

Aki Haaksila

**TEOLLISUUSHALLIN LAAJENNUKSEN RAKENTEIDEN SUUN-
NITTELU**

TEOLLISUUSHALLIN LAAJENNUKSEN RAKENTEIDEN SUUN- NITTELU

Aki Haaksila
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, Rakennesuunnittelu

Tekijä: Aki Haaksila
Opinnäytetyön nimi: Teollisuushallin laajennuksen rakenteiden suunnittelu
Työn ohjaaja: Pekka Kilpinen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 39 + 14 liitettä

Opinnäytetyössä suunniteltiin olemassa olevaan teollisuushalliin laajennusosa. Laajennusosa suunniteltiin kahteen kerrokseen siten, että ensimmäiseen kerrokseen suunniteltiin hallitilaa ja toiseen kerrokseen sijoitettiin kokoustilat sekä toimistotiloja. Opinnäytetyössä keskityttiin välipohjarakenteeseen ja kantavien rakenteiden mitoitukseen. Erityisesti tutkittiin ja arvioitiin välipohjan rakennetta, koska hallista haluttiin yhtenäinen tila ilman keskellä olevia tukipilareita.

Rakenteiden mitoituksessa hyödynnettiin siihen tarkoitettuja ohjelmistoja ja luotiin myöhempää käyttöä varten yksinkertainen Excel-laskentatyökalu. Mitoituslaskelmissa käytettiin Robot Structural Analysis-, Finnwood 2.4- ja Excel-laskentaohjelmaa. Opinnäytetyössä haettiin tietoa useista eri lähteistä, joita hyödynnettiin rakenteiden mitoituslaskelmissa.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua teollisuushallin lisäosan kantavien rakenteiden mitoitukset sekä toimiva ratkaisu välipohjarakenteeseen. Työn edetessä todettiin, että useampi kerroksisen rakennuksen rakenteiden mitoituksen esimerkkilaskelmia oli hankalasti löydettävissä.

Asiasanat: välipohja, hallilaaajennus, rakenne, liitos, jäykistys

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Aki Haaksila

Title of thesis: Planning of Structures of Extension of Industrial Hall

Supervisor: Pekka Kilpinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 39 + 14 appendices

In this thesis, an extension to already existing industrial hall was designed. The extension was designed for two floors, on the first floor there is a hall space and on the second floor there are conference rooms and office premises. This thesis was concentrated on the floor structure and designing of load-bearing structures. The structure of the floor was examined and evaluated, because it was wanted to be a contiguous space without load-bearing columns in the middle.

Relevant software packages were utilized during the design of structures, and a simple Excel – tool was created for later use. Robot Structural Analysis, Finnwood 2.4 and Excel were used in designing. Information was gathered from many different sources and was used during designing.

The results of this thesis were the design of load-bearing structures and floor structure. Designing the extension for two floors was a challenge in this thesis. Theories and example calculations were also difficult to find.

Keywords: intermediate floor, extension of a building, structure, joint, stiffening

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 TEOLLISUUSHALLIN LAAJENNUSOSAN ESISUUNNITTELU	7
2.1 Suunnittelun lähtökohdat	7
2.2 Tilasuunnittelu	8
2.3 Paloluokitus	9
3 RAKENTEIDEN KUORMITUKSET	12
3.1 Omapaino	12
3.2 Lumikuorma	13
3.3 Tuulikuorma	14
3.3.1 Kokonaistuulivoima voimakertoimien avulla	15
3.3.2 Kokonaistuulivoima pintapaineiden avulla	16
3.4 Kuormitusyhdistelmät	19
4 LAAJENNUSOSAN VÄLIPOHJAN SUUNNITTELU	21
4.1 Väliohjan kehäpalkki tukipilarilla	21
4.2 Väliohjan kehäpalkki ilman tukipilaria	22
4.3 Väliohjan valinta	23
5 KEHÄRAKENTEEN RAKENNESUUNNITTELU	25
5.1 Harjapalkki	27
5.2 Kehäpilari	29
5.3 Päätyrakenteet	31
5.4 Liitokset	32
5.5 Kehän jäykistys	33
6 YHTEENVETO	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	39

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan olemassa olevaan teollisuushalliin kaksikerroksinen laajennusosa. Ensimmäiseen kerrokseen tulee hallitila, jonka sisäkorkeus on neljä metriä. Hallitilan molemmille sivuille tulee nosto-ovet. Toiseen kerrokseen tulee kokoustila sekä toimistotiloja. Käynti toiseen kerrokseen tapahtuu laajennusosan päähän tulevasta katetusta portaikosta. Opinnäytetyön tavoitteena on laatia teollisuushallin laajennusosan kantavan rungon ja liitosten mitoitustaselmat sekä laskelmiin tarvittavat rakennus- ja rakennesuunnitelmat.

Nykyinen rakennus on vuokrauskäyttöön suunniteltu modulaarinen halli, missä sisäseiniä siirtämällä voidaan säädellä vuokratilojen kokoja asiakkaalle sopivaksi. Laajennuksessa otetaan samat asiat huomioon sekä halli- että toimistotiloissa.

Ensimmäisen kerroksen hallitilasta tulisi käytännöllisempi, mikäli lattiapinta-ala saataisiin yhtenäiseksi ilman tilan keskelle tulevia tukipilareita. Opinnäytetyössä arvioidaan, minkälainen vaikutus 13 m:n jännevälillä ilman tukipilaria on välipohjan rakenteisiin.

Olemassa oleva rakennus sijaitsee Oulussa Ruskon teollisuusalueella ja on rakennettu yhteen kerrokseen. Rakennusta rakennettaessa maaperätutkimuksessa selvisi, että alueen pohjakerroksissa on savipitoista maata, joten myös uudesta rakennuksesta on saatava suhteellisen kevytrakenteinen. Esisuunnittelussa päädyttiin liimapuiseen pilari-palkkirakenteeseen sen keveyden vuoksi.

Suunnittelussa käytetään Robot Structural Analysis- ja Auto CAD -ohjelmistoja. Laskennat suoritetaan Finnwood 2.4- ja Excel-ohjelmistolla siten, että Excel-laskelmatyökalua voidaan hyödyntää tulevaisuudessa myös muussa toiminnassa.

2 TEOLLISUUSHALLIN LAAJENNUSOSAN ESISUUNNITTELU

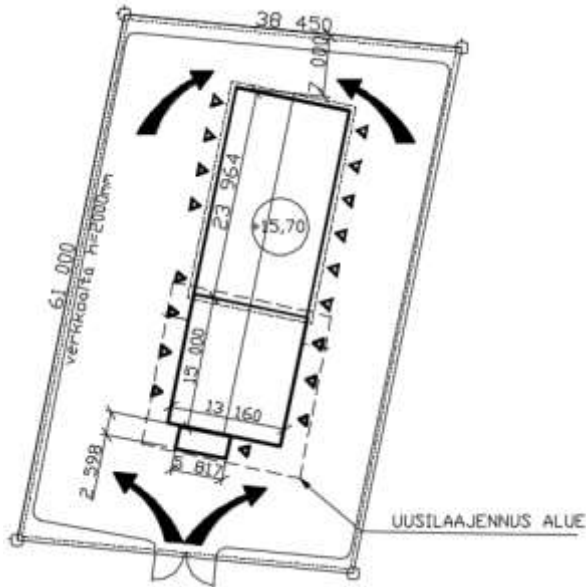
Esisuunnittelussa määriteltiin teollisuushallin laajennusosan sekä siihen liittyvien rakenteiden lähtötiedot. Lähtötiedot on esitetty liitteessä 1. Esisuunnittelussa noudatettiin ympäristöministeriön uusittuja ohjeistuksia ja säädöksiä. Tilasuunnittelussa apuna käytettiin RT-kortistoa, joiden mukaisesti etenkin toimistotilojen ja neuvotteluhuoneen koko saatiin tehokkaasti hyödynnettyä.

2.1 Suunnittelun lähtökohdat

Teollisuushallin tontilla varattiin riittävästi tilaa sekä vuokralaisten että säädösten mukaisille toiminnoille, mikä vaikutti laajennusosan tilasuunnitteluun. Kulkeminen vuokrattujen hallitilojen eteen tapahtuu autolla tai muulla kulkuneuvolla, joten tontille jätettiin tarpeeksi tilaa kulkemiselle ja ajoneuvojen pysäköinnille (kuva 1).

Olemassa oleva rakennus on sijoitettu sivusuunnassa lähes tontin keskelle. Tontin leveys on 38,5 m. Molemmille sivuille jää tilaa 11 – 13 m. Kokemuksen perusteella tila on riittävä tontin toiminnalle. Laajennusosa ei voi olla merkittävästi leveämpi kuin olemassa oleva rakennus.

Tontin pituus on 61 m ja rakennus on sijoitettu tontille siten, että ajoneuvoilla on mahdollista kulkea rakennuksen takaa. Rakennus on 24 m pitkä. Tontille johtava tieliittymä on tontin etuosassa ja sijoitettuna suurin piirtein alueen keskelle. Tontille saapumisessa on huomioitava, että etuosassa on riittävästi tilaa rakennuksen sivuille pääsemiseksi.



KUVA 1. Tontilla liikennöinti

Muutettaessa rakennusta, rakennelmia tai pihajärjestelyjä on asemapiirrokseseen sisällyttävä tiedot toimenpiteiden vaikutuksesta rakennuspaikan olosuhteisiin ja käyttöön (1). Laajennusosan koko määriteltiin siten, että tontti saatiin mahdollisimman tehokkaasti käyttöön. Alueelle tehtiin uudet tontin käyttösuunnitelmat, jossa huomioitiin kulkemisen väljyys ja tarvittavat toiminnot tontille.

2.2 Tilasuunnittelu

Teollisuusrakennuksen laajennusosa suunniteltiin kahteen kerrokseen. Laajennusosan leveydeksi määriteltiin 13 m ja pituudeksi 15 m. Laajennusosan päätyyn suunniteltiin erillinen katettu portaikko, joka on säältä suojassa olevaa kylmää tilaa. Portaikon rakenteisiin ei tässä työssä keskitytä.

Tilasuunnitelmassa alakerta on pelkkää hallitilaa, jossa molemmilla sivuilla on nosto-ovet halliin tehokkaan käytön ja modulaarisuuden helpottamiseksi. Toisen kerroksen keskelle varattiin tila käytävälle, jonka molemmille puolille sijoitetaan huonetoimistotilat, kokoustila sekä kiinteistön huoltoon ja tekniikkaan varatut tilat.

Toimistotilojen suunnittelu on työympäristöjen suunnittelua. Työympäristö on kuitenkin enemmän kuin pelkkä tila ja kalusteet. Työympäristön määrittelevät

fyysisen tilan lisäksi toiminta ja toimintatavat sekä työssä käytettävät välineet ja tilan ilme. (2.)

Toimistotilat ovat yksittäisiä huonekokonaisuuksia, missä työpisteen lisäksi ovat omat saniteetti- ja minikeittiötilat. Huonetoimistot määritettiin RT-kortistojen ja ympäristöministeriön säädösten mukaisesti.

2.3 Paloluokitus

Ympäristöministeriö asetti vuoden 2017 lopussa paloturvallisuuteen uudet säädökset, jotka astuivat voimaan 1.1.2018. Teollisuusrakennuksen paloturvallisuuden suunnittelu tehtiin näiden säädösten mukaisesti. Palosuunnittelussa otettiin huomioon laajennusosan käyttötarkoitus ja sen asettamat vaatimukset paloturvallisuudelle. Paloluokkaa määriteltäessä huomioitiin vuokralaisten erilaiset tilojen käyttötarpeet. Paloluokkaa määriteltäessä rakennuksen korkeus, pinta-alat ja henkilömäärä eivät olleet määräävässä asemassa.

Palokuormaryhmään vähintään 600 MJ/m² mutta enintään 1 200 MJ/m² kuuluvia tiloja ovat mm. enintään 50 m²:n varastot sekä moottoriajoneuvojen korjaus- ja huoltotilat (3). Suunnittelussa oletettiin, että hallitilaa vuokrataan irtaimistovarastoiksi ja/tai moottoriajoneuvojen huoltoa, korjausta tai säilyttämistä. Irtaimistovarastojen koko rajoitettiin 50 m²:n tiloihin, jotka pinta-alaosastoidaan.

Rakennuksen laajennusosa määriteltiin paloluokkaan P1 ja palokuormaryhmään 600 MJ/m² – 1 200 MJ/m² taulukon 1 mukaisesti. Paloluokassa P1 ja valitussa palokuormaryhmässä kantavien rakenteiden luokkavaatimus on R 90. Luokkavaatimus on R 60, mikäli käytetään sammutinlaitteistoa. Yläpohjan (kantavat rakenteet) luokkavaatimus on R 60. Määrityksessä haettiin tietoisesti korkeaa paloluokkaa rakenteiden mitoitusta varten. Mitoituksessa selvitettiin, kuinka suuria kantavien rakenteiden on oltava paloluokassa P1.

TAULUKKO 1. Kantavien rakenteiden luokkavaatimukset (3)

Rakennus	Rakennuksen paloluokka ja palokuormaryhmät MJ/m ²			P2
	P1			
	yli 1 200	600–1 200	alle 600	-
1–2-kerroksinen rakennus, yleensä	R 120 (R60 *)	R 90 (R60 *)	R 60	R 30
– hoitolaitokset, majoitustilat	R 120, A2 (R60 *, A2)	R 90, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 30
– ylin kellarikerros	R 120, A2 (R90 *, A2)	R 90, A2 (R60 *, A2)	R 60, A2	R 60, A2
– yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne on kantavan rungon olennainen osa ¹⁾	R 60	R 60	R 60	R 30
– yksikerroksinen tuotanto- ja varastorakennus	R 60 (R30 *) (R15, A2 *)	R 60 (R30 *) (R15, A2 *)	R 60 (R30 *) (R15, A2 *)	R 30 (R15 *) (R15, A2)
– yläpohja rakennuksessa, jossa ei ole ullakkoa ja rakenne ei ole kantavan rungon olennainen osa ¹⁾	R 15	R 15	R 15	R 15

¹⁾ Kantavan rungon tai jäykisteiden olennaisia osia ovat pääkannattajat, runkoa jäykistävät sekundääräkannattajat ja yläpohjan jäykisteet ja muut sellaiset yksittäiset rakenteet, jotka toimivat yläpohjan stabiliteetin säilyttämiseksi, sekä näiden väliset liitokset.

²⁾ Kun kolme ylintä kerrosta, lukuun ottamatta uloskäytävää, on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

³⁾ Huom. 24 § 3 momentissa esitetyt vaatimukset.

⁴⁾ Jos käyttötarkoituksen mukainen palokuormaryhmä on 600–1 200 MJ/m², luokkavaatimus on R 90 * # ³⁾

* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Lämmöneristeiden ja muiden täytteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.

+ Lämmöneristeiden ja muiden täytteiden on oltava eristäväältä osaltaan vähintään D-s2, d2 -luokkaa.

A2 Kantavien rakenteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.

Rakennuksen eri osat voivat kuulua eri paloluokkiin edellyttäen, että palonleviäminen osastosta toiseen on estetty palomuurilla (3). Nykyinen rakennus on määriteltävä paloluokkaan P3, joten laajennusosa on erotettava siitä palomuurirakenteella. Tähän seinärakenteeseen ei opinnäytetyössä keskitytty. Palomuurirakenne vaadittaisiin myös välipohjarakenteeseen, mikäli hallitila ja toimistotilat määriteltäisiin eri paloluokkaan. Liimapuisessa pilari-palkkirakenteessa välipohjan palomuurirakenne on haastava painorajoitteiden vuoksi. Tämän opinnäytetyön aikana ei löydetty tähän sopivaa rakennetta. Tästä syystä kerrokset määriteltiin samaan paloluokkaan.

Käyttötarkoitukseltaan tai palokuormaltaan oleellisesti toisistaan poikkeavien tilojen on oltava eri palo-osastoja (käyttötarkoitussosastointi) (3).

Taulukosta 2 saatiin rakennusosien osastoiva luokkavaatimus EI 90. Osastoiva luokkavaatimus on EI 60, mikäli käytetään sammutinlaitteistoa. Eri rakenteiden ja osastointien vaatimukset määriteltiin seuraavasti:

- rakenteet (ilman sammutinlaitteistoa) R90
- osastoiva välipohjarakenne (ilman sammutinlaitteistoa) REI 90
- vanhan rakennuksen puoleinen seinä REI-M 90
- yläpohja REI 60.

TAULUKKO 2. Osastoivien rakennusosien luokkavaativuus (3)

	Rakennuksen paloluokka ja kerrosluku sekä palokuormaryhmä MJ/m ²					
	P1			P2 yli 2 kerrosta	P21-2 kerrosta	P3
	yli 1 200	600-1 200	alle 600	-	-	-
Kerrokset, yleensä	EI 120 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 90 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 60 ¹⁾	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
- yli 56 metriä korkea rakennus	EI 90, A2 *	EI 60, A2 *	EI 60, A2 *	ei mahd.	ei mahd.	ei mahd.
- yläpohja, jos osastoivuusvaatimus	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
- tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 1, pinta-alaosastointi	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	ei mahd.	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1 *)
- tuotanto- ja varastotilat, palovaarallisuusluokka 2, pinta-alaosastointi	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	ei mahd.	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1 *)	EI-M 60, A1 *
- autosuojat, pinta-alaosastointi	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	ei mahd.	EI 60	EI 30
Ullakon osastoivat seinät, pinta-alaosastointi	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30
Kellarikerrokset	EI 120, A2 (EI 90, A2 *)	EI 90, A2 (EI 60, A2 *)	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 30, A2 ³⁾

¹⁾ Yli 2-kerroksisen P1-paloluokan rakennuksen uloskäytävien osastoivat rakennusosat on tehtävä vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.

²⁾ Huom. 24 §:n 3 momentissa esitetyt vaatimukset.

³⁾ Yhdelle asunnolle kuuluvassa kellarissa luokkavaatimus on EI 30.

A1 Tarvikkeet A1 luokkaa
A2 Tarvikkeet vähintään A2-s1, d0 -luokkaa
* Kun rakennus tai tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

3 RAKENTEIDEN KUORMITUKSET

Teollisuushallin lisäosan rakenteisiin vaikuttavat kuormitukset määriteltiin eurokoodi-standardin EN1991 mukaisesti, rakenteet mitoitettiin suunnitteluperusteiden eurokoodi-standardin EN1990 kuormayhdistelmien mukaisesti. Kuormitusten laskelmissa sovellettiin RIL201-1-kirjan ohjeita.

Kirjan RIL201-1 ohjeessa on lyhennetty ja tiivistetty alkuperäiset eurokoodistandardit EN1990, EN1991-1-1, EN1991-1-3, ja EN1991-1-4, jotta sisältö on saatu luettavammaksi ja helpommin käsiteltävään muotoon. Lisäksi kansallisessa liitteessä tehdyt Suomea koskevat valinnat on suoraan sisällytetty ohjeen tekstiin ja kaavoihin. (4, s. 13.)

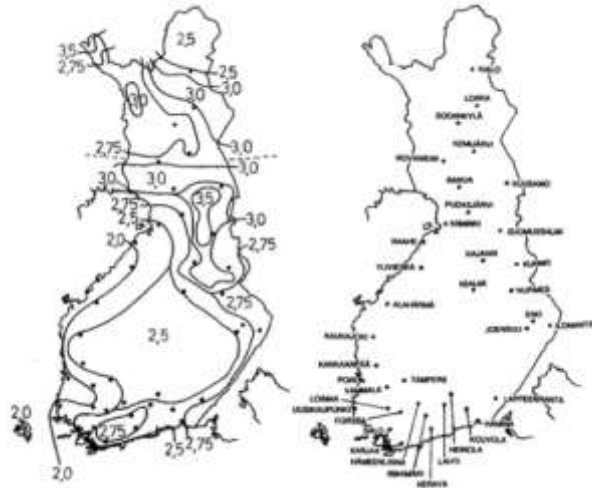
3.1 Omapaino

Esisuunnitteluvaiheessa rakenneosille arvioitiin omat painot, jotta kuormitustapauksista saatiin laskennalliset. Rakennusosan omapaino lasketaan nimellimittojen ja tilavuuspainojen mukaisesti. Tehdasvalmisteisissa rakennusosissa ja rakennuksessa käytettäviä laitteita koskevat tiedot saadaan valmistajilta (4, s. 63.) Eurokoodin EN1991-1-1 liitteessä A on määritelty rakennusmateriaalien nimelliset tilavuuspainot. Tässä opinnäytetyössä pysyvän kuorman ominaisarvon vaihtelu on pieni, joten pysyviä kuormia määriteltäessä käytettiin yhtä arvoa. Rakenneosien, jotka eivät olleet tehdasvalmisteisia, mitoituskalkeissa käytettiin Eurokoodin EN1991-1-1 liitteen A mukaisia tilavuuspainoja. Kuivalle havupuutavaralle sekä siitä liimaamalla valmistettavalle rakennusmateriaalille (mm. liimapuu) käytetään ominaispainoarvoa $5,0 \text{ kN/m}^2$ (4, s. 75).

Laajennusosan rakenneosat suunniteltiin pilari-palkki- ja harjapalkki-ratkaisuilla sekä vesikatteet ja välipohjan lattiat tehdasvalmisteisilla elementtiratkaisuilla. Elementtien omat painot saatiin valmistajan sivuilta. Rakenneosien materiaalina käytettiin liimapuuta. Harja- ja välipohjan kehäpalkille arvioitiin omat painot. Pilarien ja palkkien todelliset omat painot määräytyivät mitoituskalkeiden edetessä, joten tästä syystä rakennusosien rakennelaskelmat aloitettiin ylhäältä alaspäin.

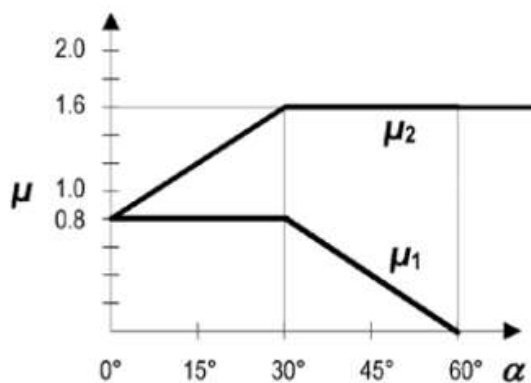
3.2 Lumikuorma

Maassa esiintyvää lumikuorman ominaisarvot Suomessa alueittain on esitetty kuvassa 2. Ominaisarvo perustuu vuosittaisen ylittymisen keskimääräiseen todennäköisyyteen (keskimäärin 50 vuoden toistumis- tai ylittymisaika). (4, s. 92.)



KUVA 2. Lumikuorman ominaisarvo s_k maassa (kN/m^2) (4, s. 92)

Maassa olevan lumikuorman arvoon katolla käytetään muotokerrointa (μ) katto- kaltevuuden mukaisesti. Pulpetti-, harja- ja sahakattojen kattomuotoja vastaavat muotokertoimet ovat esitetty kuvassa 3. Jos katolla on esimerkiksi lumiesteet, niin lumikuorman muotokertoimelle käytetään vähintään arvoa 0,8. (4, s. 95.)



KUVA 3. Lumikuorman kertoimet (4, s 95)

Opinnäytetyön kohde sijaitsee Oulun alueella, jolloin kuvan 2 kartasta lumi-kuormaksi saatiin $s_k=2,5 \text{ kN/m}^2$. Laajennusosan kattomuodoksi valittiin harjakatto, jonka kaltevuuskulma on 1:6 ($9,46^\circ$). Katolle suunniteltiin lumiesteet viranomais määräyksien mukaisesti (5). Kattomuodon ja lumiesteiden perusteella muotokertoimeksi saatiin $\mu = 0,8$.

3.3 Tuulikuorma

Tuulikuorman laskeminen voidaan tehdä kahdella tavalla. Kokonaistuulivoima lasketaan voimakertoimien avulla. Tämä menetelmä soveltuu rakennuksen jäykistävän rungon ja perustusten suunnitteluun. Yksittäisten rakenneosien, kuten ulkoseinien, kattopintojen ja liitosten suunnittelussa, tarvitaan paikallisten tuulipaineiden kertoimia. (4, s. 119.)

Tuulivoimakkuus vaihtelee rakennusta ympäröivän maaston rosoisuuden ja pinnanmuodon perusteella. Eurokoodi luokittelee maasto-olosuhteet viiteen eri luokkaan taulukon 3 mukaisesti. (4, s. 126.)

TAULUKKO 3. Maastoluokat (6, s.12)

Luokka	Maaston rosoisuuden ja pinnanmuodon kuvaus.
0	Avomeri tai merelle avoin rannikko.
I	Järvi tai alue, jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.
II	Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta ja erillisiä puita tai rakennuksia, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus. Esim. maatalousmaa.
III	Esikaupunki- tai teollisuusalueet sekä metsät. Matalat pientaloalueet ja kylät.
IV	Yhtenäiset laajat kaupunkialueet, joiden pinta-alasta vähintään 15% on rakennettu ja rakennusten keskimääräinen korkeus on yli 15 m.

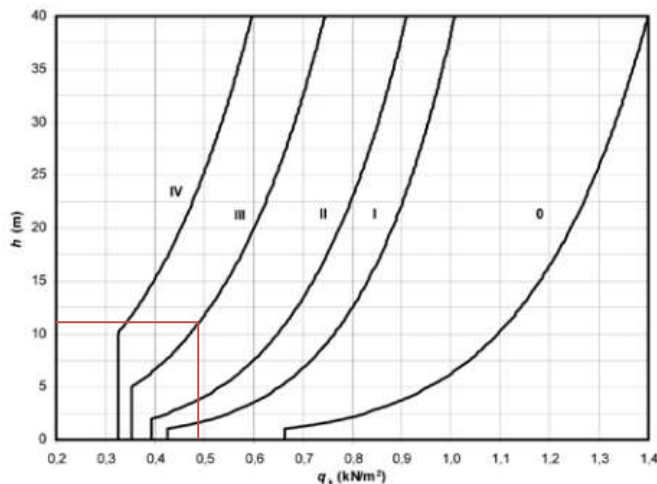
Tuulikuorman laskennan lähtöarvona (tasaisella maastolla) on tuulen puuskanopeuspaineen ominaisarvo $q_p(z)$ (kN/m^2). Tuulen puuskanopeuspaine määritellään korkeusaseman (z) funktiona. (4, s. 132.)

Tuulesta syntyvä kitkavoima lasketaan kitkakertoimen (c_{fr}), puuskanopeuspaineen (q_p) ja kitkan vaikutusalueen (A_{fr}) tulona. Kitkavoima voidaan jättää huomiotta, mikäli tuulen suuntaisien pinta-alojen kokonaisala on enintään 4 kertaa

kaikkien tuulta vastaan kohtisuorien ulkopintojen kokonaisalasta. Muissa tapauksissa se on huomioitava. (4, s. 139.)

Opinnäytetyön laajennusosan päämitat määriteltiin seuraavasti ($l \times b$): 15 m x 13 m ja rakennuksen kokonaiskorkeus (h) 11 m. Rakennus luokiteltiin matalaksi rakennukseksi, koska tarkasteltavan sivun suhde korkeuteen on isompi. Matalassa rakennuksessa ($h \leq b, l$) oletetaan tuulen nopeuspaineen olevan kaikissa korkeusasemissa sama (4, s. 137).

Kohde sijaitsee Oulussa Ruskon teollisuusalueella, joka on rakennettua pienteollisuushallialuetta. Maastoluokaksi tälle alueelle määriteltiin maastoluokka III. Tuulenpaineen korkeusasemaksi otettiin rakennuksen korkeus, jolloin saatiin rakennuksen sivuille kohdistuva puuskanopeuspaineen arvo $q_p = 0,49 \text{ kN/m}^2$ (kuva 4).



KUVA 4. Tuulen nopeuspaineen ominaisarvot (6, s 13)

3.3.1 Kokonaistuulivoima voimakertoimien avulla

Voimakerroin c_f huomioidaan rakennuksen mittasuhteiden ja tehollisen hoikkouden mukaisesti. Tehollinen hoikkuus (λ) määritellään, kun korkeus on alle 15 m, kaksi kertaa korkeuden suhde tuulta kohtisuoraan olevan sivun mittaan. Sivusuhte määäräytyy tuulen suuntaisen sivun suhde kohtisuoraan tuulta vastaan olevan sivuun. Saaduilla arvoilla voimakerroin katsotaan taulukon 4 mukaisesti,

väliarvot interpoloidaan. Voimakerroin ottaa huomioon kitkan vaikutuksen. (4, s. 136–137.)

Rakennekertoimena matalissa rakennuksissa käytetään varmalla puolella olevaa arvoa $C_s C_d = 1$ (4, s. 136).

TAULUKKO 4. Voimakerroin c_f (4, s. 137)

λ	SIVUSUHDE								
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
≤ 1	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,6	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
10	1,4	1,4	1,6	1,68	1,49	1,15	0,7	0,63	0,63

3.3.2 Kokonaistuulivoima pintapaineiden avulla

Ulkopuoliset pintapaineen kertoimet c_{pe} selvitetään tarkasteltavan rakenteen kuormitettavan pinnan alan mukaisesti. Eurokoodi on määritellyt kertoimet 1 m^2 (c_{pe1}) sekä 10 m^2 ja sen ylittävälle osalle (c_{pe10}). $1\text{ m}^2 - 10\text{ m}^2$ väliarvot interpoloidaan. Rakennuksen seinät ja katto jaetaan tuulen erilaisen vaikutuksen vuoksi useaan eri vyöhykkeisiin sen mukaan, mille tuulen vaikutuksen pintapainekertoimet määritellään. Rakennuksille määritellään tarkasteltavalle suunnalle luku e ($= \min(b, 2h)$), jota verrataan tuulen suuntaisten tasojen pituuteen tai sen kerannaisiin. Luku e määrittää tuulen suuntaisten tasojen vyöhykkeiden jakaumat ja niiden pituudet. (4, s. 143–154.)

Sisäpuolisen pintapaineen kertoimet c_{pi} määritellään rakennuksessa olevien aukkojen koosta ja jakaumasta. Aukot ovat määrääviä, kun tarkasteltavan sivun aukkojen pinta-ala on vähintään kaksinkertainen kuin rakennuksen muilla sivuilla olevat aukot yhteensä. (4, s. 157.)

Lähes neliömäisille rakennuksille, joiden aukkosuhdetta ei voida tarkkaan määrittää, voidaan käyttää seuraavia sisäpuoleisen pintapaineiden arvoja $c_{pi} = -0,3$ tai $c_{pi} = +0,2$. Näistä käytetään sitä arvoa, joka antaa vaarallisemman vaikutuksen laskettavalle osalle. (4, s. 159.)

Suomessa voidaan käyttää tavanomaiseen rakennukseen yksinkertaistettua menettelyä. Rakennuksen pintapaineet voidaan määrittellä sisäisen ja ulkoisen pintapaineen sisältävänä nettopaineena $c_{p,net}$. (7, s. 41.)

Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty seinien sekä kattotyyppien nettopaineiden kertoimien arvot. Kattokaltevuuksien väliarvot interpoloidaan (6, s. 14).

TAULUKKO 5. Seinien nettopaineet (6, s. 14)

Ulkoseinät	suurin imu nurkka-alueilla ¹⁾		suurin imu keskialueilla		suurin paine sisäänpäin	
	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$
tarkasteltava pinta-ala	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$
$c_{p,net}$	-1,5	-1,7	-1,1	-1,4	+1,1	+1,3

TAULUKKO 6. Kattojen nettopaineet (6, s. 14)

kattotyyppi	katon kaltevuus ¹⁾	nurkka-alueet ²⁾			reuna-alueet ²⁾			muu alue ⁴⁾	
		$A \geq 10$	$A \leq 1$	räys-täs	$A \geq 10$	$A \leq 1$	räys-täs	$A \geq 10$	$A \leq 1$
Tasakatto	$< 5^\circ$	-2,1	-2,8	-3,5	-1,5	-2,3	-3,0	-1,0	-1,5
Pulpettikatto	$5^\circ \dots 15^\circ$	-2,7	-3,2	-3,9	-2,2	-2,8	-3,5	-1,2	-1,5
	$\geq 30^\circ$	-2,4	-3,2	-3,9	-1,8	-2,3	-3,0	-1,3	-1,6
Harjakatto	$5^\circ \dots 15^\circ$	-2,0	-2,8	-3,5	-1,6	-2,3	-3,0	-1,0	-1,5
	$\geq 30^\circ$	-1,4	-1,8	-2,5	-1,7	-2,3	-3,0	-1,2	-1,5

Laajennusosan jäykistävän rungon rakennesuunnitteluun tarvittavat kokonais-tuulikuorman arvot laskettiin voimakertoimien avulla (taulukko 7).

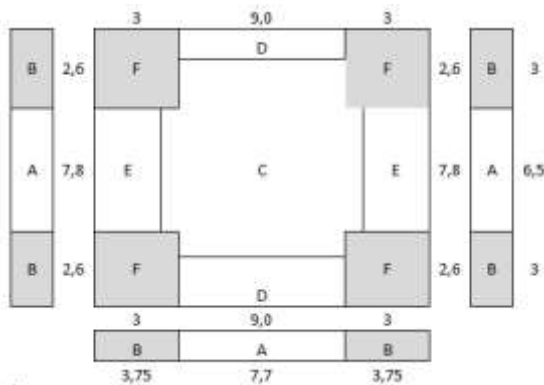
TAULUKKO 7. Kokonaistuulikuorma voimakertoimella (liite 1)

RAKENTEIDEN TUULIKUORMA		
SIVU, d= 13m, b = 15m, h= 11m		
Sivusuhte d/b	0,87	
λ	1,47	
Voimakerroin C_f	1,38	
PÄÄTY, d= 15m, b = 13m, h= 11m		
Sivusuhte d/b	1,15	
λ	1,69	
Voimakerroin C_f	1,27	
KEHÄJAKO (m)	3,00	
PUUSKANOEUSPAIN (kN/m ²)	0,49	
KOKONAISTUULIVOIMA KEHÄLLÄ (kN/m)	2,01	
KOKONAISTUULIVOIMA NURKKAPILARILLA (kN/m)	1,00	
PILARIJAKO PÄÄDYSSÄ (m)	2,60	
KOKONAISTUULIVOIMA PÄÄTY PILAREILLA (kN/m)	1,60	
KOKONAISTUULIVOIMA PÄÄTY NURKKAPILAREILLA (kN/m)	0,80	

Rakennuksen muita osapintoja ja liitoksia laskettaessa käytettiin osapintojen tuulikuorman arvoja, jotka laskettiin puuskanopeuspaineen q_p ja nettopaineen $c_{p,net}$ mukaisesti. Tässä työssä ei keskitytty pienempiin kokonaisuuksiin. Osapintojen tuulikuorman arvot on esitetty taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Osapintojen tuulikuorma (liite 1)

OSAPINTOJEN TUULIKUORMA		
ALUE, A ≥ 10	RIL205-1, $C_{p,net}$	$q_{w,k}$ (kN/m ²)
A	-1,1	-0,53
B	-1,5	-0,73
C	-1,0	-0,49
D	-1,6	-0,78
E	-1,6	-0,78
F	-2,0	-0,97



3.4 Kuormitusyhdistelmät

Kuormitusyhdistelmien avulla määritellään, että rakennus täyttää sille vaadittavat määräykset. Määräyksissä otetaan kantaa rakennuksen turvallisuuteen, suunniteltuun käyttöön toteutumiseen ja siihen, että taloudellisesti rakennus kestää kaikki todennäköisten kuormitusten vaikutukset. Rakennus tai sen rakennusosien kestävyys mitoitetaan niihin vaikuttavien kuormien yhdistelmällä murtorajatilassa (MRT). Murtorajatilassa määritystä varten rakennus määritellään seuraamusluokkaan siten, millaiset vaikutukset sillä on vaurioitumistapauksessa ihmishenkien menetysten, taloudellisten, sosiaalisten ja ympäristövahinkojen osalta. Seuraamusluokka määrittelee rakennuksen luotettavuustason, jota kuvataan luotettavuusluokalla RC. Luotettavuuden tasoluokka ja seuraamusluokka otetaan huomioon kuormitusyhdistelmässä kuormakertoimella (K_{FI}). Rakennus tai sen rakennusosien käyttökelpoisuus, ulkonäkö ja käyttäjämukavuus, mitoitetaan niihin vaikuttavien kuormien yhdistelmällä käyttörajatilassa (KRT). (4, s. 23–28.)

Rakennukseen vaikuttavat kuormat jaetaan pysyviin kuormiin ja muuttuviin kuormiin niiden ajallisen vaihtelun mukaan. Rakenteen tai rakenneosien kestävyyttä mitoitettaessa pysyvät ja muuttuvat kuormat kerrotaan niille määrätyille osavarmuuskertoimilla. Määrävissä kuormitustapauksissa yhdistetään niiden kuormien arvot, jotka vaikuttavat rakenteeseen yhtä aikaa. Muuttuvissa kuormissa tarkastellaan yhtä kuormaa täysiarvoisesti, mikäli niitä on useita yhtä aikaa vaikuttamassa, yhdistelykertoimella (Ψ_0) voidaan alentaa muiden kuormituksen vaikutusta. (4, s. 29–38.)

Suunniteltava rakennus määriteltiin seuraamusluokkaan CC2, joten kuormituskerroin K_{FI} on 1. Rakennukseen ei asenneta nosturia. Rakennus rakennetaan kahteen kerrokseen, joten tarkasteltaviin kuormitusyhdistelmiin lisättiin välipohjalla olevan hyötykuorman kuormitustapaukset. Ylemmässä kerroksessa on toimistotiloja. Toimistotilat kuuluvat käyttötarkoitusluokkaan B, joten välipohjalle tulevan kuormituksen muuttuvana kuormana oleva hyötykuorma (q_k) sai arvon $2,5 \text{ kN/m}^2$ (4, s. 67). Välipohjapalkin kuormitusyhdistelmä muodostuu välipohjapalkin, lattiarakenteen ja väliseinien omista painoista sekä hyötykuorman arvos-

ta q_k . Kuormitusyhdistelyssä huomioitiin, että hyötykuorma voi saada myös arvon nolla (4, s. 44).

Pystyrakenteiden oletetaan saavan lisävaakavoima, mikä vaikuttaa samassa pisteessä kuin niiden perusteena oleva tukivoima. Vaakavoimat sijoitetaan kantavan rakenteen painopisteen tasoon. Rakennuksen lyhyemmässä suunnassa lisävoima saa arvon, joka määritellään jakamalla tukivoima 150:llä. Pidemmässä suunnassa leveyden suhde pituuteen kerrotaan edellä mainitulla arvolla. Tämän arvon pitää olla kuitenkin isompi tai yhtä suuri kuin tukivoima jaettuna 250:llä. (4, s. 73–74.)

Kuormitusyhdistelmien tarkastelussa huomioitiin lumi- ja hyötykuorman toispuoleisuudet. Kuormitusyhdistelmiä toteutui yli 50 kpl, ne mallinnettiin Robot Structural Analysis –ohjelmalla. Ohjelmasta saatiin yhdellä mallinnuksella tarvittavat kuormitusyhdistelmät. Kuormitusyhdistelmistä valittiin merkittävin kuormitustapaus kunkin rakenneosan ja tapauksen mitoitukseen. Merkittävimmät kuormitusyhdistelmät ja siihen vaikuttavat lisävaakavoimat esitetään tässä opinnäytetyössä rakenneosien mitoituksen yhteydessä luvuissa 4 ja 5.

4 LAAJENNUSOSAN VÄLIPOHJAN SUUNNITTELU

Opinnäytetyössä tarkasteltiin teollisuushallin laajennusosan ensimmäisen ja toisen kerroksen välistä välipohjarakennetta. Välipohjassa merkittävintä oli se, että osastoiva välipohja on kahden käyttötarkoitukseltaan erilaisen tilan välissä. Kahteen eri käyttötarkoitukseen suunnitellun kerroksen osastoinnissa myös ääneneristävyys on merkittävä, mikä huomioitiin rakennussuunnittelun yhteydessä.

Oletuksena pidettiin, että kehärakenteista saadaan pienemmät ja keveämmät, mikäli pitkä jänneväli tehdään vähintään yhdellä tukipilarilla. Hallitilasta saadaan kuitenkin toimivampi ilman hallin keskellä olevia tukipilareita, mikäli rakenteet voidaan toteuttaa järkevien kustannusten ja painorajoitusten rajoissa.

Välipohjan mitoituksessa on huomioitava, että koneista ja kävelystä ei aiheudu rakenteille tai käyttäjälle haitallisia värähtelyjä. Kun värähtelyn ominaisuustaa-juus f_1 on vähintään 9 Hz, ei erityistarkastelu ole tarpeen. (7, s. 99.)

