



Tappivaarnaristikot

Vaativien puurakenteiden suunnittelu -koulutus 2018

Moduuli 2

Jani Pitkänen

PUUINFO

Tappivaarnaristikot

Tappivaarna



Kuva: Pitkänen



Kuva: Pitkänen

- Sileäpintainen, suora pyöröteräspuikko
- Pää on viistetty tai pyöristetty siten, ettei ne riko puuainesta tappivaarna asennettaessa (esiporaus)
- Tappivaarnoien paksuus 6...30 mm
- Tappivaarnan päihin voidaan tehdä kierteet, jolloin kysymyksessä on ns. **täsmäpultti eli sidepultti**
- Täsmäpultit sitovat liitosalueen poikittaisessa suunnassa ja se voidaan mitoittaa kuten tappivaarna

Tappivaarnaristikot

Tappivaarna

- Sidepultteja tulee olla liitosalueella vähintään 1/10 liitinryhmän tappivaarnojen lukumäärästä (m.rajatila)
- Palotilanteessa liitoksessa pitää olla joka neljäs tappi-vaarna sidepultti
- Vähintään yksi sidepultti sijoitetaan reunaosan päätä lähinnä olevaan riviin
- Tappivaarnan materiaali on yleensä S235 tai S355
- Keski-Euroopassa käytetään halkaisijaltaan pienempiä tappi-vaarnoja (6 mm) kuin Suomessa (12 mm)
- Halkaisijaltaan pienemmillä tappivaarnoilla saadaan sitkeyttä liitoksen murtumistapaan, kun taas paksumilla tulee liitoksen murtumistavaksi hauras)

Tappivaarnaristikot

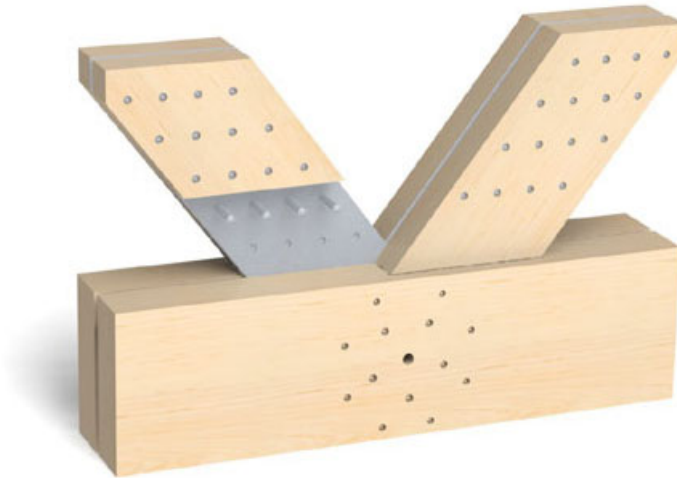
Tappivaarna

- Esiporattavat reiät (puu/teräs)
 - Halkaisija saa olla enintään tappivaarnan nimellis-paksuuden d suuruinen, mutta vähintään $0,95 \times d$
 - Yleensä teräslevyihin porataan samankokoiset reiät kuin puuhun
 - Teräslevyihin voidaan porata 2 mm tappivaarnan halkaisijaa suuremmat reiät (huomioitava mitoituksessa)
 - Poraus voi tapahtua samanaikaisesti puuhun ja teräslevyyn tai erikseen
- Tappivaarna voidaan asentaa myös ilman esiporausta (vrt. WS-järjestelmä)

Tappivaarnaristikot

Tappivaarna vs. pultti

- Liitosryhmät ovat pienempiä, koska liitososissa tarkka sovitus
- Liitos helppo palosuojata
- Liitos yleensä aika huomaamaton
- Suora puikko on halvempi kuin pultti



Kuva: https://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/rakennusliitokset/tappivaarnaliitos (02.12.2018)

