

Tiia Haveri

PUURAKENTEISTEN VÄLIPOHJAPALKKIEN VERTAILU

PUURAKENTEISTEN VÄLIPOHJAPALKKIEN VERTAILU

Tiia Haveri
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Talonrakennustekniikka

Tekijä: Tiia Haveri

Opinnäytetyön nimi: Puurakenteisten välipohjapalkkien vertailu

Työn ohjaaja: Pekka Kilpinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 27 + 3 liitettä

Työn tavoitteena oli perehtyä pientalojen erilaisiin puurakenteisiin välipohjaratkaisuihin ja vertailla niiden soveltuvuuksia keskenään. Työn lähtökohtana oli lisätä tietoa easi-joist- sekä vaarnapalkista ja luoda kyseisille palkeille lisää vertailudataa sekä tunnettavuutta.

Työssä perehdyttiin välipohjien suunnitteluperusteisiin ja nostettiin esille tuleva eurokoodiuudistus, joka tulee vaikuttamaan myös Suomessa välipohjien värähtelymitoitukseen. Työssä esiteltiin vertailukohteena olevat välipohjapalkit ja kerrottiin niiden ominaisuuksista. Palkkeja vertailtiin eri näkökulmista, joita olivat muun muassa palkkien asennus, kustannukset, toimitusajat sekä palkkien mahdollistamat jänneväliä.

Vertailussa huomattiin, että palkkityyppien kannattavuus vaihtelee kohdekohtaisesti. Vaarnapalkki on hyvä valinta, kun jänneväliä ovat pieniä ja palkit tilataan ristikoiden yhteydessä. Vaarnapalkit toimitetaan mittatarkkoina, jolloin niiden kannattavuutta lisää myös mahdolliset loveukset palkissa. Kertopuupalkin etuna on nopea saatavuus suoraan rautakaupasta sekä palkin mahdollistamat jänneväliä. Easi-joist-palkin kilpailukykyä jänneväliä lisäksi parantaa sen nopea ja vaivaton asennus sekä talotekniikan ratkaisujen yksinkertaisuus. Kustannusvertailussa huomioitiin vain tämänhetkiset juoksumetrihinnat markkinoilla. Vertailussa huomattavasti edullisimmiksi palkeiksi osoittautuivat vaarnapalkki sekä easi-joist-palkki.

Asiasanat: VÄLIPOHJA, EASI-JOIST, PIENTALO, PUURAKENTEET, TALONRAKENNUS

ABSTRACT

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

Author: Tiia Haveri
Title of thesis: Comparison of Wooden Intermediate Floors
Supervisor: Pekka Kilpinen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024
Number of pages: 27 + 3 appendices

The main purpose of this thesis was to compare different intermediate floors with timber structures. The second purpose was to create more data and recognizability to easi-joist-beam and mechanically laminated beams.

The beginning part of the work deals with the basics of the structural design of intermediate floors and the upcoming Eurocode reform which will have effect on vibration design of intermediate floors in Finland. After that the work covers three different beams and their qualities which were contrasted at the last part of the work. Different aspects in these beams were compared which were for example maximum spans, cost estimates, installation, and delivery times.

The result of the work was that profitability of the beam type depends on the construction project. Mechanically laminated beams are a good choice if the spans are short and also if the beams are ordered with roof trusses. Also, if there are holes in the beam, mechanically laminated beams are a good option because they are delivered as made-to-measure. The advantage of the laminated veneer lumber beam seems to be fast availability straight from hardware stores and also spans which the beam makes possible. In the cost comparison, only the current market prices for lineal meter were taken into account. Inexpensive options seemed to be mechanically laminated beam and easi-joist-beam.

Keywords: INTERMEDIATE FLOORS, EASI-JOIST, TIMBER STRUCTURES, HOUSE BUILDING

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Pekka Kilpistä sujuvasta työn ohjauksesta. Haluan myös kiittää koko Ristek Oy:n väkeä tuesta ja kannustavasta ilmapiiristä. Erityiskiitokset Jarmo Kajavalle ja Antti Kyöstille työni ohjaamisesta ja avusta työn tekemisessä. Kiitän myös kaikkia haastateltuja henkilöitä yhteistyöstä.

Kiitokset opiskelukavereille yhteisistä opiskeluajoista ja vertaistuesta. Iso kiitos Veikka Vikstedtille opetusvideoista ja avusta opiskeluaikoina.

Suurin kiitos äidilleni korvaamattomasta tuesta ja kannustuksesta opintojeni aikana.

Oulussa 8.4.2024

Tiia Haveri

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	PIENTALOJEN PUURAKENTEISET VÄLIPOHJAT	8
2.1	Palkiston kiepahdus- ja nurjahdustuenta	8
2.2	Palkkivälipohjan äänitekniikka	9
2.3	Värähtelymitoitus ja sallitut taipumat	10
3	PUURAKENTEISET VÄLIPOHJAPALKIT	11
3.1	Easi-joist-palkki	11
3.2	Kertopuupalkki.....	14
3.3	Vaarnapalkki.....	15
4	VÄLIPOHJAPALKKIEN VERTAILU	16
4.1	Asennus ja kiinnitys.....	16
4.2	Tilaus ja toimitus.....	17
4.3	Kustannusvertailu	18
4.4	Jännevälit.....	18
4.4.1	Maksimijännevälit.....	19
4.4.2	Lattiarakenteen vaikutus maksimijänneväleihin	20
4.4.3	Mitoitus ilman värähtelyä.....	21
5	YHTEENVETO	23
	LÄHTEET.....	25
	Liite 1 Palkkilaskelmat (OSB-levy ja betonilaatta)	
	Liite 2 Palkkilaskelmat (OSB-levy)	
	Liite 3 Palkkilaskelmat ilman värähtelymitoitusta	

1 JOHDANTO

Suomessa usein käytetään pientaloissa välipohjan kantavana rakenteena puurakenteisia palkkeja. Markkinoilla on tällä hetkellä erityyppisiä välipohjapalkkiratkaisuja: perinteisiä liimapuupalkkeja, ristikkorakenteisia palkkeja sekä naulalevyrakenteisiin kuuluvia palkkeja. Eri palkkityyppien edut vaihtelevat, minkä takia eri välipohjaratkaisut soveltuvat vaihtelevasti eri kohteisiin.

Työn tavoitteena on vertailla puurakenteisten välipohjapalkkien ominaisuuksia sekä perehtyä eri palkkien tuomiin etuihin sekä haasteisiin erilaisista näkökulmista. Lisäksi työn tarkoituksena on luoda vertailudataa sekä tunnettavuutta easi-joist-palkille, joka on suhteellisen uusi tuote välipohjamarkkinoilla.

Työn alussa käydään läpi välipohjarakenteiden suunnittelun perusteita. Sen jälkeen esitellään vertailukohteina olevat välipohjapalkit ja perehdytään niiden ominaisuuksiin, minkä jälkeen vertailaan eri palkkien soveltuvuutta välipohjan kannattajaksi eri näkökulmista. Vertailunäkökulmina työssä käytetään palkkien mahdollistamia maksimijännevälejä, juoksumetrihintoja, toimitusaikoja sekä palkkien asennusta.

Työn tilaajana on Ristek Oy, joka on perustettu vuonna 2007 nimellä Lahti Levy Oy. Ristek valmistaa naulalevyjä kattoristikkovalmistajille ja tuo maahan easi-joist-metallisauvoja. Lisäksi Ristek suunnittelee kattoristikoita ja easi-joist-palkkeja asiakkailleen omalla 3DTrussme-ohjelmalla.

2 PIENTALOJEN PUURAKENTEISET VÄLIPOHJAT

Välipohja toimii pientaloissa kantavana vaakarakenteena, joka tyypillisesti välittää kuormituksen kantaville seinille ja sitä kautta perustuksille (1). Puurakenteisten välipohjien suunnittelussa tulee ottaa huomioon rakennusosan jäykistys, taipuma sekä värähtely (2, s. 2). Välipohja mitoitetaan murto-, käyttö- sekä onnettomuusrajatilassa eli palotilanteessa (3). Välipohjan mitoituksessa huomioitavia kuormia ovat rakenteen omapaino, hyötykuorma sekä kevyiden väliseinien omapaino (4, s. 14).

Pientalon puurakenteinen välipohjarakenne voi yksinkertaisimmillaan koostua puupalkistosta, jonka pintaan kiinnitetään rakennuslevy tai lattialaudoitus. Välipohjarakenteet tulee suunnitella niin, että ne täyttävät rakennusosalta vaaditut ääneneristävyyssarvot. Askelääneneristysvaatimus saavutetaan esimerkiksi joustavilla lattianpäällysteillä ja ilmaääneneristävyyksvaatimukset riittävän tiiviillä kerroksellisilla rakenteilla. (2, s. 3, 28.)

2.1 Palkiston kiepahdus- ja nurjahdustuenta

Hoikasta poikkileikkauksesta johtuen palkiston suunnittelussa tulee huomioida kiepahdus- ja nurjahdustuenta, jotta rakenteen kantokyvyn voi hyödyntää kokonaisuudessaan. Taivutusrasitus voi aiheuttaa palkkien kiepahduksen tukemattomasta puristetusta reunasta. Palkki voi myös joissakin tapauksissa nurjahtaa, jos siihen syntyy aksiaalista puristavaa voimaa. Ristikkorakenteisten palkkien paarteet tulee tukea nurjahdusta ja kiepahdusta vastaan poikkileikkauksen heikommassa suunnassa. (5.)

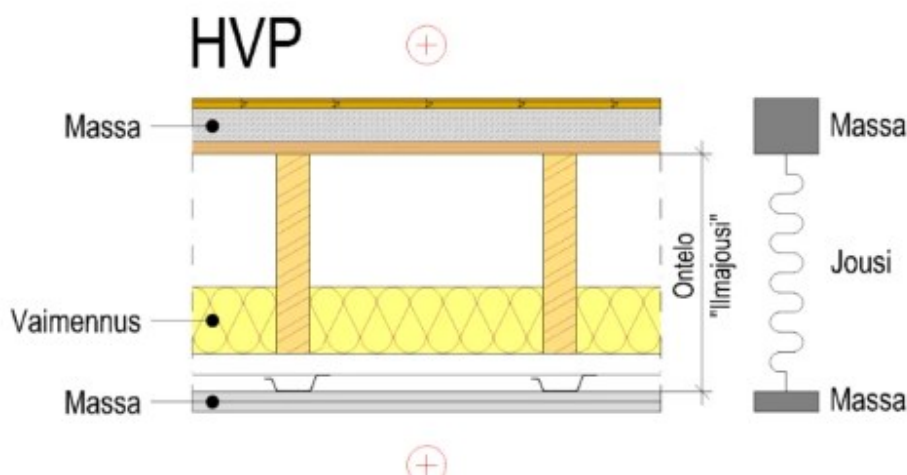
Palkiston päällä oleva levytys on helppo keino estää kiepahdus sekä nurjahdus poikkileikkauksen heikommassa suunnassa. Jos palkiston päälle ei tule levytystä, voidaan tukena käyttää palkkien väliin asennettavia välikapuloita tai palkiston päälle asennettavia soiroja. (5.)

2.2 Palkkivälipohjan ääniteknikka

Puurakenteisen asuinrakennuksen välipohjan suunnittelussa tulee huomioida ilmaäänien eristämisen lisäksi myös asumisesta aiheutuvat askeläänet. Asuinrakennuksen ääneneristävyysvaatimusten täyttäminen pelkän puurakenteen massan avulla on käytännössä mahdotonta, sillä puu on materiaalina niin kevyttä. (6, s. 14.) Ääneneristys puurakennuksen rakennusosissa perustuu pääasiassa toisistaan erillään oleviin levymäisiin pintoihin, joiden välissä on ilmaväli (7).

Palkkivälipohjassa kaksinkertainen välipohjarakenne toteutetaan käyttäen massoina alakattolevytystä ja palkkien päällä olevaa kansirakennetta, jolloin rakenne toimii jousi-massa-yhdistelmänä (kuva 1). Välipohjassa tulee olla joustavan rakenteen varaan asennettu alakattolevytys sekä kelluva pintalaatta tai riittävän joustava lattiapäällyste massiivisen kansirakenteen kanssa, jotta ääneneristävyysvaatimukset täyttyvät. (6, s. 30.)

Pintalaatta voi olla kelluva eli askelääneneristeen päällä, jolloin se vaimentaa sivutiesiirtymiä. Se voidaan toteuttaa rakennuslevyillä tai valamalla. Vaihtoehtoisesti pintalaatta voi olla myös kiinteä eli kiinni välipohjan palkkirungossa, jolloin se tavallisesti toteutetaan betonirakenteisena ja sen päällä tulee olla riittävän joustava lattiapäällyste. Joustavia lattiapäällysteitä ovat muun muassa muovimatot sekä parketti, joka on joustavan kerroksen päällä. (6, s. 32.)



KUVA 1. Puurakenteisen välipohjan jousi-massayhdistelmä (8)

2.3 Värähtelymitoitus ja sallitut taipumat

Palkiston mitoitusta rajoittaa taipumarajat sekä värähtelylle asetetut raja-arvot. Välipohjan hetkelisen taipuman raja on $L/400$ ja lopputaipuman raja $L/300$, missä L on palkin jänneväli. (9, s. 21). Useimmiten värähtelymitoitus on kuitenkin mitoittavampi tekijä välipohjan suunnittelussa.

Värähtelymitoituksessa tarkastellaan välipohjan alinta ominaistajuutta, johon vaikuttavia tekijöitä ovat välipohjan jänneväli, paino sekä kantavan rakenteen jäykkyys. Ominaisuuden raja-arvot vaihtelevat maakohtaisesti ja Suomessa kyseinen raja-arvo on 9 Hz. (3.)

Jos ominaistajuus on yli 9 Hz, niin värähtelymitoituksessa käytetään taipumaehto. Silloin tarkasteltava tekijä on välipohjan jännevälin keskelle sijoitetun 1 kN pistekuorman aiheuttama hetkellinen taipuma, jonka raja-arvo on 0,5 mm Suomessa. (10, s. 17.)

Painavampi välipohjarakenne on haastavampi värähtelymitoituksen kannalta, sillä painon kasvaessa ominaistajuus ajautuu helpommin 9 Hz:n rajan alapuolelle. Mikäli lattian ominaistajuus on alle 9 Hz, käytetään nimitystä matalataajuuslattia. (3.) Eurokoodi sekä Suomen kansallinen liite vaativat erityistarkastelua matalataajuuslattioiden värähtelymitoitukseen, mutta erityistarkastelua ei ole määritelty tarkemmin. Valtion tekninen tutkimuslaitos (VTT) on esittänyt matalataajuuslattioille mitoitusmenetelmän, jossa tehdään taipumakriteerin sijaan erityistarkastelu kiihtyvyyden osalta. Kiihtyvyydestarkastelussa tarkastetaan kiihtyvyyssamplitudi lattian ominaistajuudella tapahtuvalle värähtelylle. (10, s. 17.) Matalataajuuslattioiden erityistarkastelu harkitaan tapauskohtaisesti.

Puurakenteiden Eurokoodi on laajenemassa huomattavasti seuraavien vuosien aikana, kun toisen sukupolven eurokoodit astuvat voimaan (11). Eurokoodiuudistuksen myötä lattian värähtelyehdot Suomessa tulevat todennäköisesti helpottumaan, sillä ominaistajuuden raja-arvo mahdollisesti laskee 9 Hz:stä 8 Hz:iin ja taipumaraja nousee 0,5 mm:stä 1,0 mm:iin. (12).