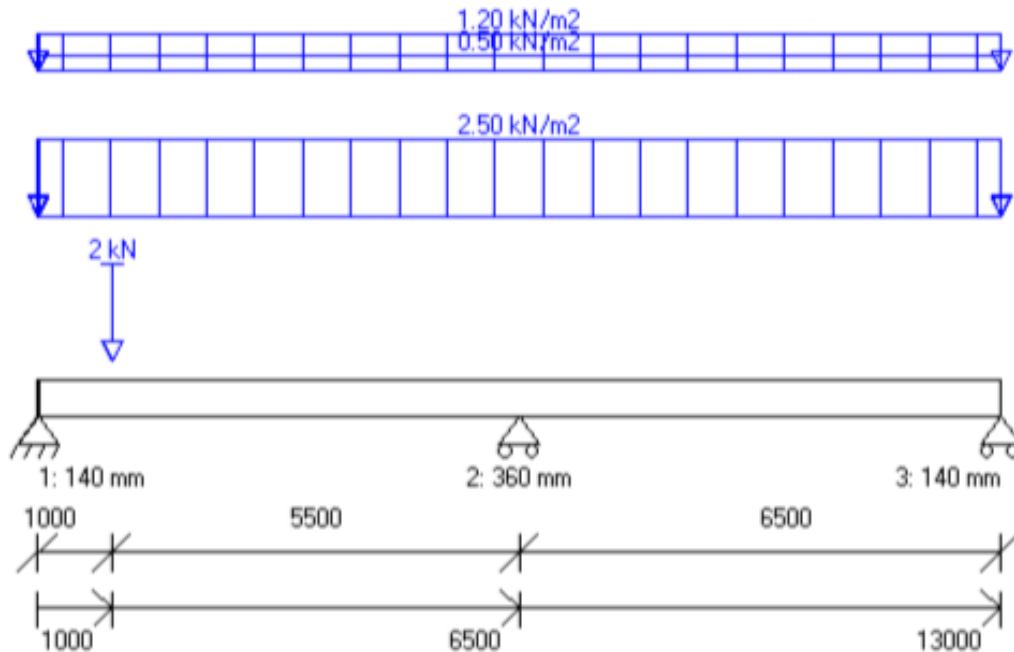
Välipohjan rakenne koostuu kehän suuntaisista kantavista kehäpalkkeista ja lattian välipohjaelementeistä. Kehäpalkin mitoituksessa tarkastellaan kahta vaihtoehtoista rakennetta. Kehäpalkin mitoituksessa ei otettu kantaa värähtelyyn, sillä se huomioitiin lattiaelementin mitoituksen yhteydessä. Kehäpalkin merkittävintä tarkastelukohde on sen taipuminen käyttörajatilassa. Finnwood 2.4 -ohjelman avulla haettiin toimivat rakenteet ja tukipinnat ko. tapauksiin. Kantavien rakenteiden palokestävyys mitoitettiin Excel-ohjelmassa (liite 1).

4.1 Välipohjan kehäpalkki tukipilarilla

Kehärakenteen esisuunniteltuna kehäjakona pidettiin 5,0 m, jotta hallin keskelle tulevat tukipilarit häiritsevät mahdollisimman vähän hallin toimintaa silloin, kun halli on kokonaisuudessaan yhden käyttäjän tilana. Kehäpalkki mitoitettiin yhdellä tukipilarilla ja sen koko määräytyi 215 x 495 mm:iin kuormitustapauksen (kuva 5) mukaisesti. Mitoitustulokset ovat liitteessä 2. Tässä tapauksessa kehävälän kaventaminen ei tule kysymykseen, koska hallin lattia-alalle ei voida tuoda

enempää tukipilareita. Tukipilarit sijaitsevat mahdollisten modulaaristen seinien rajakohdissa.

Välipohjan kantava lattia on mitoitettu Kerto-Ripa-laattaelementtinä Finnwood 2.4 -ohjelmalla. Kehävälille k5000 määräytyi ripalaatta R325-1800x25-4(1)x51x300, värähtelymitoituksella päästiin 95 %:iin (liite 3).

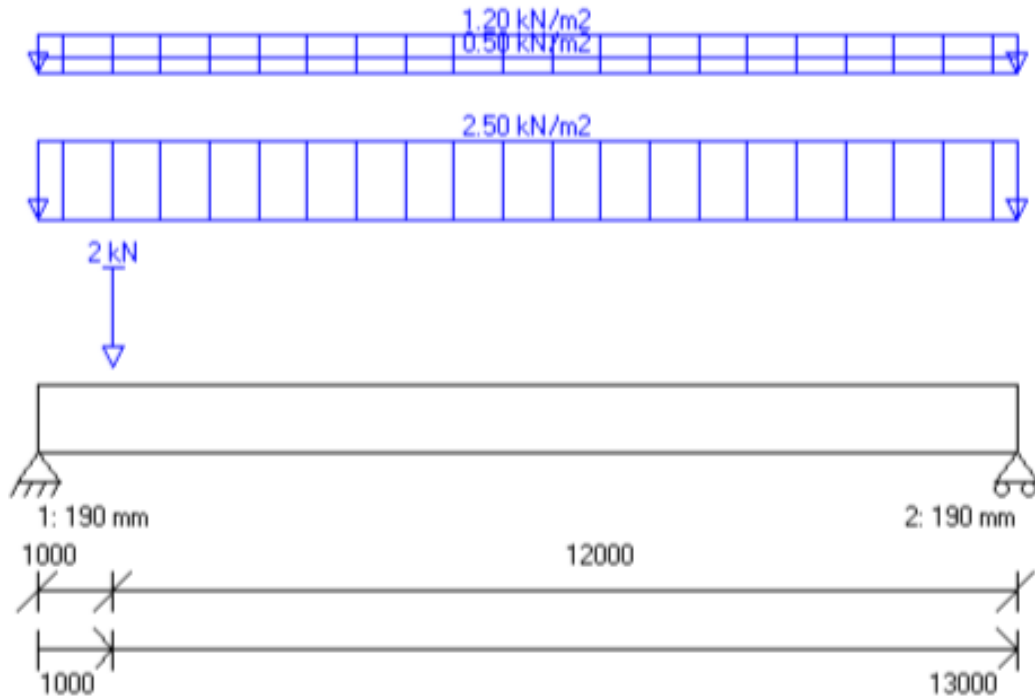


KUVA 5. Lattiapalkin kuormitus tukipilarilla (k5000)

4.2 Välipohjan kehäpalkki ilman tukipilaria

Kehäpalkki mitoitettiin ilman tukipilaria suunnitellulla 5,0 m:n kehävälillä, jolloin kehäpalkin koko määräytyi 240 x 1035 mm:iin kuormitustapauksen (kuva 6) mukaisesti. Mittoitustulokset on esitetty liitteessä 4. Kehäpalkki osoittautui massiiviseksi. Sen vuoksi kavenneltiin kehäväli 3,0 m:iin, jolloin kehät olisivat nostovien molemmin puolin. Tällä muutoksella palkin koko ja samalla kuormitustapauksella määräytyi 215 x 855 mm:iin. Kehäpalkki k3000 mitoitustulokset ja palokestävyys on esitetty liitteessä 1. Kehien lukumäärä kasvoi tässä tapauksessa kahdella kappaleella. Kehävälin kavennus helpottaa myös kehän jäykistämistä, jolloin sitä varten jää vapaaksi yksi kehän väli. Tässä tapauksessa on myös, että kehän pilarit ja harjapalkki ovat mitoitukseltaan pienempiä.

Kehävälillä k5000 on sama välipohjaelementti kuin edellisessä tapauksessa. Kehävälille k3000 mitoitettiin Kerto-Ripa-laattaelementti. Ripalaataksi valittiin korkeimmilla rivoilla varustettu laatta R225-1800x25-4(1)x51x200, värähtelymitoituksella päästiin 74 %:iin (liite 5).

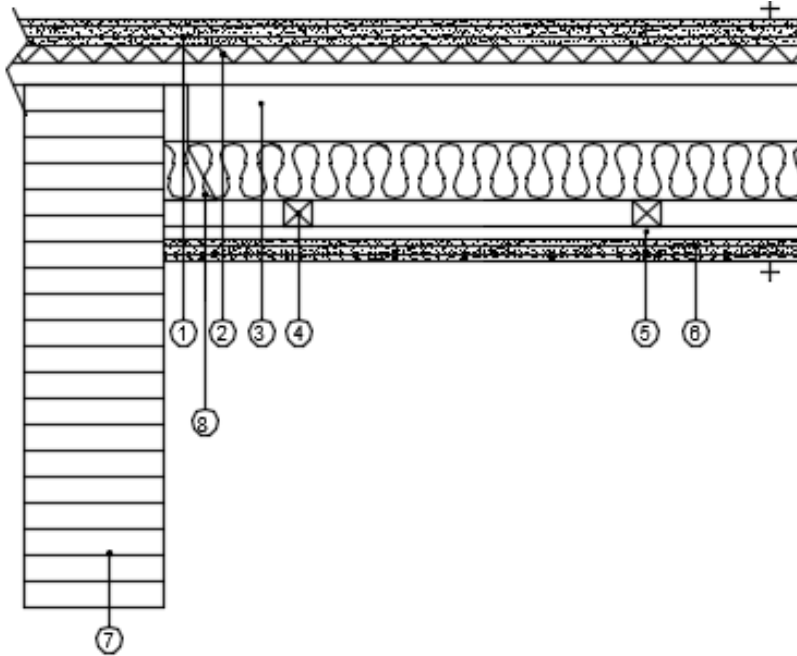


KUVA 6. Lattiapalkin kuormitus ilman tukipilaria (k5000 ja k3000)

4.3 Välipohjan valinta

Lähtökohtana oli saada sopivin kustannuksin ja painorajoittein hallitila, joka on mahdollisimman vapaasti muunneltavissa. Esisuunnitteluvaiheessa varattiin välipohjan korkeudeksi 500 mm. Yksiaukkoinen kehäpalkki, k3000:n kehävälillä, vie suunnitellusta hallitilan korkeudesta noin 350 mm. Tämä korkeuden menetyksen voidaan tasata LVIS-suunnittelussa. Välipohjan kehäpalkin taipuma tarkastettiin käyttörajatilassa. Kehäpalkin taipuma ylittyi sallitusta, mutta mahdollistaa esikorotuksen. Kehäpalkkia esikorotettiin 26 mm ja taipuma saatiin sallittuun arvoon. Kehäpalkin kokonaistaipuma osoittautui 51 mm:ksi, joka on huomioitava väliseinärakenteissa. Haluttuun tulokseen päästiin kohtuullisin muutoksin ja hallitilan käytettävyys parani merkittävästi. Rakennesuunnittelussa huomioitiin välipohjaksi yksiaukkoinen välipohja.

Välipohjarakenteen palokestävyys REI 90 arvioitiin Saint-Gobain Finland Oy / Gyproc sivun rakennekirjaston perusteella. Välipohjarakenteessa on käytetty uusia Gyproc GLF FireLine -tuotteita. Rakenne on esitetty kuvassa 7.



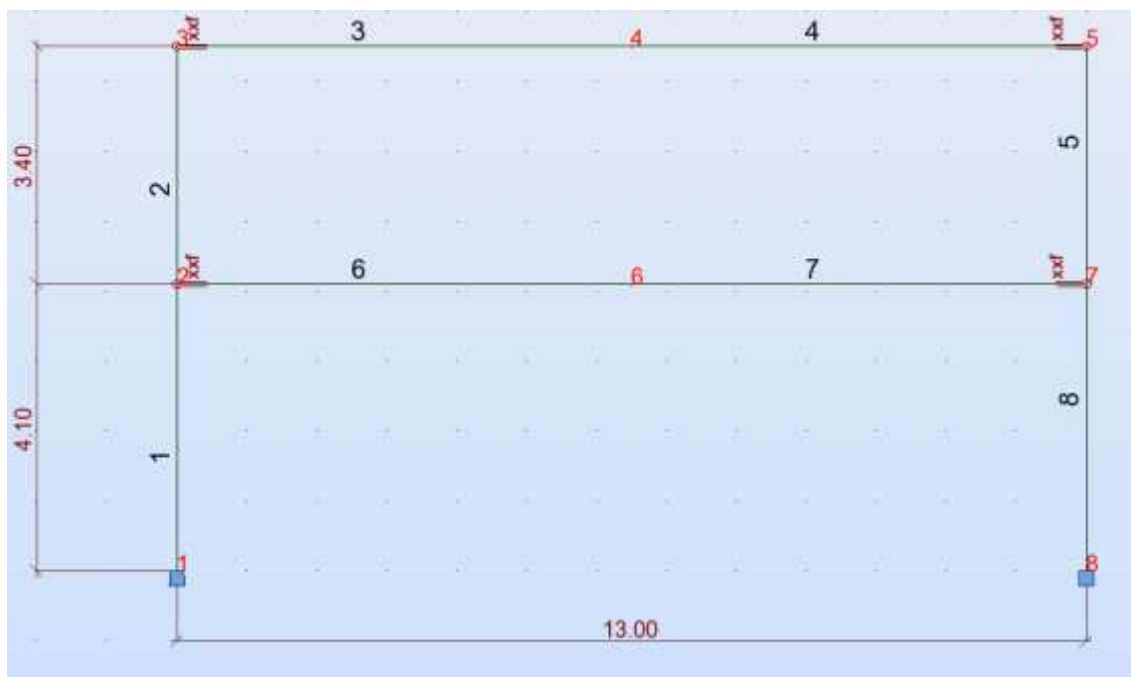
1. Kipsilevyt 3 x 15,5 mm Gyproc GL 15 Lapikas, levysaumat limittäään tai kipsivalu 45 mm
2. Mineraalivilla levy Isover FLO 30 mm
3. Kerto-Ripa ripalaatta elementti R225-2500x25-4(1)x51x200, välissä mineraalivilla Isover KOL 95 mm
4. Puukoolaus > 45 x 45 mm, k 800 mm
5. Akustinen jousiranka Gyproc AP 25, k 400 mm
6. Kipsilevy 12,5 mm Gyproc GN 13 Normaali + kipsilevy 2 x 18 mm Gyproc GLF 18 FireLine alimpana
7. Liima puu GL30 c välipohjapalkki
8. Palkkikenkä

KUVA 7. Välipohjarakenne

5 KEHÄRAKENTEN RAKENNESUUNNITTELU

Rakennesuunnittelun laskelmat tulee tehdä huomioiden luotettavat lähtötiedot, merkittävät muuttujat ja saavutettavissa olevan työn laatutaso. Rakenteen mallien tulee olla riittävän täsmällisiä rakenteen toiminnan arviointia ja mitoitusta varten. Rakenteet arvioidaan käyttämällä staattisia malleja. Rakennemallissa pääsauvojen systeemilinjojen tulee yhtyä sauvojen keskilinjaan poikkileikkausalueella. (7, s. 67–68.)

Rakennesuunnittelua varten kehärakenne mallinnettiin Robot Structural Analysis -ohjelmalla. Kuvassa 8 on esitetty rakennemallin päämitat, pääsauvat, liitokset ja tarkastelupisteet.



KUVA 8. Kehärakenteen rakennemalli

Jokaisen rakenneosan mitoituksessa huomioitiin merkittävimmät kuormituspaukset, jotka on esitetty mitoituksen yhteydessä.

Rakenteiden mitoituksessa verrataan rakennuksen rakenteisiin vaikuttavien jännitysten ja materiaalin ominaiskestävyyttä. Materiaalin oletetaan murtuvan,

kun jännitys saavuttaa materiaalin lujuusarvon. Rakennusmateriaalina puu kestää hetkellisesti suuria rasituksia, mutta murtuu huomattavasti pienempien kuormien pitkäaikaisesta vaikutuksesta. Pitkäaikainen kuorman vaikutus kasvat-
taa myös taipumaa. Kuormitusyhdistelmän aikaluokka määräytyy vaikutusajal-
taan lyhimmän kuorman aikaluokan (taulukko 9) mukaan. Materiaali määritel-
lään olosuhteiden mukaiseen käyttöluokkaan (taulukko 10). Käyttöluokalla mää-
ritellään puumateriaalin kosteuden vaikutusta sen kestävyYTEEN. Aikaluokka ja
käyttöluokka antavat materiaalille kuorman keston ja kosteusvaikutuksen huo-
mioivan lujuuden ja jäykkyyden muunnoskerroimen k_{mod} (taulukko 11). (8.)

TAULUKKO 9. Aikaluokat (8)

Kuvaus	Esimerkki
Pysyvä yli 10 v	Rakenteen oma paino, kevyet väliseinät, maaspaine
Pitkäaikainen 6 kk - 10 v	Varastoitu tavara, vesisäilökuorma
Keskipitkä 1 vk - 6 kk	Lumi, hyötykuorman pintakuorma (luokat A-D,F,G)
Lyhytaikainen alle 1 vk	Portaiden hyötykuormat, hyötykuorman pistekuorma, väliseinien ja kaiteiden vaakuormat, asennuskuormat
Hetkellinen	Tuuli, onnettomuuskuorma

TAULUKKO 10. Käyttöluokat (8)

Käyttö- luokka	Olosuhteiden kuvauksia, esimerkkejä
1	Lämmitetyt sisätilat, myös lämmöneristekerroksessa olevat rakenteet sekä palkit, joiden vetopuoli on lämmöneristeen sisällä.
2	Ulkoilmassa kuivana oleva puurakenne, katetussa tilassa sekä alta ja sivuilta hyvin kastumiselta suojattu.
3	Ulkona sääälle alttiina oleva puurakenne. Veden välittömän vaikutuksen alaisena oleva puurakenne.

TAULUKKO 11. Muunnoskertoimet k_{mod} (8)

Aikaluokka	Käyttöluokka		
	1	2	3
Pysyvä	0,60	0,60	0,50
Pitkäaikainen	0,70	0,70	0,55
Keskipitkä	0,80	0,80	0,65
Lyhytaikainen	0,90	0,90	0,70
Hetkellinen	1,10	1,10	0,90

Rakenteiden materiaaliksi valittiin liimapuu GL30c hyvän saatavuuden vuoksi. Liimapuun GL30c materiaaliominaisuudet esitetään taulukossa 12. Materiaalien lujuusominaisuuksien laskelmat esitetään mitoituslaskelmien yhteydessä.

TAULUKKO 12. Materiaaliominaisuudet liimapuu (7)

Lujuusluokka	Liimapuu				Halkaistu liimapuu		
	GL24c	GL24h	GL30c ¹	GL30h	GL30cs ¹	GL30hs	
Ominaislujuudet (N/mm ²)							
Taivutus	$f_{m,k}$	24	24	30	30	28	28
Veto	$f_{t,0,k}$	17	19,2	19,5	24	18,7	22,4
	$f_{t,90,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Puristus	$f_{c,0,k}$	21,5	24	24,5	30	23,3	28
	$f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
Leikkaus	$f_{v,k}$	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	$f_{r,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Jäykkysominaisuudet (N/mm ²)							
Kimmomoduuli	$E_{0,mean}$	11 000	11 500	13 000	13 600	12 500	13 100
	$E_{0,05}$	9 100	9 600	10 800	11 300	10 300	10 800
	$E_{90,mean}$	300	300	300	300	300	300
Liukumoduuli	G_{mean}	650	650	650	650	650	650
	$G_{0,05}$	540	540	540	540	540	540
Tiheydet (kg/m ³)							
Ominaisstiheys	ρ_k	365	385	390	430	390	430
Tiheyden keskiarvo	ρ_{mean}	400	420	430	480	430	480

5.1 Harjapalkki

Kehärakenteeseen valittiin kattokannattajaksi liimapuinen harjapalkki. Liimapuinen harjapalkin etuina ovat hyvä palonkesto ja sopiva rakenne pitkiin jänneväleihin kehärakenteissa (9, s. 20). Harjapalkki sijaitsee osittain toisen kerroksen yläpohjaeristeen yläpuolella, joten harjapalkki mitoitettiin käyttöluokassa 2. Yläpohjan ja kattorakenteen välitila määriteltiin palomitoituksessa (luku 2.3) palo-

luokkaan P1, jolloin luokkavaatimus on REI60. Esisuunnittelussa valittiin katon kaltevuudeksi 1:6 ja kantakorkeudeksi 500 mm. Tämän pohjalta arvioitiin harjapalkille omapaino kuormituslaskelmia varten. Omaan painoon lisättiin vielä yläpohjaeristeistä, sisäkattorakenteista ja tekniikasta aiheutuva lisäkuorma. Finnwood 2.4 -ohjelma ei tue liimapuisen harjapalkin laskemista, joten laskelma tehtiin eurokoodi 5:sen mukaisesti Excel-ohjelmalla.

Harjapalkin mitoituksessa harjapalkin lujuus on tarkastettava kahdessa poikki-leikkauksessa ja harjavyöhykkeellä. Tasaisesti kuormitetun palkin leikkausjännitys on suurimmillaan harjapalkin tuella ja taivutusjännityksen epäedullisin kohta on harjapalkin leikkauksessa, jonka etäisyys tuelta (x) lasketaan kaavan 1 mukaan. (10, s.153–154.)

Harjapalkin epäedullisen leikkauksen etäisyys tuelta lasketaan kaavalla 1 (10, s. 154)

$$X = 0,5 \cdot l \cdot \frac{h_{min}}{h_{max}}$$

KAAVA 1

X = leikkauksen etäisyys tuelta (mm)

l = harjapalkin jänneväli (mm)

h_{min} = harjapalkin kantakorkeus (mm)

h_{max} = harjapalkin harjakorkeus (mm)

Harjapalkin lujuuden mitoituksessa merkittäväksi kuormitustapaukseksi osoitettiin KT16 (liite 6) ja aikaluokaksi keskipitkä. Kuormitustapauksessa lumikuorma on 100 % tasaisesti molemmilla lappeilla. Harjapalkin keskelle syntyi suurin taivutusmomentti ja tukipisteille suurin leikkausvoima. Tuulivoimaa ei huomioida harjapalkin kestävyyksien laskennassa, koska hetkellinen aikaluokka nostaa liimapuun suunnittelulujuuksia (8).

Harjavyöhykkeeltä tarkastetaan yhdistetty leikkaus ja poikittainen veto (8). Harjavyöhykkeen leikkauksessa ja poikittaisessa vedossa määrääväksi kuormitustapaukseksi osoitettiin KT 22 (liite 7), jossa lumikuorma on toispuoleinen.

Taivutusjännityksen epäedullisin poikkileikkauksen kohta laskettiin kaavan 1 mukaan, jolloin tarkasteltava piste on 3 165 mm:n etäisyydellä tuelta. Harjapalkin mitoituslaskelmissa palkin kiepahdus osoittautui haastavaksi kattokaltevuu-della 1:6. Harjapalkin kattokaltevuudeksi muutettiin 1:10.

Harjapalkin taipuma tarkastettiin käyttörajatilassa. Harjapalkin taipuma ylittyi sallitusta, mutta mahdollistaa esikorotuksen. Harjapalkki esikorotettiin 36 mm ja taipuma saatiin sallittuun arvoon. Harjapalkin tyyppi määräytyi 165 x 500 - 1150. Harjapalkin mitoitus tulokset ja palokestävyys on esitetty liitteessä 1. Harjapalkin kokonaistaipuma osoittautui 53 mm:ksi, joka on huomioitava väliseinä-rakenteissa.

5.2 Kehäpilari

Pilareiden mitoituksessa tarkasteltiin pilarin nurjahduslujuutta. Pilarin nurjahduslujuuteen vaikuttaa pilarin geometria, materiaaliominaisuudet, pilarinkorkeus ja tukemistapa. Kun hoikkaa pilaria kuormitetaan aksiaalisessa suunnassa, se pyrkii taipumaan sivusuunnassa. Tähän taivutusnurjahdukseen vaikuttaa sekä pilarin lujuus että jäykkyys. (11, s. B6/1–B6/2.)

Pilarin nurjahduspituuteen vaikuttaa pilarin tukemistapa. Nurjahduspituus on valittava Eulerin teoriaa isommaksi, koska kiinnitys ei puurakenteissa ole koskaan täysin jäykkä. (8.)

Kehäpilari suunniteltiin yhtenäiseksi pilariksi, joka ulottuu perustukselta harjapalkille. Pilari tuettiin heikommassa suunnassa välipohjan ja harjapalkin korkeudelta. Pilari jaettiin kahteen tarkasteltavaan osaan. Ensimmäisen kerroksen pilari ulottuu perustukselta välipohjaan ja toisen kerroksen pilari ulottuu välipohjalta harjapalkille. Pilari tuettiin perustukseen momenttijäykästi ns. mastopilariksi. Pilaria puristavat voimat tulevat harjapalkilta sekä välipohjan kehäpalkilta ja pilaria taivuttava voima tulee tuulikuormasta.

Pilarit mitoitettiin siten, että ensimmäisen kerroksen pilari on kehäsuunnassa paksumpi, jolloin kehäpalkilta tulevat kuormitukset saatiin lähemmäksi systeemiinjoja. Välipohjan kohdalla on momentti (kuva 9), joten molempien tarkastel-

tavien pilareiden mitoituksessa käytettiin mastopilarille määriteltyä nurjahduskerrointa.



KUVA 9. Kehäpilarin taivutusmomentti KT3

Kehäpilareiden kuormitustapauksiin lisättiin kattorakenteen osalta tulevat tuulikuorma ja lisävaakavoimat.

Ensimmäisen kerroksen kehäpilarit tarkistettiin kahdessa kuormitustapauksessa. Mitoittaviksi kuormitustapauksiksi määräytyivät KT3 (KT3,fi) (liite 8) ja KT37 (KT37,fi) (liite 9). Kuormitustapauksessa KT3 merkittävin muuttuva kuorma on tuulikuorma, joka lisää pilarin taivutusrasitusta. Kuormitustapauksessa KT37 merkittävimmät muuttuvat kuormat ovat pilaria rasittavat aksiaaliset kuormat. Kyseiset kuormat tulevat harjapalkilta ja välipohjan kehäpalkilta. Aksiaaliset kuormat yhdessä tuulikuorman kanssa pyrkivät taivuttamaan pilaria.

Toisen kerroksen kehäpilarit tarkistettiin myös kahdessa kuormitustapauksessa. Mitoittaviksi kuormitustapauksiksi määräytyivät KT3 ja KT17 (KT17,fi) (liite 10). Kuormitustapauksessa KT17 merkittävin muuttuva kuorma on pilaria rasittava harjapalkilta tuleva aksiaalinen kuorma. Aksiaalinen kuorma yhdessä tuulikuorman kanssa pyrkivät taivuttamaan pilaria. Pilarit mitoitetiin Excel-ohjelmalla.

2.4 -ohjelmasta saatiin kestävyys- ja palomitoitus. Harjalla sijaitsevan päätyपालkin mitoitustulokset on esitetty liitteessä 12 ja välipohjassa sijaitsevan päätyपालkin mitoitustulokset liitteessä 13.

5.4 Liitokset

Rakenteellisen liimatankoliitoksen valmistaminen edellyttää ilmoitetun laitoksen antamaa tuotteen suoritusasteen pysyvyyden sertifikaattia. Liimatankoliitoksissa käytetään valmistajakohtaisesti hyväksytyjä liimoja, valmistustekniikoita ja laadunvarmennusmenettelyjä. (7, s. 136.)

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin vain pilari-palkkirunkoon liittyviä voimaliitoksia. Liitoksissa käytettiin kierretanko- ja kansiliimaruuveja. Kehäpilarin liitokset tehtiin perustusantureille momenttia vastaanottavana liitoksena. Momenttijäykkiä kiinnitys tehtiin käyttämällä puupilareille suunniteltuja valmiita pilarikenkiä. Pilarikengät kiinnitettiin liimaruuveilla syvyysuunnassa pilarin pohjan molemmille reunoille. Pääkannattimia varten kehäpilareihin kiinnitettiin liimatut kierretangot, joihin pääkannattimet liitettiin pulttiliitoksilla.

Puurakenteiden liitokset suunnitellaan siirtämään liitoksessa voiman suuntaisia rasituksia. Suunnittelussa liitokset oletetaan joko nivelellisiksi tai momenttijäykiksi. (11, s. C16/1.)

Liitokset suunniteltiin vertaamalla käytettävän liimaruuvien myötökestävyyden suunniteltua ominaisarvoa sekä ruuvien tartuntakestävyyden suunniteltua ominaisarvoa. Näistä heikomman tuloksen antavaa arvoa verrattiin liitokseen kohdistuvaan kokonaisvoimaan.

Liimaruuvien tartuntalujuudessa huomioitava asia on, että veto- ja puristusvoimat ovat yhtä suuret (11, s. C14/3). Momenttiliitoksen reunalla olevia pilarikenkiä rasittavat voimat tulivat liitoksessa olevasta momentista sekä pilarin aksiaalisen voimasta. Aksiaalinen voima jakautuu tasaisesti molemmille pilarikengille. Momentista aiheutuva voima lisättiin liitoksen puristetulle reunalle ja vähennettiin vedetyltä reunalta.

Liitoksen leikkauskestävyys otetaan vastaan puristetulla reunalla olevilla ruuveilla (13). Liitoksen leikkausrasituksessa liimaruuvien tai liimaruuviryhmän kestävyttä verrataan tuella vaikuttavaan leikkausvoimaan. Liimaruuvien leikkauskestävyys saatiin ruuvien ominaisarvosta, joka kerrottiin puristetulla reunalla olevien ruuvien lukumäärällä. Vaikuttava leikkausvoima saatiin kuormitustapauksesta.

Lohkeamismurtokestävyudessa laskettiin ruuvien vaikuttava tehollinen pinta-ala, joka kerrottiin liimapuupilarin syidensuuntaisella vetokestävyuden suunnittelu ominaisarvolla. Tulosta verrattiin liimapuupilaria eniten rasittavaan vetävään voimaan.

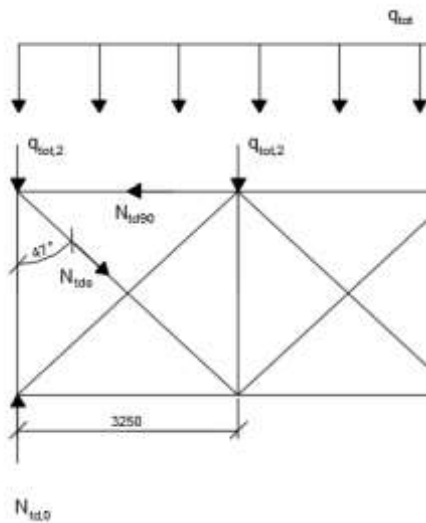
Kehäpilarin momenttiliitos mitoitettiin kuormitustapaus KT3 mukaisesti. Harjapalkin ja kehäpilarin liitoksen suurin vaikuttava normaalivoima on kuormitustapauksessa KT16. Välipohjapalkin ja kehäpilarin liitokseen suurin vaikuttava normaalivoima on kuormitustapauksessa KT37. Liitokset mitoitettiin puuinfon esimerkkilaskelman mukaisesti (13). Laskennat suoritettiin Excel-ohjelmalla ja tulokset on esitetty liitteessä 1.

5.5 Kehän jäykistys

Laajennusosan pidemmällä sivulla vaikuttava tuulikuorma siirtyy osittain tuulenpuolen mastopilareiden välityksellä perustuksille ja osittain kehärakennetta pitkin vastakkaisen puolen perustuksille.

Rakennuksen päätyyn vaikuttava tuulivoima siirretään jäykistysristikoiden kautta perustuksille. Jäykistysristikot suunniteltiin kehärakenteen toiseen kehäväliin (laskettuna tuulikuorman vaikutussuunnasta). Jäykistysristikon vetosauvojen materiaalina käytettiin terästankoja ja puristussauvojen materiaalina liimapuuta.

Päätyyn vaikuttava tuulikuorma ohjataan tuuli- ja nurkkapilareiden välityksellä sekä perustuksille että yläosan tukireaktioiden ja kattorakenteiden välityksellä yläpohjan jäykistysristikolle (kuva 11). Sisäiset jäykistyskuormat tulevat harjapalkeilta. Näiden kuormien summa on jäykistysristikkoa rasittava kokonaiskuorma q_{tot} .

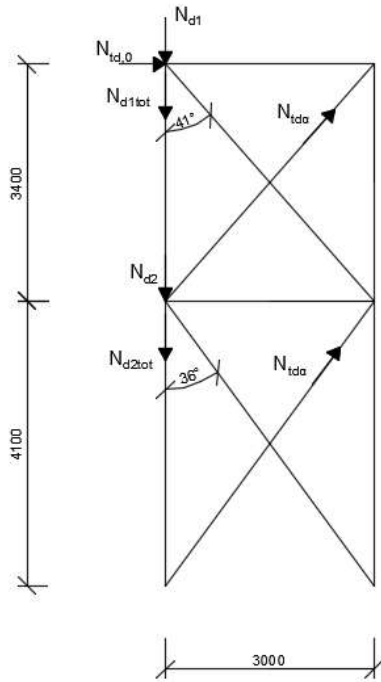


KUVA 4. Yläpohjan jäykistysristikko

Kokonaiskuorma jaettiin ristikoiden solmupisteisiin ($q_{tot,2}$), jolloin ristikosta saatiin laskentamalli. Laskentamallista ratkaistiin diagonaalisauvojen ja rakennuksen pituussunnassa olevien puristussauvojen voimasuureet ($N_{td,0}$ ja $N_{td\alpha}$). Näissä voimasuureissa huomioitiin vielä kehäpilarilta tuleva sisäinen jäykistyskuorma.

Yläpohjan jäykistysristikolta siirtyy rasitusvoima $N_{td,0}$ seinän jäykistysristikolle (kuva 12). Seinän jäykistysristikko mallinnettiin Robot Structural Analysis –ohjelmalla, jonka avulla saatiin määriteltyä seinäristikon sauvoissa vaikuttavat voimat (liite 14). Laskentamallista jätettiin pois puristuvat diagonaalisauvat, koska ne eivät pysty vastaanottamaan puristusta ja vääristäisivät kuorman jakautumista vetosauvoille. Tarkasteltaville kehäpilareille tuli puristava lisävoima jäykisteristikolta. Tämän lisävoiman ja palkeilta tulevien tukireaktioiden yhdistelmillä (N_{d1tot} ja N_{d2tot}) tarkistettiin kehäpilareiden nurjahduskestävyydet.

Jäykistyslaskelmat tehtiin Liimapuukäsikirja 3:ssa esitetyn esimerkkilaskennan mukaisesti (14, s. 139–145). Jäykistysrakenteiden mitoitus tulokset on esitetty liitteessä 1.



KUVA 5. Seinän jäykistysristikko

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin olemassa olevaan teollisuushalliin 2-kerroksinen laajennusosa. Suunnittelussa keskityttiin pelkästään kantavien rakenteiden mitoitukseen. Rakennerratkaisuksi valittiin pilari-palkkirunko. Työn tavoitteeseen kuului ratkaista välipohjarakenne siten, että alakerran hallitiloista tulisi käytännölliset ja niitä voitaisiin muunnella käyttötarkoituksen mukaan. Ratkaisua haettiin jyvällällä välipohjan kehäpalkilla siten, että vapaalle lattiapinta-alalle ei tulisi kantavia tukipilareita. Kehäpalkiksi saatiin mitoitetun kohtalaisen kokoinen palkki, joka valittiin kehärakenteeseen. Lattiavärähtely saatiin mitoitetun sallituihin arvoihin tehdasvalmisteisilla lattia-elementeillä.

Paloluokitusta määriteltäessä välipohjan suunnittelu kohtasi haasteen, kun tarkoituksena oli määritellä kerrokset eri paloluokkaan. Silloin, kun tilat ovat eri paloluokassa, osastoivan rakenteen täytyy olla palomuurirakenne. Puurakenteeseen välipohjaan ei onnistuttu tämän työn aikana löytämään tarkoituksen mukaista palomuurirakennetta. Sen vuoksi kerrokset määriteltiin samaan paloluokkaan ja välipohjaan suunniteltiin käyttötarkoitussastointi. Paloluokka valittiin tarkoituksella suureksi, jotta lopullisia rakennuslupakuvia suunniteltaessa voidaan varata rakenteille riittävästi tilaa.

Kehäpilarille haettiin ratkaisua siten, että toisen kerroksen pilari olisi kehäsuunnassa matalampi, jotta välipohjalta tulevat kuormat olisivat lähempänä systeemilinjoja. Korkea paloluokka kuitenkin tuli määrääväksi tekijäksi mitoituksessa.

Opinnäytetyössä saatiin tehtyä yksinkertaistettu Excel-laskentapohja. Laskentapohjaa tehtäessä (uudet määräykset ja osittain muuttuneet eurokoodien mitoitusarvot) tuli olla tarkkana, kun haki esimerkeistä tietoa ja ohjeita.

Opinnäytetyön aihe osoittautui haastavaksi. Puurakenteiden suunnittelusta useampaan kerrokseen pilari-palkkirakenteella ei löytynyt selkeitä ohjeita eikä esimerkkilaskentoja. Esimerkiksi kehäpilareiden mitoituksessa sovellettiin useasta eri lähteestä saatua ohjeistusta.

LÄHTEET

1. YM3/601/2015. Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
2. RT 95-11151. 2014. Toimistotilat, yleiset suunnitteluperusteet. Rakennustieto Oy.
3. 848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2017. Suomen säädöskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
4. RIL 201-1-2011. 2011 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
5. 1007/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2017. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
6. Puurakenteiden suunnittelu – Lyhennetty suunnitteluohje – Eurokoodi 5. 2011. Helsinki: Puuinfo Oy.
7. RIL 205-1-2017. 2017. Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
8. Kilpinen, Pekka 2017. T512905 Puurakenteet 1 5 op. Opintojakson luentomateriaali kevät 2017. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
9. Puuhallin rakenteet – Esisuunnittelu ja valintaperusteet. 2009. Helsinki: Puuinfo Oy.
10. Step 2. 1998. Puurakenteet mitoitus, yksityiskohdat ja rakennejärjestelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.
11. Step 1. 1996. Puurakenteet suunnitteluperusteet, materiaaliominaisuudet, rakenneosat ja liitokset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
12. EC5 sovelluslaskelmat, hallirakennus. 2010. Helsinki: Puuinfo Oy.

