

Patrik Haarakangas

## **Naulalevyrakenteisen kattoristikon palomitoittaminen**

## **Naulalevyrakenteisen kattoristikon palomitoittaminen**

Patrik Haarakangas  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, rakennetekniikka

---

Tekijä(t): Patrik Haarakangas

Opinnäytetyön nimi: Naulalevyrakenteisen kattoristikon palomitoittaminen

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Fire-rated Designing of Nail Plate Truss

Työn ohjaaja(t): Pekka Kilpinen

Työn valmistusluku- ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 33 + 1 liite

---

Naulalevyristikot ovat naulalevyliitoksien koottuja puuristikoita, joita käytetään rakennuksen yläpohjan kantavana rakenteena. Naulalevyrakenteella saavutetaan kustannustehokas puurakenne. Naulalevyristikot ovat tehdasvalmisteisia rakenteita, jotka mitoitetaan Eurokoodi-suunnittelustandardeja sekä niiden kansallisia liitteitä noudattaen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia naulalevyrakennesuunnitelmat eli NR-suunnitelmat Kouvolaan rakennettavaan lastenkotiin. Työssä käytiin läpi naulalevyrakenteiden kattoristikoiden suunnittelun perusteita. Sen jälkeen perehdyttiin kattoristikoihin vaikuttaviin kuormiin sekä puun palomitoittamiseen ja siihen, miten palomitoittaminen vaikuttaa naulalevyristikoiden toimintaan. Samalla tutustuttiin rakennusten paloluokitusten ja palonkestävyysvaatimuksien määräytymiseen.

Opinnäytetyössä suunniteltiin naulalevyrakenteiset ristikot, jotka täyttävät palonkestovaatimuksen R 30. Työssä suunniteltujen ristikoiden alapäärre toimii kantavana palkkina palotilanteessa. Ristikoiden lisäksi työssä suunniteltiin tuulipukit, jäykistysristikot sekä jiiriristikot samaan kattokokonaisuuteen. Suunnitelmat tuotettiin 3DTrussme-ohjelmalla. Ristikoiden laskenta tehtiin kehäteoriaa käyttäen liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioiden. Ristikoiden laskennassa käytettiin naulalevyjen LL10 ja LL13 lujuusominaisuuksia sekä EN 338 -standardin mukaisia sahatavaran materiaaliominaisuuksia.

---

Asiasanat: naulalevyristikko, kuormat, palomitoitus, puurakenteet

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Structural Engineering

---

Author(s): Patrik Haarakangas  
Title of thesis: Fire-rated Designing of Nail Plate Truss  
Supervisor(s): Pekka Kilpinen  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021  
Number of pages: 33 + 1 appendix

---

Nail plate trusses are common main supports for roofs all around Europe. Nail plate trusses are made from timber and nail plate joints. Nail plate trusses are factory made dimensionally accurate structures. This thesis is assigned by Ristek Oy.

The main purpose of this thesis was to design fire-rated trusses equivalent to 30 minutes of fire. The second purpose is to become familiar with fire designing of timber and how it is applied to nail plate trusses. This work mainly focuses on nail plate trusses.

The beginning of the work covers basic information regarding nail plate trusses and the possibilities of the structure. After that, the work examined loads that focus on nail plate trusses and how loads are defined as well as load combinations. The last subject of the work is fire designing of timber and how it applies to nail plate trusses.

The result of the work was nail plate truss plans of the target building roof. Structural, stress analysis and design calculations were made with 3DTrussme program. Truss calculations are in accordance with Eurocode and Finnish national annex.

---

Keywords: NR-structures, fire design, loads



# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	NAULALEVYRAKENTEET .....	7
2.1	Kattoristikko.....	7
2.2	Kattoristikoiden suunnittelu.....	9
3	KATTORISTIKOLLE KOHDISTUVAT KUORMAT .....	11
3.1	Lumikuorma.....	11
3.2	Tuulikuorma.....	13
3.3	Rakenteiden omapaino.....	14
3.4	Hyötykuormat .....	14
3.5	Kuormitustapaukset.....	15
4	PALOLUOKITUS .....	17
5	PUUN PALO-OMINAISUUDET .....	21
5.1	Puun mitoittaminen palolle .....	21
5.2	Rakenteen mitoitus.....	23
6	NAULALEVYRISTIKOT PALOTILANTEESSA .....	26
6.1	Palossa kantava alapaarre .....	26
6.2	Paloristikko .....	27
7	KATTORISTIKKOSUUNNITELMAT .....	28
7.1	Kohteen kuormitukset.....	28
7.2	Ristikoiden suunnittelu .....	28
7.3	Paloristikon suunnittelu.....	29
7.4	Jäykistys- ja tuuliristikot .....	30
8	YHTEENVETO .....	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET.....	34

# 1 JOHDANTO

Naulalevyrakenteisia kattoristikoida käytetään Suomessa laajasti erilaisissa rakennuskohteissa. Käyttökohteet vaihtelevat pienistä varastorakennuksista suuriin kerrostaloihin ja julkisiin rakennuksiin. Naulalevyrakenteiset kattoristikot ovat kustannustehokas vaihtoehto kantavaksi kattorakenteeksi. (1, s. 1 – 2.)

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä naulalevyrakenteisten kattoristikoiden toimintaan. Työssä suunnitellaan työn tilaajalle palonkestävyysvaatimuksen R 30 täyttävät kattoristikosuunnitelmat. Suunnitelmat laaditaan 3DTrussme-ohjelmaa käyttäen.

Työssä perehdytään naulalevyrakenteiselle kattoristikolle kohdistuvien kuormien määräytymiseen ja niiden yhdistelmiin. Lisäksi perehdytään puun käyttäytymiseen palotilanteessa sekä paloluokitusten määräytymiseen. Työssä tarkastellaan myös palotilanteen vaikutusta naulalevyrakenteisiin. Lopuksi esitetään naulalevyrakenteisen kattoristikon toteuttamismahdollisuudet palotilanteessa.

Työn tilaajana toimii Ristek Oy, joka on vuonna 2007 perustettu suomalainen naulalevyjen valmistaja. Naulalevyjen lisäksi yritys tarjoaa asiakkailleen naulalevyrakenteiden sekä yrityksen omaa suunnitteluohjelmaa 3DTrussme, jota tässäkin opinnäytetyössä käytetään. Edellä mainittujen lisäksi Ristek Oy tarjoaa myös naulalevyrakenteiden suunnitteluosaamista. Kotimaan lisäksi yrityksellä on naulalevyn ja suunnitteluohjelman vientiä muun muassa Viroon, Norjaan ja Saksaan. (2, s. 1.)

## 2 NAULALEVYRAKENTEET

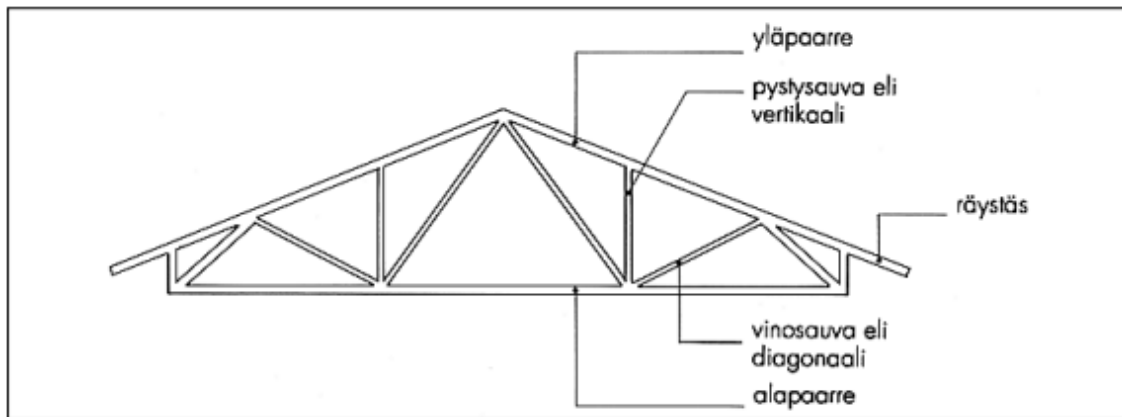
Naulalevyrakenne eli NR-rakenne tarkoittaa puurakennetta, jossa puusauvat liitetään toisiinsa naulalevyillä. Naulalevyt valmistetaan sinkitystä teräksestä. Naulalevyrakenteissa on käytettävä CE-merkittyjä, naulalevylausunnon tai CE-merkinnän viitedokumentin omaavia naulalevyjä sekä lujuuslajiteltua sahatavaraa. (3, s. 5 - 6.) Naulalevyrakenteet ovat tehdasvalmisteisia mittatarkkoja rakenteita. Naulalevyrakenteet kasataan tehtaan tapojen mukaan asennuspöydillä tai -linjoilla puuristaen naulalevyt puiden liitoskohtiin. (1, s. 9.)

Naulalevyrakenteita käytetään Suomessa laajasti eri tarkoituksiin esimerkiksi kattoristikoihin, silvavalumuotteihin ja välipohjaratkaisuksi. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kattoristikkoon eli kansankielellä kattotuoliin, joka on yleinen pientalojen kantava kattorakenne. Kattoristikoiden yleisyys johtuu niiden kustannustehokkuudesta ja helposta asennustavasta. (1, s. 1.)

### 2.1 Kattoristikko

Kattoristikko on vesikaton kannatin. Kattoristikon täytyy kannattaa paikkakunnasta ja katon muodosta riippuvan lumikuorman ja rakennuksen korkeudesta ja maastoluokasta riippuvan tuulikuorman, vesikaton ja alakaton omapainot sekä mahdolliset hyötykuormat. (3, s. 15 – 25.)

Kattoristikko on jäykkä rakenne omassa tasossaan. Kattoristikot täytyy sivuttaistukea rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan esimerkiksi ruodelaudoituksin ja vinorevoin. Kattoristikko muodostuu ylä- ja alapaarteesta sekä ristikon reunasauvoista ja sisäsauvoista eli vertikaali- ja diagonaalisauvoista. (1, s. 3, 6 - 7.) Kuvassa 1 on esitetty ristikon osat.



KUVA 1. Ristikön osat (1, s. 3)

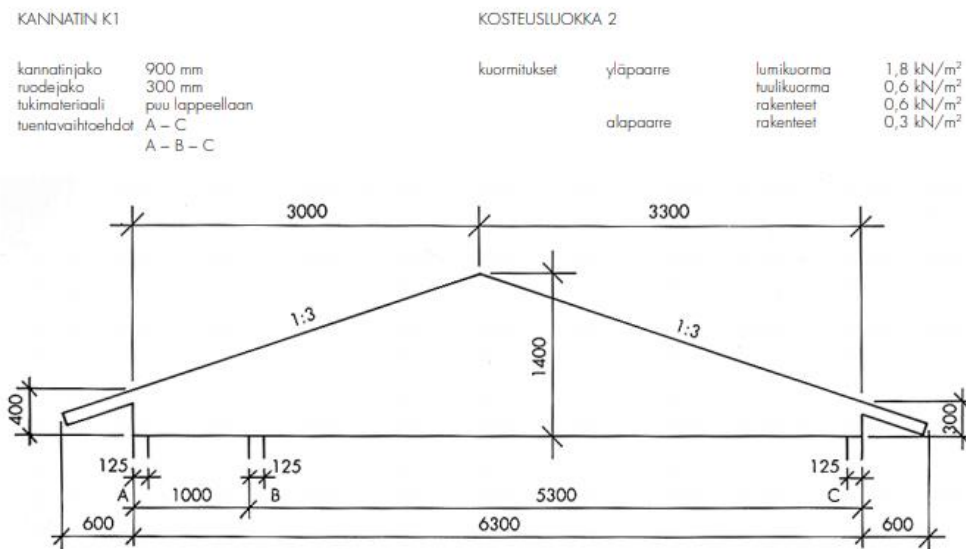
Yleisin kattoristikkomalli on harjaristikko. Muita yleisesti käytettyjä kattoristikkomalleja ovat saksiristikko, pulpettiristikko, palkkiristikko, kehäristikko, käyttöullakollinen ristikko, T-saksiristikko, vaarnapalkki ja mansardiristikko. Kuvassa 2 on havainnollistettu ristikkomalleja. Kattoristikoita voidaan kuitenkin mahdollisuuksien mukaan tehdä moneen erilaiseen muotoon ja toteuttaa hyvinkin arkkitehtuurillisia kattorakenteita. (4, s. 1.)



KUVA 2. Ristikkotyypit (4, s. 1)

## 2.2 Kattoristikoiden suunnittelu

Kattoristikoiden suunnittelu alkaa tilaajan toimittamista ristikkokaavioista. Kuvassa 3 on esimerkki ristikkokaaviosta. Kaavioissa tulee ilmoittaa ristikon mitat, kuormat, kuormitusleveys, tuentojen paikat ja materiaalit sekä tarvittaessa muut huomioon otavat asiat, kuten palonkestävyysvaatimukset, ilmanvaihtoputkien paikat, tarkastusluukut, kulkusiltojen paikat, räystäiden dimensio ja räystäiden muotoilu. Kaavioissa täytyy myös mainita, mikäli ristikolle täytyy tehdä nostotarkastelu. Kaavioiden lisäksi NR-suunnittelija hyötyy yläpohjatason tasokuvasta sekä rakennuksen leikkauskuvista, mikäli rakennuksen katolla on korkeuseroja. (1, s. 10.)



KUVA 3. Ristikkokaavio (1, s. 11)

NR-suunnittelija suunnittelee ristikot tilaajan toimittamien ristikkokaavioiden mukaan. NR-suunnittelija tekee tarvittavat lujuustarkastelut rakenteelle ja tuottaa rakennelaskelmat. Rakennelaskelmien pätevydestä vastaavan suunnittelijan täytyy olla sertifioitu NR-suunnittelija. Ristikoiden rakennelaskelmissa tulee esittää seuraavat tiedot:

- suunnitteluohjelman nimi
- laskelmissa noudatetut määräykset ja ohjeet
- yleisselvitys mitoituksista ja selvitys tulosteessa käytetyistä lyhenteistä
- naulalevyrakenteeseen kohdistuvat kuormat ja kuormitusyhdistelmät
- tukireaktiot ja tukipintojen mitoitus
- puumitoitus

- liitosmitoitus
- naulalevyrakenteen muodonmuutokset
- lattian värähtely, mikäli NR-rakenne toimii asuin- tai toimistohuoneiston lattiakannattimena. (3, s. 6, 11.)

Kattoristikkosuunnitteluun sopivia suunnitteluohjelmia on käytössä Suomessa useampia. Seuraavassa on listattu Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymät Eurokoodi 5 mukaiset NR-suunnitteluohjelmat:

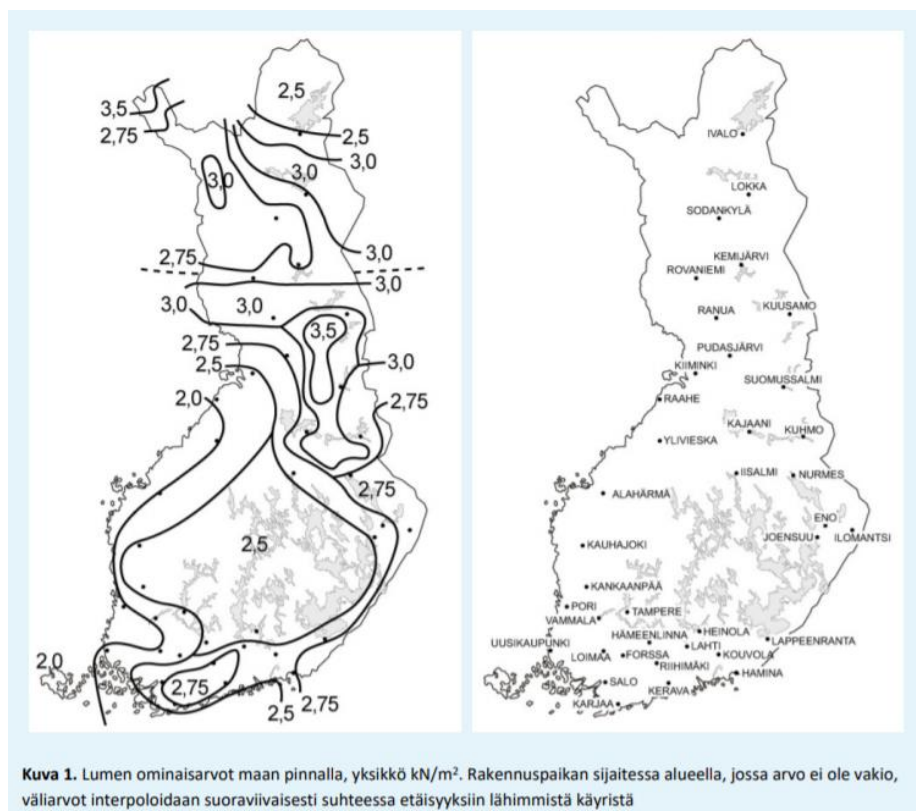
- 3DTrussme
- SepaRoof-Cad
- TrussCon
- Pamir
- WoDe 2000
- TrussM8. (5, s. 1.)

### 3 KATTORISTIKOLLE KOHDISTUVAT KUORMAT

Kattoristikoiden suunnittelussa huomioitavat kuormat ovat lumikuorma, tuulikuorma, rakenteiden oman painon aiheuttama kuorma sekä hyötykuormat. Kuormien ominaisarvojen määrittely tehdään standardin EN 1991 osien 1-1, 1-3, 1-4, 1-6, 1-7 sekä niiden kansallisten liitteiden mukaan. Näiden kuormien kuormitusyhdistely tehdään EN 1990 -standardin ja sen kansallisten liitteiden mukaisesti. (3, s. 15, 26.)

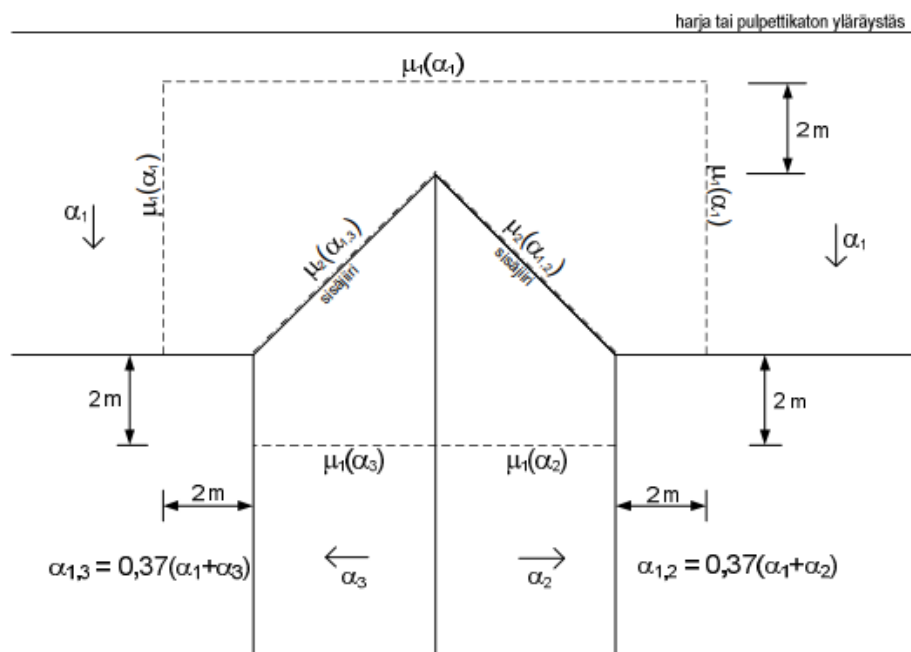
#### 3.1 Lumikuorma

Eurokoodien mukainen, SFS-EN 1991-1-3 -standardin kansallisessa liitteessä esitetty lumikuorman ominaisarvo  $s_k$  määritetään paikkakuntaakohtaisesti kuvassa 4 esitetyn lumikuormakartan mukaan. Kartan väliarvot saadaan interpoloimalla. Kartassa esitetyt arvot ovat lumikuorman minimiarvoja. Lumikuorman ominaisarvo on maan pinnalla vaikuttava lumikuorma. (6, s. 207.)



KUVA 4. Maanpinnan lumikuorma (7, s. 15)

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdolliset lumen kinostumiset, jotka voidaan laskea suunnitteluohjeissa esitetyillä kaavoilla. Lumi voi kinostua moniin erilaisiin muotoihin. Katolla voi olla useita ominaisuuksia tai tekijöitä, jotka aiheuttavat lumen kinostumista ja näin ollen suurempaa lumikuormaa rakenteelle. Tekijöitä voivat olla esimerkiksi katon muoto, lämpöominaisuudet, pinnan karheus, viereisten rakennusten läheisyys tai ympäröivä maasto. Yleisimmin lumi pääsee kinostumaan jiirien pohjiin sekä katon eri muotoihin. Jiirien kinoskuormat lasketaan kuvan 5 kaavojen mukaan. (8, s. 94.)



KUVA 5. Sisäjiiri (3, s. 18)

Katon lumikuorma  $s$  määritetään kaavalla 1 (8, s. 94).

KAAVA 1. Katon lumikuorma

$$s = \mu_i * C_e * C_t * S_k$$

$\mu_i$  = Lumikuorman muotokerroin

$S_k$  = Lumikuorman ominaisarvo (kN/m<sup>2</sup>)

$C_e$  = Tuulensuojakerroin

$C_t$  = Lämpökerroin



Tuulensuojakertoimen arvo on tavanomaisesti 1,0. Mikäli maastoluokka on määritetty tuuliseksi, tulee tuulensuojakertoimelle käyttää arvoa 0,8. Kuitenkin katoilla, joiden lyhyempi sivumitta on yli 50 metriä, tuulensuojakertoimena tulee käyttää arvoa 1,0. Lämpökertoimen arvo on tavallisesti 1,0. Edellä mainitut asiat huomioon ottaen lumikuorman  $s$  kaava pelkistyy tavallisesti kaavan 2 muotoon. (8, s. 94.)

## KAAVA 2. Lumikuorman yksinkertaistettu muoto

$$s = \mu_i * S_k$$

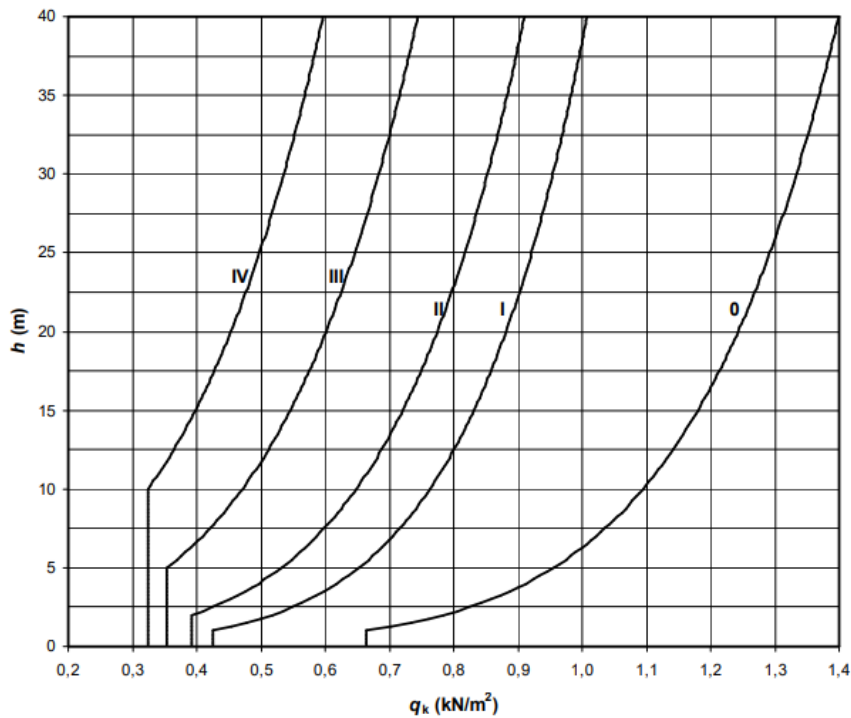
## 3.2 Tuulikuorma

Tuulikuorman arvo on riippuvainen rakennusta ympäröivän maaston olosuhteista. Maasto-olosuhteisiin vaikuttavat esimerkiksi rakennusta ympäröivät rakennukset, kasvillisuudet, rannikkoalueet sekä muut tuuleen vaikuttavat tekijät. Rakennukselle valitaan maastoluokka taulukon 1 mukaan. (8, s. 126.)

TAULUKKO 1. Maastoluokat (3, s. 22)

Maastoluokat:	
0	Avomeri tai merelle avoin rannikko
I	Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä
II	Alue, jolla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus
III	Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)
IV	Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m

Tavanomaisille rakennuksille voidaan käyttää tuulen nopeuspainetta määrittäessä taulukkometelmää. Tässä menetelmässä otetaan huomioon rakennuksen maastoluokka ja rakennuksen korkeus. Näiden muuttujien avulla voidaan määrittää tuulen nopeuspaine  $q_k$  kuvasta 6. Kaikissa rakennuksen tuulikuorman tarkasteluissa käytetään samaa tuulen nopeuspainetta. Nopeuspaineen arvoissa on otettu huomioon ilmastomuutoksen vaikutukset tuulikuorman kasvuun. Näiden arvojen mukaiset tuulen nopeuspaineet ovat hyväksyttäviä vuoteen 2035 asti. (8, s. 132.)



KUVA 6. Tuulen nopeuspaineet (3, s. 21)

### 3.3 Rakenteiden omapaino

Rakenteiden omapainona käytetään rakenteen nimellismittojen ja tilavuuspainojen perusteella laskettua ominaisarvoa (3, s. 15 - 16). Rakenteiden omapaino naulalevyristikolle tulee ilmoittaa yläpaarteelle määrätyn vesikatteen ja sen alusrakenteiden mukaan sekä alapaarteelle kohdistuvan alakattorakenteen omapainona (1, s. 10).

### 3.4 Hyötykuormat

Hyötykuormat ovat rakennuksen tilan käytöstä aiheutuvia kuormituksia. Hyötykuorma on liikkuvaa kuormaa, joka on epäedullista kuormitusta rakenteen stabiiliteetin kannalta. Taulukossa 2 on ilmoitettu tavallisimpien hyötykuormien ominaisarvot. Kattoristikoiden suunnittelussa käytetään taulukon 2 mukaista hyötykuorman arvoa 2,0 kN/m² suunniteltaessa kehä- ja käyttöullakkoristikoita (3, s. 24 - 25).

TAULUKKO 2. Hyötykuormien ominaisarvot (3, s. 25)

Käyttötarkoitukseluokka ja tila	tasainen kuorma $q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	pistekuorma <sup>1)</sup> $Q_k$ (kN)	vaakakuorma $q_k$ (kN/m)
<b>Luokka A:</b> Asuintilat			
- Lattiat	2,0	2,0	0,5
- Portaat	2,0	2,0	0,5
- Parvekkeet	2,5	2,0	0,5
<b>Luokka B:</b> Toimistotilat	2,5	2,0	0,5
<b>Luokka C:</b> Kokoontumistilat			
- C1: Pöytäalueet	2,5	3,0	0,5
- C2: Kiinteiden istuimien alueet	3,0	3,0	1,0
- C3: Esteettömät alueet	4,0	4,0	1,0
- C4: Liikuntatilat ja näyttämöt	5,0	4,0	1,0
- C5: Tungokselle alttiit alueet	6,0	4,0	3,0
<b>Luokka D:</b> Myymälätilat			
- D1: Tavalliset vähittäiskaupat	4,0	4,0	1,0
- D2: Tavaratalot	5,0	7,0	1,0
<b>Luokka E:</b> Varastotilat			
- E1: Tavarankäilytys ja vastaanottotilat	7,5	7,0	≥ 1,0
<b>Luokka H:</b> Vesikatot ilman hyötykäyttöä <sup>1)</sup>	0,4	1,0	-

<sup>1)</sup> Ei yhdistellä muiden muuttuvien kuormien kanssa.

### 3.5 Kuormitustapaukset

Katto- ja välipohjarakenteina käytetyt naulalevyrakenteet tulee mitoittaa murtorajatilan kuormitusyhdistelmille ja käyttörajojen kuormitusyhdistelmille. Kuvassa 7 on lueteltuna murtorajatilan kuormitustapaukset ja kuvassa 8 on lueteltuna käyttörajojen kuormitustapaukset. Kuormitusyhdistely tehdään EN 1990 -standardin ja sen kansallisten liitteiden mukaan. (3, s. 26.)