3 PUURAKENTEISET VÄLIPOHJAPALKIT

Suomessa on käytössä pientaloissa useita erilaisia puurakenteisia välipohjapalkkiratkaisuja. Yleisimpiä ja pitkään käytössä olleita ovat muun muassa mitallistettu puutavara, kertopuu- ja liima-puupalkki. Välipohjissa on myös käytetty ristikkorakenteisia palkkeja, joita ovat esimerkiksi TK-palkki sekä Posi-Palkki. Näiden rinnalle markkinoille on tullut easi-joist-palkki, joka on puupaar-teista ja metallisauvoista koostuva Posi-Palkkia vastaava tuote. Lisäksi välipohjissa on myös käytössä NR-rakenteisiin eli naulalevyrakenteisiin kuuluva vaarnapalkki. Tässä työssä tarkastel-laan ja vertaillaan kertopuu-, easi-joist- sekä vaarnapalkkia.

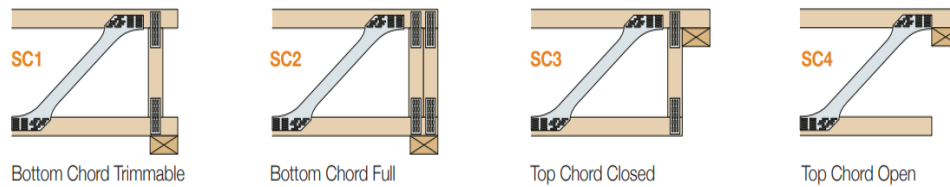
3.1 Easi-joist-palkki

Easi-joist-palkki koostuu lujuuslajitelluista puuosista sekä Wolf Systemsin metallisista vinosau-voista. Palkit suunnitellaan ja mitoitetaan aina yksilöllisesti määrämittäisinä eri kohteisiin ja mitoi-tukseen kuuluu myös eurokoodin mukainen värähtelylaskenta. (13.) Easi-joist-palkki vastaa tek-nisesti markkinoilla pidempään ollutta Posi-Palkkia. Palkit eroavat toisistaan siten, että niissä käytettävät metalliset ristikkosauvat ovat eri valmistajilta, jonka vuoksi sauvoissa on pieniä eroa-vaisuuksia.

Easi-joist-palkkeja valmistaa Suomessa tällä hetkellä kolme eri tehdasta: Sepa Oy, Pohri Oy sekä Lauttaniemen Teollisuus Oy. Easi-joist-palkin komponentit sekä tuotantomekanismit ovat hyvin samankaltaisia NR-rakenteiden kanssa, josta johtuen easi-joist:in ja NR-rakenteiden suunnittelu ja tuotanto kulkevat toistaiseksi samaa reittiä. Palkkien suunnittelu tapahtuu 3DTrussme-ristikkosuunnitteluohjelmalla, joten luonnollisesti suunnittelun tällä hetkellä Suomessa hoitaa NR-suunnittelijat. Easi-joist-palkkien suunnittelu ei kuitenkaan vaadi sertifioitua naulalevyrakenteiden suunnittelun pätevyyttä. (14.)

Easi-joist-palkit ovat pääasiassa 98 mm leveitä ja korkeudet vaihtelevat käytettävän raudan mu-kaan. Suomessa käytössä olevat palkkikorkeudet ovat 206 mm, 256 mm, 306 mm sekä 419 mm, kun käytössä on 48 mm paksu paarre. (15.) Teknisesti on mahdollista käyttää myös muita paar-repaksuuksia (14).

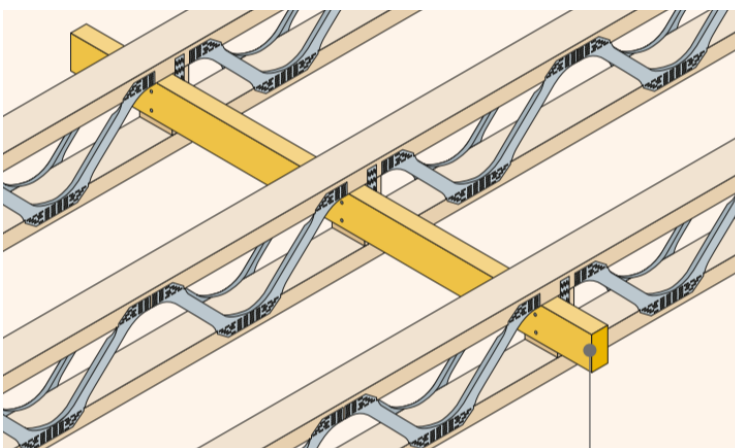
Easi-joist-palkki on kevyt, mikä tekee sen käsittelystä ja asentamisesta helppoa. Lisäksi palkit voidaan kiinnittää monin tavoin niitä tukeviin rakenteisiin. Palkisto on mahdollista kannatella ylä- tai alapaarteesta. (16, s. 19.) Palkin tuentavaihtoehtoja on esitetty kuvassa 2.



KUVA 2. Easi-joist-palkin tuentavaihtoehtoja (16, s.19)

Palkiston yläpinnassa tyypillisesti käytetään rakenteellisen puulevyn päällä kipsivalua tai muuta valettavaa massaa, johon on helppo asentaa lattialämmitysputkisto. Yläpuolella voidaan käyttää myös asiakkaan toiveiden mukaisia rakennekerroksia, jotka otetaan huomioon värähtelymitoituksessa. (13.)

Välipohjan jäykistys voidaan toteuttaa poikisuuntaisilla jäykistepalkeilla, jotka voivat olla lujuusluokiteltua sahatavaraa tai tarvittaessa kertopuuta kohteesta riippuen (13). Valmistajan ohjeen mukaan jäykistepalkki on pakollinen, mikäli jänneväli on yli 4 metriä (16, s. 22). Jäykistepalkeilla välipohjasta saadaan jäykkä kokonaisuus, jolloin askeleista ja kodintekniikasta johtuvaa värähtelyä saadaan vähennettyä tehokkaasti (13). Kuvassa 3 on esitetty jäykistyksen periaate.

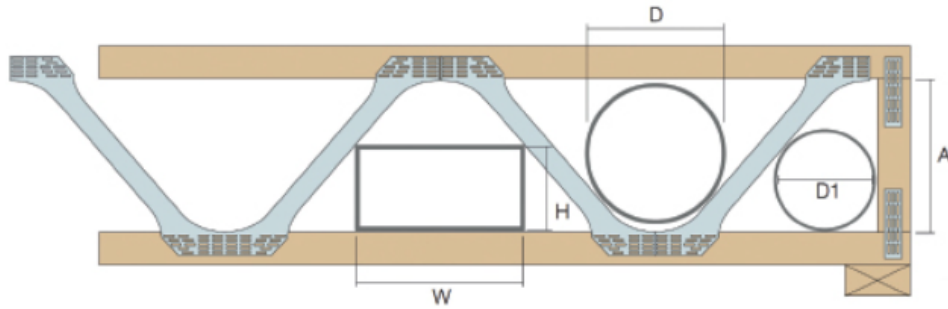


KUVA 3. Easi-joist-välipohjan jäykistys (16, s.29)

Easi-joist-palkkien etuna on palkiston ristikkorakenne, joka mahdollistaa vaivattomasti tekniset läpiviennit, kuten viemäriputket sekä ilmanvaihtokanavat, jolloin LVIS-ratkaisut voidaan pitää yksinkertaisina (13). Läpivientien maksimikoot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Läpivientien maksimikoot (15)

LÄPIVIENTIEN MAKSIMIKOOT



PYÖREÄ LÄPIVIENTI

	WS250	WS300	WS400
A (mm)	160	210	323
D (mm)	150	200	280
D1 (mm)	100	130	190

SUORAKAITEEN MUOTOINEN LÄPIVIENTI

H mm	WS250 W mm	WS300 W mm	WS400 W mm
50	300	330	500
100	200	250	410
150	70	170	330
200	–	70	250
250	–	–	170
300	–	–	70

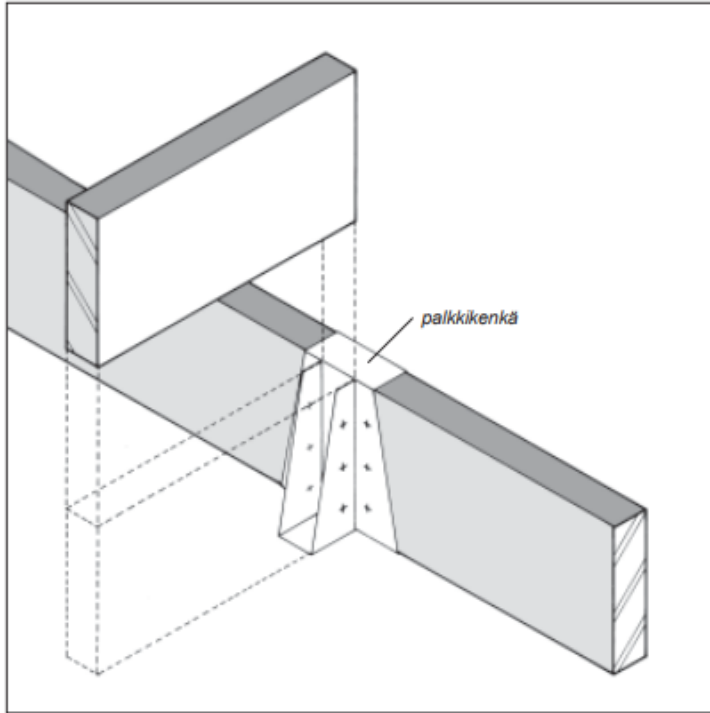
3.2 Kertopuupalkki

Kertopuu on valmistettu liimaamalla yhteen noin 3 mm paksuja havupuuviiiluja. Kertopuu on ominaisuuksiltaan mittatarkka ja rakenteellisesti luja materiaali. Kertopuu mahdollistaa pitkät jänneväliä, joissa taipuma pysyy vähäisenä. (17.) Kertopuu tunnetaan myös nimellä LVL, joka on lyhenne sanoista Laminated Veneer Lumber (18).

Kertopuupalkkien valmistuksesta Suomessa vastaavat Metsä Wood sekä Stora Enso (19). Stora Enson S-laadun LVL palkki soveltuu hyvin välipohjapalkiksi ja sitä on saatavilla 27...75 mm:n levyisinä ja 198...600 mm:n korkeina (20, s. 6). Metsä Woodin vastaava tuote Kerto LVL S-beam, tunnetummin Kerto-S on saatavilla lähes samoissa mitoissa (21). Kertopuupalkin mitoitus on olemassa Metsä Woodin kehittämä mitoitusohjelma, joka tunnetaan nimellä Finnwood. Palkkien mitoituksesta vastaa rakennesuunnittelija. (22.)

Kertopuupalkin etuna on sen nopea saatavuus, sillä tiettyjä yleisimmin käytettyjä dimensioita voi ostaa suoraan rautakaupasta, eikä niitä tarvitse tilata tehtaalta. Kertopuupalkit toimitetaan joko määrämittäisinä tai vakio pituisina, jolloin ne voidaan katkoa työmittaan työmaalla (23, s. 15).

Palkit kiinnitetään reunapalkkiin lähtökohtaisesti palkkikengillä kuvassa 4 esitetyllä tavalla (23, s. 43). Palkiston kiepahdus- ja nurjahdustuenta voidaan toteuttaa palkiston päällä olevalla levytyksellä (5).



KUVA 4. Palkkikenkäliitos (23, s.43)

3.3 Vaarnapalkki

Vaarnapalkki valmistetaan liittämällä kaksi puuta tai useampi puu toisiinsa naulalevyillä (24). Naulalevyrakenteiset vaarnapalkit kuuluvat NR-rakenteisiin, jolloin niiden suunnittelusta Suomessa vastaavat NR-suunnittelijat (25). Vaarnapalkkeja valmistavat Suomessa useimmat ristikkotehtaat, eli palkit voidaan tilata sekä toimittaa työmaalle kattoristikoiden yhteydessä.

Vaarnapalkkien etuna on mittatarkkuus etenkin, jos välipohjapalkeissa on lovia. Tehtaalla valmiiksi työstetyt mahdolliset lovet nopeuttavat palkkien asennusprosessia työmaalla. Vaarnapalkit asennetaan useimmiten kiinnittämällä ne palkkikengillä reunapalkkiin. Vaarnapalkkien kiepahdus- ja nurjahdustuenta voidaan toteuttaa kertopuupalkin tavoin eli palkiston päälle tulevalle levytyksellä.

Vaarnapalkit ovat pääsääntöisesti leveydeltään 42 mm, mutta niitä voidaan valmistaa myös 48 mm paksusta puutavarasta. Palkkien korkeus määräytyy puutavaradimensioiden mukaisesti. (14.)

4 VÄLIPOHJAPALKKIEN VERTAILU

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla puurakenteisia välipohjapalkkeja eri näkökulmista. Palkkien asennustyön vertailemiseksi haastateltiin Rakennuspalvelu Kokon rakennustyömiestä, jolta saatiin työmaan näkökulmia aiheen vertailuun. Asennusten yhteydessä vertailtiin myös palkkien kiinnitystä.

Palkkien mahdollistamia jännevälejä tutkittiin 3DTrussme-ohjelmaa apuna käyttäen. Ohjelmalla saadaan esimerkilaskelmat kaikille palkeille, mikä mahdollistaa palkkien tarkempaa vertailua. Ohjelmalla mallinnettiin vertailukohteena olevat palkkityypit ja tutkittiin niiden maksimijännevälejä eri tapauksissa. Maksimijännevälien ohella tapauksissa tutkittiin lattiarakenteen vaikutusta värähtelymitoitukseen sekä palkkien kestävyyttä ilman värähtelymitoitusta. Lisäksi työssä vertailtiin palkkien toimitusaikoja sekä juoksumetrihintoja tehtaiden antamien arvioiden pohjalta.

4.1 Asennus ja kiinnitys

Palkkien asentamiseen liittyviin eroavaisuuksiin perehdyttiin haastatteleamalla Rakennuspalvelu Kokon rakennustyömiestä. Haastatteluun vastasi Jesse Kurkela ja hän otti haastattelussa kantaa kertopuupalkiston sekä ristikkorakenteisen metallisauvapalkiston asentamiseen.

Kurkelan mukaan kertopuupalkkien asennusprosessi on useimmiten yksinkertainen eikä asennustyö vaadi paljoa aikaa, vaikka palkit sahataan itse määrämittaan. Riittävä kestävyys kuitenkin vaatii usein massiivista kertopuuta, mikä tekee rungosta hyvin raskaan. Asennus voi käydä mahdollottomaksi palkin painon puolesta, jolloin palkkeja voidaan joutua katkomaan kantavien pisteiden kohdalta ja asentamaan kahdessa tai useammassa osassa. Lisäksi palkkien kiinnitys vaatii lähes poikkeuksetta vahvistettuja ankkuroituja kulmarautoja ja palkkikenkiä tukipisteisiin, jotka ovat Kurkelan kokemuksen mukaan työläitä. (26.)

Ristikkorakenteisten metallisauvapalkkien kuten easi-joist-palkkien asennuksesta Kurkela nosti esiin mahdollisuuden asentaa palkkeja jopa yksin niiden keveyden vuoksi. Palkit toimitetaan määrämittäisinä mutta joskus mukana tulee monimutkaiset ohjeet, jolloin asennustyö vaatii ylimääräistä suunnittelutyötä, kuten palkkien asennusjärjestyksen suunnittelua. (26.) Asennusta nopeut-

taa kuitenkin se, että palkit asennetaan ulkoseiniltä sisäpinnan koolaustilaan pinninkilankkujen päälle. (26.)

