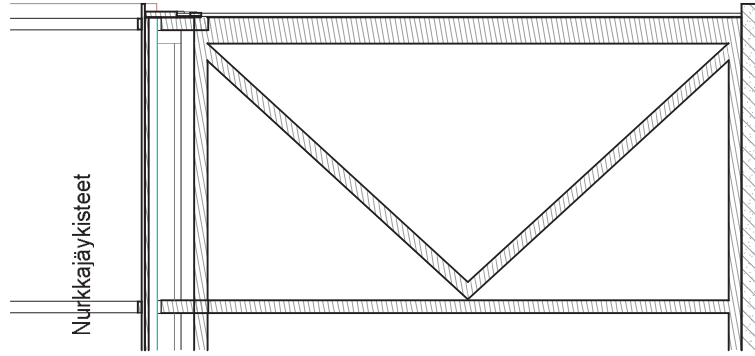
Suunnittelua ja piirustusnumero

Muutos

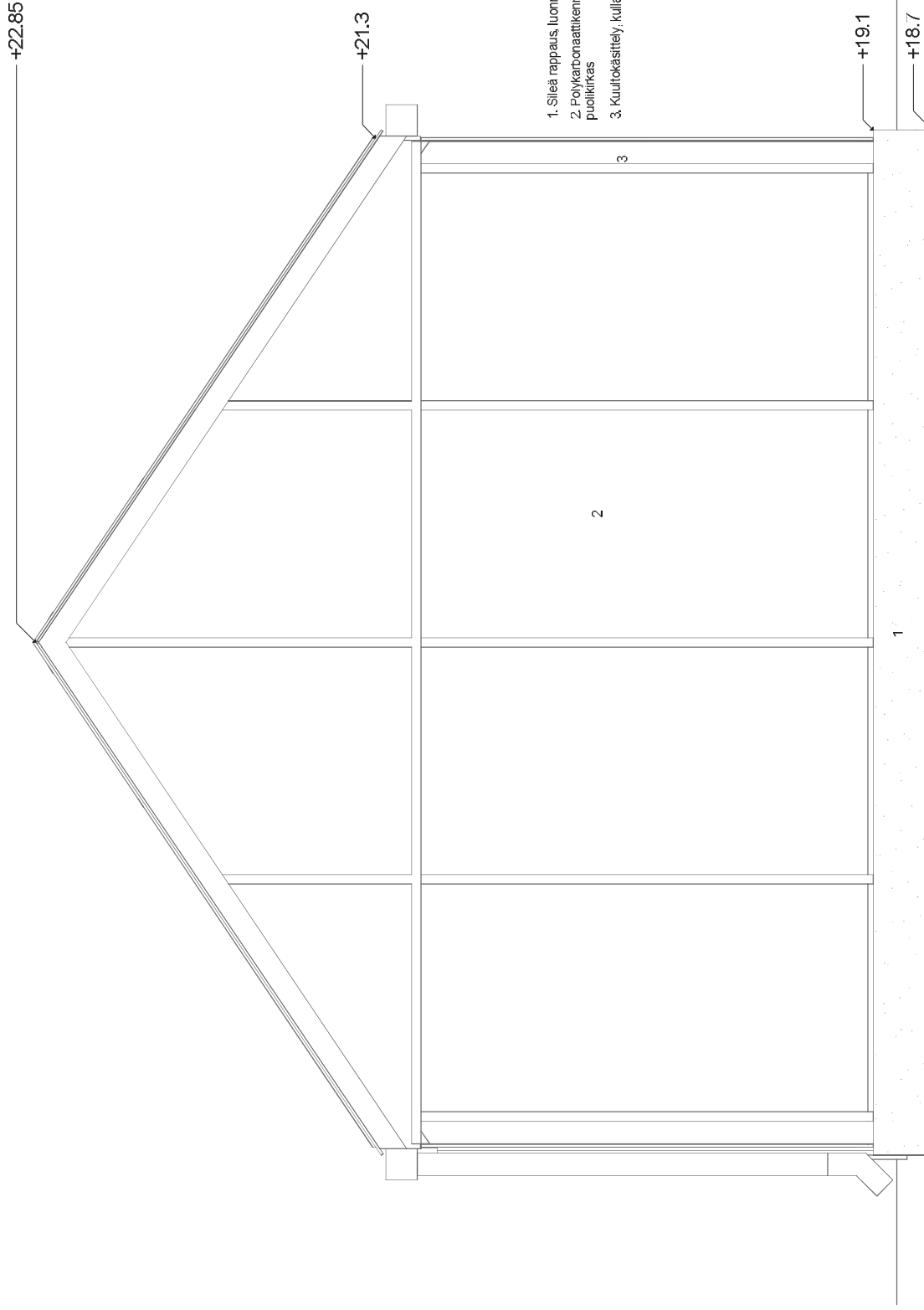
**ARK 02-01**

J-M Lampinen





Kaupunginosakylä	Korttelialue	Tonttitunnus	Viranomaisien arkitalonmerkinintä varten
Rakennusostomenetelmä <b>Uudisrakennus</b>			Piirustustyyppi Juoks. nro <b>3/9</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö <b>Rungon jäykistykset Jäykisteet, Leikkaus</b>
Suunnittelutoimiston tiedot			Mittakaavat <b>1:50, 1:20</b>
Piirtäjä <b>J-M Lampinen</b>	Suunnittelija <b>J-M Lampinen</b>	Työnumero	
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Muutos
			Suunnitteluala ja piirustusnumero
		<b>J-M Lampinen</b>	<b>ARK 02-02</b>



Kaupunginosakylä	Korttelitila	Tonttitr.no	Viranomaisen arkitalonmerkitöntä varten
Rakennusomienpide <b>Uudisrakennus</b>		Piirustuslaaji	Juoks. nro <b>4/G</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat <b>1:20</b>
Suunnittelutoimiston tiedot		<b>Julkisivu Julkisivu lounaaseen</b>	
Piirtäjä <b>J-M Lampinen</b>	Suunnittelija <b>J-M Lampinen</b>	Työnumero	Suunnitteluala ja piirustusnumero
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Muutos
	<b>J-M Lampinen</b>		<b>ARK 03-01</b>