1. "Omapaino", pysyvä aikaluokka, kuormitusyhdistelmä (ky);  $1,35K_{FI}G_{kj}$
2. "Lumi", keskipitkä max kuormilla; ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,lumi} + 1,05Q_{k,hyöty})K_{FI}$
3. "Hyöty", keskipitkä max kuormilla; ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,hyöty} + 1,05Q_{k,lumi})K_{FI}$
4. "Lumi vasen", keskipitkä epäsymmetrisillä lumi- ja hyötykuormilla, kun täysi lumi vasemmalla ja hyöty vain vasemmalla; ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,lumi,vas} + 1,05Q_{k,hyöty,vas})K_{FI}$
5. "Lumi oikea", keskipitkä epäsymmetrisillä lumi- ja hyötykuormilla, kun täysi lumi oikealla ja hyötykuorma vain oikealla; ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,lumi,oik} + 1,05Q_{k,hyöty,oik})K_{FI}$
6. "Hyöty vasen", keskipitkä epäsymmetrisillä kuormilla, kun hyötykuorma on määräävä; ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,hyöty,vas} + 1,05Q_{k,lumi,vas})K_{FI}$
7. "Hyöty oikea", keskipitkä epäsymmetrisillä kuormilla, kun hyötykuorma on määräävä; ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,hyöty,oik} + 1,05Q_{k,lumi,oik})K_{FI}$
8. "Tuulen imu", hetkellinen aikaluokka, max tuulen imu (ks. taulukon 3.5 alaviite 4);  
ky:  $0,9G_{kj} + 1,5K_{FI}Q_{k,tuuli,imu}$
9. "Vaakakuorma", hetkellinen aikaluokka, max tuulen vaakakuorma pystyprojektiolle (ks. kaava (3.8)); ky:  $(1,15G_{kj} + 1,5Q_{tuuli,vaaka,k} + 1,05Q_{hyöty,k} + 1,05Q_{lumi,k})K_{FI}$
10. "Palo", hetkellinen aikaluokka; onnettomuusyhdistelmä:  $G_{kj} + \begin{cases} 0,4 \\ 0,5 \end{cases} Q_{k,lumi} + 0,3Q_{k,hyöty}$

KUVA 7. Murtorajatilan kuormitustapaukset (3, s. 29)

11. "KRT lumi"; ky:  $G_{kj} + Q_{k,lumi} + 0,7Q_{k,hyöty}$  <sup>1)</sup>
12. "KRT lumi vasen"; ky:  $G_{kj} + Q_{k,lumi,vas} + 0,7Q_{k,hyöty,vas}$  <sup>1)</sup>
13. "KRT lumi oikea"; ky:  $G_{kj} + Q_{k,lumi,oik} + 0,7Q_{k,hyöty,oik}$  <sup>1)</sup>
14. "KRT hyöty"; ky:  $G_{kj} + Q_{k,hyöty} + 0,7Q_{k,lumi}$
15. "KRT hyöty vasen"; ky:  $G_{kj} + Q_{k,hyöty,vas} + 0,7Q_{k,lumi,vas}$
16. "KRT hyöty oikea"; ky:  $G_{kj} + Q_{k,hyöty,oik} + 0,7Q_{k,lumi,oik}$
17. "KRT tuuli", ky:  $G_{kj} + Q_{tuuli,vaaka,k} + 0,7Q_{lumi,k} + 0,7Q_{hyöty,k}$
18. "Värähtely", pistekuorma lattian jännevälillä keskellä; ky:  $F_k = 1 \text{ kN}$

KUVA 8. Käyttörajatilan kuormitustapaukset (3, s. 30)

## 4 PALOLUOKITUS

Rakennuksen palokuorma määritetään palo-osaston käyttötarkoituksen perusteella. Palokuorma voidaan myös määrittää luotettavan arvioinnin tai laskutavan perusteella. Tätä laskettaessa on otettava huomioon palamisominaisuudet, palamisnopeus sekä palokuorman sijainti. Palokuormaryhmiä on kolme: yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>, 1200 - 600 MJ/m<sup>2</sup> ja alle 600 MJ/m<sup>2</sup>. Palokuorman perusteella kantaville rakenteille määrätään palonkestoajat. (9, s. 9.) Palokuormaryhmät ovat esitettynä kuvassa 9.

	<b>Ohje</b> Periaatteet eri käyttötapojen sijoittamisesta palokuormaryhmiin:
<b>yli 1200 MJ/m<sup>2</sup>;</b>	- Varastot, jotka ovat erillisiä palo-osastoja.
	Tuotanto- ja varastotilojen palokuorma määritellään tai arvioidaan kohdekohtaisesti.
<b>vähintään 600 MJ/m<sup>2</sup> ja enintään 1200 MJ/m<sup>2</sup>;</b>	- Osa kokoontumis- ja liiketiloista kuten myymälät, näyttelyhallit ja kirjastot; - asuinrakennusten kellariosastot, jotka sisältävät irtaimistovarastoja; - moottoriajoneuvojen korjaus- ja huoltotilat.
<b>alle 600 MJ/m<sup>2</sup>;</b>	- Asunnot, majoitustilat ja hoitolaitokset; - osa kokoontumis- ja liiketiloista kuten ravintolat, enintään 300 h-m <sup>2</sup> :n myymälät, toimistot, koulut, urheiluhallit, teatterit, kirkot ja päivähoitolaitokset; autosuojat.
	Yleensä tähän ryhmään saa sijoittaa myös muihin palokuormaryhmiin kuuluvia tiloja, mikäli nämä tilat varustetaan tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla. Tämä ei koske 3–8-kerroksisia P2-luokan rakennuksia.

KUVA 9. Palokuormaryhmät (9, s. 10)

Suomessa on käytössä pääasiassa kolme eri paloluokkaa P1, P2, P3, joista P3 on vaatimuksiltaan vähäisin. Paloluokka P1 on vaatimuksiltaan vaativin luokitus. Paloluokkaan P1 kuuluvilla rakennuksilla kantavien rakenteiden täytyy kestää palotilanteen kuormitukset. Tässä luokassa ei ole rajattu rakennuksen kokoa tai henkilömäärää. Paloluokan P2 rakennusten kantavien rakenteiden vaatimukset eivät ole yhtä korkeat kuin P1-luokan. Tässä paloluokassa tarvittava turvallisuustaso saavutetaan pintaosien ominaisuuksien ja paloturvallisten materiaalien avulla sekä rajaamalla rakennuksen kokoa ja henkilömäärää käyttötavan mukaan. Taulukossa 3 on esitetty käyttötavan ja rakennuksen koon rajaukset. Paloluokalla P3 ei ole erityisvaatimuksia kantavien rakenteiden suhteen. Tarvittava turvallisuustaso saavutetaan rakennuksen kokoa ja henkilömäärää rajoittaen.

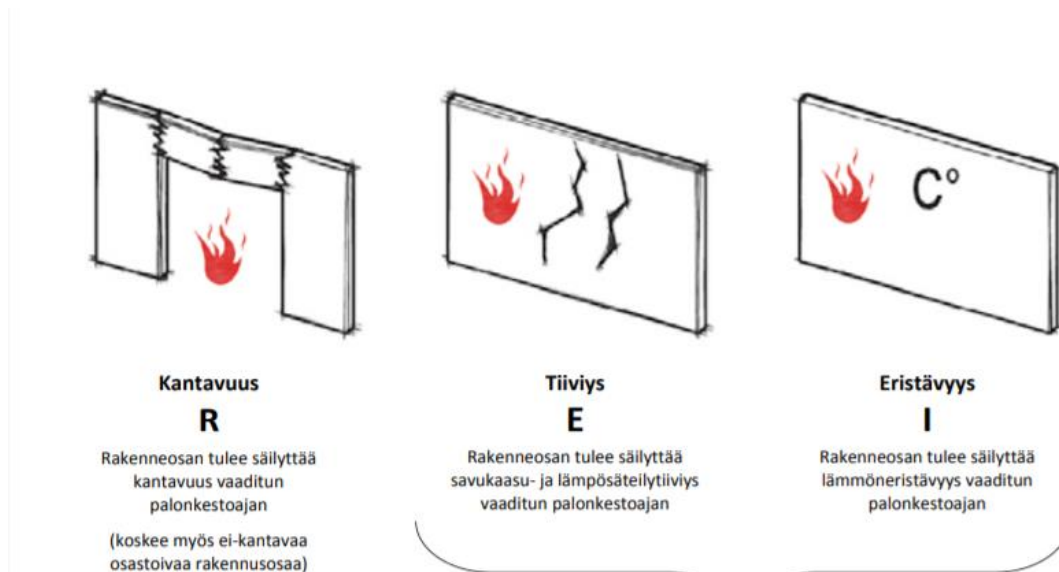
Edellä mainittujen paloluokkien lisäksi on myös olemassa paloluokka P0. Tätä paloluokkaa käytetään silloin, kun rakennuksen suunnittelu tehdään kokonaan tai osittain oletettuun palonkehitykseen perustuen. Oletettu palonkehitys tarkoittaa toiminnallista palomitoitusta eli tarkasteltavassa rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät palotilanteet. (9, s. 8, 10.)

TAULUKKO 3. Paloluokat (9, s. 11)

TAULUKKO 3.2.1	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
Rakennuksen ominaisuus	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
KORKEUS			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m <sup>2</sup>
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m <sup>2</sup>
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m <sup>2</sup>	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
<b>Selostus</b>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

Paloluokituksen mukaisesti rakenteiden tulee täyttää niille asetetut palonkestävyysvaatimukset R, E sekä vaadittaessa I. Näiden merkintöjen jälkeen tulee ilmoittaa vaadittu palonkesto aika minuutina. Yleisimmät palonkestonajat ovat: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240 minuuttia. (9, s. 5.)

Vaatimus R tarkoittaa rakenteen kantavuutta palonkestonajan. Vaatimus E tarkoittaa rakenteen tiiveyttä. Vaatimus I tarkoittaa rakenteen eristävyyttä. (10, s. 15.) Kuvassa 10 on havainnollistettu termejä R, E ja I.



KUVA 10. Palonkestävyysvaatimukset (11, s. 12)

Kantavien rakenteiden palonkestävyysvaatimus R määräytyy taulukon 4 mukaan rakennuksen paloluokituksen ja palokuorman perusteella. Vaatimukseen vaikuttaa myös rakennuksen kerrosluku. (9, s. 16.)

TAULUKKO 4. Palokestonajat (9, s. 16)

TAULUKKO 6.2.1		KANTAVIEN RAKENTEIDEN LUOKKAVAATIMUKSET						
		Rakennuksen paloluokka						
		P1			P2			P3
		Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>			Palokuorma MJ/m <sup>2</sup>			
		yli 1200	600-1200	alle 600	yli 1200	600-1200	alle 600	
Sarake		1	2	3	4	5	6	7
Enintään 2-kerroksinen rakennus yleensä		R 120 *	R 90 *	R 60 *	R 30	R 30	R 30	-
- jos rakennuksen eristeet eivät ole vähintään luokkaa A2-s1, d0		R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- hoitolaitokset, majoitustilat, kellarit		R 120	R 90	R 60	R 30	R 30	R 30	-
3–8-kerroksinen rakennus yleensä		R 180	R 120	R 60	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
3–8-kerroksinen asuin- tai työpaikkarakennus								
- kerrokset		R 180	R 120	R 60	R 180 *	R 120 *	R 60 *	ei mahd.
- kellarikerrokset		R 180	R 120	R 60	R 180	R 120	R 60	ei mahd.
Yli 8-kerroksinen rakennus		R 240	R 180	R 120	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
Ylimmän maanalaisen kellarikerroksen alapuolella sijaitsevat kellarikerrokset		R 240	R 180	R 120	R 240	R 180	R 120	R 60
Yläpohjan rakenteiden vaatimukset enintään 2-kerroksisessa rakennuksessa, jossa ei ullakkoa, mikäli yläpohjan eristeet ovat vähintään A2-s1, d0-luokkaa, tai mikäli yläpohjan eristeet on suojattu syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta:								
- P1-luokan rakennuksissa K <sub>2</sub> 60-luokan suojaverhous tai EI 60-luokan rakenne ja								
- P2-luokan rakennuksissa K <sub>2</sub> 30-luokan suojaverhous tai EI 30-luokan rakenne.								
Läpiviennit ja muut asennukset tulee toteuttaa siten, että eristeiden suojaus ei niiden johdosta heikkene.								
- rakenteet, jotka ovat rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa <sup>1)</sup>		R 60	R 60	R 60	R 30	R 30	R 30	-
- rakenteet, jotka eivät ole rakennuksen kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa <sup>1)</sup>		R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	R 15	-
Ullakon tai ontelon vesikattorakenteet, jotka eivät ole rakennuksen rungon olennaisia kantavia tai palossa runkoa jäykistäviä rakenteita		-	-	-	-	-	-	-

#### Taulukon huomautukset:

Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta.

Tuotanto- ja varastorakennuksessa sallitaan lievennyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden E2 mukaisesti.

<sup>1)</sup> Ohje: Taulukossa 6.2.1 tarkoitettuja kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundäärikannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiliteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.

#### Taulukon merkinnät:

- \* - rakennuksen eristeiden ja muiden täytteiden tulee olla vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.
- kantavat rakenteet on tehtävä vähintään luokan A2-s1, d0 tarvikkeista
- - ei luokkavaatimusta (katso kohta 6.1.2)
- ei mahd. - ei mahdollinen



## 5 PUUN PALO-OMINAISUUDET

Puun palotekniset ominaisuudet ovat hyvät, vaikkakin puu on palavaa materiaalia. Paloteknisten ominaisuuksien kannalta on erittäin tärkeää, että tiedetään erilaisten puumateriaalien hiiltymisnopeudet. Hiiltymisnopeudet on esitetty taulukossa 5. Näiden ollessa tiedossa pystytään puurakenteita suunnittelemaan palotilanteen ratkaisuksi. (12, s. 80.)

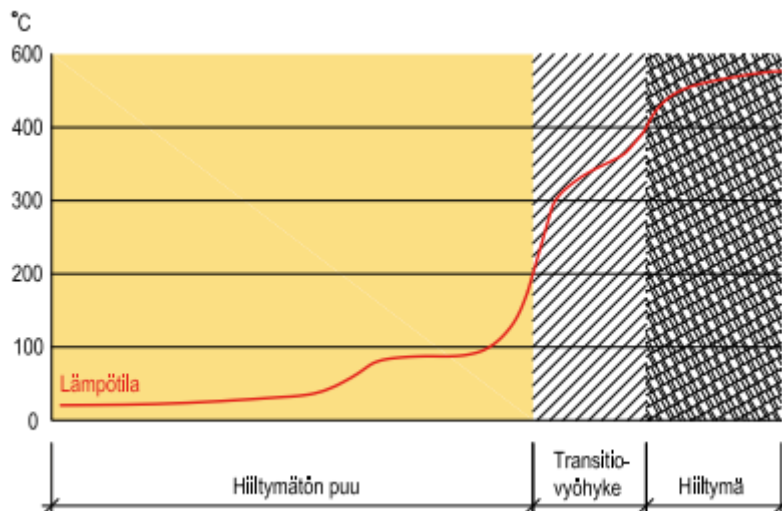
Puurakenteiden palosuunnittelussa voidaan hyödyntää palosuojauksia. Puun palosuojauksia voi toteuttaa esimerkiksi kipsilevyillä. Rakenteet voidaan suunnitella suojattavaksi koko palon ajaksi tai toteuttaa esimerkiksi R 60 -palonkestävyysvaatimuksellinen rakenne suojattavaksi 30 minuutin ajaksi, jolloin suojatuote suojaa rakennetta ensimmäiset 30 minuuttia palonkestosta ja rakenteen annetaan hiiltä toiset 30 minuuttia. Näin ollen täytetään R 60 -palonkestävyysvaatimus. Rakenteet voidaan myös suunnitella niin, että hiiltymää saa tapahtua koko palonkeston ajan. (12, s. 80 - 81.)

TAULUKKO 5. Hiiltymisnopeudet (12, s. 88)

Palomitoitusperiaate	Paksuus	Ominaisihteys	Yksidimensionaalinen hiiltymisnopeus $\beta_0$	Nimellinen hiiltymisnopeus $\beta_n$
Sahatavara EN 14081-1 (havupuu)		$\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,8 mm/min
Liimapuu EN 14080 (havupuu)		$\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,7 mm/min
LVL EN 14374 (havupuu)		$\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,65 mm/min	0,7 mm/min
LVL EN 14374 (havupuu)		$\geq 410 \text{ kg/m}^3$	0,7 mm/min	0,75 mm/min
Vanerilevy EN 313-1	20 mm	450 kg/m <sup>3</sup>	1,0 mm/min	-
Lastulevy EN 309	20 mm	450 kg/m <sup>3</sup>	0,9 mm/min	-
Puukuitulevy EN 316	20 mm	450 kg/m <sup>3</sup>	0,9 mm/min	-
OSB-levy EN 300	20 mm	450 kg/m <sup>3</sup>	0,9 mm/min	-
Laudoitus	20 mm	450 kg/m <sup>3</sup>	0,9 mm/min	-

### 5.1 Puun mitoittaminen palolle

Puun mitoitus palotilanteessa perustuu hiiltymän oletettuun etenemiseen. Puun poikkileikkauksesta vähennetään hiiltynyt puu sekä transitiovyöhykkeessä oleva puun osa. Kuvassa 11 havainnollistetaan palon vaikutusta puurakenteessa. (12, s. 81.)



KUVA 11. Hiiltymän eteneminen puun pinnalla (12, s. 81)

Nimellinen hiiltymissyvyys  $d_{char,n}$  lasketaan kaavan 3 mukaan, kun rakenne on suorakaidepoikkileikkauksellinen sekä alttiina palolle usealta sivulta. Kaavassa 3 on otettu huomioon kulmapyöristykset sekä halkeamien vaikutukset. (10, s. 23.)

#### KAAVA 3. Nimellinen hiiltymä

$$d_{char,n} = B_n * t$$

$B_n$  = nimellisen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo (mm/min)

$t$  = palorasituksen kesto minuutteina

Puun poikkileikkauksen mitoittaminen palotilanteessa lasketaan käyttämällä tehollisen poikkileikkauksen menetelmää kaavan 4 mukaisesti. Menetelmässä lasketaan puun pinnalla tapahtuva tehollinen hiiltymissyvyys  $d_{ef}$ , joka redusoidaan poikkileikkauksesta. Puun poikkileikkauksen lujuus- ja jäykkyysominaisuuksien arvot oletetaan nolaksi hiiltymän ja transitiovyöhykkeen alueella. Redusoidulle poikkileikkaukselle käytetään normaalilämpötilan lujuus- ja jäykkyysarvoja. (10, s. 31.)

#### KAAVA 4. Tehollinen hiiltymä

$$d_{ef} = d_{char,n} * k_0 * d_0$$

$d_{char,n}$  = nimellinen hiiltemissävyvyys

$d_0 = 7 \text{ mm}$

$k_0$  = kerroin, jonka arvo määritetään taulukossa 6

Kaavassa 4 käytettävän kertoimen  $k_0$  arvo on riippuvainen rakenteen palosuojauksesta (10, s. 32).

Kertoimen  $k_0$  arvot on esitetty taulukossa 6.

#### TAULUKKO 6. $k_0$ -kertoimen määrittäminen (10, s. 32)

**Taulukko 4.1.** Kertoimen  $k_0$  määrittäminen pinnan ollessa suojaamaton tai palosuojattu (myös rakenteen ollessa palosuojattu koko palankestävyyssajan). Aika  $t$  annetaan minuutteina (ks. kuva 4.2).

	$k_0$
Suojaamaton pinta $t < 20 \text{ min}$ $t \geq 20 \text{ min}$	$t/20$ 1,0
Palosuojattu pinta $t_{ch} \leq 20 \text{ min}$ $t_{ch} > 20 \text{ min}$	$t/20$ , kun $t < 20 \text{ min}$ 1,0 kun $t \geq 20 \text{ min}$ $t/t_{ch}$ kun $t \leq t_{ch}$ 1,0 kun $t > t_{ch}$

$t_{ch}$  puukannattajan hiiltemisen alkamishetki

## 5.2 Rakenteen mitoitus

Puun mekaaniset lujuus- ja jäykkyyssominaisuuksien mitoitusarvot palotilanteessa lasketaan kaavan 5 mukaan (10, s. 16).

#### KAAVA 5. Lujuus- ja jäykkyyssominaisuuksien mitoitusarvot

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

$f_{d,fi}$  = lujuuden mitoitusarvo palotilanteessa

$f_{20}$  = jäykkyyssominaisuuden 20 %:n fraktiili normaalilämpötilassa

$k_{mod,fi}$  = muunnoskerroin palotilanteessa, yleensä 1,0

$\gamma_{M,fi}$  = puun osavarmuusluku palotilanteessa 1,0

Lujuus- ja jäykkyyssominaisuuksien 20 %:n fraktiili lasketaan kaavalla 6 (10, s. 16).

*KAAVA 6. Lujuus- tai jäykkyyssominaisuuden 20 %:n fraktiili*

$$f_{20} = k_{fi} f_k$$

$f_k$  = lujuuden ominaisarvo

$k_{fi}$  = kerroin, joka esitetään taulukossa 7

Kaavassa 6 käytettävän kertoimen  $k_{fi}$  arvo on riippuvainen puumateriaalista (10, s. 17). Taulukossa 7 on esitetty kertoimen  $k_{fi}$  arvot.

*TAULUKKO 7.  $k_{fi}$ -kertoimen arvot (10, s. 17)*

**Taulukko 2.1.** Kertoimen  $k_{fi}$  arvot.

	$k_{fi}$
Sahatavara	1,25
Liimapuu	1,15
Puulevyt	1,15
Kertopuu, LVL	1,1
Leikkausliittimien avulla muodostettu liitos, jossa sivukappaleet ovat puuta tai puulevyä	1,15
Leikkausliittimien avulla muodostettu liitos, jossa sivukappaleet ovat terästä	1,05
Liitokset, joissa liittimet kuormittuvat pitkittäin	1,05

Palomitoituksessa rakenteen tulee täyttää ehto, joka on esitetty kaavassa 7 (10, s. 17 - 18).

*KAAVA 7. Palotilanteen mitoitusehto*

$$E_{d,fi} \leq R_{d,t,fi}$$

$E_{d,fi}$  = palotilanteen kuormien aiheuttama rasitus

$R_{d,t,fi}$  = kestävyysmitoitussarvo palotilanteessa

Palotilanteen kuormitustapaus määräytyy kaavalla 8, kun luonnonkuorma lumi, jää tai tuuli on määrävä muuttuva kuorma (6, s. 29 – 30).

*KAAVA 8. Luonnonkuorma määrävä muuttuva kuorma*

$$G_{kj} + A_d + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$G_{kj}$  = pysyvien kuormien ominaisarvo

$Q_{k,1}$  = määrävän muuttuvan kuorman ominaisarvo

$\psi_{1,1}$  = taulukossa 8 esitetty yhdistelykerroin

$\psi_{2,i}$  = taulukossa 8 esitetty yhdistelykerroin

$A_d$  = onnettomuuskuorman mitoitusarvo esim. törmäys tai räjähdys

Palotilanteen kuormitustapaus määräytyy kaavalla 9, mikäli hyötykuorma on määrävä muuttuva kuorma (6, s. 29).

*KAAVA 9. Hyötykuorma määrävä muuttuva kuorma*

$$G_{kj} + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kaavoissa 8 ja 9 käytettävän kertoimen  $\Psi$  arvot on esitetty taulukossa 8.

*TAULUKKO 8.  $\Psi$ -kertoimet (13, s. 18)*

Kuorma	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Hyötykuormat rakennuksissa, luokka (SFS-EN 1991-1-1)			
Luokka A: asuintilat	0,7	0,5	0,3
Luokka B: toimistotilat	0,7	0,5	0,3
Luokka C: kokoontumistilat	0,7	0,7	0,3
Luokka D: myymälätilat	0,7	0,7	0,6
Luokka E: varastotilat	1,0	0,9	0,8
Luokka F: liikennöitävät tilat, ajoneuvon paino $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6**)
Luokka G: liikennöitävät tilat, $30 \text{ kN} < \text{ajoneuvon paino} \leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3**)
Luokka H: vesikatot	0	0	0
Lumikuorma (katso SFS-EN 1991-1-3)*) kun			
$s_k < 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,4	0,2
$s_k \geq 2,75 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,5	0,2
Jääkuorma ***)	0,7	0,3	0
Rakennusten tuulikuormat (SFS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Rakennusten sisäinen lämpötila (ei tulipalossa) (SFS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
*) Ulkotasoilla ja parvekkeilla $\psi_0 = 0$ luokkien A, B, F ja G yhteydessä. Huomautus: Mikäli rakennuksessa on eri kuormaluokkia, joita ei voi erotella omiin selviin ryhmiinsä, käytetään $\psi$ -arvoja, jotka antavat epäedullisimman vaikutuksen. **) Ajokäytävillä $\psi_2 = 0$ ***) Koskee huurtumisesta, jäätävästä sateesta ja räntäsateesta aiheutuvia jääkuormia			

## 6 NAULALEVYRISTIKOT PALOTILANTEESSA

Suojaamattoman kattoristikon stabiliteetti palotilanteessa on yleensä alle 10 minuuttia. Lyhyt palonkesto johtuu NR-rakenteissa käytettävän puutavaran hoikasta dimensiosta sekä naulalevyjen tartunnan pettämisestä. NR-ristikoilla on mahdollista toteuttaa R 60 -luokan täyttäviä rakenteita suunnittelemalla ristikot palotilannetta varten. (14, s. 1.)

Ristikoiden palosuunnittelu voidaan toteuttaa pääsääntöisesti kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa ristikon alapaarre suunnitellaan kantavaksi palkiksi palotilanteessa. Toisessa tavassa ristikot suunnitellaan normaaliin tapaan ja niputetaan yhteen, minkä ansiosta ristikoiden sauvojen tehollinen poikkileikkaus on riittävä palotilanteessa. (14, s. 1.)

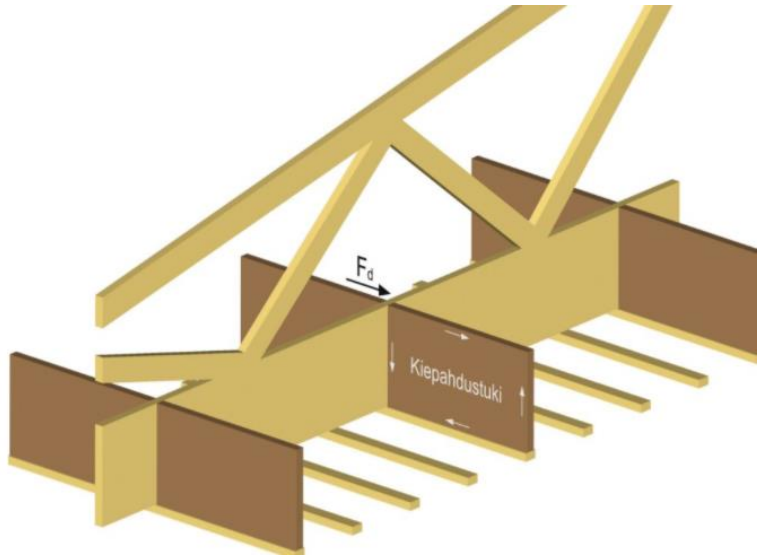
### 6.1 Palossa kantava alapaarre

Tässä tapauksessa ristikon alapaarre suunnitellaan kantavaksi palkiksi palotilanteessa. Palkin tulee kantaa onnettomuustilanteen kuormat palonkeston ajan. Onnettomuustilanteessa ristikon muut sauvat saavat palaa. Alapaarteen korkeus on tästä syystä suurempi kuin normaalin ristikon alapaarre. Hoikan ja korkean alapaarteen myötä on yleistä, että alapaarteelle täytyy määrätä kiepahdustuet. (14, s. 1.)

Alapaarteen materiaalina käytetään pääasiassa massiivipuuta tai LVL-puuta. Tavanomaisesti palossa kantavat alapaarteet täytyy suojata alapuolelta ja sivuilta paloa vastaan täydellisesti. Palosuojaus sivuilta kohdistuvaa paloa vastaan voidaan toteuttaa esimerkiksi eristämällä yläpohja kivi-villalla vähintään alapaarteen yläpintaan asti, jolloin hiiltymän aiheuttama poikkileikkauksen redusointi tapahtuu vain alapaarteen yläpinnasta. Alapaarteen alapuolinen palosuojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi kipsilevyllä. (14, s. 1.)

Palopalkin hoikasta, mutta korkeasta poikkileikkauksesta johtuen palkeille täytyy usein määrätä kiepahdustuet, jotta palkki säilyttää stabiliteettinsa palonkeston ajan. Yksi tapa toteuttaa kiepahdustuet ovat levymäiset jäykisteet, jotka asennetaan alapaarteiden väliin. Kuvassa 12 on esitettyä periaatekuva kiepahdustuennasta. Jäykisteet on hyvä valmistaa samasta materiaalista kuin

kiepahdustuettavat alapaarteet, jolloin kiepahdustukena käytettävät rakenteet ovat samassa tasossa kuin alapaarre. Tällä toteutustavalla kiepahdustuelle kohdistuva voima  $F_d$  saadaan vietyä alakattolevytykselle luotettavasti. (14, s. 1.)



KUVA 12. Kiepahdustuennan periaatekuva (14, s. 1)

Kiepahdustuennat voidaan myös toteuttaa orsilla, jotka kulkevat palopalkin yläpinnassa. Tässä toteutustavassa täytyy huomioida, että orsien tulee säilyttää stabiliteettinsa palopalkille määrätyn palonkestonajan. (14, s. 1.)

## 6.2 Paloristikko

Ristikot voidaan suunnitella myös kestämaan palotilanteen. Tässä tapauksessa ristikot suunnitellaan tavanomaisesti ristikon tapaan. Ristikot niputetaan tehtaalla yhteen vähintään kolmen ristikon nippuihin. Näin saavutetaan tarvittava poikkileikkaus palossa vähennettävää hiiltymää vastaan, minkä myötä ristikko säilyttää stabiliteettinsa palonkestonajan. Tässä tapauksessa ristikolta ei tarvitse suojata paloa vastaan. On kuitenkin huomiotava, että mikäli ristikolle on määrätty nurjahdustuettavia sauvoja, niin myös nurjahdustukien täytyy säilyttää stabiliteettinsa palonkestonajan. (14, s. 1.)

## 7 KATTORISTIKKOSUUNNITELMAT

Opinnäytetyössä suunnittelun kohteena oli Kouvolaan rakennettava uusi lastenkoti. Kohteen kattorakenteet toteutettiin NR-ristikoilla. Kattoristikoiden oli asetettu palonkestävyysvaatimuksena R 30. Ristikot suunniteltiin alapaarteesta kantavana palkkina palotilanteessa rakennesuunnittelijan määrityksen mukaisesti.

Ristikoiden suunnittelu tehtiin 3DTrussme-ohjelmistolla. Ohjelmisto on Inspecta Sertifiointi Oy:n tarkastama ja hyväksymä ohjelmisto naulalevyrakenteiden suunnitteluun sekä niiden palotilanteen suunnitteluun.