Haastattelussa tärkeäksi huomioksi nousi LVI-ratkaisut palkkien eroavaisuuksia ajatellen. Easi-joist-palkit eivät vaadi suurta ennakkointia LVI-materiaalien kannalta, sillä ne on mahdollista viedä helposti palkiston läpi. Kertopuupalkeissa LVI-ratkaisut sen sijaan tulee ennakoida hyvin ja mikäli suunnittelussa ei ole laskettu poraamisen heikentävää vaikutusta, niin usein tällöin joudutaan tekemään alaslaskuja LVI-kanavien vuoksi. (26.)

Vaarnapalkkien asennusprosessi vastaa hyvin pitkälti kertopuupalkkien asennusta. Ainoa eroavaisuus on se, että vaarnapalkit toimitetaan määrämittaisena työmaalle, jolloin niitä ei tarvitse mitata ja katkoa työmaalla.

4.2 Tilaus ja toimitus

Palkkien toimitusaikoja selvitettiin kysymällä tehtailta arvioita. Easi-joist- sekä vaarnapalkin toimitusajoista haastateltiin Sepa Oy:n myyntipäälliköltä Sami Simpasta ja kertopuupalkkien tehdastilauksista haastateltiin Metsä Woodin myyntipäällikköä Lassi Moisiota.

Simpasen mukaan 48x296 vaarnapalkin sekä WS300 easi-joist-palkin toimitusajat ovat 2–3 viikkoa tilauksesta läpi vuoden. Vuodenajoilla ei ole vaikutusta toimitusaikoihin, sillä kyseessä on perustuotteet. (27.) Vaarnapalkit on kannattavinta tilata kattoristikoiden yhteydessä, sillä ne tulevat suoraan ristikkotehtailta.

Kertopuupalkki eroaa muista vertailtavista palkeista siten, että sitä on saatavilla suoraan rautakaupoista. Näin ollen rakennusliikkeet voivat saada palkit heti, mikäli tuotetta on varastossa. Moision mukaan suuremmat palkkimäärät sekä varastodimensioista poikkeavat mitat menevät yleensä tehdastoimituksena ja niiden arvioitu toimitusaika on noin 3–4 viikkoa tilauksesta vuodenajasta riippumatta. Toimitusaikoihin vaikuttaa joka tapauksessa myös markkinatilanne. (28.)

4.3 Kustannusvertailu

Hankkeen kokonaiskustannuksiin vaikuttavat palkin hinnan lisäksi esimerkiksi työn hinta ja muut hankekohtaiset ratkaisut. Vertailussa ei syvennytty muihin kustannuksiin, vaan selvitettiin palkeille tämänhetkiset juoksumetrihinnat suuntaa antavaksi dataksi. Lisäksi huomioitavaa on, että hinnat elävät markkinoiden mukaan jatkuvasti, joten kustannusvertailu on tehty vain kevään 2024 hintojen perusteella.

Vertailtavaksi palkeiksi valittiin WS300 easi-joist-palkki, 48x296 vaarnapalkki sekä 51x300 kertopuupalkki. Easi-joist- sekä vaarnapalkin tämänhetkisistä juoksumetrihintojen arvioista vastasi Sami Simpanen. Kertopuupalkin hinta haettiin rautakauppojen nettisivuilta ja hinnasta vähennettiin arvonlisävero.

Simpasen arvion mukaan WS300 easi-joist-palkin juoksumetrihinta tällä hetkellä on noin 13,4 €/jm alv. 0 % ja 48x296 vaarnapalkin juoksumetrihinta on noin 11,5 €/jm alv. 0 % (27). Kertopuupalkin juoksumetrihinta on K-raudan verkkokaupan mukaan noin 21 €/jm alv. 0 % (29). Lisäksi kertopuuta hankittaessa tulee huomioida kustannuksissa hukkatavaran osuus, mikäli palakit katkotkaan määrämittaan työmaalla.

4.4 Jännevälit

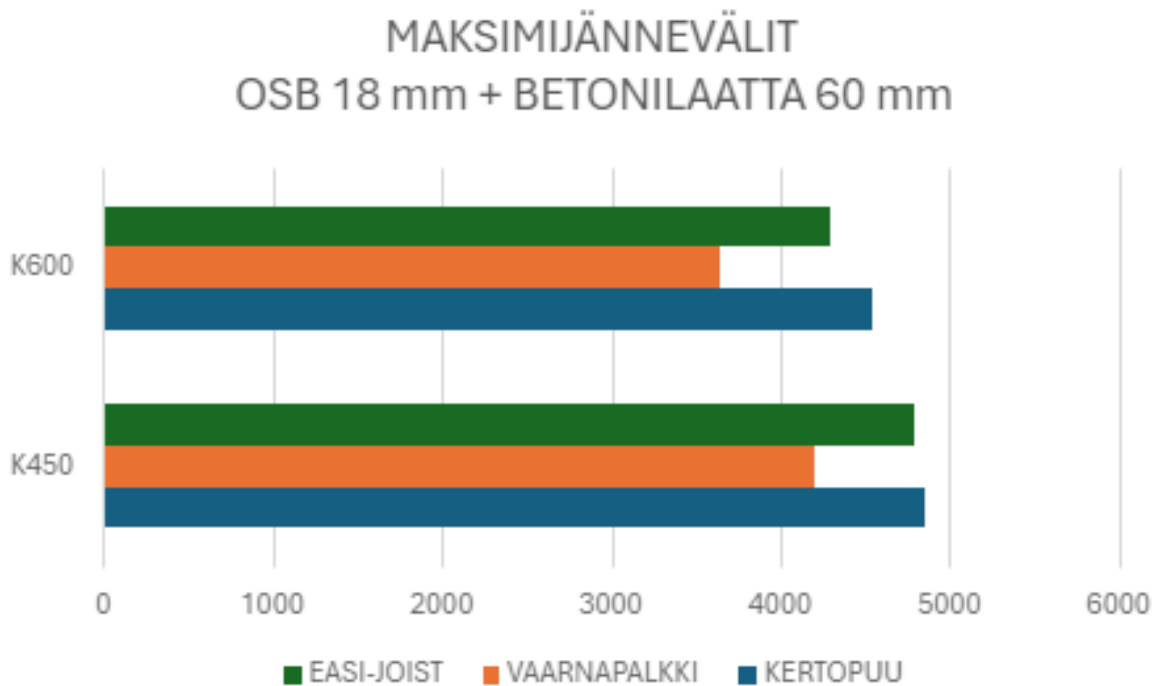
Välipohjapalkkien mahdollistamia jännevälejä vertailtiin 3DTrussme-ohjelmaa apuna käyttäen. Ohjelmalla mallinnettiin vertailukohteena olevat palkkityypit kuormituksineen ja palkeille haettiin maksimijännevälit.

Jänneväliverailuissa palkkijakoina käytettiin k-450 sekä k-600-jakoa. Vertailussa tutkittiin lattiarakenteen sekä värähtelymitoituksen vaikutusta jänneväleihin. Jännevälejä tarkasteltiin 50 mm:n tarkkuudella ja puutavaran lujuusluokkana käytettiin C30. Tarkat laskelmat on esitetty työn liitteissä 1–3.

4.4.1 Maksimijännevälit

Jännevälien vertailussa käytettiin rakenteen omapainoa $1,7 \text{ kN/m}^2$, kevyiden väliseinien painoa $0,3 \text{ kN/m}^2$ sekä hyötykuormaa 2 kN/m^2 . Lattiarakenteeksi laitettiin 18 mm:n OSB-levy sekä 60 mm:n betonilaatta. Vertailun tulokset on esitetty kuvassa 5.

Vertailussa huomattiin, että kertopuupalkki mahdollistaa palkeista suurimmat jännevälit. Easi-joist- ja kertopuupalkin jännevälien arvoissa ei kuitenkaan ole suurta eroavaisuutta vaan ne pysyvät alle 400 mm:n sisällä. Vaarnapalkin jännevälit sen sijaan jäävät huomattavaksi pienemmiksi kuin kahdella muulla palkilla. Esimerkiksi k-600-jaolla suoritetuissa laskelmissa vaarnapalkin ja kertopuupalkin ero jänneväleissä on jopa 900 mm. Palkkien mitoituksessa havaittiin myös, että vaarnapalkilla mitoittavana tekijänä oli taipuma, kun taas Easi-joist- ja kertopuupalkilla mitoittava tekijä oli värähtelymitoituksessa tarkasteltava ominaistajuus. Tarkemmat palkkilaskelmat on esitetty liitteessä 1.



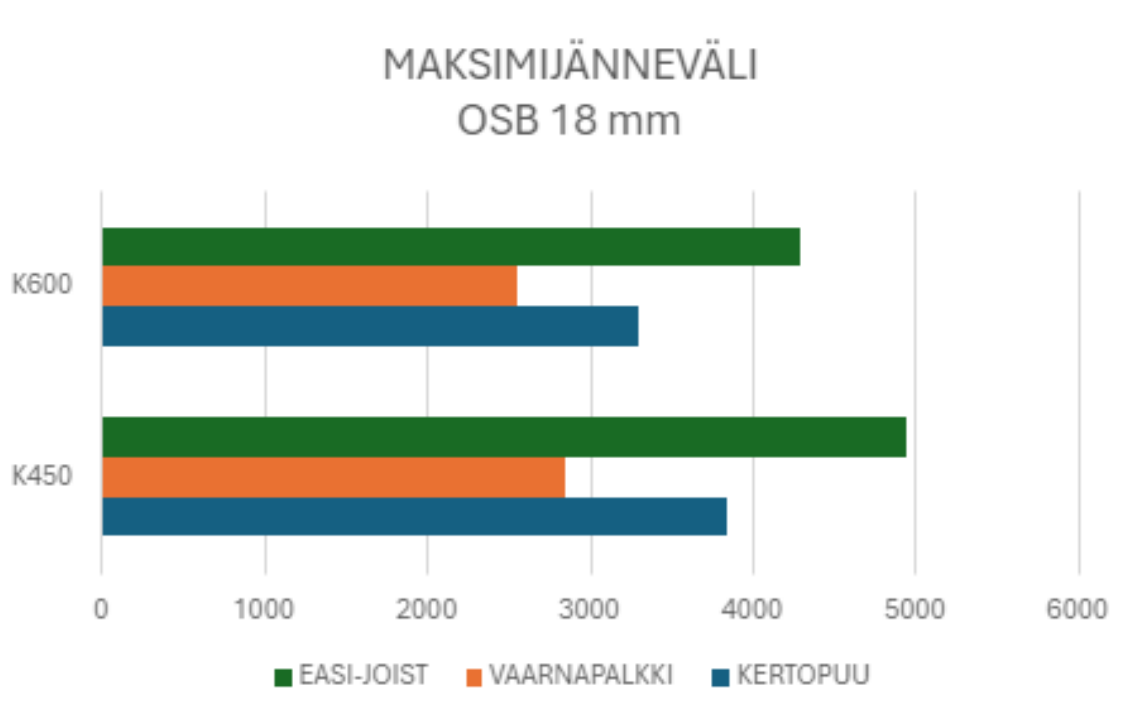
KUVA 5. Maksimijännevälit

4.4.2 Lattiarakenteen vaikutus maksimijänneväleihin

Luvussa 4.4.1 selvitettiin maksimijännevälit palkeille, kun lattiarakenteena käytettiin 18 mm:n OSB-levyä sekä 60 mm:n betonilaattaa. Tarkastelu suoritettiin myös toisella lattiarakenteella. Toisessa tapauksessa lattiarakenteesta jätettiin betoni pois, jolloin jäljelle jäi pelkkä OSB-levy eli rakenteen omapainona käytettiin 0,7 kN/m². Kevyiden väliseinien paino ja hyötykuorma säilyivät samoina. Palkkien maksimijännevälit on esitetty kuvassa 6.

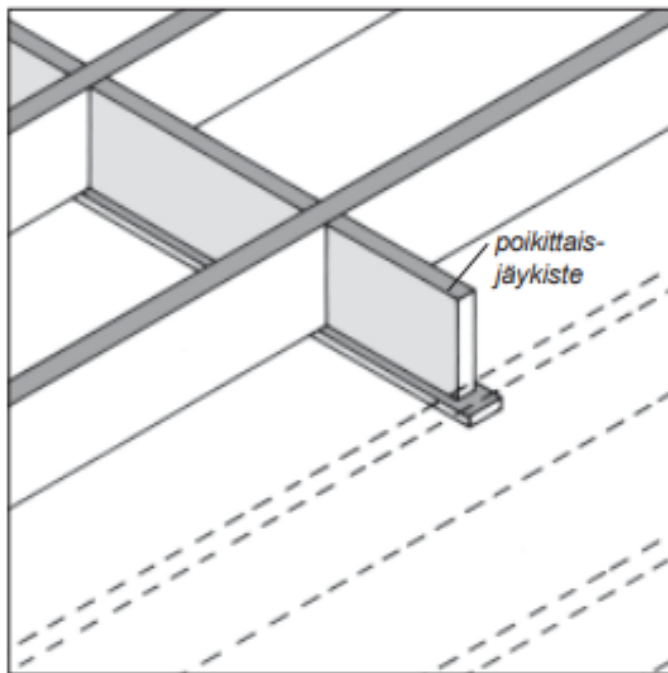
Tarkastelussa mitoittavaksi tekijäksi osoittautui värähtelypistekuorman aiheuttama taipuma, jolla oli suuri vaikutus palkkien jänneväleihin. Vaarnapalkin ja kertopuupalkin jännevälit lyhenivät jopa 1000 mm toisen lattiarakenteen jänneväleihin verrattuna. Easi-joist-palkin mitoituksessa huomioitiin vaaditun jäykistepalkin vaikutus, jolla taipumaa saatiin pienennettyä niin tehokkaasti, että negatiivista muutosta jännevälien suhteen ei tapahtunut. Jänneväli jopa kasvoi 150 mm k-450-palkkijaolla. Tarkemmat palkkilaskelmat on esitetty liitteessä 2.

Vaarnapalkin jänneväli laskee alle 3000 mm:iin kyseisellä lattiarakenteella. Lisäksi tarkastelussa havaittiin, että vaarnapalkki vaatii melko paljon ja suhteellisen isoja naulalevyjä jänneväliinsä nähden, mikä laskee vaarnapalkin kustannustehokkuutta valmistajan näkökulmasta.