Tappivaarnaristikot

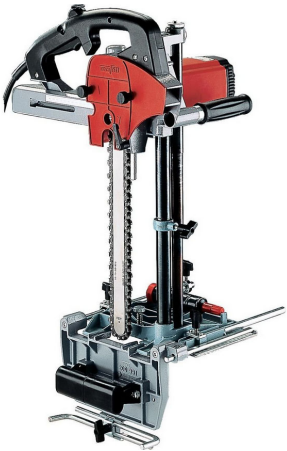
Liitosten teräslevyt

- Tappivaarnaliitoksen kapasiteettia voidaan nostaa käyttämällä liitoksessa teräslevyjä
- Teräslevyt voivat olla liitoksessa sivuosina tai keskiosina, jolloin ne toimivat tehokkaammin
- Käyttämällä liitoksissa teräslevyjä päästään myös pienempiin puudimensioihin, koska tämä liitostyyppi ei määrää rakenteiden kokoa niin voimakkaasti kuin perinteiset liitokset tekevät
- Teräslevyn materiaali on yleensä S235 tai S355

Tappivaarnaristikot

Liitosten teräslevyt

- Paksuutena käytetään, 12 mm tappivaarnojen kanssa, 8 mm paksua teräslevyä
- Teräslevyjen määrä liitoksessa voi vaihdella yhdestä useampaan
- Yleensä pyritään käyttämään yhtä tai kahta teräslevyä, jottei puuosien leveys kasvaisi turhan suureksi
- Puuhun työstetään esimerkiksi 8 mm teräslevylle 10 mm:n hahlo, johon teräslevy asennetaan



Kuva: <https://www.timberwolftools.com/mafell-ls-103ec-slot-mortiser> (02.12.2018)

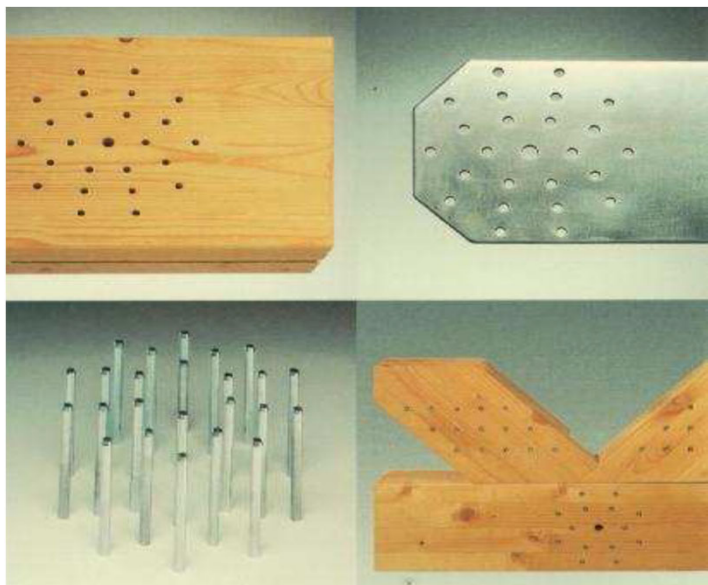
Tappivaarnaristikot

Puutavara

- Puutavarana käytetään
 - Homogeenista liimapuuta (GL30h)
 - Viilupuuta (LVL), kerrannaisliimattu tai erillisinä puuosina
- Yleensä käytetään liimapuuta, koska sen ulkonäkö on parempi kuin viilupuun
- Yhdistetty liimapuu (GL30c) ei sovellu hyvin liimapuuristikoihin, koska siinä on ylä- ja alapinnassa parempi puu ja keskellä heikompaa => kaikki liitokset sijaitsevat liimapuun keskialueella => **RIL 2017 liitosten osavarmuuskerroin muuttunut 1.3, mutta silti suositellaan käytettäväksi homogeenista liimapuuta**

Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: BSB-järjestelmä



Kuva: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7958/Rongas_Juho.pdf?sequence=1 (02.12.2018)

- Sveitsiläinen BSB-liitos (Blumber system bauweise) on tunnetuin teräslevyinen tappivaarnaliitosjärjestelmä
- Liitos voidaan valmistaa tietokoneohjatulla sahaus-porausjärjestelmällä, jota kutsutaan ”Blumberin linjaksi”

Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: BSB-järjestelmä

- Liitos on myös mahdollista tehdä käsityönä, jolloin poraus tapahtuu pylväsporakoneella ja puuosien urat työstetään sahalla
- BSB-järjestelmään kuuluvat
 - Tappivaarnat: Halkaisija on 6,3 mm ja pituus 80...400 mm
 - Teräslevyt: Paksuus on 5 mm
- Puuosiin porattavat reiät, jotka ovat halkaisija 6 mm ja teräsosien reiät 7 mm.
- Teräslevyjen väli on 40 mm

Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: WS-järjestelmä (SFS-Intec)



Kuva: SFS Intec

- Sveitsiläiseen WS-järjestelmä
- WS-T-liittimet, jotka ovat itseporautuvia, karkaistusta hiiliteräksestä valmistettuja tappivaarnoja
- Liittimiä on saatavilla
 - 5 mm:n halkaisija 73...193 mm pitkiä
 - 7 mm:n halkaisija 113...233 mm pitkiä
- Liittimen on oltava 7 mm puun paksuutta lyhyempi, joten se soveltuu 80...240 mm:n puun-paksuuksille ja kaksipuolisena 480 mm:iin saakka

Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: WS-järjestelmä (SFS-Intec)

- Liittimissä on porakärki ja ne porautuvat samalla kertaa sekä puun että teräslevyjen läpi
- Liittimet asennetaan joko käsikäyttöisellä CF WS/M - asennustyökalulla tai puoliautomaattisella CF WS/P – asennuskoneella
- Liitoksissa voidaan käyttää
 - 5 mm:n liittimillä 1–3 kappaletta 5mm:n paksuisia levyjä
 - 7 mm liittimillä 1-3 kappaletta 5 mm:n paksuisia tai yhtä 10 mm paksuista levyä



Kuva: SFS Intec

Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: WS-järjestelmä (SFS-Intec)

- Järjestelmä soveltuu
 - Ristikon liitoksiin
 - Pilareiden ja palkkien liitoksiin
 - Kehän kulmaliitoksiin
 - Jatkosliitoksiin
- Järjestelmällä voidaan toteuttaa myös työmaalla tehtäviä liitoksia



Kuvat: SFS Intec

Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: Merk Holzbau -menetelmä

- Teräslevyinen tappivaarnaliitos voidaan tehdä myös käsityönä
- Tällöin poraus tapahtuu pylväsporakoneella
- Saksalainen yritys Merk Holzbau on kehittänyt tähän tarkoitukseen poranterän, jolla saadaan yhdellä kertaa porattua puuhun ja teräslevyyn reikä
- Poranterä tekee teräslevyyn suuremman reiän kuin puuosaan
- Näin liitoksesta saadaan mahdollisimman tiukka