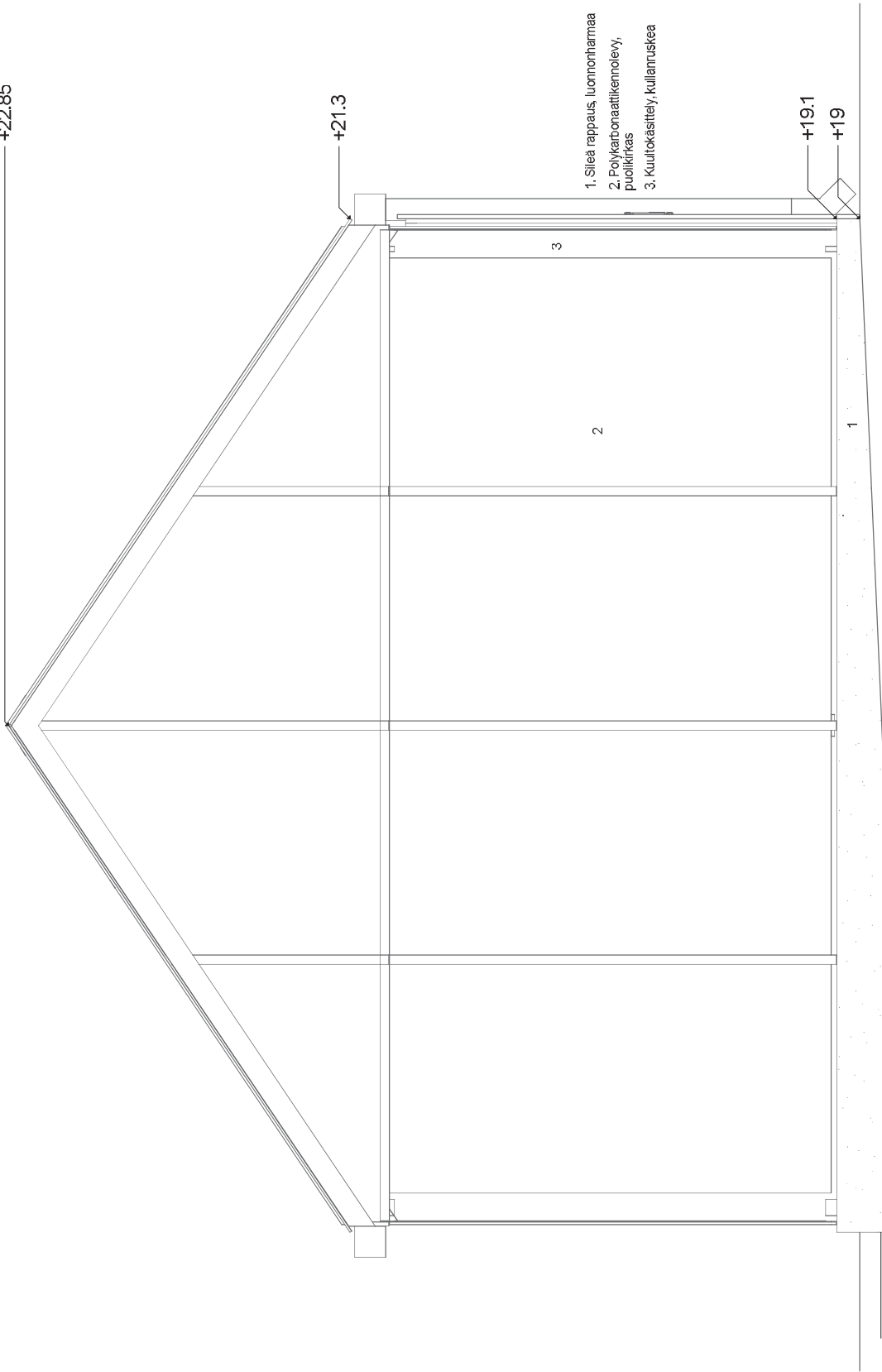
+22.85

+21.3

+19.1

+19

1. Sileä rappaus, luonnoinharmaa
2. Polykarbonaattikennolevy,  
puolikiikras
3. Kuulokasittely, kullatruskea



Kaupunginosakylä	Tonttirno	Viranomaisen arkitalonmerkinnäjä varten	Juoks.no 5/9
Rakennusomempide <b>Uudisrakennus</b>	Korttelitila	Piirustuslaji	Mittakaavat 1:20
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö <b>Julkisivu</b> <b>Julkisivu koilliseen</b>	
Suunnittelutoimiston tiedot			
Piirtäjä <b>J-M Lampinen</b>	Suunnittelija <b>J-M Lampinen</b>	Työnumero	
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		
	<b>J-M Lampinen</b>		Muutos
		Suunnitteluala ja piirustusnumero	
		<b>ARK 03-02</b>	

LIITE 3 6(9)

+22.85

+21.3

+19.1

+18.8

1. Sileä rappaus, luonnonhammaa
2. Polykarbonaattikennolevy, puolikirkas
3. Kuulokäsittely, kullannuskea

2

1

3

Kaupunginosakylä	Korttelitila	Tonttitr.no	Viranomaisen arkitalonmerkitöntä varten
Rakennusohjelmanpide <b>Uudisrakennus</b>		Piirustuslaji	Juoks. nro <b>6/G</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat <b>1:20</b>
Suunnittelutoimiston tiedot			<b>Julkisivu</b> <b>Julkisivu luoteeseen</b>
Piirtäjä <b>J-M Lampinen</b>	Suunnittelija <b>J-M Lampinen</b>	Työnumero	
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnitteluala ja piirustusnumero Muutos
	<b>J-M Lampinen</b>		<b>ARK 03-03</b>

LIITE 3 7(9)