KUVA 6. Maksimijännevälit toisella lattiarakenteella

Kevyempi rakenne helpottaa mitoitus, mutta betoni tuo rakenteeseen jäykkyyttä, joka puolestaan auttaa värähtelymitoituksessa. Raskaampi rakenne pienentää värähtelypistekuorman aiheuttamaa taipumaa mutta heikentää rakenteen ominaistaajuutta. Kevyemmällä rakenteella taas ongelmaksi herkemmin muodostuu värähtelypistekuorman aiheuttama taipuma. Poikittaisjäykistykellä voidaan tehokkaasti pienentää taipumaa. Easi-joist-palkin poikittaisjäykistyksen periaate on esitetty luvussa 3.1. ja umpipalkkien poikittaisjäykistys on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Umpipalkkien poikittaisjäykistyksen periaate (23, s.61)

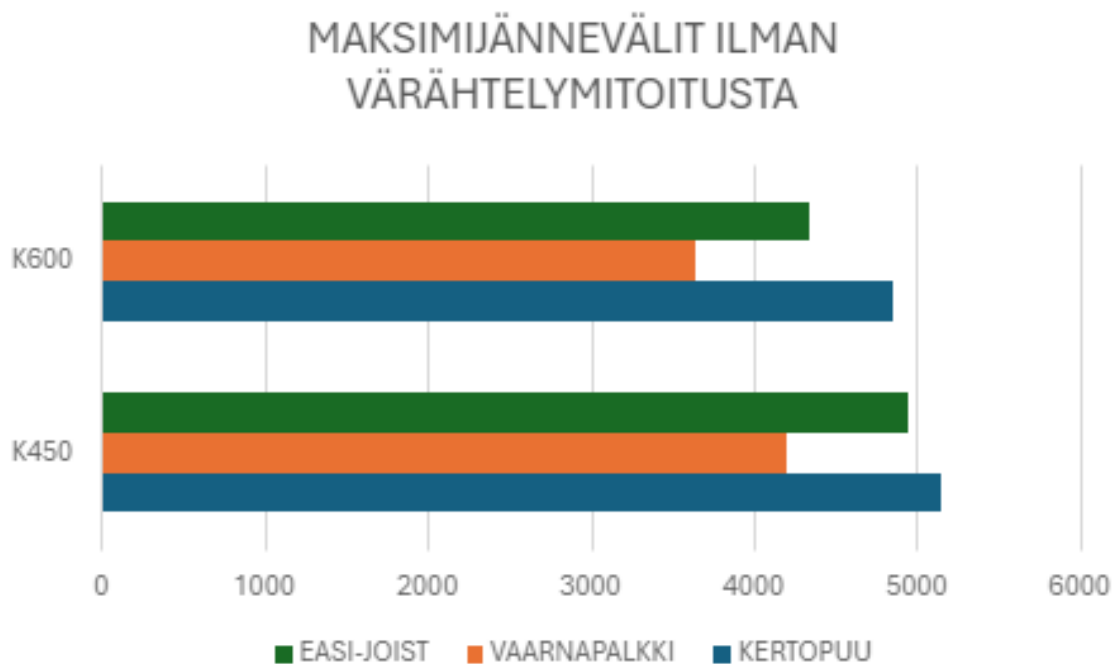
4.4.3 Mitoitus ilman värähtelyä

Palkit mitoitettiin ilman värähtelypistekuormaa, jotta saatiin tarkastelua värähtelyn vaikutusta mitoitus. Lattiarakennetta ei määritelty ohjelmaan mutta kuormituksena käytettiin rakenteen omapainoa $1,7 \text{ kN/m}^2$, kevyiden väliseinien painoa $0,3 \text{ kN/m}^2$ sekä hyötykuormaa 2 kN/m^2 . Kuormitukset vastaavat kohdassa 4.4 käytettyjä kuormia, joten palkkien jännevälejä vertailtiin kyseisen kohdan arvoihin. Maksimijännevälit on esitetty kuvassa 8 ja tarkemmat palkkilaskelmat on esitetty liitteessä 3.

Palkkien värähtelytarkastelu tulee tehdä, mikäli rakennus on pysyvässä asuin- ja toimistokäytössä (30 s.99). Värähtelytarkastelua ei ole tarpeen sellaisen rakennuksen välipohjaan, jossa oleva parvi ei täytä huonetilan määritelmää esimerkiksi korkeuden vuoksi. Vapaa-ajan varastorakennuksen parvitiila on toinen esimerkki sellaisesta tapauksesta, jossa värähtelytarkastelu ei ole pakollinen.

Vertailussa huomattiin, että värähtelymitoitus on useimmissa tapauksissa mitoitettava tekijä, mutta esimerkiksi vaarnapalkin kohdalla värähtelymitoitus ei heikentänyt palkin kestävyyttä vaan palkin taipuma. Vaarnapalkin jännevälit pysyivät siis täysin samoina värähtelymitoitettuna sekä ilman.

Kertopuupalkilla sekä Easi-joist-palkilla päästiin hieman suurempiin jänneväleihin ilman värähtelymitoitusta. Parhaimmillaan jänneväliä saatiin kasvatettua noin 300 mm ilman värähtelymitoitusta.



KUVA 8. Maksimijännevälit ilman värähtelymitoitusta

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää puurakenteisten välipohjapalkkien eroavaisuuksia ja luoda vertailudataa ja tunnettavuutta Easi-joist- sekä vaarnapalkille. Easi-joist- sekä vaarnapalkista on vähäisesti tietoa verrattuna esimerkiksi kertopuupalkkiin, minkä vuoksi niitä on haastavaa vertailla keskenään ja aiheeseen oli syytä perehtyä.

Työssä haastateltiin useita henkilöitä, jotta vertailuun saatiin eri näkökulmia. Toimitus- ja kustannusarvioiden vertailua varten haastateltiin Sepa Oy:n myyntipäällikköä sekä Metsä Woodin myyntipäällikköä. Palkkien asennukseen liittyviä eroavaisuuksia selvitettiin haastatteleamalla Rakennuspalvelu Kokon rakennustyömiestä. Lisäksi työssä haastateltiin Ristek Oy:n suunnittelupäällikköä, jolta saatiin hyödyllistä yleistietoa aiheeseen ja palkkien tuotantoon liittyen. Haastattelujen lisäksi vertailun pohjana käytettiin lukuisia tekstilähteitä sekä itse toteutettuja laskelmia 3DTrussme-ohjelmaa käyttäen.

Vertailussa huomattiin, että eri palkkityyppien kannattavuus vaihtelee kohdekohtaisesti. Vaarnapalkki on kannattava vaihtoehto silloin, kun jännevälit ovat pieniä ja palkit tilataan kattoristikoiden yhteydessä, jolloin tilauksien määrä käytännössä vähenee. Vaarnapalkin kannattavuutta lisää myös lovet, jolloin palkki on järkevintä tilata suoraan tehtaalta mittatarkkana sen sijaan, että työmaalla lovettaisiin palkkia. Lisäksi vaarnapalkki osoittautui juoksumetriltään edullisimmaksi palkiksi, mikä lisää palkin kilpailukykyä.

Kertopuupalkki erottautui muista palkeista nopealla saatavuudellaan. Palkkia on saatavilla suoraan rautakaupoista tietyissä mitoissa, kun taas easi-joist- ja vaarnapalkki tulee aina tilata tehtaalta. Tehdastilauksissa kertopuupalkkien toimitusajat kuitenkin vastasivat muiden palkkien toimitusaika-arvioita.

Easi-joist-palkin eduksi osoittautui palkin helppo ja nopea asennettavuus. Palkin keveys mahdollistaa asentamisen jopa yksin ja palkin kiinnitys pinninkilankkuihin on nopeaa. Kertopuupalkilla nämä ominaisuudet olivat päinvastaiset: palkin paino vaikeuttaa ja hidastaa asennusprosessia sekä palkkien kiinnitys palkkikengillä ja kulmarautoilla on työlästä. Vaarnapalkin ja kertopuupalkin asennus vastaavat muuten toisiaan, mutta vaarnapalkit eivät vaadi katkomista työmaalla.

Easi-joist-palkin eduksi nousi myös palkin ristikkorakenteen mahdollistamat LVI-ratkaisut, joita umpipalkeilla ei ole mahdollista toteuttaa yhtä yksinkertaisesti. Easi-joist-palkin valinta vaatii aina kuitenkin hyvää rakennesuunnittelua, sillä palkin työstämismahdollisuudet työmaalla ovat hyvin vähäiset verrattuna kertopuupalkkiin, joka voidaan katkoa oikeisiin mittoihin vasta työmaalla.

Jänneväliverailussa kilpailukykyisimmiksi palkeiksi osoittautuivat easi-joist- sekä kertopuupalkki, jotka mahdollistivat huomattavasti pidemmät jännevälit kuin vaarnapalkki. Easi-joist- ja kertopuupalkin jännevälien erot pysyivät silti hyvin pieninä.

Palkkien kustannusarvioiden vertaileminen ei ole täysin vertailukelpoinen pelkän juoksumetrihinnan perusteella, sillä hankkeen kokonaiskustannuksiin vaikuttaa materiaalien lisäksi esimerkiksi työn hinta. Kevään 2024 juoksumetrihintojen vertailussa easi-joist-palkin hinta osoittautui huomattavasti edullisempi kuin kertopuupalkin hinta. Tämän lisäksi ilmeni, että easi-joist-palkin asennus on nopeampaa kuin kertopuupalkin asentaminen, jolloin myös varsinaisen työn kustannukset ovat alhaisemmat.


Vertailun pohjalta voidaan todeta, että easi-joist- ja kertopuupalkki kilpailevat keskenään, sillä vaarnapalkki ei sovellu pidemmille jänneväleille. Easi-joist-palkista kilpailukykyisemmän tekee sen mahdollistamat LVI-ratkaisut, palkin helppo asennettavuus, sekä ennen kaikkea alhaisemmat kustannukset kertopuupalkkiin nähden.

LÄHTEET

1. Puuinfo Oy 2020. Rakenteet. Rankarakenteet. Rakennuksen jäykistys. Hakupäivä 5.1.2024. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/rakennuksen-jaykistys/>.
2. Rakennustieto 2017. Välipohjarakenteita. RT 83-10902. Hakupäivä 1.12.2023.
3. Puuinfo Oy 2020. Rakenteet. Rankarakenteet. Jännevälit. Hakupäivä 6.12.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/jannevalit/>.
4. Puuinfo Oy 2010. EC5 Sovelluslaskelmat. Asuinrakennus. Eurokoodi 5. Hakupäivä 17.1.2024. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus0.pdf>.
5. Puuinfo Oy 2020. Rakenteet. Rankarakenteet. Palkiston ja NR-ristikoiden jäykistys. Hakupäivä 3.1.2024. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/palkiston-ja-nr-ristikoiden-jaykistys/>.
6. Lahikainen, Mikko & Lahtela, Tero 2004. Ääneneristys puutalossa. Wood Focus Oy. Hakupäivä 3.12.2023. <https://puuinfo.fi/wpcontent/uploads/2020/07/%C3%84%C3%A4neneristys-puutalossa-web.pdf>.
7. Puuinfo Oy 2020. Suunnittelu. Tekniset tiedotteet. Palkkivälipohjan äänitekniikka. Hakupäivä 8.1.2024. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/palkkivalipohjan-aanitekniikka/>.
8. Puuinfo Oy 2020. Rakenteet. Rankarakenteet. Ääneneristys. Hakupäivä 12.2.2024. <https://puuinfo.fi/rakenteet/rankarakenteet/aaneneristys/>.
9. Puuinfo Oy 2020. Puurakenteiden lyhennetty suunnitteluohje. Viides painos. Eurokoodi 5. Hakupäivä 4.2.2024. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Eurokoodi-5-Lyhennetty-suunnitteluohje-5.-PAINOS-2020-P%C3%84IVITYS-22.7.-web.pdf>.
10. Järvinen, Erkki, Talja, Asko & Toratti, Tomi 2002. Lattioiden värähtelyt. Suunnittelu ja kokeellinen arviointi. Hakupäivä 10.3.2024. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2002/T2124.pdf>.

11. Puuinfo Oy 2023. Puurakenteiden eurokoodiuudistus lausuntovaiheessa. Hakupäivä 26.12.2023 <https://puuinfo.fi/2023/10/11/puurakenteiden-eurokoodiuudistus-lausuntovaiheessa/>.
12. Tomi Toratti. Eurokoodiseminaarin aineistot. Lattian värähtelysuunnittelu. Puutuoteteollisuus 2023. Hakupäivä 2.1.2024. <https://puutuoteteollisuus.fi/images/eurokoodiseminaari/4-Toratti%20lattian%20v%C3%A4r%C3%A4htely.pdf>.
13. Ristek Oy. Easi-Joist. Hakupäivä 9.1.2024. <https://ristek.fi/easi-joist/>.
14. Kajava, Jarmo 2024. Suunnittelupäällikkö. Ristek Oy. Haastattelu 8.1.2024.
15. Sepa Oy. Sepa Välipohjapalkki. Hakupäivä 9.1.2024. <https://www.sepa.fi/valipohjapalkit/>.
16. Ristek Oy. Easi-Joist. Tekninen manuaali. Hakupäivä 11.1.2024. <https://ristek.fi/wp-content/uploads/2022/12/easi-joist-tech-guide-v8-6th-edition.pdf>.
17. Metsägroup. Kerto LVL S-beam. Hakupäivä 27.12.2023. https://www.metsagroup.com/contentassets/e39dfa793cc343918376a4166feda0c4/kerto_lvl_sbeam_product_datasheet_fi.pdf.
18. Puuproffa. Puujalosteet. Kertopuu. Hakupäivä 27.12.2023. <https://puuproffa.fi/puutieto/puunjalostaminen/kertopuu/>.
19. Puuinfo Oy. Tuotteet. Insinööripuutuotteet. LVL. Hakupäivä 13.2.2024. <https://puuinfo.fi/tuotteet/insinooripuutuotteet/lvl/>.
20. LVL by Stora Enso. Tekninen esite. Hakupäivä 20.2.2024. https://www.puumerkki.fi/files/7413/Tekninen_esite.pdf.
21. Metsägroup. Metsä Wood. Tuotteet. Kerto LVL S-beam. Hakupäivä 5.2.2024. https://www.metsagroup.com/fi/metsawood/tuotteet-ja-palvelut/tuotteet/kerto-lvl/s-beam/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=KertoLVL&utm_term=kertopuupalkki&gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMln6ag38abhAMVuEeRBR3AggXdEAAyASAAEgloWfD_BwE.

22. Metsägroup. Metsä Wood. Kerto-LVL käsikirja 2017. Lattia- ja kattopalkit. Hakupäivä 27.12.2023 <https://www.metsagroup.com/globalassets/metsa-wood/attachments/kerto-lvl-manual/fi/kerto-kasikirja-lvl-lattiapalkit-kattopalkit.pdf>.
23. Viljakainen, Mikko 2004. Avoin puurakennusjärjestelmä - paikalla rakentaminen. Wood Focus Oy. Hakupäivä 3.1.2024. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/suunnitteluperusteetkokoohje-1.pdf>.
24. Pohri Oy. Kattoristikot. Ristikkotyypit ja niiden ominaisuudet. Hakupäivä 7.1.2024. <https://www.pohri.fi/kattoristikot>.
25. Kiwa. NR-Suunnittelijat. Hakupäivä 20.2.2024, <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/nr-suunnittelijat/>.
26. Kurkela, Jesse 2024. Rakennustyömies. Haastattelu 1.3.2024.
27. Simpanen, Sami 2024. Myyntipäällikkö. Sepa Oy. Haastattelu 20.3.2024.
28. Moisio, Lassi. 2024. Myyntipäällikkö. Metsä Wood. Haastattelu 12.3.2024.
29. K-rauta. Kertopuupalkki 51x300. Hakupäivä 20.3.2024. <https://www.krauta.fi/etsi?query=kertopuupalkki%2051x300>.
30. RIL 205-1-2017 2017. Puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Muoto	Päivä	Tarkastaja	Selitys												
Kaupunginosa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Roo	Viranomaisen merkintä												
Rakennuslomake			<table border="1"> <tr> <td>Rakennus</td> <td>Rakennepiirustus</td> <td>Julkaisu no</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rakennuskohde</td> <td>Sisältö</td> <td>Mittakaava</td> </tr> <tr> <td>Rakennus</td> <td>Laskelmat EASI-JOIST (k450)</td> <td>1:30</td> </tr> </table>	Rakennus	Rakennepiirustus	Julkaisu no			2	Rakennuskohde	Sisältö	Mittakaava	Rakennus	Laskelmat EASI-JOIST (k450)	1:30
Rakennus	Rakennepiirustus	Julkaisu no													
		2													
Rakennuskohde	Sisältö	Mittakaava													
Rakennus	Laskelmat EASI-JOIST (k450)	1:30													
Yhtiö		Suunnittelija	<table border="1"> <tr> <td>RAK</td> <td>Rin. n:o</td> <td>Muoto</td> </tr> <tr> <td>Rakoon tunnus</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	RAK	Rin. n:o	Muoto	Rakoon tunnus								
RAK	Rin. n:o	Muoto													
Rakoon tunnus															
Päivä		Suunnittelija													
1.3.2024		Tiia Haveri													

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 13.32

RAKENNELASKELMAT

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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyksi- ja kestävyysominaisuuksille:

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,7 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 14,8 mm (sallittu 24,0 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 14,8 mm (sallittu 24,0 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 10,1 mm (sallittu 12,0 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 14,8 mm (sallittu 16,0 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F _d	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	48	C24	5,9	Keskipitkä	Hyöty	40 % / OK	45 % / OK
Tuki	48	C24	5,9	Keskipitkä	Hyöty	40 % / OK	45 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 13.32

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 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) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
Betoni	60	20000 20000		360,0 360,0
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780 2680		3,3 1,3
EASI-JOIST (k450)			450	2818,5
Jäykstepalkki poikittaissuuntaan	48*198	C24	4600	74,2
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet				437,5 3179,8

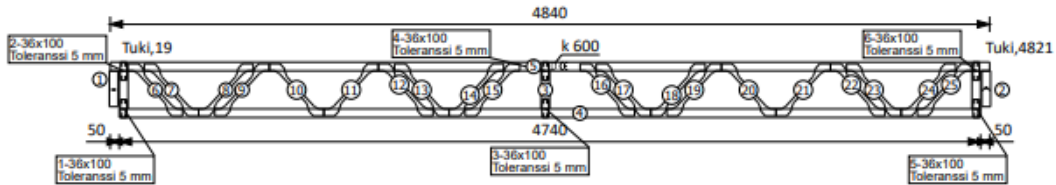
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 200,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4802 mm.

Lattian ominaistaajuus on 9 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,3 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintavillun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 13.54



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	98x48	210	C30	96	1	19	230	3
2	98x48	210	C30	-93	1	-18	219	2
3	98x48	210	C30	0	0	0	51	0
4	98x48	4 740	C30	-184	2	-60	27 125	52
5	98x48	4 840	C30	4 326	56	-142	-25 160	68
6	WS300						9 788	62
7	WS300						9 788	62
8	WS300						-9 747	61
9	WS300						-9 747	61
10	WS300						4 174	70
11	WS300						-4 108	41
12	WS300						2 628	17
13	WS300						2 628	17
14	WS300						-2 335	15
15	WS300						-2 335	15
16	WS300						-2 334	14
17	WS300						-2 334	14
18	WS300						2 631	17
19	WS300						2 631	17
20	WS300						-4 111	41
21	WS300						4 159	70
22	WS300						-9 735	60
23	WS300						-9 735	60
24	WS300						9 814	62
25	WS300						9 814	62

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	kpl	N _{ed,max} (N)
5	98x48	4 840	C30	600					


LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 13.54

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puumerot 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 ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	CSI (%)	
1	LL13 36x100	4	1 110	132	-5	1	17	36	132	3	6	2
		1	1 215	132	1		7	36	132	-3	6	2
2	LL13 36x100	5	1 178	135	-13	1	38	36	135	11	32	2
		1	1 215	134	9		26	36	134	-11	32	2
3	LL13 36x100	4	1 178	22	0		2	36	22	0	0	2
		3	1 215	23	0		1	36	23	0	0	2
4	LL13 36x100	5	1 178	26	0		2	36	26	0	0	2
		3	1 215	26	0		1	36	26	0	0	2
5	LL13 36x100	4	1 110	125	5	1	17	36	125	-3	7	2
		2	1 215	126	-1		6	36	126	3	7	2
6	LL13 36x100	5	1 178	128	13		38	36	128	-11	30	2
		2	1 215	128	-9		26	36	128	11	30	2

Muuta	Päiväys	Tarkastaja	Selitys
Kaupunginosa/Kylä	Korteli/Tila	Tontti/Roo	Vieromaiden merkintä
Rakennustoimenpide	Uudisrakennus		Päätytyytilä Rakennepiirustus Järjestys n:o 2
Rakennusvaihe	Rakennus		Sivetti Laskelmat EASI-JOIST (k600) Mittakaava 1:27
Yhtiö	Suunnittelija		Pö. n:o Muuta RAK Rakikun tunnus
Päiväys	Suunnittelija		
1.3.2024	Tiia Haveri		

RAKENNELASKELMAT

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 (sisältää RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,7 mm.


Yläpaarteen kokonaistaipuma 13,8 mm (sallittu 21,5 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 13,8 mm (sallittu 21,5 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 9,5 mm (sallittu 10,8 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 13,8 mm (sallittu 14,3 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	48	C24	7,0	Keskipitkä	Hyöty	47 % / OK	54 % / OK
Tuki	48	C24	7,0	Keskipitkä	Hyöty	47 % / OK	54 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 12.36

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Alkaluokat: Py=pysyvä, Pl=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) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)		Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)	
Betoni	60	20000	20000		360,0	360,0
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780	2680		3,3	1,3
EASI-JOIST (k600)				600		1936,3
Jäykistepalkki poikittaissuuntaan	48*198	C24		4300	79,4	
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet					442,7	2297,7

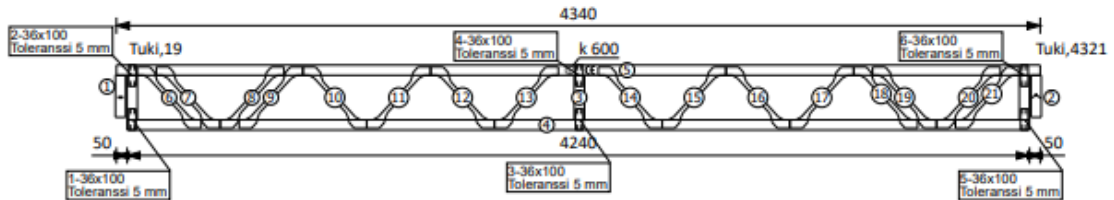
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 200,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4302 mm.

Lattian ominaistaajuus on 9 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,3 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikköä/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 12.36



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	98x48	210	C30	115	1	23	279	3
2	98x48	210	C30	-111	1	-22	265	3
3	98x48	210	C30	0	0	0	-1	0
4	98x48	4 240	C30	-220	3	-72	28 764	56
5	98x48	4 340	C30	5 105	66	-459	-9 757	72
6	WS300						11 372	72
7	WS300						11 372	72
8	WS300						-11 324	70
9	WS300						-11 324	70
10	WS300						4 228	71
11	WS300						-4 154	41
12	WS300						2 139	36
13	WS300						-1 829	18
14	WS300						-1 826	18
15	WS300						2 145	36
16	WS300						-4 158	41
17	WS300						4 211	71
18	WS300						-11 310	70
19	WS300						-11 310	70
20	WS300						11 404	72
21	WS300						11 404	72

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)
5	98x48	4 340	C30	600			

LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASL-JOIST (k600)
28.3.2024 12.36

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 ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)		CSI (%)
1	LL13 36x100	4	1 110	159	-6	1	20	36	159	3	7	2
		1	1 215	160	2		8	36	160	-3	7	2
2	LL13 36x100	5	1 178	162	-15	1	46	36	162	14	38	2
		1	1 215	162	11		32	36	162	-14	38	2
3	LL13 36x100	4	1 178	21	0		1	36	21	0	1	2
		3	1 215	21	0		1	36	21	0	1	2
4	LL13 36x100	5	1 178	19	0		1	36	19	0	1	2
		3	1 215	19	0		1	36	19	0	1	2
5	LL13 36x100	4	1 110	152	6	1	20	36	152	-4	8	2
		2	1 215	152	-1		8	36	152	4	8	2
6	LL13 36x100	5	1 178	155	15	1	45	36	155	-13	36	2
		2	1 215	154	-11		32	36	154	13	36	2

Muoto	Päivitys	Tarkastaja	Selitys
Kaupunginosa/Kylä	Korteli/Tila	Tontti/Koko	Vieromaiden merkintä
Rakennuslupamäärä	Uudisrakennus	Rakennusvaihe	Rakennus
Yhtye			
Päivitys	Suunnittelija	Rakennusvaihe	Rakennus
1.3.2024	Tiia Haveri	RAK	



RAKENNELASKELMAT

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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
------------	-------------------	----------

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,3 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 12,3 mm (sallittu 24,3 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 12,3 mm (sallittu 24,3 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 8,0 mm (sallittu 12,1 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 12,3 mm (sallittu 16,2 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	50	C24	6,1	Keskipitkä	Hyöty	46 % / OK	57 % / OK
Tuki	50	C24	6,1	Keskipitkä	Hyöty	46 % / OK	57 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k450)
28.3.2024 12.36

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 mm

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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

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

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)		Väli-palkkien keskinäinen etäisyys / jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)	
Betoni	60	20000	20000		360,0	360,0
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780	2680		3,3	1,3
Kerto-S (k450)				450		3851,5
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet					363,3	4212,8

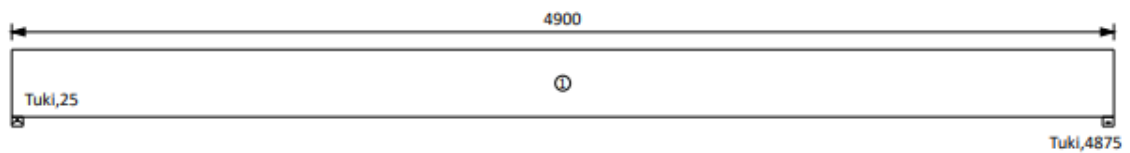
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 230,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4850 mm.

Lattian ominaistaajuus on 9 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,2 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintavillun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k450)
28.3.2024 12.36



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q_{Ed} (N)	Q_{Ed} (%)	M_{Ed} (Nm)	N_{Ed} (N)	M_{Ed} & N_{Ed} (%)
1	51x300	4 900	Kerto-S	-5 278	19	-7 271	-9	100

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	Mallinnettu kpl	$N_{Ed,max}$ (N)
1	51x300	4 900	Kerto-S			3 510			

Muoto	Päiväys	Tarkastaja	Selitys
Kaupunginosa/Kylä	Korteli/Tila	Tontti/Roo	Viranomaisen merkintä
Rakennuslupamäärä			Piirustustaj
Uudisrakennus			Rakennepiirustus
			Jakava no
			2
Rakennuskohde			Sisältö
Rakennus			Laskelmat
			Kerto-S (k600)
			Mittakaava
			1:25
Yhtye			Suunnittelusta
			Pit. n:o
			Muoto
			RAK
			Rakikun tunnus
Päiväys		Suunnittelija	
1.3.2024		Tiia Haveri	



RAKENNELASKELMAT

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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
------------	-------------------	----------

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,4 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 12,7 mm (sallittu 22,8 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 12,7 mm (sallittu 22,8 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 8,3 mm (sallittu 11,4 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 12,7 mm (sallittu 15,2 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

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	50	C24	7,5	Keskipitkä	Hyöty	57 % / OK	70 % / OK
Tuki	50	C24	7,5	Keskipitkä	Hyöty	57 % / OK	70 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k600)
28.3.2024 12.36

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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

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

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)		Väli­palkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyudet (kNm ² /m)	
Betoni	60	20000	20000		360,0	360,0
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780	2680		3,3	1,3
Kerto-S (k600)				600		2865,8
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyudet					363,3	3227,1

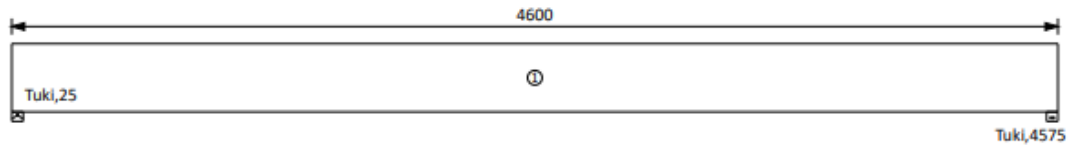
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omapainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 230,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4550 mm.

Lattian ominaistaajuus on 9 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,3 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintavillun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k600)
28.3.2024 12.36




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	51x300	4 600	Kerto-S	-6 483	23	-8 456	-9	99

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)
1	51x300	4 600	Kerto-S		2 902		

Muoto	Päiväys	Tarkastaja	Selitys
Kaupunginosa/Kylä	Korteli/Tila	Tontti/Roo	Vieromaiden merkintä
Rakennustoimenpide			Piirustajat Järjestys n:o
Uudisrakennus			Rakennepiirustus 2
Rakennuskohde			Sisältö Mittakaava
Rakennus			Laskelmat Vaarnapalkki (k450) 1:25
Yhtiö			Suunnittelija Pö. n:o Muoto
			RAK Rakikon tunnus
Päiväys 1.3.2024		Suunnittelija Tiia Haveri	

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaamapalkki (k450)
28.3.2024 12.36

RAKENNELASKELMAT

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 suoritusasoilmoituksen (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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,2 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 13,8 mm (sallittu 21,0 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 13,8 mm (sallittu 21,0 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 8,9 mm (sallittu 10,5 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 13,8 mm (sallittu 14,0 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

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

ID	Leveys	Materiaali	F _d	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva
Tuki	50	C24	5,6	Keskipitkä	Hyöty	80 % / OK	57 % / OK
Tuki	50	C24	5,6	Keskipitkä	Hyöty	80 % / OK	57 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k450)
28.3.2024 12.36

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 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 + Omapaino yp)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyudet (kNm ² /m)
Betoni	60	20000 20000		360,0 360,0
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780 2680		3,3 1,3
Vaarnapalkki (k450)			450	1982,9
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyudet				363,3 2344,2

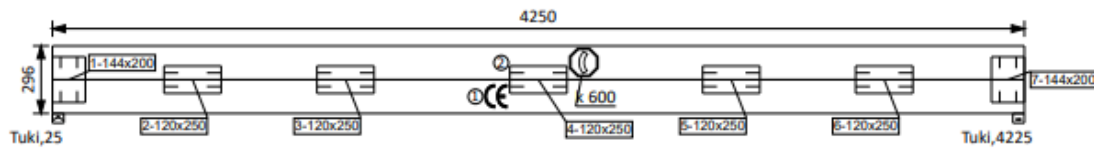
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 230,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4200 mm.

Lattian ominaistaajuus on 9 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,3 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
 Rakennus, Vaarnapalkki (k=450)
 28.3.2024 12.36



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	4 250	C30	2 213	22	-960	26 156	70
2	42x148	4 250	C30	-2 527	25	-917	-26 156	76

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)
2	42x148	4 250	C30	600			

LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k450)
28.3.2024 12.36

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				Kliin-Nitys (%)	
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)		CSI (%)
1	LL13 144x200	1	11 370	3 873	-188		27	137	3 873	21	33	47
		2	11 370	3 872	-156		25	137	3 872	-10	32	47
2	LL13 120x250	1	11 664	5 854	-166		24	243	5 854	-1	22	78
		2	11 664	5 854	-171		24	243	5 854	1	22	78
3	LL13 120x250	1	11 664	3 750	-106		16	243	3 750	-2	14	78
		2	11 664	3 750	-110		16	243	3 750	5	14	78
4	LL13 120x250	1	11 664	484	-2		3	243	484	-2	2	78
		2	11 664	483	2		3	243	483	2	2	78
5	LL13 120x250	1	11 664	3 750	103		15	243	3 750	5	14	78
		2	11 664	3 750	110		16	243	3 750	-5	14	78
6	LL13 120x250	1	11 664	5 854	166		24	243	5 854	3	22	78
		2	11 664	5 854	171		24	243	5 854	-3	22	78
7	LL13 144x200	1	11 370	3 872	188		27	137	3 872	-10	32	47
		2	11 370	3 872	156		25	137	3 872	10	32	47

Muoto	Päiväys	Tarkastaja	Selitys
Kaupunginosa/Kylä	Korteli/Tila	Tontti/Roo	Viranomaisen merkintä
Rakennustoiminta			Pinotulaj
Uudisrakennus			Rakennepiirustus
Rakennuskohde			Sisältö
Rakennus			Laskelmat
			Vaarnapalkki (k600)
Yhteys			Suunnitelma
			RAK
			Rakennus
Päiväys		Suunnittelija	Piir. n:o
1.3.2024		Tiia Haveri	Muoto



RAKENNELASKELMAT

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 suoritusasoilmoituksen (DoP) mukaan. Naulalevyt suunnitelmassa olevien levytyyppien DoP: 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	EUF129-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,0 mm.