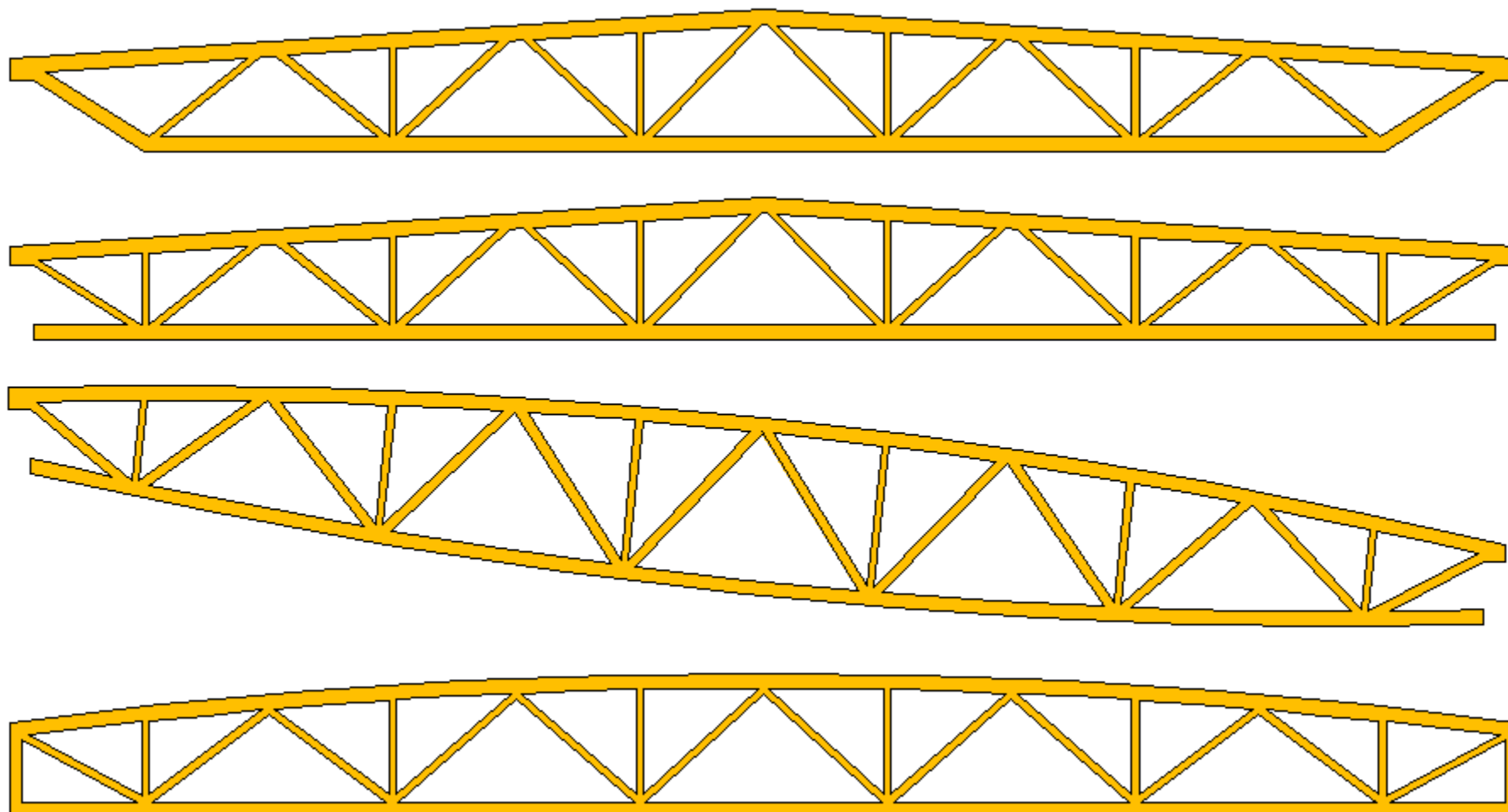
Tappivaarnaristikot

Liitosjärjestelmät: Merk Holzbau -menetelmä

- Tässä menetelmässä
 - Puut ensin työstetään
 - Teräslevyt asetetaan hahloon
 - Suoritetaan poraus
- Ongelmaksi saattaa muodostua päällimmäisissä puuosissa olevien reikien väljyys
- Kun poraus tehdään samalla kertaa myös teräslevyyn, niin teräslevyn porauslastut saattavat ulos tullessaan suurentaa päällimmäisten puuosien reikiä
- Porauksen kierrosnopeudella on suuri merkitys, kun pyritään ehkäisemään reikien suurenemista

Tappivaarnaristikot

Ristikoiden muodot



Tappivaarnaristikot

Käyttökohteet

- Teräslevyinen tappivaarnaliitos on parhaimmillaan suurten jännevälien sauvarakenteissa
- Tällaisia rakenteita löytyy esim. Norjasta:
 - Olympiahalli Hamar
 - Olympiahalli Amphi
 - Håkons halli
 - Agderin halli
 - Gardenmoen terminaali
- Kotimaasta löytyy muutamia julkisia kohteita, kuten
 - Joensuun Areena
 - Tampereen Pirkka halli

Tappivaarnaristikot

Käyttökohteet

- Näissä kohteissa on muutama yhteinen nimittäjä:
 - Suuret jännevälit
 - Näyttävät puusauvat
- On itsestään selvyyys, että pääkannattimet jäävät näkyviin ja toimivat merkittävinä rakennuksen sisäpuolisena arkkitehtonisena seikkana

Hamar Olympic Hall "The Viking Ship"