Kohteeseen suunniteltiin yhdeksän harjaristikkomallia, jotka mitoitettiin palotilanteelle. Näiden lisäksi suunniteltiin jiirien alueelle seitsemän jiiristikkomallia sekä jäykistysristikot ja tuulipukit. Kohteeseen tarvittiin yhteensä 100 NR-rakennetta, jotka valmisti ja toimitti Oiva Wood Solutions Oy.

### 7.1 Kohteen kuormitukset

Kohde sijaitsi Kouvolaan, joten ominaislumikuorma oli  $2,5 \text{ kN/m}^2$ . Rakennuksessa kuitenkin esiintyi korotettua lumikuormaa jiirien alueella. Rakennuksessa oli kolme jiiriä, joten korotettua lumikuormaa ilmentyi kolmella eri kohtaa rakennuksen katolla. Jiirien lisälumikuormat tarkastettiin kuvan 5 kaavojen mukaan. Suurin lumikuorma kohteen katolla oli  $2,9 \text{ kN/m}^2$ .

Kohteen kuormina käytettiin rakennesuunnittelijan ilmoittamia kuormia. Yläpaarteelle kohdistuvaa vesikaton omapainona käytettiin  $0,4 \text{ kN/m}^2$ . Alapaarteelle kohdistuvaa alakaton omapainona käytettiin  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Tuulikuormana käytettiin arvoa  $0,6 \text{ kN/m}^2$ .

### 7.2 Ristikoiden suunnittelu

Suunnitelmat tuotettiin 3DTrussme-ohjelmalla. Ristikoiden laskenta suoritettiin kehäteoriaa käyttäen. Laskennassa otettiin huomioon liitosten epäkeskisyydet ja kiertymä- sekä siirtymäjäykkyydet. Ristikoiden suunnittelussa käytettiin LL13- ja LL10-naulalevyjen lujuusominaisuuksia sekä EN 338-standardin mukaisia sahatavaran materiaaliominaisuuksia.

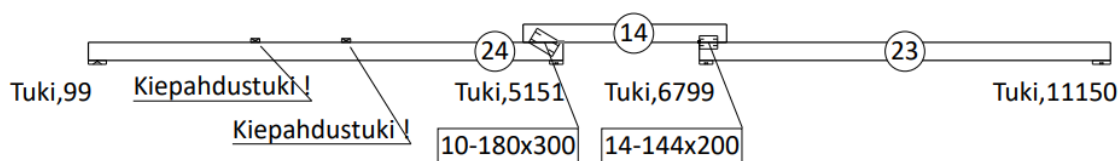


Ristikoiden suunnittelun aloitusvaiheessa oli tärkeää huomioida ristikkotyyppien samanlaisuudet ja hyödyntää niitä suunnittelussa. Samanlaisuuksien hyödyntäminen ristikoiden suunnitteluvaiheessa vähentää materiaalihukkaa ja ristikoiden valmistamiseen kuluva työaika. Tässä kohteessa pystyttiin hyödyntämään harjaristikoiden samanlaisuutta ja toteuttamaan yhdeksän erilaista ristikkomallia samanlaisella sauvotusperiaatteella, mikä nopeuttaa suunnittelijan sekä kokoonpanijan työkentelyä.

### 7.3 Paloristikon suunnittelu

Ristikoille määrätyn palonkestävyysvaatimuksen R 30 mukaan ristikot suunniteltiin 30 minuutin palonkestolle. Ristikot oli määrätty suunniteltavaksi alapaarteesta kantavana palkkina. Alapaarre oli määrätty suojattavaksi täydellisesti sivuilta ja alapuolelta paloa vastaan. Näin ollen palon aiheuttama hiiltymä täytyi redusoida vain palkin yläpinnasta.

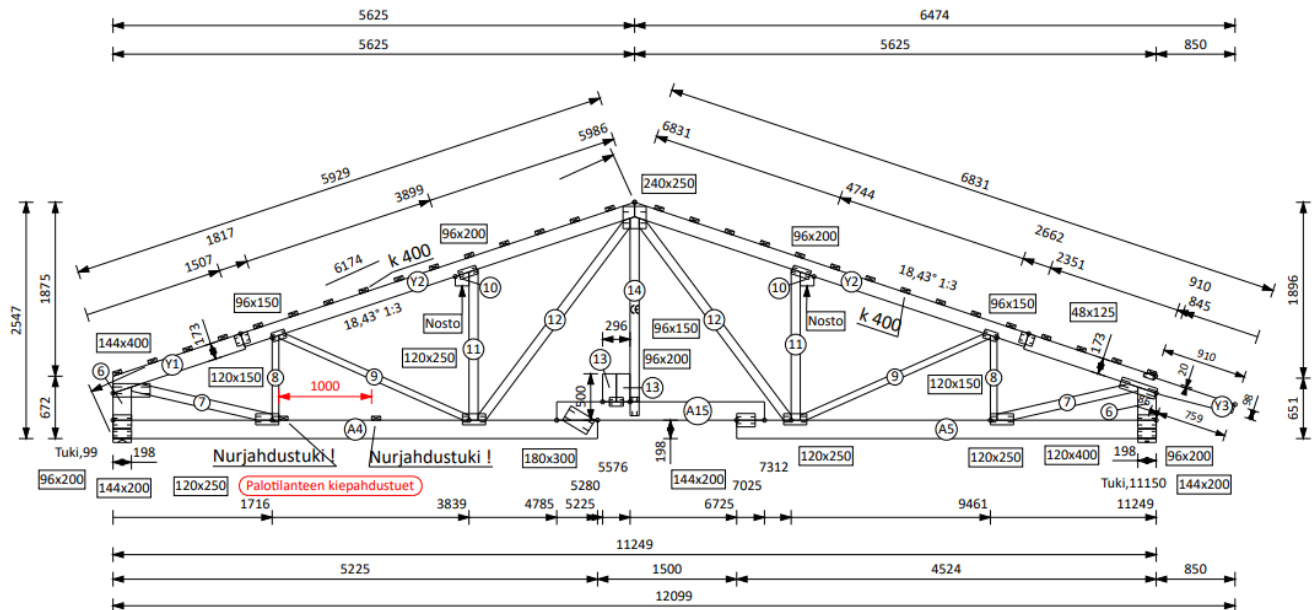
Ristikoiden normaalitilanteen mitoitus tehtiin tavalliseen tapaan. Ristikot mitoitettiin myös nostotilanteelle. Ristikon alapaarre mitoitettiin palotilanteen kuormitusyhdistelmille. Ristikon muut sauvat saavat menettää stabiliteettinsa palotilanteessa. Alapaarteen poikkileikkauksesta redusoiitiin 30 minuutin paloa vastaava hiiltymä. Palotilanteen mitoituksessa hyödynnettiin ristikon alla olevia väliseiniä. Kuvassa 13 on esitettynä ristikon R-6 palotilanteen kantava palkki. Tuet 5151 ja 6799 ovat väliseiniä, joita pystyttiin hyödyntämään palotilannetta mitoitettaessa. Väliseinien hyödyntäminen pienensi palkin dimensiota huomattavasti.



KUVA 13. Kohteen palopalkki R-6

Osalle palopalkkeista määrättiin kiepahdustukia. Kiepahdustukien määrittämisessä on tärkeää, että suunnittelija ottaa huomioon kattokokonaisuuden kiepahdustukilinjojen sijoituksessa. NR-suunnittelijan tehtävä on määrätä kiepahdustukien paikat ristikolle. Rakennesuunnittelija määrittää kiepahdustuennan toteutustavan. Kuvaan 14 on merkitty kiepahdustukien paikat ristikolla R-6.

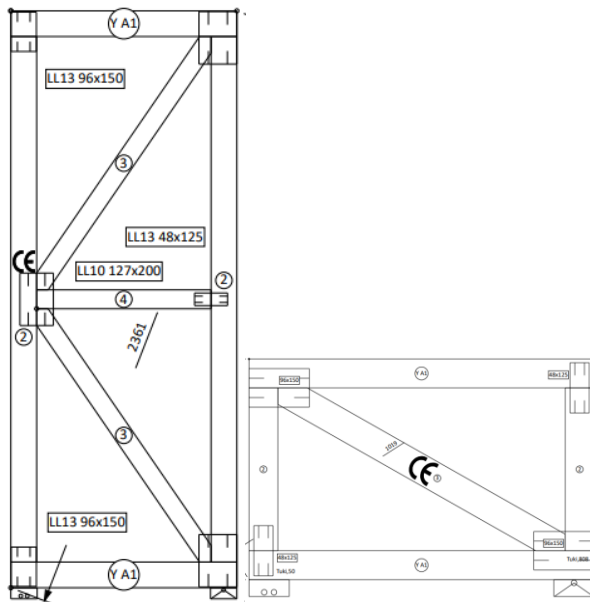
Ristikot oli mitoitettava myös nostotilanteelle. Nostotilannetta mitoittaessa ristikoille käytettiin rakennesuunnittelijan määrittelemää kuormaa  $0,5 \text{ kN/m}^2$ , josta  $0,4 \text{ kN/m}^2$  kohdistui yläpaarteelle ja  $0,1 \text{ kN/m}^2$  alapaarteelle. Nostotarkastelua suunniteltaessa on tärkeää huomioida, että nostopisteiden linja pysyy samana läpi rakennuksen. Kohteen ristikot suunniteltiin nostettavaksi kahdesta pisteestä. Usealle ristikolle täytyi määrätä myös nurjahdustuennat alapaarteelle noston ajaksi. Liitteestä 1 löytyvät ristikoiden kokonaisvaltaiset laskelmat. Kuvaan 14 on merkitty ristikoiden nostopisteiden paikat.



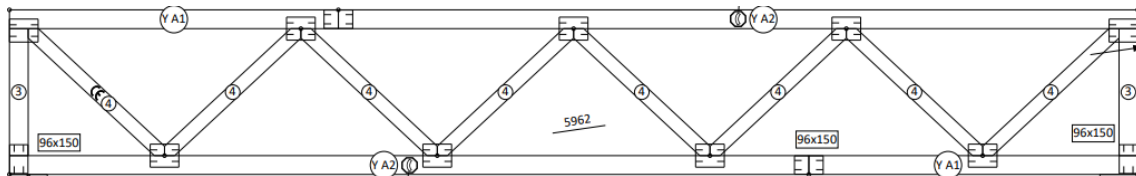
KUVA 14. Kohteen paloristikko R-6

## 7.4 Jäykistys- ja tuuliristikot

Rakennuksen katon tuulijäykistys toteutettiin naulalevyrakenteilla. Kohteeseen suunniteltiin jäykistysristikot sekä tuulipukit. Tuulipukit TP-1 ja TP-2 on esitettyä kuvassa 15. Jäykistysristikko JR-1 on esitettyä kuvassa 16. Jäykistysristikot asennetaan ristikoiden väliin yläpaarretasolle. Tuulipukit asennetaan samaan ristikkoväliin reunavertikaalien ja harjalinjan kohdalle. Jäykistysristikoilla ja tuulipukeilla saavutetaan kattokokonaisuuden jäykistys. Jäykistysristikot ja tuulipukit asennettiin neljään eri ristikkoväliin.



KUVA 15. Kohteen tuulipukit TP-1 ja TP-2



KUVA 16. Kohteen jäykistysristikko JR-1

## 8 YHTEENVETO

Työn päätavoitteena oli tuottaa työn tilaajalle Ristek Oy:lle kattokokonaisuuden NR-rakenteiden suunnitelmat. Toisena tavoitteena oli perehtyä naulalevyrakenteisiin kohdistuviin kuormituksiin sekä niiden yhdistelyyn. Kolmantena tavoitteena oli perehtyä puun palomitoittamiseen ja sen soveltamista naulalevyrakenteisiin.

Opinnäytetyössä suunniteltiin kattokokonaisuuden NR-suunnitelmat. Suunnitteluun sisältyivät palonkestävyysvaatimuksen R 30 täyttävät kattoristikkosuunnitelmat sekä kattokokonaisuuden jäykistykseen tarvittavat tuulipukit sekä jäykistysristikot. Näiden ristikkotyyppejen lisäksi kohteeseen suunniteltiin jiiriristikot.

NR-rakenteet mitoitettiin Eurokoodi-suunnittelustandardeja ja niiden kansallisia liitteitä noudattaen. Ristikoiden laskenta suoritettiin kehäteoriaa käyttäen huomioiden liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet. Laskennassa käytettiin naulalevyjen LL10 ja LL13 lujuusarvoja sekä EN 338 -standardin mukaisia sahatavaran materiaaliominaisuuksia. Ristikoiden suunnittelu tehtiin 3DTrussme-ohjelmistolla.

Naulalevyristikoiden palotilanteen ratkaisuna käytetään usein alapaarretta kantavana palopalkkina, kuten tässäkin työssä. Tämä tapa on huomattavasti edullisempi toteuttaa kuin paloristikko, sillä palotilanteessa alapaarteesta kantavan ristikon toteutukseen kuuluu huomattavasti vähemmän naulalevyjä ja puutavaraa, joten rakenne on huomattavasti kustannustehokkaampi.

Ongelmallista kuitenkin palopalkin suunnittelun ja toteutuksen kannalta on varmistua riittävästä palosuojauksen sekä kiepahdustuennan toteutuksesta. Yleisesti ottaen NR-suunnittelija, joka suunnittelee ristikot, ei pysty varmistumaan ristikolle määrätyistä palosuojauksien ja kiepahdustuentojen oikeaoppisesta asennustavasta, sillä ne asennetaan työmaalla poikkeuksetta. Palosuojaukset ja kiepahdustuennat ovat välttämätön osa rakenteen toiminnan kannalta. Tässä tapauksessa kriittinen osa rakenteen stabiliteetin kannalta jää rakentajan vastuulle. On siis tärkeää, että ristikoiden rakennepiirustukset sekä kiepahdustuennan detaljipiirustukset ovat käden ulottuvissa ristikoita asennettaessa, jolloin minimoidaan riski vääraoppisesta kiepahdustuennasta ja palosuojauksesta.

## LÄHTEET

1. RT 85-10495 1993. Puuristikot ja -kehät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 2.3.2021. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/resource/juha/content/6434#page=1>. Vaatii lisenssin.
2. Ristek Oy. Hakupäivä 23.4.2021. <https://www.ristek.fi/yritys/>
3. Inspecta Sertifiointi 2009. Naulalevyrakenteiden suunnittelu. Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008.
4. Sepa 2020. Ristikkotyypit. Hakupäivä 8.12.2020. <https://www.sepa.fi/tarjouspyynto/>.
5. Kiwa 2020. Hakupäivä 7.12.2020. <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme/nr-suunnittelijat/>.
6. RIL 205-1-2017 2017. Puurakenteiden suunnitteluohje Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
7. Ympäristöministeriö 2019. Rakenteiden lujuus ja vakaus. Rakenteiden kuormat.
8. RIL 201-1-2011 2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
9. Suomen rakentamismääräyskokoelma. E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto.
10. RIL 205-2-2009 2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
11. Puuinfo 2020. Palonkestävyysvaatimukset. Hakupäivä 8.12.2020. [https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Palokirja\\_LOW\\_p%C3%A4ivitetty-21.2.20.pdf](https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Palokirja_LOW_p%C3%A4ivitetty-21.2.20.pdf).
12. Puuinfo 2020. Paloturvallinen puutalo – Asuin – ja toimitilarakentaminen. Hakupäivä 23.11.2020. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/paloturvallinen-puutalo-asuin-ja-toimitilarakentaminen/>.
13. Ympäristöministeriö 2016. Rakenteiden lujuus ja vakaus. Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet.
14. Puuinfo 2020. Palonkestävä NR-yläpohja. Hakupäivä 23.11.2020. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/palonkestava-nr-ylapohja/>.

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Kortteli/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Pinustustaaji Rakennepiirustus
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisälto Laskelmat + palomitoitus R-1 13 Kpl
			Mittakaava 1:154 1:52
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Suunnitteluala RAK
			Pir. n:o Ristikon tunnus R20237-R-1 P20124
Päiväys 5.8.2020	Suunnittelija Patrik Haarakangas		Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397

## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskemat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-1

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasoilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmassa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:
 

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyksi- ja kestävyysominaisuuksille:





Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevyliitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
 Suurin vaakasiirtymä tuella 4,9 mm.  
 Yläpaarten kokonaistaipuma 15,9 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten kokonaistaipuma 15,7 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
 Alapaarten lopputaipuma 15,7 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F <sub>d</sub>	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	23,9	Keskipitkä	Lumi	 80 % / OK	 62 % / OK
Tuki	198	C24	23,9	Keskipitkä	Lumi	 80 % / OK	 62 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto			Leikkaus			Momentti	
	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä		F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä		M <sub>d</sub> (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,2	Hetkellinen	Tuulen imu	-1,8	Hetkellinen	Vaakatuuli vasen	0,0	
Tuki	0,2	Hetkellinen	Tuulen imu	0,0			0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-1

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

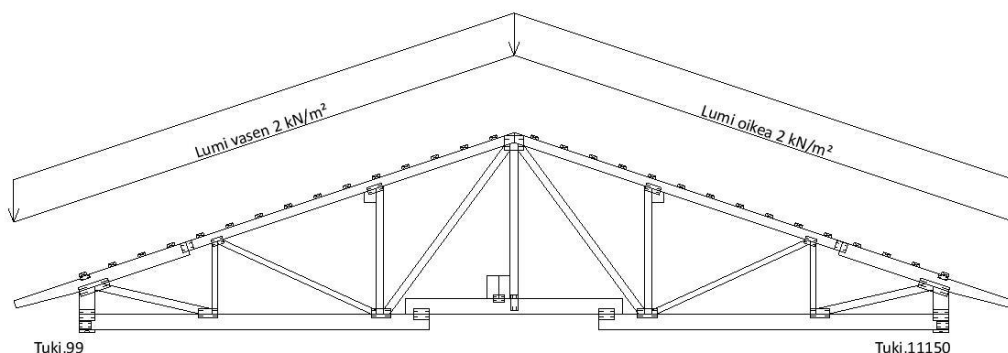
## KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

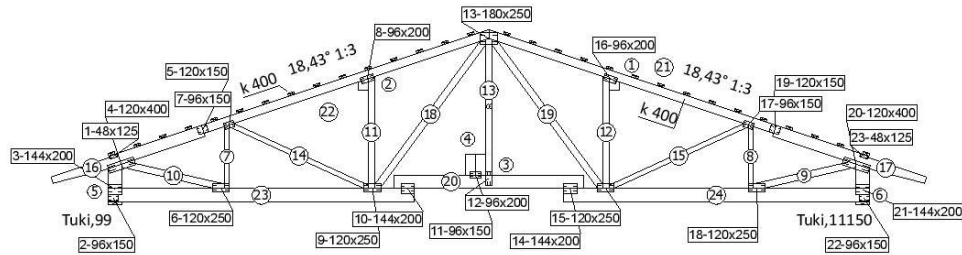
#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)





## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-1



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
1	42x148	177	C35	0	0	0	-1	0
2	42x148	177	C35	0	0	0	-1	0
3	42x148	302	C35	0	0	0	-10	0
4	42x148	302	C35	0	0	0	-1 509	1
5	42x198	358	C30	3 662	27	-579	-21 452	29
6	42x198	358	C30	-3 660	27	578	-21 452	29
7	42x72	940	C24	89	2	75	-6 467	40
8	42x72	940	C24	-89	2	-75	-6 466	40
9	42x98	1 560	C30	-1 150	17	-335	22 183	67
10	42x98	1 560	C30	1 162	17	335	22 182	67
11	42x98	1 657	C30	-93	1	-116	-6 669	68
12	42x98	1 657	C30	93	1	116	-6 669	68
13	42x98	2 021	C30	25	0	37	7 071	16
14	42x72	2 256	C24	46	1	60	3 496	21
15	42x72	2 256	C24	-46	1	-60	3 493	21
16	42x173	2 352	C30	-4 583	38	1 916	-28 445	78
17	42x173	2 352	C30	4 586	38	-1 916	-28 444	78
18	42x98	2 746	C30	26	0	21	5 101	11
19	42x98	2 746	C30	-26	0	-21	5 094	11
20	42x198	2 801	C30	-5 851	43	-2 834	26 907	84
21	42x123	4 480	C35	-2 753	32	997	-30 621	94
22	42x123	4 480	C35	2 753	32	-997	-30 624	94
23	42x198	4 524	C30	3 332	24	2 170	26 907	71
24	42x198	4 524	C30	-3 336	24	-2 170	26 908	71

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{cd,max}$ (N)
16	42x173	2 352	C30			400	28 445
17	42x173	2 352	C30			400	28 444
21	42x123	4 480	C35			400	31 602
22	42x123	4 480	C35			400	31 604

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-1

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määräävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm²)	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
1	LL13 48x125	16	3 967	360	0	7					
2	LL13 96x150	23	12 033	1	0	0					
3	LL13 144x200	23	13 815	5 779	-472	6	192	5 779	360	67	54
		5	7 891	5 778	314	53	192	5 778	-360	67	82
4	LL13 120x400	16	14 934	14 766	335	12	393	14 766	-690	38	93
		5	10 270	8 084	104	44	66	2 251	-2	41	66
		10	8 572	11 094	-183	59	107	9 029	73	74	42
5	LL13 120x150	16	6 592	4 553	48	30	113	4 553	-54	57	62
		22	6 592	4 553	-36	29	113	4 553	54	57	62
6	LL13 120x250	23	9 234	10 810	-144	13	243	10 810	-116	41	94
		10	9 880	11 090	-141	49	153	7 783	-9	45	37
		7	3 312	2 709	8	52	65	1 842	9	36	67
7	LL13 96x150	22	5 148	2 385	-35	17	143	2 385	-20	16	97
		7	1 867	1 866	15	57	43	798	-1	22	100
		14	2 281	1 748	16	37	29	842	-1	24	91
8	LL13 96x200	22	6 948	1 879	-101	17	193	1 879	78	17	97
		11	2 826	1 883	-35	9	81	1 277	-3	17	97
		2	3 070	3	12	6	43	100	-1	3	97
9	LL13 120x250	23	9 234	505	9	14	243	520	129	9	94
		18	4 373	2 538	8	25	79	1 651	-5	16	72
		11	4 858	2 486	-14	32	63	792	1	14	67
		14	2 664	1 741	5	29	50	1 167	-4	17	80
10	LL13 144x200	23	11 112	13 569	303	48	193	13 569	174	64	65
		20	11 580	13 569	633	47	193	13 569	-174	64	65
11	LL13 96x150	20	5 148	381	-44	10	143	381	44	11	97
		3	2 092	3	2	2	41	22	0	1	97
		4	2 092	378	30	30	68	716	-13	21	97
12	LL13 96x200	20	12 282	4 181	14	60	89	4 181	16	23	31
		13	2 992	4 183	1	57	89	4 183	14	22	94
13	LL13 180x250	22	10 428	9 538	81	17	79	4 872	21	75	42
		21	10 428	9 537	-81	17	79	4 869	-21	75	42
		18	3 477	2 562	-10	32	71	1 320	1	18	78
		19	3 477	2 559	10	32	71	1 318	-1	18	78
		13	6 355	4 205	1	41	71	1 219	0	19	54
14	LL13 144x200	24	11 112	13 569	-303	48	193	13 569	-162	64	65
		20	11 580	13 570	-645	47	193	13 570	174	64	65
15	LL13 120x250	24	9 234	504	-10	14	243	519	-129	9	94
		12	4 858	2 483	14	32	63	791	-1	14	67
		15	2 664	1 740	-5	29	50	1 166	4	17	80
		19	4 373	2 535	-8	25	79	1 649	5	16	72
16	LL13 96x200	21	6 948	1 879	101	17	193	1 879	-78	17	97
		12	2 826	1 883	35	9	81	1 277	3	17	97
		1	3 070	3	-12	6	43	100	1	3	97
17	LL13 96x150	21	5 148	2 384	35	17	143	2 384	20	16	97
		8	1 867	1 866	-15	57	43	797	1	22	100
		15	2 281	1 747	-16	37	29	841	1	24	91
18	LL13 120x250	24	9 234	10 810	144	13	243	10 810	116	41	94
		9	9 880	11 090	141	49	153	7 783	9	45	37
		8	3 312	2 710	-8	52	65	1 842	-9	36	67
19	LL13 120x150	17	6 590	4 554	-48	30	113	4 554	54	57	62
		21	6 590	4 554	36	29	113	4 554	-54	57	62
20	LL13 120x400	17	14 934	14 765	-335	12	393	14 765	690	38	93
		6	10 270	8 084	-104	44	66	2 251	2	41	66
		9	8 572	11 095	183	59	107	9 031	-73	74	42
21	LL13 144x200	24	13 815	5 779	472	6	192	5 779	-359	67	54
		6	7 891	5 777	-313	53	192	5 777	392	70	82
22	LL13 96x150	24	12 033	1	0	0					
23	LL13 48x125	17	3 967	360	0	7					

**KOHDE: LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SÄLMINEN**  
**MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA**  
**RAK: R20237-R-1 P20124**  
**13 Kpl**

Ristikko nostomitoitettuna naamakuvassa merkityistä pisteistä. Nostonaikana alapaarre tuettava k2200.

**Paloristikko, alapaarre toimii palotilanteessa palkkina**  
 Palotilanteessa on mukana vain alapaarre, joka toimii palkkina. Muut saavat paat palaa. Palotilanteessa alapaarre on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennusmittailijan ohjeen mukaan; Alapaarreen molemmat sivut ja alareuna on suojattu palolta, yläreunasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. **Alapaarreen alareuna on suojattava täydellisesti palolta!**  
 Alapaarreen yläpinnan kiepahdustuet on mitoitettava ja suojattava 30 min paloa vastaan vastaavan rakennusmittailijan ohjeen mukaan. **Palolapaarreen naulalevyjatkosliitokset on suojattava täydellisesti palolta korotetun alapaarreen kohdalta vastaavan rakennusmittailijan ohjeen mukaan.**

Technical drawing showing the structural layout of a roof truss system. The drawing includes dimensions for the overall structure (6474mm width, 850mm height) and detailed dimensions for the truss members and connections. Key components labeled include rafters (A3), struts (A12), and various cross-sections of timber and steel members. The drawing also includes safety notes regarding fire protection for the bottom chord and connections.

**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-1 P20124**

Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpätkät osoittavat naulalevyn

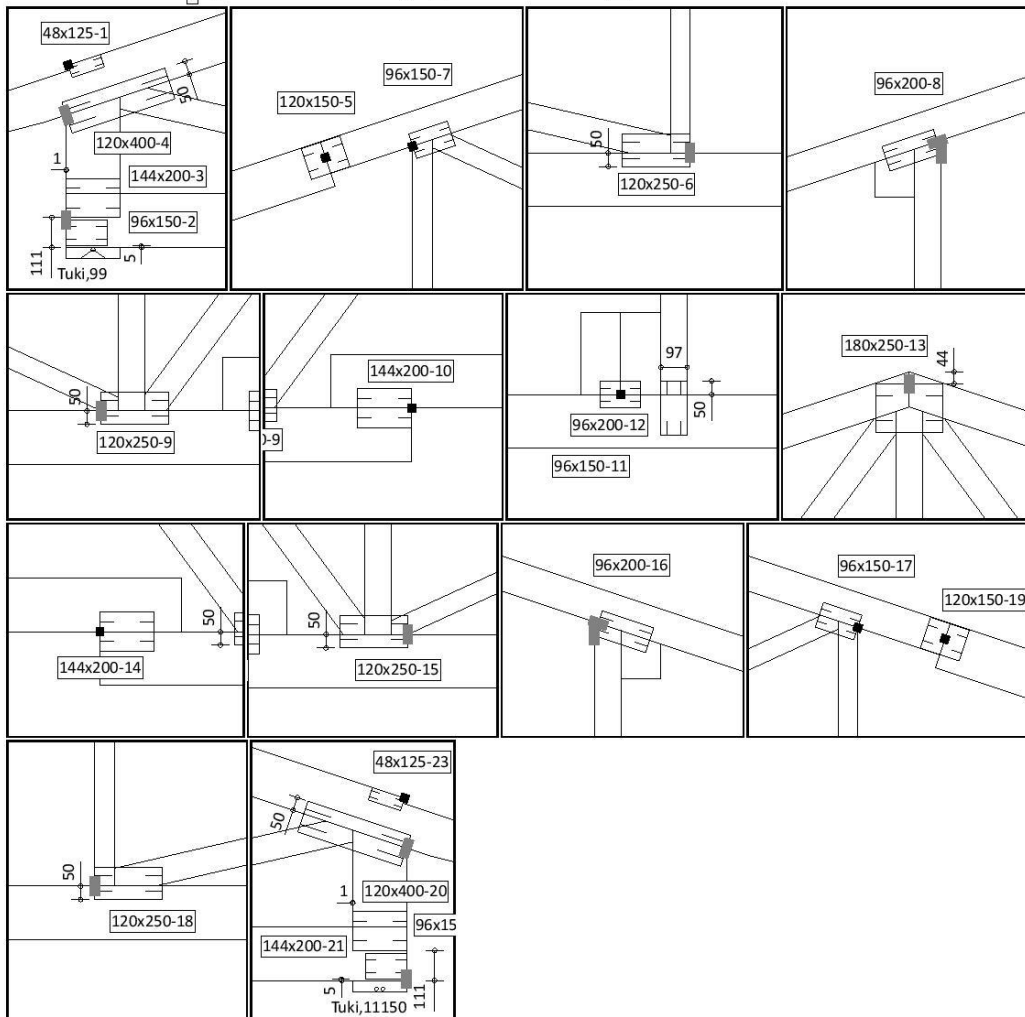
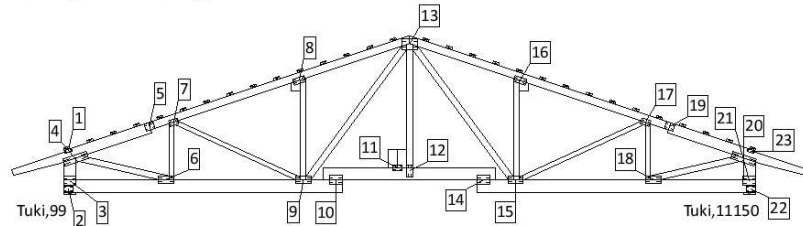


pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.

Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

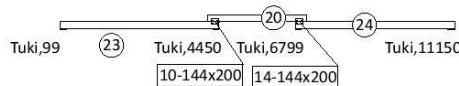


R-1 Laskelmat

12.8.2020 14.01

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojatuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 35,1 mm. Rakenteen palosuojauksen ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( $\frac{b}{d} \geq 2$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	3,5	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	4 % / OK
Tuki	148	C24	6,3	Keskipitkä	Palo	20 % / OK	11 % / OK
Tuki	148	C24	6,3	Keskipitkä	Palo	20 % / OK	11 % / OK
Tuki	198	C24	3,6	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

**PUUMITOITUS**

Puosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimi-arvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
20	42x167	2 801	C30	9 995	43	1 789	8	37
23	42x167	4 524	C30	3 751	16	-3 230	-44	84
24	42x167	4 524	C30	-3 736	16	3 201	-57	83

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimi-arvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määräävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
10	LL13 144x200	23	11 112	1 161	930	43	193	1 161	-934	96	
		20	11 580	1 160	-925	40	193	1 160	934	96	
14	LL13 144x200	24	11 112	1 153	-920	43	193	1 153	915	94	
		20	11 580	1 152	923	39	193	1 152	-923	95	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttelin/tila 12	Tontti/Reo 4	Viranomaisen merkintä
Rakennuslomake UUDISRAKENNUS			Piirustaja Rakennepiirustus
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisältö Laskelmat + palomitoitus R-2 10 Kpl
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Mittakaava 1:161 1:49
			Suunnittelija Pir. n:o Muutos
Päiväys 5.8.2020		Suunnittelija Patrik Haarakangas	RAK Ristikon tunnus R20237-R-2 P20124
			Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397

## RAKENNELASKELMAT

*Rakennelaskelmat*  
*LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ*  
*SALMINEN, R-2*

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasoilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmassa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:
 

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022
LL10	S-05690-18	30.11.2023


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyks- ja kestävyysominaisuuksille:


Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevylitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
 Suurin vaakasiirtymä tuella 5,0 mm.  
 Yläpaarten kokonaistaipuma 15,8 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten kokonaistaipuma 15,5 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
 Alapaarten lopputaipuma 15,5 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F <sub>d</sub>	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	23,4	Keskipitkä	Lumi	 83 % / OK	67 % / OK
Tuki	198	C24	24,0	Keskipitkä	Lumi	 80 % / OK	62 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	M <sub>d</sub> (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		1,8	Hetkellinen	0,0	
Tuki	0,2	Hetkellinen	0,0	Vaakatuuli oikea	0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-2

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

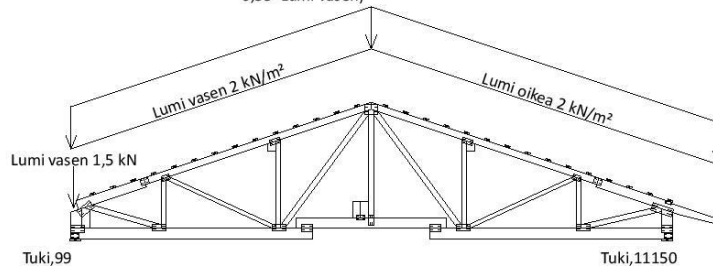
## KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

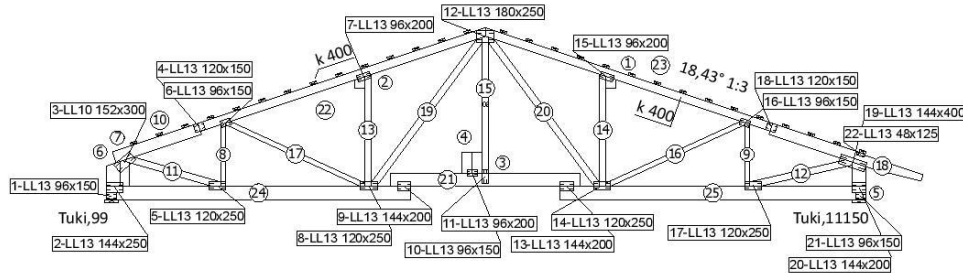
#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea + 1,5*Lumi vasen)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea + 1,5*Lumi vasen)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea + 0,75*Lumi vasen)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 0,52*Lumi vasen)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (Lumi vasen + Lumi oikea + Lumi vasen)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea + Lumi vasen)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea + 0,5*Lumi vasen)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,35*Lumi vasen)





## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-2



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q <sub>d</sub> (N)	Q <sub>d</sub> (%)	M <sub>d</sub> (Nm)	N <sub>d</sub> (N)	M <sub>d</sub> & N <sub>d</sub> (%)
1	42x148	177	C35	0	0	0	-1	0
2	42x148	177	C35	0	0	0	0	0
3	42x148	302	C35	0	0	0	-10	0
4	42x148	302	C35	0	0	0	-1 509	1
5	42x198	358	C30	-3 576	26	559	-21 586	29
6	42x198	364	C30	5 820	43	1 028	-16 643	34
7	42x148	378	C35	2 130	21	398	-4 493	17
8	42x72	940	C24	85	2	71	-6 263	38
9	42x72	940	C24	-89	2	-75	-6 493	40
10	42x173	1 335	C30	-3 067	26	1 422	-29 312	66
11	42x98	1 504	C30	-200	3	-201	19 213	52
12	42x98	1 560	C30	-1 396	21	-357	22 369	69
13	42x98	1 657	C30	-92	1	-115	-6 631	67
14	42x98	1 657	C30	93	1	116	-6 666	68
15	42x98	2 021	C30	25	0	-37	7 162	16
16	42x72	2 256	C24	-46	1	-60	3 531	21
17	42x72	2 256	C24	43	1	57	2 925	19
18	42x173	2 352	C30	3 930	33	-1 914	-28 644	78
19	42x98	2 746	C30	26	0	22	5 340	12
20	42x98	2 746	C30	-26	0	-22	5 039	11
21	42x198	2 801	C30	-5 926	43	-2 866	27 188	85
22	42x123	4 480	C35	2 729	32	-981	-31 075	94
23	42x123	4 480	C35	-2 751	32	997	-30 856	94
24	42x198	4 504	C30	3 379	25	2 189	27 188	71
25	42x198	4 524	C30	-3 381	25	-2 193	27 189	71

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	N <sub>cd,max</sub> (N)
10	42x173	1 335	C30			400	29 312
18	42x173	2 352	C30			400	28 644
22	42x123	4 480	C35			400	32 055
23	42x123	4 480	C35			400	31 836

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-2

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm²)	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	(%)	l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
1	LL13 96x150	24	12 033	1	0		0					
2	LL13 144x250	24	17 565	6 733	-617		34	242	6 733	420	52	54
		6	7 891	5 147	316	32	54	192	5 505	-288	58	82
		7	1 646	1 600	6		59	50	990	-2	23	82
3	LL10 152x300	10	9 390	14 752	-10	6	79	249	14 752	-456	79	90
		6	5 078	6 319	-1		79	142	4 427	76	71	91
		11	6 830	9 611	-181		90	166	6 833	161	57	51
		7	13 033	2 516	93	20	20	111	1 605	-14	34	44
4	LL13 120x150	10	6 592	4 430	40		29	113	4 474	-54	56	62
		22	6 592	4 429	-35		28	113	4 474	54	56	62
5	LL13 120x250	24	9 234	9 266	-134	13	42	243	9 266	-89	35	94
		11	9 587	9 607	-73		42	132	6 370	-12	43	38
		8	3 312	2 722	8		53	65	1 854	9	37	67
6	LL13 96x150	22	5 148	2 171	-31	18	20	143	2 171	-19	15	97
		8	1 867	1 806	14		55	43	765	-1	22	100
		17	2 281	1 463	15		32	29	728	-1	21	91
7	LL13 96x200	22	6 948	1 868	-101	17	21	193	1 868	78	17	97
		13	2 826	1 872	-34	9	39	81	1 272	-3	17	97
		2	3 070	3	12		6	43	100	-1	3	97
8	LL13 120x250	24	9 234	527	10	14	14	243	855	138	10	94
		19	4 372	2 658	8		26	79	1 728	-5	17	72
		13	4 858	2 462	-13		31	63	784	1	14	67
		17	2 664	1 571	4		26	50	1 034	-4	15	80
9	LL13 144x200	24	11 112	13 711	304	48	58	193	13 711	178	65	65
		21	11 580	13 711	641	47	68	193	13 711	-178	65	65
10	LL13 96x150	21	5 148	381	-44		10	143	381	44	11	97
		3	2 092	3	2		2	41	22	0	1	97
		4	2 092	378	30		30	68	716	-13	21	97
11	LL13 96x200	21	12 282	4 227	14	61	61	89	4 227	16	23	31
		15	2 992	4 228	1		58	89	4 228	14	23	94
12	LL13 180x250	22	10 428	9 758	81	17	41	79	4 995	21	77	42
		23	10 428	9 654	-81	17	40	79	4 937	-21	76	42
		19	3 477	2 682	-10		33	71	1 379	1	19	78
		20	3 477	2 531	10		32	71	1 303	-1	18	78
		15	6 355	4 251	0		42	71	1 232	0	20	54
13	LL13 144x200	25	11 112	13 712	-306	48	58	193	13 712	-163	65	65
		21	11 580	13 712	-652	47	69	193	13 712	176	65	65
14	LL13 120x250	25	9 234	504	-9	14	14	243	499	-128	9	94
		14	4 858	2 462	13		31	63	782	-1	14	67
		16	2 664	1 759	-5		29	50	1 179	4	17	80
		20	4 372	2 507	-8		25	79	1 636	5	16	72
15	LL13 96x200	23	6 948	1 878	101	17	21	193	1 878	-78	17	97
		14	2 826	1 882	35	9	39	81	1 277	3	17	97
		1	3 070	3	-12		6	43	100	1	3	97
16	LL13 96x150	23	5 148	2 400	35	17	21	143	2 400	20	16	97
		9	1 867	1 873	-15		57	43	798	1	22	100
		16	2 281	1 766	-16		38	29	847	1	24	91
17	LL13 120x250	25	9 234	10 897	140	13	49	243	10 897	122	41	94
		12	9 880	11 183	145		49	153	7 860	8	45	37
		9	3 312	2 743	-8		53	65	1 870	-10	37	67
18	LL13 120x150	18	6 590	4 570	-48		30	113	4 570	54	57	62
		23	6 590	4 570	36		29	113	4 570	-54	57	62
19	LL13 144x400	18	19 650	14 865	-245	10	31	393	14 865	691	38	75
		5	12 351	8 148	-96		37	79	2 511	2	38	57
		12	10 288	11 188	213		51	107	9 180	-78	76	35
20	LL13 144x200	25	13 815	5 813	462	6	40	192	5 813	-350	66	54
		5	7 891	5 811	-304		53	192	5 811	350	66	82
21	LL13 96x150	25	12 033	1	0		0					

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Naulalevy		Sauva	Tartunta-ala					Määräävä liitossauma				Kiinnitys (%)
#			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)		I (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)		
22	LL13 48x125	18	3 967	360	0	7						

[illegible]

**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-2 P20124**

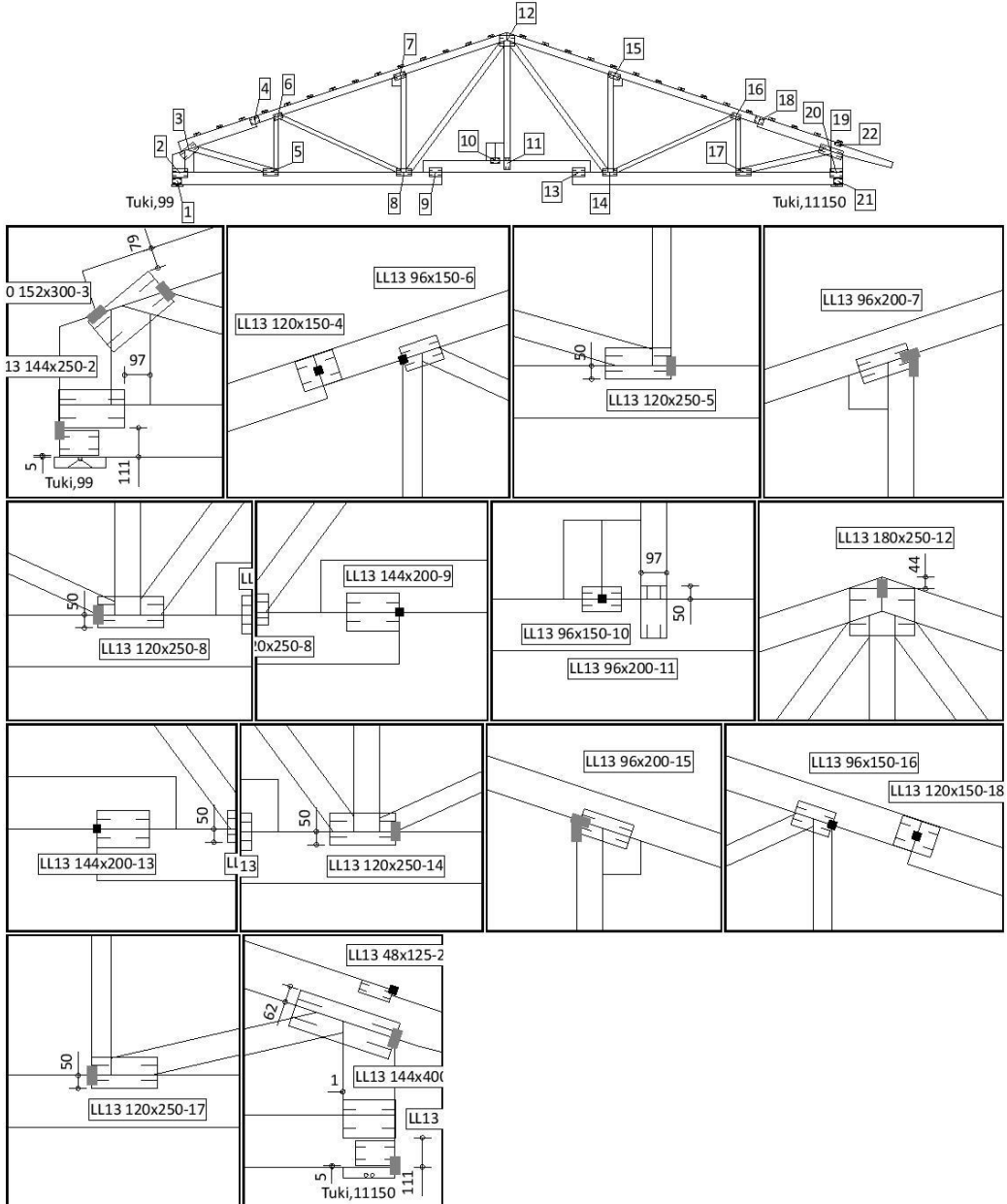
Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpäätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.



Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

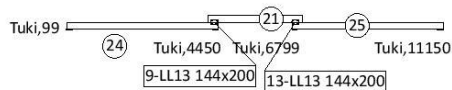


R-2 Laskelmat

11.8.2020 10.58

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojatuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea + 0,4*Lumi vasen)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 35,0 mm. Rakenteen palosuojauksen ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( $\frac{b}{d} \geq 1$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	4,4	Keskipitkä	Palo	12 % / OK	6 % / OK
Tuki	148	C24	6,3	Keskipitkä	Palo	20 % / OK	11 % / OK
Tuki	148	C24	6,3	Keskipitkä	Palo	20 % / OK	11 % / OK
Tuki	198	C24	3,6	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

**PUUMITOITUS**

Puosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimi-arvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
21	42x167	2 801	C30	9 897	42	1 772	8	36
24	42x167	4 504	C30	3 731	16	-3 200	-44	83
25	42x167	4 524	C30	-3 737	16	3 200	-58	83

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimi-arvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrävä liitossauma				Kiin-Nityt (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
9	LL13 144x200	24	11 112	1 157	921	43	193	1 157	-925	95	
		21	11 580	1 156	-917	39	193	1 156	925	95	
13	LL13 144x200	25	11 112	1 157	-921	43	193	1 157	916	94	
		21	11 580	1 156	924	39	193	1 156	-924	95	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttelin/tila 12	Tontti/Reo 4	Viranomaisen merkintä
Rakennuslomake UUDISRAKENNUS			Piirustaja Rakennepiirustus
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisältö Laskelmat + palomitoitus R-3 5 Kpl
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Mittakaava 1:155 1:49
			Suunnittelija Pir. n:o Muutos
Päiväys 5.8.2020		Suunnittelija Patrik Haarakangas	Rak Ristikon tunnus R20237-R-3 P20124
			Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397

## RAKENNELASKELMAT

*Rakennelaskemat*  
*LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ*  
*SALMINEN, R-3*

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasoilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmassa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:
 

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksille:



Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevylitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
 Suurin vaakasiirtymä tuella 5,2 mm.  
 Yläpaarten kokonaistaipuma 16,1 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten kokonaistaipuma 15,8 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
 Alapaarten lopputaipuma 15,8 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F <sub>d</sub>	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	24,8	Keskipitkä	Lumi	 88 % / OK	71 % / OK
Tuki	198	C24	26,0	Keskipitkä	Lumi	 87 % / OK	67 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	M <sub>d</sub> (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		2,2	Hetkellinen	0,0	
Tuki	0,0		0,0	Vaakatuuli oikea	0,0	



## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-3

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

## KUORMAT:

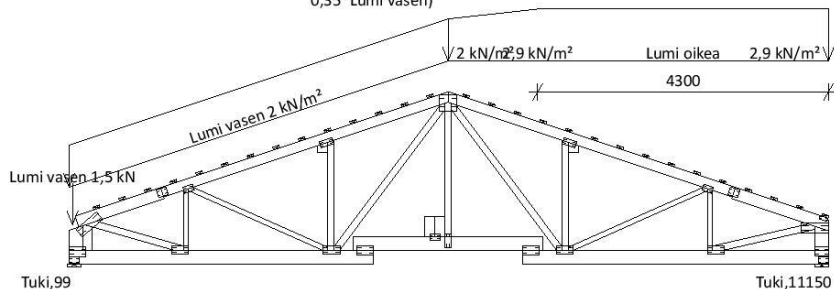
Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 - 3,63 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.

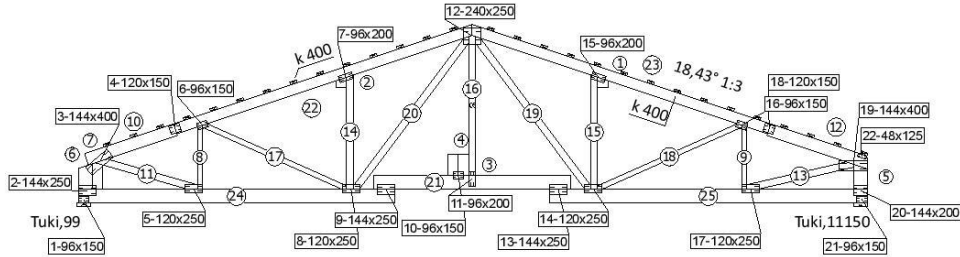
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea + 1,5*Lumi vasen)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea + 1,5*Lumi vasen)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea + 0,75*Lumi vasen)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea + 1,05*Lumi vasen)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea + 0,52*Lumi vasen)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (Lumi vasen + Lumi oikea + Lumi vasen)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea + Lumi vasen)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea + 0,5*Lumi vasen)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea + 0,7*Lumi vasen)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Pistekuorma) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea + 0,35*Lumi vasen)



STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-3



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q <sub>d</sub> (N)	Q <sub>d</sub> (%)	M <sub>d</sub> (Nm)	N <sub>d</sub> (N)	M <sub>d</sub> & N <sub>d</sub> (%)
1	42x148	150	C35	1	0	0	0	0
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0
3	42x148	302	C35	0	0	0	0	0
4	42x148	302	C35	0	0	0	-1 509	1
5	42x198	358	C30	-4 881	36	-930	-22 867	37
6	42x198	364	C30	6 397	47	1 174	-18 327	38
7	42x148	378	C35	1 964	19	384	-4 172	16
8	42x72	914	C24	72	1	62	-6 864	39
9	42x72	914	C24	-111	2	-75	-8 433	47
10	42x173	1 335	C30	-2 640	22	1 303	-31 854	65
11	42x98	1 504	C30	-194	3	-207	21 297	56
12	42x173	1 507	C30	3 753	31	-1 660	-36 119	79
13	42x98	1 560	C30	-1 241	18	335	27 486	77
14	42x98	1 630	C30	-63	1	-95	-6 587	64
15	42x98	1 630	C30	93	1	131	-8 817	86
16	42x98	1 995	C30	27	0	11	9 620	19
17	42x72	2 245	C24	39	1	46	3 775	19
18	42x72	2 245	C24	-39	1	-52	2 094	15
19	42x98	2 725	C30	-17	0	-24	7 972	17
20	42x98	2 725	C30	24	0	23	4 741	11
21	42x198	2 801	C30	5 882	43	-3 356	31 026	98
22	42x148	4 480	C35	2 810	28	-1 086	-34 511	77
23	42x148	4 480	C35	-3 793	37	1 417	-36 838	90
24	42x198	4 504	C30	3 892	29	2 371	31 016	79
25	42x198	4 524	C30	-3 969	29	-2 304	31 026	77

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	N <sub>cd,max</sub> (N)
10	42x173	1 335	C30			400	31 854
12	42x173	1 507	C30			400	36 119
22	42x148	4 480	C35			400	35 494
23	42x148	4 480	C35			400	38 199

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-3

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

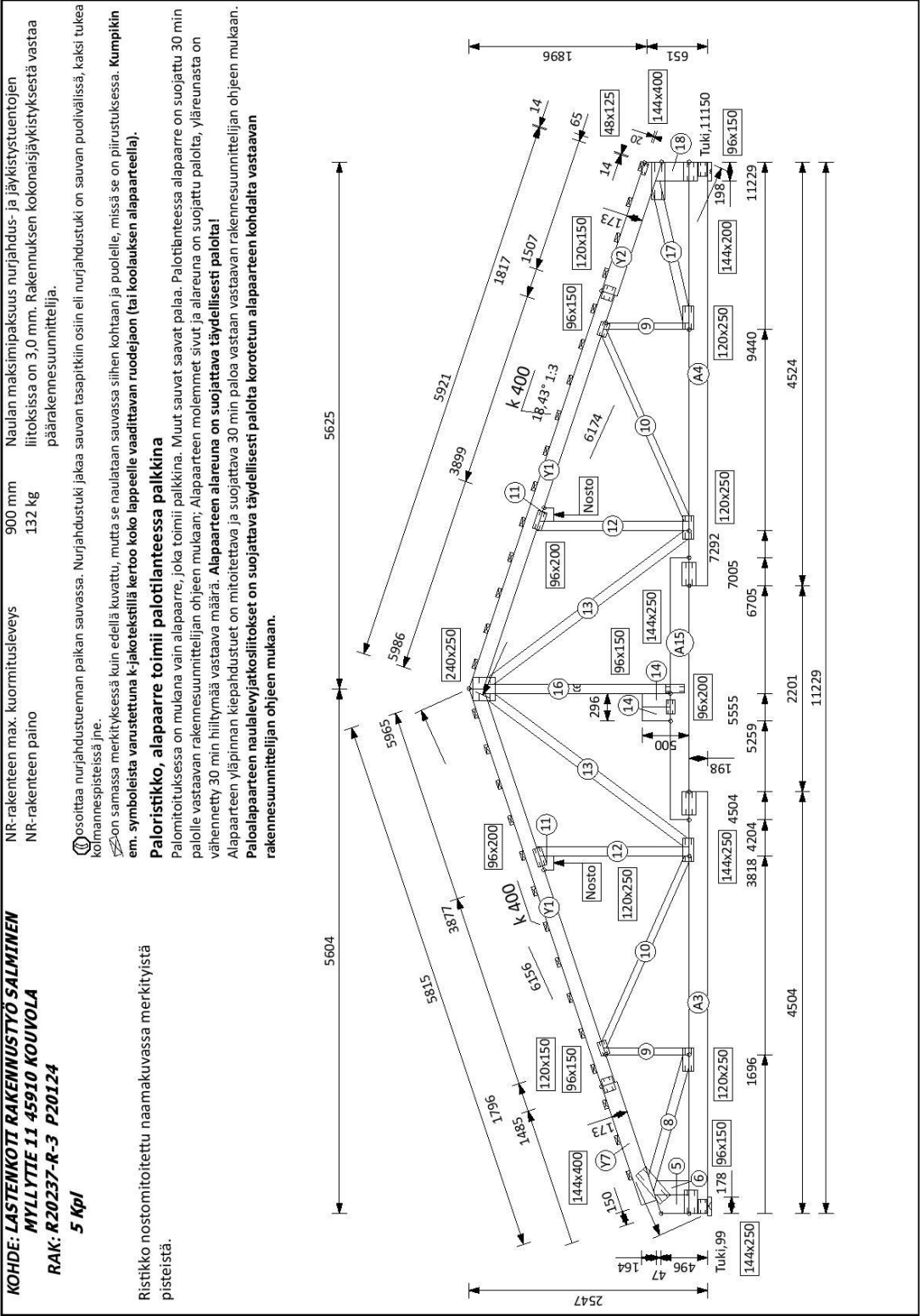
Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm²)	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	(%)	l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
1	LL13 96x150	24	12 033	1	0		0					
2	LL13 144x250	24	19 286	7 149	-661		33	243	7 149	437	55	50
		6	6 547	5 679	322	39	70	191	5 995	-309	63	94
		7	1 408	1 483	6	1	64	43	861	-2	23	94
3	LL13 144x400	10	19 281	16 057	-230	4	36	346	16 057	-473	47	67
		6	6 224	7 208	28		63	156	5 316	84	58	83
		11	6 252	10 653	-145		80	174	7 642	164	38	54
		7	11 295	2 334	126	22	22	111	1 539	-14	27	48
4	LL13 120x150	10	6 803	5 457	25		33	113	5 575	-18	54	62
		22	6 803	5 456	-11		33	113	5 574	18	54	62
5	LL13 120x250	24	9 234	10 261	-154	14	47	243	10 261	-92	38	94
		11	9 587	10 649	-72		47	132	7 016	-17	47	38
		8	3 312	3 005	5		58	65	2 098	11	42	67
6	LL13 96x150	22	5 148	2 551	-20	18	22	143	2 551	-38	19	97
		8	1 867	1 975	8		57	43	722	1	20	100
		17	2 289	2 021	5		39	30	795	-1	22	90
7	LL13 96x200	22	6 948	1 859	-110	17	22	193	1 859	87	18	97
		14	2 826	1 863	-24	9	36	81	1 331	-7	19	97
		2	3 070	3	12		6	43	99	-1	3	97
8	LL13 120x250	24	9 234	521	9	14	14	243	512	127	9	94
		20	4 364	2 359	8		23	81	1 582	-5	15	73
		14	4 858	2 280	-10		29	63	707	1	13	67
		17	2 672	2 014	3		33	51	1 297	-4	19	80
9	LL13 144x250	24	14 112	15 643	309	51	51	243	15 643	241	59	65
		21	14 580	15 643	784	50	58	243	15 643	-241	59	65
10	LL13 96x150	21	5 148	381	-44		10	143	381	44	11	97
		3	2 092	3	2		2	41	22	0	1	97
		4	2 092	378	30		30	68	716	-13	21	97
11	LL13 96x200	21	12 282	4 788	13	69	69	89	4 788	21	27	31
		16	2 992	4 789	4		65	89	4 789	13	25	94
12	LL13 240x250	22	13 342	8 662	82	23	30	105	5 113	38	62	40
		23	13 342	9 764	-116	19	34	105	5 681	-39	67	40
		20	5 583	2 383	-7		18	96	1 438	3	14	60
		19	5 583	3 993	9		31	96	2 395	-4	24	60
		16	9 316	4 812	6		32	105	1 639	-1	18	39
13	LL13 144x250	25	14 112	15 652	-277	52	52	243	15 652	-259	59	65
		21	14 580	15 653	-816	51	59	243	15 653	259	59	65
14	LL13 120x250	25	9 234	2 058	160	14	15	243	2 058	-209	16	94
		15	4 858	3 317	19		42	63	1 064	-1	19	67
		18	2 672	1 362	-4		22	51	904	3	13	80
		19	4 364	3 969	-6		39	81	2 592	6	24	73
15	LL13 96x200	23	6 948	2 488	145	17	29	193	2 488	-114	24	97
		15	2 826	2 491	35	12	49	81	1 763	8	25	97
		1	3 070	3	-16		8	43	133	1	4	97
16	LL13 96x150	23	5 148	2 520	9	19	26	143	2 520	41	22	97
		9	1 867	2 426	-8		69	43	874	-1	24	100
		18	2 289	1 368	-5		27	30	564	1	15	90
17	LL13 120x250	25	9 234	13 396	188	14	61	243	13 396	134	50	94
		13	9 880	13 744	165		60	153	9 605	17	56	37
		9	3 312	3 306	-4	1	64	65	2 318	-13	47	67
18	LL13 120x150	12	6 803	5 649	15		35	113	6 284	2	56	62
		23	6 803	5 649	11		34	113	6 284	-2	56	62
19	LL13 144x400	12	13 980	18 188	123	5	54	322	18 188	523	59	81
		5	9 534	9 888	-236		65	92	4 057	11	51	71
		13	14 528	13 749	228		42	107	10 371	-39	95	26
20	LL13 144x200	25	13 815	6 522	597	2	48	192	6 522	-442	78	54
		5	7 891	6 521	-369		63	192	6 521	476	82	82
21	LL13 96x150	25	12 033	1	0		0					

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrittävä liitossauma				Kiinnitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)		
22	LL13 48x125	12	3 967	1	0	0					



**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-3 P20124**

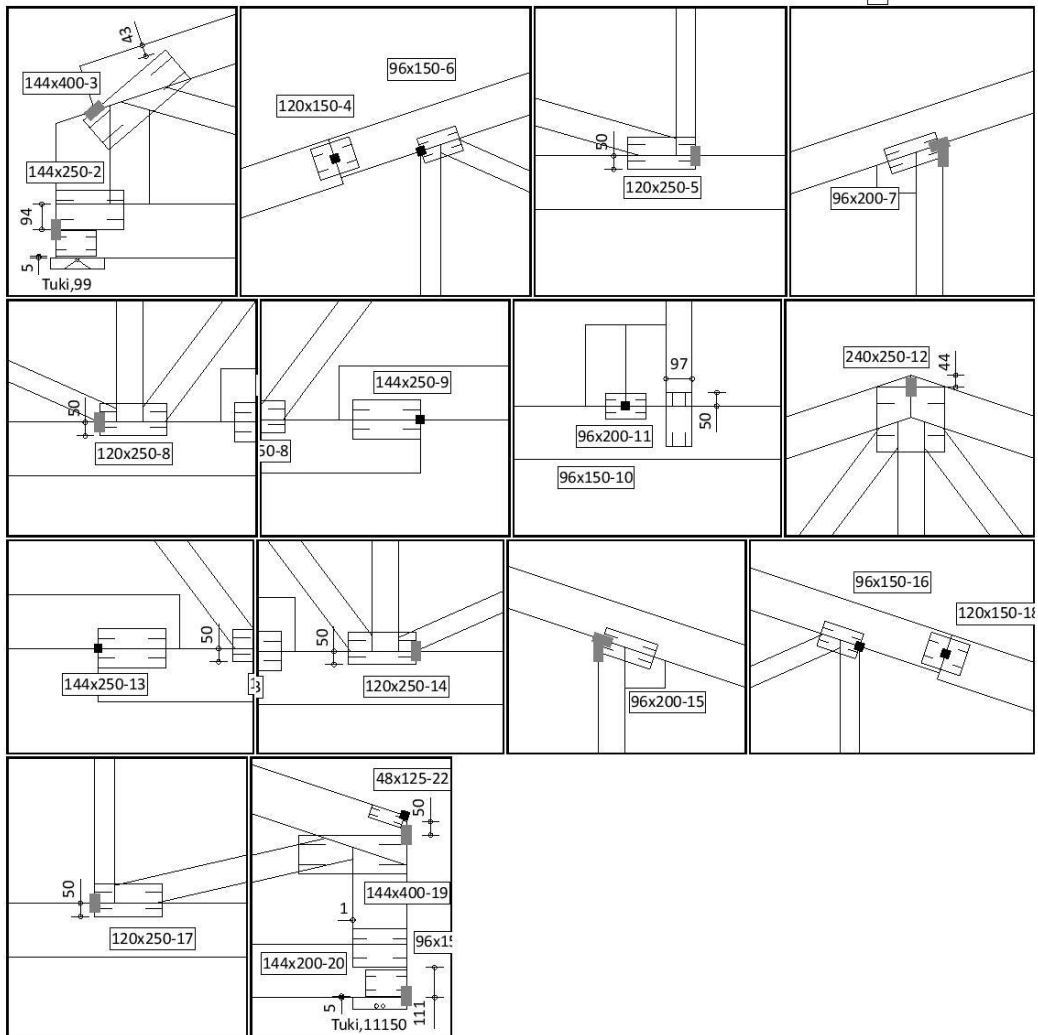
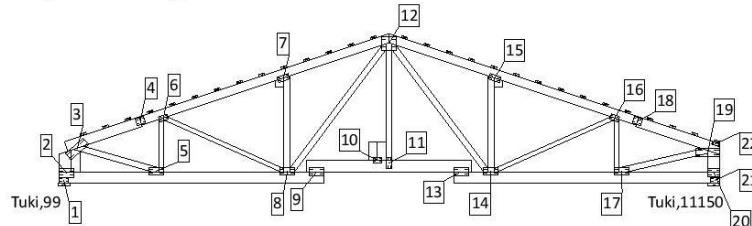
Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpäätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.



Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.





Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttel/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Pirustuslaji Rakennepiirustus		
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA	Siisäkö Laskelmat + palomitoitus R-4 9 Kpl Mittakaava 1:155 1:50		
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu	Suunnitteluala Pir. n:o Muutos  <b>RAK</b> Ristikon tunnus R20237-R-4      P20124		
Päiväys 5.8.2020	Suunnittelija Patrik Haarakangas Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067      puh. 0406633397		



## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-4

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasoilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmassa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksille:


Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevyliitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
Suurin vaakasiirtymä tuella 5,3 mm.  
Yläpaarten kokonaistaipuma 16,5 mm (sallittu 55,3 mm).  
Alapaarten kokonaistaipuma 16,2 mm (sallittu 55,3 mm).  
Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
Alapaarten lopputaipuma 16,2 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	$F_d$	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	25,4	Keskipitkä	Lumi	 85 % / OK	 65 % / OK
Tuki	198	C24	25,9	Keskipitkä	Lumi	 86 % / OK	 67 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto			Leikkaus			Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,2	Hetkellinen	Tuulen imu	2,2	Hetkellinen	Vaakatuuli oikea	0,0	
Tuki	0,0			0,0			0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-4

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

## KUORMAT:

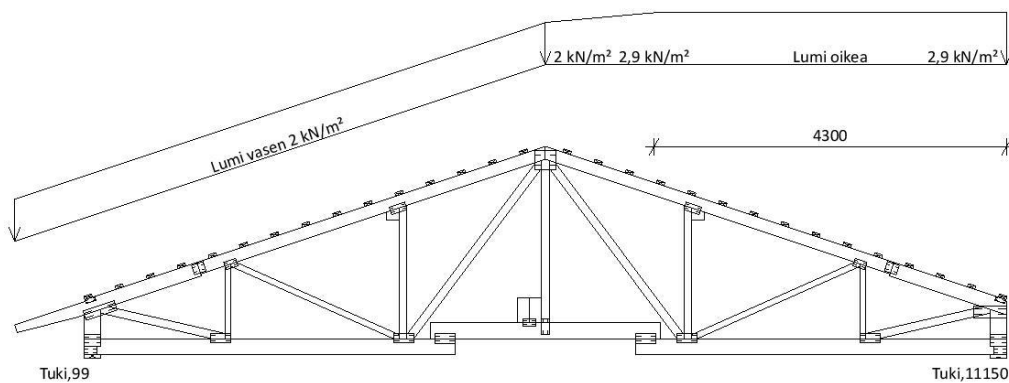
## Kuorman tyyppi ja aikaluokka

		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 - 3,63 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

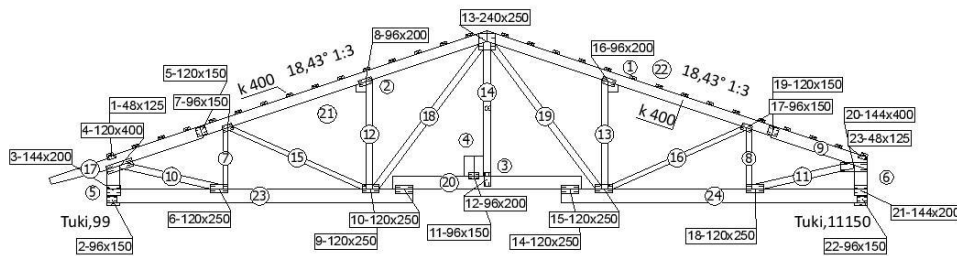
Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)



## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-4



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q <sub>d</sub> (N)	Q <sub>d</sub> (%)	M <sub>d</sub> (Nm)	N <sub>d</sub> (N)	M <sub>d</sub> & N <sub>d</sub> (%)
1	42x148	150	C35	1	0	0	0	0
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0
3	42x148	302	C35	0	0	0	0	0
4	42x148	302	C35	0	0	0	-1 509	1
5	42x198	358	C30	4 129	30	-612	-22 728	31
6	42x198	358	C30	-4 862	36	-927	-22 743	37
7	42x72	914	C24	81	2	66	-7 071	40
8	42x72	914	C24	-110	2	-74	-8 420	47
9	42x173	1 507	C30	3 743	31	-1 652	-35 904	78
10	42x98	1 560	C30	1 153	17	343	24 032	71
11	42x98	1 560	C30	-1 233	18	334	27 303	77
12	42x98	1 630	C30	-64	1	-96	-6 648	65
13	42x98	1 630	C30	92	1	131	-8 811	86
14	42x98	1 995	C30	28	0	12	9 429	19
15	42x72	2 245	C24	41	1	50	4 520	22
16	42x72	2 245	C24	-39	1	-52	2 077	15
17	42x173	2 352	C30	-4 416	37	2 119	-30 939	86
18	42x98	2 725	C30	24	0	23	4 584	10
19	42x98	2 725	C30	-17	0	-25	8 067	17
20	42x198	2 801	C30	5 180	38	-3 287	30 718	96
21	42x148	4 480	C35	2 847	28	-1 114	-34 085	78
22	42x148	4 480	C35	-3 788	37	1 414	-36 610	89
23	42x198	4 524	C30	3 793	28	2 401	30 708	79
24	42x198	4 524	C30	-3 994	29	-2 322	30 718	77

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	N <sub>cd,max</sub> (N)
9	42x173	1 507	C30			400	35 904
17	42x173	2 352	C30			400	30 939
21	42x148	4 480	C35			400	35 068
22	42x148	4 480	C35			400	37 968

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-4

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määräävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	(%)	l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
1	LL13 48x125	17	3 967	360	0		<b>7</b>					
2	LL13 96x150	23	12 033	1	0		<b>0</b>					
3	LL13 144x200	23	13 815	6 179	-511	6	<b>44</b>	192	6 179	386	<b>72</b>	54
		5	7 891	6 178	333		<b>57</b>	192	6 178	-386	<b>72</b>	82
4	LL13 120x400	17	14 934	16 013	307	12	<b>44</b>	393	16 013	-691	<b>41</b>	93
		5	10 270	8 757	151		<b>49</b>	66	2 591	-3	<b>47</b>	66
		10	8 572	12 019	-184		<b>63</b>	107	9 676	72	<b>79</b>	42
5	LL13 120x150	17	6 803	5 604	20		<b>34</b>	113	5 604	-17	<b>54</b>	62
		21	6 803	5 604	-15		<b>33</b>	113	5 604	17	<b>54</b>	62
6	LL13 120x250	23	9 234	11 704	-159	13	<b>53</b>	243	11 704	-123	<b>44</b>	94
		10	9 880	12 015	-148		<b>53</b>	153	8 415	-12	<b>49</b>	37
		7	3 312	2 924	6		<b>57</b>	65	2 018	11	<b>40</b>	67
7	LL13 96x150	21	5 148	2 845	-27	17	<b>23</b>	143	2 845	-39	<b>20</b>	97
		7	1 867	2 036	9		<b>59</b>	43	760	0	<b>21</b>	100
		15	2 289	2 260	8		<b>44</b>	30	940	-1	<b>25</b>	90
8	LL13 96x200	21	6 948	1 876	-111	17	<b>22</b>	193	1 876	88	<b>18</b>	97
		12	2 826	1 880	-25	9	<b>36</b>	81	1 343	-7	<b>20</b>	97
		2	3 070	3	12		<b>6</b>	43	100	-1	<b>3</b>	97
9	LL13 120x250	23	9 234	500	9	14	<b>14</b>	243	126	121	<b>8</b>	94
		18	4 364	2 280	7		<b>22</b>	81	1 530	-5	<b>14</b>	73
		12	4 858	2 366	-10		<b>30</b>	63	731	1	<b>13</b>	67
		15	2 672	2 253	4		<b>37</b>	51	1 470	-5	<b>21</b>	80
10	LL13 120x250	23	11 290	15 484	238	57	<b>61</b>	243	15 484	214	<b>58</b>	78
		20	11 664	15 484	659	56	<b>68</b>	243	15 484	-214	<b>58</b>	78
11	LL13 96x150	20	5 148	381	-44		<b>10</b>	143	381	44	<b>11</b>	97
		3	2 092	3	2		<b>2</b>	41	22	0	<b>1</b>	97
		4	2 092	378	30		<b>30</b>	68	716	-13	<b>21</b>	97
12	LL13 96x200	20	12 282	4 693	12	68	<b>68</b>	89	4 693	21	<b>26</b>	31
		14	2 992	4 694	4		<b>64</b>	89	4 694	13	<b>25</b>	94
13	LL13 240x250	21	13 342	8 511	77	23	<b>30</b>	105	5 038	37	<b>61</b>	40
		22	13 342	9 701	-113	18	<b>33</b>	105	5 652	-39	<b>67</b>	40
		18	5 583	2 304	-7		<b>18</b>	96	1 396	3	<b>14</b>	60
		19	5 583	4 046	9		<b>31</b>	96	2 428	-4	<b>24</b>	60
		14	9 316	4 716	6		<b>31</b>	105	1 609	-1	<b>17</b>	39
14	LL13 120x250	24	11 290	15 494	-201	58	<b>61</b>	243	15 494	-237	<b>58</b>	78
		20	11 664	15 494	-697	57	<b>70</b>	243	15 494	251	<b>58</b>	78
15	LL13 120x250	24	9 234	2 084	164	14	<b>15</b>	243	2 084	-214	<b>16</b>	94
		13	4 858	3 362	18		<b>43</b>	63	1 069	-1	<b>19</b>	67
		16	2 672	1 344	-4		<b>22</b>	51	896	3	<b>13</b>	80
		19	4 364	4 022	-7		<b>39</b>	81	2 634	7	<b>24</b>	73
16	LL13 96x200	22	6 948	2 486	145	17	<b>29</b>	193	2 486	-114	<b>24</b>	97
		13	2 826	2 490	35	12	<b>49</b>	81	1 764	8	<b>25</b>	97
		1	3 070	3	-16		<b>8</b>	43	132	1	<b>4</b>	97
17	LL13 96x150	22	5 148	2 514	9	19	<b>26</b>	143	2 514	41	<b>22</b>	97
		8	1 867	2 422	-8		<b>69</b>	43	871	-1	<b>24</b>	100
		16	2 289	1 350	-5		<b>26</b>	30	557	1	<b>15</b>	90
18	LL13 120x250	24	9 234	13 307	186	14	<b>60</b>	243	13 307	134	<b>50</b>	94
		11	9 880	13 653	165		<b>60</b>	153	9 546	16	<b>55</b>	37
		8	3 312	3 284	-4	1	<b>64</b>	65	2 305	-13	<b>46</b>	67
19	LL13 120x150	9	6 803	5 627	15		<b>35</b>	113	6 248	2	<b>55</b>	62
		22	6 803	5 627	11		<b>34</b>	113	6 248	-2	<b>55</b>	62
20	LL13 144x400	9	13 980	18 080	124	5	<b>54</b>	322	18 080	519	<b>58</b>	81
		6	9 534	9 831	-235		<b>65</b>	92	4 037	11	<b>51</b>	71
		11	14 528	13 658	226		<b>41</b>	107	10 303	-39	<b>94</b>	26
21	LL13 144x200	24	13 815	6 489	595	2	<b>48</b>	192	6 489	-441	<b>78</b>	54
		6	7 891	6 488	-367		<b>63</b>	192	6 488	441	<b>78</b>	82
22	LL13 96x150	24	12 033	1	0		<b>0</b>					
23	LL13 48x125	9	3 967	1	0		<b>0</b>					

KOHOE: LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN  
MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA  
RAK: R20237-R-4 P20124

**9 KPI**

Ristikko nostomitoitettu naamakuvassa merkityistä pisteistä. Nostonaikana alapaarre tuettava k2200.

NR-rakenteen max. kuormitusleveys	900 mm	Naulan maksimipaksuus nurjahduks- ja jäykistystuenteojen liitoksissa on 3,0 mm. Rakennuksen kokonaisjäykistyksestä vastaa päärakennesuunnittelija.
NR-rakenteen paino	134 kg	

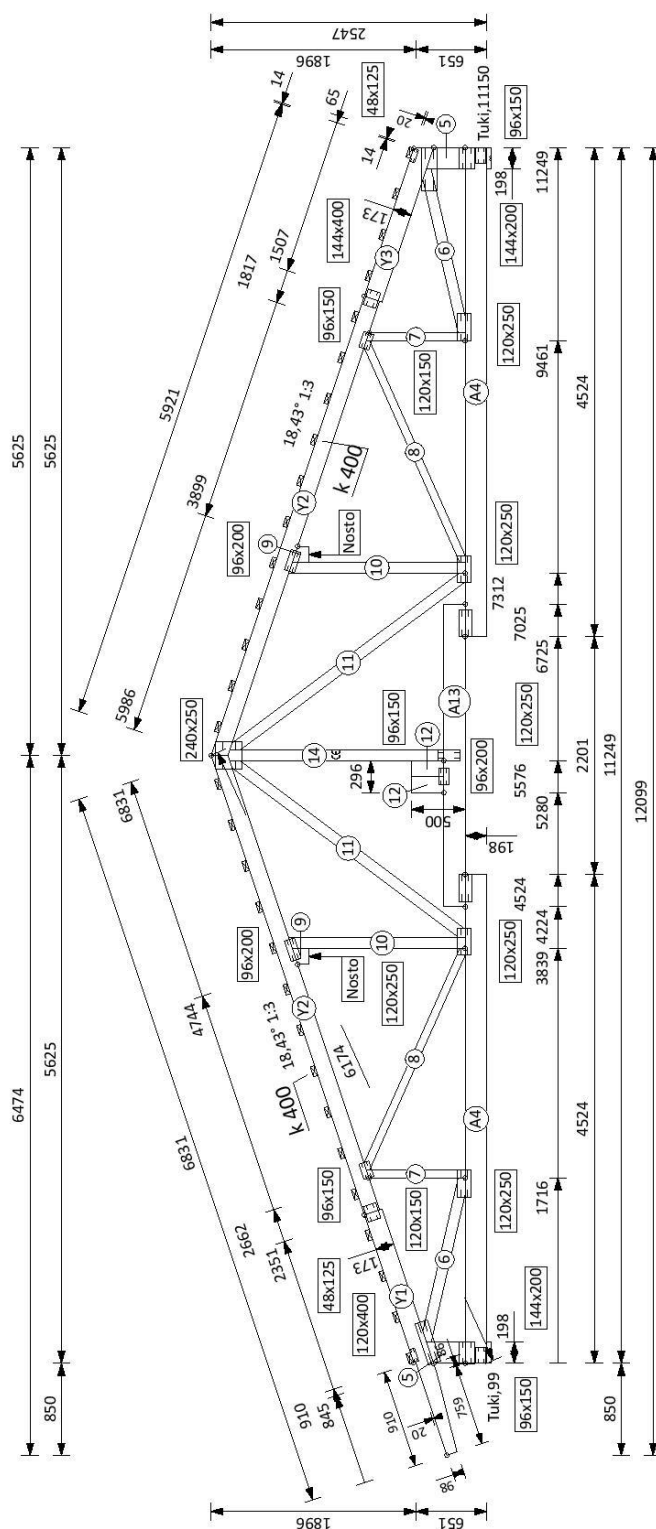
 osoittaa nurjahdustuennan palkan saavassa. Nurjahdustuki jakaa sauvan tasapitkiin osiin eli nurjahdustuki on sauvan puolivälissä, kaksi tukeaa kolmannes pisteissä jine.

On samassa merkityksessä kuin edellä kuvattu, mutta se nautitaan saavassa siihen kohtaan ja puolelle, missä se on piirustuksessa. Kumpikin symbolista varustettuna k-jalokettilä kertoo koko lappelle vaadittavan ruodeajan (tai koolausen alapaarteella).


**Paloristikko, alapaarre toimii palotilanteessa palkkina**

Palomitoituksessa on mukana vain alapäärre, joka toimii palkkina. Muut saavat saavat palaa. Palomitoituksessa on mukana vain alapäärre, joka toimii palkkina. Muut saavat saavat palaa. Palomitoituksessa on mukana vain alapäärre, joka toimii palkkina. Muut saavat saavat palaa.


**Paloaapaarteen naulalevyjatkosliikokset on suojattava täydellisesti palolta korotetun alapaarteiden kohdalta vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan.**

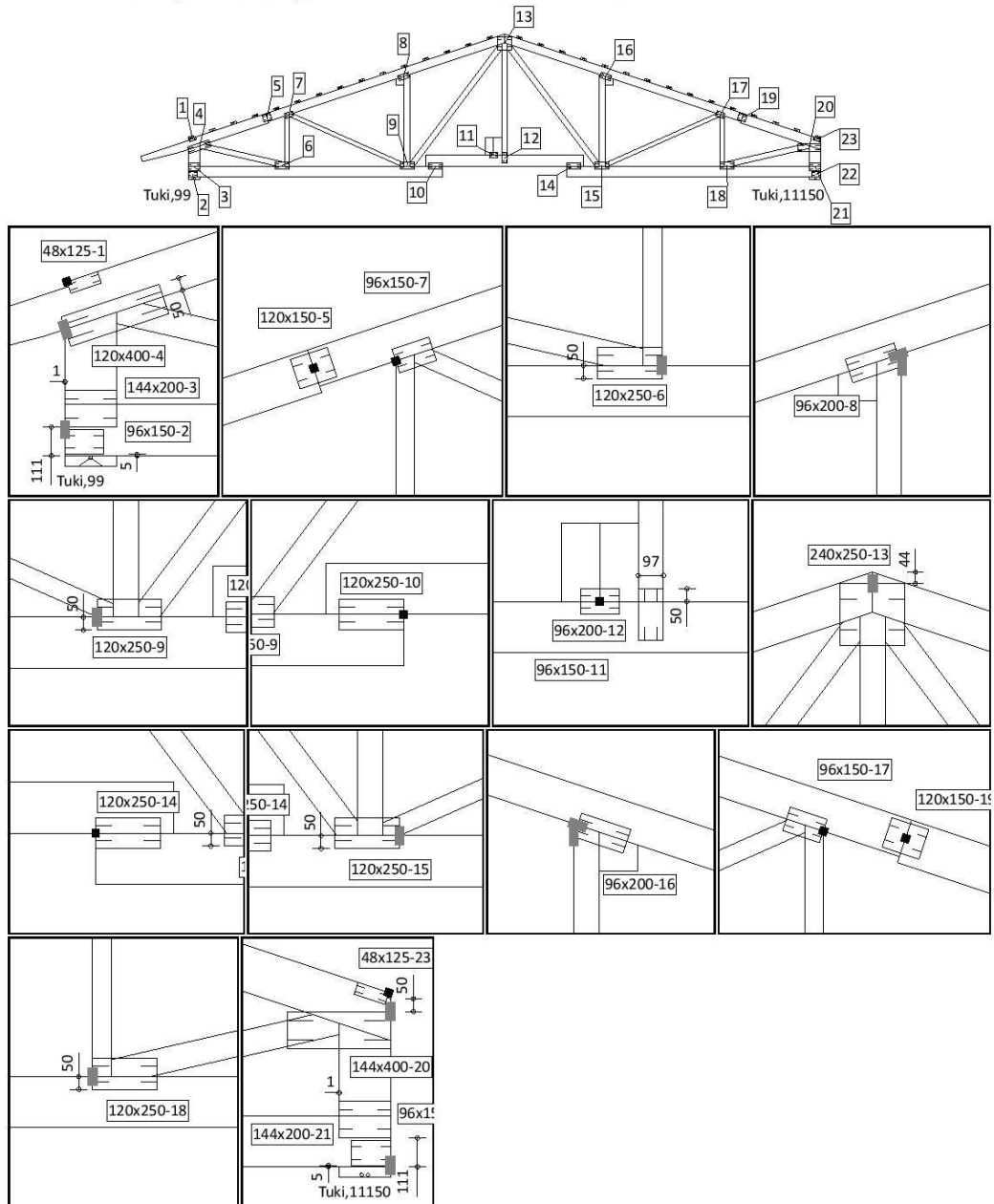


**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-4 P20124**

 Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpäätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.

Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.

 Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

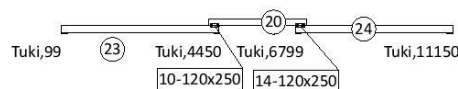


R-4 Laskelmat

12.8.2020 14.58

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojatuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 41,4 mm. Rakenteen palosuojausten ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  $\frac{b}{d}$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	$F_d$	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	3,5	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	4 % / OK
Tuki	148	C24	6,2	Keskipitkä	Palo	20 % / OK	10 % / OK
Tuki	148	C24	7,7	Keskipitkä	Palo	24 % / OK	13 % / OK
Tuki	198	C24	4,3	Keskipitkä	Palo	11 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

**PUUMITOITUS**

Puuosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
20	42x167	2 801	C30	-12 269	52	2 475	6	49
23	42x167	4 524	C30	3 788	16	-3 160	-44	81
24	42x167	4 524	C30	-4 664	20	3 833	-69	99

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrävä liitossauma				Kiinnitys (%)
			A (mm²)	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)		
10	LL13 120x250	23	11 290	1 069	1 037	38	243	1 069	-1 040	67	
		20	11 664	1 068	-1 040	36	243	1 068	1 040	67	
14	LL13 120x250	24	11 290	1 396	-1 298	48	243	1 396	1 292	84	
		20	11 664	1 394	1 302	45	243	1 394	-1 302	85	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttel/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisten merkintöjä
Rakennuslomake UUDISRAKENNUS			Perustustaji Rakennepiirustus
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisältö Laskelmat + palomitoitus R-5 11 Kpl
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Mittakaava 1:98 1:53
			Suunnitteluala Pir. n:o Muutos
			RAK
			Ristikontunnus R20237-R-5 P20124
Päiväys 5.8.2020	Suunnittelija Patrik Haarakangas	Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397	



## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-5

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasomitoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmissa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä niihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:  

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyks- ja kestävyysominaisuuksille:



Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevyliitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikoroitus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
 Suurin vaakasiirtymä tuella 5,2 mm.  
 Yläpaarten kokonaistaipuma 16,9 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten kokonaistaipuma 16,5 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
 Alapaarten lopputaipuma 16,5 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F <sub>d</sub>	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	30,2	Keskipitkä	Lumi	 91 % / OK	78 % / OK
Tuki	198	C24	25,6	Keskipitkä	Lumi	 77 % / OK	66 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto			Leikkaus			Momentti	
	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä		F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä		M <sub>d</sub> (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,1	Hetkellinen	Tuulen imu	-1,8	Hetkellinen	Vaakatuuli vasen	0,0	
Tuki	0,1	Hetkellinen	Tuulen imu	0,0			0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-5

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

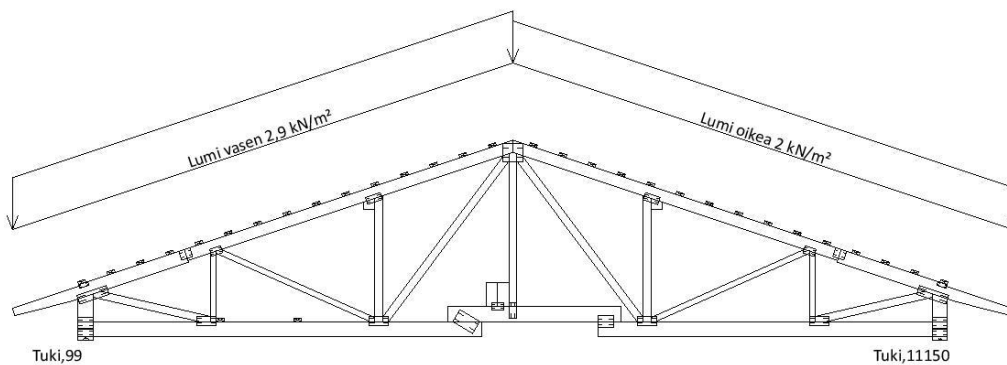
## KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 - 3,63 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

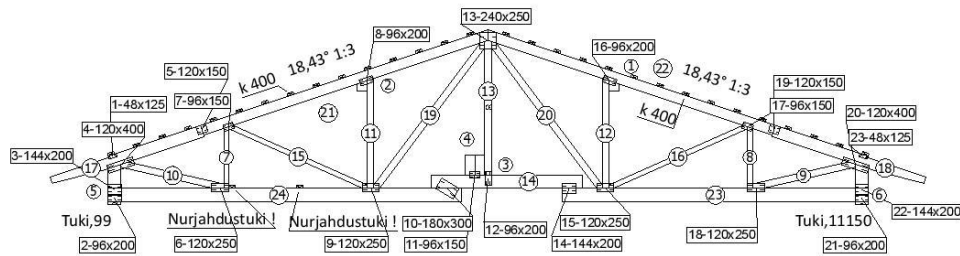
Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)



## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-5



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q <sub>d</sub> (N)	Q <sub>d</sub> (%)	M <sub>d</sub> (Nm)	N <sub>d</sub> (N)	M <sub>d</sub> & N <sub>d</sub> (%)
1	42x148	150	C35	1	0	0	0	0
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0
3	42x148	302	C35	0	0	0	0	0
4	42x148	302	C35	0	0	0	-1 509	1
5	42x198	358	C30	3 997	29	603	-27 509	34
6	42x198	358	C30	-3 829	28	-604	-22 943	31
7	42x72	914	C24	112	2	86	-7 201	43
8	42x72	914	C24	-91	2	-74	-7 343	42
9	42x98	1 560	C30	-1 178	17	-353	24 365	73
10	42x98	1 560	C30	1 388	21	408	28 081	84
11	42x98	1 630	C30	-146	2	-151	-9 456	93
12	42x98	1 630	C30	60	1	101	-6 765	66
13	42x98	1 995	C30	34	1	-36	8 678	19
14	42x198	2 240	C30	7 512	55	-3 353	30 767	98
15	42x72	2 245	C24	33	1	61	2 474	18
16	42x72	2 245	C24	-49	1	-59	5 288	26
17	42x173	2 352	C30	-6 154	52	2 444	-35 302	99
18	42x173	2 352	C30	4 692	39	-2 048	-30 950	84
19	42x98	2 725	C30	-50	1	-61	7 159	18
20	42x98	2 725	C30	-29	0	-17	5 619	12
21	42x148	4 480	C35	4 108	40	-1 594	-36 364	95
22	42x148	4 480	C35	-2 953	29	1 220	-34 765	83
23	42x198	4 524	C30	-3 257	24	-2 463	30 767	80
24	42x198	5 225	C30	-7 792	57	3 392	30 751	99