13. Mastopilarin perustusliitos liimaruuveilla, esimerkkilaskelma. 2014. Helsinki:
Puuinfo Oy.

14. Liimapuukäsikirja osa 3. 2015. Helsinki: Suomen Liimapuuyhdistys ry ja
Puuinfo Oy.

LIITTEET

Liite 1 Rakenteiden mitoituslaskelmat, Excel

Liite 2 Välipohjapalkki k5000 tukipilarilla, Finnwood 2.4

Liite 3 Kerto-Ripa –lattiaelementti k5000, Finnwood 2,4

Liite 4 Välipohjapalkki k5000 ilman tukipilaria, Finnwood 2.4

Liite 5 Kerto-Ripa –lattiaelementti k3000, Finnwood 2,4

Liite 6 Kuormitustapaus KT16, Robot Structural Analysis

Liite 7 Kuormitustapaus KT22, Robot Structural Analysis

Liite 8 Kuormitustapaus KT3, Robot Structural Analysis

Liite 9 Kuormitustapaus KT37, Robot Structural Analysis

Liite 10 Kuormitustapaus KT17, Robot Structural Analysis

Liite 11 Rakennuksen päädyn kuormitustapaukset, Robot Structural Analysis

Liite 12 Päätypalkki (harja), Finnwood 2,4

Liite 13 Päätypalkki (välipohja), Finnwood 2,4

Liite 14 Kehän jäykistysristikon kuormitustapaus KT3, Robot Structural Analysis

LÄHTÖTIEDOT

1. PERUSTIEDOT		SELITE
Työ nro	Opinnäytetyö	
Kohteen nimi	Puurakenteinen hallirakennus, laajennusosa	
Osoite	Palolantie 14	
Kortteli/tontti	39-6	
Pääasiallinen käyttö	Vuokrauskäyttöön tarkoitettua halli- ja toimistotilaa	
Rakenteiden vaativuusluokka	AA	
Käyttöluokat:		
Rakenneosat 1	2	Harjapalkit
Rakenneosat 2	1	Mastopilarit, muut pilarit
Seuraamusluokka	CC2	RIL205
Paloluokka	P1	848/2017
Osastoiva rakenneosat	REI 90	848/2017
Muut Rakenteet	R 90, R60	848/2017
Muut Rakenteet	REI-M 90	Osastoiva seinä, vanha rakennus
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Puu	
Pääasiallinen rakennustapa	Elementti	
Kerrosluku	2	
Kokonaiskorkeus (m)	11	sokkeli ja kattoelementti varaus maan pinnalla 500 mm
Bruttopinta-ala yhteensä (m ²)	390 m ²	
Tarkempi käyttötarkoitus:		
Rakennuksen osa 1	Hallitilaa varaudutaan autojen huoltoon	1.kerros
Rakennuksen osa 2	Toimisto ja neuvottelukäyttö	2.kerros
Rakennuskohteen kuvaus	Olemassa olevaan halliin tehdään laajennusosa liimapuisella pilari-palkki rakenteella	

2. RAKENTEELLINEN JÄRJESTELMÄ		SELITE
Perustamismaaperä	HkMr	
Perustamistapa	Maavaraiset pilarianturat	
Pääasialliset runkorakenteet		
Pilarit	Mastopilarit, Harjapalkki	
Kantavat seinät	-	
Pääkannattimet:		
Ulkoseinät		
Rakennuksen osa 1	Mastopilarit	Liimapuu
Rakennuksen osa 2	Mastopilarit	Liimapuu
Yläpohjat		
Rakennuksen osa 1	Välipohjan kehäpalkki	Liimapuu
Rakennuksen osa 2	Harjapalkki	Liimapuu
Rakennusrungon jäykistys		
Rakennuksen osa 1	Jäykistysristikko	Metalli, liimapuu
Rakennuksen osa 2	Jäykistysristikko	Metalli, liimapuu

3. NORMIT JA KUORMITUKSET		SELITE
Määräykset ja ohjeet		
Rakenteet	Puurakenne, eurokoodi 5	
soveltamisohje	RIL 205-1-2017	
Palonkestovaatimus	P1	
Kuormitukset	Eurokoodi 0, 1	
Soveltamisohje	RIL201-1-2017	
Kattoelementti (kN/m ²)	0,40	2. Kerroksen ulkokat- torakenne
ripustuskuorma (kN/m ²)	-	
Yläpohja (kN/m ²)	0,40	eriste ja 2. kerroksen sisäkattorakenne
Hyötykuorma (kN/m ²)	2,50	Toimistotila LUOKKA B, RIL 201-1
Lattiarakenteet (kN/m ²)	1,20	LVISA Tekniikka hu- mioitu
Lumikuorma maanpinnalla (kN/m ²)	2,50	Oulu, RIL 201-1
Puuskanopeuspaine (kN/m ²)	0,49	Maastoluokka III, h= 11 m, RIL 201-1
Nosturi (kN/m ²)	-	

4. RAKENTEIDEN MITAT		
Harjapalkki/ristikko jänneväli (m) max	13,0	Laskennallinen
Kattorakenteen korkeus (m)	1,7	Laskennallinen
Kehäväli (m) max	3,0	Laskennallinen
Mastopilari/seinä korkeus (m)	7,5	

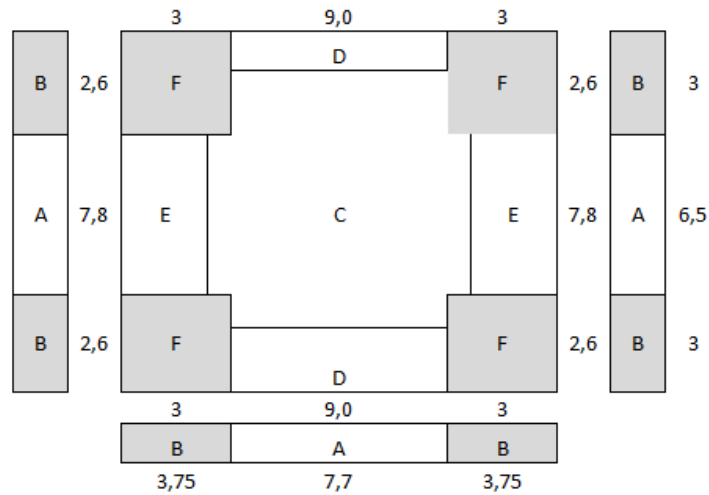
Kattokaltevuus	5,7	1:10
Muotokerroin	0,8	kaltevuus < 30
Rakennuksenleveys (m)	13,0	
Rakennuksenpituus (m)	15,0	
Rakennuksen kokonaiskorkeus (m)	11,0	
Tuulipilarijako	2,6	
Lattiapalkkijako	3,0	kehäpalkit

5. RAKENTEIDEN KUORMAT		
Seuraamusluokka	CC2	RIL 201-1
K_{FI}	1	RIL 201-1
Pysyväkuorma kehällä g_k (kN/m)	3,3	Kattorakenteet
Lumikuorma kehällä q_s (kN/m)	6,0	
Kokonaistuulikuorma kehäsuunta q_w (kN/m)	2,0	
Kokonaistuulikuorma pääty q_w (kN/m)	1,6	
Pysyväkuorma lattiapalkilla g_k (kN/m)	6,0	Lattiarakenteet
Hyötykuorma lattiapalkilla q_k (kN/m)	7,5	
Pysyväkuorma pääty g_k (kN/m)	1,3	Kattorakenteet
Pysyväkuorma pääty lattiapalkilla g_k (kN/m)	2,7	Lattiarakenteet
Lumikuorma pääty q_s (kN/m)	3,0	
Hyötykuorma pääty lattiapalkilla q_k (kN/m)	3,8	
Lumikuorma Ψ_0	0,7	RIL 201-1
Tuulikuorma Ψ_0	0,6	RIL 201-1
Hyötykuorma Ψ_0	0,7	RIL 201-1

6. KOKONAISTUULIKUORMA VOIMAKERTOIMEN AVULLA		
RAKENTEIDEN TUULIKUORMA		
SIVU, d= 13m, b = 15m, h= 11m		
Sivusuhte d/b	0,87	
λ	1,47	
Voimakerroin C_f	1,38	
PÄÄTY, d= 15m, b = 13m, h= 11m		
Sivusuhte d/b	1,15	
λ	1,69	

Voimakerroin C_f	1,27	
KEHÄJAKO (m)	3,00	
PUUSKANNOPEUSPAINI (kN/m ²)	0,49	
KOKONAISTUULIVOIMA KEHÄLLÄ (kN/m)	2,01	
KOKONAISTUULIVOIMA KEHÄNURKKAPILARILLA (kN/m)	1,00	
PILARIJAKO PÄÄDYSSÄ (m)	2,60	
KOKONAISTUULIVOIMA PÄÄTYPILAREILLA (kN/m)	1,60	
KOKONAISTUULIVOIMA PÄÄTYNURKKAPILAREILLA (kN/m)	0,80	

7. KOKONAISTUULIKUORMA PINTAPAINIEN AVULLA		
OSAPINTOJEN TUULIKUORMA		
ALUE, $A \geq 10$	RIL205-1, $C_{p,net}$	$q_{w,k}$ (kN/m ²)
A	-1,1	-0,53
B	-1,5	-0,73
C	-1,0	-0,49
D	-1,6	-0,78
E	-1,6	-0,78
F	-2,0	-0,97



VÄLIPOHJAN KEHÄPALKIN MITOITUS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,5 N/mm ²
$E_{0,mean}$	13000 N/mm ²
G_{mean}	650 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 RAKENNE

	mm	m	
Jänneväli	13000 mm	13	m
Palkin korkeus, h	855 mm	0,855	m
palkin leveys, b	215 mm	0,215	m
Pinta-ala, A	183825 mm ²		
w=	26195062,50 mm ³		
I=	11198389219 mm ⁴		

1.3 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1, CC2

K_{mod}	0,8	KL 1, CC2
γ_m	1,25	EC5
Ψ_2 , HYÖTY	0,3	EC5
k_h	1	h > 600 KL 1,
k_{def}	0,6	CC2
P_{ref}	1 kN/m	
$k_{c,90}$	1,75	
c	0,7	GL30c

1.4 MATERIAALILUJUUKSET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	19,2 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,24 N/mm ²
$f_{c,90,d}$	1,6 N/mm ²

1.5 KUORMITUSTAPAU
KT36, keskipitkä, Lumi 70 %, Hyöty 100 % tuuli 0 %
 KUORMITUS kN/m

	MRT	KRT	PALO
OMAPAINO	6,92	6,02	6,02
MUUTTUVA	11,25	7,5	3,75
YHTEENSÄ	18,17	13,52	9,77
M_d	383883368 Nmm	Robot:	
V_d	118118 N	Robot:	
$M_{d,fi}$	206372766 Nmm		
$V_{d,fi}$	63499 N		

2. TAIVUTUSKESTÄVYYS:

$\delta_{m,d}$	14,7	N/mm ²	
MITOITUSEHTO:			
$\delta_{m,d} \leq f_{m,d}$	14,7	≤	19,2 76,33 %

3. LEIKKAUSKESTÄVYYS:

V_{red}	101036	N	
τ_d	0,82	N/mm ²	
MITOITUSEHTO:			
$\tau_d \leq f_{v,d}$	0,82	≤	2,24 36,81 %

4. VAADITTAVA TUENLEVEYS:

Tukipalkin leveys, b (tarvittava)	240 mm	tukipilari leveys	
Palkki ei ylitä tukea	30 mm	190 mm	
Tukipinnan pituus (tarvittava)	170 mm	tukipilari syvyys	
Tuenpinta-ala, A_{tuki}	40800 mm ²	135 mm	
$l_{c,90,ef}$	200 mm		
$k_{c,\perp}$	2,1		
$\delta_{c,90,d}$	2,90	N/mm ²	
MITOITUSEHTO:			
$\delta_{c,90,d} \leq k_{c,\perp} * f_{c,90,d}$	2,90	≤	3,29 87,89 %

5. PALKIN KIEPAHDUS:

K_{crit}	1
$\lambda_{rel,m}$	0,75

$\delta_{m, crit}$	53,33	
l_{ef}	7664	
Kiepahdus vähimmäispituus	5954	OK

6. TAIPUMA: (KRT)

W_{ref}	2,77	
$W_{inst,g}$	16,7	
$W_{inst,q}$	20,8	
Yht.	37,4 mm	

Winst TARKASTUS L/400 (lattiat)			
$W_{inst} < L/400$	37,4	<	32,5 115,09 %

$W_{fin,g}$	26,6	
$W_{fin,q}$	24,5	
Yht.	51,1	

TARKASTUS L/300			
$W_{net,fin,1} < L/300$	51,13	<	43,3 117,99 %

ESIKOROTUS TARKASTUS L/200			
$W_{net,fin,1} < L/200$	51,13	<	65 OK

Esikorotus W_c	26 mm	
Ψ_1	0,5	Hyöty
Lopullinen taipuma $W_{net,fin,2}$	26 mm	

7. PALOMITOITUS PALKKI

7.1 LÄHTÖTIEDOT		
Paloluokka:	P1	R90

$V_{d,fi}$	63499 N
$M_{d,fi}$	206372766 Nmm
$K_{mod,fi}$	1
$K_{fi, palomitoitus}$	1,15
$\gamma_{m,fi}$	1
Paloaika,t	90 min
β_n	0,7
K_0	1

d_0	7 mm
Harjapalkin leveys, b	215 mm
Harjapalkin korkeus, h	855 mm

7.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	70 mm
----------	-------

7.1.2 MATERIAALI MITAT, fi

$b_{,fi}$	75 mm
Palavat sivut	2 kpl
$h_{,fi}$	785 mm
Palavat sivut	1 kpl
Palovaikutuksen korkeus	500 mm
$A_{,fi}$	108575 mm ²
$W_{,fi}$	6827146 mm ³
$I_{,fi}$	1298490260 mm ⁴

7.2 MATERIAALILUJUUDET, fi

aikaluokka: Keskipitkä

$f_{m,d,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{v,d,fi}$	4,03 N/mm ²
$f_{c,90,d,fi}$	2,88 N/mm ²

7.3. TAIVUTUSKESTÄVYYS. fi:

$\delta_{m,d,fi}$	30,2 N/mm ²
-------------------	------------------------

MITOITUSEHTO:

$\delta_{m,d,fi} \leq f_{m,d,fi}$	30,2	≤	34,5	87,62 %
-----------------------------------	------	---	------	----------------

7.4. LEIKKAUSKESTÄVYYS. fi:

$\tau_{,d,fi}$	0,88
----------------	------

MITOITUSEHTO:

$\tau_{,d} \leq f_{v,d}$	0,88	≤	4,03	21,80 %
--------------------------	------	---	------	----------------

7.5 PALKIN KIEPAHDUS, fi:

MIKÄLI KIPAHDUSTUET PALAVASSA TILASSA, JA PALKKI HIILTYY KOKO KORKEUDELTA EI TÄSSÄ TAPAUKSESSA => KIEPAHDUSTUET SUOJATUN RAKENTEEN SISÄLLÄ

7.6 TUENLEVEYS, fi:

Tukipalkin leveys, $b_{,fi}$	100 mm
Palkki ei ylitä tukea	30 mm
Tukipinnan pituus, $f_{,fi}$	100 mm
Tuenpinta-ala, $A_{tuki,fi}$	10000 mm ²
$l_{c,90,ef,fi}$	130 mm
$k_{c,l,fi}$	2,3
$\delta_{c,90,d,fi}$	6,35 N/mm ²

MITOITUSEHTO:

$\delta_{c,90,d,fi} \leq k_{c,l} * f_{c,90,d,fi}$	6,35	≤	6,54	97,08 %
---	------	---	------	----------------

HARJAPALKIN MITOITUS**1. LÄHTÖTIEDOT:**

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,90,k}$	2,5 N/mm ²
$f_{t,90,k}$	0,50 N/mm ²
$E_{0,mean}$	13000 N/mm ²
G_{mean}	650 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 RAKENNE

	mm	m		
Jänneväli	13000 mm	13		m
Harjapalkin kolmannespiste	4333 mm	4,33		m
kattokaltevuus	5,71 °	1:10		
Suunniteltu kantakorkeus, h_1	500 mm	0,50		m
Harjapalkin, leveys, b	165 mm	0,165		m
Pinta-ala A, h_1	82500 mm ²			
Pinta-ala $A_{määr}$	134727 mm ²			
Jäyhyyshmomentti $I_{määr}$	7485422665 mm ⁴			

1.3 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 2, CC2

K_{mod}	0,8	KL 2 , CC2
γ_m	1,25	EC5
Ψ_2 , LUMI	0,2	sk < 2,75 kN/m ² , EC5
$K_{m,\alpha}$	0,86	EC5
k_h	1	h > 600
k_{def}	0,8	KL 2 , CC2
P_{ref}	1 kN/m	
K_r	1,0	Harjapalkki
K_{dis}	1,4	Harjapalkki
Vertailutilavuus; V_0	0,01 m ³	
$k_{c,90}$	1,75	
c	0,7	GL30c

1.4 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	19,20 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,24 N/mm ²
$f_{c,90,d}$	1,60 N/mm ²
$f_{t,90,d}$	0,32 N/mm ²

1.5 KUORMITUSTAPAUSET
KT16, keskipitkä, Lumi 100 %, Hyöty 70 % tuuli 0 %

KUORMITUS kN/m	MRT	KRT	PALO	
OMAPAINO	3,7	3,3	3,3	
LUMI	9	6	3	
YHTEENSÄ	12,75	9,26	6,3	
$M_{d,max}$	270000000	Nmm	Robot	270
$V_{d,Max}$	83200	N	Robot:	83,2
$M_{d,fi}$	132229297	Nmm		
$V_{d,fi}$	40685,94	N		

2. TAIVUTUSKESTÄVYYS:

2.1 TAIVUTUS JÄNNITYS MÄÄRÄVÄSSÄ PISTEESSÄ (10)

$X_{määr}$	3165,3 mm
$H_{määr}$	816,5 mm
$M_d, määr$	198424821,3 Nmm

2.1.1 VIISTETTY REUNA:

$\delta_{m,\alpha,d}$	10,4 N/mm ²
MITOITUSEHTO:	
$\delta_{m,\alpha,d} \leq K_{m,\alpha} * f_{m,d}$	10,4 ≤ 16,58 62,66 %

2.1.2 SUORA REUNA:

$\delta_{m,0,d}$	11,3 N/mm ²
MITOITUSEHTO:	
$\delta_{m,0,d} \leq f_{m,d}$	11,3 ≤ 19,20 58,62 %

2.1.3 HARJA:

K_l	1,1940
$\delta_{m,d}$	11,1 N/mm ²
MITOITUSEHTO:	
$\delta_{m,d} \leq k_r * f_{m,d}$	11,1 ≤ 19,20 57,92 %

2.1.4 VETOJÄNNITYS SYITÄ VASTAAN:

Palkin tilavuus, V_b	1,5 m ³
Harjavyöhykkeen tilavuus, v	0,165 < 1,00 OK
K_{vol}	0,57
K_p	0,020
$\delta_{t,90,d}$	0,2 N/mm ²
MITOITUSEHTO:	
$\delta_{t,90,d} \leq k_{dis} * k_{vol} * f_{t,90,d}$	0,2 ≤ 0,26 72,86 %

2.1.5 PALKKI PINTAKÄSITELTY

$\delta_{t,90,d}$	0,140 N/mm ²
MITOITUSEHTO:	
$\delta_{t,90,d} \leq k_{dis} * k_{vol} * f_{t,90,d}$	0,140 ≤ 0,26 54,72 %

2.2 YHDISTETTY LEIKKAUS JA POIKITTAINEN VETO				
KUORMITUSTAPAUS: KT22, keskipitkä, Lumi 50/100 %, Hyöty 70 %, Tuuli 0 %				
V _d	7310,00	N	ROBOT	7,31
M _d	230780000,0	Nmm	ROBOT	230,78
τ _d	0,0647	N/mm ²		
δ _{t,90,d}	0,113	N/mm ²		
MITOITUSEHTO		0,5	<	1,00
Palkki on pintakäsittely				47,03 %

3. LEIKKAUSKESTÄVYYS:				
V _{red}	75360	N		
τ _d	1,37	N/mm ²		
MITOITUSEHTO:				
τ _d ≤ f _{v,d}	1,37	≤	2,24	61,17 %

4. VAADITTAVA TUENLEVEYS:				
Palkin leveys, b	165	mm	Pilarileveys	
Palkki ei ylitä tukea	30	mm		190
TUKIPINNAN pituus	225	mm	pilari syvyys	
Tuenpinta-ala, A _{tuki}	37125	mm ²		225
l _{c,90,ef}	255	mm		
k _{c,⊥}	2,0			
δ _{c,90,d}	2,24	N/mm ²		
MITOITUSEHTO:				
δ _{c,90,d} ≤ k _{c,⊥} * f _{c,90,d}	2,24	≤	3,17	70,62 %
5. PALKIN KIEPAHDUS:				

K _{crit}	1			
λ _{rel,m}	0,75			
δ _{m, crit}	53,33			
l _{ef}	4763,80			
Kiepahdus vähimmäispituus	2710,27			OK

6. TAIPUMA: (KRT)				
W _{ref}	4,11			
W _{inst,g}	13,40			
W _{inst,q}	24,67			
Yht.	38,07	mm		

$W_{fin,g}$		24,12
$W_{fin,q}$		28,61
	Yht.	52,73

TARKASTUS L/300			
$W_{net,fin,1} < L/300$	52,73	<	43,33 121,69 %
ESIKOROTUS TARKASTUS L/200			
$W_{net,fin,1} < L/200$	52,73	<	65 OK
Esikorotus W_c	36 mm		
ψ_1	0,4		sk < 2,75, EC5
Lopullinen taipuma $W_{net,fin,2}$	17 mm		

7. PALOMITOITUS HARJAPALKKI		
7.1 LÄHTÖTIEDOT		
Paloluokka:	P1	R60

$V_{d,fi}$	40685,94 N	
$M_{d,fi}$	132229297 Nmm	
$M_{d,fi}$ määr	97426103 Nmm	
$K_{mod,fi}$	1	
K_{fi} , palomitoitus	1,15	
$\gamma_{m,fi}$	1	
Paloaika,t	60 min	
β_n	0,7	
K_0	1	min
d_0	7 mm	
Harjapalkin leveys, b	165 mm	
Palavat sivut	2 kpl	
Harjapalkin korkeus, $h_{määr}$	816,5 mm	
Harjapalkin korkeus, h_{harja}	1150 mm	
Palavat sivut	1 kpl	

7.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	49 mm
----------	-------

7.1.2 MATERIAALI MITAT, fi

$b_{,fi}$	67 mm
$h_{,fi}$	767,53 mm

$h_{,fi}$ harja	1101,00 mm
$h_{,fi}$,kanta	433 mm

7.2 MATERIAALILUJUUDET, fi
aikaluokka: Keskipitkä

$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,90 d,fi}$	0,575 N/mm ²

7.3. TAIVUTUSKESTÄVYYS. fi:
Määrävässä pisteessä

7.3.1 VIISTETTY REUNA:

$\delta_{m,d,fi}$	14,8 N/mm ²
-------------------	------------------------

MITOITUSEHTO:				
$\delta_{m,d,fi} \leq K_{m,\alpha} * f_{m,d,fi}$	14,8	≤	29,79	49,71 %

7.3.2 SUORA REUNA:

$\delta_{m,d,fi}$	14,8 N/mm ²
-------------------	------------------------

MITOITUSEHTO:				
$\delta_{m,d,fi} \leq f_{m,d,fi}$	14,8	≤	34,50	42,93 %

7.3.3 TAIVUTUSJÄNNITYS HARJALLA

$\delta_{m,d,fi,harja}$	11,7 N/mm ²
-------------------------	------------------------

MITOITUSEHTO:				
$\delta_{m,d,fi,harja} \leq K_r * f_{m,d,fi}$	11,7	≤	34,50	33,81 %

7.4 PALKIN KIEPAHDUS, fi:

K_{crit}	1
$\lambda_{rel,m}$	0,75
$\delta_{m, crit}$	53,33 N/mm ²
l_{ef}	829,05 mm

Kiepahdus vähimmäispituus	-1372,95 mm	EI OK
---------------------------	-------------	--------------

7.4.1 TARVITTAVA KIEPAHDUSTUKI PALOTILANTESSA

$K_{crit,fi}$	0,429
---------------	-------

$\lambda_{rel,m,fi}$	1,53	>	1,4	OK
----------------------	------	---	-----	-----------

$\delta_{m, crit,fi}$	12,88 N/mm ²
-----------------------	-------------------------

$l_{ef,fi}$	3433 mm
-------------	---------

a_{fi}	1898 mm	OK
----------	---------	-----------

7.5 VETOJÄNNITYS SYITÄVASTAAN HARJAVYÖHYKKEELLÄ:

$$V_{b,fi} \quad 0,67 \text{ m}^3$$

$$V_{,fi} < 2/3 * V_{b,fi} \quad 0,077 < 0,45 \quad \text{OK}$$

$$K_{vol,fi} \quad 0,66$$

$$K_p \quad 0,020$$

$$\delta_{t,90,d} \quad 0,20 \text{ N/mm}^2$$

MITOITUSEHTO:

$$\delta_{t,90,d,fi} \leq K_{dis} * K_{vol} * f_{t,90,d,fi} \quad 0,20 \leq 0,53 \quad \text{36,52 \%}$$

KEHÄPILARIN MITOITUS**1.KERROS****1. LÄHTÖTIEDOT:**

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$$f_{m,k} \quad 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} \quad 3,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} \quad 24,5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} \quad 10800 \text{ N/mm}^2$$

1.2 MITOITUARVOT**Käyttöluokka 1 , CC2**

$$K_{mod} \text{ Keskipitkä} \quad 0,8$$

$$K_{mod} \text{ Hetkellinen} \quad 1,1$$

$$,m \quad 1,25$$

$$k_h \quad 1,1 \quad h > 600$$

$$\beta_c \quad 0,1$$

1.3 MATERIAALILUJUUDET

Aikaluokka: keskipitkä

$$f_{m,d} \quad 21,12 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} \quad 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} \quad 15,7 \text{ N/mm}^2$$

1.4 MATERIAALILUJUUKSET

Aikaluokka:	Hetkellinen		
$f_{m,d}$	29,04	N/mm ²	
$f_{v,d}$	3,08	N/mm ²	
$f_{c,0,d}$	21,6	N/mm ²	

2. KEHÄPILARIN MITOITUS

2.1 KEHÄN SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1 m	
Nurjahduspituus kerroin	2,5	MASTOPILARI	
Nurjahduspituus L_c	10250 mm	10,25 m	
Pilarin leveys, b	190 mm		
Pilarin korkeus, h	405 mm		
Pinta-ala, A	76950 mm ²		
W	5194125 mm ³		
I	1051810313 mm ⁴		

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	116,91
Hoikkuus, λ	87,67
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,33
k	1,44
Nurjahduskerroin, k_c	0,51

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	162180 N	Robot:	162,18
M_d	62800000 Nmm	Robot:	62,8
$\delta_{c,0,d}$	2,108 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	10,906 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	12,091 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,193		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,416		

MITOITUSEHTO	0,610	<	1	60,96 %
---------------------	-------	---	---	---------

2.1.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	184120 N	Robot:	184,12
M_d	41800000 Nmm	Robot:	41,8
$\delta_{c,0,d}$	2,393 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	10,906 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	8,048 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,219		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,277		
MITOITUSEHTO			
	0,497	<	1 49,65 %

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	4100 mm	4,1	m
Pilarin leveys, b	405 mm		
Pilarin korkeus, h	190 mm		
Pinta-ala, A	76950 mm ²		
W	2436750 mm ³		
I	231491250 mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	54,85
Hoikkuus, λ	74,75
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,13
k	1,18
Nurjahduskerroin, k_c	0,65

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	162180 N	Robot:	162,18
M_d	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d}$	2,108 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	14,117 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,149		

$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO	0,149	<	1 14,93 %

2.2.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	184120 N	Robot:	184,12
M_d	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d}$	2,393 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	14,117 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,169		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO	0,169	<	1 16,95 %

3. PALOMITOITUS KEHÄPILARI

3.1 LÄHTÖTIEDOT, fi		
Paloluokka:	P1	R90

$K_{mod,fi}$	1	
K_{fi} , palomitoitus	1,15	
$\gamma_{m,fi}$	1	
Paloaika, t	90	min
β_n	0,7	
K_0	1	
d_0	7 mm	

3.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	70 mm
----------	-------

3.2 MATERIAALILUJUUDET, fi

aikaluokka:	Keskipitkä
$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,0 d,fi}$	28,175 N/mm ²

3.3 PILARIN RAKENNE, fi

Kehäsuunta	
Pilarin leveys, b	190 mm
Pilarin korkeus, h	405 mm

3.3.1 Jännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b_{fi}	50 mm	
Palamissuuntia	2	
Pilarin korkeus, h_{fi}	335 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa
Pinta-ala A_{fi}	16750 mm ²	
W_{fi}	935208,3333 mm ³	
I_{fi}	156647395,8 mm ⁴	

3.3.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi :

Jäyhyysäde, i_{fi}	96,71
Hoikkuus, λ_{fi}	105,99
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	1,61
k_{fi}	1,86
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,36

3.3.3 Pilarin kestävyys, fi , kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	.fi	
Aikaluokka	Hetkellinen		
$N_{d,fi}$	83300 N	Robot:	83,3
$M_{d,fi}$	14390000 Nmm	Robot:	14,39
$\delta_{c,0,d,fi}$	4,973 N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	10,103 N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	15,387 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,492		
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,446		

MITOITUSEHTO	0,938	<	1	93,82 %
--------------	-------	---	---	---------

3.3.4 Pilarin kestävyys, fi , kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37	.fi	
Aikaluokka	Hetkellinen		
$N_{d,fi}$	93100 N	Robot:	93,1
$M_{d,fi}$	6340000 Nmm	Robot:	6,34
$\delta_{c,0,d,fi}$	5,558 N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	10,103 N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	6,779 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,550		
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,196		

MITOITUSEHTO	0,747	<	1	74,66 %
--------------	-------	---	---	---------

3.4 PILARIN RAKENNE,fi
HEIKOMPI SUUNTA

Pilarin leveys, b	405 mm
Pilarin korkeus, h	190 mm

3.4.1 Jäännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, $b_{,fi}$	335 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, $h_{,fi}$	50 mm	
Palamissuuntia	2	

Pinta-ala $A_{,fi}$	16750 mm ²
$W_{,fi}$	139583,3333 mm ³
$I_{,fi}$	3489583,333 mm ⁴

3.4.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyysäde, $i_{,fi}$	14,43
Hoikkuus, $\lambda_{,fi}$	284,06
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	4,31
$k_{,fi}$	9,98
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,05

3.4.3 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT3 .fi		
Aikaluokka	Hetkellinen		
$N_{d,fi}$	83300 N	Robot:	83,3
$M_{d,fi}$	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	4,973 N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	10,103 N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,492		
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000		

MITOITUSEHTO	0,492	<	1	49,22 %
--------------	-------	---	---	---------

3.4.4 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT37 .fi		
Aikaluokka	Hetkellinen		
$N_{d,fi}$	93100 N	Robot:	93,1

$M_{d,fi}$	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	5,558 N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	10,103 N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,550		
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000		
MITOITUSEHTO			
	0,550	<	1 55,01 %

KEHÄPILARIN MITOITUS

2.KERROS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	24,5 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1 , CC2

K_{mod} Keskipitkä	0,8	
K_{mod} Hetkellinen	1,1	
γ_m	1,25	
k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

2. KEHÄPILARIN MITOITUS
2.1 KEHÄN SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	2,5	Mastopilari	
Nurjahduspituus L_c	8500 mm	8,5	m
Pilarin leveys, b	190 mm		
Pilarin korkeus, h	270 mm		
Pinta-ala, A	51300 mm ²		
W	2308500 mm ³		
I	311647500 mm ⁴		

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	77,94
Hoikkuus, λ	109,06
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,65
k	1,94
Nurjahduskerroin, k_c	0,34

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	65600 N	Robot:	65,6
M_d	18000000 Nmm	Robot:	18
$\delta_{c,0,d}$	1,279 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	7,330 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	7,797 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,174		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,269		

MITOITUSEHTO	0,443	<	1	44,30 %
--------------	-------	---	---	---------

2.1.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT17		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	83200 N	Robot:	83,2
M_d	12400000 Nmm	Robot:	12,4
$\delta_{c,0,d}$	1,622 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	7,330 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	5,371 N/mm ²		

$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,221			
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,185			
MITOITUSEHTO				
	0,406	<	1	40,62 %

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	3400 mm	3,4	m
Pilarin leveys, b	270 mm		
Pilarin korkeus, h	190 mm		
Pinta-ala, A	51300 mm ²		
W	1624500 mm ³		
I	154327500 mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	54,85
Hoikkuus, λ	61,99
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	0,94
k	0,97
Nurjahduskerroin, k_c	0,81

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	65600 N	Robot:	65,6
M_d	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d}$	1,279 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	17,551 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,073		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		

MITOITUSEHTO				
	0,073	<	1	7,29 %

2.2.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT17		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	83200 N	Robot:	83,2

M_d	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d}$	1,622 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	17,551 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,092		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO			
	0,092	<	1 9,24 %

3. PALOMITOITUS KEHÄPILARI

3.1 LÄHTÖTIEDOT, fi

Paloluokka: P1 R90

$K_{mod,fi}$	1
K_{fi} , palomitoitus	1,15
$\gamma_{m,fi}$	1
Paloaika, t	90 min
β_n	0,7
K_0	1
d_0	7 mm

3.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	70 mm
----------	-------

3.2 MATERIAALILUJUUDET, fi

aikaluokka: Keskipitkä

$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,0,d,fi}$	28,175 N/mm ²

3.3 PILARIN RAKENNE, fi

Kehäsuunta

Pilarin leveys, b	190 mm
Pilarin korkeus, h	270 mm

3.3.1 Jäännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b_{fi}	50 mm	
Palamissuuntia	2	
Pilarin korkeus, h_{fi}	200 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa
Pinta-ala A_{fi}	10000 mm ²	

$W_{,fi}$	333333,3333 mm ³
$I_{,fi}$	3333333,33 mm ⁴

3.3.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyyssäde, $i_{,fi}$	57,74
Hoikkuus, $\lambda_{,fi}$	147,22
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	2,23
$k_{,fi}$	3,09
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,19

3.3.3 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	29300 N	Robot:	29,3	
$M_{d,fi}$	4130000 Nmm	Robot:	4,13	
$\delta_{c,0,d,fi}$	2,930 N/mm ²			
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	5,391 N/mm ²			
$\delta_{m,d,fi}$	12,390 N/mm ²			
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,543			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,359			

MITOITUSEHTO	0,903	<	1	90,26 %
--------------	-------	---	---	---------

3.3.4 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT17	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	37000 N	Robot:	37	
$M_{d,fi}$	510000 Nmm	Robot:	0,51	
$\delta_{c,0,d,fi}$	3,700 N/mm ²			
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	5,391 N/mm ²			
$\delta_{m,d,fi}$	1,530 N/mm ²			
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,686			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,044			

MITOITUSEHTO	0,731	<	1	73,06 %
--------------	-------	---	---	---------

**3.4 PILARINRAKENNE,fi
HEIKOMPI SUUNTA**

Pilarin leveys, b	270 mm
Pilarin korkeus, h	190 mm

3.4.1 Jännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b_{fi}	200 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, h_{fi}	50 mm	
Palamissuuntia	2	

Pinta-ala A_{fi}	10000 mm ²
W_{fi}	83333,33333 mm ³
I_{fi}	2083333,333 mm ⁴

3.4.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, λ_{fi} :

Jäyhyysäde, i_{fi}	14,43
Hoikkuus, λ_{fi}	235,56
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	3,57
k_{fi}	7,05
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,08

3.4.3 Pilarin kestävyys, λ_{fi} :

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	29300 N	Robot:	29,3	
$M_{d,fi}$	0 Nmm	Robot:	0	
$\delta_{c,0,d,fi}$	2,930 N/mm ²			
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	5,391 N/mm ²			
$\delta_{m,d,fi}$	0,000 N/mm ²			
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,543			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			

MITOITUSEHTO	0,543	<	1	54,35 %
--------------	-------	---	---	---------

3.4.4 Pilarin kestävyys, λ_{fi} :

Kuormitustapaus	KT17	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	37000 N	Robot:	37	
$M_{d,fi}$	0 Nmm	Robot:	0	
$\delta_{c,0,d,fi}$	3,700 N/mm ²			
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	5,391 N/mm ²			
$\delta_{m,d,fi}$	0,000 N/mm ²			
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,686			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			

MITOITUSEHTO	0,686	<	1	68,63 %
--------------	-------	---	---	---------

NURKKAPILARIN MITOITUS

1.KERROS

1. LÄHTÖTIEDOT:	
1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	24,5 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1 , CC2

K_{mod} Keskipitkä	0,8	
K_{mod} Hetkellinen	1,1	
γ_m	1,25	
k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUDET	
Aikaluokka:	keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUDET	
Aikaluokka:	Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

2. PILARIN MITOITUS
2.1 KEHÄN SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1	m
-----------------	---------	-----	---

Nurjahduspituus kerroin	2,5	Mastopilari
Nurjahduspituus L_c	10250 mm	10,25 m
Pilarin leveys, b	165 mm	
Pilarin korkeus, h	270 mm	
Pinta-ala, A	44550 mm ²	
W	2004750 mm ³	
I	270641250 mm ⁴	

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	77,94
Hoikkuus, λ	131,51
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,99
k	2,57
Nurjahduskerroin, k_c	0,24

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	12000 N	Robot:	12
M_d	37400000 Nmm	Robot:	37,4
$\delta_{c,0,d}$	0,269 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	5,131 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	18,656 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,052		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,642		

MITOITUSEHTO	0,695	<	1	69,49 %
--------------	-------	---	---	---------

2.1.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	13500 N	Robot:	13,5
M_d	26800000 Nmm	Robot:	26,8
$\delta_{c,0,d}$	0,303 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	5,131 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	13,368 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,059		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,460		

MITOITUSEHTO	0,519	<	1	51,94 %
--------------	-------	---	---	---------

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	4100 mm	4,1	m
Pilarin leveys, b	270 mm		
Pilarin korkeus, h	165 mm		
Pinta-ala, A	44550 mm ²		
W	1225125 mm ³		
I	101072812,5 mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	47,63
Hoikkuus, λ	86,08
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,31
k	1,40
Nurjahduskerroin, k_c	0,52

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	12000 N	Robot:	12
M_d	2600000 Nmm	Robot:	2,6
$\delta_{c,0,d}$	0,269 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	11,257 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	2,122 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,024		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,073		

MITOITUSEHTO	0,097	<	1	9,70 %
--------------	-------	---	---	--------

2.2.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	13500 N	Robot:	13,5
M_d	1100000 Nmm	Robot:	1,1
$\delta_{c,0,d}$	0,303 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	11,257 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,898 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,027		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,031		

MITOITUSEHTO	0,058	<	1	5,78 %
--------------	-------	---	---	--------

3. PALOMITOITUS PILARI

3.1 LÄHTÖTIEDOT, fi

Paloluokka:	P1	R90
$K_{mod,fi}$	1	
K_{fi} , palomitoitus	1,15	
$\gamma_{m,fi}$	1	
Paloaika, t	90 min	
β_n	0,7	
K_0	1	
d_0	7 mm	

3.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	70 mm
----------	-------

3.2 MATERIAALILUJUUDET, fi

aikaluokka:	Keskipitkä
$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,0 d,fi}$	28,175 N/mm ²

3.3 PILARIN RAKENNE, fi

Kehäsuunta	
Pilarin leveys, b	165 mm
Pilarin korkeus, h	270 mm

3.3.1 Jäännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, $b_{,fi}$	95 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, $h_{,fi}$	200 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa

Pinta-ala $A_{,fi}$	19000 mm ²
$W_{,fi}$	633333,3333 mm ³
$I_{,fi}$	63333333,33 mm ⁴

3.3.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyyssäde, $i_{,fi}$	57,74
Hoikkuus, $\lambda_{,fi}$	177,54

Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	2,69
$k_{,fi}$	4,25
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,13

3.3.3 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	5800	N	Robot:	5,8
$M_{d,fi}$	14400000	Nmm	Robot:	14,4
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,305	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,743	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	22,737	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,082			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,659			

MITOITUSEHTO	0,741	<	1	74,06 %
--------------	-------	---	---	---------

3.3.4 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	6500	N	Robot:	6,5
$M_{d,fi}$	10900000	Nmm	Robot:	10,9
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,342	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,743	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	17,211	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,091			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,499			

MITOITUSEHTO	0,590	<	1	59,03 %
--------------	-------	---	---	---------

**3.4 PILARIN RAKENNE,fi
HEIKOMPI SUUNTA**

Pilarin leveys, b	270	mm
Pilarin korkeus, h	165	mm

3.4.1 Jännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, $b_{,fi}$	200	mm	
Palamissuuntia	1		Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, $h_{,fi}$	95	mm	
Palamissuuntia	1		Seinäsuojaa

Pinta-ala $A_{,fi}$	19000 mm ²
$W_{,fi}$	300833,3333 mm ³
$I_{,fi}$	14289583,33 mm ⁴

3.4.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyysäde, $i_{,fi}$	27,42
Hoikkuus, $\lambda_{,fi}$	149,50
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	2,27
$k_{,fi}$	3,17
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,19

3.4.3 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	5800 N	Robot:	5,8	
$M_{d,fi}$	430000 Nmm	Robot:	0,43	
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,305 N/mm ²			
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,743 N/mm ²			
$\delta_{m,d,fi}$	1,429 N/mm ²			
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,082			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,041			
MITOITUSEHTO				
	0,123	<	1	12,30 %

3.4.4 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT37	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	6500 N	Robot:	6,5	
$M_{d,fi}$	0 Nmm	Robot:	0	
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,342 N/mm ²			
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,743 N/mm ²			
$\delta_{m,d,fi}$	0,000 N/mm ²			
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,091			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,091	<	1	9,14 %

NURKKAPILARIN MITOITUS

2.KERROS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	24,5 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1, CC2

K_{mod} Keskipitkä	0,8	
K_{mod} Hetkellinen	1,1	
γ_m	1,25	
k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUKSET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUKSET
Aikaluokka: Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

2. PILARIN MITOITUS**2.1 KEHÄN SUUNTA****2.1.1 Pilarin Rakenne:**

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4 m
Nurjahduspituus kerroin	2,5	Mastopilari
Nurjahduspituus L_c	8500 mm	8,5 m
Pilarin leveys, b	165 mm	
Pilarin korkeus, h	225 mm	

Pinta-ala, A	37125 mm ²
W	1392188 mm ³
I	156621094 mm ⁴

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	64,95
Hoikkuus, λ	130,87
Suhteellinen hoikkuus, λ _{rel}	1,99
k	2,55
Nurjahduskerroin, k _c	0,24

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N _d	4860 N	Robot:	4,86
M _d	13230000 Nmm	Robot:	13,23
δ _{c,0,d}	0,131 N/mm ²		
k _c *f _{c,0,d}	5,180 N/mm ²		
δ _{m,d}	9,503 N/mm ²		
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,025		
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,327		

MITOITUSEHTO	0,353	<	1	35,25 %
--------------	-------	---	---	---------

2.1.4 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT17		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N _d	6300 N	Robot:	6,3
M _d	10100000 Nmm	Robot:	10,1
δ _{c,0,d}	0,170 N/mm ²		
k _c *f _{c,0,d}	5,180 N/mm ²		
δ _{m,d}	7,255 N/mm ²		
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,033		
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,250		