+22.85

+21.3

+19.1

+18.8

2

2

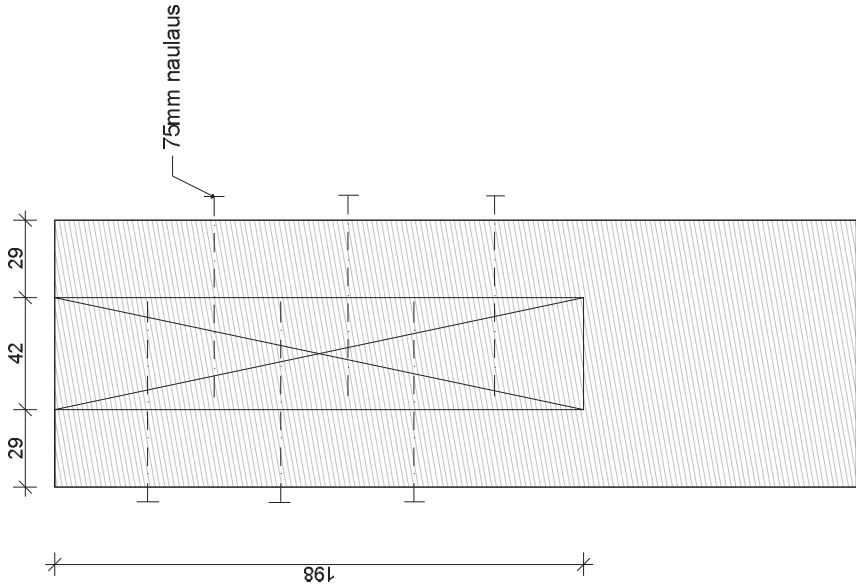
1

1. Sileä rappaus, luonnonhammaa
2. Polykarbonaattikerälevy, puoliikkas
3. Kuultokäsittely, kullannuskeä

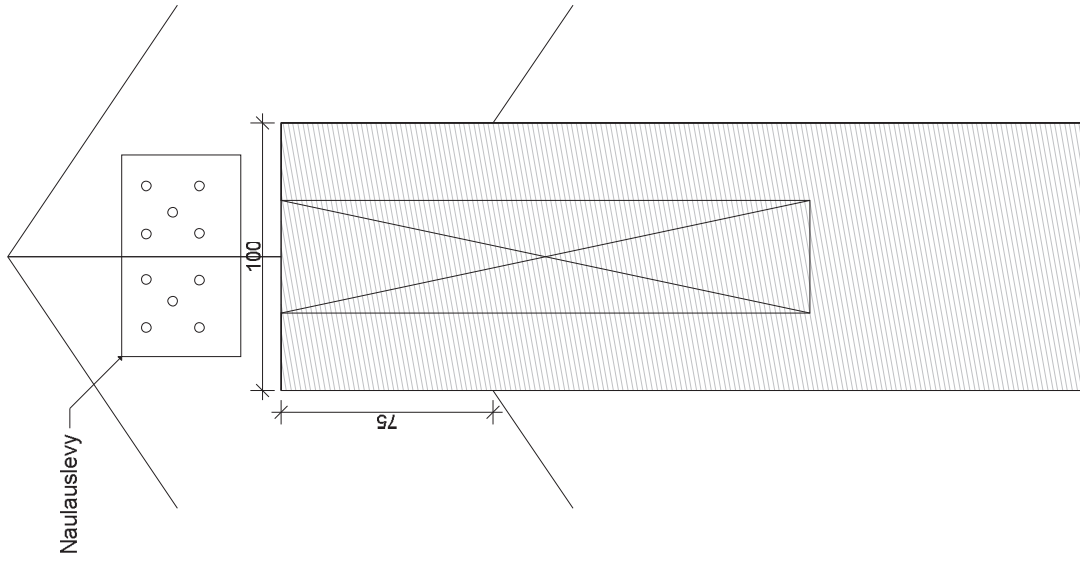
3

Kaupunginosakylä	Korttelitila	Tonttitr.no	Viranomaisen arkitalonmerkintä ja varten
Rakennuslomenneude			Piirustustyyppi
<b>Uudisrakennus</b>			Piirustuksen sisältö
Rakennuskohteen nimi ja osoite			<b>Julkisivu</b> <b>Julkisivu kaakkoon</b>
Suunnittelutoimiston tiedot			Mittakaavat <b>1:20</b>
Piirtäjä	Suunnittelija	Työnumero	
<b>J-M Lampinen</b>	<b>J-M Lampinen</b>		
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelua ja piirustusnumero
	<b>J-M Lampinen</b>		Muutos
			<b>ARK 03-04</b>