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	kpl	N <sub>cd,max</sub> (N)
17	42x173	2 352	C30				400		35 302
18	42x173	2 352	C30				400		30 950
21	42x148	4 480	C35				400		37 397
22	42x148	4 480	C35				400		35 749
24	42x198	5 225	C30					2	2

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-5

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	(%)	l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
1	LL13 48x125	17	3 967	498	0		<b>9</b>					
2	LL13 96x200	24	16 483	2	0		<b>0</b>					
3	LL13 144x200	24	13 890	7 271	-492	6	<b>47</b>	193	7 271	414	<b>80</b>	54
		5	7 849	7 269	315		<b>62</b>	191	7 269	-407	<b>81</b>	82
4	LL13 120x400	17	14 934	18 402	458	12	<b>52</b>	393	18 402	-899	<b>48</b>	93
		5	10 270	10 027	109		<b>54</b>	66	2 684	-1	<b>49</b>	66
		10	8 572	14 044	-228		<b>75</b>	107	11 398	90	<b>94</b>	42
5	LL13 120x150	17	6 501	4 816	41		<b>32</b>	113	5 274	-53	<b>63</b>	62
		21	6 503	4 815	-27		<b>31</b>	113	5 273	53	<b>63</b>	62
6	LL13 120x250	24	9 234	13 686	-214	15	<b>62</b>	243	13 686	-115	<b>51</b>	94
		10	9 880	14 040	-152		<b>61</b>	153	9 762	-24	<b>57</b>	37
		7	3 312	3 421	15		<b>67</b>	65	2 275	11	<b>44</b>	67
7	LL13 96x150	21	5 148	2 291	-32	17	<b>23</b>	143	2 291	-17	<b>16</b>	97
		7	1 867	2 081	18		<b>64</b>	43	911	-1	<b>26</b>	100
		15	2 289	1 237	16		<b>29</b>	30	667	-1	<b>19</b>	90
8	LL13 96x200	21	6 948	2 658	-149	17	<b>31</b>	193	2 658	116	<b>25</b>	97
		11	2 826	2 662	-43	13	<b>54</b>	81	1 851	-6	<b>25</b>	97
		2	3 070	3	17		<b>9</b>	43	142	-1	<b>4</b>	97
9	LL13 120x250	24	9 234	472	9	13	<b>13</b>	243	1 607	101	<b>9</b>	94
		19	3 915	3 579	-12		<b>39</b>	55	1 628	1	<b>28</b>	76
		11	4 858	3 113	-57	1	<b>43</b>	63	1 258	3	<b>23</b>	67
		15	3 141	1 322	-5		<b>19</b>	51	719	-2	<b>10</b>	71
10	LL13 180x300	24	22 133	15 557	1 151	48	<b>52</b>	328	15 557	-292	<b>46</b>	57
		14	22 132	15 558	579	48	<b>48</b>	328	15 558	279	<b>46</b>	57
11	LL13 96x150	14	5 148	381	-44		<b>10</b>	143	381	44	<b>11</b>	97
		3	2 092	3	2		<b>2</b>	41	22	0	<b>1</b>	97
		4	2 092	378	30		<b>30</b>	68	716	-13	<b>21</b>	97
12	LL13 96x200	14	12 282	4 337	-4	63	<b>63</b>	89	4 337	34	<b>27</b>	31
		13	2 992	4 339	18		<b>60</b>	89	4 339	-3	<b>21</b>	94
13	LL13 240x250	21	13 342	9 408	115	17	<b>32</b>	105	5 476	36	<b>65</b>	40
		22	13 342	9 002	-96	23	<b>31</b>	105	5 270	-37	<b>63</b>	40
		19	5 583	3 603	-24		<b>28</b>	96	2 326	10	<b>23</b>	60
		20	5 583	2 822	6		<b>22</b>	96	1 682	-3	<b>17</b>	60
		13	9 316	4 361	-3		<b>29</b>	105	1 474	1	<b>16</b>	39
14	LL13 144x200	23	11 112	15 457	-314	41	<b>64</b>	193	15 457	-219	<b>74</b>	65
		14	11 580	15 457	-768	40	<b>78</b>	193	15 457	230	<b>74</b>	65
15	LL13 120x250	23	9 234	510	-5	14	<b>14</b>	243	166	-148	<b>10</b>	94
		12	4 858	2 896	6		<b>37</b>	63	854	-1	<b>15</b>	67
		16	3 149	2 637	-8		<b>37</b>	51	1 668	5	<b>25</b>	73
		20	3 915	2 798	-15		<b>31</b>	74	1 837	6	<b>19</b>	76
16	LL13 96x200	22	6 948	1 910	111	17	<b>22</b>	193	1 910	-87	<b>18</b>	97
		12	2 826	1 914	27	9	<b>38</b>	81	1 353	6	<b>19</b>	97
		1	3 070	3	-12		<b>6</b>	43	102	1	<b>3</b>	97
17	LL13 96x150	22	5 148	3 175	36	17	<b>26</b>	143	3 175	37	<b>21</b>	97
		8	1 867	2 150	-12		<b>63</b>	43	834	0	<b>23</b>	100
		16	2 289	2 644	-12		<b>52</b>	30	1 133	1	<b>31</b>	90
18	LL13 120x250	23	9 234	11 870	152	13	<b>53</b>	243	11 870	134	<b>45</b>	94
		9	9 880	12 182	159		<b>54</b>	153	8 563	8	<b>49</b>	37
		8	3 312	2 971	-7		<b>57</b>	65	2 047	-11	<b>41</b>	67
19	LL13 120x150	18	6 501	4 827	-46		<b>32</b>	113	4 901	49	<b>58</b>	62
		22	6 502	4 827	23		<b>31</b>	113	4 900	-49	<b>58</b>	62
20	LL13 120x400	18	14 934	16 019	-332	12	<b>45</b>	393	16 019	716	<b>41</b>	93
		6	10 270	8 740	-150		<b>48</b>	66	2 557	2	<b>47</b>	66
		9	8 572	12 186	189		<b>64</b>	107	9 834	-75	<b>80</b>	42
21	LL13 96x200	23	16 483	2	0		<b>0</b>					
22	LL13 144x200	23	13 890	6 165	456	6	<b>41</b>	193	6 165	-378	<b>70</b>	54
		6	7 849	6 163	-288		<b>54</b>	191	6 163	373	<b>71</b>	82
23	LL13 48x125	18	3 967	360	0		<b>7</b>					

[illegible]

**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-5 P20124**

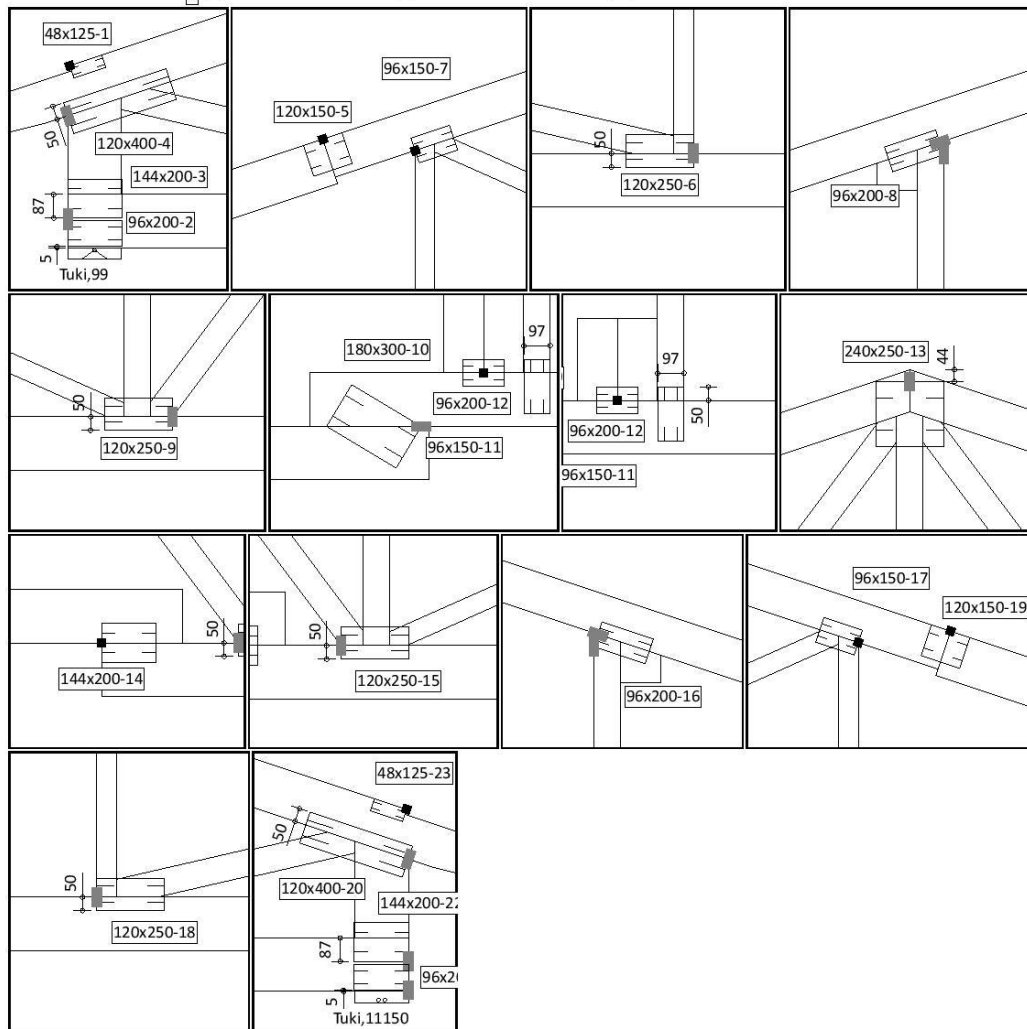
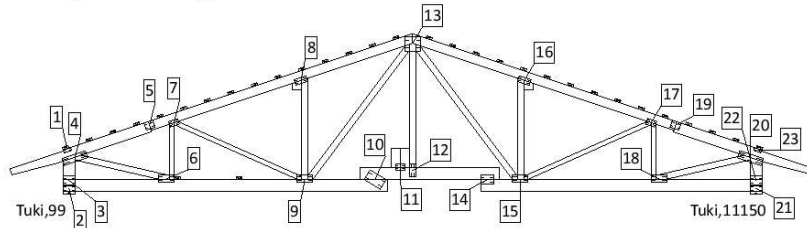
Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.



Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

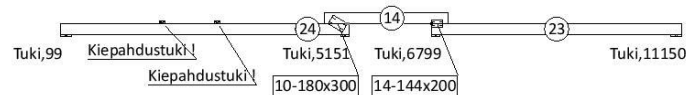


R-5 Laskelmat

11.8.2020 13.02

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojatuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 65,1 mm. Rakenteen palosuojaus ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  $\frac{A_{Ed}}{A_{Ed,0}}$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	4,7	Keskipitkä	Palo	12 % / OK	6 % / OK
Tuki	148	C24	9,7	Keskipitkä	Palo	31 % / OK	16 % / OK
Tuki	148	C24	3,9	Keskipitkä	Palo	12 % / OK	7 % / OK
Tuki	198	C24	3,6	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

**PUUMITOITUS**

Puuosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
14	42x167	2 240	C30	20 793	89	4 746	22	85
23	42x167	4 524	C30	-3 700	16	3 276	-53	86
24	42x167	5 225	C30	5 198	22	-4 108	-46	77

Nurjahdus- ja kiepahdustuet sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{d,max}$ (N)
24	42x167	5 225	C30			2	7 510

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määräävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
10	LL13 180x300	24	22 133	1 965	2 380	51	328	1 965	-2 434	99	
14		14	22 132	1 962	-2 498	53	328	1 962	2 444	99	
14	LL13 144x200	23	11 112	11	-804	37	193	11	804	78	
		14	11 580	11	803	34	193	11	-804	78	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttel/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisten merkintöjä
Rakennusolmenpi.de UUDISRAKENNUS			Piirustustaji Rakennepiirustus Juokseva no.
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisältö Laskelmat + palomitoitus R-6 5 Kpl Mittakaava 1:98 1:50
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Suunnitteluala RAK Pir. n:o Muutos
Päiväys 5.8.2020		Suunnittelija Patrik Haarakangas	Ristikon tunnus R20237-R-6 P20124
			Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397



## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-6

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasomitoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmissa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä niihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:  

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022

Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyks- ja kestävyysominaisuuksille:

Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevylitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 5,3 mm.


Yläpaarten kokonaistaipuma 17,1 mm (sallittu 55,3 mm).



Alapaarten kokonaistaipuma 16,6 mm (sallittu 55,3 mm).

Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).

Alapaarten lopputaipuma 16,6 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F <sub>d</sub>	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	26,4	Keskipitkä	Lumi	 79 % / OK	68 % / OK
Tuki	198	C24	25,8	Keskipitkä	Lumi	 77 % / OK	66 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	M <sub>d</sub> (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		1,8	Hetkellinen Vaakatuuli oikea	0,0	
Tuki	0,2	Hetkellinen Tuulen imu	0,0		0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-6

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

## KUORMAT:

## Kuorman tyyppi ja aikaluokka

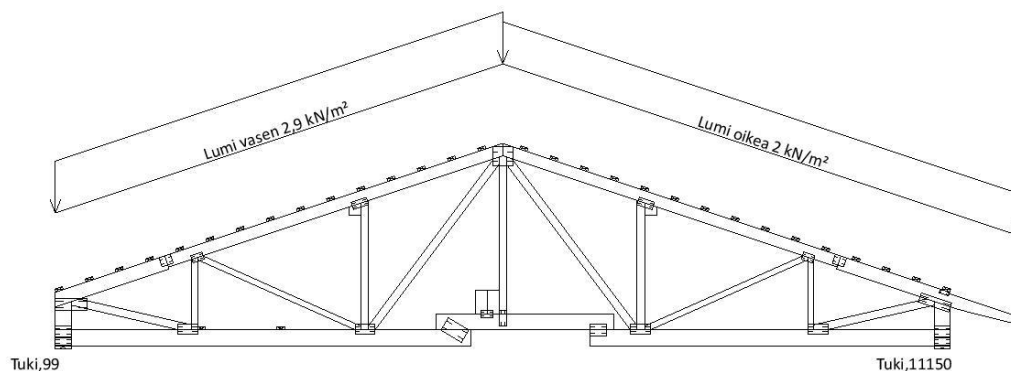
		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 - 3,63 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.

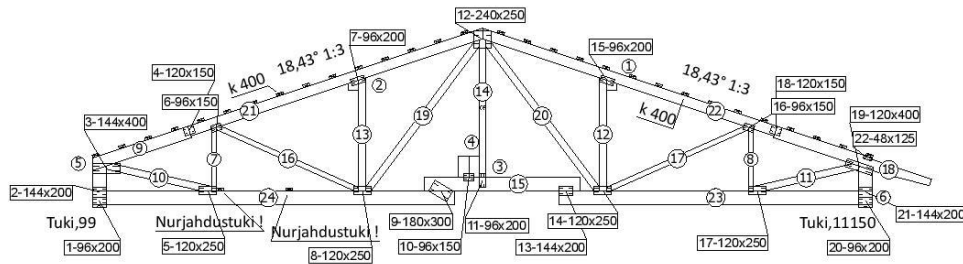
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)



## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-6



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q <sub>d</sub> (N)	Q <sub>d</sub> (%)	M <sub>d</sub> (Nm)	N <sub>d</sub> (N)	M <sub>d</sub> & N <sub>d</sub> (%)
1	42x148	150	C35	1	0	0	0	0
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0
3	42x148	302	C35	0	0	0	-10	0
4	42x148	302	C35	0	0	0	-1 509	1
5	42x198	358	C30	4 416	32	948	-23 572	38
6	42x198	358	C30	-3 864	28	-611	-23 095	31
7	42x72	914	C24	102	2	80	-7 450	43
8	42x72	914	C24	-91	2	-75	-7 411	42
9	42x173	1 507	C30	-4 055	34	1 712	-36 897	81
10	42x98	1 560	C30	1 344	20	-349	28 642	80
11	42x98	1 560	C30	-1 184	18	-355	24 582	73
12	42x98	1 630	C30	60	1	101	-6 764	66
13	42x98	1 630	C30	-142	2	-147	-9 284	91
14	42x98	1 995	C30	33	0	-36	8 812	19
15	42x198	2 240	C30	7 598	56	-3 397	31 206	99
16	42x72	2 245	C24	28	1	54	1 340	13
17	42x72	2 245	C24	-49	1	-60	5 408	27
18	42x173	2 352	C30	4 711	40	-2 061	-31 221	85
19	42x98	2 725	C30	-51	1	-62	7 471	19
20	42x98	2 725	C30	-29	0	-18	5 550	12
21	42x148	4 480	C35	3 994	39	-1 522	-36 737	93
22	42x148	4 480	C35	-2 953	29	1 222	-35 146	83
23	42x198	4 524	C30	-3 276	24	-2 501	31 206	81
24	42x198	5 225	C30	-7 882	58	3 437	31 191	100

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	N <sub>cd,max</sub> (N)
9	42x173	1 507	C30			400	36 897
18	42x173	2 352	C30			400	31 221
21	42x148	4 480	C35			400	38 096
22	42x148	4 480	C35			400	36 131
24	42x198	5 225	C30			2	2

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-6

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm²)	F <sub>AEd</sub> (N)	M <sub>AEd</sub> (Nm)	Halkeama (%)	(%)	l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
1	LL13 96x200	24	16 483	2	0		0					
2	LL13 144x200	24	13 890	6 571	-500	1	44	193	6 571	395	74	54
		5	7 849	6 570	285		57	191	6 570	-389	74	82
3	LL13 144x400	9	11 516	18 564	-66	5	67	294	18 564	-542	67	87
		5	11 193	10 054	273		57	101	4 326	-13	50	62
		10	14 528	14 327	-239		44	107	10 820	42	99	26
4	LL13 120x150	9	6 501	4 886	19		31	113	5 676	-37	61	62
		21	6 503	4 885	-24		31	113	5 676	37	61	62
5	LL13 120x250	24	9 234	13 964	-230	14	64	243	13 964	-106	52	94
		10	9 880	14 323	-145		62	153	9 920	-30	58	37
		7	3 312	3 451	12		67	65	2 327	12	46	67
6	LL13 96x150	21	5 148	1 971	-12	19	24	143	2 171	-23	17	97
		7	1 867	2 149	15		64	43	879	-1	25	100
		16	2 289	1 014	7		21	30	463	-1	13	90
7	LL13 96x200	21	6 948	2 610	-147	17	30	193	2 610	115	24	97
		13	2 826	2 614	-41	12	52	81	1 824	-6	25	97
		2	3 070	3	17		9	43	140	-1	4	97
8	LL13 120x250	24	9 234	500	9	13	13	243	2 218	113	11	94
		19	3 915	3 735	-12		41	55	1 687	1	29	76
		13	4 858	3 010	-56	1	42	63	1 225	3	22	67
		16	3 141	1 008	-5		14	51	534	-1	7	71
9	LL13 180x300	24	22 133	15 781	1 166	49	52	328	15 781	-295	47	57
		15	22 132	15 781	589	49	49	328	15 781	282	47	57
10	LL13 96x150	15	5 148	381	-44		10	143	381	44	11	97
		3	2 092	3	2		2	41	22	0	1	97
		4	2 092	378	30		30	68	716	-13	21	97
11	LL13 96x200	15	12 282	4 405	-3	64	64	89	4 405	34	28	31
		14	2 992	4 406	18		61	89	4 406	-3	21	94
12	LL13 240x250	21	13 342	9 586	119	17	33	105	5 567	37	66	40
		22	13 342	9 051	-96	23	32	105	5 299	-38	64	40
		19	5 583	3 759	-25		29	96	2 421	10	24	60
		20	5 583	2 787	5		21	96	1 659	-3	16	60
		14	9 316	4 428	-4		30	105	1 501	1	16	39
13	LL13 144x200	23	11 112	15 678	-320	42	65	193	15 678	-221	75	65
		15	11 580	15 678	-778	40	79	193	15 678	232	75	65
14	LL13 120x250	23	9 234	508	-5	14	14	243	115	-147	10	94
		12	4 858	2 881	5		37	63	849	-1	15	67
		17	3 149	2 697	-8		38	51	1 703	5	25	73
		20	3 915	2 763	-15		31	74	1 819	6	19	76
15	LL13 96x200	22	6 948	1 910	111	17	22	193	1 910	-87	18	97
		12	2 826	1 913	27	9	38	81	1 353	6	19	97
		1	3 070	3	-12		6	43	102	1	3	97
16	LL13 96x150	22	5 148	3 231	36	17	26	143	3 231	39	22	97
		8	1 867	2 190	-12		64	43	844	0	23	100
		17	2 289	2 704	-12		53	30	1 156	1	32	90
17	LL13 120x250	23	9 234	11 976	153	13	54	243	11 976	135	45	94
		11	9 880	12 290	160		54	153	8 639	8	50	37
		8	3 312	2 997	-7		58	65	2 066	-11	41	67
18	LL13 120x150	18	6 501	4 885	-46		33	113	4 943	50	59	62
		22	6 502	4 885	23		31	113	4 943	-50	59	62
19	LL13 120x400	18	14 934	16 153	-333	12	45	393	16 153	721	41	93
		6	10 270	8 812	-152		48	66	2 583	2	47	66
		11	8 572	12 294	190		65	107	9 916	-75	81	42
20	LL13 96x200	23	16 483	2	0		0					
21	LL13 144x200	23	13 890	6 208	460	6	42	193	6 208	-381	71	54
		6	7 849	6 206	-290		55	191	6 206	375	72	82
22	LL13 48x125	18	3 967	360	0		7					

[illegible]

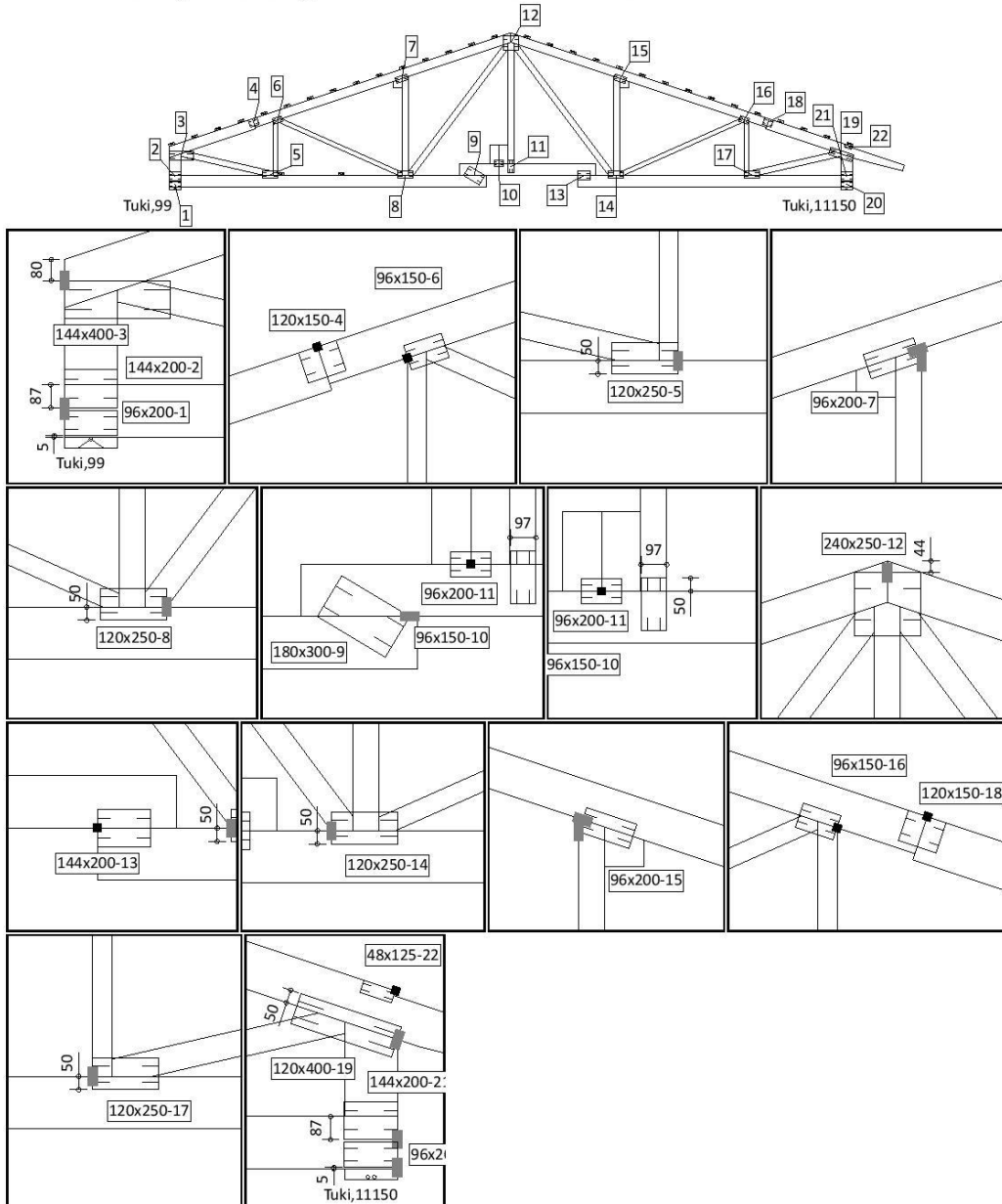
**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-6 P20124**

Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpäätkä osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.

Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.



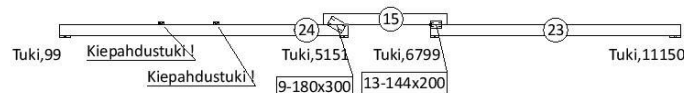
R-6 Laskelmat

11.8.2020 13.02

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojaetuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan).

Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 65,1 mm. Rakenteen palosuojauksen ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( $\frac{F_d}{A_{Ed}}$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	4,7	Keskipitkä	Palo	12 % / OK	6 % / OK
Tuki	148	C24	9,7	Keskipitkä	Palo	31 % / OK	16 % / OK
Tuki	148	C24	3,9	Keskipitkä	Palo	12 % / OK	7 % / OK
Tuki	198	C24	3,6	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

**PUUMITOITUS**

Puuosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimi-arvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
15	42x167	2 240	C30	20 800	89	4 748	22	83
23	42x167	4 524	C30	-3 700	16	3 277	-52	86
24	42x167	5 225	C30	5 199	22	-4 103	-46	77

Nurjahdus- ja kiepahdustuet sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu		
						(mm)	kpl	$N_{cd,max}$ (N)
24	42x167	5 225	C30				2	7 509

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimi-arvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrävä liitossauma				Kiin-Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	l (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
9	LL13 180x300	24	22 133	1 965	2 381	51	328	1 965	-2 435	99	
		15	22 132	1 963	-2 499	53	328	1 963	2 445	99	
13	LL13 144x200	23	11 112	11	-804	37	193	11	804	78	
		15	11 580	11	804	34	193	11	-804	78	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttel/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisten merkintöjä
Rakennusohjelman UUDISRAKENNUS			Piirustustyyli Rakennepiirustus
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Mittakaava Laskelmat + palomitoitus R-7 2 Kpl
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Suunnitteluala RAK
			Piir. n:o Ristikon tunnus R20237-R-7 P20124
Päiväys 5.8.2020		Suunnittelija Patrik Haarakangas	Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397



## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-7

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritusasteilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmissa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:  

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksille:

Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevylitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
 Suurin vaakasiirtymä tuella 5,4 mm.  
 Yläpaarten kokonaistaipuma 19,2 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten kokonaistaipuma 19,4 mm (sallittu 55,3 mm).  
 Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
 Alapaarten lopputaipuma 19,4 mm (sallittu 36,9 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F <sub>d</sub>	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	185	C24	26,4	Keskipitkä	Lumi	78 % / OK	73 % / OK
Tuki	198	C24	25,8	Keskipitkä	Lumi	72 % / OK	66 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	F <sub>d</sub> (kN)	Kuormitusyhdistelmä	M <sub>d</sub> (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		1,8	Hetkellinen	0,0	
Tuki	0,1	Hetkellinen	0,0		0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-7

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

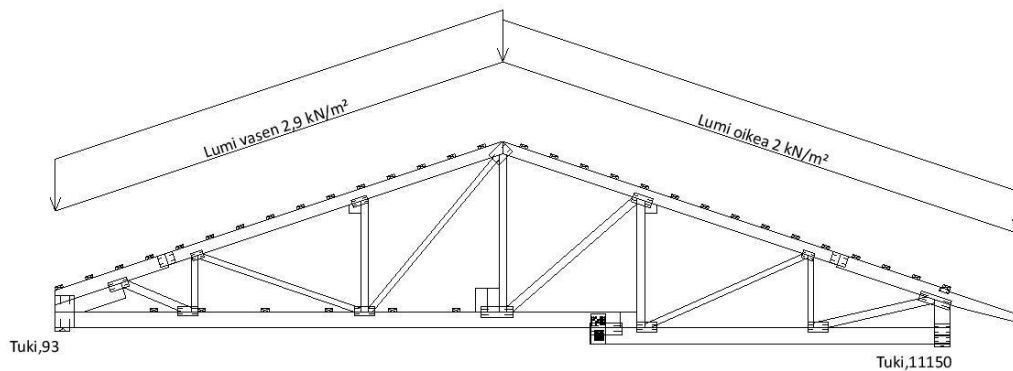
## KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 - 3,63 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

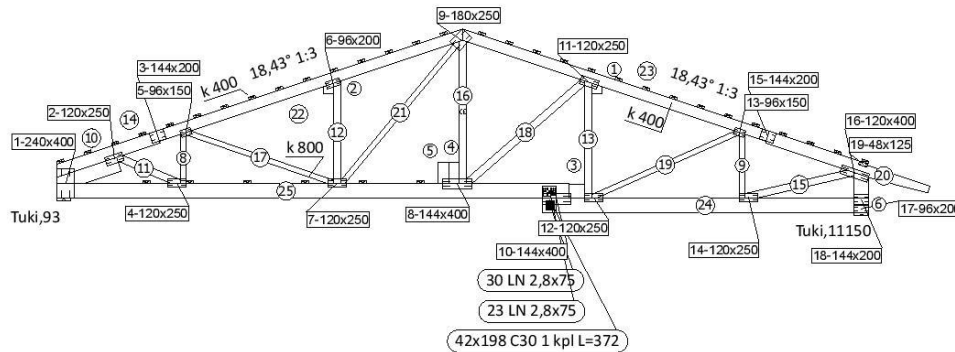
Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)



## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-7



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)	Naulat (%)
1	42x148	150	C35	2	0	0	0	0	
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0	
4	42x148	300	C35	0	0	0	-9	0	
5	42x148	300	C35	0	0	0	-1 509	1	
6	42x198	356	C30	-3 519	26	-523	-22 994	29	
7	42x198	372	C30	-163	1	-40	-64	1	28
8	42x72	712	C24	144	3	67	-5 763	27	
9	42x72	912	C24	-73	1	-67	-8 406	46	
10	42x198	900	C30	7 711	57	1 741	-16 940	53	
11	42x98	961	C30	-14	0	-38	12 115	26	
12	42x98	1 428	C30	-153	2	-144	-8 865	69	
13	42x98	1 628	C30	-19	0	94	-3 972	40	
14	42x173	1 507	C30	-6 378	53	1 885	-18 519	66	
15	42x98	1 559	C30	-988	15	327	25 160	72	
16	42x98	1 991	C30	40	1	-48	8 451	20	
17	42x72	2 171	C24	26	1	49	-2 446	67	
18	42x98	2 174	C30	30	0	4	-4 360	75	
19	42x72	2 244	C24	-63	1	68	6 103	31	
20	42x173	2 352	C30	4 572	38	-2 021	-31 321	84	
21	42x72	2 566	C24	-20	0	22	12 029	42	
22	42x148	4 480	C35	3 841	38	-1 502	-41 666	99	
23	42x148	4 480	C35	-2 736	27	1 115	-36 060	82	
24	42x200	4 524	Kerto-S	5 643	37	-3 854	34 257	86	
25	42x200	7 100	Kerto-S	-4 179	27	2 444	34 257	47	

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	$N_{cd,max}$ (N)
14	42x173	1 507	C30			400	43 612
20	42x173	2 352	C30			400	31 321
22	42x148	4 480	C35			400	43 025
23	42x148	4 480	C35			400	37 053
25	42x200	7 100	Kerto-S			800	24

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-7

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määräva liitossauma					Kiin- Nitys (%)
			A (mm²)	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)		l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)		(%)	
1	LL13 240x400	14	13 766	10 157	-731	3	64	246	10 157	318	63	69	
		10	27 517	7 654	-1 379	3	37	233	8 726	352	52	24	
		25	41 662	17 508	-1 169		29	233	17 508	-315	95	24	
2	LL13 120x250	14	9 234	13 088	-166	43	62	243	13 088	-147	49	93	
		10	8 533	8 861	-139		52	63	2 572	0	41	67	
		11	4 277	6 058	-14		60	53	2 553	-2	40	71	
3	LL13 144x200	14	11 245	7 339	-1		27	137	7 459	-35	61	47	
		22	11 249	7 339	-25		27	137	7 458	35	61	47	
		25	9 234	5 672	-43	14	25	243	5 672	-94	22	94	
4	LL13 120x250	11	9 107	6 053	-19		28	126	4 121	-13	29	40	
		8	3 312	2 343	21		46	65	1 434	5	26	67	
		22	5 148	1 607	11	17	23	143	1 632	-11	13	97	
5	LL13 96x150	8	1 867	1 680	15		52	43	746	-1	21	100	
		17	2 358	1 040	18		28	65	756	-3	12	88	
		22	6 948	2 488	-138	18	29	193	2 488	108	23	97	
6	LL13 96x200	12	2 826	2 492	-41	12	50	81	1 725	-5	23	97	
		2	3 070	3	16		8	43	134	-1	4	97	
		25	9 234	5 085	-63	14	23	243	5 085	185	22	94	
7	LL13 120x250	21	3 276	6 000	-7		81	51	2 969	-1	53	69	
		12	4 858	4 197	-53	1	56	63	1 538	3	28	67	
		17	3 450	1 228	1		15	49	670	2	16	67	
8	LL13 144x400	25	23 580	3 549	-298	71	71	393	3 549	263	9	65	
		18	3 693	2 195	10		26	65	1 249	-3	22	80	
		16	5 034	4 289	16		53	65	1 363	-1	24	65	
9	LL13 180x250	4	7 894	7	0		0	65	2	0	0	65	
		5	3 856	756	27		15	72	849	-10	18	65	
		22	12 803	10 889	57	24	38	146	5 864	26	58	41	
10	LL13 144x400	23	9 484	7 431	-91	10	45	146	5 252	-23	55	53	
		21	3 539	6 015	-2		72	56	2 883	2	65	65	
		16	6 516	4 312	-24		28	52	1 434	2	24	53	
11	LL13 120x250	24	27 734	17 251	-1 053	40	40	393	17 251	360	40	56	
		25	17 287	17 252	-117	53	53	368	17 252	-372	43	78	
		23	11 664	547	-13	14	14	243	1 697	-37	9	78	
12	LL13 120x250	13	4 230	1 126	27	4	17	56	410	-1	7	74	
		18	2 482	1 459	7		31	56	940	-2	23	99	
		1	3 078	3	-6		4	56	65	1	2	81	
13	LL13 96x150	24	9 234	465	37	14	14	243	2 812	-30	11	94	
		13	4 747	1 205	-39		20	63	601	2	11	67	
		19	6 415	3 051	-32		22	49	1 848	5	29	40	
14	LL13 120x250	23	5 148	3 644	24	17	29	143	3 644	60	26	97	
		9	1 867	2 465	-5		69	69	1 643	-4	26	100	
		19	2 289	3 058	-6		59	30	1 212	1	32	90	
15	LL13 144x200	24	9 234	12 253	117	13	54	243	12 253	178	47	94	
		15	9 921	12 582	207		56	161	9 031	0	49	37	
		9	3 312	3 047	2		59	65	2 200	-13	45	67	
16	LL13 120x400	20	11 245	6 887	-31		25	137	6 887	42	59	47	
		23	11 248	6 886	19		25	137	6 886	-42	59	47	
		20	14 934	16 204	-376	12	45	393	16 204	765	42	93	
17	LL13 96x200	6	10 270	8 784	-111		47	66	2 381	1	43	66	
		15	8 572	12 586	169		65	107	9 960	-65	81	42	
		24	16 483	2	0		0						
18	LL13 144x200	24	14 183	6 113	430	6	39	192	6 113	-318	65	53	
		6	7 517	6 111	-278		55	192	6 111	318	65	85	
		20	3 967	360	0		7						

[illegible]

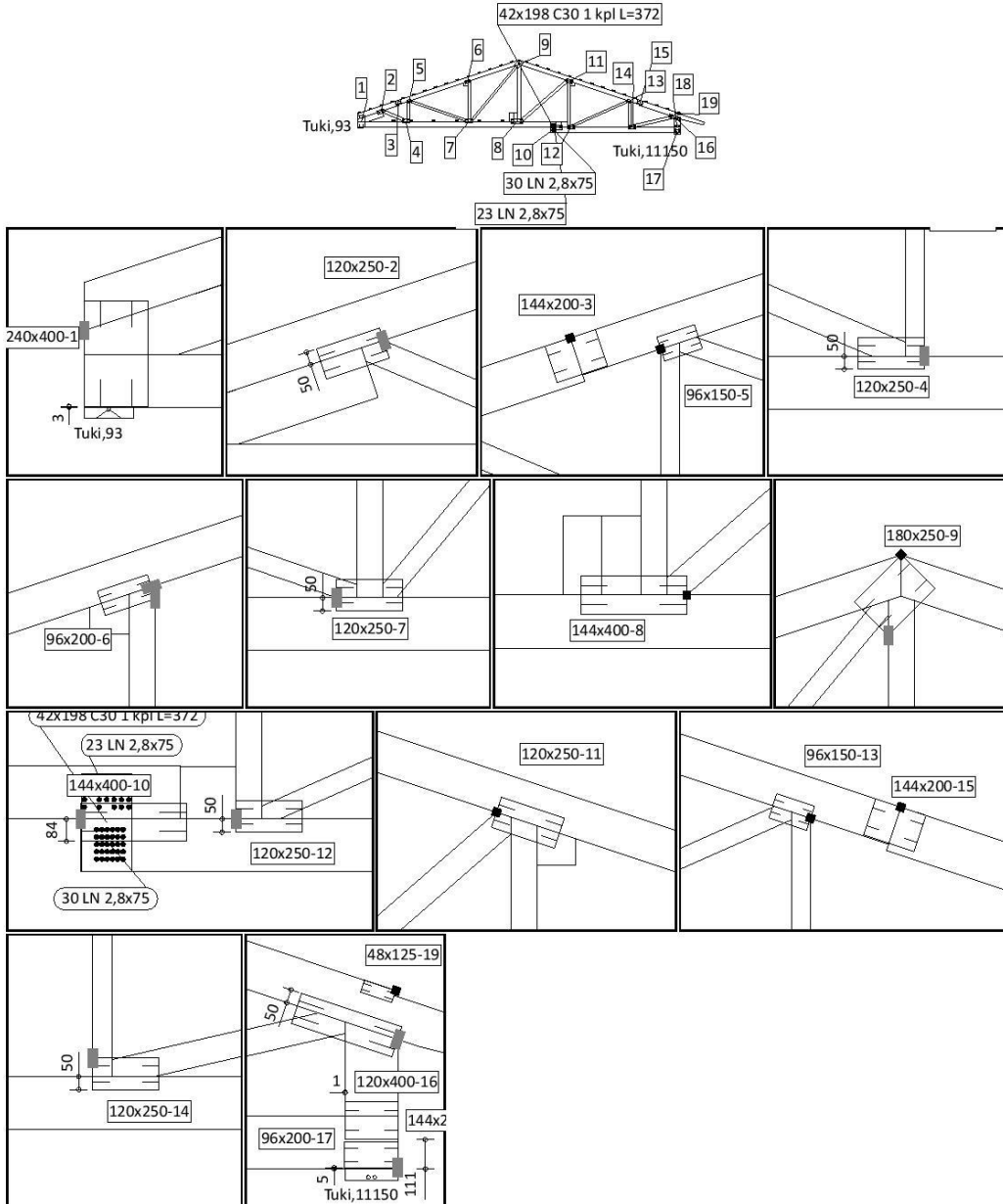
**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-7 P20124**

Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.

Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

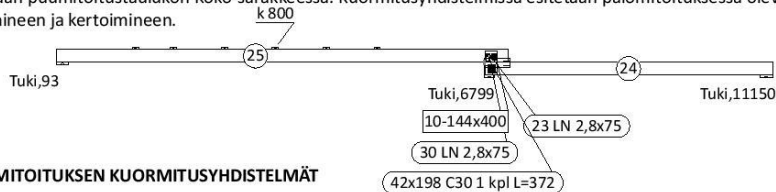


R-7 Laskelmat

12.8.2020 12.19

## PALOMITOITUS

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojatuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.



## PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 177,7 mm. Rakenteen palosuojauksen ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

## TUET PALOMITOITUKSESSA

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  $\frac{b}{d}$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	185	C24	6,4	Keskipitkä	Palo	12 % / OK	10 % / OK
Tuki	148	C24	13,1	Keskipitkä	Palo	29 % / OK	25 % / OK
Tuki	198	C24	2,5	Keskipitkä	Palo	4 % / OK	4 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		0,0		0,0	

## PUUMITOITUS

Puosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)	Naulat (%)
7	42x198	372	C30	-2 438	9	-488	-2 576	8	81
24	42x172	4 524	Kerto-S	-4 319	20	-5 451	0	76	
25	42x172	7 100	Kerto-S	-15 925	73	-8 907	0	93	

Nurjahdus- ja kiepahdustuet sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu	
				kpl		(mm)	$N_{ed,max}$ (N)
25	42x172	7 100	Kerto-S			800	0

## LIITOSMITOITUS

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrittävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
10	LL13 144x400	24	27 734	2 884	-3 495	32	393	2 884	3 453	87	
		25	17 287	2 881	3 405	53	368	2 881	-3 437	98	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttel/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisten merkintöjä
Rakennusolmenpi.de UUDISRAKENNUS			Piirustusaji Rakennepiirustus Juokseva no.
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisältö Laskelmat + palomitoitus R-8 6 Kpl Mittakaava 1:71 1:50
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Suunnitteluala RAK Pir. n:o Muutos
Päiväys 12.8.2020		Suunnittelija <b>Patrik Haarakangas</b>	Ristikon tunnus R20237-R-8 P20124 Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397 



## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-B

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasoilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmissa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:  

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022


Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksille:


Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevyliitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.  
 Suurin vaakasiirtymä tuella 5,0 mm.  
 Yläpaarteen kokonaistaipuma 16,9 mm (sallittu 55,4 mm).  
 Alapaarteen kokonaistaipuma 16,9 mm (sallittu 55,4 mm).  
 Alapaarteen hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).  
 Alapaarteen lopputaipuma 16,9 mm (sallittu 37,0 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	$F_d$	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	127	GL30c	29,0	Keskipitkä	Lumi	35 % / OK	93 % / OK
Tuki	198	C24	28,6	Keskipitkä	Lumi	 86 % / OK	74 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		-2,0	Hetkellinen Vaakatuuli vasen	0,0	
Tuki	0,2	Hetkellinen Tuulen imu	0,0		0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-8

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	1000 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

## KUORMAT:

## Kuorman tyyppi ja aikaluokka

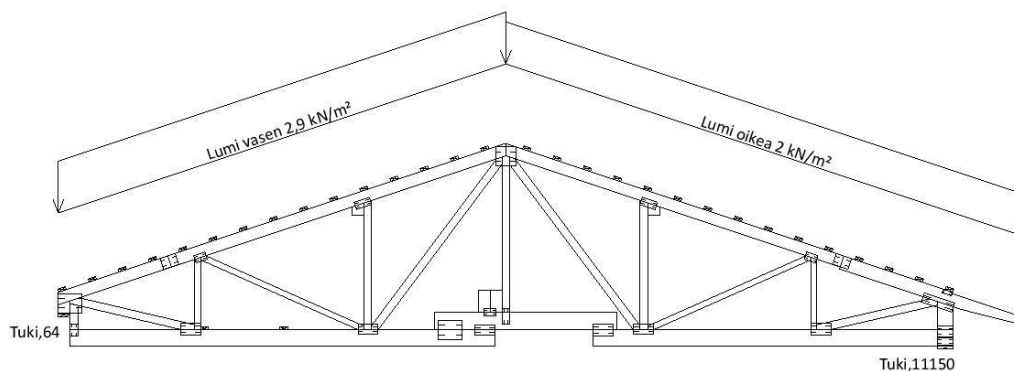
		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	2,50 - 3,63 kN/m <sup>2</sup>	1000 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	1000 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	1000 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	1000 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.

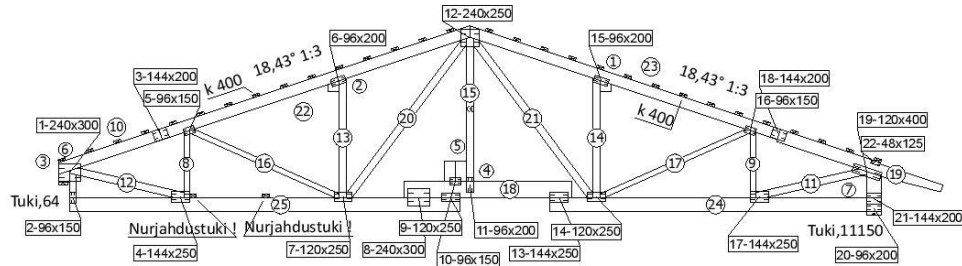
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatilä	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)



STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-8



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q <sub>d</sub> (N)	Q <sub>d</sub> (%)	M <sub>d</sub> (Nm)	N <sub>d</sub> (N)	M <sub>d</sub> & N <sub>d</sub> (%)
1	42x148	150	C35	1	0	0	0	0
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0
3	42x148	160	C35	1 275	12	-305	-29 020	35
4	42x148	277	C35	0	0	0	-9	0
5	42x148	277	C35	0	0	0	-1 508	1
6	42x98	333	C30	2 548	38	802	2 710	65
7	42x198	358	C30	-4 217	31	-679	-25 793	34
8	42x72	914	C24	59	1	71	-8 596	47
9	42x72	914	C24	-85	2	-72	-8 142	45
10	42x148	1 498	C35	-2 666	26	959	-42 466	77
11	42x98	1 560	C30	-1 256	19	-389	28 059	82
12	42x98	1 610	C30	-244	4	-331	36 213	94
13	42x98	1 630	C30	-141	2	-148	-9 864	96
14	42x98	1 630	C30	64	1	104	-7 231	70
15	42x98	1 970	C30	32	0	-30	10 158	22
16	42x72	2 245	C24	20	0	39	-1 370	41
17	42x72	2 245	C24	-45	1	-54	5 221	25
18	42x223	2 300	C35	8 188	53	-4 458	34 893	86
19	42x173	2 352	C30	5 150	43	-2 341	-35 280	97
20	42x98	2 725	C30	-51	1	-61	8 153	20
21	42x98	2 725	C30	-32	0	-16	5 721	12
22	42x148	4 480	C35	4 136	41	-1 462	-41 040	99
23	42x148	4 480	C35	-3 097	30	1 214	-39 010	88
24	42x198	4 524	C30	-3 422	25	-2 469	34 893	85
25	42x198	5 338	C30	5 093	37	3 208	34 884	99

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	N <sub>cd,max</sub> (N)
10	42x148	1 498	C35			400	42 466
19	42x173	2 352	C30			400	35 280
22	42x148	4 480	C35			400	42 548
23	42x148	4 480	C35			400	40 100
25	42x198	5 338	C30			2	0

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-8

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

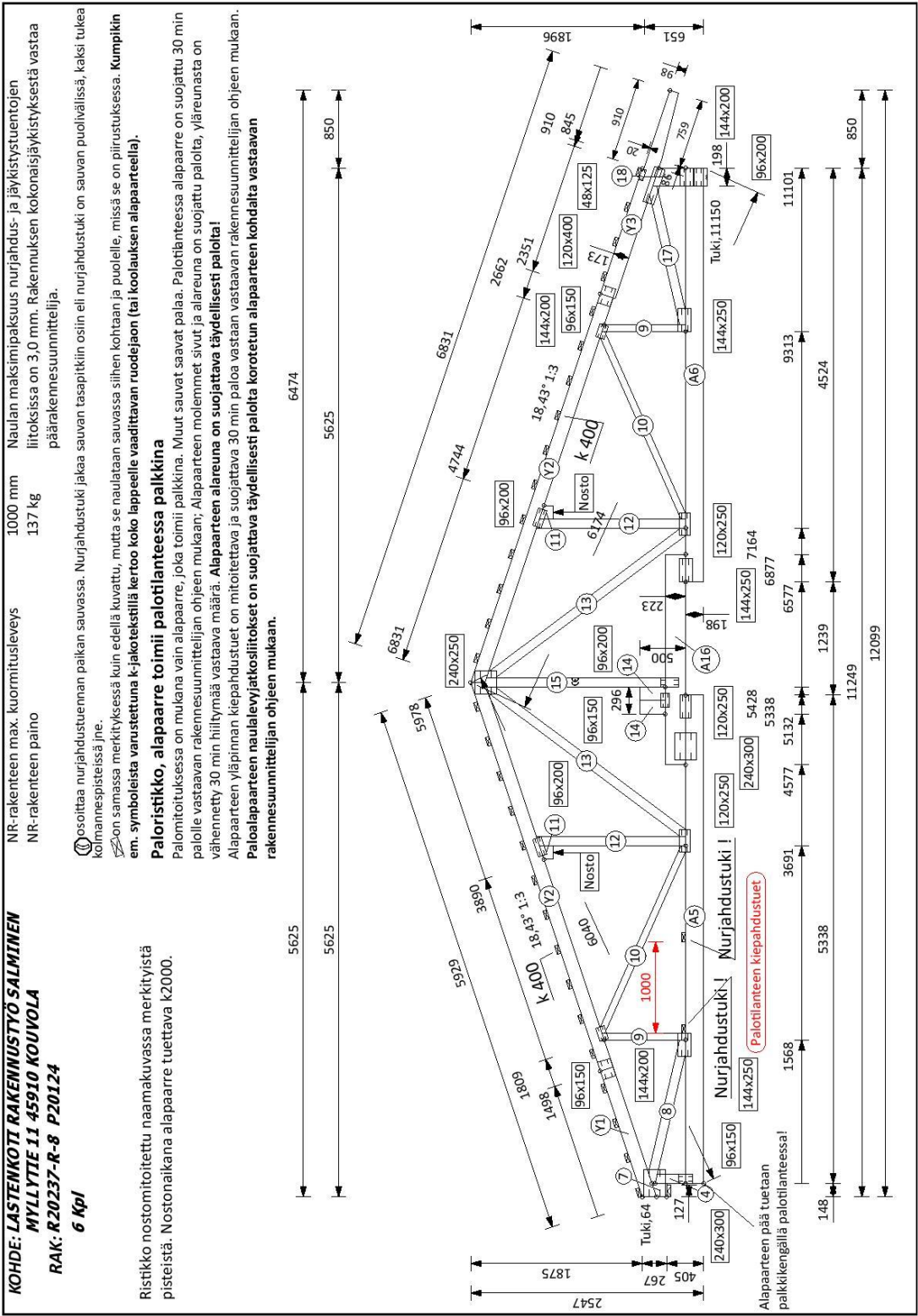
Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)		l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)		
1	LL13 240x300	10	21 897	21 382	-116	4	<b>40</b>	309	21 382	-868	<b>78</b>	56
		3	15 122	12 398	-282	6	<b>51</b>	149	9 849	171	<b>98</b>	37
		12	9 157	18 111	-182		<b>85</b>	123	9 283	68	<b>78</b>	39
		6	7 866	2 393	383	31	<b>66</b>	101	2 259	-84	<b>52</b>	45
2	LL13 96x150	25	5 179	2 390	-201	46	<b>68</b>	89	2 390	134	<b>58</b>	62
		6	5 117	2 390	54		<b>35</b>	89	2 390	-134	<b>58</b>	62
3	LL13 144x200	10	11 245	8 930	11		<b>34</b>	137	8 930	-85	<b>82</b>	47
		22	11 249	8 930	-115		<b>35</b>	137	8 930	85	<b>82</b>	47
4	LL13 144x250	25	12 150	17 640	-467	15	<b>64</b>	243	17 640	-62	<b>65</b>	75
		12	11 470	18 106	-168		<b>67</b>	149	12 070	-62	<b>73</b>	32
		8	4 032	4 236	-5		<b>68</b>	65	2 831	15	<b>56</b>	57
5	LL13 96x150	22	5 148	2 445	15	21	<b>31</b>	143	2 445	-44	<b>24</b>	97
		8	1 867	2 465	6		<b>70</b>	69	1 618	3	<b>25</b>	100
		16	2 289	557	9		<b>16</b>	30	148	0	<b>6</b>	90
6	LL13 96x200	22	6 948	2 775	-160	19	<b>32</b>	193	2 775	126	<b>26</b>	97
		13	2 826	2 779	-39	13	<b>54</b>	81	1 968	-8	<b>28</b>	97
		2	3 070	3	18		<b>9</b>	43	148	-1	<b>5</b>	97
7	LL13 120x250	25	9 234	569	10	15	<b>15</b>	243	3 178	139	<b>15</b>	94
		20	3 915	4 076	-9		<b>45</b>	55	1 797	1	<b>31</b>	76
		13	4 858	2 951	-55	1	<b>41</b>	63	1 202	3	<b>22</b>	67
		16	3 141	692	-4		<b>10</b>	51	449	2	<b>11</b>	71
8	LL13 240x300	25	31 644	12 047	1 185	27	<b>27</b>	293	12 047	-484	<b>40</b>	39
		18	31 644	12 048	218	29	<b>29</b>	293	12 048	484	<b>40</b>	39
9	LL13 120x250	25	11 290	5 623	69	25	<b>25</b>	243	5 623	95	<b>21</b>	78
		18	11 664	5 623	256	25	<b>25</b>	243	5 623	-95	<b>21</b>	78
10	LL13 96x150	18	5 148	381	-48		<b>10</b>	143	381	45	<b>11</b>	97
		4	2 092	3	2		<b>2</b>	41	28	0	<b>1</b>	97
		5	2 092	378	31		<b>31</b>	68	721	-13	<b>21</b>	97
11	LL13 96x200	18	12 282	5 078	-34	84	<b>84</b>	89	5 078	33	<b>31</b>	54
		15	2 992	5 079	15		<b>70</b>	89	5 079	3	<b>24</b>	94
12	LL13 240x250	22	13 342	10 661	163	18	<b>37</b>	105	6 042	37	<b>70</b>	40
		23	13 342	9 955	-134	26	<b>35</b>	105	5 694	-38	<b>67</b>	40
		20	5 583	4 100	-25		<b>32</b>	96	2 618	10	<b>26</b>	60
		21	5 583	2 873	5		<b>22</b>	96	1 702	-2	<b>17</b>	60
		15	9 316	5 101	-7		<b>34</b>	105	1 744	1	<b>19</b>	39
13	LL13 144x250	24	14 112	17 540	-219	45	<b>54</b>	243	17 540	-385	<b>67</b>	65
		18	14 580	17 540	-1 008	45	<b>67</b>	243	17 540	385	<b>67</b>	65
14	LL13 120x250	24	9 234	570	-5	16	<b>16</b>	243	313	-148	<b>10</b>	94
		14	4 858	2 888	8		<b>37</b>	63	865	-1	<b>16</b>	67
		17	3 149	2 604	-7		<b>36</b>	51	1 628	5	<b>24</b>	73
		21	3 915	2 849	-16		<b>32</b>	74	1 870	6	<b>19</b>	76
15	LL13 96x200	23	6 948	2 043	121	19	<b>24</b>	193	2 043	-95	<b>20</b>	97
		14	2 826	2 046	27	10	<b>40</b>	81	1 466	7	<b>21</b>	97
		1	3 070	3	-13		<b>7</b>	43	109	1	<b>3</b>	97
16	LL13 96x150	23	5 148	3 277	27	19	<b>27</b>	143	3 277	49	<b>23</b>	97
		9	1 867	2 342	-8		<b>67</b>	43	843	-1	<b>24</b>	100
		17	2 289	2 611	-8		<b>51</b>	30	1 064	1	<b>29</b>	90
17	LL13 144x250	24	12 150	13 658	257	13	<b>48</b>	243	13 658	153	<b>51</b>	75
		11	11 480	14 029	217		<b>54</b>	153	9 773	6	<b>56</b>	32
		9	4 032	3 419	-5		<b>54</b>	65	2 197	-11	<b>43</b>	57
18	LL13 144x200	19	11 245	7 381	-45		<b>27</b>	137	7 381	56	<b>65</b>	47
		23	11 247	7 380	30		<b>27</b>	137	7 380	-56	<b>65</b>	47
19	LL13 120x400	19	14 934	18 243	-381	13	<b>51</b>	393	18 243	819	<b>47</b>	93
		7	10 270	9 926	-172		<b>54</b>	66	2 889	3	<b>53</b>	66
		11	8 572	14 033	205		<b>74</b>	107	11 231	-80	<b>91</b>	42
20	LL13 96x200	24	16 483	2	0		<b>0</b>					
21	LL13 144x200	24	13 815	6 911	491	7	<b>46</b>	192	6 911	-361	<b>73</b>	54
		7	7 891	6 909	-309		<b>59</b>	192	6 909	361	<b>73</b>	82

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.