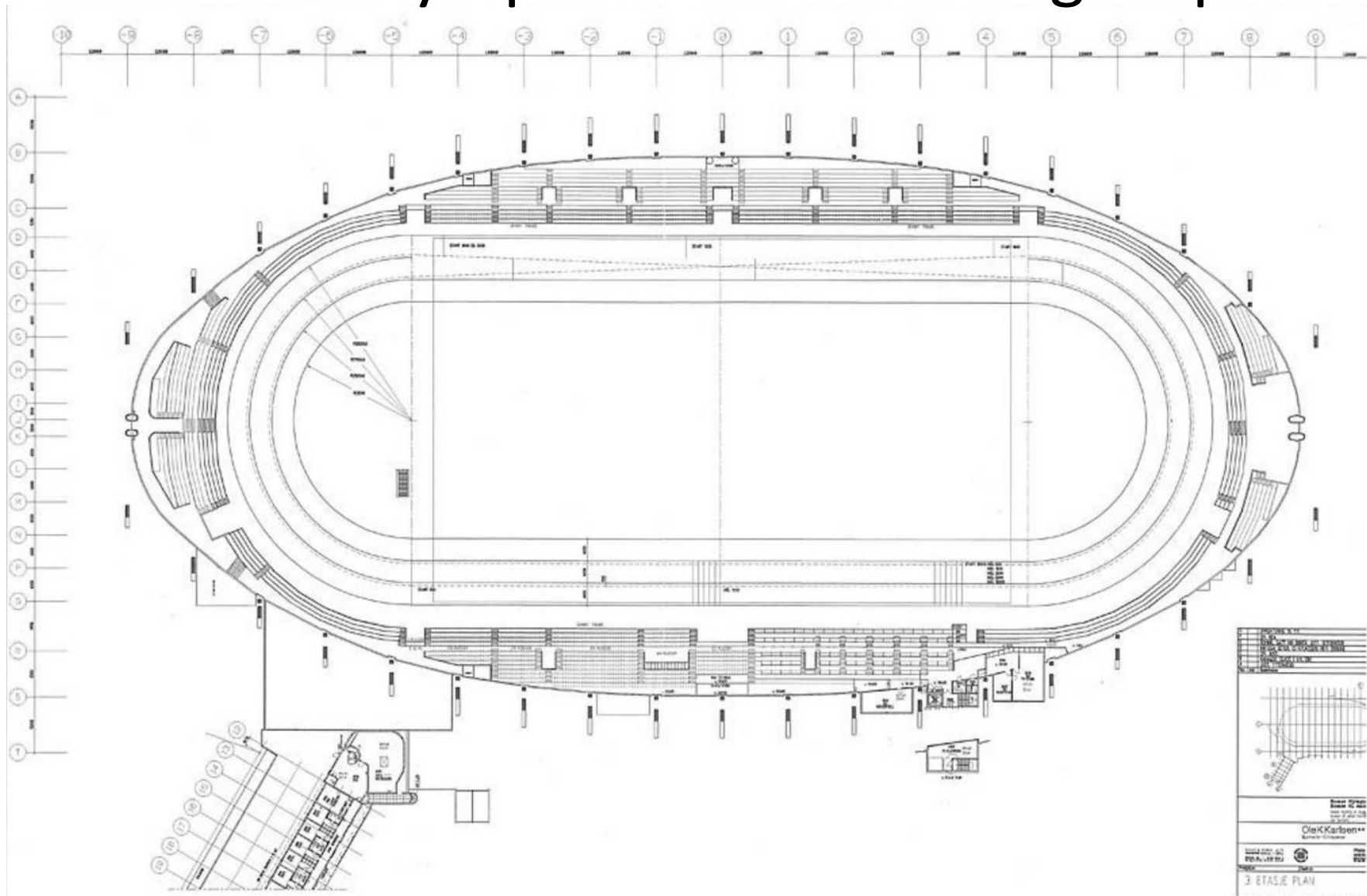
Pituus: 260 m
Maksimi jänneväli: 96.4 m
Kap. 10 600/20 000 hlöä

Kuva: <https://www.archinform.net/projekte/2330.htm> (02.12.2018)