Yläpaarten kokonaistaipuma 12,1 mm (sallittu 18,3 mm).

Alapaarten kokonaistaipuma 12,1 mm (sallittu 18,3 mm).

Alapaarten hetkellinen taipuma 7,9 mm (sallittu 9,1 mm).

Alapaarten lopputaipuma 12,1 mm (sallittu 12,2 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	50	C24	6,4	Keskipitkä	Hyöty	92 % / OK	65 % / OK
Tuki	50	C24	6,4	Keskipitkä	Hyöty	92 % / OK	65 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 12.36

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka	Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pl=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 + Omapaino yp)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)		Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
Betoni	60	20000	20000		360,0 360,0
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780	2680		3,3 1,3
Vaarnapalkki (k600)				600	1257,5
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet					363,3 1618,8

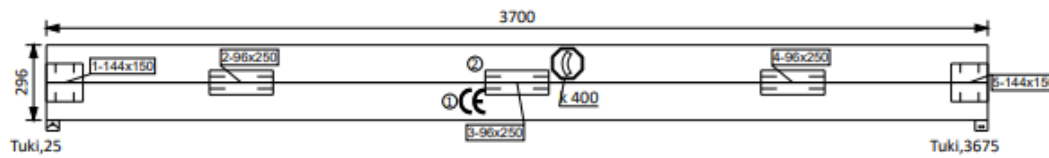
Huoneen lattia on tuettu 2 silvulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 230,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 3650 mm.

Lattian ominaistaajuus on 10 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,3 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapaikki (k600)
28.3.2024 12.36



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	3 700	C30	2 469	24	-1 236	23 013	75
2	42x148	3 700	C30	-2 965	29	-1 118	-23 014	74

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	Mallinnettu kpl	$N_{cd,max}$ (N)
2	42x148	3 700	C30	400					

LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 12.36

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 ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	
1	LL13 144x150	1	8 140	5 109	-184	45	137	5 109	4	42	62
		2	8 140	5 108	-161	43	137	5 108	-4	42	62
2	LL13 96x250	1	8 748	6 809	-141	36	243	6 809	-11	25	97
		2	8 748	6 809	-167	37	243	6 809	15	25	97
3	LL13 96x250	1	8 748	846	3	7	243	846	-3	4	97
		2	8 748	845	3	7	243	845	3	4	97
4	LL13 96x250	1	8 748	6 810	145	36	243	6 810	15	25	97
		2	8 748	6 810	167	37	243	6 810	-11	25	97
5	LL13 144x150	1	8 140	5 108	184	45	137	5 108	-3	42	62
		2	8 140	5 108	161	43	137	5 108	3	42	62

Muutt.	Päiväys	Tekijä	Selitys
Käsitteilykoodi	Kortti/tili	Luokka	Yhteinen merkitys
Rakennusvaihe			Piirustus
Uudisrakennus			Rakennepiirustus
			Julkaisu n:o
			2
Rakennusohje			Osasto
Rakennus			Laskelmat
			EASI-JOIST (k450)
			Mittakaava
			1:33
Tyyppi			Suunnittelija
			RAK
			Proj. n:o
			Muutt.
Päiväys	Suunnittelija		
1.3.2024	Tiia Haveri		



RAKENNELASKELMAT

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 materiaallominaisuuksille 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	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,4 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 11,9 mm (sallittu 24,8 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 11,8 mm (sallittu 24,8 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 8,5 mm (sallittu 12,4 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 11,8 mm (sallittu 16,5 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☐) = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	48	C24	4,8	Keskipitkä	Hyöty	32 % / OK	37 % / OK
Tuki	48	C24	4,8	Keskipitkä	Hyöty	32 % / OK	37 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 14.28








KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,70 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 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) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
OSB/4 18 mm ²⁾ EASI-JOIST (k450)	18	6780  2680 	450	3,3  1,3 
Jäykistepalkki poikkisuuntaan	48*198	C24	4600	74,2 
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet				77,5  2693,2 

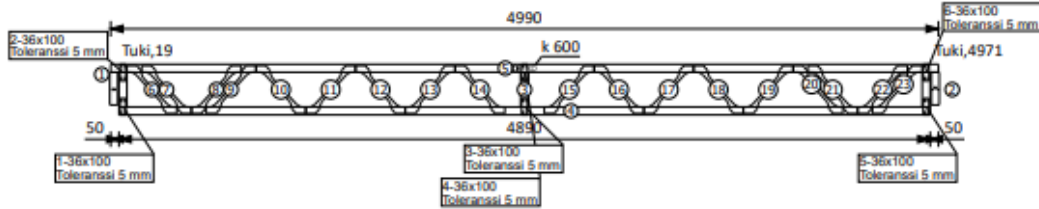
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 100,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4952 mm.

Lattian ominaistaajuus on 11 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,5 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikköä/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 14.28



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	98x48	210	C30	78	1	15	195	2
2	98x48	210	C30	-74	1	-14	186	2
3	98x48	210	C30	0	0	-1	-369	0
4	98x48	4 890	C30	-176	2	-60	22 435	44
5	98x48	4 990	C30	3 515	46	-310	-6 876	49
6	WS300						8 022	51
7	WS300						8 022	51
8	WS300						-7 959	49
9	WS300						-7 959	49
10	WS300						3 433	58
11	WS300						-3 328	33
12	WS300						2 285	39
13	WS300						-2 115	21
14	WS300						378	6
15	WS300						375	6
16	WS300						-2 117	21
17	WS300						2 289	39
18	WS300						-3 330	33
19	WS300						3 421	58
20	WS300						-7 949	49
21	WS300						-7 949	49
22	WS300						8 043	51
23	WS300						8 043	51

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	Mallinnettu kpl	$N_{ed,max}$ (N)
5	98x48	4 990	C30	600					


LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 14.28

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				Kiinnitys (%)
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	
1	LL13 36x100	4	1 110	110	-4	14	36	110	2	5	2
		1	1 215	110	1	6	36	110	-2	5	2
2	LL13 36x100	5	1 178	113	-10	31	36	113	9	25	2
		1	1 215	113	7	21	36	113	-9	25	2
3	LL13 36x100	4	1 178	93	0	6	36	93	0	3	2
		3	1 215	93	0	3	36	93	0	3	2
4	LL13 36x100	5	1 178	91	0	6	36	91	0	3	2
		3	1 215	91	0	3	36	91	0	3	2
5	LL13 36x100	4	1 110	105	4	14	36	105	-2	5	2
		2	1 215	105	-1	5	36	105	2	5	2
6	LL13 36x100	5	1 178	108	10	30	36	108	-9	24	2
		2	1 215	107	-7	21	36	107	9	24	2

Muutos	Päiväys	Tekijä	Seuranta
Kaupunginkeskitys	Korttelit	Erä/No	Wastamäärä merkintä
Rakennusvaihe	Rakennus	Rakennus	Rakennus
Uudisrakennus		Rakennepiirustus	Julkaisu no 2
Rakennusvaihe	Rakennus	Laskelmat EASI-JOIST (k600)	Mittakaava 1:27
Tiläys		RAK	RAK:n nimi
Päiväys 1.3.2024	Suunnittelija Tiia Haveri		

Rakennelaskelmat
Rakennus, EAST-JOIST (k600)
28.3.2024 14.23

RAKENNELASKELMAT

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 materiaalimomenteille laskelmissa: lujuuslajiteltu sahatavara standardin EN 338, liimapuu standardin EN 14080 ja kertopuu suoritusasiloituksen (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 (sisältää RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)

• naulalevylausunto:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keltele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,2 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 9,9 mm (sallittu 21,5 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 9,9 mm (sallittu 21,5 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 7,2 mm (sallittu 10,8 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 9,9 mm (sallittu 14,3 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☞) = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	48	C24	5,5	Keskipitkä	Hyöty	37 % / OK	42 % / OK
Tuki	48	C24	5,4	Keskipitkä	Hyöty	36 % / OK	42 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakenus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 14.23

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,70 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 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) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780 2680	600	3,3 1,3
EASI-JOIST (k600)			4300	1936,4
Jäykistepalkki poikkisuuntaan	48*198	C24		79,4
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet				82,7 1937,7

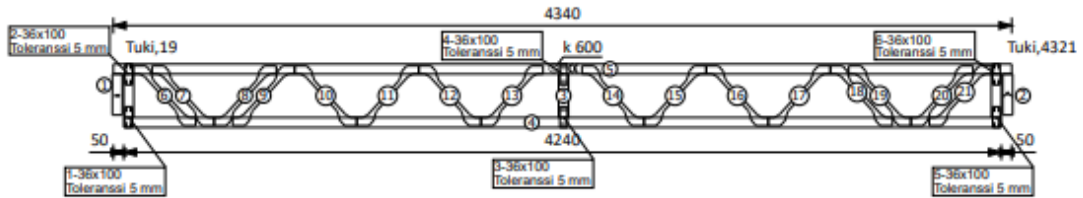
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 100,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 4302 mm.

Lattian ominaistaajuus on 12 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,5 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 14.23



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiärvot 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	98x48	210	C30	90	1	18	228	2
2	98x48	210	C30	-87	1	-17	217	2
3	98x48	210	C30	0	0	0	-1	0
4	98x48	4 240	C30	-169	2	-57	22 639	44
5	98x48	4 340	C30	4 016	52	-360	-7 697	57
6	WS300						8 974	57
7	WS300						8 974	57
8	WS300						-8 876	55
9	WS300						-8 876	55
10	WS300						3 360	57
11	WS300						-3 249	32
12	WS300						1 707	29
13	WS300						-1 419	14
14	WS300						-1 417	14
15	WS300						1 712	29
16	WS300						-3 253	32
17	WS300						3 347	56
18	WS300						-8 864	55
19	WS300						-8 864	55
20	WS300						8 998	57
21	WS300						8 998	57

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{ed,max}$ (N)
5	98x48	4 340	C30	600			

LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 14.23

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella sulussa. "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				Kiinnitys (%)	
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)		CSI (%)
1	LL13 36x100	4	1 110	129	-4	1	16	36	129	3	6	2
		1	1 215	129	1		7	36	129	-3	6	2
2	LL13 36x100	5	1 178	131	-12	1	36	36	131	11	30	2
		1	1 215	131	9		25	36	131	-11	30	2
3	LL13 36x100	4	1 178	13	0		1	36	13	0	0	2
		3	1 215	14	0		1	36	13	0	0	2
4	LL13 36x100	5	1 178	17	0		2	36	12	0	0	2
		3	1 215	17	0		1	36	12	0	0	2
5	LL13 36x100	4	1 110	122	4	1	16	36	122	-3	6	2
		2	1 215	123	-1		6	36	123	3	6	2
6	LL13 36x100	5	1 178	125	12		35	36	125	-10	28	2
		2	1 215	125	-9		25	36	125	10	28	2

Muisti	Päiväyk	Takautaja	Selitys
Kaupunginosa/tyy	Korttel/Tie	Sisätila	Vierailuseiden merkitys
Rakennusluokitus			
Rakennusluokitus	Uudisrakennus		Puolustus Rakennepiirustus 2
Rakennusluokitus	Rakennus		Sisätila Laskelmat Kerto-S (k450) 1:21
Tyyppi			Suunnittelija RAK Rakennus
Päiväys		Suunnittelija	Piir. n:o
1.3.2024		Tiia Haveri	Muisti



RAKENNELASKELMAT

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 suoritustasollitoituksen (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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
------------	-------------------	----------

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 0,5 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 3,7 mm (sallittu 19,3 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 3,7 mm (sallittu 19,3 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 2,5 mm (sallittu 9,6 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 3,7 mm (sallittu 12,8 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☐☐☐ = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	50	C24	3,8	Keskipitkä	Hyöty	29 % / OK	36 % / OK
Tuki	50	C24	3,8	Keskipitkä	Hyöty	29 % / OK	36 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k450)
28.3.2024 14.24

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja alaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,70 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 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 + Omapaino)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino + Omapaino)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino + Omapaino)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino + Omapaino)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino + Omapaino) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino + Omapaino) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino + Omapaino) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)		Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyudet (kNm ² /m)
OSB/4 18 mm ²⁾ Kerto-S (k450)	18	6780	2680	450	3,3 1,3 3719,4
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyudet					3,3 3720,7

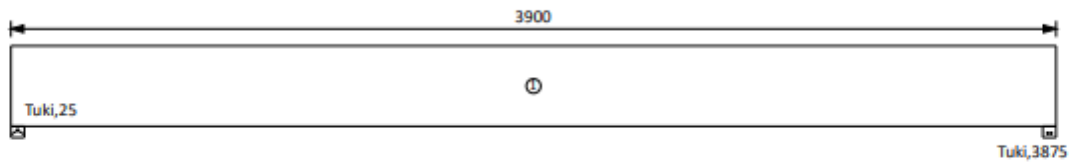
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 130,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 3850 mm.

Lattian ominaistaajuus on 18 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,5 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.


STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k450)
28.3.2024 14.24



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	51x300	3 900	Kerto-S	-3 196	11	-3 624	-3	54

<small>Muutos</small>	<small>Pöytäkirja</small>	<small>Talvarkki</small>	<small>Selitys</small>
<small>Kaupunginkokous</small>	<small>Kokouskutsu</small>	<small>Kokouspöytäkirja</small>	<small>Yhteistyötoimenpiteet</small>
<small>Rakennusluvanhakemus</small>	Uudisrakennus	<small>Perustustyypit</small>	<small>Julkaisu n:o</small> Rakennepiirustus 2
<small>Rakennusluvan</small>	Rakennus	<small>Suunnitelmien</small>	<small>Mittakaava</small> Laskelmat Kerto-S (k600) 1:18
<small>Työryhmä</small>		<small>Suunnittelija</small>	<small>PLI, s.s.</small> RAK <small>Rakentamisto</small>
<small>Päiväys</small>	<small>Suunnittelija</small>		<small>Muutos</small>
1.3.2024	Tiia Haveri		

RAKENNELASKELMAT

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 materiaalimomenteille 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 (sisältää RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)
- naulalevylausunto:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
------------	-------------------	----------

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 0,4 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 3,0 mm (sallittu 16,5 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 3,0 mm (sallittu 16,5 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 2,1 mm (sallittu 8,3 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 3,0 mm (sallittu 11,0 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☐☐☐ = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F _d	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			(kN)	Lyhin aikaluokka	Nimi	Säuva
Tuki	50	C24	4,3	Keskipitkä	Hyöty	33 % / OK	40 % / OK
Tuki	50	C24	4,3	Keskipitkä	Hyöty	33 % / OK	40 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k600)
28.3.2024 14.24





KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja alaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,70 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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

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

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Väli-palkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
OSB/4 18 mm ²⁾ Kerto-S (k600)	18	 6780  2680	600	 3,3  1,3 2457,8
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet				3,3 2459,1

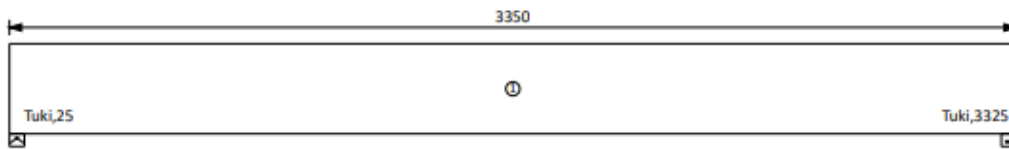
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 130,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 3300 mm.