Naulalevy		Sauva	Tartunta-ala					Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
#			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)		I (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
22	LL13 48x125	19	3 967	400	0		<b>8</b>					



**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-8 P20124**

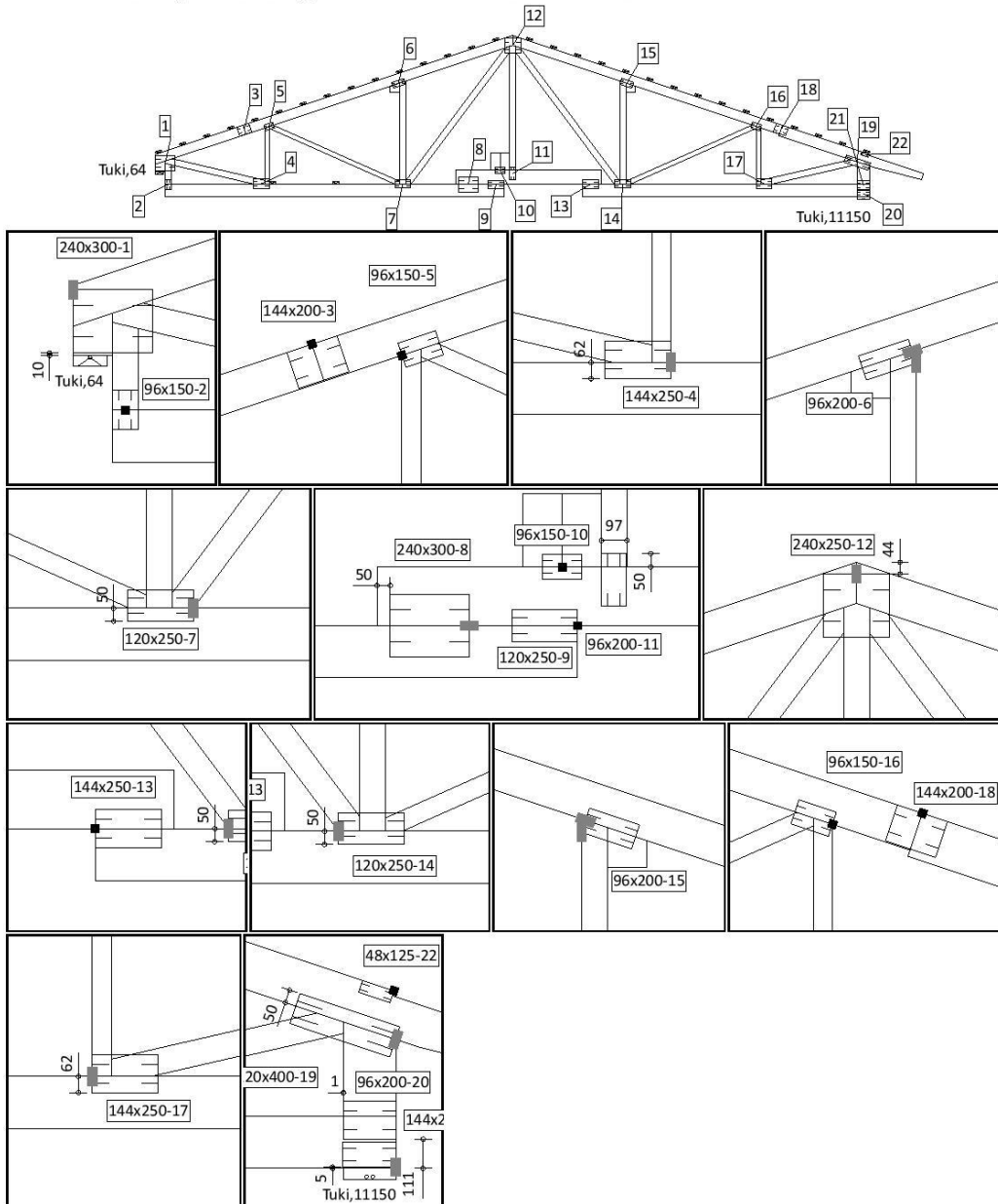
Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta: Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.



Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.



Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

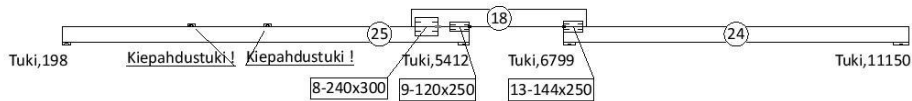


R-8 Laskelmat

12.8.2020 9.32

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojaetuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.


**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 61,2 mm. Rakenteen palosuojauksen ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	$F_d$	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	100	C24	4,9	Keskipitkä	Palo	21 % / OK	12 % / OK
Tuki	148	C24	12,9	Keskipitkä	Palo	41 % / OK	22 % / OK
Tuki	148	C24	2,5	Keskipitkä	Palo	8 % / OK	4 % / OK
Tuki	198	C24	3,8	Keskipitkä	Palo	9 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

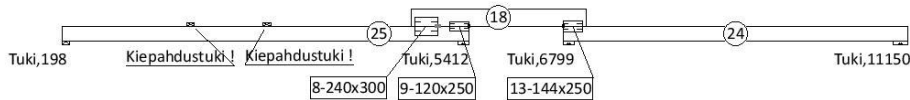


R-8 Laskelmat

12.8.2020 9.32

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojaetuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PUUMITOITUS**

Puuosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
18	42x192	2 300	C35	13 221	49	7 434	10	99
24	42x167	4 524	C30	-4 266	18	3 329	-55	84
25	42x167	5 338	C30	-6 537	28	-3 941	-42	79

Nurjahdus- ja kiepahdustuet sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{cd,max}$ (N)
25	42x167	5 338	C30			2	13 620

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrävä liitossauma				Kiin-Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	l (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
8	LL13 240x300	25	31 644	9 339	922	77	293	9 339	-522	31	
		18	31 644	9 342	-121	87	293	9 342	522	31	
9	LL13 120x250	25	11 290	11 774	248	42	243	11 774	-475	68	
		18	11 664	11 773	-671	46	243	11 773	475	68	
13	LL13 144x250	24	14 112	1 032	-1 198	24	243	1 032	1 202	70	
		18	14 580	1 034	1 195	25	243	1 034	-1 202	70	

Muutos	Päiväys	Tarkastaja	Selvitys
Kaupunginosa/Kylä 22	Korttel/Tila 12	Tontti/Rno 4	Viranomaisen merkintä
Rakennustoimengide UUDISRAKENNUS			Piirustustaji Rakennepiirustus Juokseva no
Rakennuskohde LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN MYLLYTIE 11 45910 KOUVOLA			Sisältö Laskelmat + palomitoitus R-9 6 Kpl Mittakaava 1:72 1:53
Yritys Ristek Oy Teknologiantie 1 A 200 90590 Oulu			Suunnitteluala RAK Pir, n.o Muutos
			Ristikon tunnus R20237-R-9 P20124
Päiväys 5.8.2020		Suunnittelija Patrik Haarakangas	Tarkastanut Inspecta Sertifiointi Oy:n hyväksymä vastaava NR-suunnittelija Jarmo Kajava NRSH 067 puh. 0406633397 

## RAKENNELASKELMAT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-9

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*.

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluohjelman naulalevyrakenteiden suunnitteluun.

Käytetyt yksiköt: normaali- ja leikkausvoima N, momentti Nm. Laskenta on tehty kehäteoriaa käyttäen, vastaa *Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014 Sovellusohjeen* kohdan 4.3 mukaista tarkennetun mallin menetelmää. Liitosten epäkeskisyydet ja siirtymä- sekä kiertymäjäykkyydet huomioidaan laskennassa.

Mitoitus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaaliominaisuuksille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritustasomitoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmassa olevien levytyyppien DoP:n mukaan.
- standardit EN 1991 (rakenteiden kuormat) ja EN 1990 (rakenteiden suunnitteluperusteet) sekä näihin liittyvät voimassaolevat Suomen kansalliset liitteet NA
- standardi EN 1995-1-1:2004+AC:2006+A1:2008+A2:2014 Suomen kansalliset liitteet NA
- Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 – EN 1995:2004+A1:2008+A2:2014, Sovellusohje Inspecta Sertifiointi Oy 1.2.2017 (sisältäen RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:  

<b>Naulalevyt</b>	<b>Naulalevylausunto</b>	<b>Voimassa</b>
LL13	VTT-S-02366-17	31.5.2022

Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyy- ja kestävyysominaisuuksille:

Sahatavara yleensä	1,3
Liimapuu	1,25
LVL	1,2
Naulalevyliitokset: -tartuntalujuus	1,25
-levyn lujuus (teräs)	1,1
Onnettomuusyhdistelmät	1,0

## MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 4,9 mm.


Yläpaarten kokonaistaipuma 16,4 mm (sallittu 55,3 mm).



Alapaarten kokonaistaipuma 16,5 mm (sallittu 55,3 mm).

Alapaarten hetkellinen taipuma - mm (sallittu - mm).

Alapaarten lopputaipuma 16,5 mm (sallittu 36,8 mm).

## TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	$F_d$	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	31,8	Keskipitkä	Lumi	 95 % / OK	82 % / OK
Tuki	198	C24	31,8	Keskipitkä	Lumi	 95 % / OK	82 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

ID	Veto			Leikkaus			Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä		$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,1	Hetkellinen	Tuulen imu	-1,8	Hetkellinen	Vaakatuuli vasen	0,0	
Tuki	0,1	Hetkellinen	Tuulen imu	0,0			0,0	

## KUORMITUSTIEDOT

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-9

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Käytetty CE-merkintämenetelmä	M3b
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	900 mm
Naulalevyjen sijoitustoleranssi	7 mm
Ristikolla lumiaste	Kyllä

## KUORMAT:

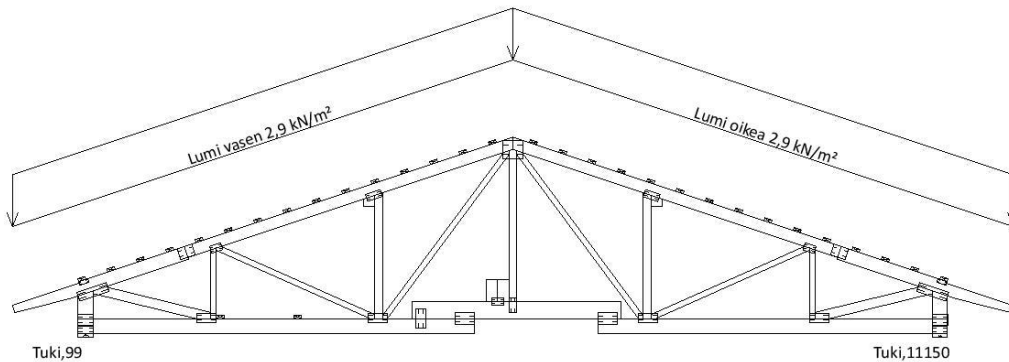
## Kuorman tyyppi ja aikaluokka

		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	3,63 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Tuuli	He	0,60 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,40 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,50 kN/m <sup>2</sup>	900 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	- kN/m <sup>2</sup>	- mm

## KUORMITUSYHDISTELMÄT:

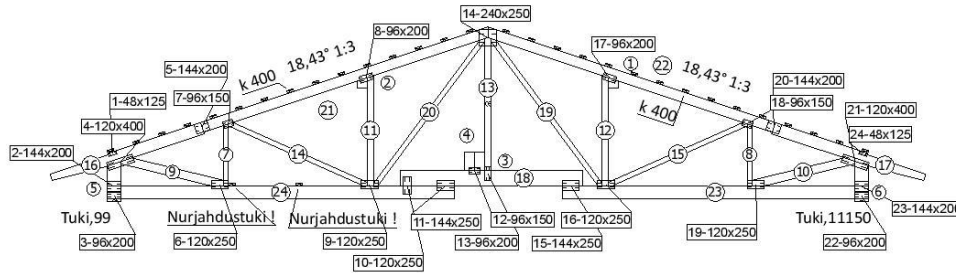
Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.  
Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muotokerrointa μ.

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	MRT	Py	Omapaino	1,35*(Omapaino yp + Omapaino ap)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Lumi vasen + 0,75*Lumi oikea)
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,75*Lumi vasen + 1,5*Lumi oikea)
5	MRT	He	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Imu vasen + 1,5*Imu oikea)
6	MRT	He	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli vasen + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
7	MRT	He	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Tuuli oikea + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
8	MRT	Ly	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,5*Huoltokuorma + 1,5*Huoltokuorma)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (1,05*Lumi vasen + 0,52*Lumi oikea)
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,52*Lumi vasen + 1,05*Lumi oikea)
12	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + Lumi oikea)
13	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)
14	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + Lumi oikea)
15	KRT	He	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli vasen + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
16	KRT	He	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Tuuli oikea + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
17	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)
18	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,7*Lumi vasen + 0,35*Lumi oikea)
19	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,35*Lumi vasen + 0,7*Lumi oikea)



## STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-9



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
1	42x148	150	C35	1	0	0	0	0
2	42x148	150	C35	-1	0	0	0	0
3	42x148	277	C35	0	0	0	0	0
4	42x148	277	C35	0	0	0	-1 508	1
5	42x198	358	C30	4 530	33	842	-29 159	40
6	42x198	358	C30	-4 661	34	-861	-28 958	41
7	42x72	914	C24	93	2	77	-8 283	47
8	42x72	914	C24	-92	2	-80	-9 123	51
9	42x123	1 560	C35	2 561	30	-453	30 763	61
10	42x123	1 560	C35	-2 571	30	466	30 245	61
11	42x98	1 630	C30	-119	2	-136	-9 043	88
12	42x98	1 630	C30	86	1	130	-9 002	87
13	42x98	1 970	C30	48	1	-16	11 529	23
14	42x72	2 245	C24	28	1	50	2 893	17
15	42x72	2 245	C24	-44	1	-57	4 077	22
16	42x173	2 352	C30	-7 642	64	2 216	-38 453	96
17	42x173	2 352	C30	7 473	63	-2 240	-38 090	96
18	42x223	2 701	C35	7 635	50	-4 434	35 674	87
19	42x72	2 724	C24	29	1	-32	6 808	27
20	42x72	2 724	C24	-33	1	-39	5 721	25
21	42x148	4 480	C35	3 839	38	-1 436	-39 814	94
22	42x148	4 480	C35	-3 812	37	1 439	-40 602	95
23	42x198	4 524	C30	-4 463	33	-2 531	35 674	87
24	42x198	5 126	C30	5 300	39	1 936	35 663	75

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	N <sub>cd,max</sub> (N)
16	42x173	2 352	C30			400	38 453
17	42x173	2 352	C30			400	38 090
21	42x148	4 480	C35			400	41 172
22	42x148	4 480	C35			400	41 960
24	42x198	5 126	C30			2	4

Rakennelaskelmat  
LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ  
SALMINEN, R-9

## LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella suluissa. "Halkeama"-sarakeessa ilmoitetaan mahdollisen syitä vastaan kohtisuoran vedon käyttöaste ja "Kiinnitys"-sarakeessa levyn kiinnityspituuden käyttöaste.

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala					Määrittävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)		l (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)		
1	LL13 48x125	16	3 967	498	0		<b>9</b>					
2	LL13 144x200	24	13 815	7 764	-472	6	<b>49</b>	192	7 764	331	<b>74</b>	54
		5	7 891	7 762	276		<b>63</b>	192	7 762	-331	<b>74</b>	82
3	LL13 96x200	24	16 483	2	0		<b>0</b>					
4	LL13 120x400	16	14 934	19 978	720	12	<b>58</b>	393	19 978	-1 199	<b>55</b>	93
		5	10 270	11 076	233		<b>61</b>	66	3 379	-4	<b>62</b>	66
		9	10 028	15 390	-358		<b>72</b>	166	13 344	134	<b>69</b>	45
5	LL13 144x200	16	11 245	7 796	22		<b>29</b>	137	7 796	-48	<b>67</b>	47
		21	11 249	7 796	-36		<b>28</b>	137	7 796	48	<b>67</b>	47
6	LL13 120x250	24	9 234	14 926	-185	15	<b>67</b>	243	14 926	-174	<b>56</b>	94
		9	9 994	15 384	-172		<b>65</b>	171	11 017	-40	<b>57</b>	40
		7	3 312	3 951	9		<b>77</b>	65	2 720	14	<b>54</b>	67
7	LL13 96x150	21	5 148	2 625	-14	17	<b>25</b>	143	2 625	-42	<b>21</b>	97
		7	1 867	2 384	10		<b>69</b>	43	886	0	<b>25</b>	100
		14	2 289	1 658	3		<b>32</b>	30	639	-1	<b>18</b>	90
8	LL13 96x200	21	6 948	2 547	-147	17	<b>30</b>	193	2 547	116	<b>24</b>	97
		11	2 826	2 550	-36	12	<b>50</b>	81	1 805	-7	<b>26</b>	97
		2	3 070	3	16		<b>9</b>	43	136	-1	<b>4</b>	97
9	LL13 120x250	24	9 234	488	-3	14	<b>14</b>	243	1 695	-62	<b>9</b>	94
		20	2 612	2 860	1		<b>49</b>	35	1 224	1	<b>33</b>	78
		11	4 858	2 536	-48		<b>35</b>	63	1 038	2	<b>19</b>	67
		14	4 088	1 652	-4		<b>18</b>	63	803	-3	<b>11</b>	58
10	LL13 120x250	24	12 769	6 815	500	29	<b>50</b>	113	6 815	-103	<b>69</b>	37
		18	12 769	6 815	316	31	<b>39</b>	113	6 815	92	<b>69</b>	37
11	LL13 144x250	24	14 112	11 282	196	33	<b>36</b>	243	11 282	201	<b>43</b>	65
		18	14 580	11 283	593	34	<b>42</b>	243	11 283	-201	<b>43</b>	65
12	LL13 96x150	18	5 148	381	-48		<b>10</b>	143	381	45	<b>11</b>	97
		3	2 092	3	2		<b>2</b>	41	28	0	<b>1</b>	97
		4	2 092	378	31		<b>31</b>	68	721	-13	<b>21</b>	97
13	LL13 96x200	18	12 282	5 763	-29	96	<b>96</b>	89	5 763	29	<b>33</b>	54
		13	2 992	5 764	8		<b>79</b>	89	5 764	12	<b>30</b>	94
14	LL13 240x250	21	13 342	10 241	159	22	<b>36</b>	105	5 782	36	<b>67</b>	40
		22	13 342	10 644	-163	21	<b>37</b>	105	6 024	-37	<b>70</b>	40
		20	4 491	2 876	-1		<b>28</b>	51	1 427	3	<b>27</b>	54
		19	4 491	3 404	-4		<b>34</b>	51	1 637	-3	<b>31</b>	54
		13	9 316	5 787	3		<b>39</b>	105	1 951	0	<b>21</b>	39
15	LL13 144x250	23	14 112	17 990	-256	58	<b>58</b>	243	17 990	-359	<b>68</b>	65
		18	14 580	17 990	-1 000	59	<b>69</b>	243	17 990	359	<b>68</b>	65
16	LL13 120x250	23	9 234	510	3	14	<b>14</b>	243	1 023	-147	<b>11</b>	94
		12	4 858	3 155	18		<b>40</b>	63	1 011	-1	<b>18</b>	67
		15	4 088	2 110	-9		<b>23</b>	51	1 271	4	<b>18</b>	58
		19	2 612	3 388	-11		<b>58</b>	35	1 287	0	<b>34</b>	78
17	LL13 96x200	22	6 948	2 542	150	17	<b>30</b>	193	2 542	-119	<b>24</b>	97
		12	2 826	2 546	33	13	<b>49</b>	81	1 825	8	<b>26</b>	97
		1	3 070	3	-16		<b>9</b>	43	135	1	<b>4</b>	97
18	LL13 96x150	22	5 148	3 110	19	17	<b>28</b>	143	3 110	51	<b>24</b>	97
		8	1 867	2 623	-8		<b>75</b>	43	936	-1	<b>26</b>	100
		15	2 289	2 116	-4		<b>41</b>	30	871	1	<b>24</b>	90
19	LL13 120x250	23	9 234	14 672	147	13	<b>66</b>	243	14 672	205	<b>56</b>	94
		10	9 994	15 125	198		<b>65</b>	171	10 914	25	<b>56</b>	40
		8	3 312	3 896	-5		<b>75</b>	65	2 730	-15	<b>55</b>	67
20	LL13 144x200	17	11 245	7 787	-22		<b>28</b>	137	7 787	47	<b>66</b>	47
		22	11 248	7 786	34		<b>28</b>	137	7 786	-47	<b>66</b>	47
21	LL13 120x400	17	14 934	19 796	-694	12	<b>57</b>	393	19 796	1 169	<b>54</b>	93
		6	10 270	11 002	-243		<b>61</b>	66	3 418	4	<b>63</b>	66
		10	10 028	15 131	360		<b>71</b>	166	13 145	-136	<b>68</b>	45
22	LL13 96x200	23	16 483	2	0		<b>0</b>					

Naulalevyjen laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.


#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määrävä liitossauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	F <sub>A,Ed</sub> (N)	M <sub>A,Ed</sub> (Nm)	Halkeama (%)	I (mm)	F <sub>Ed</sub> (N)	M <sub>Ed</sub> (Nm)	(%)	
23	LL13 144x200	23	13 815	7 743	488	6	192	7 743	-344	<b>75</b>	54
		6	7 891	7 742	-286	<b>63</b>	192	7 742	344	<b>75</b>	82
24	LL13 48x125	17	3 967	498	0	<b>9</b>					


[illegible]

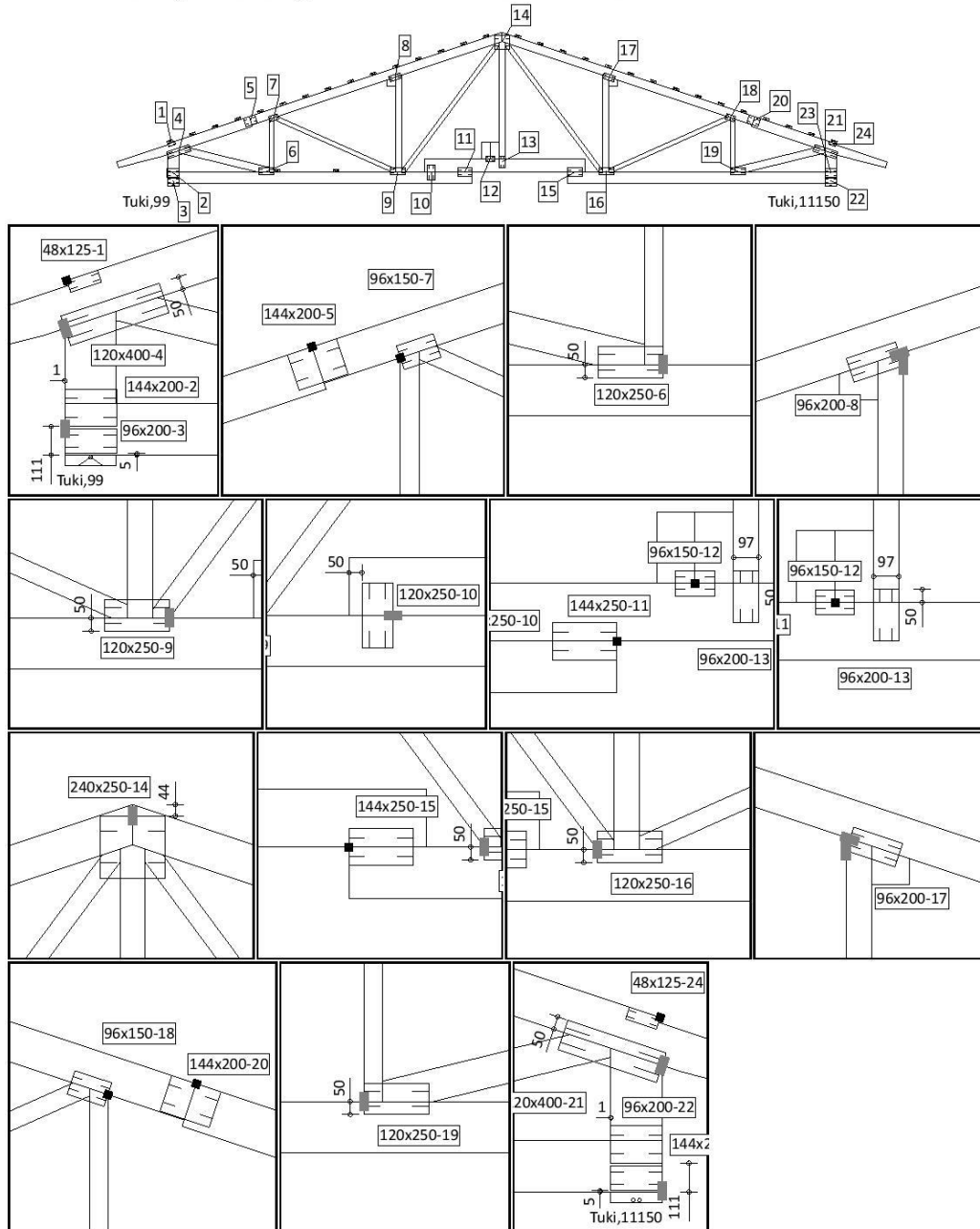


**LIITOSDETALJIT 1:20 LASTENKOTI RAKENNUSTYÖ SALMINEN RAK: R20237-R-9 P20124**

**Naulalevyjen kohdistuksesta ja suunnasta:** Vastakkaisilta sivuilta lähtevät viivanpäätkät osoittavat naulalevyn pääsuunnan eli piikkien työstösuunnan.

 Musta neliö levyn kohdistuspisteessä (keskipiste, kulmat tai sivujen keskipisteet) tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä pisteestä neliön kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai sahauksen keskipisteeseen.

 Harmaa suorakaide levyn reunalla tai kulmassa tarkoittaa, että levy on sidottu kyseisestä kohdasta suorakaiteen kohdalla olevaan sauvaan kulmaan tai reunaan. Suorakaiteen pidemmän sivun suunta osoittaa, mihin suuntaan levy on sidottu. Yhdessä levyssä voi olla useampi suorakaide sitomassa levyn paikka yksikäsitteisesti. Jos levyä ei voi sitoa yksikäsitteisesti, puuttuva suunta tai suunnat ilmoitetaan mittaluvuin.

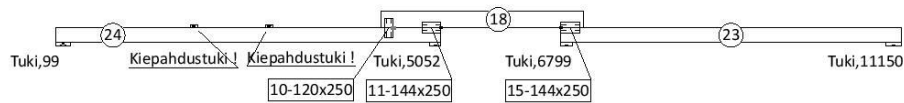


R-9 Laskelmat

12.8.2020 9.43

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojaetuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PALOMITOITUKSEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pi=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.

Lumikuormien kertoimissa ei ole mukana muutokertointa  $\mu$ .

#	Rajatila	Aikal.	Nimi	Kuormitusyhdistelmä
1	Tulip.	Ke	Palo	(Omapaino yp + Omapaino ap) + (0,5*Lumi vasen + 0,5*Lumi oikea)

**MUODONMUUTOKSET:** Rakenteen suurin siirtymä palotilanteen kuormilla on 47,3 mm. Rakenteen palosuojaus ja osastoinnin tulee toimia myös kyseisen siirtymän vaikuttaessa.

**TUET PALOMITOITUKSESSA**

Tukien laskentatulokset puristukselle. (  $\frac{E_{eff}}{E_{0,05}}$  = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	$F_d$	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)		(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	198	C24	4,3	Keskipitkä	Palo	11 % / OK	5 % / OK
Tuki	148	C24	10,3	Keskipitkä	Palo	33 % / OK	18 % / OK
Tuki	148	C24	5,4	Keskipitkä	Palo	17 % / OK	9 % / OK
Tuki	198	C24	4,3	Keskipitkä	Palo	11 % / OK	5 % / OK

Ei-puristaviin maksimirasitukset.

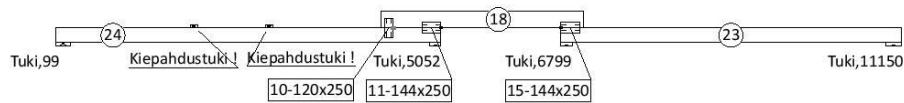
ID	Veto		Leikkaus		Momentti	
	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$F_d$ (kN)	Kuormitusyhdistelmä	$M_d$ (kNm)	Kuormitusyhdistelmä
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		0,0		0,0	
Tuki	0,0		0,1		0,0	
Tuki	0,0		-0,1		0,0	

R-9 Laskelmat

12.8.2020 9.43

**PALOMITOITUS**

Palomitoitus tehdään NR-suunnitteluohjeen ja Puurakenteiden suunnitteluohjeen (RIL 205-2-2009 Puurakenteiden palomitoitus) mukaan käyttäen tehollisen poikkileikkauksen menetelmää. Palomitoituksessa mukana olevat tuet ja nurjahdus- sekä kiepahdustuet oletetaan palotilanteessa suojaetuiksi (rakennesuunn. ohjeen mukaan). Palotilanteessa rakenne on suojattu 30 min palolle vastaavan rakennesuunnittelijan ohjeen mukaan, tässä palkin molemmat sivut ja alapinta. Alapinta on suojattava täydellisesti palolta. Yläpinnasta on vähennetty 30 min hiiltymää vastaava määrä. Ao. kuvassa näytetään palomitoituksessa mukana olevat sauvat. Hiiltymisen jälkeen jäävä sauvan tehollinen poikkileikkaus esitetään puumitoitustaulukon Koko-sarakkeessa. Kuormitusyhdistelmissä esitetään palomitoituksessa olevat yhdistelmät kuormineen ja kertoimineen.

**PUUMITOITUS**

Puuosien laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	$Q_d$ (N)	$Q_d$ (%)	$M_d$ (Nm)	$N_d$ (N)	$M_d$ & $N_d$ (%)
18	42x192	2 701	C35	-13 620	51	5 770	7	85
23	42x167	4 524	C30	-4 729	20	3 715	-64	94
24	42x167	5 126	C30	4 635	20	-3 842	-40	64

Nurjahdus- ja kiepahdustuet sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{cd,max}$ (N)
24	42x167	5 126	C30			2	7 641

**LIITOSMITOITUS**

Naulalevyjen laskentatulokset palotilanteessa. Maksimiavot kaikista kuormitustapauksista.

#	Naulalevy	Sauva	Tartunta-ala				Määräävä liitossauma				Kiin-Nitys (%)
			A (mm <sup>2</sup> )	$F_{A,Ed}$ (N)	$M_{A,Ed}$ (Nm)	Halkeama (%)	l (mm)	$F_{Ed}$ (N)	$M_{Ed}$ (Nm)	(%)	
10	LL13 120x250	24	12 769	5 672	308	65	113	5 672	-104	44	
		18	12 769	5 673	160	75	113	5 673	75	42	
11	LL13 144x250	24	14 112	7 691	302	24	243	7 691	-456	54	
		18	14 580	7 689	-589	27	243	7 689	456	54	
15	LL13 144x250	23	14 112	194	-1 379	40	243	194	1 378	85	
		18	14 580	193	1 379	37	243	193	-1 378	85	