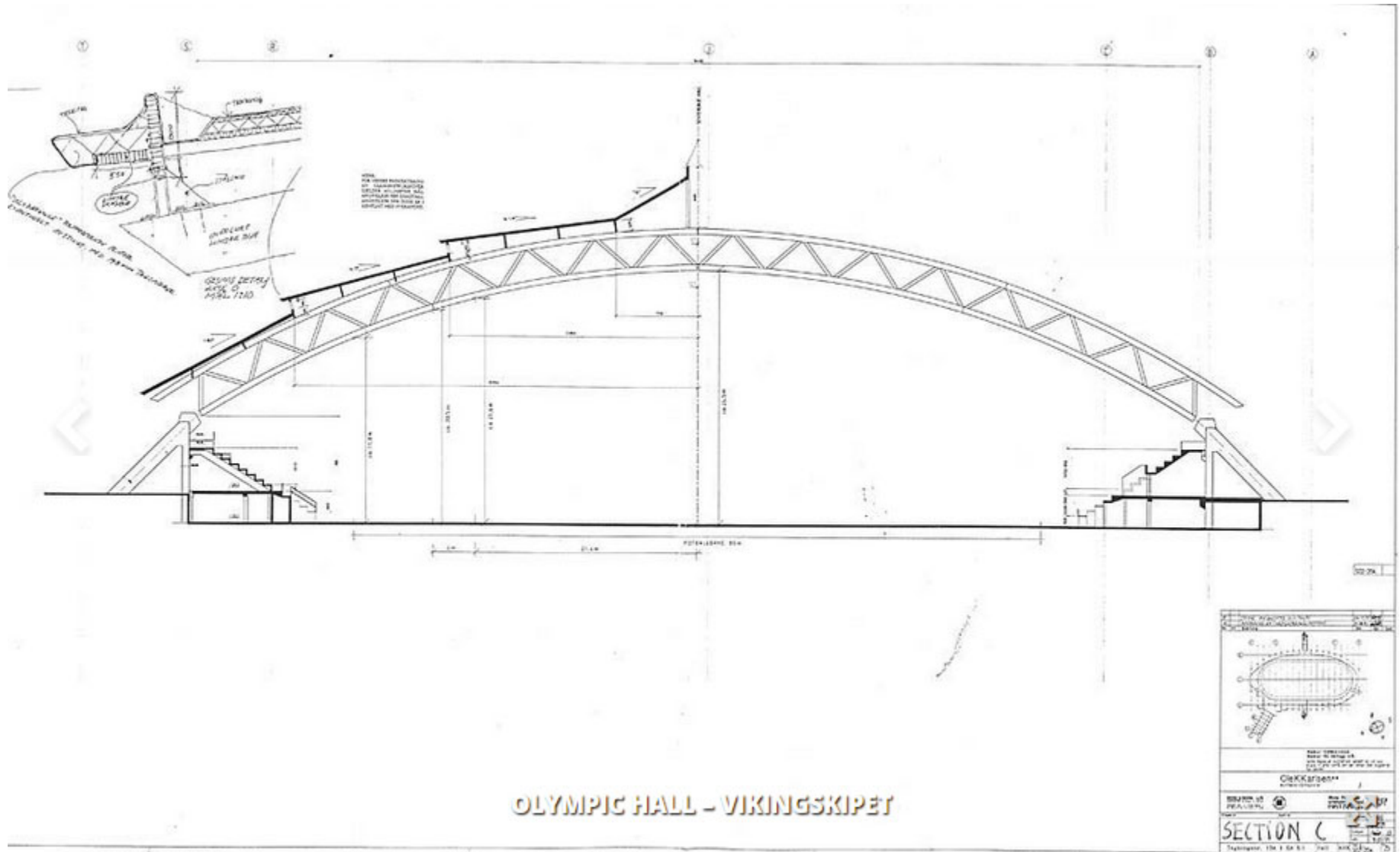
Kuva: http://arkkitehtuurstudio.wixsite.com/arkkitehtuuriid/architectural-travel-4?lightbox=image_1qoz (02.12.2018)

Hamar Olympic Hall "The Viking Ship"



Kuva: <https://i.pinimg.com/originals/d0/6e/5f/d06e5f25cf726ce6102b51d742694a35.jpg>
(02.12.2018)

Hamar Olympic Hall "The Viking Ship"



Kuva: <https://nielstorp.no/project/olympic-hall-vikingskipet/> (02.12.2018)

Haakons Hall

Pituus: 127 m

Maksimi jänneväli: 85.8 m

Kap. 11 500 hlöä



Kuva: https://sv.wikipedia.org/wiki/H%C3%A5kons_Hall#/media/File:H%C3%A5kons_hall.JPG (02.12.2018)