Lattian ominaistaajuus on 20 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,5 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilin syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k600)
28.3.2024 14.24



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	51x300	3 350	Kerto-S	-3 503	13	-3 509	-3	46

Muoto	Päivä	Tekijä	Selitys
Kaupunginkokous	Kokouskäs.	Sihteeri	Vierailijien rekisteri
Rakennuslupa	Uudisrakennus	Rakennepiirustus	Julkaisu no 2
Rakennuskuva	Rakennus	Laskelmat Vaarnapalkki (k450)	Mittakaava 1:18
Työ		RAK	
Päivä	1.3.2024	Sihteeri Tiia Haveri	RAK Rakennus



Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaamapalkki (k450)
28.3.2024 14.24

RAKENNELASKELMAT

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 suoritusasollmoituksen (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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUF129-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 0,3 mm.

Yläpaarten kokonaistaipuma 2,6 mm (sallittu 14,3 mm).

Alapaarten kokonaistaipuma 2,6 mm (sallittu 14,3 mm).

Alapaarten hetkellinen taipuma 1,8 mm (sallittu 7,1 mm).

Alapaarten lopputaipuma 2,6 mm (sallittu 9,5 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F _d	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	50	C24	3,0	Keskipitkä	Hyöty	44 % / OK	31 % / OK
Tuki	50	C24	3,0	Keskipitkä	Hyöty	44 % / OK	31 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k450)
28.3.2024 14.24






KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 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 + Omapaino yp)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Välipalkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780  2680 	450	3,3  1,3 
Vaarnapalkki (k450)				1679,3 
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet				3,3 1680,6

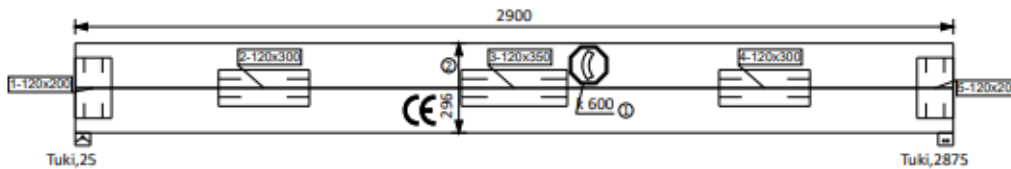
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 130,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 2850 mm.

Lattian ominaistaajuus on 22 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,5 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikköä/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaamapalkki (k450)
28.3.2024 14.24



Puuosien lasketatulokset 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	2 900	C30	1 178	12	-416	8 669	27
2	42x148	2 900	C30	-1 269	12	-403	-8 669	26

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	$N_{ed,max}$ (N)
2	42x148	2 900	C30	600				

LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaamapalkki (k450)
28.3.2024 14.24

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				Kiinnitys (%)
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	
1	LL13 120x200	1	9 258	1 686	-74	15	113	1 686	7	18	47
		2	9 258	1 685	-65	15	113	1 685	-7	18	47
2	LL13 120x300	1	14 064	2 933	-80	10	293	2 933	-4	9	78
		2	14 064	2 933	-89	10	293	2 933	2	9	78
3	LL13 120x350	1	16 464	368	-1	2	343	368	-1	1	78
		2	16 464	365	-1	2	343	365	1	1	78
4	LL13 120x300	1	14 064	2 933	82	10	293	2 933	2	9	78
		2	14 064	2 933	89	10	293	2 933	-4	9	78
5	LL13 120x200	1	9 258	1 686	74	15	113	1 686	-7	18	47
		2	9 258	1 685	65	15	113	1 685	1	16	47

Maa	Pöytä	Talossa	Selitys
Kaupunginosa/Kylä	Katteen Tila	Tontti/Ro	Vieraskäsen merkitys
Rakennustyyppi			Pinotusaj
Uudisrakennus			Rakennepiirustus
Rakennuskohde			Asunto
Rakennus			Laskelmat
			Vaarnapalkki (k600)
Tilite			Suunnittelu
			RAK
			Rakennus
Päivä		Suunnittelija	
1.3.2024		Tiia Haveri	



Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaamapaikki (k600)
28.3.2024 14.28

RAKENNELASKELMAT

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.

Mitotus seuraavien standardien ja ohjeiden mukaan:

- lähtöarvot materiaallominaisuuksille 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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyks- ja kestävyysominaisuuksille:

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 0,2 mm.

Yläpaarten kokonaistaipuma 2,7 mm (sallittu 12,8 mm).

Alapaarten kokonaistaipuma 2,7 mm (sallittu 12,8 mm).

Alapaarten hetkellinen taipuma 1,8 mm (sallittu 6,4 mm).

Alapaarten lopputaipuma 2,7 mm (sallittu 8,5 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	50	C24	3,6	Keskipitkä	Hyöty	52 % / OK	37 % / OK
Tuki	50	C24	3,6	Keskipitkä	Hyöty	52 % / OK	37 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimi-arvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 14.28

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja alaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 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 + Omapaino yp)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap + Omapaino yp) + Hyöty

Tarkastelussa käytetty lattiarakenne	Paksuus / Koko (mm)	Lujuusluokat / Kimmomodulit (MPa)	Väli-palkkien keskinäinen etäisyys / Jako (mm)	Jäykkyydet (kNm ² /m)
OSB/4 18 mm ²⁾	18	6780 2680	600	3,3 1,3
Vaarnapalkki (k600)				1048,7
Laskennassa käytetyt kokonaisjäykkyydet				3,3 1050,0

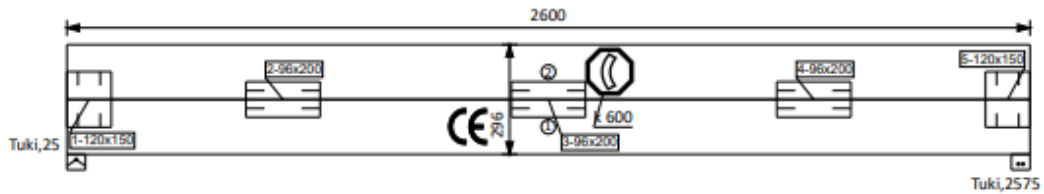
Huoneen lattia on tuettu 2 sivulta ja huoneen suurin pituus on 6000 mm ja lattiarakenteen leveys 6000 mm. Laskennassa käytetty lattian omanpainon ja hyötykuorman yhteenlaskettu massa on 130,0 kg/m². Lattiarakenteen jänneväli on 2550 mm.

Lattian ominaistaajuus on 22 Hz. Lattian taipuma 1 kN:n pistekuormasta on 0,5 mm ja sallittu taipuma 0,5 mm.

2) Vanerin pintaviilun syynsuunta tai OSB-levyn pääsuunta tai kipsilevyn pitempi sivu ristikkoo/palkkia kohtisuoraan.

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaamapalkki (k600)
28.3.2024 14.28



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	2 600	C30	1 360	13	-530	8 171	30
2	42x148	2 600	C30	-1 642	16	-500	-8 172	29

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{ed,max}$ (N)
2	42x148	2 600	C30	600			


LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 14.28

Vasemmanpuoleisen sarakkeen numerointi viittaa edellisen sivun piirustuksen naulalevynumeroon. Myös puunumerot löytyvät edellisen sivun piirustuksessa. Käytetyt yksiköt näkyvät viivan yläpuolella sulussa. "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 liitosauma				Kiin- Nitys (%)
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	CSI (%)	
1	LL13 120x150	1	6 628	2 042	-66	24	113	2 042	-2	20	62	
		2	6 628	2 042	-60	23	113	2 042	2	20	62	
2	LL13 96x200	1	6 948	2 388	-53	17	193	2 388	-2	11	97	
		2	6 948	2 388	-54	17	193	2 388	2	11	97	
3	LL13 96x200	1	6 948	410	1	5	193	410	-1	2	97	
		2	6 948	409	1	5	193	409	-1	2	97	
4	LL13 96x200	1	6 948	2 388	55	17	193	2 388	-1	11	97	
		2	6 948	2 388	56	17	193	2 388	-2	11	97	
5	LL13 120x150	1	6 628	2 042	66	24	113	2 042	-6	21	62	
		2	6 628	2 042	60	23	113	2 042	-2	20	62	

Muutos	Päiväys	Tekijä	Seuranta
Kaupunginvaltuusto	Kuoli/Tia	Emil/Tea	Vuorokauden määritys
Rakennusluvanvara	Uudisrakennus	Rakennepiirustus	Järjestys nro 2
Rakennusluvanvara	Rakennus	Laskelmat EASI-JOIST (k450)	Mittakaava 1:33
Yhtiö		RAK Rakennus	Pöytäkirja Määrä
Päiväys 1.3.2024		Suunnittelija Tiia Haveri	

RAKENNELASKELMAT

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 suoritusasoilmoituksen (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	EUFI29-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,9 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 16,6 mm (sallittu 24,8 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 16,4 mm (sallittu 24,8 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 11,2 mm (sallittu 12,4 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 16,4 mm (sallittu 16,5 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F _d	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	48	C24	6,1	Keskipitkä	Hyöty	41 % / OK	47 % / OK
Tuki	48	C24	6,1	Keskipitkä	Hyöty	41 % / OK	47 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASF-JOIST (K450)
28.3.2024 14.46

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 mm

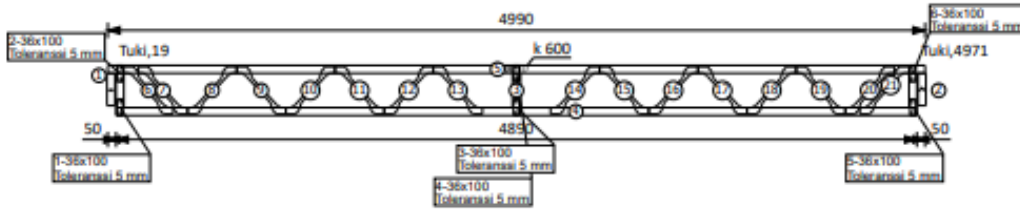
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakenus, EASI-JOIST (k450)
28.3.2024 14.46



Puuosien lasketatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q_{d1} (N)	Q_{d2} (%)	M_{d1} (Nm)	N_{d1} (N)	M_{d2} & N_{d2} (%)
1	98x48	210	C30	90	1	17	230	2
2	98x48	210	C30	-87	1	-16	219	2
3	98x48	210	C30	0	0	-2	-741	1
4	98x48	4 890	C30	-348	5	-109	28 321	60
5	98x48	4 990	C30	4 464	58	-391	-8 944	61
6	WS300						10 453	66
7	WS300						10 453	66
8	WS300						-8 795	88
9	WS300						4 737	80
10	WS300						-4 658	46
11	WS300						3 197	54
12	WS300						-3 100	31
13	WS300						737	12
14	WS300						731	12
15	WS300						-3 104	31
16	WS300						3 202	54
17	WS300						-4 660	46
18	WS300						4 721	80
19	WS300						-8 785	88
20	WS300						10 479	66
21	WS300						10 479	66

Nurjahdus- ja klepähdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	kpl	Klepähdus (mm)	Mallinnettu (mm)	kpl	$N_{ed,max}$ (N)
5	98x48	4 990	C30	600					

LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Rakennelaskelmat
Rakennus, EAST-JOIST (k450)
28.3.2024 14.46

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 ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	CSI (%)	
1	LL13 36x100	4	1 110	129	-5	1	17	36	129	3	6	2
		1	1 215	130	2		7	36	130	-3	6	2
2	LL13 36x100	5	1 178	132	-12	1	35	36	132	10	29	2
		1	1 215	132	8		24	36	132	-10	29	2
3	LL13 36x100	4	1 178	186	0		12	36	186	0	6	2
		3	1 215	185	0		6	36	185	0	6	2
4	LL13 36x100	5	1 178	184	0		12	36	184	0	6	2
		3	1 215	184	0		6	36	184	0	6	2
5	LL13 36x100	4	1 110	123	5	1	17	36	123	-3	7	2
		2	1 215	124	-1		6	36	124	3	7	2
6	LL13 36x100	5	1 178	126	12		35	36	126	-10	27	2
		2	1 215	126	-8		24	36	126	10	27	2

Maailma	Päivä	Tekijä	Seuraava
Rakennusmuoto		Välivaihtoehto	
Rakennusmuoto	Uudisrakennus	Rakennusmuoto	Rakennepiirustus
Rakennusmuoto	Rakennus	Rakennusmuoto	Laskelmat
Rakennusmuoto	Rakennus	Rakennusmuoto	EASI-JOIST (k600)
Rakennusmuoto	Rakennus	Rakennusmuoto	1:28
Rakennusmuoto	Rakennus	Rakennusmuoto	RAK
Rakennusmuoto	Rakennus	Rakennusmuoto	Rakennus
Päivä	1.3.2024	Seuraava	Tiia Haveri



RAKENNELASKELMAT

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 suoritusasoilmoituksen (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	EUF129-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,7 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 14,3 mm (sallittu 21,8 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 14,3 mm (sallittu 21,8 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 9,8 mm (sallittu 10,9 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 14,3 mm (sallittu 14,5 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. ( = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	48	C24	7,1	Keskipitkä	Hyöty	48 % / OK	55 % / OK
Tuki	48	C24	7,1	Keskipitkä	Hyöty	48 % / OK	55 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 14.46

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

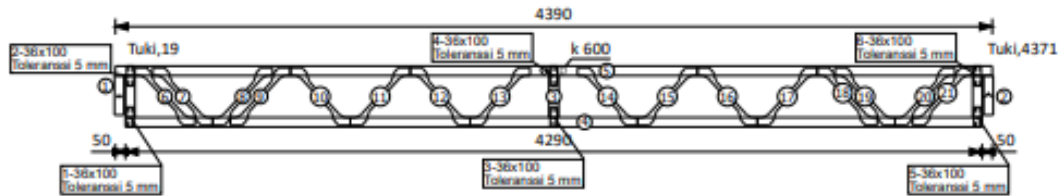
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino yp + Omapaino ap)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino yp + Omapaino ap)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino yp + Omapaino ap) + Hyöty

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 14.46



Puuosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kalkista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q_{d1} (N)	Q_{d2} (%)	M_d (Nm)	N_d (N)	M_d & N_d (%)
1	98x48	210	C30	117	2	23	281	3
2	98x48	210	C30	-114	1	-22	273	3
3	98x48	210	C30	0	0	0	-1	0
4	98x48	4 290	C30	-223	3	-72	29 393	57
5	98x48	4 390	C30	5 162	67	-463	-9 883	73
6	WS300						11 531	73
7	WS300						11 531	73
8	WS300						-11 484	71
9	WS300						-11 484	71
10	WS300						4 347	73
11	WS300						-4 271	43
12	WS300						2 249	38
13	WS300						-1 951	19
14	WS300						-1 950	19
15	WS300						2 251	38
16	WS300						-4 273	43
17	WS300						4 336	73
18	WS300						-11 476	71
19	WS300						-11 476	71
20	WS300						11 549	73
21	WS300						11 549	73

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	Mallinnettu kpl	$N_{cd,max}$ (N)
5	98x48	4 390	C30	600					


LIITOSMITOITUS, NAULALEVY

Rakennelaskelmat
Rakenus, EASI-JOIST (k600)
28.3.2024 14.46

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				Kiinnitys (%)
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)	CSI (%)	
1	LL13 36x100	4	1 110	161	-6	1	21	36	161	4	7	2
		1	1 215	161	2		9	36	161	-4	7	2
2	LL13 36x100	5	1 178	164	-15	1	46	36	164	14	39	2
		1	1 215	164	11		32	36	164	-14	39	2
3	LL13 36x100	4	1 178	15	0		1	36	15	0	0	2
		3	1 215	14	0		1	36	14	0	0	2
4	LL13 36x100	5	1 178	13	0		1	36	13	0	0	2
		3	1 215	13	0		0	36	13	0	0	2
5	LL13 36x100	4	1 110	157	6	1	21	36	157	-4	8	2
		2	1 215	157	-1		8	36	157	4	8	2
6	LL13 36x100	5	1 178	159	16	1	46	36	159	-13	37	2
		2	1 215	159	-11		31	36	159	13	37	2

Muutos	Päiväys	Tekijä	Seisäily
Kaupunginrakentaja	Kuoli/Tia	Tuomi/Teo	Uusien rakennusten merkitseminen
Rakennusluokitus	Uudisrakennus	Rakennepiirustus	Järjestelmä nro 2
Rakennusluokitus	Rakennus	Laskelmat Kerto-S2 (k450)	Mittakaava 1:28
Yhteys		RAK	RAK
Päiväys	1.3.2024	Suunnittelija Tiia Haveri	

Rakennelaskelmat
Rakenus, Kerto-S2 (k450)
28.3.2024 14.46

RAKENNELASKELMAT

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 suoritusasteoilmoituksen (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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
------------	-------------------	----------

Laskennassa käytettävät osavarmuusluvut materiaalin jäykkyyden ja kestävyysominaisuuksille:

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,6 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 17,2 mm (sallittu 25,8 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 17,2 mm (sallittu 25,8 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 11,2 mm (sallittu 12,9 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 17,2 mm (sallittu 17,2 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☐) = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys	Materiaali	F _d	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
	(mm)			(kN)	Lyhin alaluokka	Nimi	Sauva
Tuki	50	C24	6,4	Keskipitkä	Hyöty	49 % / OK	60 % / OK
Tuki	50	C24	6,4	Keskipitkä	Hyöty	49 % / OK	60 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S2 (K450)
28.3.2024 14.46

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 mm

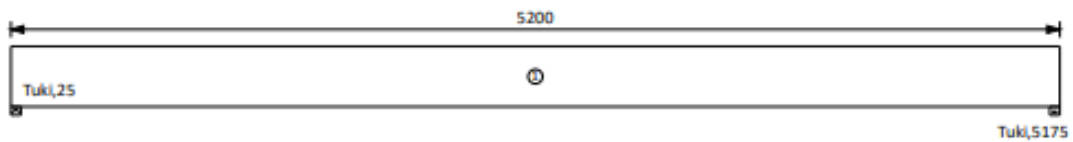
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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

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

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S2 (k450)
28.3.2024 14.46




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	51x300	5 200	Kerto-S	-5 649	20	-8 199	-9	100

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm) kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm) kpl	$N_{ed,max}$ (N)
1	51x300	5 200	Kerto-S		3 046		

Maahan	Päätyty	Tekninen	Seinä
Kaupunginosa	Korttelinosa	Korttelinosa	Maanmittauslaitos
Rakennustyyppi	Rakennus	Rakennus	Rakennus
Uudisrakennus		Rakennepöytä	Järjestelmä nro 2
Rakennus		Laskelmat	Määrä
		Kerto-S (k600)	1:26
Yhtiö		Rakennus	Proj. nro
		RAK	Maahan
		Rakennus	
Päivä		Maanmittaus	
1.3.2024		Tiia Haveri	

RAKENNELASKELMAT

NR-suunnittelussa on käytetty tietokoneohjelmaa *3DTrussme 4*

Inspecta Sertifiointi Oy on torstai 1. kesäkuuta 2017 tarkastanut ja hyväksynyt tämän suunnitteluhjelman 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:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
------------	-------------------	----------

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,7 mm.


Yläpaarten kokonaistaipuma 16,2 mm (sallittu 24,3 mm).

Alapaarten kokonaistaipuma 16,2 mm (sallittu 24,3 mm).

Alapaarten hetkellinen taipuma 10,6 mm (sallittu 12,1 mm).

Alapaarten lopputaipuma 16,2 mm (sallittu 16,2 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	50	C24	8,0	Keskipitkä	Hyöty	60 % / OK	75 % / OK
Tuki	50	C24	8,0	Keskipitkä	Hyöty	60 % / OK	75 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k600)
28.3.2024 14.46

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	1,70 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

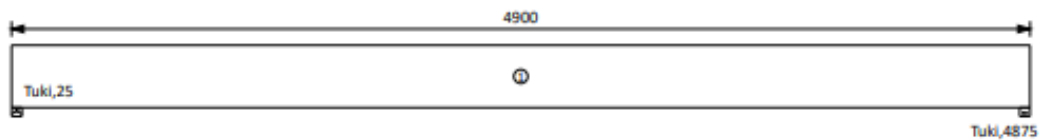
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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 + Omapaino)
2	MRT	Ke	Lumi	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
3	MRT	Ke	Lumi vasen	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
4	MRT	Ke	Lumi oikea	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
5	MRT	Py	Tuulen imu	0,9*(Omapaino + Omapaino)
6	MRT	Ke	Vaakatuuli vasen	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
7	MRT	Ke	Vaakatuuli oikea	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,05*Hyöty
8	MRT	Py	Huoltokuorma katolla	1,15*(Omapaino + Omapaino)
9	MRT	Ke	Hyöty	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,5*Hyöty
10	MRT	Ke	Hyöty vasen	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,5*Hyöty
11	MRT	Ke	Hyöty oikea	1,15*(Omapaino + Omapaino) + 1,5*Hyöty
12	MRT	Py	Hyöty piste	1,15*(Omapaino + Omapaino)
13	KRT	Ke	KRT lumi	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
14	KRT	Ke	KRT lumi vasen	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
15	KRT	Ke	KRT lumi oikea	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
16	KRT	Ke	KRT tuuli vasen	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
17	KRT	Ke	KRT tuuli oikea	(Omapaino + Omapaino) + 0,7*Hyöty
18	KRT	Ke	KRT hyöty	(Omapaino + Omapaino) + Hyöty
19	KRT	Ke	KRT hyöty vasen	(Omapaino + Omapaino) + Hyöty
20	KRT	Ke	KRT hyöty oikea	(Omapaino + Omapaino) + Hyöty

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Kerto-S (k600)
28.3.2024 14.46




Puosien laskentatulokset murtorajatilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q_d (N)	$Q_{d,cr}$ (%)	M_d (Nm)	N_d (N)	M_d & N_d (%)
1	51x300	4 900	Kerto-S	-6 973	25	-9 607	-12	99

Nurjahdus- ja klepähdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Klepähdus (mm)	Mallinnettu (mm)	Mallinnettu kpl	$N_{ed,max}$ (N)
1	51x300	4 900	Kerto-S			2 491			

Muoto	Pääty	Tekijä	Etäisyys
Kaupunginosa/osa	Korttelin/osa	Korttelin/osa	Vuorokauden määrä
Rakennusluokitus	Uudisrakennus	Rakennepiirustus	Julkaisu nro 2
Rakennusluokitus	Rakennus	Laskelmat Vaarnapalkki (k450)	1:25
Yhteisö	Suunnittelija RAK Rakennus Lomus		Muoto
Pääty 1.3.2024	Suunnittelija Tiia Haveri		

RAKENNELASKELMAT

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 (sisältää RakMK B: Puurakenteet – Ohjeet 2016)

- naulalevylausunto:

Naulalevyt	Naulalevylausunto	Voimassa
LL13	EUF129-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,2 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 14,0 mm (sallittu 21,0 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 14,0 mm (sallittu 21,0 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 9,0 mm (sallittu 10,5 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 14,0 mm (sallittu 14,0 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☐) = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	50	C24	5,6	Keskipitkä	Hyöty	80 % / OK	57 % / OK
Tuki	50	C24	5,6	Keskipitkä	Hyöty	80 % / OK	57 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimiarvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	450 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k450)
 28.3.2024 14.46

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	450 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	450 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	450 mm

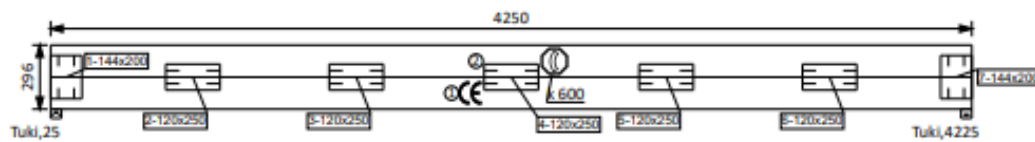
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Aikaluokat: Py=pysyvä, Pl=pitkäaikainen, Ke=keskipitkä, Ly=lyhytaikainen ja He=hetkellinen.
 Lumikuormien kertolmissa ei ole mukana muutokerrointa μ.

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

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k450)
28.3.2024 14.46



Puuosien lasketatulokset murtorajabilassa. Maksimiarvot kaikista kuormitustapauksista.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Q_{d1} (N)	Q_{d2} (%)	M_{d1} (Nm)	N_{d1} (N)	M_{d2} & N_{d2} (%)
1	42x148	4 250	C30	2 209	22	-923	26 499	69
2	42x148	4 250	C30	-2 488	24	-904	-26 499	75

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	Nurjahdus kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	$N_{ed,max}$ (N)
2	42x148	4 250	C30	600				


LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k-t50)
28.3.2024 14.46

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				Määrävi liitossauma				Kiin- Nitys (%)	
			A (mm ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)		CSI (%)
1	LL13 144x200	1	11 370	4 080	-199		28	137	4 080	21	35	47
		2	11 370	4 079	-167		26	137	4 079	-9	34	47
2	LL13 120x250	1	11 664	6 157	-175		25	243	6 157	-3	23	78
		2	11 664	6 157	-184		25	243	6 157	6	23	78
3	LL13 120x250	1	11 664	3 396	-100		14	243	3 396	0	13	78
		2	11 664	3 395	-95		14	243	3 395	-3	13	78
4	LL13 120x250	1	11 664	394	-1		3	243	394	-1	2	78
		2	11 664	392	1		3	243	392	1	2	78
5	LL13 120x250	1	11 664	3 396	100		14	243	3 396	0	13	78
		2	11 664	3 396	95		14	243	3 396	3	13	78
6	LL13 120x250	1	11 664	6 157	175		25	243	6 157	3	23	78
		2	11 664	6 157	184		25	243	6 157	-3	23	78
7	LL13 144x200	1	11 370	4 079	199		28	137	4 079	-9	34	47
		2	11 370	4 079	167		26	137	4 079	9	34	47

Muoto	Pääty	Takana	Etäisyys
Kaupunginosa/osa	Kuusi/Tie	Ensi/Tie	Vierasmäen merialue
Rakennusluokitus	Uudisrakennus	Rakennus	Pinnuslaji Rakennepiirustus Järjestys nro 2
Rakennusohje	Rakennus		Sisältö Laskelmat Vaarnapalkki (k800) Mittakaava 1:22
Työpa			Suunnittelija Pö. nro RAK Määrä Pöiden loppu
Päivä	1.3.2024	Suunnittelija Tiia Haveri	

RAKENNELASKELMAT

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 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	EUF129-22001516-T1	12.4.2027

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

Tehtaan laadunvalvonta CE: 0416-CPD-4688 (Keitele) ja 0416-CPD-4689 (Porvoo), käytetty CE-merkintämenetelmä on M3b.

MUODONMUUTOKSET

Esikorotus rakennepiirustuksen mukaan 0 mm.

Suurin vaakasiirtymä tuella 1,0 mm.

Yläpaarteen kokonaistaipuma 12,2 mm (sallittu 18,3 mm).

Alapaarteen kokonaistaipuma 12,2 mm (sallittu 18,3 mm).

Alapaarteen hetkellinen taipuma 7,9 mm (sallittu 9,1 mm).

Alapaarteen lopputaipuma 12,2 mm (sallittu 12,2 mm).

TUET; TUKIREAKTIOT, KÄYTTÖASTEET

Tukien laskentatulokset puristukselle. (☞ = tukialue vahvistettu naulalevyllä)

ID	Leveys (mm)	Materiaali	F _d (kN)	Kuormitusyhdistelmä		Kapasiteetti / Vaadittu leveys	
				Lyhin aikaluokka	Nimi	Sauva	Tuki
Tuki	50	C24	6,4	Keskipitkä	Hyöty	92 % / OK	65 % / OK
Tuki	50	C24	6,4	Keskipitkä	Hyöty	92 % / OK	65 % / OK

Ei-puristavien voimien maksimi-arvot.

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	

KUORMITUSTIEDOT

Käyttöluokka	2
Seuraamus-/toteutusluokka	CC2/TL2
Suunniteltu käyttöikä	≤ 50 v
Kattokannattajien max. kuormitusleveys	600 mm

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 14.46

KUORMAT:

Kuorman tyyppi ja aikaluokka		Ominaisarvo	Kuormitusleveys
Lumi maassa	Ke	- kN/m ²	600 mm
Tuuli	He	- kN/m ²	- mm
Omapaino yläpaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Omapaino alapaarteella	Py	0,30 kN/m ²	600 mm
Hyötykuorma alapaarteella	Ke	2,00 kN/m ²	600 mm

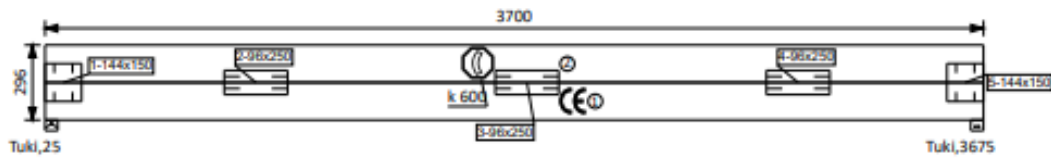
KUORMITUSYHDISTELMÄT:

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

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

STAATTINEN MALLI JA PUUMITOITUS

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 14.46



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	3 700	C30	2 488	24	-1 242	22 718	75
2	42x148	3 700	C30	-3 002	29	-1 116	-23 404	78

Nurjahdus- ja kiepahdustuetut sauvat.

Sauva #	Koko (mm x mm)	Pituus (mm)	Lujuus luokka	Nurjahdus (mm)	kpl	Kiepahdus (mm)	Mallinnettu (mm)	kpl	$N_{ot,max}$ (N)
2	42x148	3 700	C30	600					

LIITOSMITOITUS, NAULALEVYT

Rakennelaskelmat
Rakennus, Vaarnapalkki (k600)
28.3.2024 14.46

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 ²)	F _{A,Ed} (N)	M _{A,Ed} (Nm)	Halkeama (%)	CSI (%)	l (mm)	F _{Ed} (N)	M _{Ed} (Nm)		CSI (%)
1	LL13 144x150	1	8 140	5 360	-192		47	137	5 360	2	44	62
		2	8 140	5 360	-172		45	137	5 360	-2	44	62
2	LL13 96x250	1	8 748	6 744	-141		36	243	6 744	-9	25	97
		2	8 748	6 744	-163		36	243	6 744	9	25	97
3	LL13 96x250	1	8 748	901	11		8	243	901	-3	4	97
		2	8 748	900	11		8	243	900	3	4	97
4	LL13 96x250	1	8 748	6 808	145		36	243	6 808	11	25	97
		2	8 748	6 808	171		37	243	6 808	-11	25	97
5	LL13 144x150	1	8 140	4 968	179		44	137	4 968	-4	41	62
		2	8 140	4 967	155		42	137	4 967	4	41	62