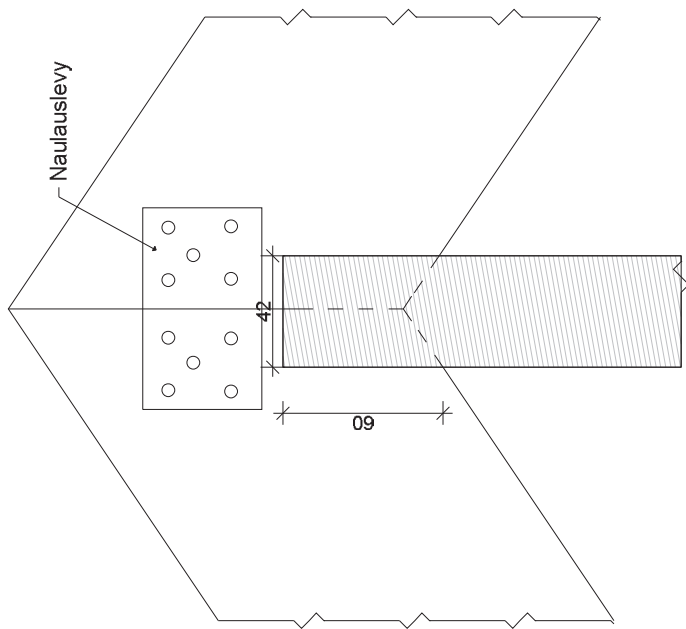
### Kurkhirren liitos pilariin



### Kattokannattajat päätypilarin kohdalla

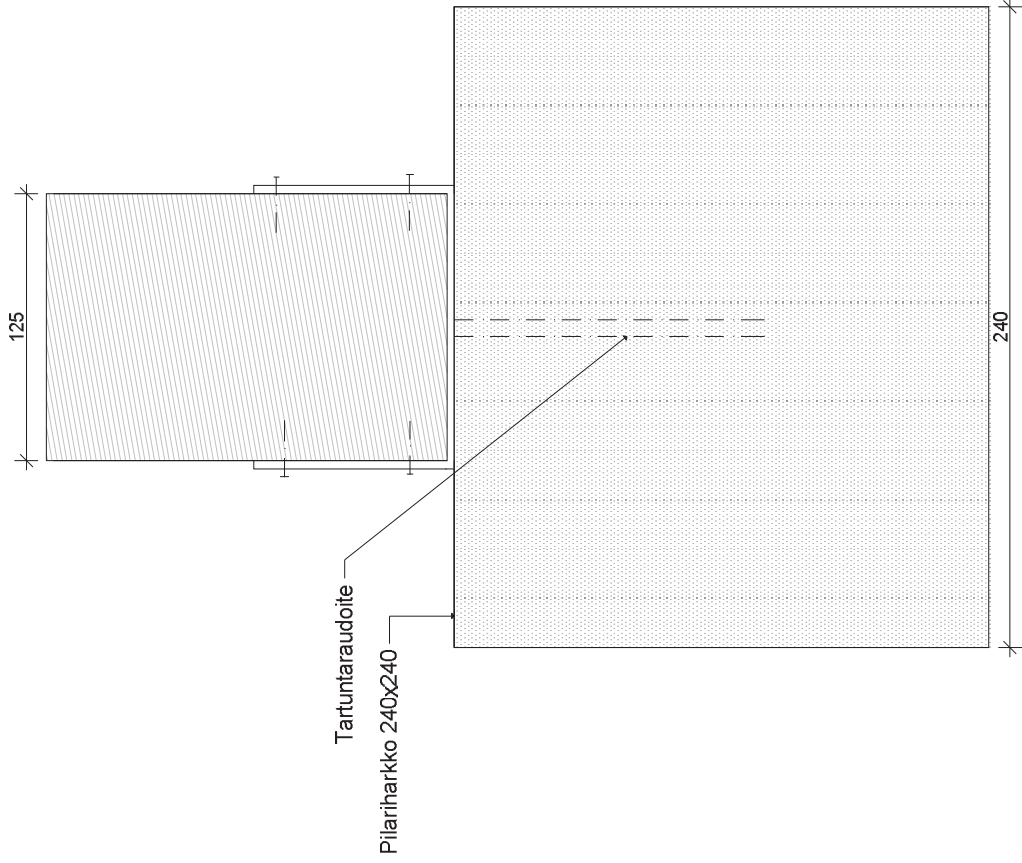


### Kattokannattajien liitos pilarien välillä

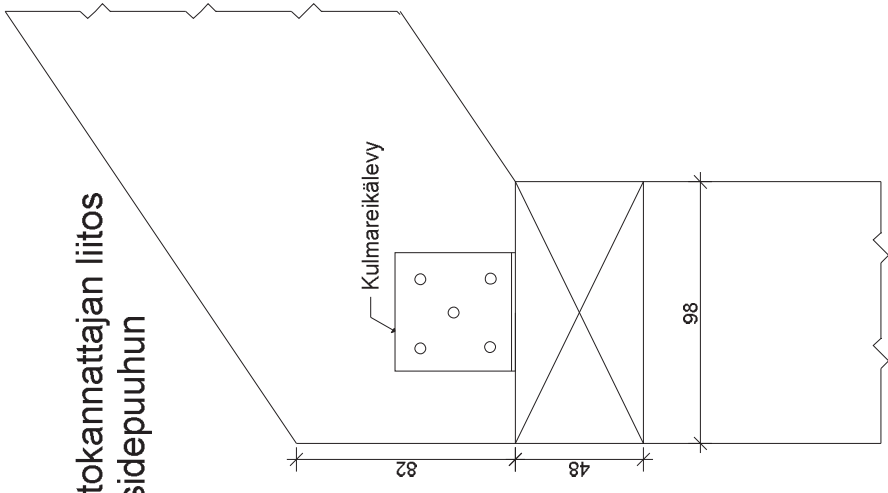


Kaupunginosakylä	Korttelitila	Tontinrno	Viranomaisien arkitalonimerkintäjä varten
Rakennuslompenpide <b>Uudisrakennus</b>			Piirustustilaji Juoks.nro <b>8/G</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaavat <b>1:2</b>
Suunnittelutoimiston tiedot			<b>Kurkhirren liitokset</b> <b>Työkuvat</b>
Piirtäjä <b>J-M Lampinen</b>	Suunnittelija <b>J-M Lampinen</b>	Työnumero	
Päiväys	Vastuullinen suunnittelija		Suunnittelua ja piirustusnumero
	<b>J-M Lampinen</b>		Muutos
			<b>ARK 04-01</b>

### Pilarin alaliitos



### Kattokannattajan liitos yläsidepuuhun



Kaupunginosakylä	Korttelialue	Tonttitunnus	Viranomaisen arkitalonmerkinnäjä varten
Rakennusosasto <b>Uudisrakennus</b>			Piirustustyyppi
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö
			<b>Liitokset</b>
			<b>Työkuvat</b>
			Mittakaavat
			<b>1:2</b>
Suunnittelutoimiston tiedot			
Piirtäjä	Suunnittelija	Työnumero	
<b>J-M Lampinen</b>	<b>J-M Lampinen</b>		
Paiväys	Vastuullinen suunnittelija		
	<b>J-M Lampinen</b>		
			Suunnittelun ja piirustuksen numero
			<b>ARK 04-02</b>
			Muutos

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

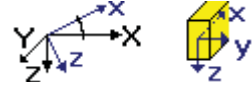
## Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Joonas-Mikael Lampinen  
 Projekti: Kasvihuone  
 Asiakas: Mikko Vermasvuori

Nimi: Runkotolppa

C:\...\Runkotolppa.s01



## RAKENNETIEDOT:

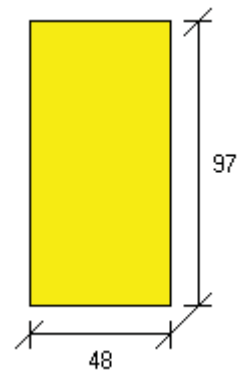
Rakennetyyppi: Pilari  
 Materiaali: C18  
 Poikkileikkaus: 48x97 (B=48 mm, H=97 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Kulma: 90.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 1050 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 2000.0  
 Yhteensä: 2000.0

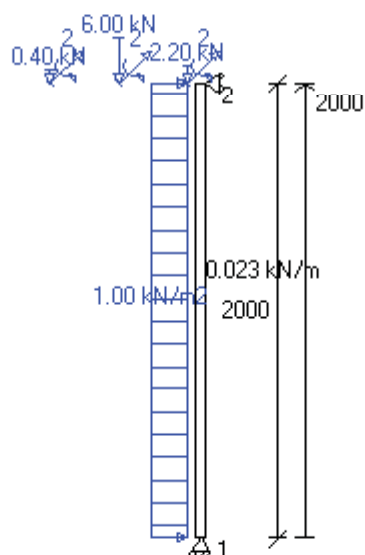
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2000	Liukutuki (X)

$f_{m,k} (M_y)$ : 19.64 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{m,k} (M_z)$ : 22.61 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,0,k}$ : 18.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,90,k}$ : 2.20 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t,0,k}$ : 12.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{v,k} (V_z)$ : 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{v,k} (V_y)$ : 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_{,mean}$ : 9000 N/mm<sup>2</sup>  
 $G_{,mean}$ : 560 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_{0.05}$ : 6000 N/mm<sup>2</sup>  
 $G_{0.05}$ : 380 N/mm<sup>2</sup>





Osavarmuusluku:	1.40
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
-----	
kdef:	0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 0.40 kN	x = 2000.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.010 kNm	x = 2000.0 mm
Rakenneosan paino:	QZ = 0.023 kN/m	x = 0 - 2000 mm

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

Pistekuorma: 1:	FZ = 6.00 kN	x = 2000.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.150 kNm	x = 2000.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.20 kN	x = 2000.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.055 kNm	x = 2000.0 mm

Pintakuorma: 1:  $Q_z = 1.000 \text{ kN/m}^2$   $x = 0 - 2000 \text{ mm}$

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

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:

81.5 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**

Taipumaraja Wnet,fin: L/300  
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
 Nurjahdus z-suuntaan: Lc = 1.00\*L  
 Nurjahdus on estetty y suuntaan  
 Kiepahdus on estetty

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	1.53 kN	3.27 kN	46.8 %	2000 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	8.56 kN	24.68 kN	34.7 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	0.60 kNm	1.16 kNm	51.6 %	900 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.78	1.00	78.4 %	900 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
(My=0.60 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=9.08 kN)					
jänneväli 1, Winst:	5.6 mm	- mm	0.0 %	950 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	5.4 mm	6.7 mm	81.5 %	950 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 12/1 :

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

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	10.34 kN	0 mm
Vz,max	1.53 kN	2000 mm
My,max	0.60 kNm	900 mm

## TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.11 kN	-1.30 kN	0.08 kN	-0.96 kN
2:	-0.00 kN	-1.53 kN	-0.01 kN	-1.13 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	10.34 kN	0.40 kN	6.85 kN	0.45 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:	0.00	0.45
2:	-0.01	0.00

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.07	6.00
2:	-0.08	0.00

---

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	-1.02	2.20
2:	-1.08	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-00482-10)
  - 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 käyttöraja-tilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - 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 Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus 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.

---

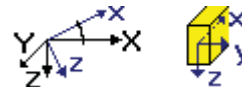
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

## Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

## PROJEKTITIEDOT:

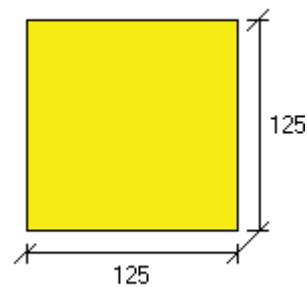
Suunnittelija: Joonas-Mikael Lampinen  
 Projekti: Kasvihuone  
 Asiakas: Mikko Vermasvuori  
 Nimi: Tukipilari

C:\Users\joonas\Desktop\tukipilari.s01



## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pilari  
 Materiaali: C18  
 Poikkileikkaus: 125x125 (B=125 mm, H=125 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Kulma: 90.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 2450 mm (pintakuomille)



## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 3000.0  
 Yhteensä: 3000.0

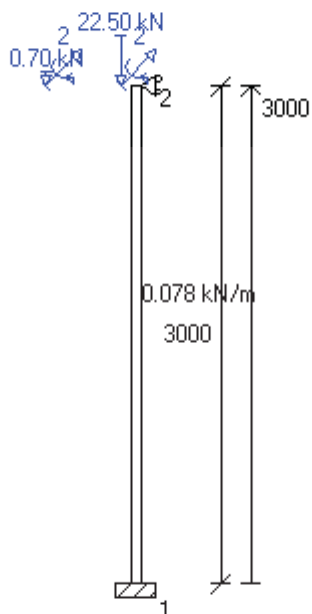
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Jäykkä tuki
2:	3000	Liukutuki (X)

fm,k (My): 18.67 N/mm<sup>2</sup>  
 fm,k (Mz): 18.67 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,0,k: 18.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,90,k: 2.20 N/mm<sup>2</sup>  
 ft,0,k: 11.41 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vz): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vy): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E,mean: 9000 N/mm<sup>2</sup>  
 G,mean: 560 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 6000 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 380 N/mm<sup>2</sup>

---

Osavarmuusluku:	1.40
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
kdef:	0.600

---

**KUORMITUSTIEDOT:**


---

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 0.70 kN	x = 3000.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.018 kNm	x = 3000.0 mm
Rakenneosan paino:	QZ = 0.078 kN/m	x = 0 - 3000 mm

---

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

Pistekuorma: 1:	FZ = 22.50 kN	x = 3000.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.562 kNm	x = 3000.0 mm

---

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**


---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

---

0.90\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

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 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

---

#### MITOITUS:

---

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

Kokonaiskäyttöaste: 70.5 %

---

#### MITOITUSPARAMETRIT:

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

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$

Kiepahdus on estetty

---

#### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	0.39 kN	7.98 kN	4.9 %	2250 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Puristus:	31.34 kN	64.66 kN	48.5 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	0.78 kNm	3.47 kNm	22.4 %	3000 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus+puristus:	0.70	1.00	70.5 %	3000 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(My=0.78 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=31.10 kN)					
jänneväli 1, Winst:	-1.1 mm	- mm	0.0 %	2025 mm	Yhdistelmä 11/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	-1.2 mm	10.0 mm	12.2 %	2025 mm	Yhdistelmä 11/1

---

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino + 1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 11/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
N <sub>x,max</sub>	31.34 kN	0 mm
V <sub>z,max</sub>	0.39 kN	2250 mm
M <sub>y,max</sub>	0.78 kNm	3000 mm

## TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.39 kN	0.01 kN	0.29 kN	0.01 kN
2:	-0.01 kN	-0.39 kN	-0.01 kN	-0.29 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	31.34 kN	0.84 kN	23.43 kN	0.93 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

MY:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	-0.01 kNm	-0.39 kNm	-0.01 kNm	-0.29 kNm
2:	0.00 kNm	0.00 kNm	0.00 kNm	0.00 kNm

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino			
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:	MY [kNm]:	
1:	0.01	0.93	-0.01	
2:	-0.01	0.00	0.00	

Kuormitustapaus:	Lumikuorma			
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:	MY [kNm]:	
1:	0.28	22.50	-0.28	
2:	-0.28	0.00	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-00482-10)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - 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 Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus 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.

---

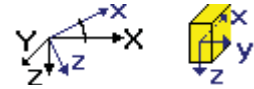
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

## Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Joonas-Mikael Lampinen  
 Projekti: Kasvihuone  
 Asiakas: Mikko Vermasvuori  
 Nimi: Kattoruode

C:\Users\joonas\Desktop\kattoruode.s01

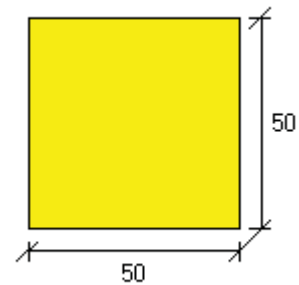


## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C18  
 Poikkileikkaus: 50x50 (B=50 mm, H=50 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Jako/kuormituslev.: 600 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 1050.0  
 Yhteensä: 1050.0

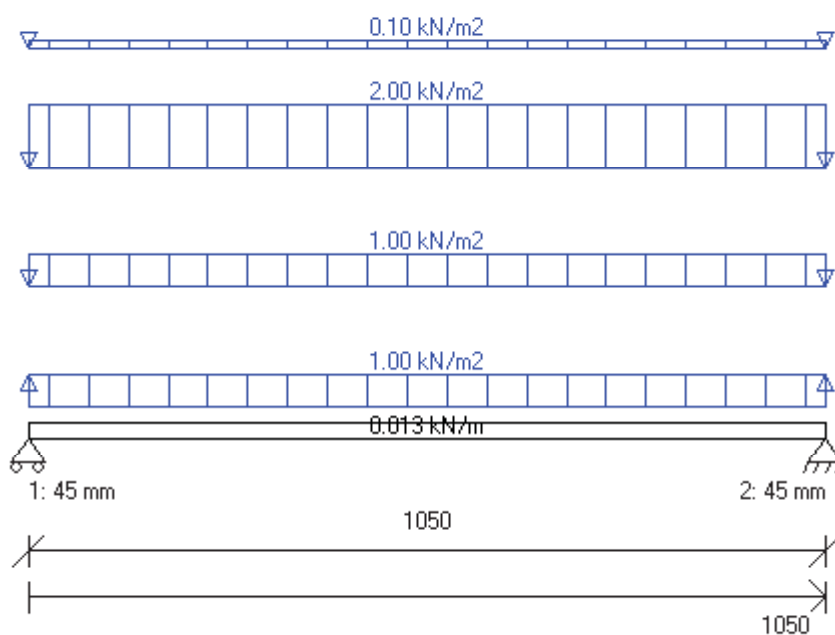


Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	45	Liukutuki (Z)
2:	1050	45	Kiinteä niveltuki (X,Z)

fm,k (My): 22.42 N/mm<sup>2</sup>  
 fm,k (Mz): 22.42 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,0,k: 18.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,90,k: 2.20 N/mm<sup>2</sup>  
 ft,0,k: 13.70 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vz): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vy): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E,mean: 9000 N/mm<sup>2</sup>  
 G,mean: 560 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 6000 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 380 N/mm<sup>2</sup>

Osavarmuusluku: 1.40

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
-----	
kdef:	0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakennesosan paino: QZ = 0.013 kN/m x = 0 - 1050 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.100 kN/m² x = 0 - 1050 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pintakuorma: 1: QZ = 2.000 kN/m² x = 0 - 1050 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 1.000 kN/m² x = 0 - 1050 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = -1.000 kN/m² x = 0 - 1050 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 10 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90\*1.15\*Omapaino

---

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90\*Omapaino

---

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

---

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 87.5 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 * L$   
Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 400.00 \text{ mm}$

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

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 400.00 \text{ mm}$

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = 600.00 \text{ mm}$

Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )

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):	0.89 kN	1.28 kN	69.7 %	1050 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	0.23 kNm	0.27 kNm	87.5 %	525 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	0.23 kNm	0.27 kNm	87.5 %	525 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	0.89 kN	5.89 kN	15.1 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.08					
Tukipaine, tuki 2:	0.89 kN	5.89 kN	15.1 %	1050 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.08					
jänneväli 1, Winst:	5.3 mm	- mm	0.0 %	525 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	5.9 mm	- mm	0.0 %	525 mm	Yhdistelmä 15/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino + 1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15/1 :

1.00\*Omapaino + 0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	1.15 kN	1050 mm
$M_{y,max}$	0.30 kNm	525 mm

#### TUKIREAKTIOT:

---

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	1.15 kN	-0.39 kN	0.79 kN	-0.28 kN
2:	1.15 kN	-0.39 kN	0.79 kN	-0.28 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

---

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.04
2:	0.04

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.63
2:	0.63

---

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.31
2:	0.31

---

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-0.31
2:	-0.31

#### 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-00482-10)
  - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
  - \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
  - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - 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 Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus 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.

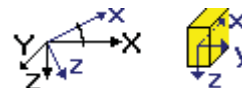
---

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 ( 2.3.027)

## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Joonas-Mikael Lampinen  
 Projekti: Kasvihuone  
 Asiakas: Mikko Vermasvuori  
 Nimi: Yläsidepuun tuulikuormatarkastelu

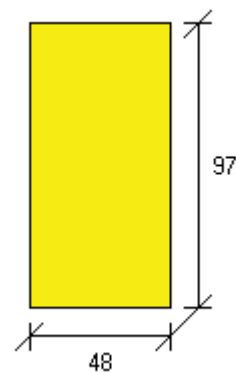


## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C18  
 Poikkileikkaus: 48x97 (B=48 mm, H=97 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Jako/kuormituslev.: 1100 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 2450.0  
 Yhteensä: 2450.0



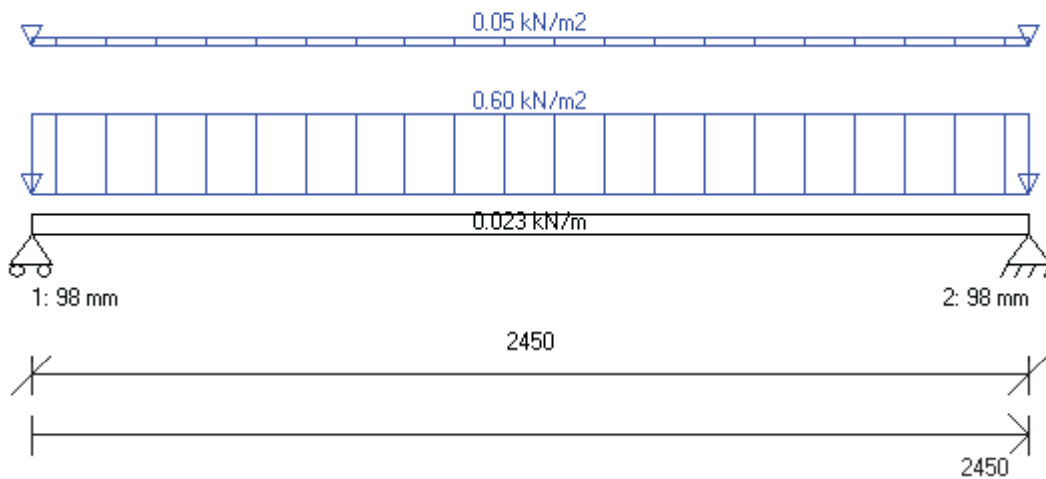
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	98	Liukutuki (Z)
2:	2450	98	Kiinteä niveltuki (X,Z)

fm,k (My): 19.64 N/mm<sup>2</sup>  
 fm,k (Mz): 22.61 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,0,k: 18.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,90,k: 2.20 N/mm<sup>2</sup>  
 ft,0,k: 12.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vz): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vy): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E,mean: 9000 N/mm<sup>2</sup>  
 G,mean: 560 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 6000 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 380 N/mm<sup>2</sup>

Osavarmuusluku: 1.40  
 Aikaluokka: kmod:  
 Pysyvä: 0.600



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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.023 kN/m x = 0 - 2450 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.050 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 2450 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 0.600 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 2450 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

#### MITOITUS:

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

Kokonaiskäyttöaste: 93.7 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/200

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$

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

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

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

Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )

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):	1.19 kN	3.27 kN	36.4 %	2450 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Taivutus ( $M_y$ ):	0.73 kNm	1.16 kNm	62.8 %	1225 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
(ilman kiepahdusta):	0.73 kNm	1.16 kNm	62.8 %	1225 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Tukipaine, tuki 1:	1.19 kN	13.28 kN	9.0 %	0 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Tukipainekerroin = 1.63					
Tukipaine, tuki 2:	1.19 kN	13.28 kN	9.0 %	2450 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Tukipainekerroin = 1.63					
jänneväli 1, $W_{fin}$ :	11.5 mm	– mm	0.0 %	1225 mm	Yhdistelmä 14/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	11.5 mm	12.2 mm	93.7 %	1225 mm	Yhdistelmä 14/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 4/1 (Hetskellinen):

1.03\*Omapaino + 1.35\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 14/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	1.19 kN	2450 mm
My,max	0.73 kNm	1225 mm

#### TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	1.19 kN	0.09 kN	0.90 kN	0.10 kN
2:	1.19 kN	0.09 kN	0.90 kN	0.10 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.10
2:	0.10

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.81
2:	0.81

#### 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-00482-10)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus 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.

---

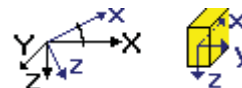
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

## Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

## PROJEKTITIEDOT:

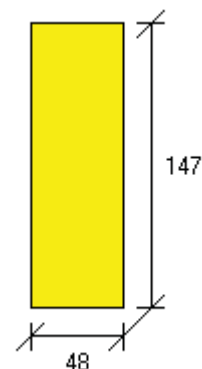
Suunnittelija: Joonas-Mikael Lampinen  
 Projekti: Kasvihuone  
 Asiakas: Mikko Vermasvuori  
 Nimi: Kattokannattaja

C:\...\Kattokannattaja.s01



## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 48x147 (B=48 mm, H=147 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Kulma: 34.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 1050 mm (pintakuormille)



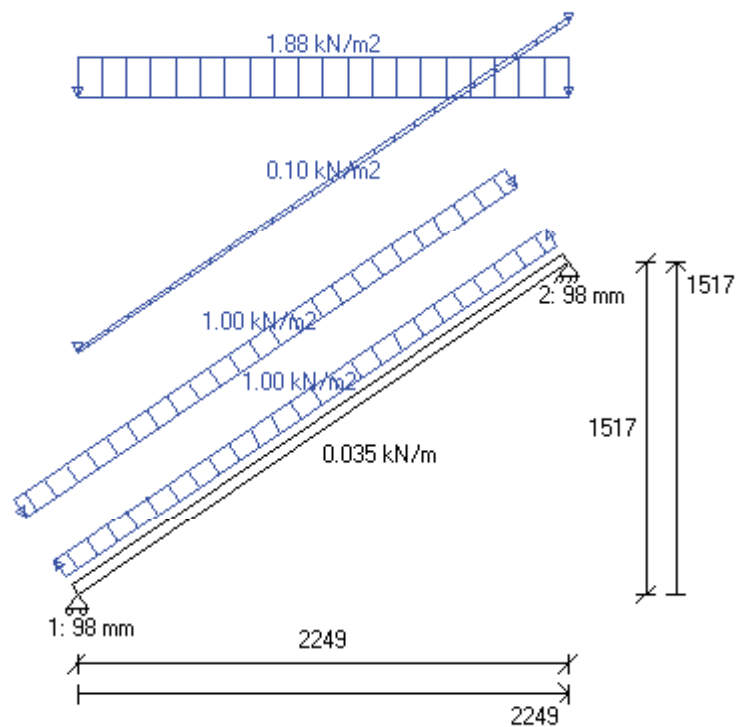
## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Jänneväli 1	2249.0	1517.0	2712.8
Yhteensä:	2249.0	1517.0	2712.8

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	98	Liukutuki (Z)
2:	2713	98	Kiinteä niveltuki (X,Z)

$f_{m,k}$ ( $M_y$ ):	24.10 N/mm <sup>2</sup>
$f_{m,k}$ ( $M_z$ ):	30.14 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$ :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$ :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$ :	14.06 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_z$ ):	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$ ( $V_y$ ):	2.50 N/mm <sup>2</sup>
$E_{,mean}$ :	11000 N/mm <sup>2</sup>
$G_{,mean}$ :	690 N/mm <sup>2</sup>
$E$ 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>
$G$ 0.05:	460 N/mm <sup>2</sup>

Osavarmuusluku:	1.40
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
-----	
kdef:	0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ =  $0.035 \text{ kN/m}$  x = 0 - 2713 mmPintakuorma: 1: QZ =  $0.100 \text{ kN/m}^2$  x = 0 - 2713 mmLumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75 \text{ kN/m}^2$ , Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QZ =  $1.875 \text{ kN/m}^2$  x = 0 - 2713 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz =  $1.000 \text{ kN/m}^2$  x = 0 - 2713 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz =  $-1.000 \text{ kN/m}^2$  x = 0 - 2713 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 10 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90\*1.15\*Omapaino

---

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90\*Omapaino

---

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

---

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

#### MITOITUS:

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

Kokonaiskäyttöaste: 80.9 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 * L$

Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 400.00 \text{ mm}$

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

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 400.00 \text{ mm}$

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} = 600.00 \text{ mm}$

Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )

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):	3.82 kN	6.19 kN	61.7 %	0 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Veto:	2.58 kN	77.93 kN	3.3 %	2713 mm	Yhdistelmä 6/1, Hetkellinen
Puristus:	2.58 kN	72.98 kN	3.5 %	0 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Taivutus ( $M_y$ ):	2.59 kNm	3.27 kNm	79.2 %	1356 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
(ilman kiepahdusta):	2.59 kNm	3.27 kNm	79.2 %	1356 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Taivutus+veto:	0.75	1.00	75.2 %	1424 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $M_y=1.79 \text{ kNm}$ , $M_z=0.00 \text{ kNm}$ , $N_x=0.09 \text{ kN}$ )					
Taivutus+puristus:	0.81	1.00	80.9 %	1356 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
( $M_y=2.59 \text{ kNm}$ , $M_z=0.00 \text{ kNm}$ , $N_x=1.30 \text{ kN}$ )					
Tukipaine, tuki 1:	3.82 kN	15.09 kN	25.3 %	0 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Tukipainekerroin = 1.63					
Tukipaine, tuki 2:	3.82 kN	15.09 kN	25.3 %	2713 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Tukipainekerroin = 1.63					
jänneväli 1, Winst:	11.2 mm	- mm	0.0 %	1356 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	12.4 mm	- mm	0.0 %	1356 mm	Yhdistelmä 15/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 4/1 (Hetskellinen):

1.03\*Omapaino + 0.94\*Lumikuorma + 1.35\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 6/1 (Hetskellinen):

1.03\*Omapaino + 0.94\*Lumikuorma + 1.35\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):



1.03\*Omapaino + 1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15/1 :

1.00\*Omapaino + 0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	2.58 kN	2713 mm
Vz,max	3.82 kN	0 mm
My,max	2.59 kNm	1356 mm

#### TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	2.15 kN	-2.15 kN	1.59 kN	-1.59 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.61 kN	-2.15 kN	3.46 kN	-1.53 kN
2:	3.71 kN	-0.70 kN	2.40 kN	-0.45 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.19
2:	0.19

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.21
2:	2.21

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	1.72
2:	-1.59	0.64

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)	
Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	-1.72
2:	1.59	-0.64

#### 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-00482-10)
  - 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 käyttörajalimitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - 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 Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus 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.

---

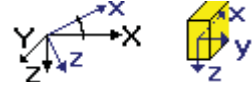
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

## Finnwood 2.3 ( 2.3.027)

## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Joonas-Mikael Lampinen  
 Projekti: Kasvihuone  
 Asiakas: Mikko Vermasvuori  
 Nimi: Kurkihirsi

C:\...\Porvoo\_kurkihirsi.s01

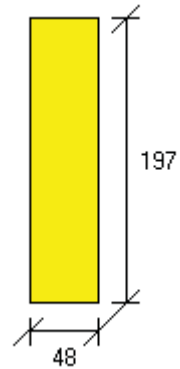


## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C18  
 Poikkileikkaus: 48x197 (B=48 mm, H=197 mm)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Jako/kuormituslev.: 1050 mm (pintakuormille)

## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 2450.0  
 Yhteensä: 2450.0

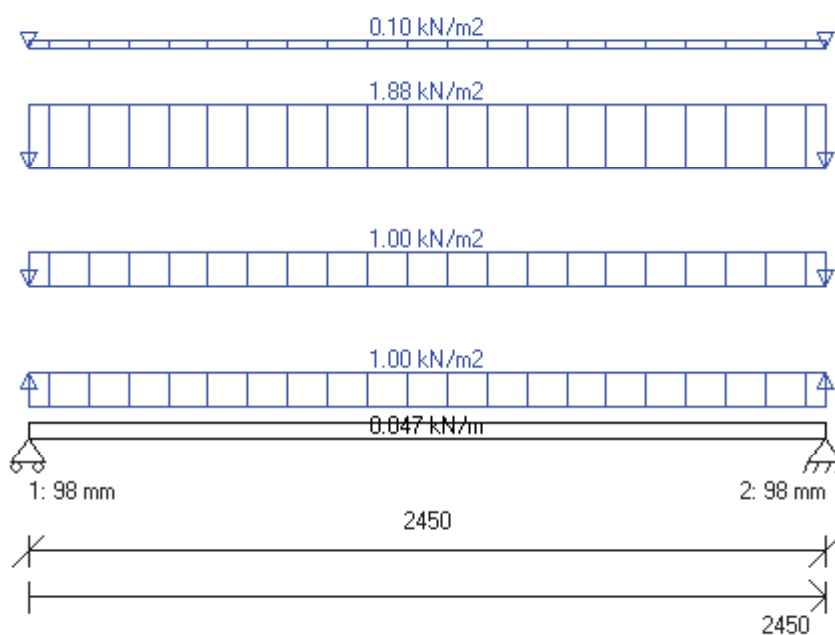


Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	98	Liukutuki (Z)
2:	2450	98	Kiinteä niveltuki (X,Z)

fm,k (My): 18.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fm,k (Mz): 22.61 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,0,k: 18.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fc,90,k: 2.20 N/mm<sup>2</sup>  
 ft,0,k: 11.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vz): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 fv,k (Vy): 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E,mean: 9000 N/mm<sup>2</sup>  
 G,mean: 560 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 6000 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 380 N/mm<sup>2</sup>

Osavarmuusluku: 1.40

Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
-----	
kdef:	0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakennesosan paino: QZ = 0.047 kN/m x = 0 - 2450 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.100 kN/m² x = 0 - 2450 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pintakuorma: 1: QZ = 1.875 kN/m² x = 0 - 2450 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 1.000 kN/m² x = 0 - 2450 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = -1.000 kN/m² x = 0 - 2450 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

---

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90\*1.35\*Omapaino

---

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

---

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*1.15\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

0.90\*Omapaino + 0.90\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

---

Yhdistelmä 10 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90\*1.15\*Omapaino

---

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90\*Omapaino

---

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

---

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

---

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

---

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (ylös)

#### MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 78.8 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/200  
Korotuserroin, vasen uloke: 2.00  
Korotuserroin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$   
Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00*L$

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

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

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

Kuormitus vaikuttaa rakenteen yläpintaan ( $L_{ef1} = L_{k1} + 2xH$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$ )

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):	3.45 kN	4.83 kN	71.4 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	2.11 kNm	2.68 kNm	78.8 %	1225 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.11 kNm	3.19 kNm	66.1 %	1225 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	3.45 kN	9.65 kN	35.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.63					
Tukipaine, tuki 2:	3.45 kN	9.65 kN	35.7 %	2450 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.63					
jänneväli 1, $W_{fin}$ :	5.5 mm	- mm	0.0 %	1225 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	5.5 mm	12.2 mm	44.5 %	1225 mm	Yhdistelmä 15/1

#### ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino + 1.35\*Lumikuorma

Yhdistelmä 15/1 :

1.00\*Omapaino + 0.70\*Lumikuorma + 1.00\*Tuulikuorma (alas)

#### VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	4.49 kN	0 mm
$M_{y,max}$	2.75 kNm	1225 mm

#### TUKIREAKTIOT:

---

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.49 kN	-1.57 kN	3.16 kN	-1.10 kN
2:	4.49 kN	-1.57 kN	3.16 kN	-1.10 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

#### TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

---

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.19
2:	0.19

---

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.41
2:	2.41

---

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (alas)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.29
2:	1.29

---

Kuormitustapaus:	Tuulikuorma (ylös)
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-1.29
2:	-1.29

#### 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-00482-10)
  - 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 käyttörajaatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
  - 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 Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus 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.

---