Haakons Hall



Kuva: <http://www.eurohockey.com/arena/676-hkons-hall.html> (02.12.2018)

Hamar Olympic Amphitheatre



Kuva: Moelven Limtre A/S



Kuva: <https://www.flickr.com/photos/lillehammer2016/24763500002> (02.12.2018)

Pituus: 95 m

Maksimi jänneväli: 70 m

Kap. 6 000 hlöä

Hamar Olympic Amphitheatre



Kuva: <http://www.eurohockeyclubs.com/members/storhamar-hamar> (02.12.2018)

Gardenmoen Terminal



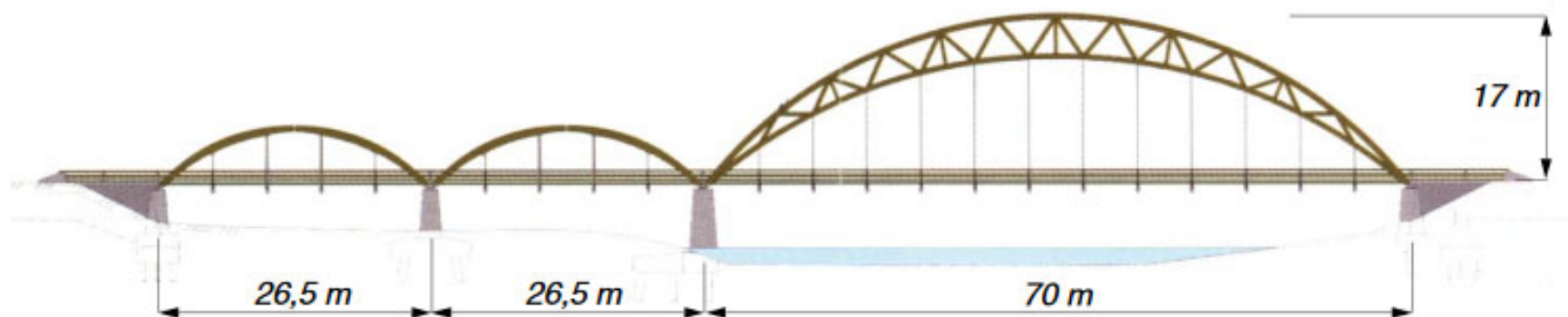
Kuva: <https://www.tripmondo.com/norway/airports/osl-oslo-gardermoen-airport/#images-12> (02.12.2018)



Ristikon pituus: 136 m
(2-aukkoinen + ulokkeet)

Kuva: <https://www.jetphotos.com/photo/8248337> (02.12.2018)

Tynset Bridge



Kuva: <http://folk.ntnu.no/bell/Projects/Tynset.pdf> (02.12.2018)