MITOITUSEHTO	0,283	<	1	28,26 %
--------------	-------	---	---	---------

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	

Nurjahduspituus L_c	3400 mm	3,4	m
Pilarin leveys, b	225 mm		
Pilarin korkeus, h	165 mm		
Pinta-ala, A	37125 mm ²		
W	1020937,5 mm ³		
I	84227343,75 mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyysäde, i	47,63
Hoikkuus, λ	71,38
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,08
k	1,13
Nurjahduskerroin, k_c	0,70

2.2.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	4860 N	Robot:	4,86
M_d	2600000 Nmm	Robot:	2,6
$\delta_{c,0,d}$	0,131 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	15,057 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	2,547 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,009		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,088		

MITOITUSEHTO	0,096	<	1	9,64 %
--------------	-------	---	---	--------

2.2.4 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT17		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	6300 N	Robot:	6,3
M_d	1100000 Nmm	Robot:	1,1
$\delta_{c,0,d}$	0,170 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	15,057 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	1,077 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,011		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,037		

MITOITUSEHTO	0,048	<	1	4,84 %
--------------	-------	---	---	--------

3. PALOMITOITUS PILARI		
3.1 LÄHTÖTIEDOT, fi		
Paloluokka:	P1	R90

$K_{mod,fi}$	1
K_{fi} , palomitoitus	1,15
$\gamma_{m,fi}$	1
Paloaika, t	90 min
β_n	0,7
K_0	1
d_0	7 mm

3.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	70 mm
----------	-------

3.2 MATERIAALILUJUUDET, fi	
aikaluokka:	Keskipitkä

$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,0 d,fi}$	28,175 N/mm ²

3.3 PILARIN RAKENNE, fi	
Kehäsuunta	

Pilarin leveys, b	165 mm
Pilarin korkeus, h	225 mm

3.3.1 Jäännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b_{fi}	95 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, h_{fi}	155 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa

Pinta-ala A_{fi}	14725 mm ²
W_{fi}	380395,8333 mm ³
I_{fi}	29480677,08 mm ⁴

3.3.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyyssäde, i_{fi}	44,74
Hoikkuus, λ_{fi}	189,97
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	2,88
k_{fi}	4,78
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,12

3.3.3 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	1990	N	Robot:	1,99
$M_{d,fi}$	6420000	Nmm	Robot:	6,42
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,135	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,278	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	16,877	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,041			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,489			
MITOITUSEHTO				
	0,530	<	1	53,04 %

3.3.4 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT17	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	2610	N	Robot:	2,61
$M_{d,fi}$	5370000	Nmm	Robot:	5,37
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,177	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,278	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	14,117	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,054			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,409			
MITOITUSEHTO				
	0,463	<	1	46,33 %

3.4 PILARIN RAKENNE,fi
HEIKOMPI SUUNTA

Pilarin leveys, b	225	mm
Pilarin korkeus, h	165	mm

3.4.1 Jännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b _{fi}	155	mm	
Palamissuuntia	1		Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, h _{fi}	95	mm	
Palamissuuntia	1		Seinäsuojaa
Pinta-ala A _{fi}	14725	mm ²	
W _{fi}	233145,8333	mm ³	
I _{fi}	11074427,08	mm ⁴	

3.4.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, f_i :

Jäyhyyssäde, i_{fi}	27,42
Hoikkuus, λ_{fi}	123,98
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	1,88
k_{fi}	2,35
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,27

3.4.3 Pilarin kestävyys, f_i :

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	1990	N	Robot:	1,99
$M_{d,fi}$	430000	Nmm	Robot:	0,43
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,135	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,278	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	1,844	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,041			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,053			
MITOITUSEHTO				
	0,095	<	1	9,47 %

3.4.4 Pilarin kestävyys, f_i :

Kuormitustapaus	KT17	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	2610	N	Robot:	2,61
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	0,177	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	3,278	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,054			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,054	<	1	5,41 %

TUULIPILARIN MITOITUS

1.KERROS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	24,5 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1 , CC2

K_{mod} Keskipitkä	0,8	
K_{mod} Hetkellinen	1,1	
γ_m	1,25	
k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

2. PILARIN MITOITUS

2.1 VAHVEMPI SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	4100 mm	4,1	m
Pilarin leveys, b	165 mm		
Pilarin korkeus, h	180 mm		

Pinta-ala, A	29700 mm ²
W	891000 mm ³
I	80190000 mm ⁴

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	51,96
Hoikkuus, λ	78,90
Suhteellinen hoikkuus, λ _{rel}	1,20
k	1,26
Nurjahduskerroin, k _c	0,60

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N _d	11500 N	Robot:	11,5
M _d	5053798,809 Nmm		5,05
δ _{c,0,d}	0,387 N/mm ²		
k _c *f _{c,0,d}	13,001 N/mm ²		
δ _{m,d}	5,672 N/mm ²		
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,030		
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,195		

MITOITUSEHTO	0,225	<	1	22,51 %
--------------	-------	---	---	---------

2.1.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N _d	14300 N	Robot:	14,3
M _d	3032279,285 Nmm	Robot:	3,03
δ _{c,0,d}	0,481 N/mm ²		
k _c *f _{c,0,d}	13,001 N/mm ²		
δ _{m,d}	3,403 N/mm ²		
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,037		
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,117		

MITOITUSEHTO	0,154	<	1	15,42 %
--------------	-------	---	---	---------

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1	m
-----------------	---------	-----	---

Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty
Nurjahduspituus L_c	4100 mm	4,1 m
Pilarin leveys, b	180 mm	
Pilarin korkeus, h	165 mm	
Pinta-ala, A	29700 mm ²	
W	816750 mm ³	
I	67381875 mm ⁴	

2.2.2 Pilarin hoikkuus,nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	47,63
Hoikkuus, λ	86,08
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,31
k	1,40
Nurjahduskerroin, k_c	0,52

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3
Aikaluokka	Hetkellinen
N_d	11500 N Robot: 11,5
M_d	0 Nmm Robot: 0
$\delta_{c,0,d}$	0,387 N/mm ²
$k_c * f_{c,0,d}$	11,257 N/mm ²
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,034
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000
MITOITUSEHTO	
	0,034 < 1 3,44 %

2.2.4 Pilarin kestävyyskuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37
Aikaluokka	Hetkellinen
N_d	14300 N Robot: 14,3
M_d	0 Nmm Robot: 0
$\delta_{c,0,d}$	0,481 N/mm ²
$k_c * f_{c,0,d}$	11,257 N/mm ²
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,043
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000
MITOITUSEHTO	
	0,043 < 1 4,28 %

3. PALOMITOITUS PILARI		
-------------------------------	--	--

3.1 LÄHTÖTIEDOT, fi		
Paloluokka:	P1	R90

$K_{mod,fi}$		1
K_{fi} , palomitoitus		1,15
$\gamma_{m,fi}$		1
Paloaika, t		90 min
β_n		0,7
K_0		1
d_0		7 mm

3.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}		70 mm
----------	--	-------

3.2 MATERIAALILUJUUDET, fi	
aikaluokka:	Keskipitkä

$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,0 d,fi}$	28,175 N/mm ²

3.3 PILARIN RAKENNE, fi	
Kehäsuunta	

Pilarin leveys, b	165 mm
Pilarin korkeus, h	180 mm

3.3.1 Jäännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b_{fi}	25 mm	
Palamissuuntia	2	
Pilarin korkeus, h_{fi}	110 mm	
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa

Pinta-ala A_{fi}	2750 mm ²
W_{fi}	50416,66667 mm ³
I_{fi}	2772916,667 mm ⁴

3.3.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyysäde, i_{fi}	31,75
Hoikkuus, λ_{fi}	129,12
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	1,96
k_{fi}	2,50
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,25

3.3.3 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	9000	N	Robot:	9
$M_{d,fi}$	673839,8412	Nmm	Robot:	0,67
$\delta_{c,0,d,fi}$	3,273	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	6,947	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	13,365	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,471			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,387			
MITOITUSEHTO				
	0,859	<	1	85,85 %

3.3.4 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	10000	N	Robot:	10
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	3,636	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	6,947	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,523			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,523	<	1	52,35 %

3.4 PILARIN RAKENNE,fi
HEIKOMPI SUUNTA

Pilarin leveys, b	180	mm
Pilarin korkeus, h	165	mm

3.4.1 Jännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b _{fi}	110	mm	
Palamissuuntia	1		Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, h _{fi}	25	mm	
Palamissuuntia	2		

Pinta-ala A _{fi}	2750	mm ²
W _{fi}	11458,33333	mm ³
I _{fi}	143229,1667	mm ⁴

3.4.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyyssäde, i_{fi}	7,22
Hoikkuus, λ_{fi}	568,11
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	8,62
k_{fi}	38,05
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,01

3.4.3 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	9000	N	Robot:	9
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	3,273	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	6,947	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,471			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,471	<	1	47,11 %

3.4.4 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT37	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	10000	N	Robot:	10
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	3,636	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	6,947	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,523			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,523	<	1	52,35 %

TUULIPILARIN MITOITUS

2 .KERROS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	24,5 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1 , CC2

K_{mod} Keskipitkä	0,8	
K_{mod} Hetkellinen	1,1	
γ_m	1,25	
k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUDET
Aikaluokka: Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

2. PILARIN MITOITUS

2.1 VAHVEMPI SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	3400 mm	3,4	m
Pilarin leveys, b	165 mm		
Pilarin korkeus, h	180 mm		

Pinta-ala, A	29700 mm ²
W	891000 mm ³
I	80190000 mm ⁴

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	51,96
Hoikkuus, λ	65,43
Suhteellinen hoikkuus, λ _{rel}	0,99
k	1,03
Nurjahduskerroin, k _c	0,77

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N _d	7600 N	Robot:	7,6
M _d	3475426,188 Nmm		3,48
δ _{c,0,d}	0,256 N/mm ²		
k _c *f _{c,0,d}	16,691 N/mm ²		
δ _{m,d}	3,901 N/mm ²		
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,015		
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,134		

MITOITUSEHTO	0,150	<	1	14,96 %
--------------	-------	---	---	---------

2.1.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N _d	9700 N	Robot:	9,7
M _d	2085255,713 Nmm	Robot:	2,09
δ _{c,0,d}	0,327 N/mm ²		
k _c *f _{c,0,d}	16,691 N/mm ²		
δ _{m,d}	2,340 N/mm ²		
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,020		
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,081		

MITOITUSEHTO	0,100	<	1	10,02 %
--------------	-------	---	---	---------

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	

Nurjahduspituus L_c	3400 mm	3,4	m
Pilarin leveys, b	180 mm		
Pilarin korkeus, h	165 mm		
Pinta-ala, A	29700 mm ²		
W	816750 mm ³		
I	67381875 mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	47,63
Hoikkuus, λ	71,38
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,08
k	1,13
Nurjahduskerroin, k_c	0,70

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	7600 N	Robot:	7,6
M_d	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d}$	0,256 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	15,057 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,017		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO			
	0,017	<	1 1,70 %

2.2.4 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37		
Aikaluokka	Hetkellinen		
N_d	9700 N	Robot:	9,7
M_d	0 Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d}$	0,327 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	15,057 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,022		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO			
	0,022	<	1 2,17 %

3. PALOMITOITUS PILARI

3.1 LÄHTÖTIEDOT, fi

Paloluokka:	P1	R90
$K_{mod,fi}$	1	
K_{fi} , palomitoitus	1,15	
$\gamma_{m,fi}$	1	
Paloaika, t	90	min
β_n	0,7	
K_0	1	
d_0	7	mm

3.1.1 HIILTYMISSYVYYS

d_{ef}	70	mm
----------	----	----

3.2 MATERIAALILUJUUDET, fi

aikaluokka:	Keskipitkä
$f_{md,fi}$	34,5 N/mm ²
$f_{t,0 d,fi}$	28,175 N/mm ²

3.3 PILARIN RAKENNE, fi

Kehäsuunta	
Pilarin leveys, b	165 mm
Pilarin korkeus, h	180 mm

3.3.1 Jäännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b_{fi}	25	mm
Palamissuuntia	2	
Pilarin korkeus, h_{fi}	110	mm
Palamissuuntia	1	Seinäsuojaa

Pinta-ala A_{fi}	2750	mm ²
W_{fi}	50416,66667	mm ³
I_{fi}	2772916,667	mm ⁴

3.3.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyyssäde, i_{fi}	31,75
Hoikkuus, λ_{fi}	107,07
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	1,62
k_{fi}	1,89
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,35

3.3.3 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	3100	N	Robot:	3,1
$M_{d,fi}$	463390,1585	Nmm	Robot:	0,46
$\delta_{c,0,d,fi}$	1,127	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	9,914	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	9,191	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,114			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,266			
MITOITUSEHTO				
	0,380	<	1	38,01 %

3.3.4 Pilarin kestävyys,fi, kuormitustapaus 2:

Kuormitustapaus	KT37	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	4100	N	Robot:	4,1
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	1,491	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	9,914	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,150			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,150	<	1	15,04 %

3.4 PILARIN RAKENNE,fi
HEIKOMPI SUUNTA

Pilarin leveys, b	180	mm
Pilarin korkeus, h	165	mm

3.4.1 Jännöspoikkileikkaukset:

Pilarin leveys, b _{fi}	110	mm	
Palamissuuntia	1		Seinäsuojaa
Pilarin korkeus, h _{fi}	25	mm	
Palamissuuntia	2		
Pinta-ala A _{fi}	2750	mm ²	
W _{fi}	11458,33333	mm ³	
I _{fi}	143229,1667	mm ⁴	

3.4.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin, fi:

Jäyhyysäde, i_{fi}	7,22
Hoikkuus, λ_{fi}	471,12
Suhteellinen hoikkuus, $\lambda_{rel,fi}$	7,15
k_{fi}	26,38
Nurjahduskerroin, $k_{c,fi}$	0,02

3.4.3 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT3	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	3100	N	Robot:	3,1
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	1,127	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	9,914	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,114			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,114	<	1	11,37 %

3.4.4 Pilarin kestävyys,fi:

Kuormitustapaus	KT37	.fi		
Aikaluokka	Hetkellinen			
$N_{d,fi}$	4100	N	Robot:	4,1
$M_{d,fi}$	0	Nmm	Robot:	0
$\delta_{c,0,d,fi}$	1,491	N/mm ²		
$k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	9,914	N/mm ²		
$\delta_{m,d,fi}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d,fi} / k_{c,fi} * f_{c,0,d,fi}$	0,150			
$\delta_{m,d,fi} / f_{m,d,fi}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,150	<	1	15,04 %

LIITOS MITOITUS

1. LÄHTÖTIEDOT:	
1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{t,0,k}$ 19,5 N/mm²

1.2 MITOITUARVOT

K_{mod} Keskipitkä 0,8
 K_{mod} Hetkellinen 1,1
 γ_m 1,25
 $\gamma_{m,y}$ 1,10
 k_h 1,04

2. MOMENTTILIITOKSEN MITOITUS, Kehäpilari
Käyttöluokka 1, CC2

2.1 Materiaalit

b 190 mm
h 405 mm
Liimaruuvi
Lujuusluokka 5,8 F_{yb} 400
Ruuvi halkaisija, d 19,0 mm 283 mm²
Poratun reiän halkaisija, d1 16,0 mm 201 mm²
Tartuntapituus L_a 520,0 mm
 $R_{y,k}$ 102 kN
 $R_{a,k}$ 89 kN
 $f_{t,0,d}$ 17,2 N/mm²
Pilarikenkien etäisyys, e 335 mm
Liimaruuvien etäisyys reunasta, L_h 35 mm

2.2 Kuormitus

Kuormitustapaus KT3
Aikaluokka Hetkellinen
 M_d 62800000 Nmm Robot: 62,8
 N_d 162200 N Robot: 162,2
Vetävä reuna A_d 106363 N
Puristava reuna, B_d 268563 N

2.3 Liitoksen veto kestävyys

Ruuviliitoksen vetokestävyys $R_{ax,d}$ 78446 N
 Liimaruuvimäärä/kenkä, n 4 kpl

MITOITUSEHTO				
$A_d \leq n^{0,9} \cdot R_{a,d}$	106363	\leq	273164	38,94 %
$B_d \leq n^{0,9} \cdot R_{a,d}$	268563	\leq	273164	98,32 %

2.4 Liimaruuvien leikkaus kestävyys

Reunaetäisyysehto	202,5	<	370	OK
$R_{v,d}$	8,3 kN		5.8, hetkellinen	
V_d	17 kN		Robot	17
Liimaruuvimäärä/kenkä, n	4 kpl			

MITOITUSEHTO				
$V_d \leq n \cdot R_{v,d}$	17	\leq	33	51,20 %

2.5 lohkeamis murtokestävyys

A_{ef} 13646 mm²

MITOITUSEHTO				
$A_d \leq A_{ef} \cdot f_{t,0,d}$	106363	\leq	234168	45,42 %

3. LIITOKSEN MITOITUS, Kehäpilari-Harjapalkki
 Käyttöluokka 1, CC2

3.1 Materiaalit

Liimaruuvi

Lujuusluokka 5,8 F_{yb} 400

Ruuvihalkaisija 19,0 mm 283 mm²

Poratun reiän halkaisija, d1 16,0 mm 201 mm²

Tartuntapituus L_a 500,0 mm

$R_{y,k}$ 102 kN

$R_{a,k}$ 86 kN

$f_{t,0,d}$ 12,48 N/mm²

3.2 Kuormitus

Kuormitustapaus KT16

Aikaluokka Keskipitkä

M_d 0 Nmm Robot 0

N_d 65600 N Robot 65,6

3.3 Liitoksen veto kestävyys

Ruuviliitoksen vetokestävyys $R_{ax,d}$ 75429 N
 Liimaruuvimäärä/kenkä, n 1 kpl

MITOITUSEHTO			
$N_d \leq n^{0,9} * R_{a,d}$	65600	≤	75429 86,97 %

3.3 Liimaruuvien leikkaus kestävyys

$R_{v,d}$ 8,3 kN 5.8, hetkellinen
 V_d 3,59 kN Robot 3,59
 Liimaruuvimäärä, n 1 kpl

MITOITUSEHTO			
$V_d \leq n * R_{v,d}$	4	≤	8 43,25 %

3.5 lohkeamis murtokestävyys

A_{ef} 9717 mm²

MITOITUSEHTO			
$A_d \leq n * A_{ef} * f_{t,0,d}$	65600	≤	121263 54,10 %

**4. LIITOKSEN MITOITUS, Kehäpilari-Välipohjan kehäpalkki
 Käyttöluokka 1, CC2**

4.1 Materiaalit

Liimaruuvi
 Lujuusluokka 5,8 F_{yb} 400
 Ruuvihalkaisija 19,0 mm 283 mm²
 Poratun reiän halkaisija, d1 16,0 mm 201 mm²
 Tartuntapituus L_a 500,0 mm
 $R_{y,k}$ 102 kN
 $R_{a,k}$ 86 kN
 $f_{t,0,d}$ 17,16 N/mm²

4.2 Kuormitus

Kuormitustapaus KT37
 Aikaluokka Hetkellinen
 M_d 0 Nmm Robot 0
 N_d 118500 N Robot 118,5

4.3 Liitoksen veto kestävyys

Ruuviliitoksen vetokestävyys $R_{ax,d}$ 75429 N
 Liimaruuvimäärä/kenkä, n 2 kpl

MITOITUSEHTO			
$N_d \leq n^{0,9} \cdot R_{a,d}$	118500	≤	140755 84,19 %

4.4 Liimaruuvien leikkaus kestävyys

$R_{v,d}$ 8,3 kN 5.8, hetkellinen
 V_d 2,03 kN Robot 2,03
 Liimaruuvimäärä/kenkä, n 2

MITOITUSEHTO			
$V_d \leq n \cdot R_{v,d}$	2	≤	17 12,23 %

4.5 lohkeamis murtokestävyys

A_{ef} 9799 mm²

MITOITUSEHTO			
$A_d \leq n \cdot A_{ef} \cdot f_{t,0,d}$	118500	≤	336303 35,24 %

JÄYKISTYSRISTIKKO MITOITUS

1. LÄHTÖTIEDOT:	
1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

$f_{m,k}$ 30 N/mm²
 $f_{v,k}$ 3,5 N/mm²
 $f_{c,0,k}$ 24,5 N/mm²
 $E_{0,05}$ 10800 N/mm²

1.2 MITOITUARVOT	
Käyttöluokka 1 , CC2	

K_{mod} Keskipitkä 0,8
 K_{mod} Hetkellinen 1,1
 $,m$ 1,25
 $,m,y$ 1,1
 k_h 1 h > 600
 β_c 0,1

1.3 MATERIAALILUJUUDET	
Aikaluokka:	keskipitkä

$f_{m,d}$	19,2 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUDET	
Aikaluokka:	Hetkellinen

$f_{m,d}$	26,4 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

1.5 KUORMITUSTAPAUKSET			
Kuormitustapaus : KT3	Hetkellinen, Lumi 70 %, Hyöty 70 % tuuli 100 %		
KUORMITUS kN/m	MRT	KRT	PALO

HARJAPALKKI:

Pysyväkuorma kehällä g_k (kN/m)	3,7	3,3	3,3
Lumikuorma kehällä q_s (kN/m)	4,2	6	3
YHTEENSÄ	7,95	9,26	6,3

Kokonaistuulikuorma pääty $q_{Wind,tot}$ 0,62 kN/m²

Ristikolle vaikuttava päädyn pinta-ala	59,5 m ²
Kattotason Tuuli q_{wind}	2,82 kN/m
Jänneväli	13 m
$X_{määr}$	3,2 m
Momentti harjapalkilla. $M_{d,määr}$	123,7 kNm
Sisäinen jäykistyskuorma: q_{st}	1,40 kN/m
Jänneväli	13,00 m
Ristikon leveys	3,25 m
Kenttien määrä	4,00 kpl
$h_{määr}$	0,82 m

Palkistosta johtuva jäykistyskuorma

q_{tot} 4,22 kN/m

Tuulensuuntainen tukireaktio $N_{td,0}$ 30,05 kN

$q_{tot,2}$ 6,86 kN

Vinovoima $N_{td\alpha}$ 34,01 kN

Poikittaisvoima N_{td90} 24,86 kN

2. PURISTUSPALKIN MITOITUS
2.1 VAHVEMPI SUUNTA

2.1.1 Palkin Rakenne:

Palkinpituus	3000 mm	3	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelellinen	
Nurjahduspituus L_c	3000 mm	3	m
Palkin leveys, b	90 mm		
Palkin korkeus, h	90 mm		
Pinta-ala, A	8100 mm ²		

2.1.2 Palkin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	25,98
Hoikkuus, λ	115,47
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,75
k	2,11
Nurjahduskerroin, k_c	0,31

2.1.3 Palkin kestävyys:

N_d	30054 N	30,05 kN
$\delta_{c,0,d}$	3,710 N/mm ²	
$k_c * f_{c,0,d}$	6,580 N/mm ²	
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,564	

MITOITUSEHTO	0,564 < 1	56,39 %
--------------	-----------	---------

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Palkin rakenne:

Palkinpituus	3000 mm	3	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	3000 mm	3	m
Palkin leveys, b	90 mm		
Palkin korkeus, h	90 mm		
Pinta-ala, A	8100 mm ²		

2.2.2 Palkinhoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	25,98
Hoikkuus, λ	115,47
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,75
k	2,11
Nurjahduskerroin, k_c	0,31

2.2.3 Palkin kestävyys:

N_d	30054 N		30,05 kN
$\delta_{c,0,d}$	3,710 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	6,580 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,564		
MITOITUSEHTO			
	0,564	<	1 56,39 %

2.3 VETOTANGON MITOITUS
Teräs

Vetotanko, d	12,00 mm		8,8
A_{ef}	76 mm ²		
F_{uk}	640,00 N/mm ²		
γ_{m2} teräs	1,10		
Vinovoima $N_{td\alpha}$	34012 N		34,01 kN
T_{Rd}	39801 N		
MITOITUSEHTO			
	34012	<	39801 85,46 %

2.4 SEINÄRISTIKON MITOITUS

Pilarin Jäykistävä voima F_s	2,6 kN
Tasosta tuleva vaakavoima F_{tot}	30,1 kN

2. kerros

N_{d1}	65,6 kN	Robot
Vinovoima $N_{td\alpha}$	45,81 kN	
Pilaria rasittava N_{d1tot}	100,1 kN	

1. kerros

Välipohjan kuorma	96,6 kN	Robot
N_{d2}	196,7 kN	
Vinovoima $N_{td\alpha}$	51,03 kN	
Pilaria rasittava N_{d2tot}	238,0 kN	

2.5 VETOTANGON MITOITUS 2. kerros
Teräs

Vetotanko, d	14,00 mm	8,8
A _{ef}	103 mm ²	
F _{uk}	640,00 N/mm ²	
Y _{m2 teräs}	1,25	
Vinovoima N _{tdα}	45814 N	45,81 kN
T _{Rd}	47672 N	
MITOITUSEHTO		
	45814 <	47672 96,10 %

2.6 VETOTANGON MITOITUS 1. kerros
Teräs

Vetotanko, d	16,00 mm	8,8
A _{ef}	135 mm ²	
F _{uk}	640,00 N/mm ²	
Y _{m2 teräs}	1,25	
Vinovoima N _{tdα}	51025 N	51,03 kN
T _{Rd}	62266 N	
MITOITUSEHTO		
	51025 <	62266 81,95 %

KEHÄPILARIN MITOITUS

1.KERROS JÄYKISTYSKEHÄ TARKASTUS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu

f _{m,k}	30 N/mm ²
f _{v,k}	3,5 N/mm ²
f _{c,0,k}	24,5 N/mm ²
E _{0,05}	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1 , CC2

K _{mod} Keskipitkä	0,8
K _{mod} Hetkellinen	1,1
,m	1,25

k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUDET

Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12	N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2	N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7	N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUDET

Aikaluokka: Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04	N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08	N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6	N/mm ²

2. KEHÄPILARIN MITOITUS

2.1 KEHÄN SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100 mm	4,1	m
Nurjahduspituus kerroin	2,5	tehollinen	
Nurjahduspituus L_c	10250 mm	10,25	m
Pilarin leveys, b	190 mm		
Pilarin korkeus, h	405 mm		
Pinta-ala, A	76950 mm ²		
W	5194125 mm ³		
I	1051810313 mm ⁴		

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	116,91
Hoikkuus, λ	87,67
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,33
k	1,44
Nurjahduskerroin, k_c	0,51

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
Kehäjäykistykseltä N_d	238008 N		238,0
M_d	0 Nmm		0

$\delta_{c,0,d}$	3,093	N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	10,906	N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000	N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,284			
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000			
MITOITUSEHTO				
	0,284	<	1	28,36 %

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	4100	mm	4,1	m
Nurjahduspituus kerroin	1		Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	4100	mm	4,1	m
Pilarin leveys, b	405	mm		
Pilarin korkeus, h	190	mm		
Pinta-ala, A	76950	mm ²		
W	2436750	mm ³		
I	231491250	mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyyssäde, i	54,85
Hoikkuus, λ	74,75
Suhteellinen hoikkuus, λ_{rel}	1,13
k	1,18
Nurjahduskerroin, k_c	0,65

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
Kehäjäykistykseltä N_d	238008	N	238,0
M_d	0	Nmm	0
$\delta_{c,0,d}$	3,093	N/mm ²	
$k_c * f_{c,0,d}$	14,117	N/mm ²	
$\delta_{m,d}$	0,000	N/mm ²	
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,219		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO			
	0,219	<	1 21,91 %

KEHÄPILARIN MITOITUS

2.KERROS JÄYKISTYSKEHÄ TARKASTUS

1. LÄHTÖTIEDOT:

1.1 MATERIAALI	GL30c
Ominaislujuudet N/mm ²	Liimapuu
$f_{m,k}$	30 N/mm ²
$f_{v,k}$	3,5 N/mm ²
$f_{c,0,k}$	24,5 N/mm ²
$E_{0,05}$	10800 N/mm ²

1.2 MITOITUARVOT
Käyttöluokka 1 , CC2

K_{mod} Keskipitkä	0,8	
K_{mod} Hetkellinen	1,1	
γ_m	1,25	
k_h	1,1	$h > 600$
β_c	0,1	

1.3 MATERIAALILUJUUKSET
Aikaluokka: keskipitkä

$f_{m,d}$	21,12 N/mm ²
$f_{v,d}$	2,2 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	15,7 N/mm ²

1.4 MATERIAALILUJUUKSET
Aikaluokka: Hetkellinen

$f_{m,d}$	29,04 N/mm ²
$f_{v,d}$	3,08 N/mm ²
$f_{c,0,d}$	21,6 N/mm ²

2. KEHÄPILARIN MITOITUS

2.1 KEHÄN SUUNTA

2.1.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	2,5	Nivelletty	
Nurjahduspituus L_c	8500 mm	8,5	m
Pilarin leveys, b	190 mm		
Pilarin korkeus, h	270 mm		

Pinta-ala, A	51300 mm ²
W	2308500 mm ³
I	311647500 mm ⁴

2.1.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyysäde, i	77,94
Hoikkuus, λ	109,06
Suhteellinen hoikkuus, λ _{rel}	1,65
k	1,94
Nurjahduskerroin, k _c	0,34

2.1.3 Pilarin kestävyys, kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3	
Aikaluokka	Hetkellinen	
Kehäjäykistykseltä N _d	100097,8375 N	100,1
M _d	0 Nmm	0
δ _{c,0,d}	1,951 N/mm ²	
k _c *f _{c,0,d}	7,330 N/mm ²	
δ _{m,d}	0,000 N/mm ²	
δ _{c,0,d} / k _c *f _{c,0,d}	0,266	
δ _{m,d} / f _{m,d}	0,000	

MITOITUSEHTO	0,266	<	1	26,62 %
--------------	-------	---	---	---------

2.2 HEIKOMPI SUUNTA

2.2.1 Pilarin Rakenne:

Pilarin korkeus	3400 mm	3,4	m
Nurjahduspituus kerroin	1	Nivelletty	
Nurjahduspituus L _c	3400 mm	3,4	m
Pilarin leveys, b	270 mm		
Pilarin korkeus, h	190 mm		
Pinta-ala, A	51300 mm ²		
W	1624500 mm ³		
I	154327500 mm ⁴		

2.2.2 Pilarin hoikkuus, nurjahduskerroin:

Jäyhyysäde, i	54,85
Hoikkuus, λ	61,99
Suhteellinen hoikkuus, λ _{rel}	0,94
k	0,97
Nurjahduskerroin, k _c	0,81

2.2.3 Pilarin kestävyys kuormitustapaus 1:

Kuormitustapaus	KT3		
Aikaluokka	Hetkellinen		
Kehäjäykistykseltä N_d	100098 N		100,1
M_d	0 Nmm		0
$\delta_{c,0,d}$	1,951 N/mm ²		
$k_c * f_{c,0,d}$	17,551 N/mm ²		
$\delta_{m,d}$	0,000 N/mm ²		
$\delta_{c,0,d} / k_c * f_{c,0,d}$	0,111		
$\delta_{m,d} / f_{m,d}$	0,000		
MITOITUSEHTO			
	0,111	<	1 11,12 %

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

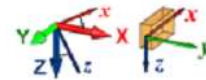
OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus**27.4.2018**

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

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta

**PROJEKTITIEDOT:**

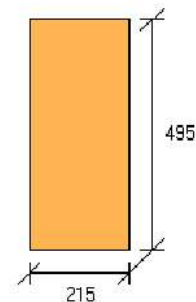
Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK Opinnäytetyö
 Projekti: OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus
 Asiakas: Aki Haaksila

Nimi: Palolantie, laajennus

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\Opinnäytetyön tuloksia\Välipohjapalkki 2-aukk k5000 GL30c.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta
 Materiaali: GL30c
 Poikkileikkaus: 215x495
 (B=215 mm, H=495 mm, A=106425 mm², I_y=2173065469 mm⁴, W_y=8780062 mm³)
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 5000 mm (pintakuormille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 6500.0
 Jänneväli 2: 6500.0
 Yhteensä: 13000.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	140	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	6500	360	Liukutuki (Z)
3:	13000	140	Liukutuki (Z)

fm,k (M_y): 30.58 N/mm²
 fm,k (M_z): 30.00 N/mm²
 fc,0,k: 24.50 N/mm²
 fc,90,k: 2.50 N/mm²
 ft,0,k: 19.88 N/mm²
 ft,90,k: 0.50 N/mm²
 fv,k (V_z): 3.50 N/mm²

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

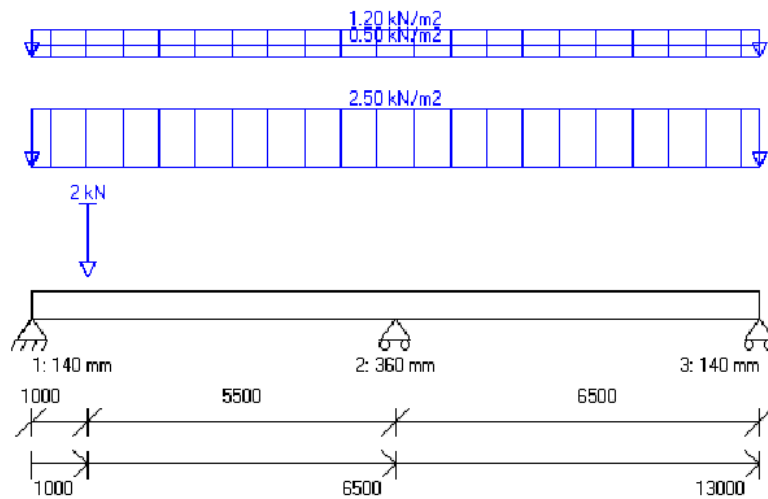
27.4.2018

$f_{v,k}$ (V_y):	3.50 N/mm ²
$E_{,mean}$:	13000 N/mm ²
$G_{,mean}$:	650 N/mm ²
$E_{0.05}$:	10800 N/mm ²
$G_{0.05}$:	540 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

 Osavarmuusluku: 1.25

Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

 k_{def}: 0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: $Q_Z = 0.532 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 13000 \text{ mm}$

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

27.4.2018

Pintakuorma: 1: QZ = 1.200 kN/m² x = 0 - 13000 mmPintakuorma: 2: QZ = 0.500 kN/m² x = 0 - 13000 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: QZ = 2.500 kN/m² x = 0 - 13000 mm

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: FZ = 1.00 kN x = 1000.0 mm (2 kN)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 18 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötyk. pistekuormatark.

MITOITUS:

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö**OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus****Aki Haaksila****27.4.2018**

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017
 Kokonaiskäyttöaste: 93.6 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

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

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 300.00 \text{ mm}$ Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} = \text{Päätukien välimatka}$ Lef1 = L_{k1} ja Lef2 = L_{k2} (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)**HUOM!** L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	118.37 kN	158.93 kN	74.5 %	6500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	153.88 kNm	171.85 kNm	89.5 %	6500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	153.88 kNm	171.85 kNm	89.5 %	6500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	78.64 kN	87.72 kN	89.6 %	0 mm	Yhdistelmä 2/3, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.82					
Tukipaine, tuki 2:	236.74 kN	252.84 kN	93.6 %	6500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.04					
Tukipaine, tuki 3:	78.64 kN	102.34 kN	76.8 %	13000 mm	Yhdistelmä 2/4, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.12					
jänneväli 1, Wz,inst:	12.5 mm	16.2 mm	76.8 %	2925 mm	Yhdistelmä 14/2
jänneväli 1, Wz,net,fin:	16.4 mm	21.7 mm	75.8 %	2925 mm	Yhdistelmä 14/2
jänneväli 2, Wz,inst:	12.5 mm	16.2 mm	76.8 %	10075 mm	Yhdistelmä 14/3
jänneväli 2, Wz,net,fin:	16.4 mm	21.7 mm	75.8 %	10075 mm	Yhdistelmä 14/3

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 1 + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 2

Yhdistelmä 2/3 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 1

Yhdistelmä 2/4 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 2

Yhdistelmä 14/2 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma, jänneväli 1

Yhdistelmä 14/3 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma, jänneväli 2

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

27.4.2018

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	118.37 kN	6500 mm
My,max	153.88 kNm	6500 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	78.64 kN	12.20 kN	57.56 kN	16.94 kN
2:	236.74 kN	66.05 kN	174.95 kN	73.39 kN
3:	78.64 kN	12.20 kN	57.56 kN	16.94 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	22.02
2:	73.39
3:	22.02

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma, jänneväli 1
Tuki:	FZ [kN]:
1:	35.55
2:	50.78
3:	-5.08

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma, jänneväli 2
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-5.08
2:	50.78
3:	35.55

Kuormitustapaus:	Hyötyk. pistekuormatark., jänneväli 1
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.81
2:	0.23
3:	-0.04

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta,

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö**OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus****Aki Haaksila****27.4.2018**

ei todellista käyttöastetta

- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK Opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

27.4.2018

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

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta

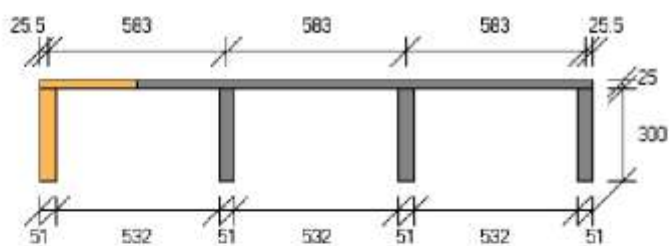


PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK Opinnäytetyö
 Projekti: OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus
 Asiakas: Aki Haaksila

Nimi: Palolantie, laajennus

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\Opinnäytetyön tuloksia\Välipohja elementti.s01



RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta
 Poikkileikkaus: R325-1800x25-4(1)x51x300
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 317 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 5000.0
 Yhteensä: 5000.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	20	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	5000	20	Liukutuki (Z)

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus**27.4.2018**

Laatan osat:

Ylälevy:	1800x25	0.025 m ³ /m ²	KERTO-Q (27-69)
Rivat:	4x51x300	0.034 m ³ /m ²	KERTO-S
Mitoitettu ripa:	Ripa 1	(= 51.0x300.0)	
Kokonaispaino:	33 kg/m ²	sisältää levyt, rivat ja poikittaiset rakenneosat	

Teholliset jäykkyydet:

Uloke-/jänneväli:	EI,ef,MRT:	EI,ef,KRT:
Jänneväli 1	3105.9 kNm ²	3105.9 kNm ²

	Ylälevy:	Ripa:
fm,k (My):	36.00 N/mm ²	44.00 N/mm ²
fc,0,k:	26.00 N/mm ²	35.00 N/mm ²
fc,90,k:	2.20 N/mm ²	6.00 N/mm ²
ft,0,k:	25.22 N/mm ²	33.94 N/mm ²
fv,k (Vz):	1.30 N/mm ²	4.10 N/mm ²
E,mean:	10500 N/mm ²	13800 N/mm ²
G,mean:	120 N/mm ²	600 N/mm ²
E 0.05:	8800 N/mm ²	11600 N/mm ²
fv,k(sauma):	1.30 N/mm ²	4.10 N/mm ²

Varmuuskertoimet:

Ylälevy:	1.20
Ripa:	1.20

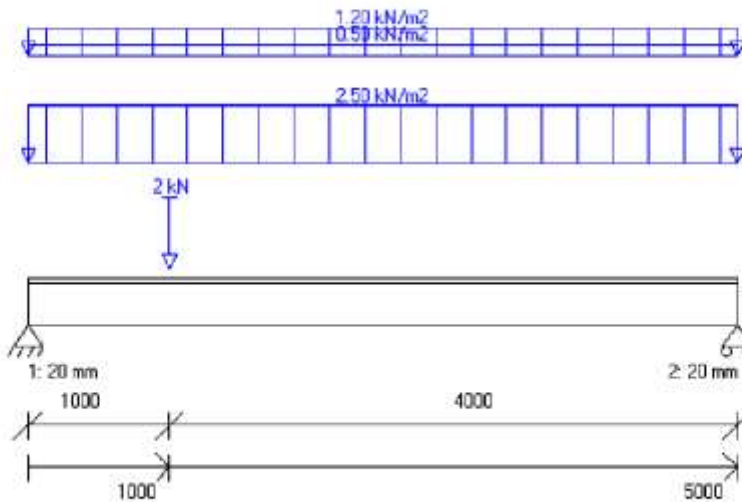
Kmod kerroin:

Aikaluokka:	Ylälevy:	Ripa:
Pysyvä:	0.600	0.600
Pitkäaikainen:	0.700	0.700
Keskipitkä:	0.800	0.800
Lyhytaikainen:	0.900	0.900
Hetkellinen:	1.100	1.100

	Ylälevy:	Ripa:
Kdef kerroin:	0.600	0.600

Finnwood 2.4 (2.4.084)
 OAMK Opinnäytetyö
 Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
 OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus
 27.4.2018



KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: $QZ = 0.118 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 5000 \text{ mm}$

Pintakuorma: 1: $QZ = 1.200 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 5000 \text{ mm}$

Pintakuorma: 2: $QZ = 0.500 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 5000 \text{ mm}$

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: $QZ = 2.500 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 5000 \text{ mm}$

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: $FZ = 2.00 \text{ kN}$ $x = 1000.0 \text{ mm}$ (2 kN)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö**OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus****Aki Haaksila****27.4.2018**

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 18 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötyk. pistekuormatark.

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste:

95.2 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuserroin, vasen uloke: 2.00

Korotuserroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus on estetty

VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Rivan tyyppi: Väliripa

Huoneen suurin mitta L [m]: 13

Lattiarakenteen leveys B [m]: 5

Välipohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu

Ulokkeen lyhennys [mm]: 0.0

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus**27.4.2018**

Poikittaisjäykisteet:	Ei jäykisteitä
Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoliset poikittaiskoolaukset:	Ei alapuolista poikittaiskoolausta
Pinta-alayksikön massa [kg/m ²]:	237

HUOM! Vierekkäiset Kerto-Ripa -ripalaatat on kiinnitettävä toisiinsa sekä ylä- että alapinnasta

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
V, yläsauma, leikkaus:	0.25 N/mm ²	0.87 N/mm ²	28.9 %	5000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
V, uuma, leikkaus:	0.41 N/mm ²	2.73 N/mm ²	14.9 %	5000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
M, ylälevy, kesk. puristus:	2.43 N/mm ²	17.33 N/mm ²	14.0 %	2500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
M, uuma, reunataivutus:	5.25 N/mm ²	29.33 N/mm ²	17.9 %	2500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
M, uuma, kesk. veto:	1.19 N/mm ²	22.63 N/mm ²	5.3 %	2500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	4.86 kN	8.57 kN	56.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	4.86 kN	8.57 kN	56.7 %	5000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
jänneväli 1, Wz,inst:	4.4 mm	12.5 mm	35.1 %	2500 mm	Yhdistelmä 14/1
jänneväli 1, Wz,net,fin:	6.0 mm	16.7 mm	36.1 %	2500 mm	Yhdistelmä 14/1
Taipuma U:	0.5 mm	0.5 mm	95.2%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	12.8 Hz	9.0 Hz	70.4%		(Värähtelytarkastelu)

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 14/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	4.86 kN	5000 mm
My,max	6.08 kNm	2500 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.86 kN	1.48 kN	3.62 kN	1.64 kN
2:	4.86 kN	1.48 kN	3.62 kN	1.64 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.64
2:	1.64

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
------------------	-------------

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

27.4.2018

Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.98
2:	1.98

Kuormitustapaus:	Hyötyk, pistekuormatark.
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.60
2:	0.40

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Kerto-Ripa -laatan mitoitus noudattaa ETA-07/0029 mukaista suunnitteluohjetta
- Kerto-Ripa -laatalta rakenneosien koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Yllä esitetty mitoitus koskee vain valittua ripaa, muut rivat on tarkasteltava erikseen
- Jatkuvalle Kerto-Ripa -ripalaatalla ripojen puristettu alareuna on kiepahdustuettava
- Aksiaalisesi puristetun Kerto-Ripa -elementin nurjahdus laatan tasosta pois päin tulee tarkistaa erikseen
- Kerto-Ripa -laatan mitoitus ei sisällä pintalevyn taivutuskestävyys-, leikkauskestävyys- ja taipumatarkastelua poikittain ripoihin nähden
- Kerto-Ripa -elementin päissä ja välituilla on aina oltava joko yhtenäiset päätypalkit tai välipuut
- Kerto-Ripa -elementissä on poikittaiskapuloita myös nostopisteiden kohdalla ja jäykistyksen takia
- Kerto-Ripa -elementin poikittaisosien painoksi on oletettu 10% ylä- ja alalevyjen sekä ripojen painosta

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK Opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

27.4.2018

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

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK Opinnäytetyö
 Projekti: OAMK Opinnäytetyö palolantie laajennus
 Asiakas: Aki Haaksila

Nimi: Palolantie, laajennus

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\Opinnäytetyön tuloksia\VÄLIPOHJAPALKKI GL30c.s01

RAKENNETIEDOT:

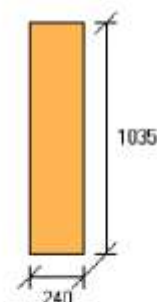
Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta
 Materiaali: GL30c
 Poikkileikkaus: 240x1035
 (B=240 mm, H=1035 mm, A=248400 mm², I_y=22174357500 mm⁴, W_y=42849000 mm³)
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 5000 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 13000.0
 Yhteensä: 13000.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	320	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	13000	320	Liukutuki (Z)

f _{m,k} (M _y):	30.00 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	30.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	24.50 N/mm ²
f _{c,90,k} :	2.50 N/mm ²
f _{t,0,k} :	19.50 N/mm ²
f _{t,90,k} :	0.50 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	3.50 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	3.50 N/mm ²
E _{mean} :	13000 N/mm ²



Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö

OAMK Opinnäytetyö palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

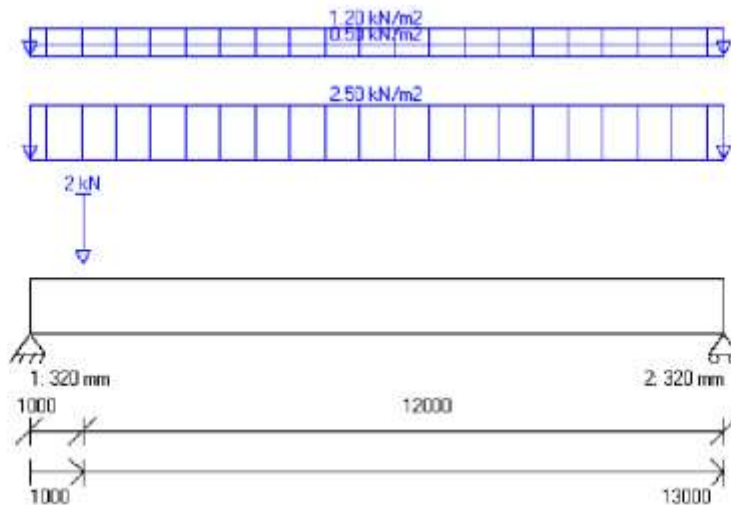
27.4.2018

G _{mean} :	650 N/mm ²
E 0.05:	10800 N/mm ²
G 0.05:	540 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

Osavarmuusluku:	1.25
-----------------	------

Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

k _{def} :	0.600
--------------------	-------

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pintakuorma 1: QZ = 1.200 kN/m² x = 0 - 13000 mmPintakuorma 2: QZ = 0.500 kN/m² x = 0 - 13000 mm

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö**OAMK Opinnäytetyö palolantie laajennus, Palolantie, laajennus****Aki Haaksila****27.4.2018**

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: $QZ = 2.500 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 13000 \text{ mm}$

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: $FZ = 1.00 \text{ kN}$ $x = 1000.0 \text{ mm}$ (2 kN)**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 18 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötyk. pistekuormatark.

MITOITUS:

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö palolantie laajennus, Palolantie, laajennus**27.4.2018**

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste: 94.7 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

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

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 300.00$ mmKiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka $L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)**HUOM!** L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	185.41 kN	370.94 kN	50.0 %	13000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	602.59 kNm	822.70 kNm	73.2 %	6500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	602.59 kNm	822.70 kNm	73.2 %	6500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	185.41 kN	201.60 kN	92.0 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.64					
Tukipaine, tuki 2:	185.41 kN	235.20 kN	78.8 %	13000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.91					
jänneväli 1, Wz,inst:	30.4 mm	32.5 mm	93.5 %	6500 mm	Yhdistelmä 14/1
jänneväli 1, Wz,net,fin:	41.0 mm	43.3 mm	94.7 %	6500 mm	Yhdistelmä 14/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 14/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	185.41 kN	13000 mm
My,max	602.59 kNm	6500 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	185.41 kN	49.72 kN	136.50 kN	55.25 kN
2:	185.41 kN	49.72 kN	136.50 kN	55.25 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

Finnwood 2.4 (2.4.084)
OAMK Opinnäytetyö
Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
OAMK Opinnäytetyö palolantie laajennus, Palolantie, laajennus
27.4.2018

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	55.25
2:	55.25
Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	81.25
2:	81.25
Kuormitustapaus:	Hyötyk, pistekuormatark.
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.92
2:	0.08

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajalimitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK Opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus

27.4.2018

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

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta

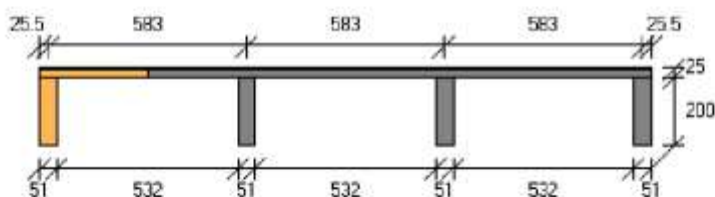


PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK Opinnäytetyö
 Projekti: OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14
 Asiakas: Aki Haaksila

Nimi: Palolantie 14 laajennus

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\Opinnäytetyön tuloksia\Välipohja ripalaatta elementti k3000.s01



RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta
 Poikkileikkaus: R225-1800x25-4(1)x51x200
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 317 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:

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

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	20	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	3000	20	Liukutuki (Z)

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus**27.4.2018****Laatan osat:**

Ylälevy:	1800x25	0.025 m ³ /m ²	KERTO-Q (27-69)
Rivat:	4x51x200	0.023 m ³ /m ²	KERTO-S
Mitoitettu ripa:	Ripa 1	(= 51.0x200.0)	
Kokonaispaino:	27 kg/m ²	sisältää levyt, rivat ja poikittaiset rakenneosat	

Teholliset jäykkyudet:

Uloke-/jänneväli:	EI,ef,MRT:	EI,ef,KRT:
Jänneväli 1	957.7 kNm ²	957.7 kNm ²

	Ylälevy:	Ripa:
fm,k (My):	36.00 N/mm ²	46.19 N/mm ²
fc,0,k:	26.00 N/mm ²	35.00 N/mm ²
fc,90,k:	2.20 N/mm ²	6.00 N/mm ²
ft,0,k:	26.00 N/mm ²	35.00 N/mm ²
fv,k (Vz):	1.30 N/mm ²	4.10 N/mm ²
E _{mean} :	10500 N/mm ²	13800 N/mm ²
G _{mean} :	120 N/mm ²	600 N/mm ²
E 0.05:	8800 N/mm ²	11600 N/mm ²
fv,k(sauma):	1.30 N/mm ²	4.10 N/mm ²

Varmuuskertoimet:

Ylälevy:	1.20
Ripa:	1.20

Kmod kerroin:

Aikaluokka:	Ylälevy:	Ripa:
Pysyvä:	0.600	0.600
Pitkäaikainen:	0.700	0.700
Keskipitkä:	0.800	0.800
Lyhytaikainen:	0.900	0.900
Hetkellinen:	1.100	1.100

	Ylälevy:	Ripa:
Kdef kerroin:	0.600	0.600

Finnwood 2.4 (2.4.084)

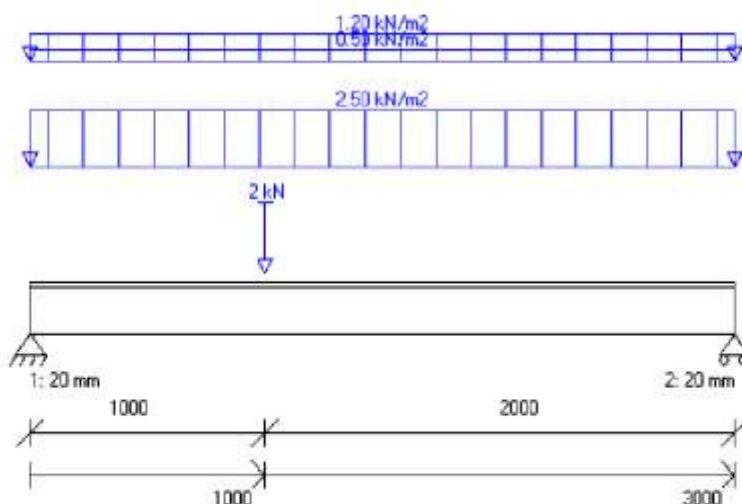
OAMK Opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus

27.4.2018

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneseosan paino: $QZ = 0.092 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 3000 \text{ mm}$ Pintakuorma: 1: $QZ = 1.200 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 3000 \text{ mm}$ Pintakuorma: 2: $QZ = 0.500 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 3000 \text{ mm}$

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: $QZ = 2.500 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 3000 \text{ mm}$

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: $FZ = 2.00 \text{ kN}$ $x = 1000.0 \text{ mm}$ (2 kN)**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus**27.4.2018**

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 18 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötyk. pistekuormatark.

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste:

73.5 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus on estetty

VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Rivan tyyppi: Väliripa

Huoneen suurin mitta L [m]: 5

Lattiarakenteen leveys B [m]: 5

Välipohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu

Ulokkeen lyhennys [mm]: 0.0

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus**27.4.2018**

Poikittaisjäykisteet:	Ei jäykisteitä
Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoliset poikittaiskoolaukset:	Ei alapuolista poikittaiskoolausta
Pinta-alayksikön massa [kg/m ²]:	229

HUOM! Vierekkäiset Kerto-Ripa -ripalaatat on kiinnitettävä toisiinsa sekä ylä- että alapinnasta

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
V, yläsauma, leikkaus:	0.22 N/mm ²	0.87 N/mm ²	25.6 %	3000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
V, uuma, leikkaus:	0.35 N/mm ²	2.73 N/mm ²	12.9 %	3000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
M, ylälevy, kesk. puristus:	2.45 N/mm ²	19.50 N/mm ²	12.5 %	1000 mm	Yhdistelmä 11/1, Lyhytaikainen
M, uuma, reunataivutus:	5.13 N/mm ²	34.65 N/mm ²	14.8 %	1000 mm	Yhdistelmä 11/1, Lyhytaikainen
M, uuma, kesk. veto:	1.20 N/mm ²	26.25 N/mm ²	4.6 %	1000 mm	Yhdistelmä 11/1, Lyhytaikainen
Tukipaine, tuki 1:	2.87 kN	8.57 kN	33.5 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	2.87 kN	8.57 kN	33.5 %	3000 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
jänneväli 1, Wz_inst:	2.1 mm	7.5 mm	27.3 %	1350 mm	Yhdistelmä 18/1
jänneväli 1, Wz_net,fin:	2.6 mm	10.0 mm	25.7 %	1500 mm	Yhdistelmä 14/1
Taipuma U:	0.4 mm	0.6 mm	73.5%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	20.0 Hz	9.0 Hz	44.9%		(Värähtelytarkastelu)

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 11/1 (Lyhytaikainen):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 18/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 14/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	3.09 kN	0 mm
My,max	2.73 kNm	1000 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	3.09 kN	0.85 kN	2.28 kN	0.95 kN
2:	2.87 kN	0.85 kN	2.14 kN	0.95 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:

Finnwood 2.4 (2.4.084)**OAMK Opinnäytetyö****Aki Haaksila**

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus**27.4.2018**

1:	0.95
2:	0.95

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.19
2:	1.19

Kuormitustapaus:	Hyötyk, pistekuormatark.
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.33
2:	0.67

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajaatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Kerto-Ripa -laatan mitoitus noudattaa ETA-07/0029 mukaista suunnitteluohjetta
- Kerto-Ripa -laatan rakenneosien koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Yllä esitetty mitoitus koskee vain valittua ripaa, muut rivat on tarkasteltava erikseen
- Jatkuvalle Kerto-Ripa -ripalaatalla ripojen puristettu alareuna on kiepahdustuettava
- Aksiaalisesi puristetun Kerto-Ripa -elementin nurjahdus laatan tasosta pois päin tulee tarkistaa erikseen
- Kerto-Ripa -laatan mitoitus ei sisällä pintalevyn taivutuskestävyys-, leikkauskestävyys- ja taipumatarkastelua poikittain ripoihin nähden
- Kerto-Ripa -elementin päissä ja välituilla on aina oltava joko yhtenäiset päätypalkit tai välipuut
- Kerto-Ripa -elementissä on poikittaiskapuloita myös nostopisteiden kohdalla ja jäykistyksen takia
- Kerto-Ripa -elementin poikittaisosien painoksi on oletettu 10% ylä- ja alalevyjen sekä ripojen painosta

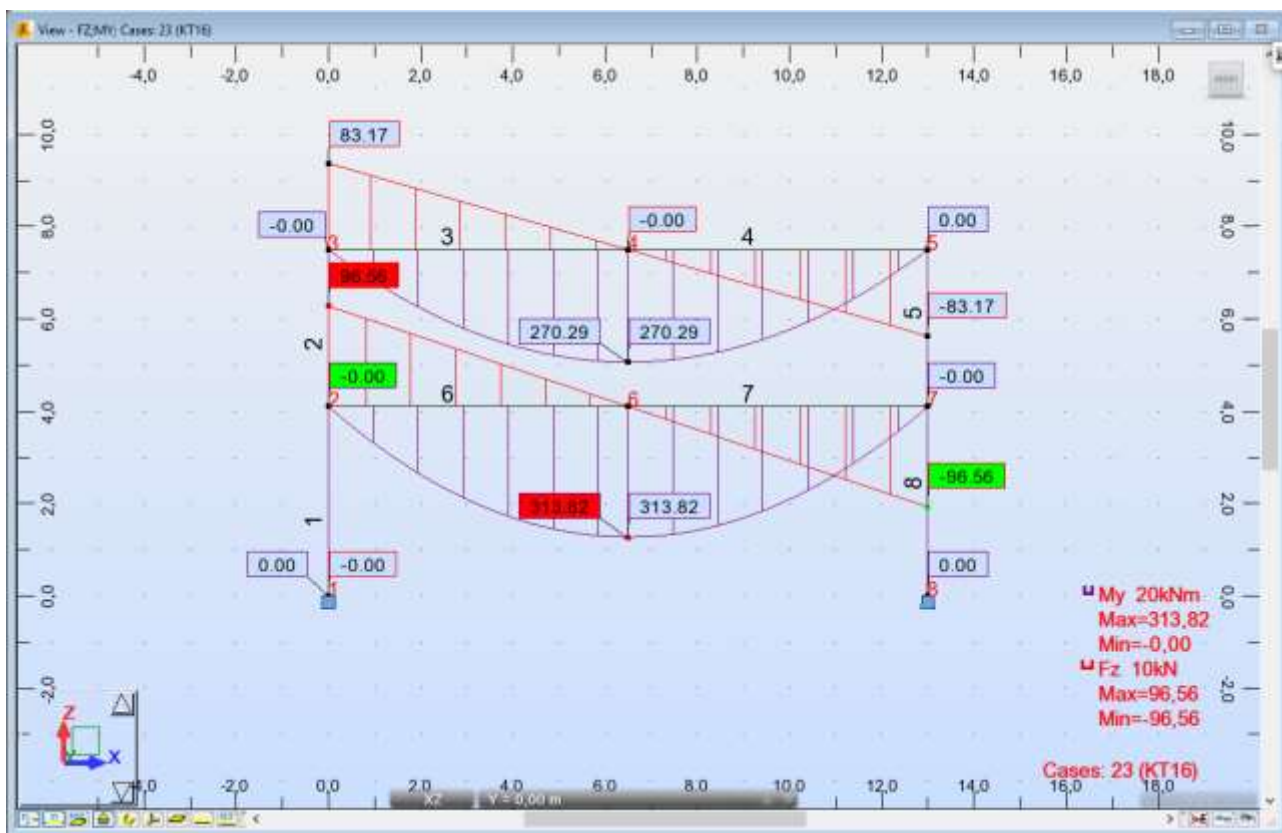
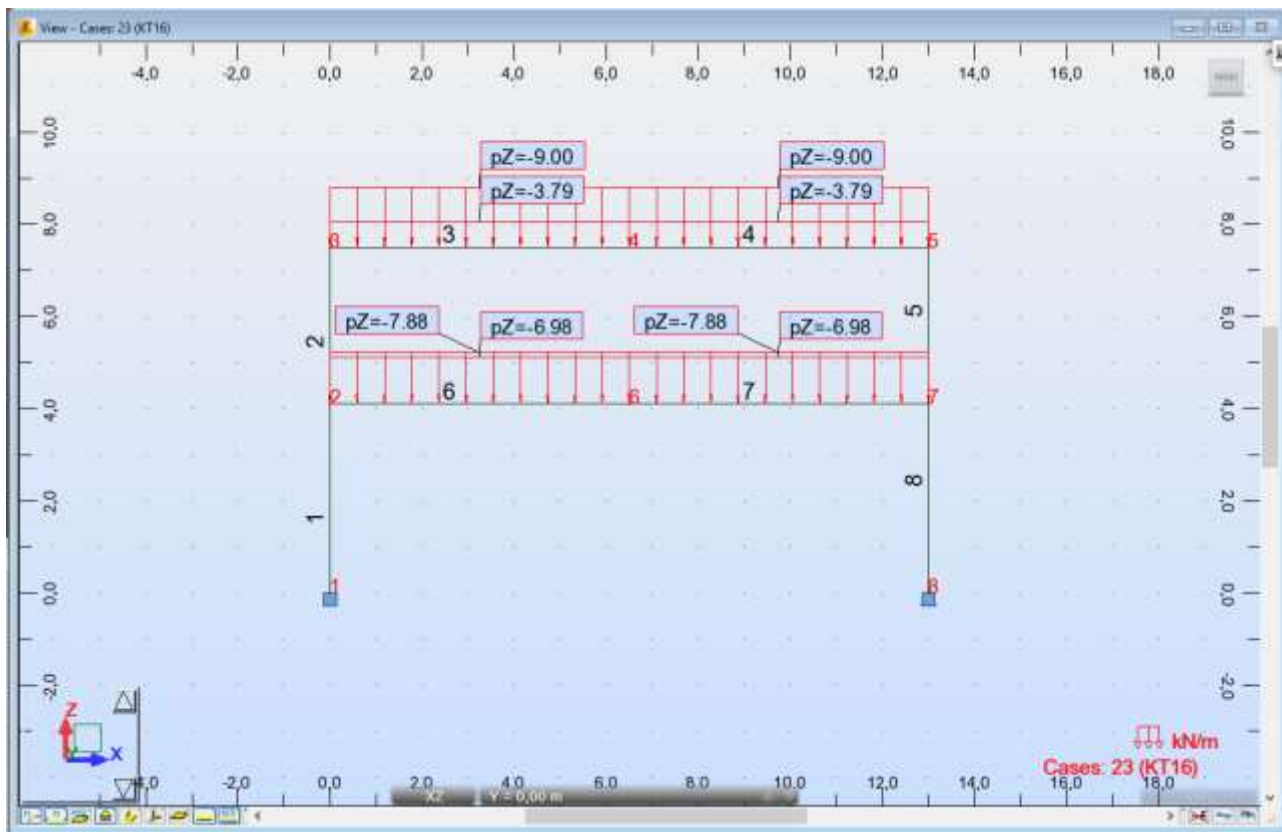
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan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

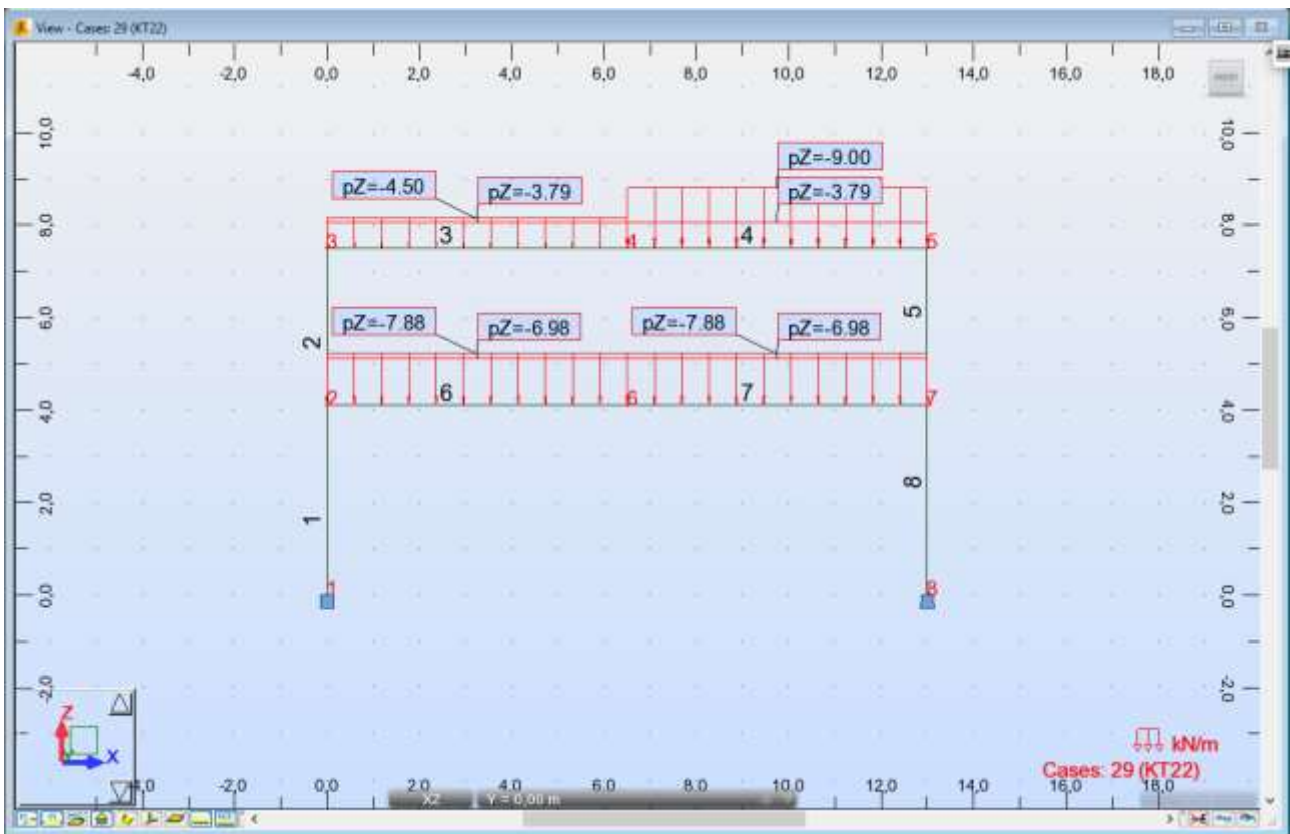
Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston

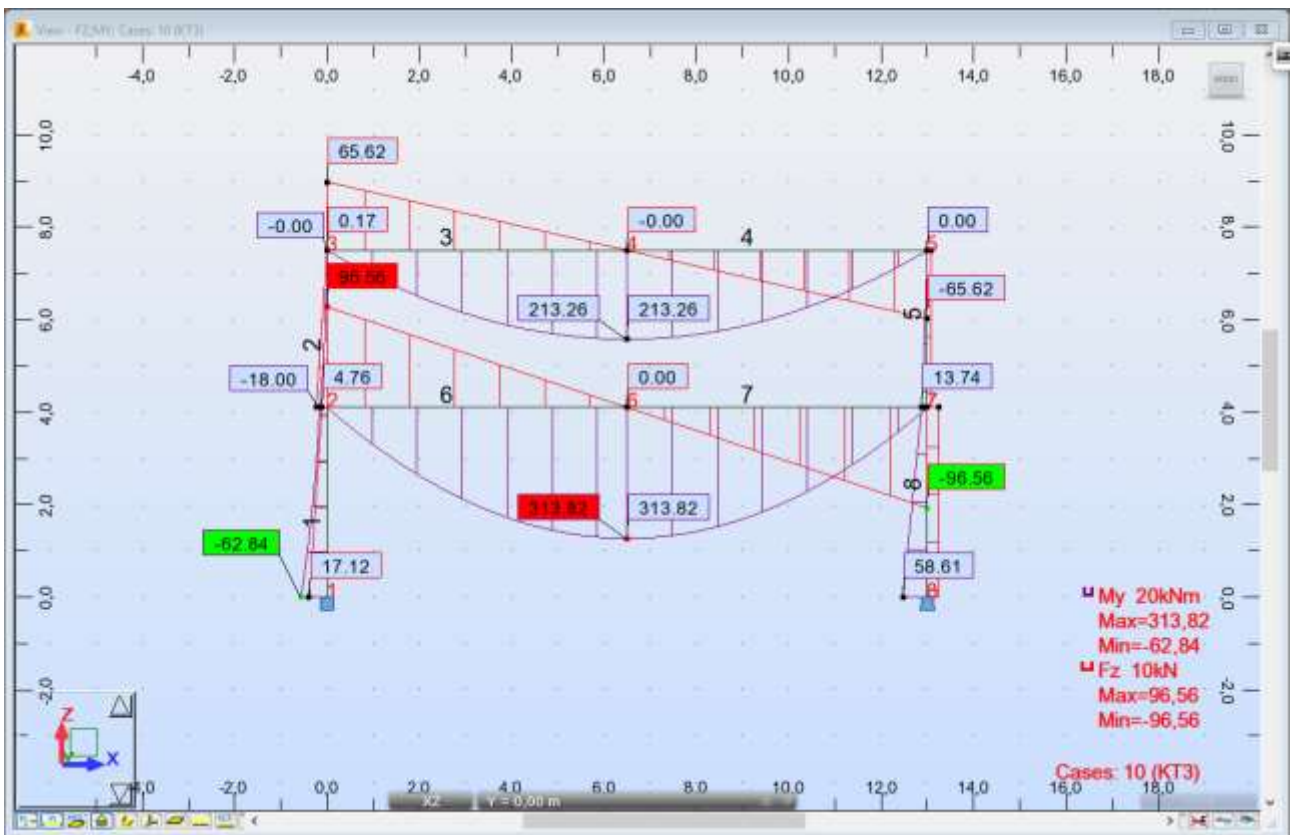
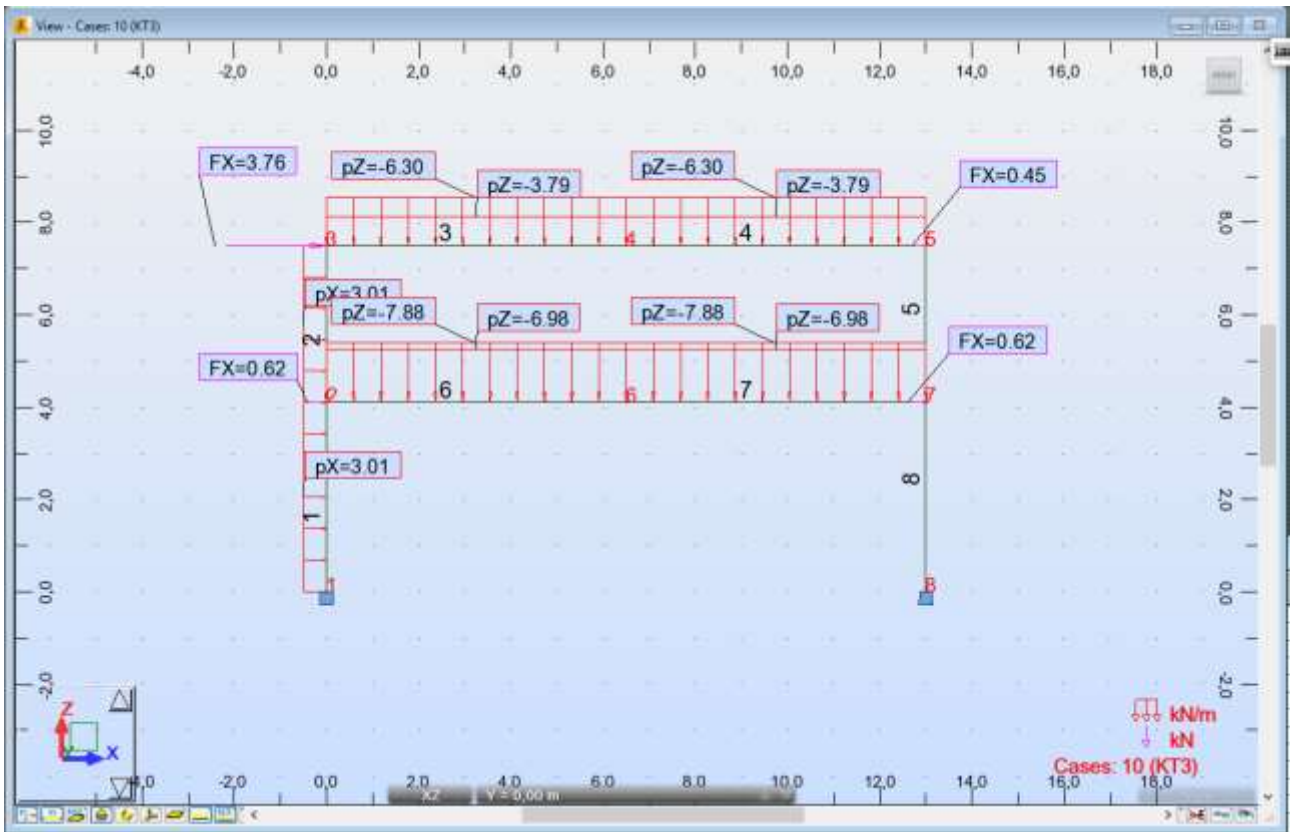
Finnwood 2.4 (2.4.084)
OAMK Opinnäytetyö
Aki Haaksila

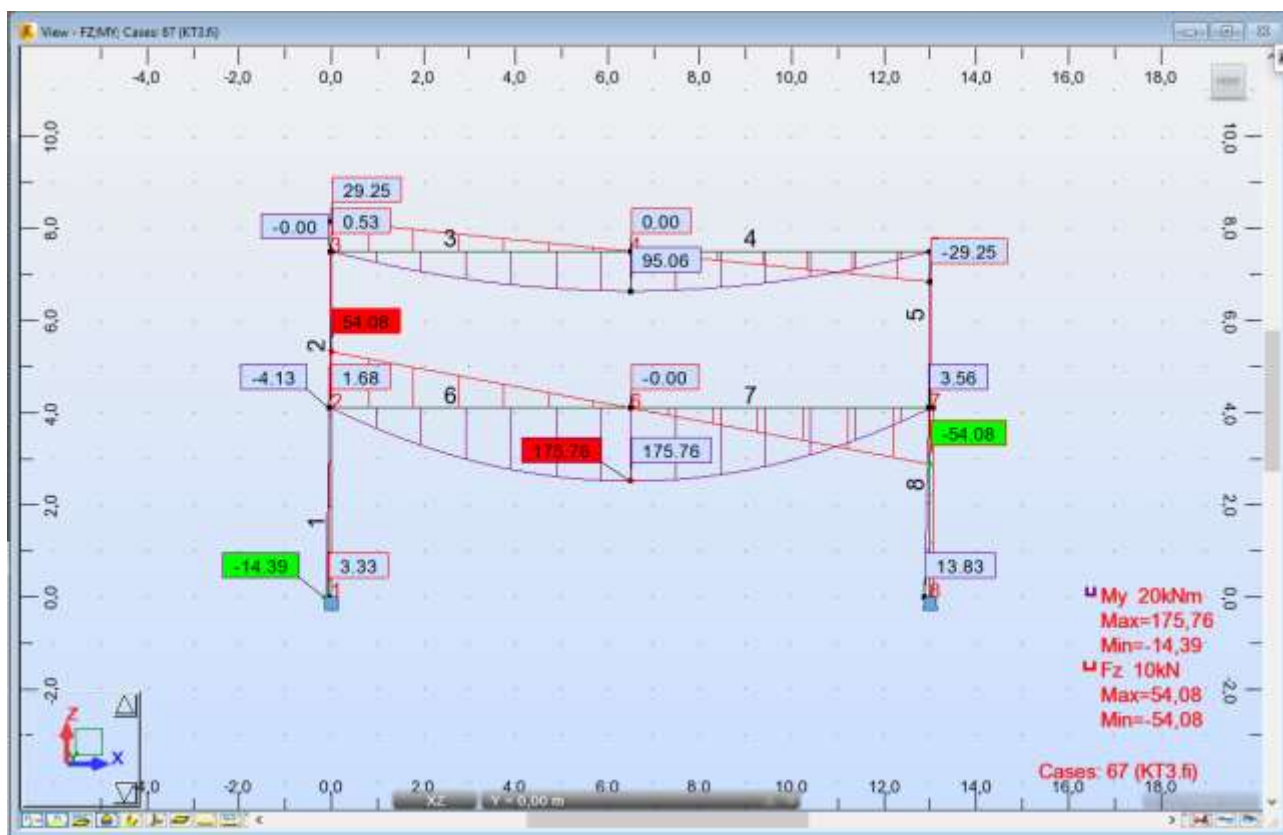
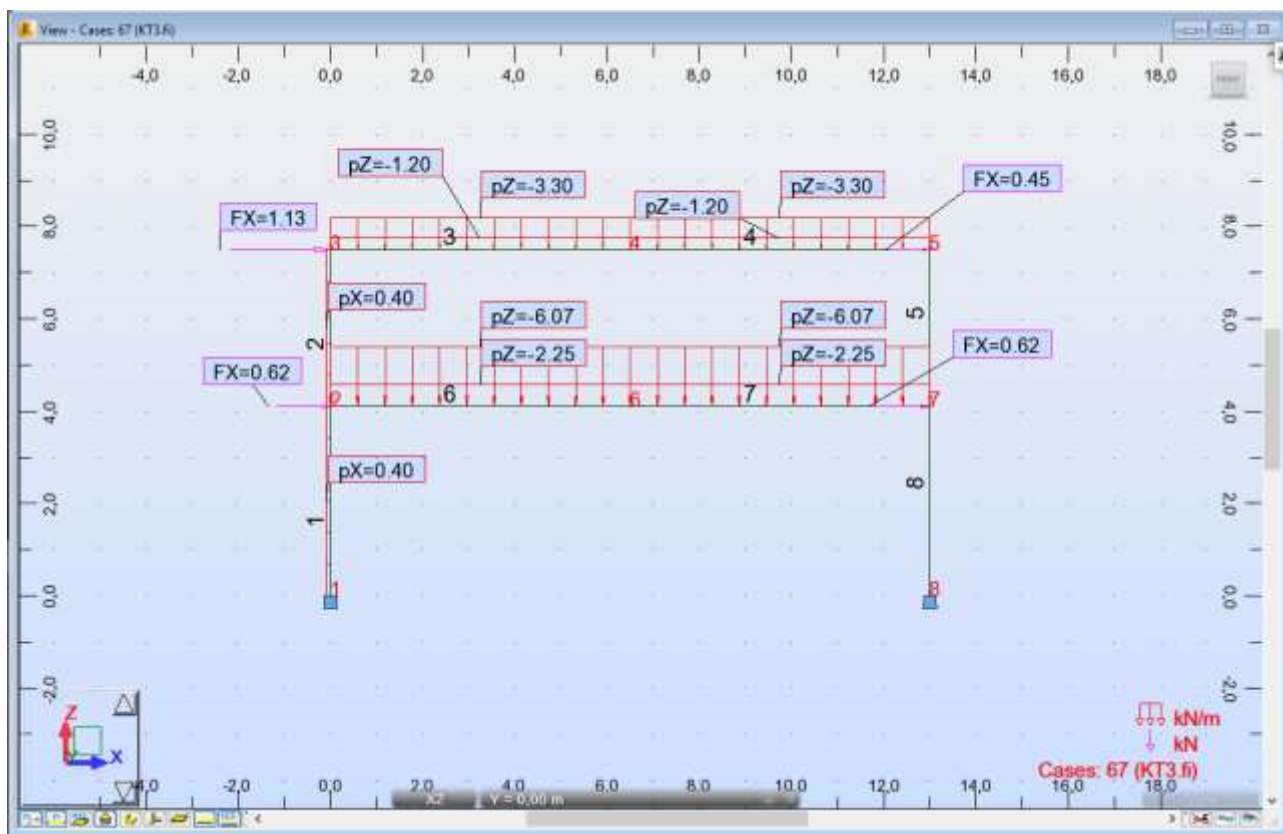
© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
OAMK Opinnäytetyö, Palolantie 14, Palolantie 14 laajennus
27.4.2018

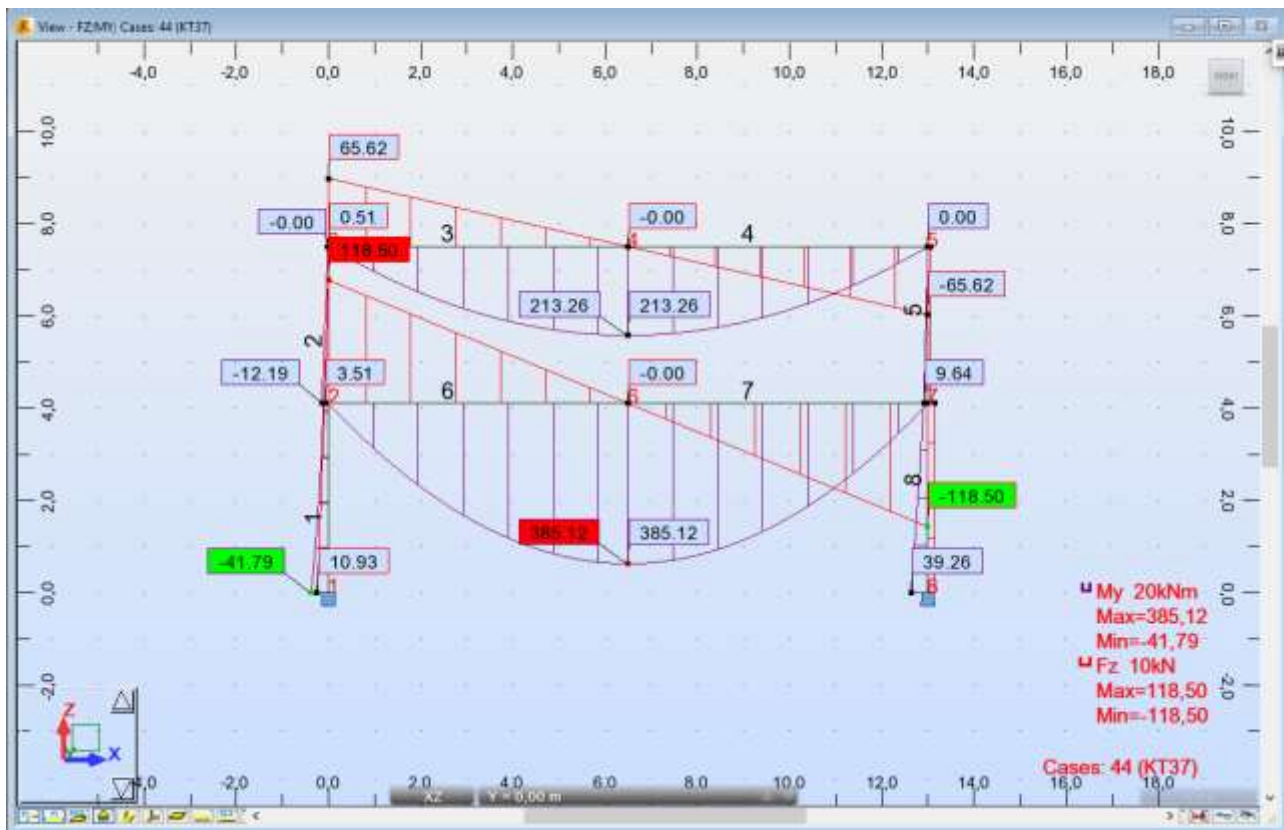
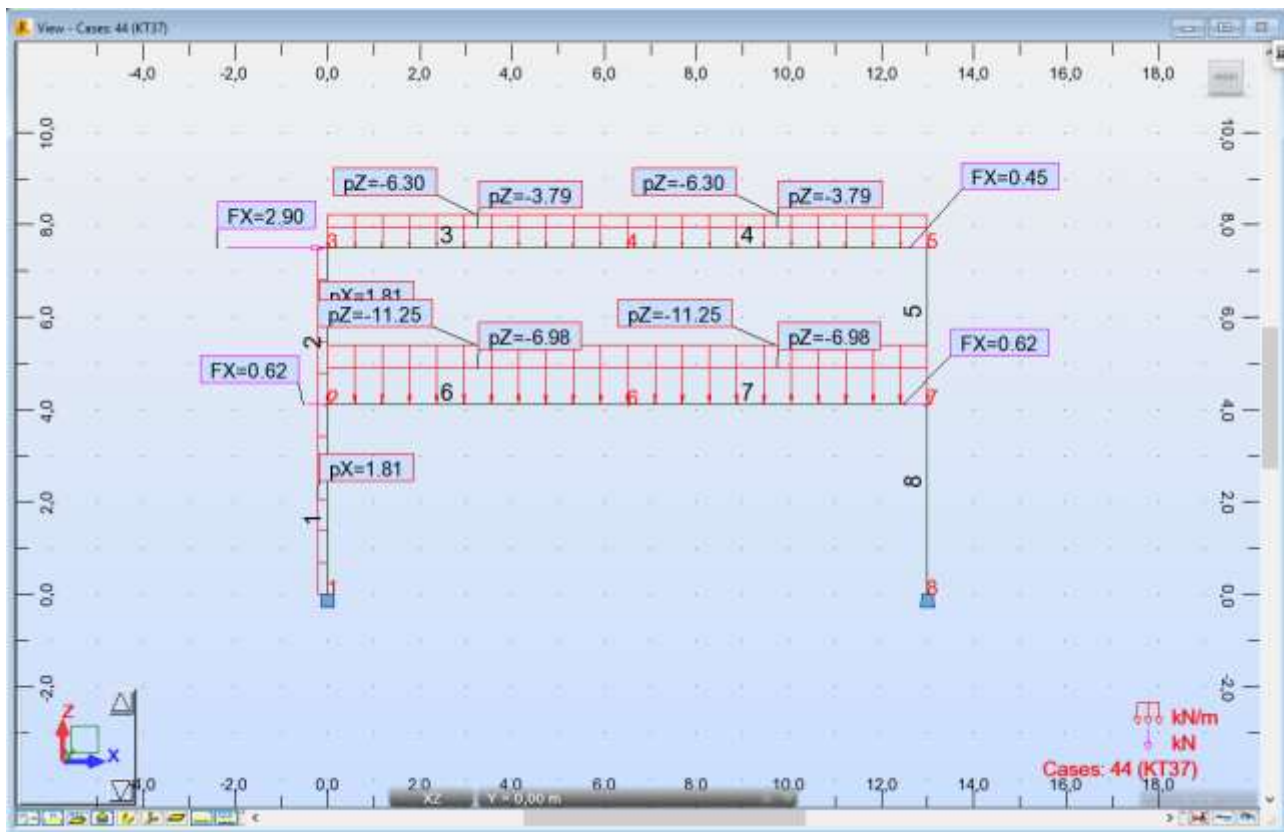
perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

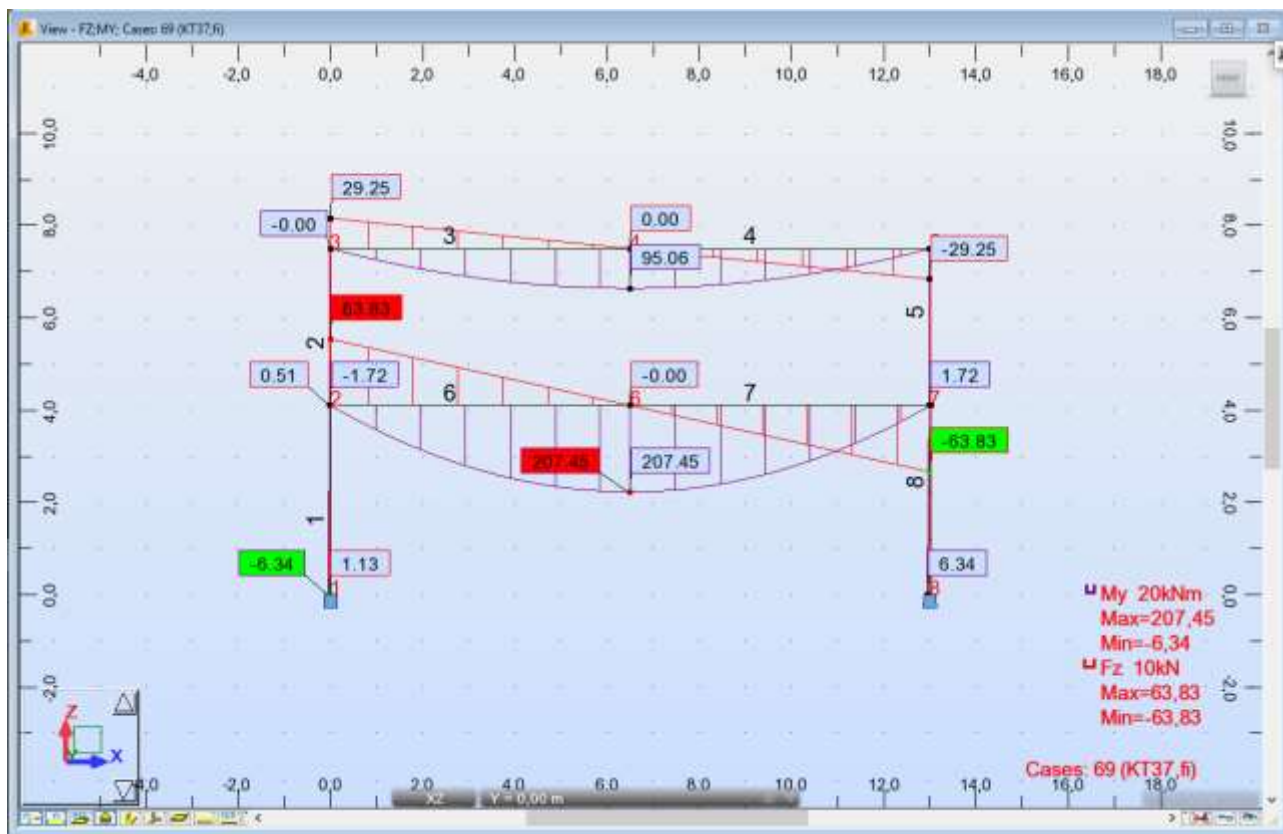
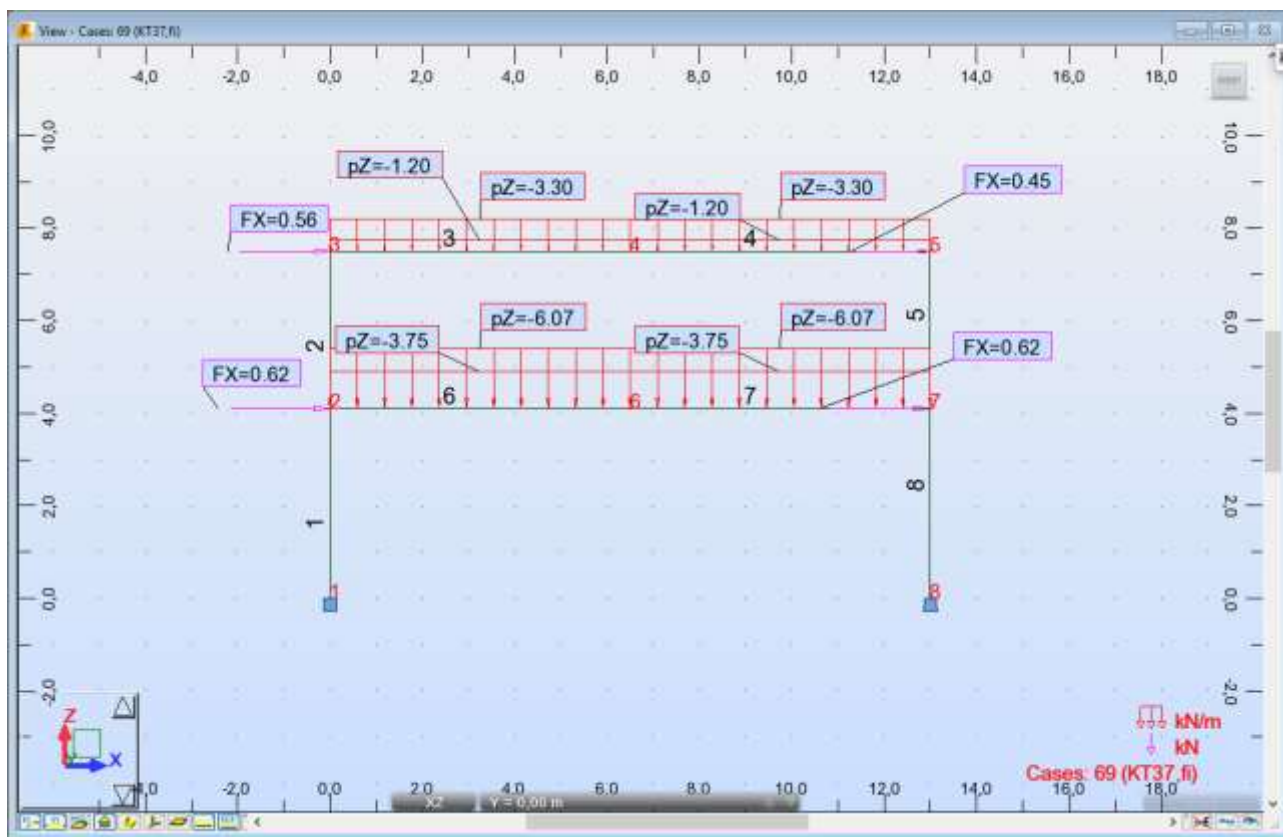


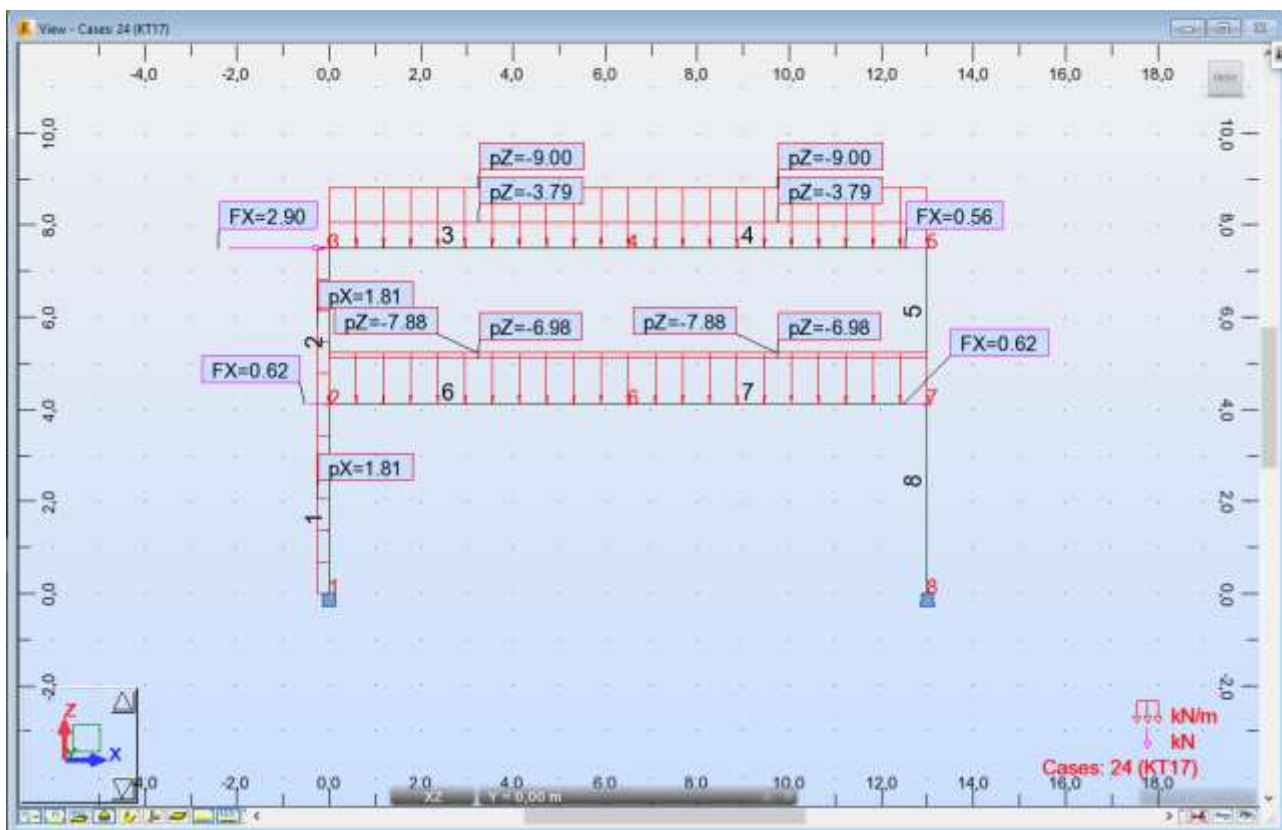


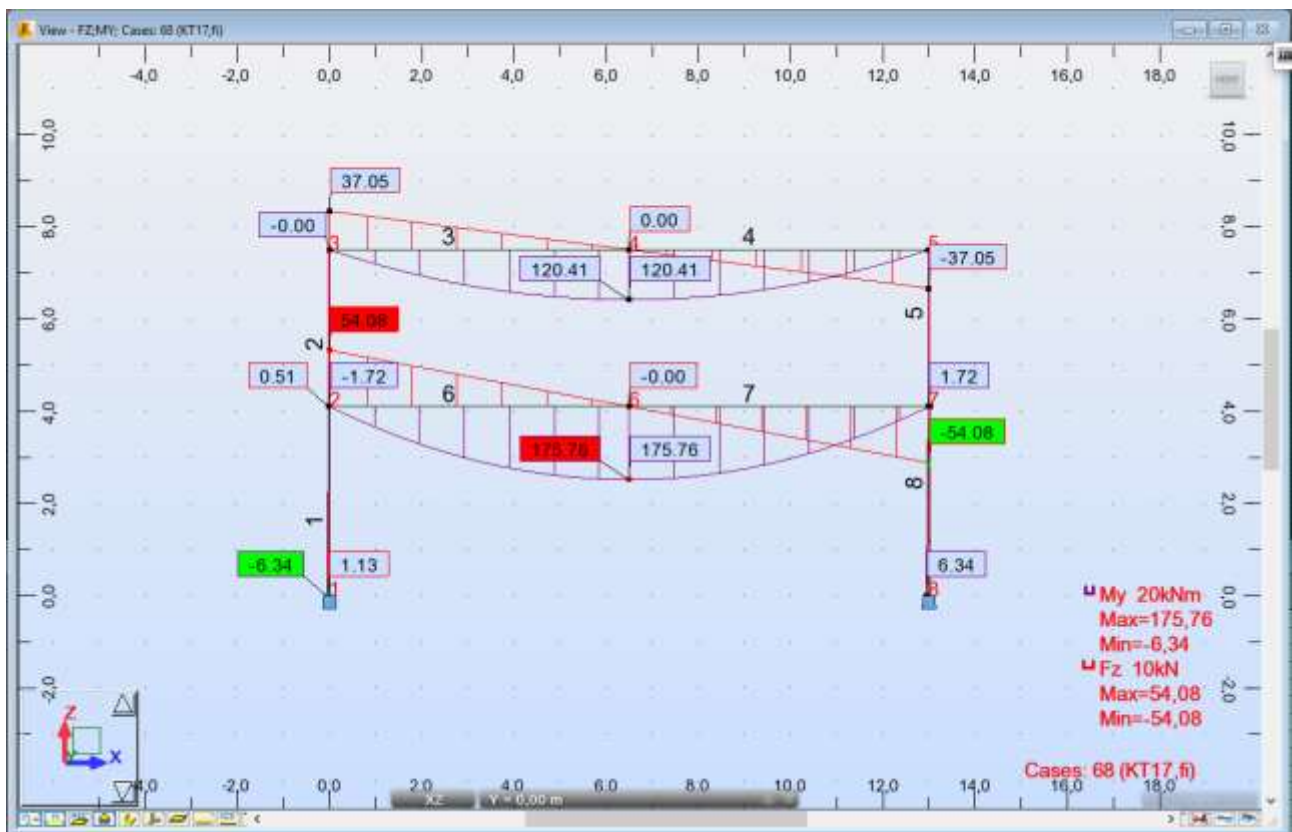
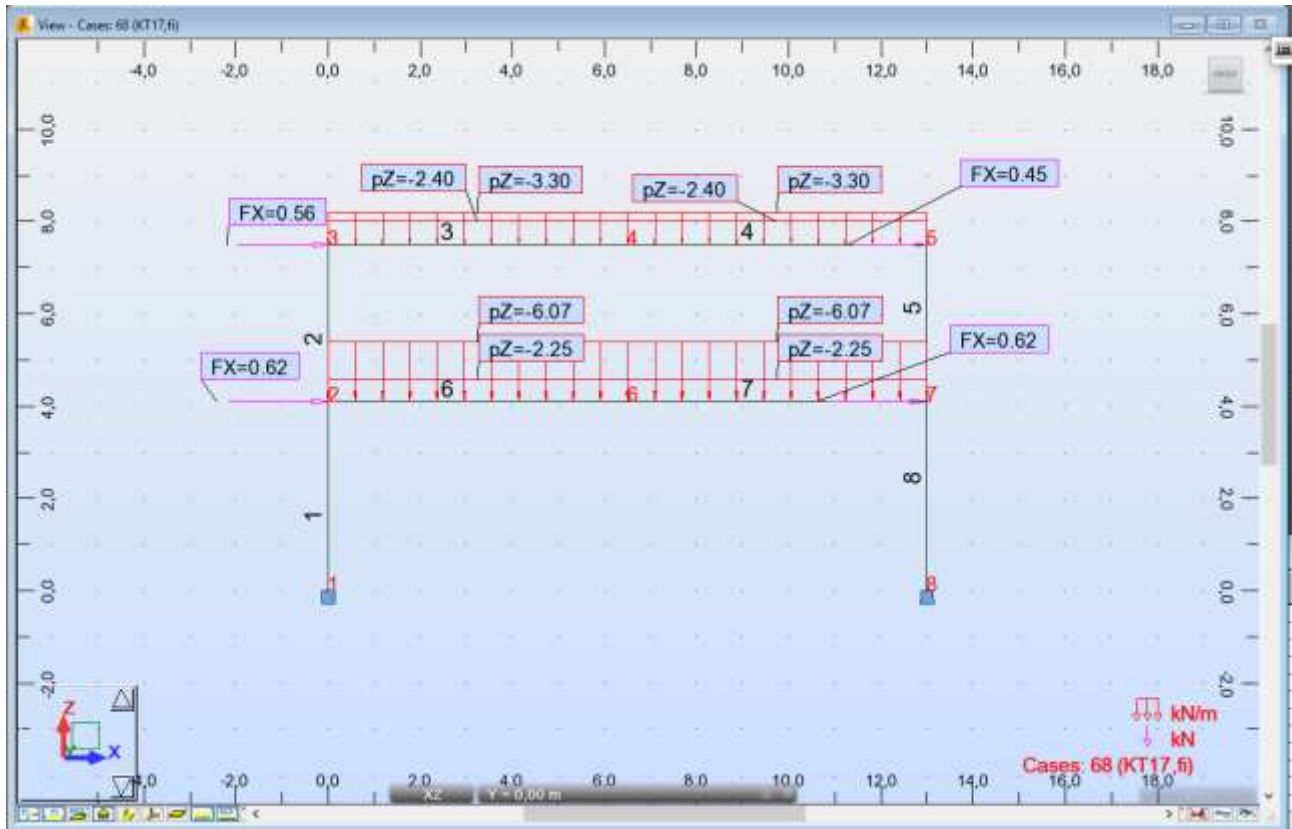


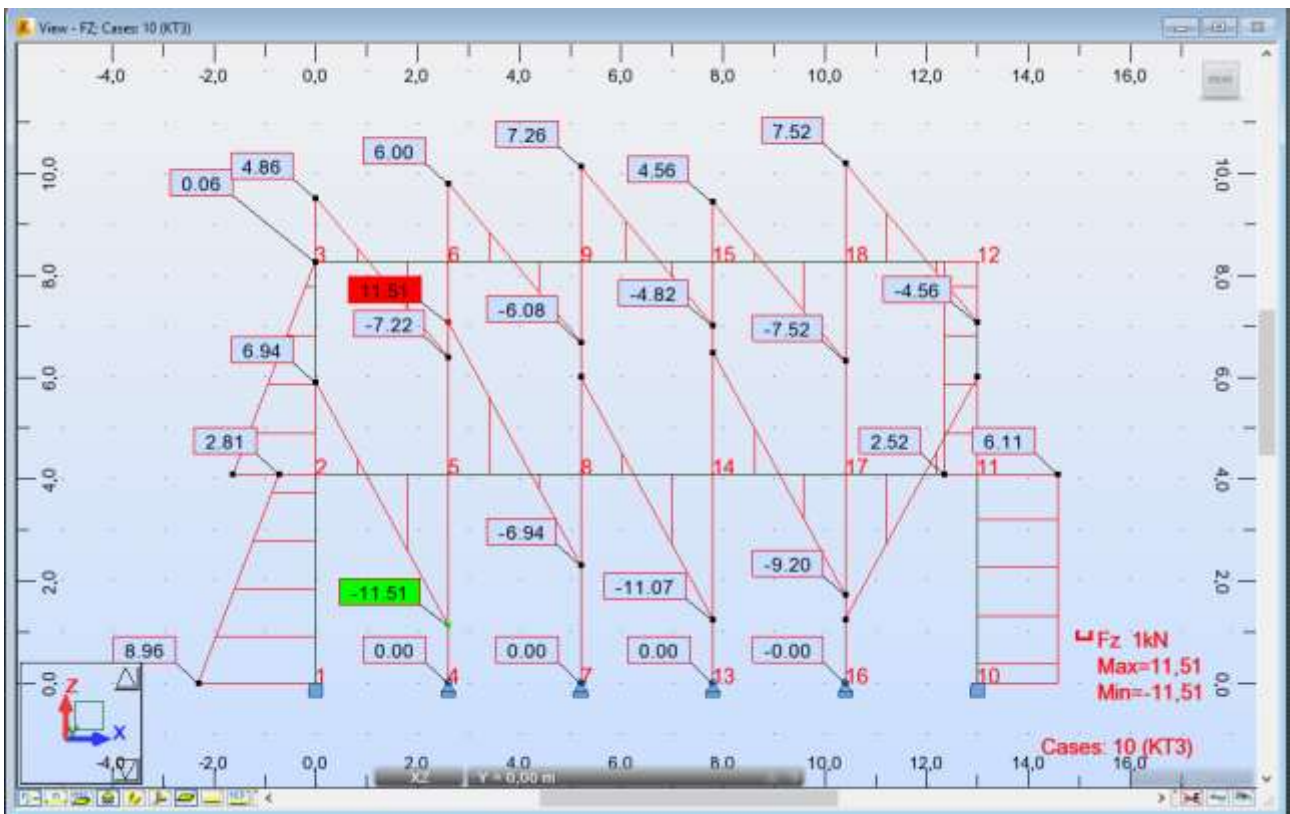
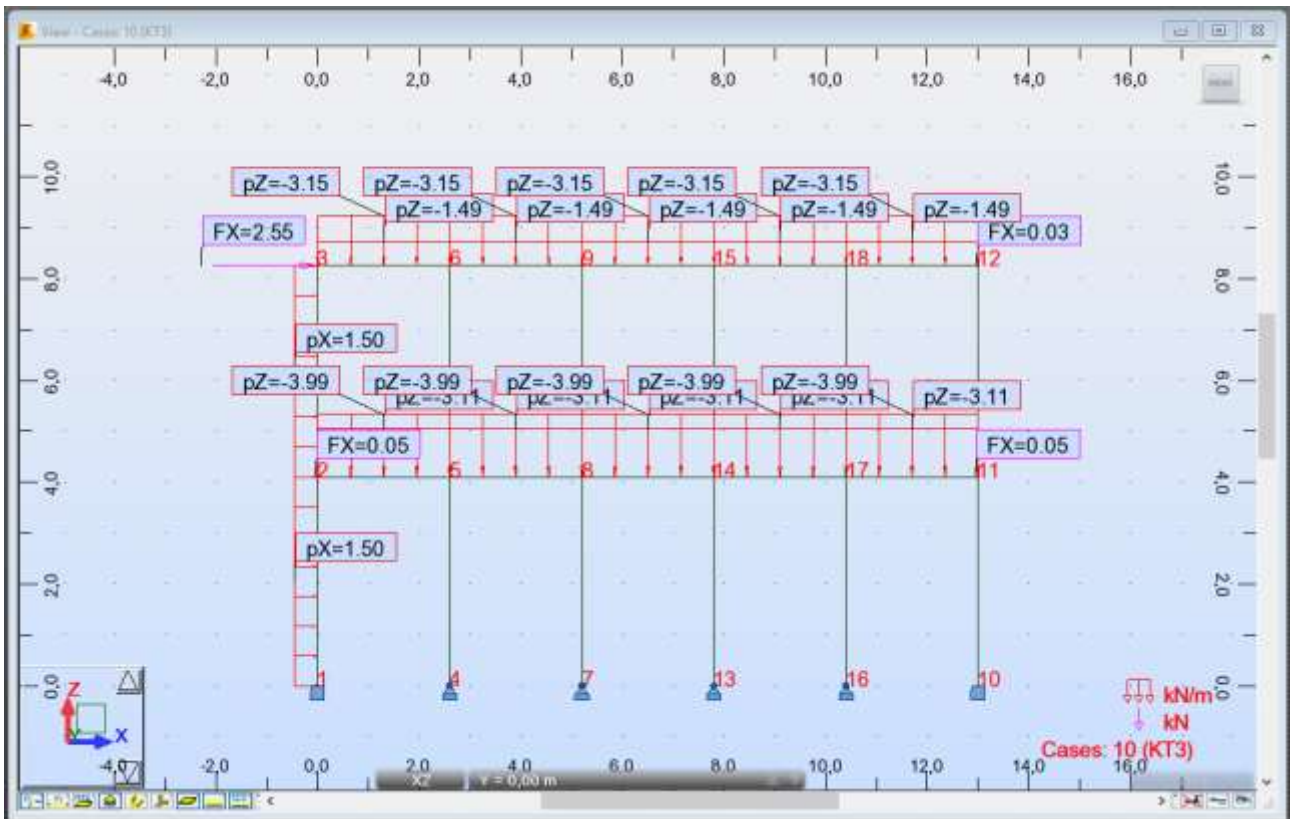


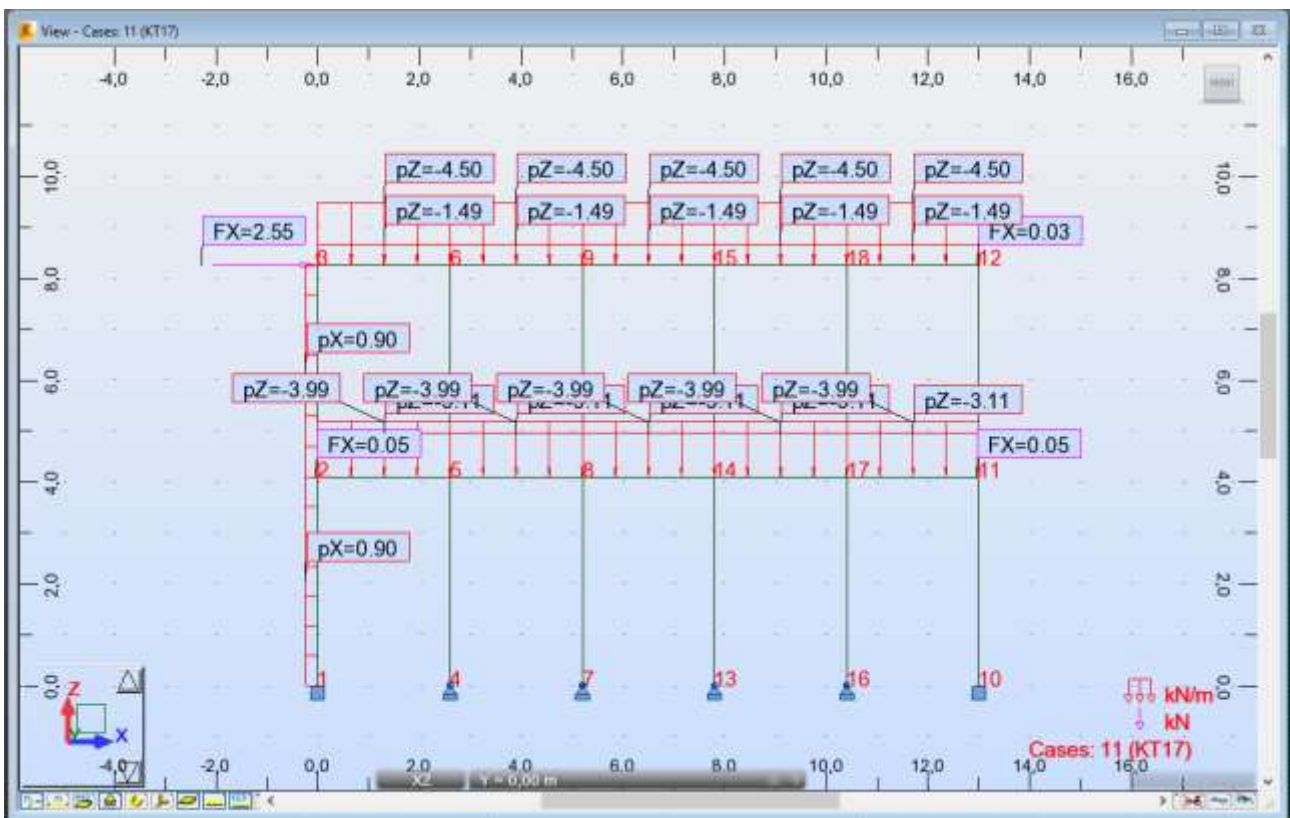
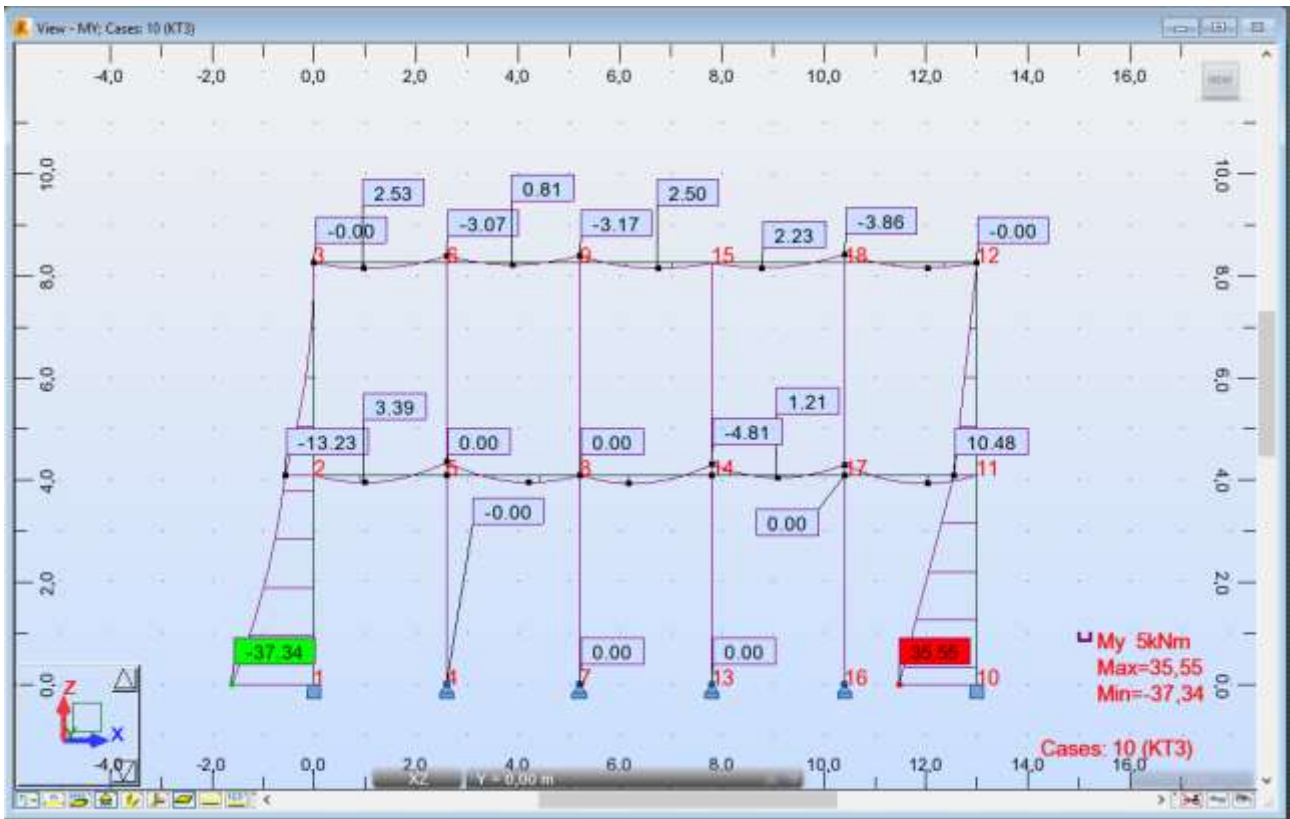


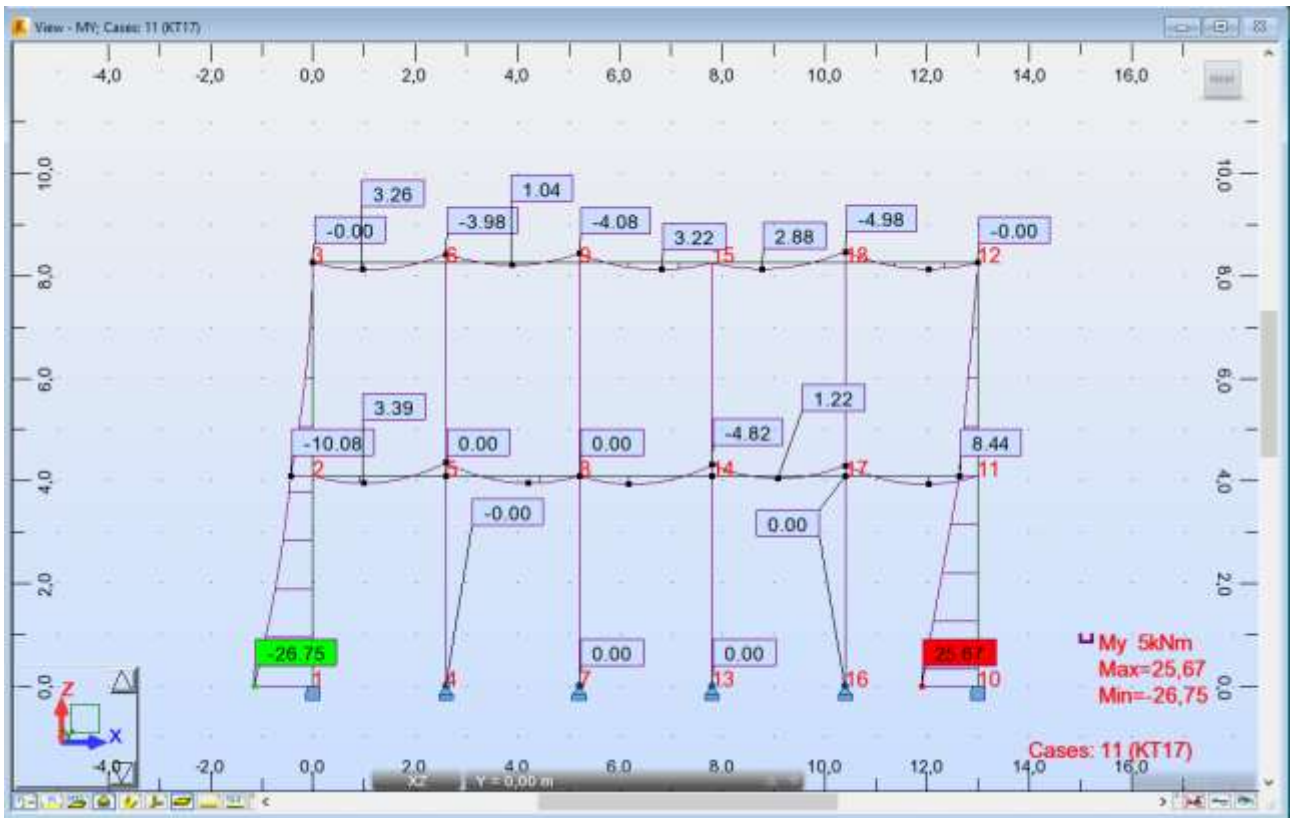
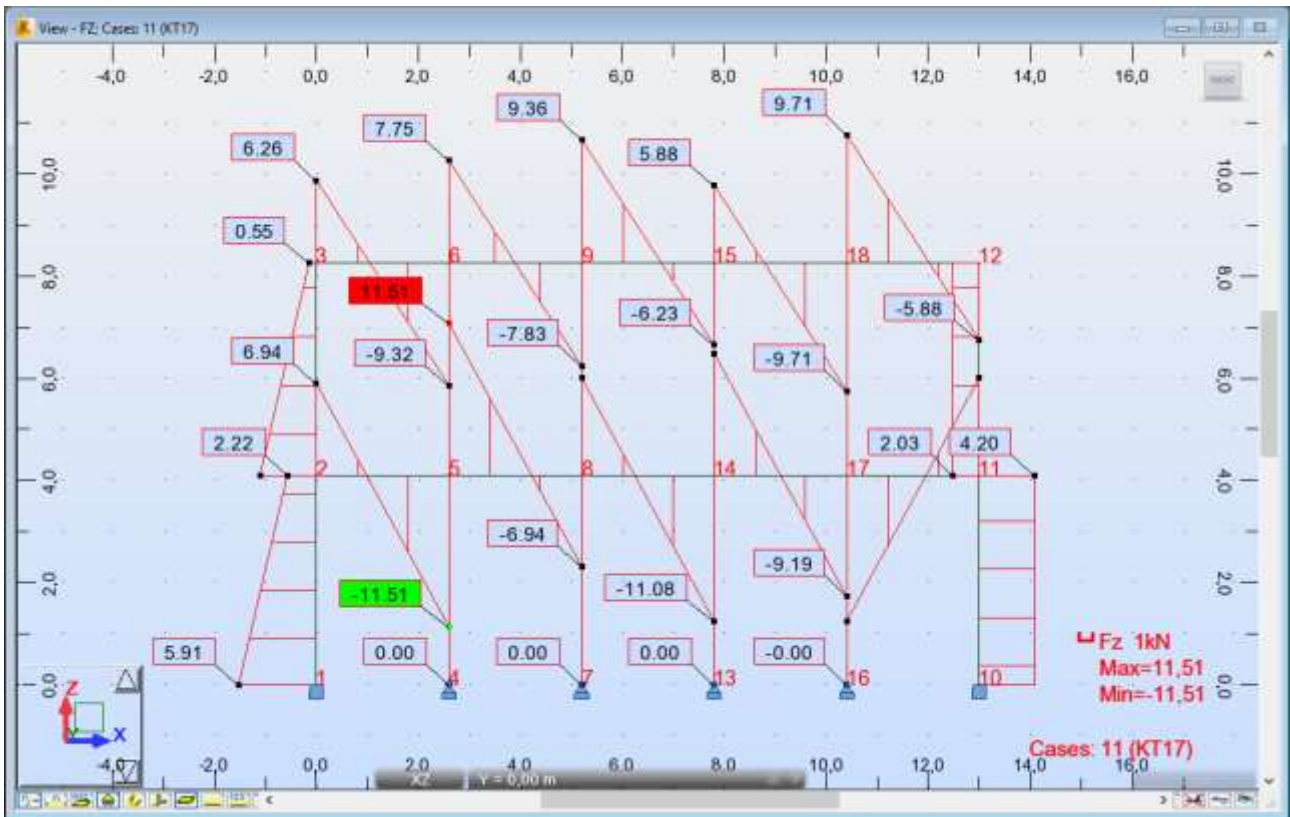


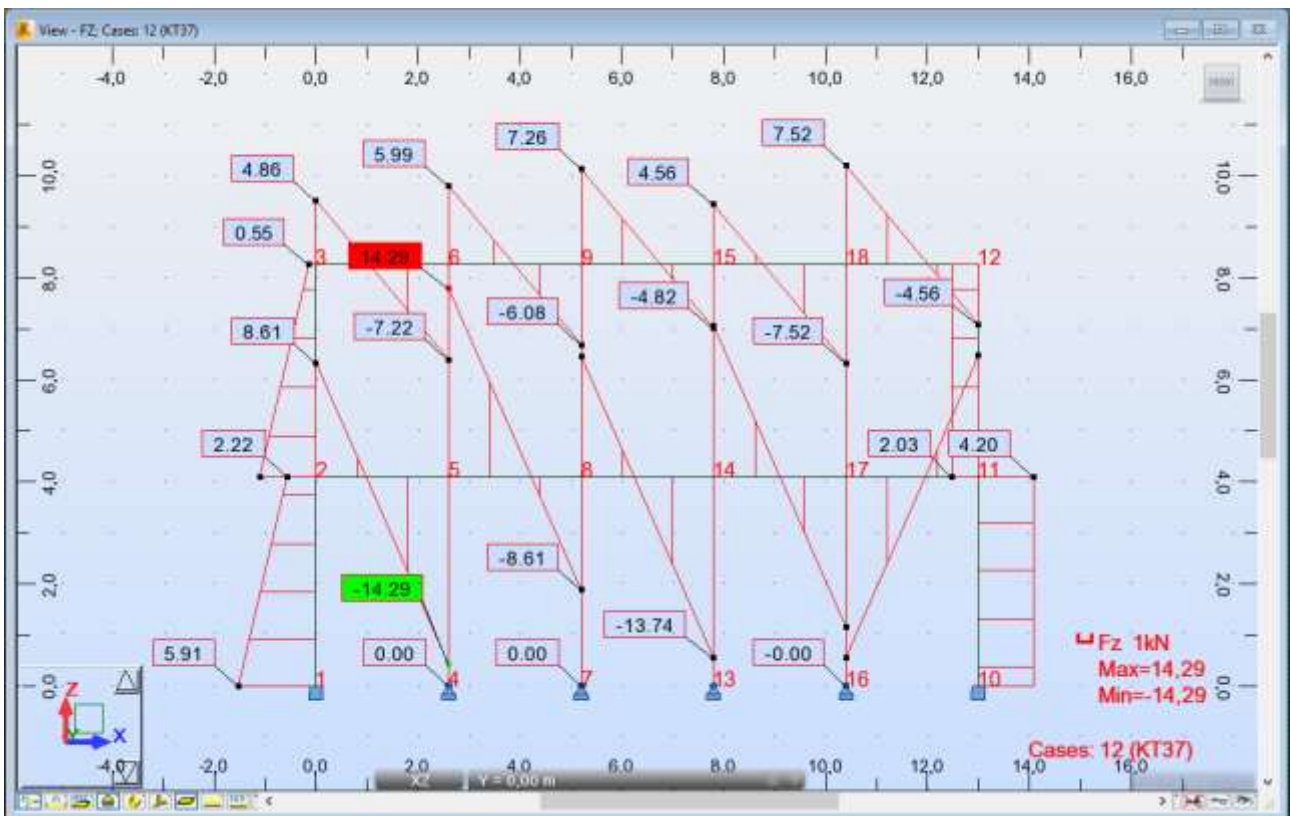
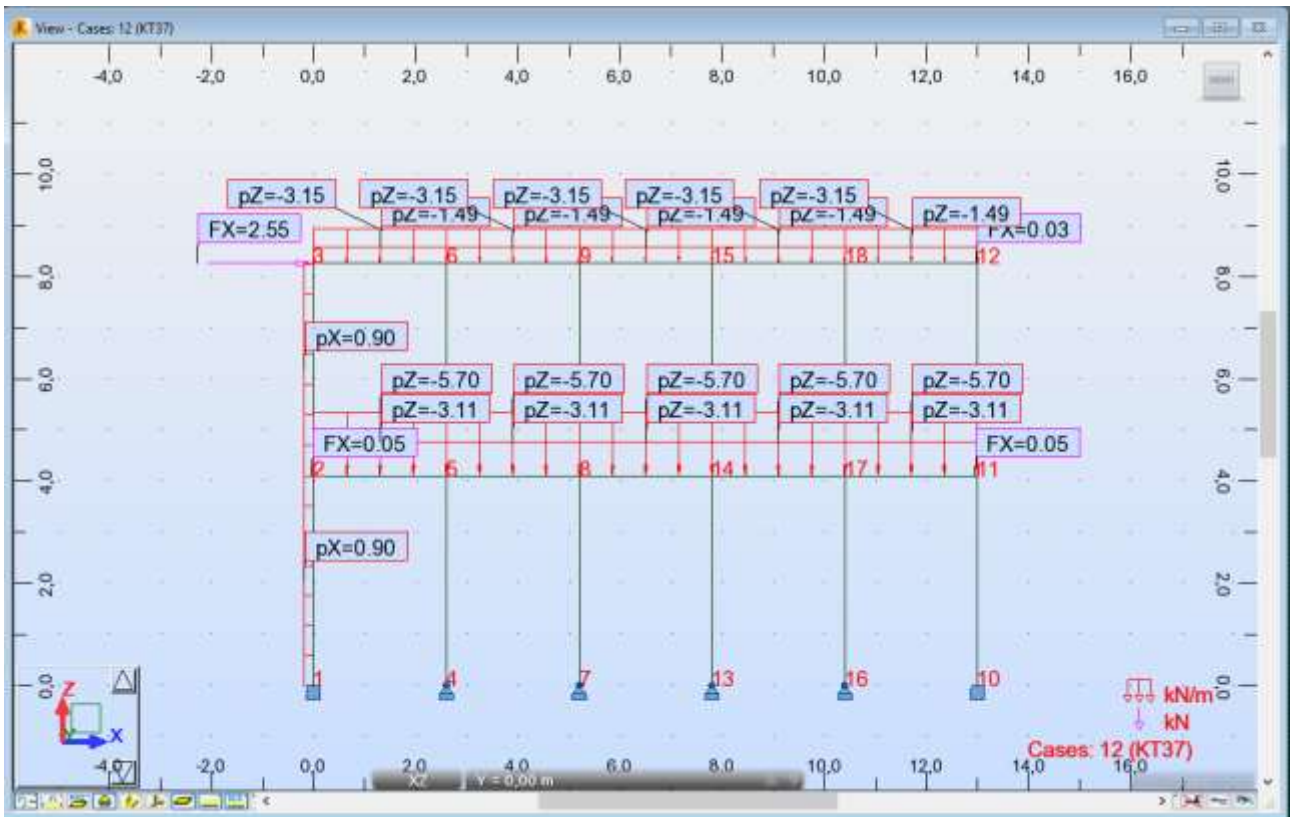


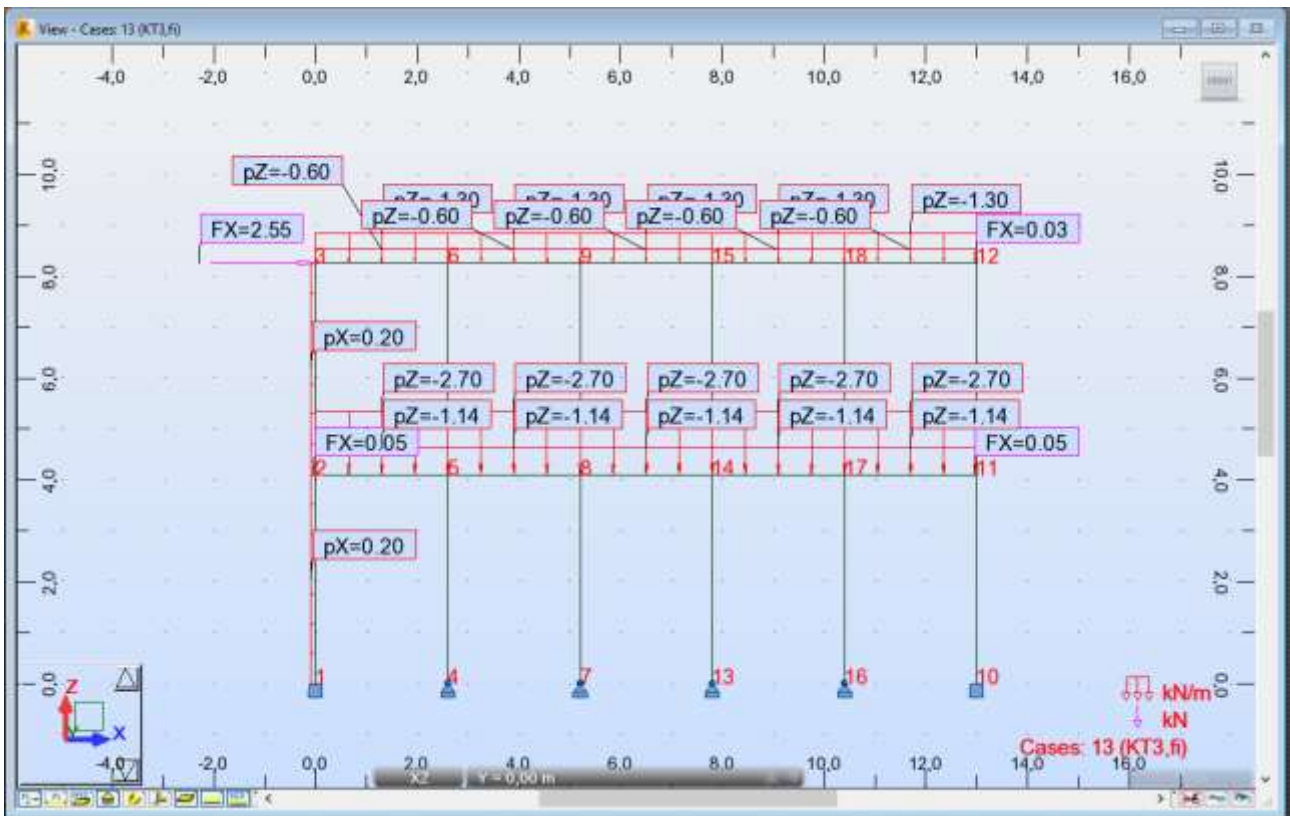
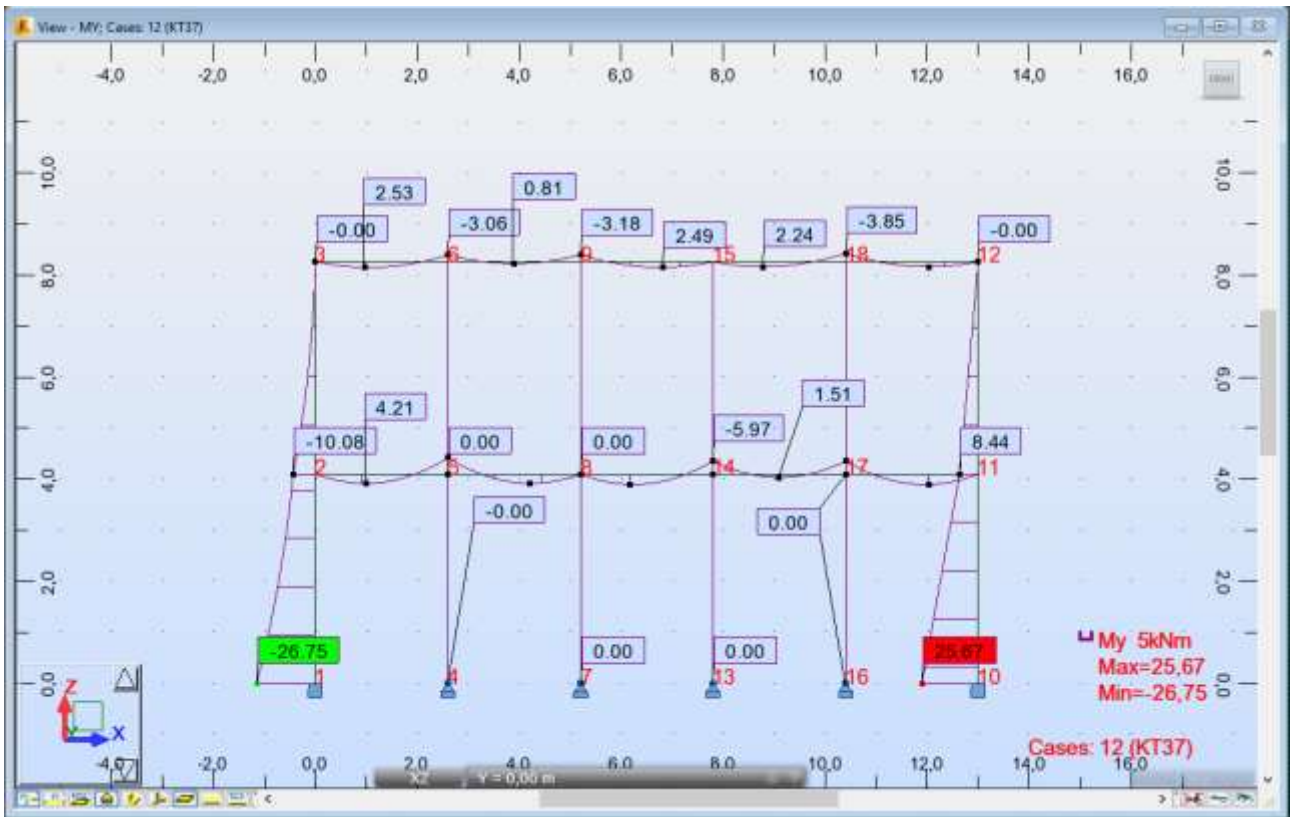


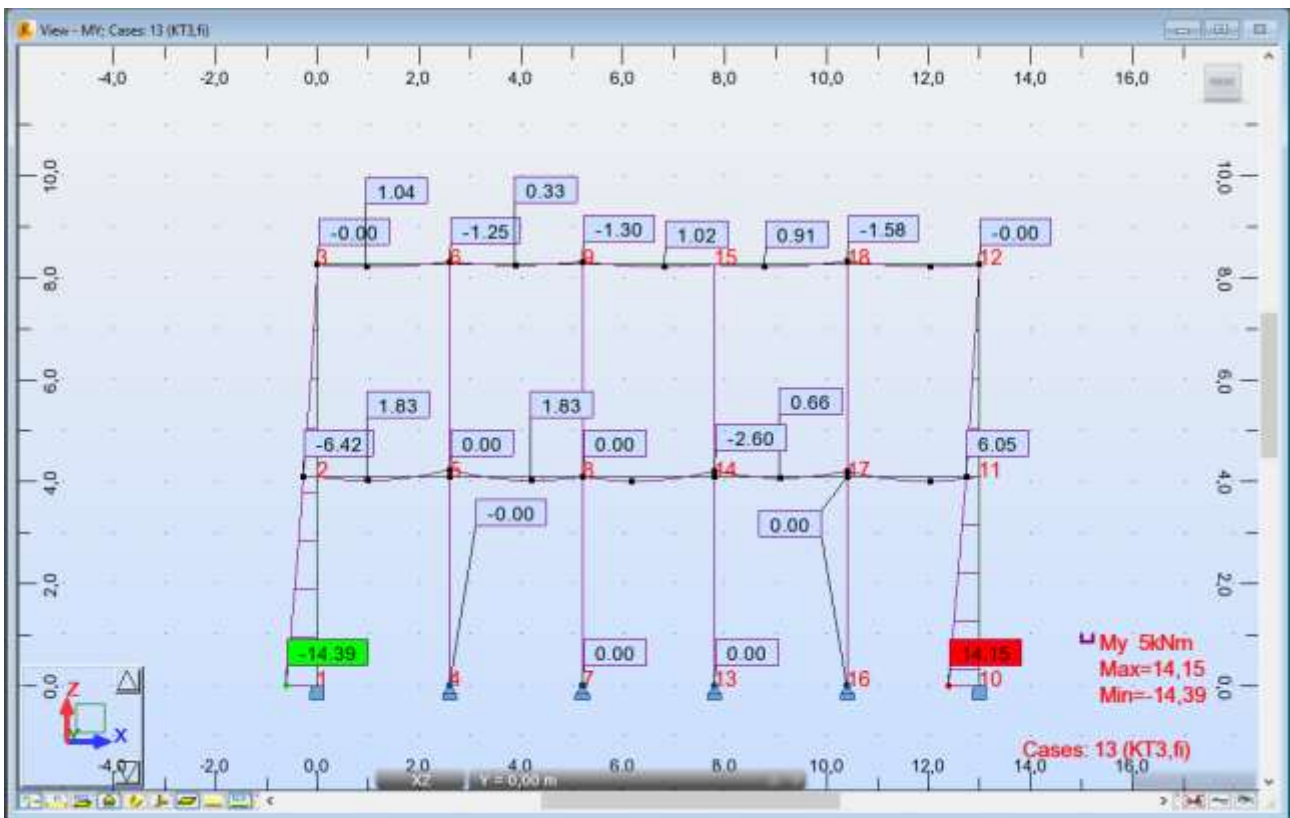
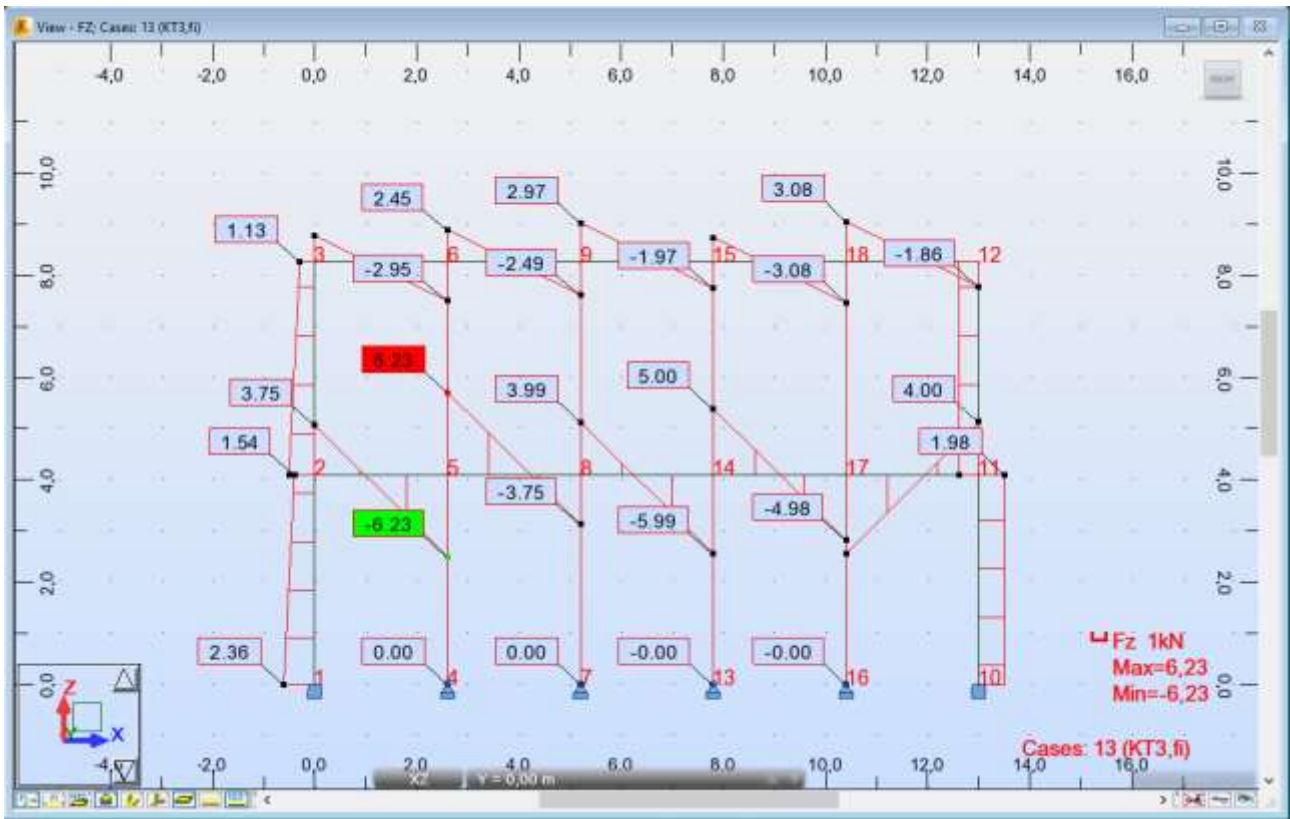


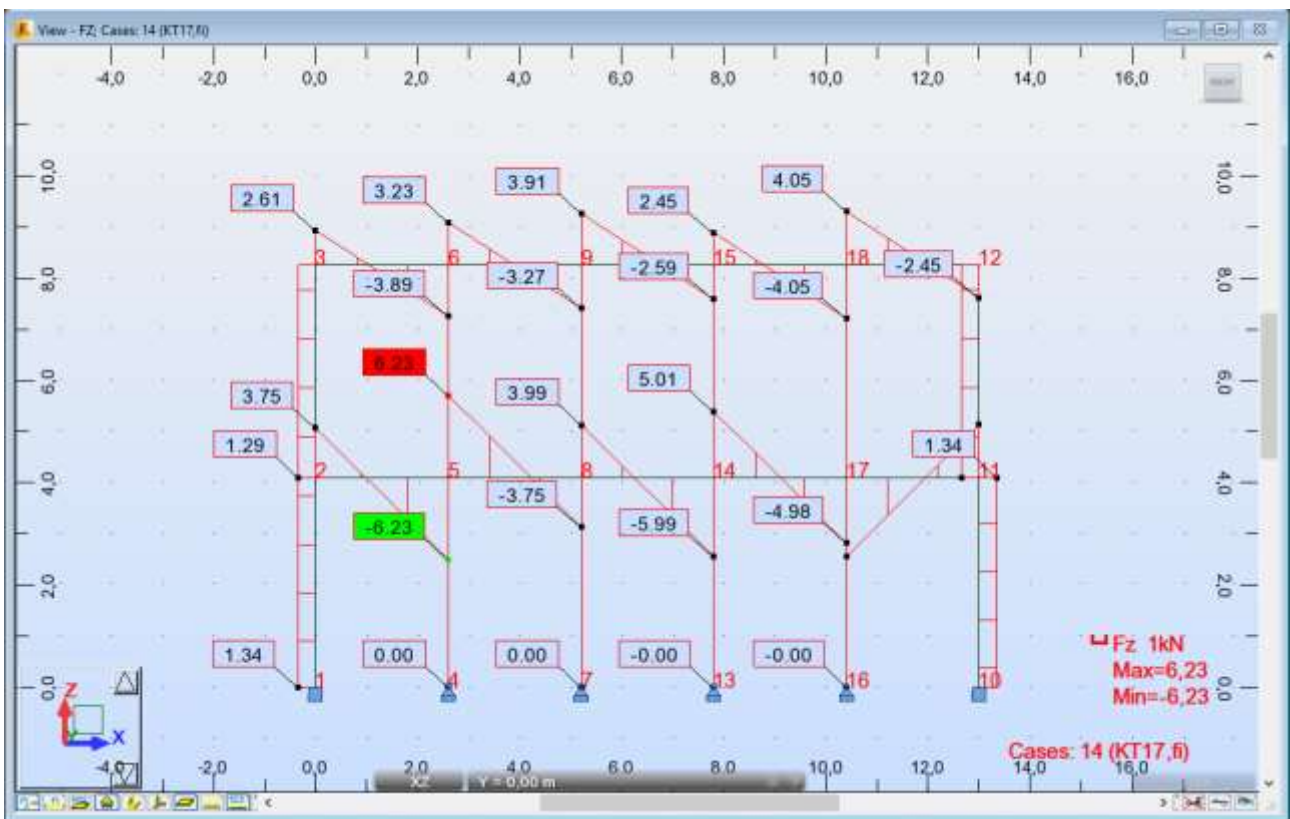
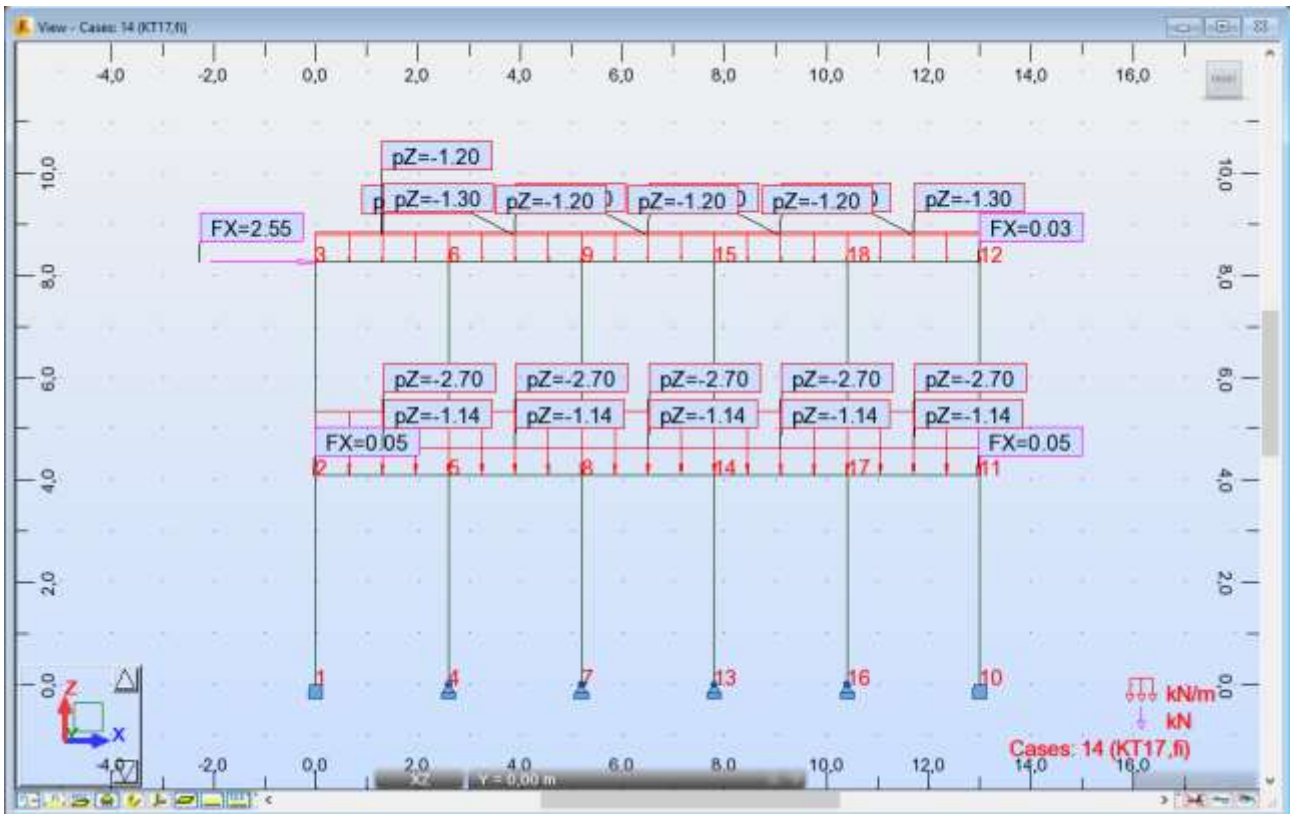


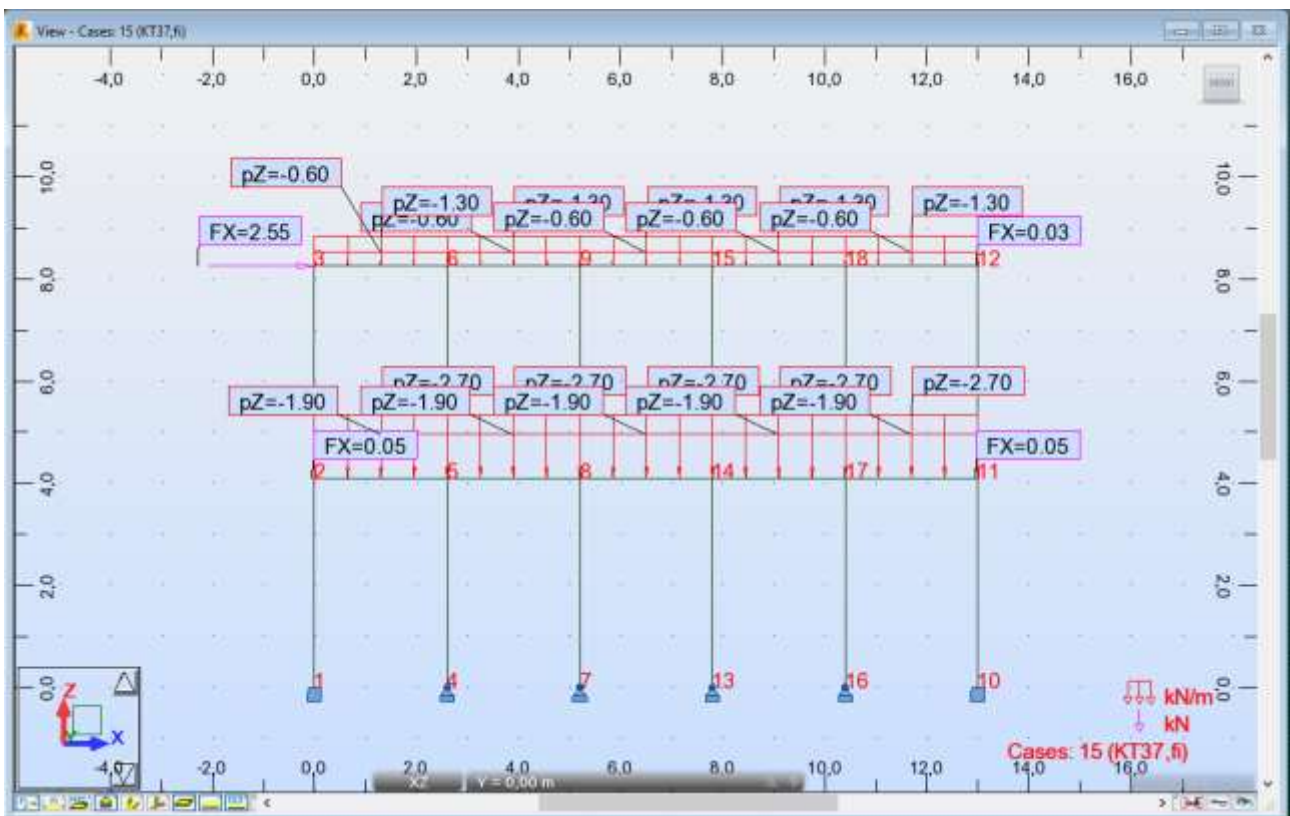
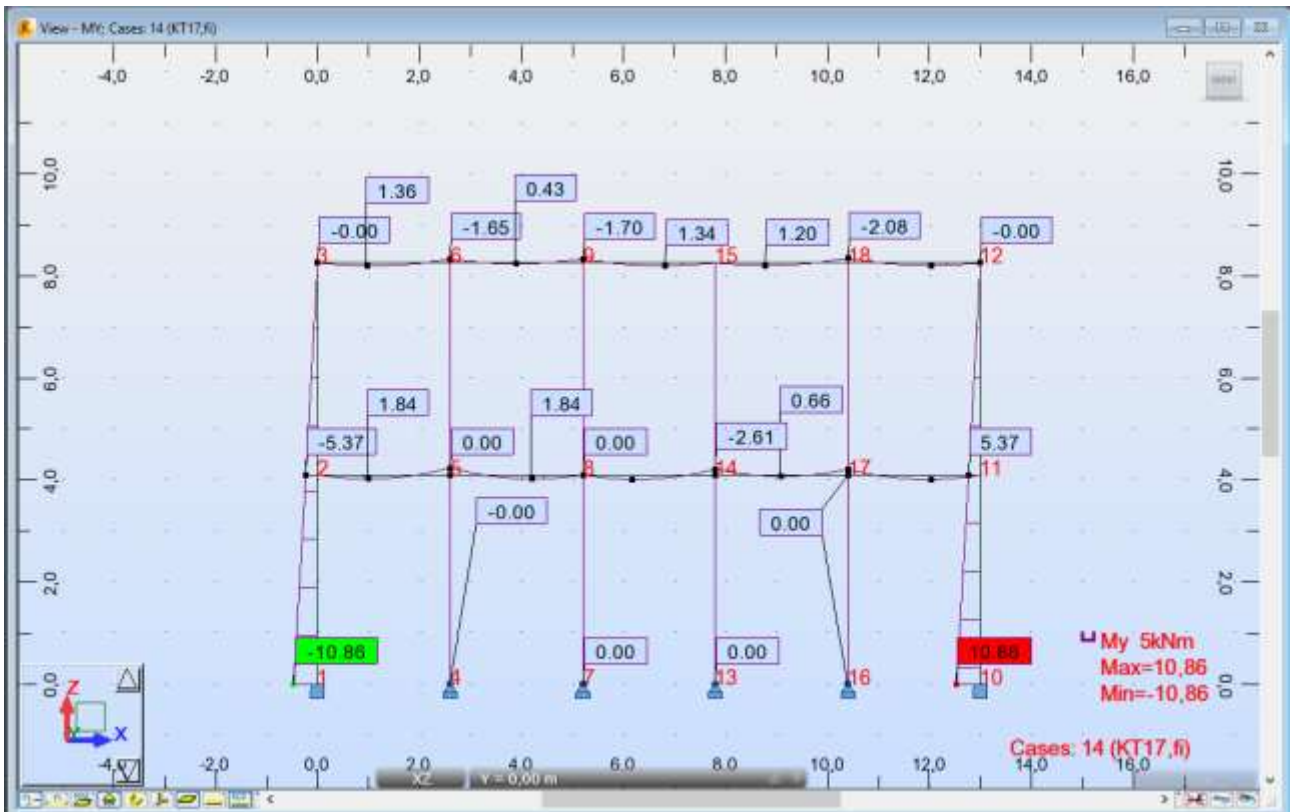


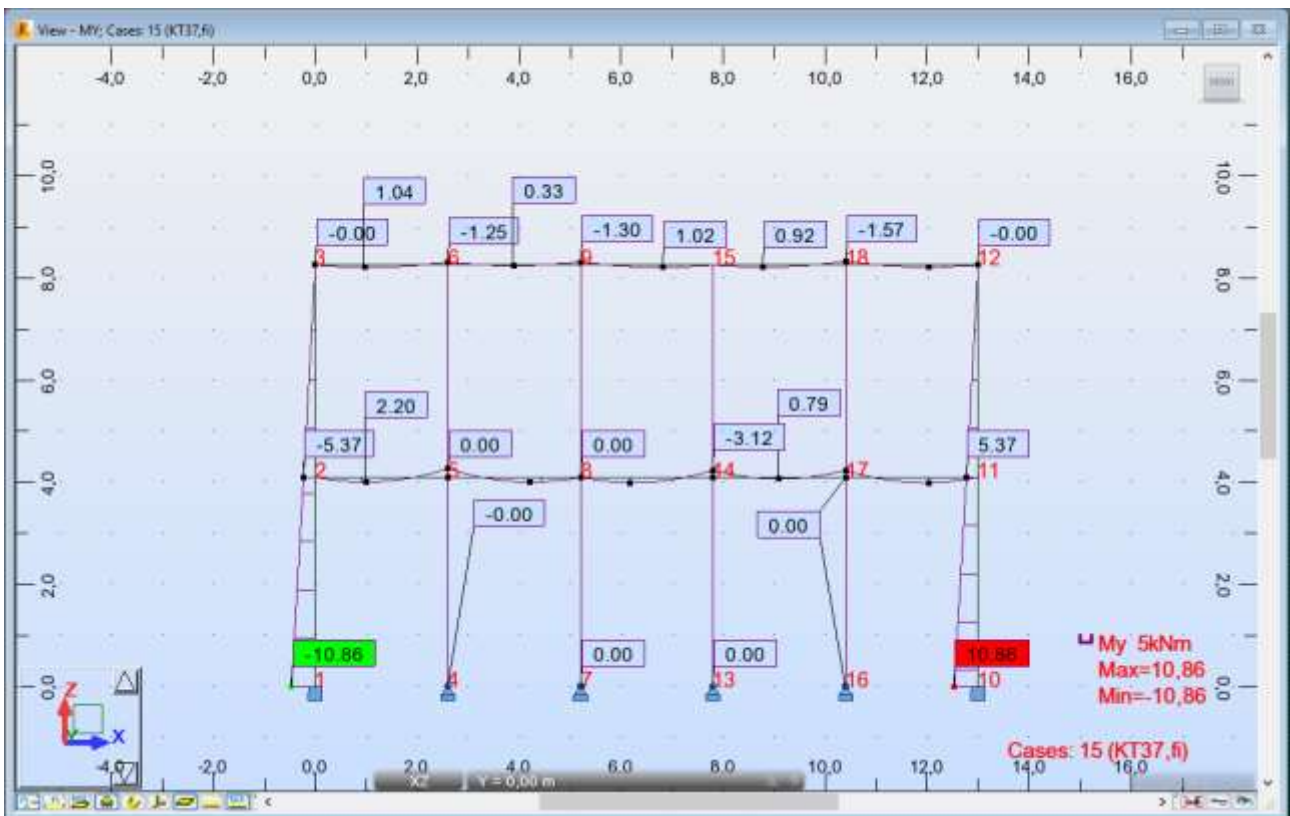
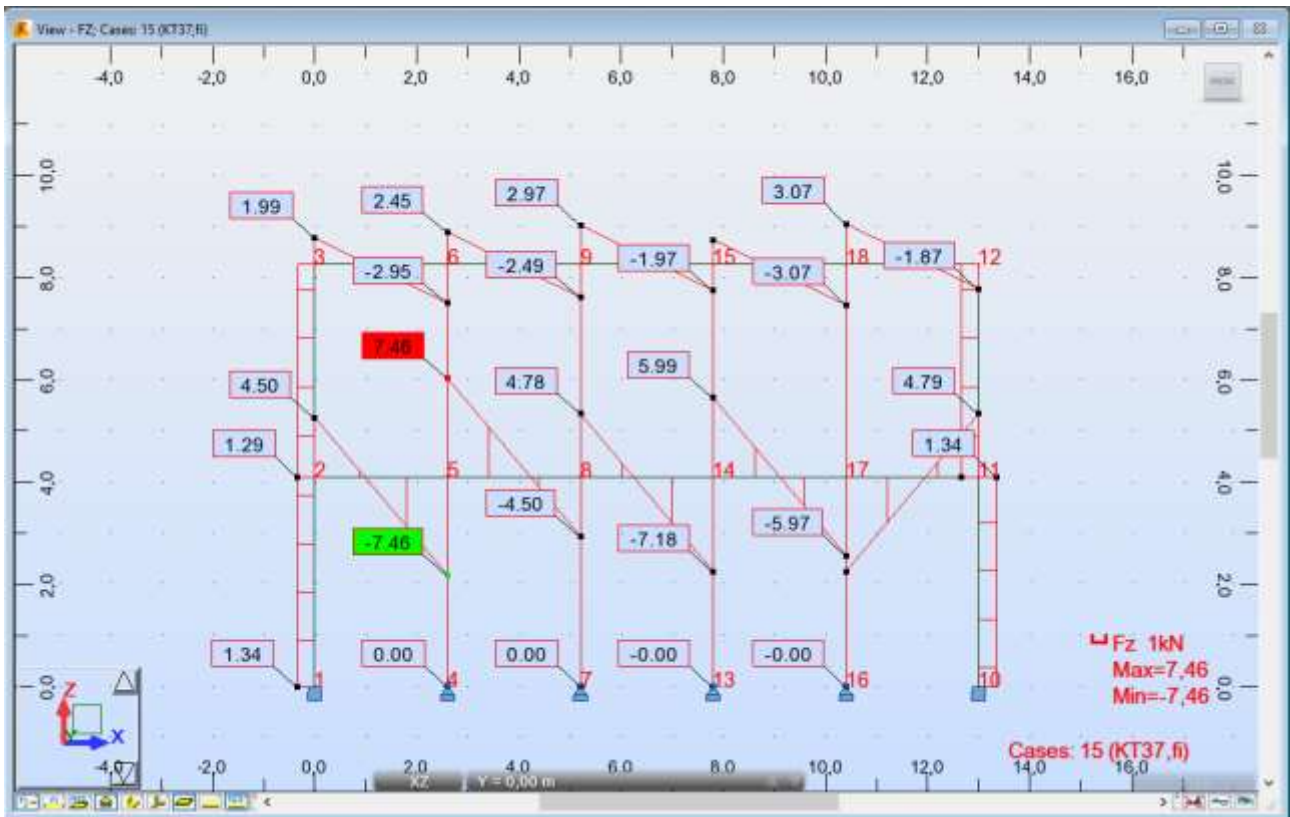




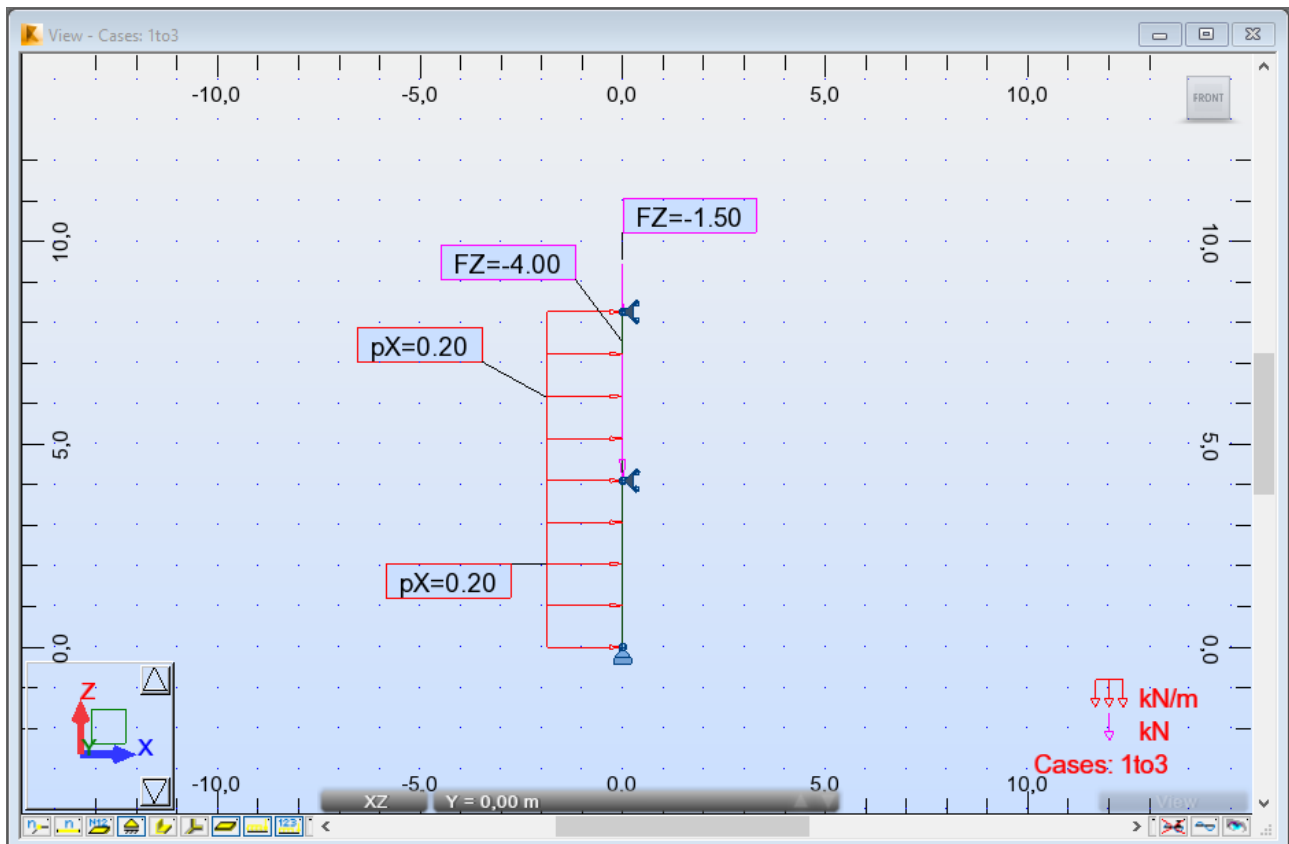


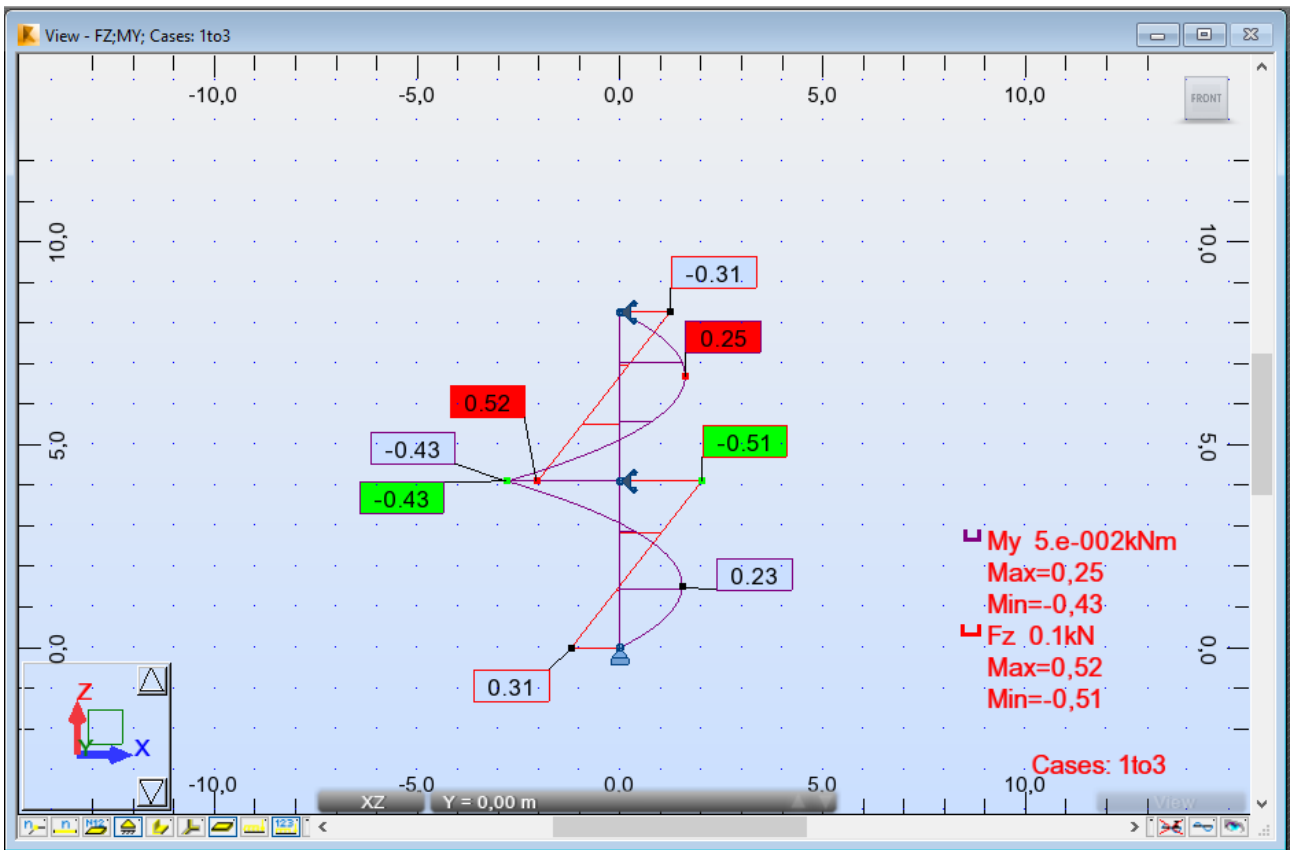






NURKKAPILARIN PÄÄTYSUUNTA:





Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

30.4.2018

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

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



PROJEKTITIEDOT:

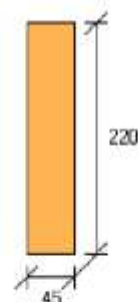
Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK opinnäytetyö
 Projekti: OAMK opinnäytetyö, palolantie laajennus
 Asiakas: Aki Haaksila

Nimi: Palolantie, laajennus

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\LOPULLISET LIITTEET\Päätypalkki harja.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta
 Materiaali: KERTO-S syrjällään
 Poikkileikkaus: 45x220
 (B=45 mm, H=220 mm, A=9900 mm², I_y=39930000 mm⁴, W_y=363000 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 5.7 astetta
 Jako/kuormituslev.: 1500 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	600.0	60.0	603.0
Jänneväli 1	2600.0	260.0	2613.0
Jänneväli 2	2600.0	260.0	2613.0
Oikea uloke	1300.0	130.0	1306.5
Yhteensä:	7100.0	709.9	7135.4

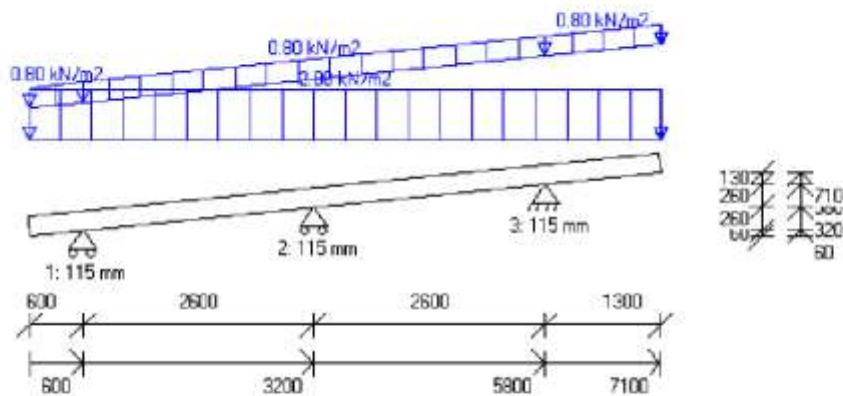
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	603	115	Liukutuki (Z)
2:	3216	115	Liukutuki (Z)
3:	5829	115	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f _{m,k} (M _y):	45.67 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	50.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	35.00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	6.00 N/mm ²

Finnwood 2.4 (2.4.084)
OAMK opinnäytetyö
Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
OAMK opinnäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus
30.4.2018

ft,0,k:	33.23 N/mm ²
ft,90,k:	0.80 N/mm ²
fv,k (Vz):	4.10 N/mm ²
fv,k (Vy):	2.30 N/mm ²
E _{mean} :	13800 N/mm ²
G _{mean} :	600 N/mm ²
E 0.05:	11600 N/mm ²
G 0.05:	400 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00
<hr/>	
Osavarmuusluku:	1.20
<hr/>	
Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
k _{def} :	0.800



KUORMITUSTIEDOT:

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

30.4.2018

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneseosan paino: QZ = 0.050 kN/m x = 0 - 7135 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.800 kN/m² x = 0 - 603 mmPintakuorma: 2: QZ = 0.800 kN/m² x = 603 - 5829 mmPintakuorma: 3: QZ = 0.800 kN/m² x = 5829 - 7135 mmLumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QZ = 2.000 kN/m² x = 0 - 7135 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste:

54.8 %

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

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan: L_c = 1.00*L

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

30.4.2018

Nurjahdus y-suuntaan:

Lc = 400.00 mm

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 400.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = 600.00 mm

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	8.62 kN	18.04 kN	47.8 %	3216 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	0.86 kN	219.30 kN	0.4 %	3216 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Puristus:	0.77 kN	213.79 kN	0.4 %	5829 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	5.02 kNm	11.05 kNm	45.5 %	5829 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	5.02 kNm	11.05 kNm	45.5 %	5829 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.46	1.00	45.8 %	5829 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(My=5.02 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.83 kN)					
Taivutus+puristus:	0.46	1.00	45.8 %	5829 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(My=5.02 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.77 kN)					
Tukipaine, tuki 1:	10.31 kN	30.54 kN	33.8 %	603 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Tukipaine, tuki 2:	15.73 kN	30.54 kN	51.5 %	3216 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Tukipaine, tuki 3:	15.96 kN	30.54 kN	52.3 %	5829 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Vasen uloke, Wz,inst:	-1.3 mm	- mm	- %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, Wz,net,fin:	-1.8 mm	- mm	- %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wz,inst:	2.9 mm	- mm	- %	1784 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wz,net,fin:	3.9 mm	13.1 mm	29.5 %	1784 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 2, Wz,inst:	0.7 mm	- mm	- %	4460 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 2, Wz,net,fin:	0.9 mm	13.1 mm	6.9 %	4460 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wz,inst:	5.3 mm	- mm	- %	6957 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wz,net,fin:	7.2 mm	13.1 mm	54.8 %	6957 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimi-arvo:	Sijainti x:
Nx,max	0.86 kN	3216 mm
Vz,max	8.62 kN	3216 mm
My,max	5.02 kNm	5829 mm

TUKIREAKTIOT:

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

30.4.2018

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	10.36 kN	1.97 kN	7.42 kN	2.19 kN
2:	15.81 kN	3.01 kN	11.32 kN	3.34 kN
3:	16.04 kN	3.05 kN	11.49 kN	3.39 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.19
2:	3.34
3:	3.39

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	5.23
2:	7.98
3:	8.10

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK opinnäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

30.4.2018

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus palotilanteelle (treg=30 min)



PROJEKTITIEDOT:

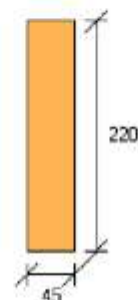
Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK opinnäytetyö
 Projekti: OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus
 Asiakas: Aki Haaksila

Nimi: Palolantie, laajennus

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\LOPULLISET LIITTEET\Päätypalkki harja.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta
 Materiaali: KERTO-S syrjällään
 Poikkileikkaus: 45x220
 (Bef=45.0 mm, Hef=143.9 mm, Aef=6478 mm², Iy,ef=11185780 mm⁴, Wy,ef=155412 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 5.7 astetta
 Jako/kuormituslev.: 1500 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännävälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	600.0	60.0	603.0
Jänneväli 1	2600.0	260.0	2613.0
Jänneväli 2	2600.0	260.0	2613.0
Oikea uloke	1300.0	130.0	1306.5
Yhteensä:	7100.0	709.9	7135.4

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	603	115	Liukutuki (Z)
2:	3216	115	Liukutuki (Z)
3:	5829	115	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f _{m,20} (M _y)	52.86 N/mm ²
f _{m,20} (M _z)	55.00 N/mm ²
f _{c,20}	38.50 N/mm ²
f _{c,90,20}	6.60 N/mm ²
f _{t,20}	36.55 N/mm ²
f _{t,90,20}	0.88 N/mm ²
f _{v,20} (V _z)	4.51 N/mm ²

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

OAMK opinnäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

30.4.2018

$f_{v,20}$ (Vy)	2.53 N/mm ²
$E_{,mean}$	13800 N/mm ²
$G_{,mean}$	600 N/mm ²
$E_{0,20}$	12760 N/mm ²
$G_{0,20}$	440 N/mm ²
Tiheys	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin	0.70
kcr-kerroin	1.00

Osavarmuusluku:	1.00
-----------------	------

Kmod kerroin:

$k_{mod, fm, fi}$ (palo +M puol.):	0.58
------------------------------------	------

$k_{mod, fm, fi}$ (palo -M puol.):	0.51
------------------------------------	------

$k_{mod, t, fi}$:	0.58
--------------------	------

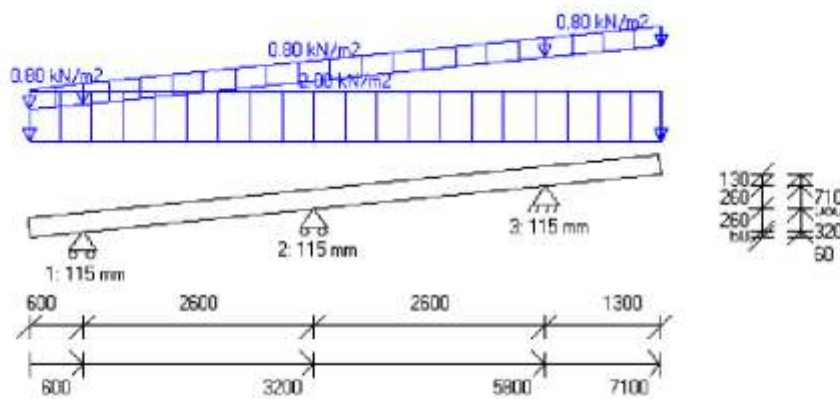
$k_{mod, c, fi}$:	0.51
--------------------	------

$k_{mod, E, z, fi}$:	1.00
-----------------------	------

Palomitoituksen asetukset:

Palonkesto (min):	30
-------------------	----

Suojaus:	A-tyyppin kipsilevytys (k3=3)
----------	-------------------------------



KUORMITUSTIEDOT:

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

Aki Haaksila

30.4.2018

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.050 kN/m x = 0 - 7135 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.800 kN/m² x = 0 - 603 mmPintakuorma: 2: QZ = 0.800 kN/m² x = 603 - 5829 mmPintakuorma: 3: QZ = 0.800 kN/m² x = 5829 - 7135 mmLumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QZ = 2.000 kN/m² x = 0 - 7135 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 19 palo-/onnettomuusmitoitukseen (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.00*Omapaino + 1.00*1.00*0.40*Lumikuorma

Yhdistelmä 20 palo-/onnettomuusmitoitukseen (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.00*Omapaino + 1.00*1.00*0.20*Lumikuorma

Yhdistelmä 23 palo-/onnettomuusmitoitukseen (MRT, Pysyvä)

1.00*1.00*Omapaino

Yhdistelmä 24 palo-/onnettomuusmitoitukseen (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.40*Lumikuorma

Yhdistelmä 25 palo-/onnettomuusmitoitukseen (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.20*Lumikuorma

Yhdistelmä 28 palo-/onnettomuusmitoitukseen (KRT)

1.00*Omapaino

MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste: 76.6 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan: Lc = 1.00*L

Nurjahdus y-suuntaan: Lc = 1.00*L

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK opinäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

30.4.2018

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	3.56 kN	19.48 kN	18.3 %	3216 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Veto:	0.36 kN	138.20 kN	0.3 %	3216 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Puristus:	0.32 kN	9.95 kN	3.2 %	5829 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	2.08 kNm	2.71 kNm	76.6 %	5829 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.08 kNm	4.17 kNm	49.8 %	5829 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.50	1.00	50.0 %	5829 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
(My=2.08 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.34 kN)					
Taivutus+puristus:	0.62	1.00	61.8 %	5829 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
(My=2.08 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.32 kN)					
Tukipaine, tuki 1:	4.26 kN	50.39 kN	8.5 %	603 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Tukipaine, tuki 2:	6.50 kN	50.39 kN	12.9 %	3216 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Tukipaine, tuki 3:	6.60 kN	50.39 kN	13.1 %	5829 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Vasen uloke, Wz,inst:	-2.8 mm	- mm	- %	0 mm	Yhdistelmä 24/1
jänneväli 1, Wz,inst:	5.0 mm	- mm	- %	1784 mm	Yhdistelmä 24/1
jänneväli 2, Wz,inst:	0.5 mm	- mm	- %	4281 mm	Yhdistelmä 24/1
Oikea uloke, Wz,inst:	10.0 mm	- mm	- %	6957 mm	Yhdistelmä 24/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 19/1 (Keskipitkä):

1.00*Omapaino + 0.40*Lumikuorma

Yhdistelmä 24/1 :

1.00*Omapaino + 0.40*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Nx,max	0.36 kN	3216 mm
Vz,max	3.56 kN	3216 mm
My,max	2.08 kNm	5829 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.28 kN	2.19 kN	4.28 kN	2.19 kN
2:	6.53 kN	3.34 kN	6.53 kN	3.34 kN
3:	6.63 kN	3.39 kN	6.63 kN	3.39 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.19

Finnwood 2.4 (2.4.084)

OAMK opinäytetyö

Aki Haaksila

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinäytetyö, palolantie laajennus, Palolantie, laajennus

30.4.2018

2:	3.34
3:	3.39

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	5.23
2:	7.98
3:	8.10

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakennesosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
- Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

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

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus ilman onnettomuus-/palotilannetta



PROJEKTITIEDOT:

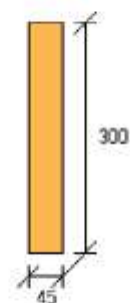
Suunnittelija: Aki Haaksila
Yritys: OAMK opinnäytetyö

Nimi: ?

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\LOPULLISET LIITTEET\Väliohjajapalkki pääty.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta
Materiaali: KERTO-S syrjällään
Poikkileikkaus: 45x300
(B=45 mm, H=300 mm, A=13500 mm², I_y=101250000 mm⁴, W_y=675000 mm³)
Käyttöluokka: 1
Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
Jako/kuormituslev.: 1500 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
Jänneväli 1: 2600.0
Jänneväli 2: 2600.0
Yhteensä: 5200.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	115	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2600	115	Liukutuki (Z)
3:	5200	115	Liukutuki (Z)

f _{m,k} (M _y):	44.00 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	50.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	35.00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	6.00 N/mm ²
f _{t,0,k} :	33.86 N/mm ²
f _{t,90,k} :	0.80 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	4.10 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	2.30 N/mm ²
E _{mean} :	13800 N/mm ²

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

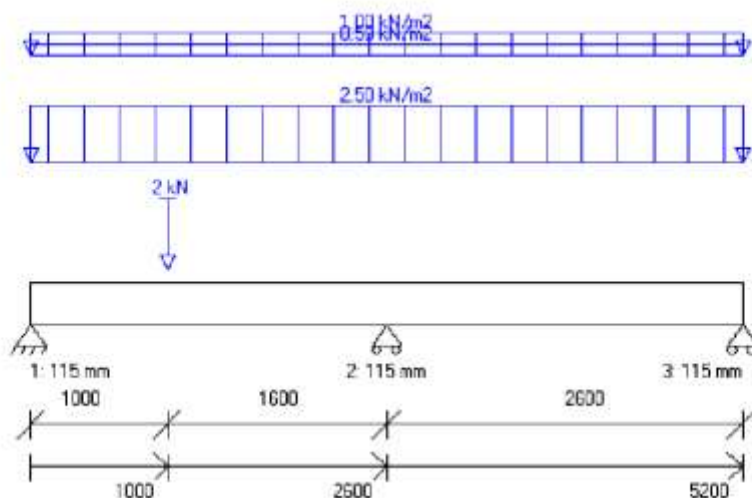
25.4.2018

G _{mean} :	600 N/mm ²
E 0.05:	11600 N/mm ²
G 0.05:	400 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin:	0.70
kcr-kerroin:	1.00

 Osavarmuusluku: 1.20

Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

 k_{def}: 0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.069 kN/m x = 0 - 5200 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 1.000 kN/m² x = 0 - 5200 mmPintakuorma: 2: QZ = 0.500 kN/m² x = 0 - 5200 mm

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: QZ = 2.500 kN/m² x = 0 - 5200 mm

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: FZ = 2.00 kN x = 1000.0 mm (2 kN)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytaikainen)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytaikainen)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Hyötykuorma

Yhdistelmä 18 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötyk. pistekuormatark.

MITOITUS:

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017
 Kokonaiskäyttöaste: 93.1 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400
 Taipumaraja Wnet,fin: L/300
 Korotuskerron, vasen uloke: 2.00
 Korotuskerron, oikea uloke: 2.00
 Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)
 Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka
 Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)
 HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]: 5
 Lattiarakenteen leveys B [m]: 5
 Välipohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu
 Ulokkeen lyhennys [mm]: 0.0
 Poikittaisjäykisteet: Ei jäykisteitä
 Yläpuolinen lattialevy / rakenne: Havuvanerit 18 mm
 Liittorakennevaikutus: Ei liittovaikutusta
 Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytyt: Ei kelluvaa rakennetta
 Alapuoliset poikittaiskoolaukset: Ei alapuolista poikittaiskoolausta
 Pinta-alayksikön massa [kg/m²]: 185
 HUOM! Laskelmissa oletetaan, että lattialevyt asennetaan poikittain lattian pituussuuntaan nähden
 HUOM! Lattiapalkin jatkuvuus on huomioitu laskelmissa käyttämällä ekvivalentteja jännevälejä seuraavasti:
 Reunajännevälit 0.90xL

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	13.47 kN	24.60 kN	54.8 %	2600 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	7.01 kNm	7.52 kNm	93.1 %	2600 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	7.01 kNm	19.80 kNm	35.4 %	2600 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	9.00 kN	27.38 kN	32.9 %	0 mm	Yhdistelmä 2/3, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.32					
Tukipaine, tuki 2:	26.95 kN	30.54 kN	88.2 %	2600 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Tukipaine, tuki 3:	9.00 kN	27.38 kN	32.9 %	5200 mm	Yhdistelmä 2/4, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.32					
jänneväli 1, Wz,inst:	2.4 mm	6.5 mm	36.4 %	1170 mm	Yhdistelmä 14/2
jänneväli 1, Wz,net,fin:	3.1 mm	8.7 mm	35.8 %	1170 mm	Yhdistelmä 14/2
jänneväli 2, Wz,inst:	2.4 mm	6.5 mm	36.4 %	4030 mm	Yhdistelmä 14/3
jänneväli 2, Wz,net,fin:	3.1 mm	8.7 mm	35.8 %	4030 mm	Yhdistelmä 14/3

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

Taipuma U:	0.2 mm	0.6 mm	33.9%	(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	16.5 Hz	9.0 Hz	54.5%	(Värähtelytarkastelu)

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 1 + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 2

Yhdistelmä 2/3 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 1

Yhdistelmä 2/4 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Hyötykuorma, jänneväli 2

Yhdistelmä 14/2 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma, jänneväli 1

Yhdistelmä 14/3 :

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma, jänneväli 2

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	13.47 kN	2600 mm
My,max	7.01 kNm	2600 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	9.00 kN	1.12 kN	6.53 kN	1.65 kN
2:	26.95 kN	6.78 kN	19.72 kN	7.54 kN
3:	9.00 kN	1.12 kN	6.53 kN	1.65 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	2.26
2:	7.54
3:	2.26
Kuormitustapaus:	Hyötykuorma, jänneväli 1
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.27
2:	6.09
3:	-0.61
Kuormitustapaus:	Hyötykuorma, jänneväli 2
Tuki:	FZ [kN]:
1:	-0.61
2:	6.09

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

3: 4.27

Kuormitustapaus: Hyötyk. pistekuormatark., jänneväli 1

Tuki: FZ [kN]:

1: 1.07

2: 1.10

3: -0.16

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Värähtelyn minimoimiseksi tulee varmistaa ankkurointi myös välituella/tuilla
 - Rakennesosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
-

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

Finnwood 2.4 (2.4.084)

RIL 205-1-2017 (23.10.2017)

Rakennemitoitus palotilanteelle (treg=30 min)



PROJEKTITIEDOT:

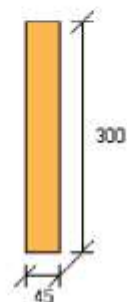
Suunnittelija: Aki Haaksila
 Yritys: OAMK opinnäytetyö

Nimi: ?

D:\OMAT TIEDOSTOT\OAMK\1LOPPUTYÖ\LOPULLISET LIITTEET\Välipohjapalkki pääty.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta
 Materiaali: KERTO-S syrjällään
 Poikkileikkaus: 45x300
 (Bef=45.0 mm, Hef=198.6 mm, Aef=8937 mm², Iy,ef=29374400 mm⁴, Wy,ef=295815 mm³)
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 1500 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 2600.0
 Jänneväli 2: 2600.0
 Yhteensä: 5200.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	115	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2600	115	Liukutuki (Z)
3:	5200	115	Liukutuki (Z)

fm,20 (My)	50.86 N/mm ²
fm,20 (Mz)	55.00 N/mm ²
fc,20	38.50 N/mm ²
fc,90,20	6.60 N/mm ²
ft,20	37.25 N/mm ²
ft,90,20	0.88 N/mm ²
fv,20 (Vz)	4.51 N/mm ²
fv,20 (Vy)	2.53 N/mm ²
E,mean	13800 N/mm ²
G,mean	600 N/mm ²
E0,20	12760 N/mm ²
G0,20	440 N/mm ²

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

Tiheys	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)
km-kerroin	0.70
kcr-kerroin	1.00

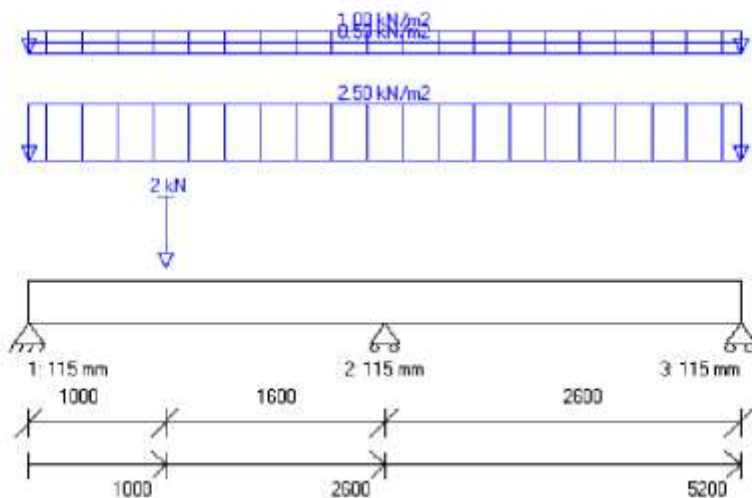
 Osavarmuusluku: 1.00

Kmod kerroin:

kmod, fm, fi (palo +M puol.):	0.67
kmod, fm, fi (palo -M puol.):	0.58
kmod, t, fi:	0.67
kmod, c, fi:	0.58
kmod, E, z, fi:	1.00

Palomitoituksen asetukset:

Palonkesto (min):	30
Suojaus:	A-tyypin kipsilevytys (k3=4)

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino:	QZ = 0.069 kN/m	x = 0 - 5200 mm
Pintakuorma: 1:	QZ = 1.000 kN/m ²	x = 0 - 5200 mm
Pintakuorma: 2:	QZ = 0.500 kN/m ²	x = 0 - 5200 mm

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: QZ = 2.500 kN/m² x = 0 - 5200 mm

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: FZ = 2.00 kN x = 1000.0 mm (2 kN)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 19 palo-/onnettomuusmitoitukseen (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.00*Omapaino + 1.00*1.00*0.30*Hyötykuorma

Yhdistelmä 22 palo-/onnettomuusmitoitukseen (MRT, Lyhytaikainen)

1.00*1.00*Omapaino + 1.00*1.00*0.00*Hyötyk. pistekuormatark.

Yhdistelmä 25 palo-/onnettomuusmitoitukseen (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.30*Hyötykuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + A2:2014 + RIL 205-1-2017

Kokonaiskäyttöaste: 63.0 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	5.60 kN	26.87 kN	20.8 %	2600 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	2.91 kNm	4.62 kNm	63.0 %	2600 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.91 kNm	8.69 kNm	33.5 %	2600 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	3.54 kN	45.17 kN	7.8 %	0 mm	Yhdistelmä 19/3, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.32					
Tukipaine, tuki 2:	11.19 kN	50.39 kN	22.2 %	2600 mm	Yhdistelmä 19/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.48					
Tukipaine, tuki 3:	3.54 kN	45.17 kN	7.8 %	5200 mm	Yhdistelmä 19/4, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.32					
jänneväli 1, Wz_inst:	3.3 mm	– mm	– %	1170 mm	Yhdistelmä 25/3
jänneväli 2, Wz_inst:	3.3 mm	– mm	– %	4030 mm	Yhdistelmä 25/4

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 19/1 (Keskipitkä):

1.00*Omapaino + 0.30*Hyötykuorma, jänneväli 1 + 0.30*Hyötykuorma, jänneväli 2

Yhdistelmä 19/3 (Keskipitkä):

1.00*Omapaino + 0.30*Hyötykuorma, jänneväli 1

Yhdistelmä 19/4 (Keskipitkä):

1.00*Omapaino + 0.30*Hyötykuorma, jänneväli 2

Yhdistelmä 25/3 :

1.00*Omapaino + 0.30*Hyötykuorma, jänneväli 1

Yhdistelmä 25/4 :

1.00*Omapaino + 0.30*Hyötykuorma, jänneväli 2

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	5.60 kN	2600 mm
My,max	2.91 kNm	2600 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	3.54 kN	2.08 kN	3.54 kN	2.08 kN
2:	11.19 kN	7.54 kN	11.19 kN	7.54 kN
3:	3.54 kN	2.08 kN	3.54 kN	2.08 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus: Omapaino

Tuki: FZ [kN]:

1: 2.26

2: 7.54

3: 2.26

Kuormitustapaus: Hyötykuorma, jänneväli 1

Tuki: FZ [kN]:

1: 4.27

2: 6.09

3: -0.61

Kuormitustapaus: Hyötykuorma, jänneväli 2

Tuki: FZ [kN]:

1: -0.61

2: 6.09

3: 4.27

Finnwood 2.4 (2.4.084)

© Copyright 2017 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

OAMK opinnäytetyö

?

Aki Haaksila

25.4.2018

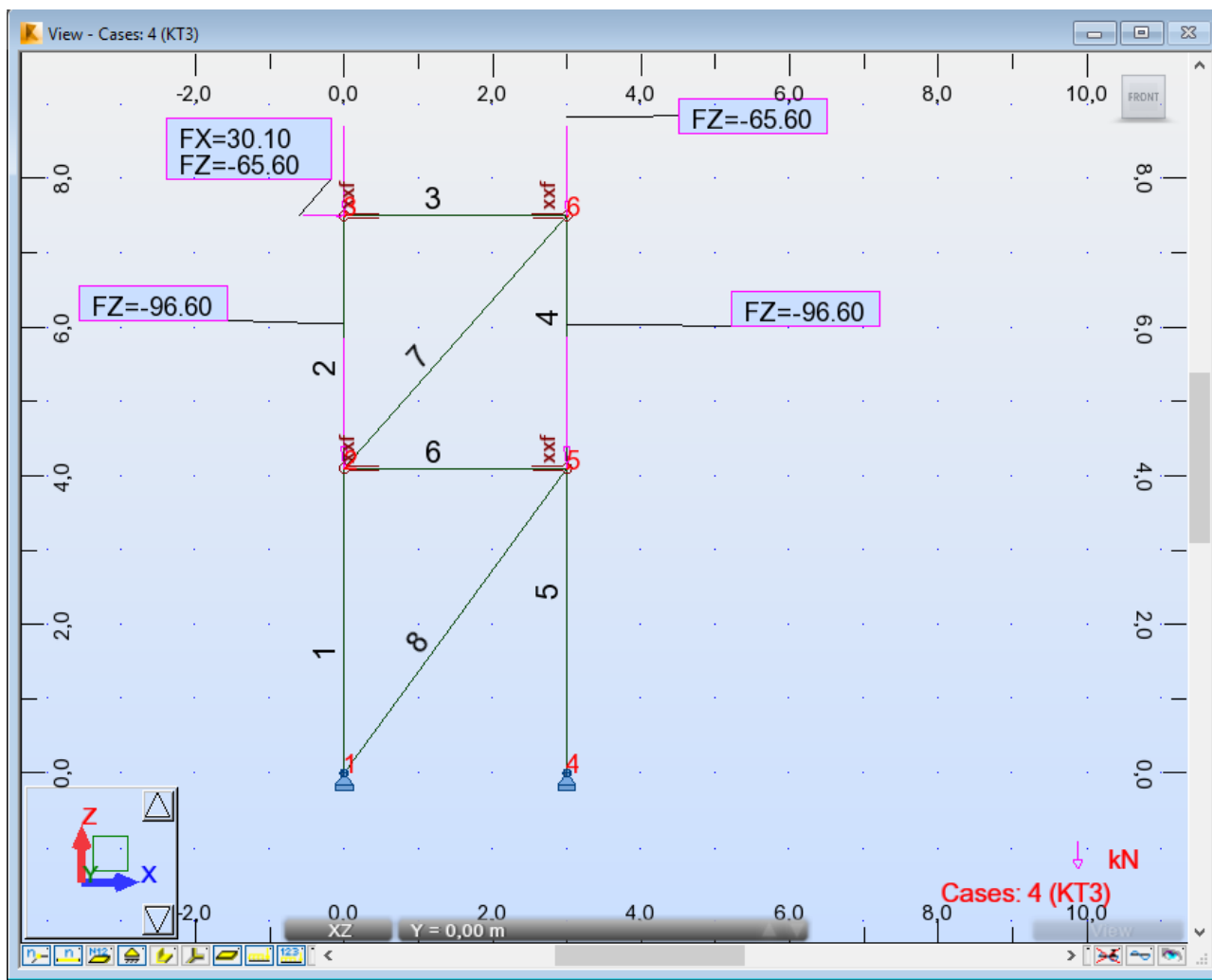
Kuorimitustapaus:	Hyötyk. pistekuormatark., jänneväli 1
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.07
2:	1.10
3:	-0.16

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosien A1:2008, A2:2014 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2017 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03665-17 ja VTT-S-05393-17)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Värähtelyn minimoimiseksi tulee varmistaa ankkurointi myös välituella/tuilla
- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.



Forces:1 - Case: 4 (KT3)

Bar/Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 1/ 4 (C)	128,08	0,01	-0,01
1/ 2/ 4 (C)	128,08	0,01	0,02
2/ 2/ 4 (C)	65,60	-0,00	0,00
2/ 3/ 4 (C)	65,60	-0,00	0,00
3/ 3/ 4 (C)	30,10	0,0	0,0
3/ 6/ 4 (C)	30,10	0,0	0,0
4/ 6/ 4 (C)	99,72	0,00	-0,01
4/ 5/ 4 (C)	99,72	0,00	0,00
5/ 5/ 4 (C)	237,45	0,00	-0,01
5/ 4/ 4 (C)	237,45	0,00	0,00
6/ 2/ 4 (C)	30,09	0,0	0,0
6/ 5/ 4 (C)	30,09	0,0	0,0
7/ 2/ 4 (C)	-45,50	-0,01	0,02
7/ 6/ 4 (C)	-45,50	-0,01	-0,01
8/ 1/ 4 (C)	-50,96	-0,00	0,01
8/ 5/ 4 (C)	-50,96	-0,00	-0,01

Values | Envelope | Global extremes | Info