Kuva: K. Bell

Joensuu Areena



Kuva: Heikki Haapalainen

Pituus: 150 m

Maksimi jänneväli: 110 m

Kap. 7 000 hlöä

Joensuu Areena



Kuva: Tero Kiviniemi

Joensuu Areena



Kuva: Esko Jämsä

Pirkkahalli



Koko: 64 m x 100 m
Kap. 4 000 hlöä

Kuva: Puuinfo

Pirkkahalli

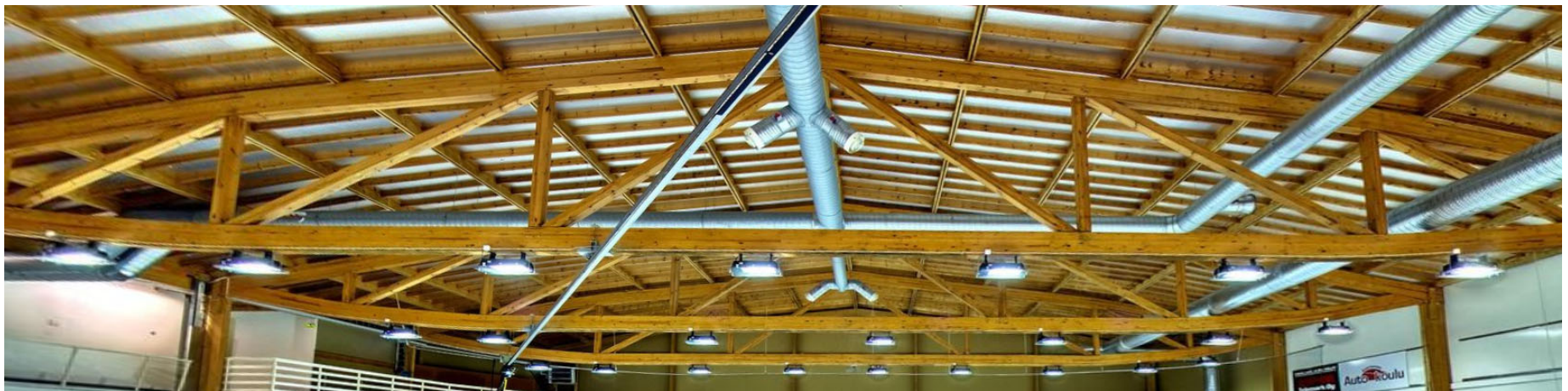


Kuva: http://3.bp.blogspot.com/-9ZaVw-tfjKY/Uq4wj-Cs8ZI/AAAAAAAAAE5o/1oZyrmT_qCA/s1600/blog_Pirkkahalli.jpg (02.12.2018)

Kuortaneen jäähalli



Kuva: <http://skyview.fi/panorama/53832c09473969e762189ec6> (02.12.2018)



Kuva: <http://skyview.fi/panorama/53832c09473969e762189ec6> (02.12.2018)

Kurikan jäähalli



Kuva: <https://www.walkia.fi/referenssit/urheiluhallit/156-kurikan-jaahalli> (02.12.2018)

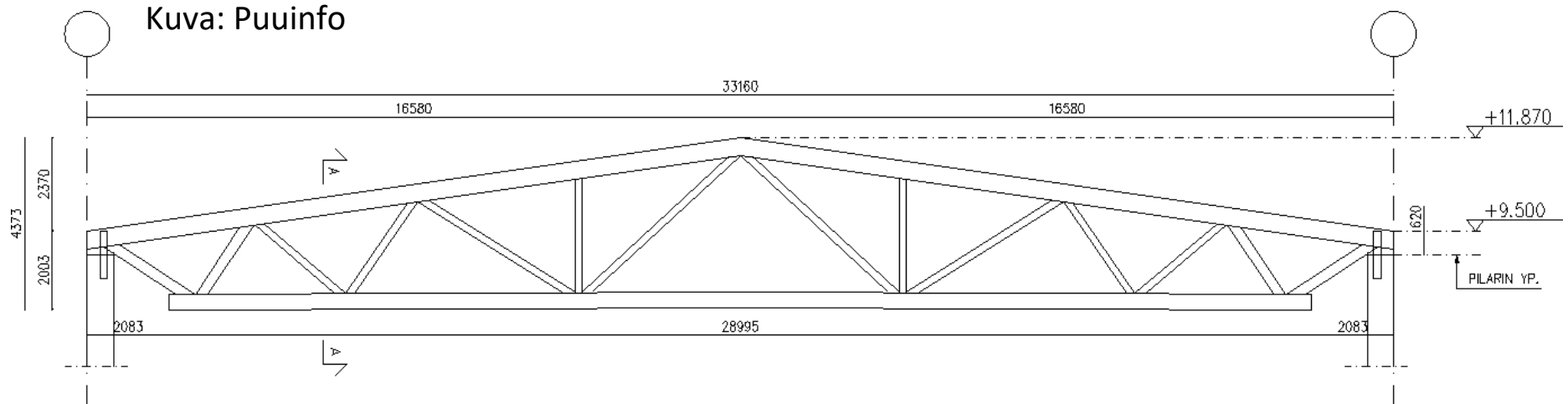
Teollisuushalli



Liimapuuta:	3193 kg	(79 %)
Teräslevyjä:	478 kg	(12 %)
Tappivaarnoja:	383 kg	(9 %)
Yhteensä:	4054 kg	

Liimapuuta:	3193 kg	(79 %)
Terästä:	861 kg	(21 %)

Kuva: Puuinfo



Hirssaaren Asuntomessut (Saaristolaistalot)



Kuva: Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu