



## Kohiwood Eristehirsiseinän jäykistyskestävyyden määrittäminen

Tilaja: Oy Kohiwood Ltd

---

**Tilaja** Oy Kohiwood Ltd  
Ähtärintie 1234  
63800 Soini

**Tilaus** 22.6.2010 / Hannu Suni

**Yhteyshenkilö** **VTT Expert Services Oy**  
Erikoistutkija Ari Kevarinmäki  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1001 02044 VTT  
Puh. 020 456 5566  
Faksi 020 722 7003  
Sähköposti ari.kevarinmaki@vtt.fi

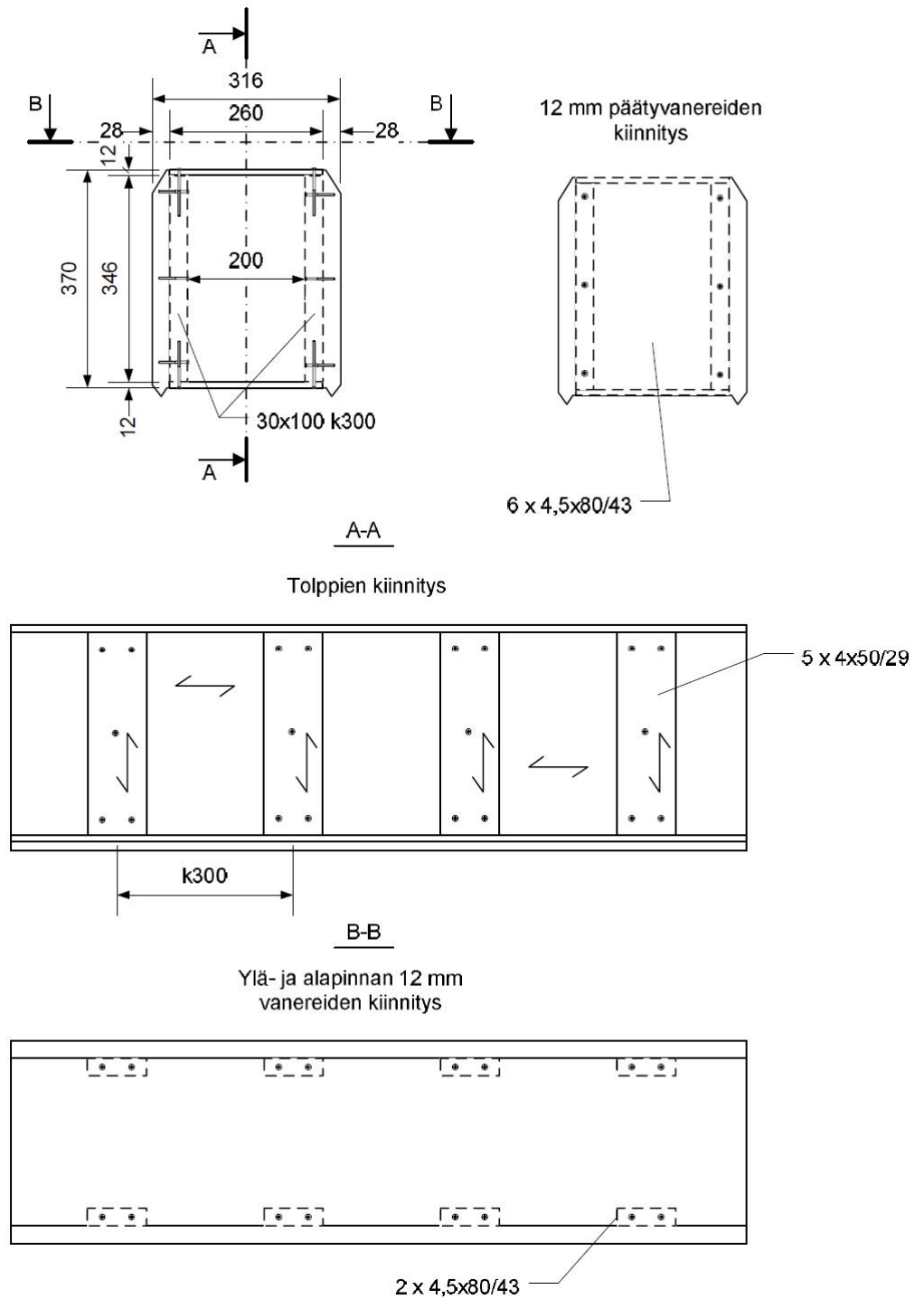
---

**Tehtävä** **Kohiwood Eristehirsiseinän jäykistyskestävyyden määrittäminen**

Tutkimuksessa selvitetään testaamalla Kohiwood Eristehirsiseinän jäykistyskestävyys yhdellä koekappaleella. Testi suoritetaan standardia EN 594 soveltaen.

**Koekappale** Koeseinä muodostui seitsemästä päällekkäisestä Eristehirrestä, joiden pituus oli 2545 mm. Seinän kokonaispituus karapuut mukaan lukien oli noin 2575 mm. Seinän korkeus oli 2590 mm, kun seinän ala- ja yläpinnassa olleita ohjauspuita ei huomioida.

Eristehirren poikkileikkaus on esitetty kuvassa 1. Hirsi muodostuu kahdesta liimalevystä, joihin on 300 mm jaolla kiinnitetty 30 mm x 100 mm laudan pätkiä, jotka toimivat tolppina valmiissa rakenteessa. Hirren ala- ja yläpinta muodostuvat edellä mainittuihin tolppiin kiinnitetyistä 12 mm vanereista. Hirren päädyt on lisäksi tulpattu samasta 12 mm vanerista tehdyillä levyillä. Kuvassa 1 on esitetty hirren mitat ja rakenne sekä ruuvien kiinnityspaikat, koot ja määrät. Hirren rakenteissa ja kiinnityksissä toisiinsa käytettiin Würth ASSY AW20- ruuveja.

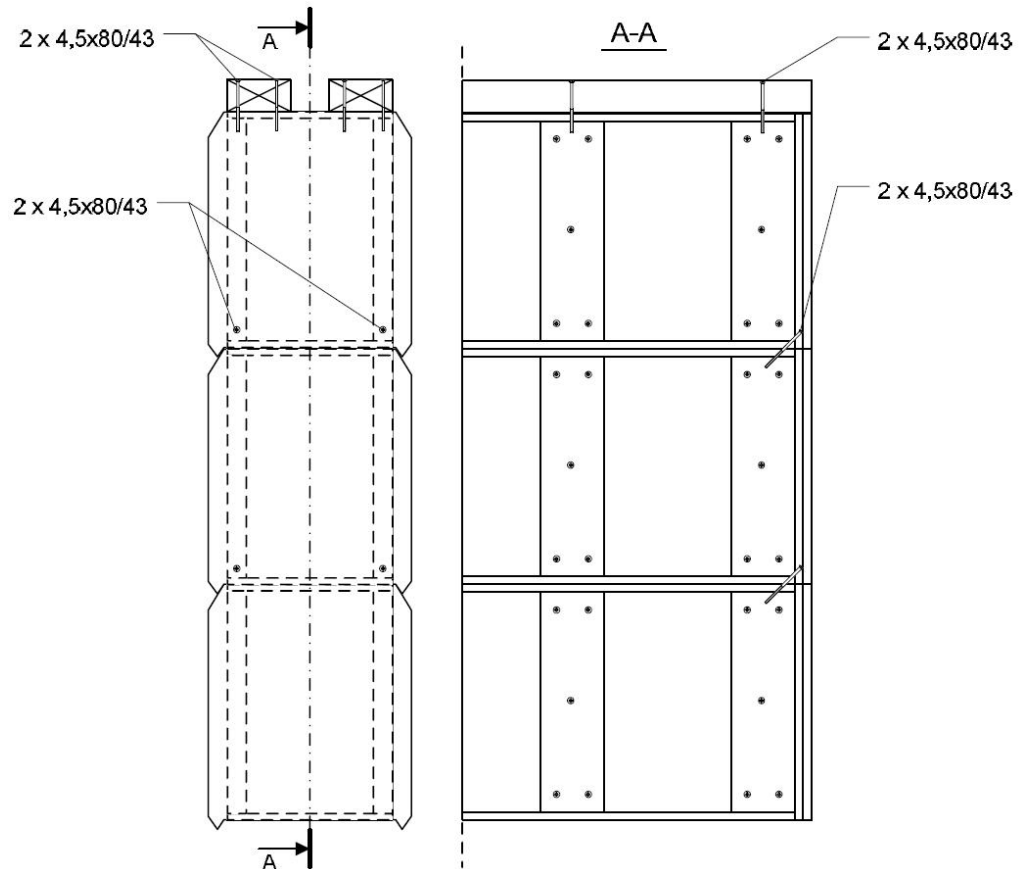


**Kuva 1 Eristehirren poikkileikkaus ja rakenne**

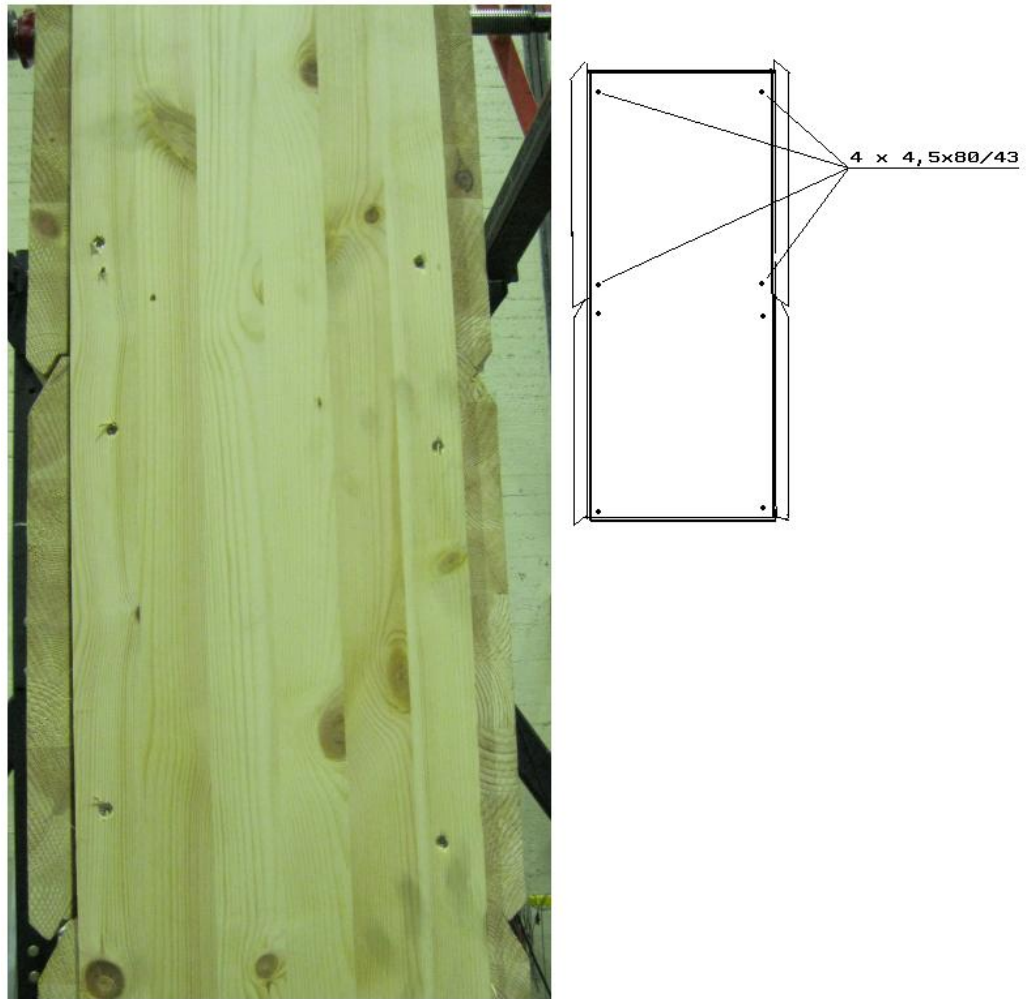
Eristehirret oli kiinnitetty toisiinsa molemmista päistä vinoruuvaamalla kuvassa 2 esitetyllä tavalla. Lisäksi koeseinän päädyissä oli Eristehirsien liimalevykylkien välissä karapuu, joista oli kiinnitys jokaiseen hirteen neljällä ruuvilla kuvan 3 mukaisesti. Karapuiden pituus oli noin 2640 mm.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Ohjauspuuna toimi alapinnassa noin 2515 mm pitkä ja 28 mm paksu liimalevy. Yläpinnassa ohjauspuuna oli kaksi noin 1000 mm pitkää 50 mm x 100 mm sahatavara soiroa. Yläpinnan ohjauspuu olivat kuormituspisteen puoleisessa päädyssä. Yläohjauspuut oli kiinnitetty kahdella ruuvilla tolppien kohdalta kuvan 2 mukaisesti siten, että toinen ruuvi läpäisi vain yläpinnan vanerin. Alapinnan liimalevy oli kiinnitetty joka tolpan kohdalta yhdellä ruuvilla.



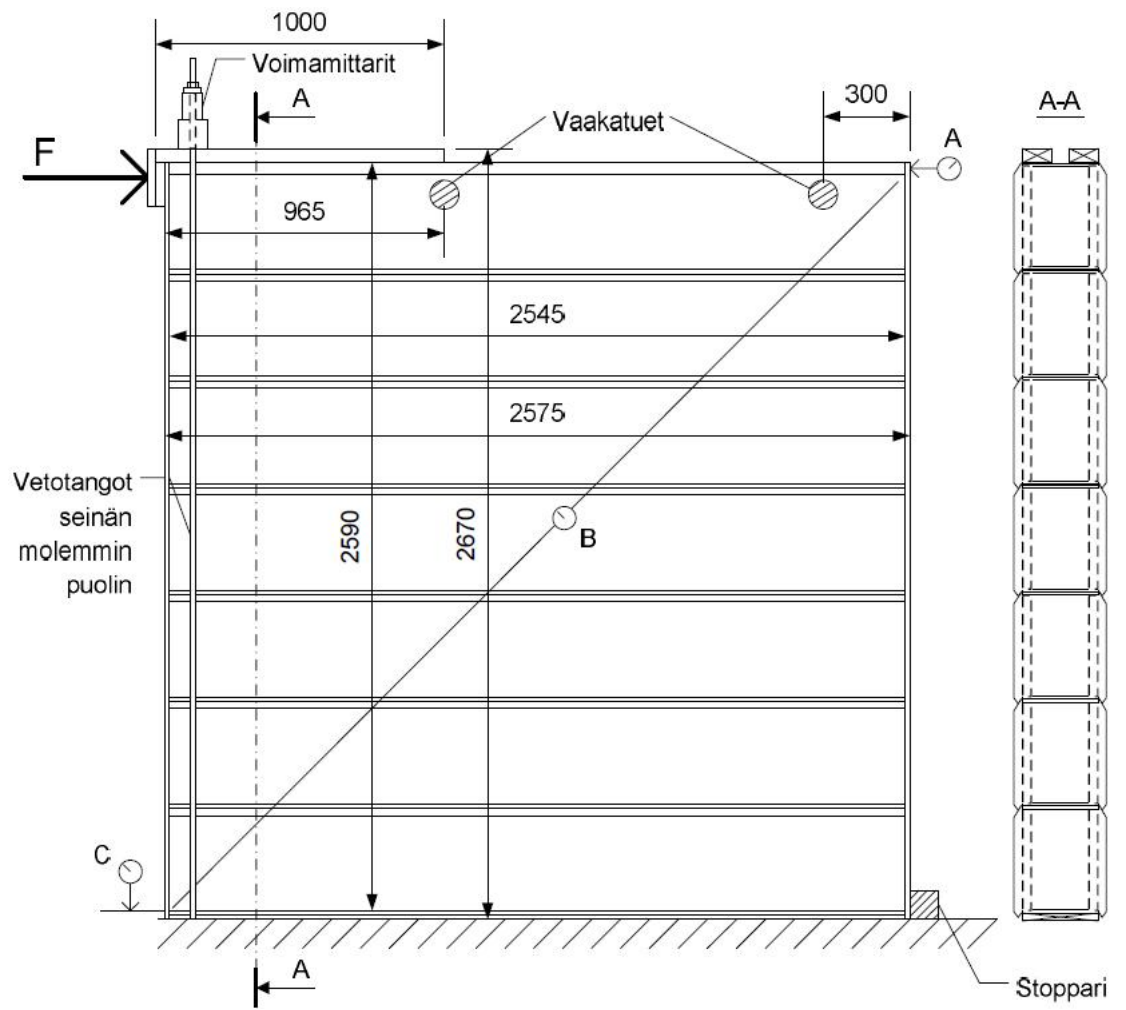
**Kuva 2 Hirsien kiinnitys toisiinsa**



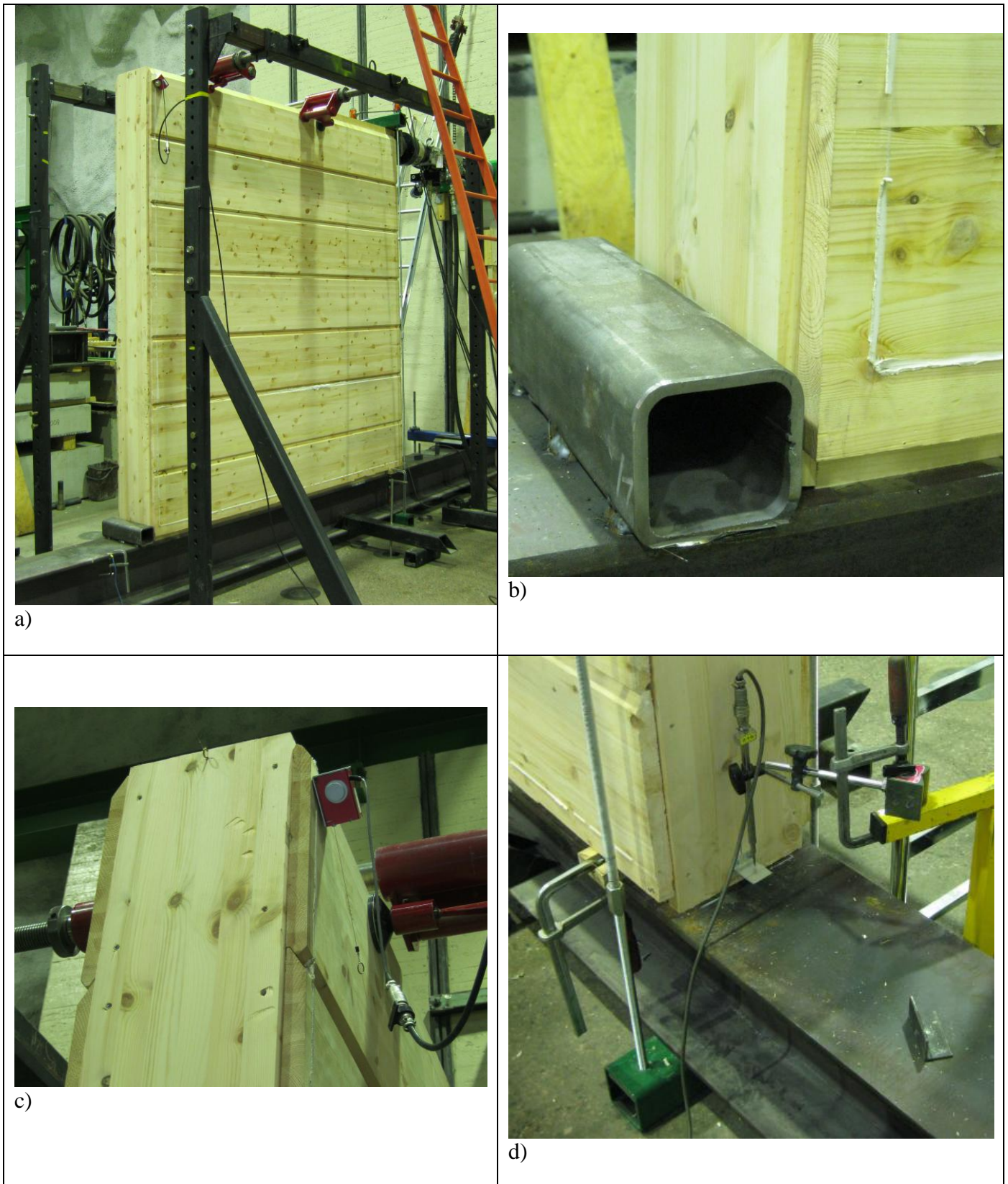
**Kuva 3 Karapuun kiinnitys**

### **Kuormitusjärjestelyt**

Seinän kuormitus- ja mittausjärjestelyt on esitetty kuvissa 4 ja 5. Seinää painettiin yläreunasta hydraulitunkilla, jonka aikaansaamaa vaakavoimaa mitattiin kalibroidulla 100 kN voima-anturilla. Koeseinän alapuolella olevan teräksisen I-profiilin siirtymät oli estetty kiinnittämällä se lattiaan. Koeseinän alareunan siirtymä seinän suunnassa oli estetty I-profiiliin hitsatulla neliöputkiprofiililla (kuva 5b). Koeseinän tunkin puoleisen reunan ylösnouseminen estettiin vetotangoilla. Vetotangot sijaitsivat seinän molemmilla puolilla aivan reunan läheisyydessä, ja niissä vaikuttavaa voimaa mitattiin kalibroiduilla 25 kN voima-antureilla. Koeseinän yläreunan siirtymä seinäpintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa oli estetty kuvassa 4 näkyvillä tuilla. Tuet olivat nivelöityjä ja mahdollistivat yläreunan vapaan liikkeen tunkin suunnassa. Seinän siirtymistä mitattiin yläreunan liike tunkin vastakkaiselta puolelta seinän yläpuusta (mitta A)  $\pm 250$  mm lanka-anturilla. Tämän lisäksi  $\pm 250$  mm lanka-anturilla mitattiin seinän ristimitan muutos (mitta B) (kuva 5c). Seinän tunkin puoleisen reunan vertikaalinen liike (mitta C) mitattiin induktiivisella  $\pm 20$  mm:n HBM:n anturia (kuva 5d).



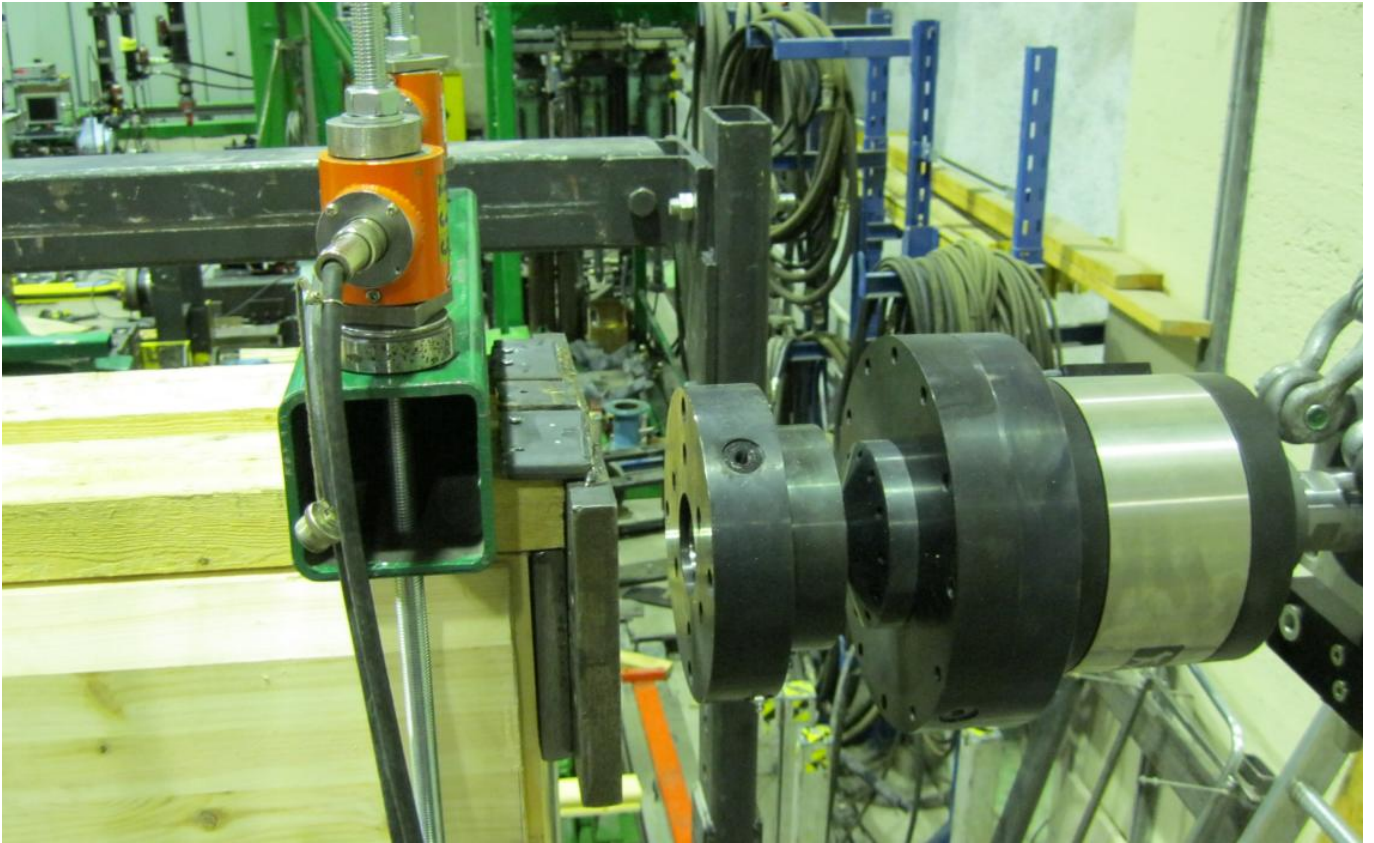
**Kuva 4 Koeseinän kuormitus- ja mittausjärjestelyt**



**Kuva 5 Koeseinän kuormitus- ja mittausjärjestelyt**

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkittuilla näytteillä

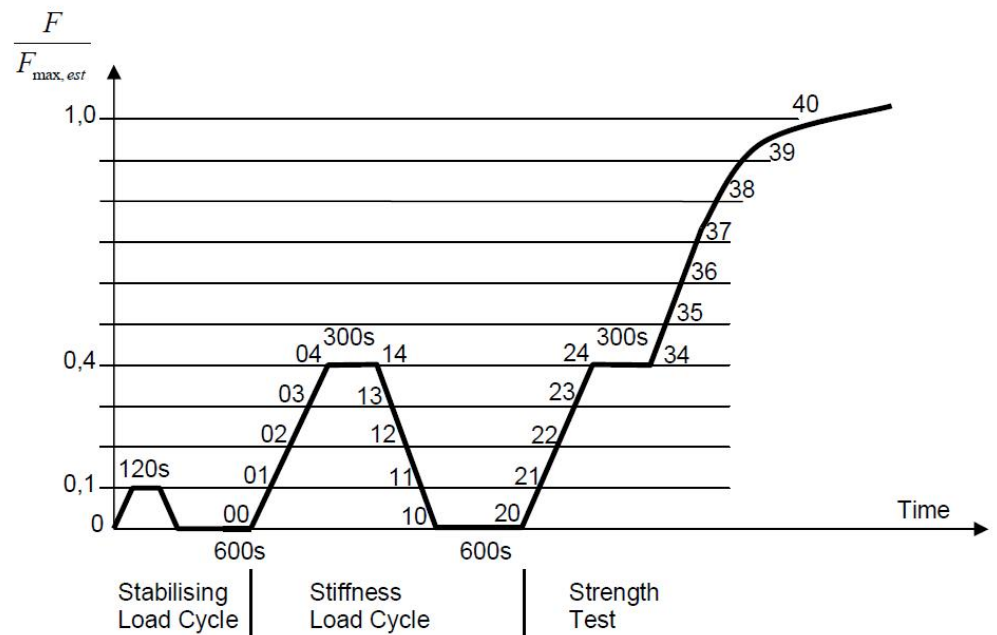
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen missään muussa muodossa mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



**Kuva 6 Koeseinän kuormitus ja mittausjärjestelyt**

Koeseinän kuormitus suoritettiin standardin SFS-EN 594 mukaisesti. Kuormitusyhdet on esitetty kuvassa 7. Arvioitun murtokuorman arvona käytettiin laskennallisesti määritettyä arviota  $F_{\max,est} = 13 \text{ kN}$ . Seinä kuormitettiin siirtymäohjattuna vakionopeuksilla, kun tarkasteltava siirtymä oli kuormituspuolelta liike. Kuormitusnopeus oli 2 mm/min kuorman ollessa alle  $0,4 F_{\max,est}$  ja 4 mm/min kuorman ollessa yli  $0,4 F_{\max,est}$ . Kuormitusta jatkettiin edellä mainituilla nopeuksilla siihen asti kunnes seinän yläreunasta tunkin vastakkaiselta puolelta mitattuna saavutettiin noin 100 mm siirtymä. Tämän jälkeen seinää kuormitettiin nopeudella 10 mm/min siihen asti että saavutettiin noin 110 mm siirtymä.

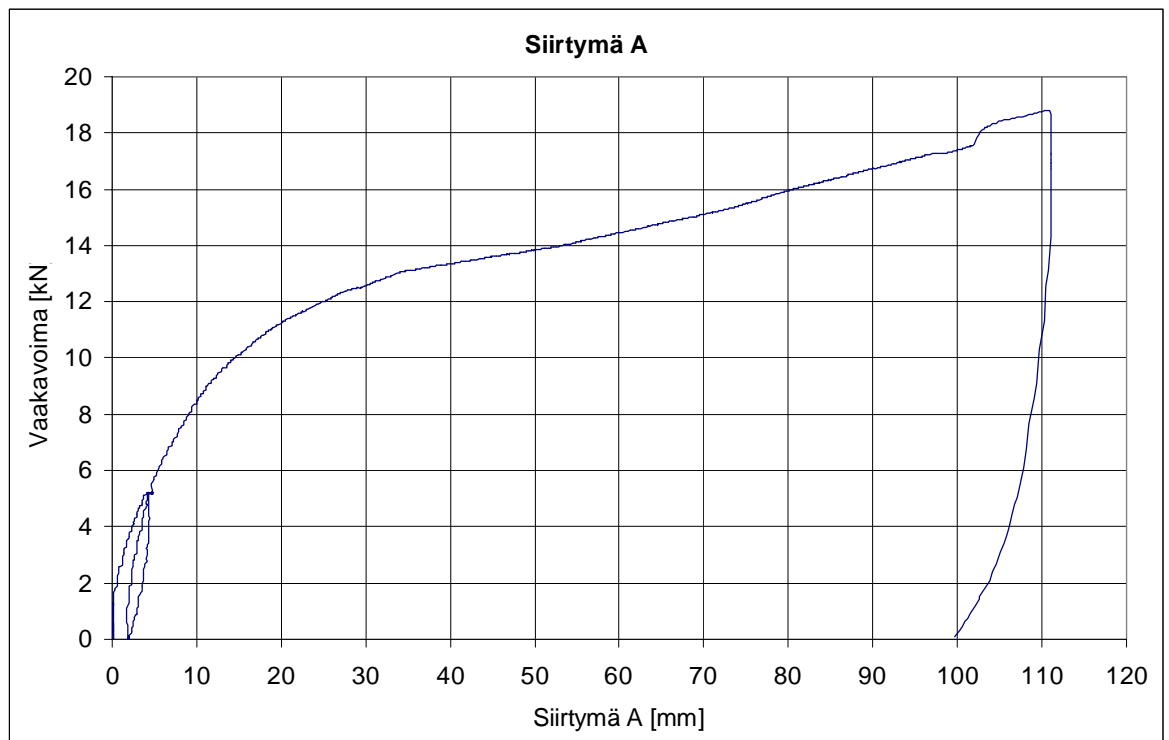
Kuormituksen päätyttyä koeseinästä otettiin yhteensä neljä näytettä, joista määritettiin märkä- ja kuivatiheys sekä kosteuspitoisuus. Kaksi näytettä otettiin seinän kyljistä, ja kaksi karapuista. Tiheys- ja kosteuspitoisuusmittausten tulokset on esitetty liitteessä 1.



Kuva 7 Kuormitusyhdet jykistysseinäkokeessa

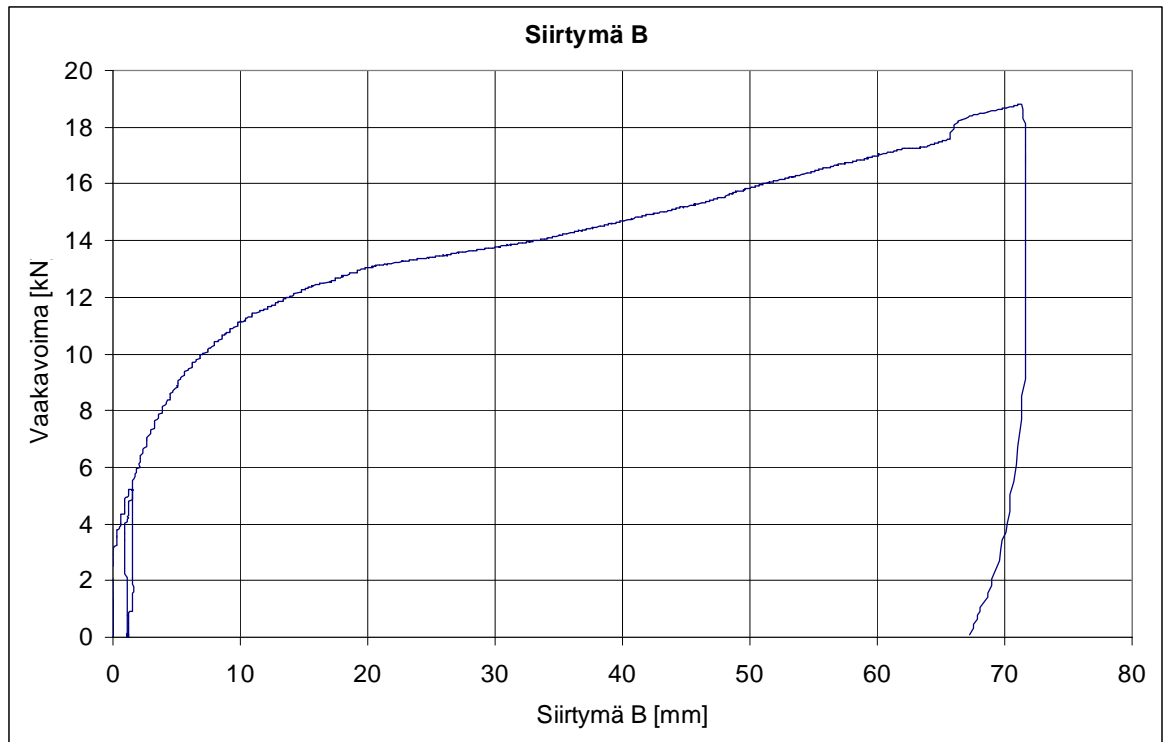
## Koetulokset

Koeseinän murtokuorma 17,4 kN saavutettiin standardin EN 594 mukaisella seinän yläreunan suurimmalla sallitulla 100 mm siirtymällä. Kuormitus jatkettiin tämän jälkeen suuremmalla nopeudella, jolloin kuorma kasvoi standardin mukaista murtokuormaan suuremmaksi. Mitatut voima-siirtymäriippuvuudet on esitetty kuvissa 8, 9 ja 10.

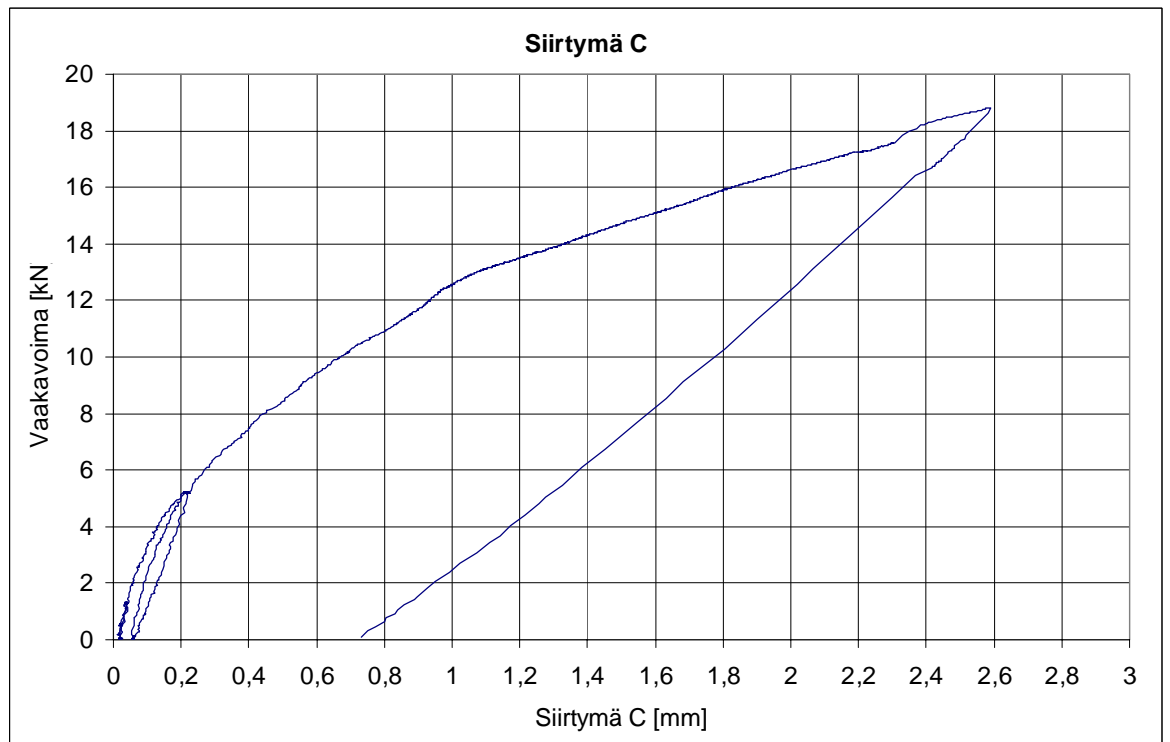


Kuva 8 Seinän yläreunan voima-siirtymäriippuvuus

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille



**Kuva 9** Seinän diagonaalimitan voima-siirtymäriippuvuus



**Kuva 10** Seinän alareunan vertikaalsiirtymän voima-siirtymäriippuvuus

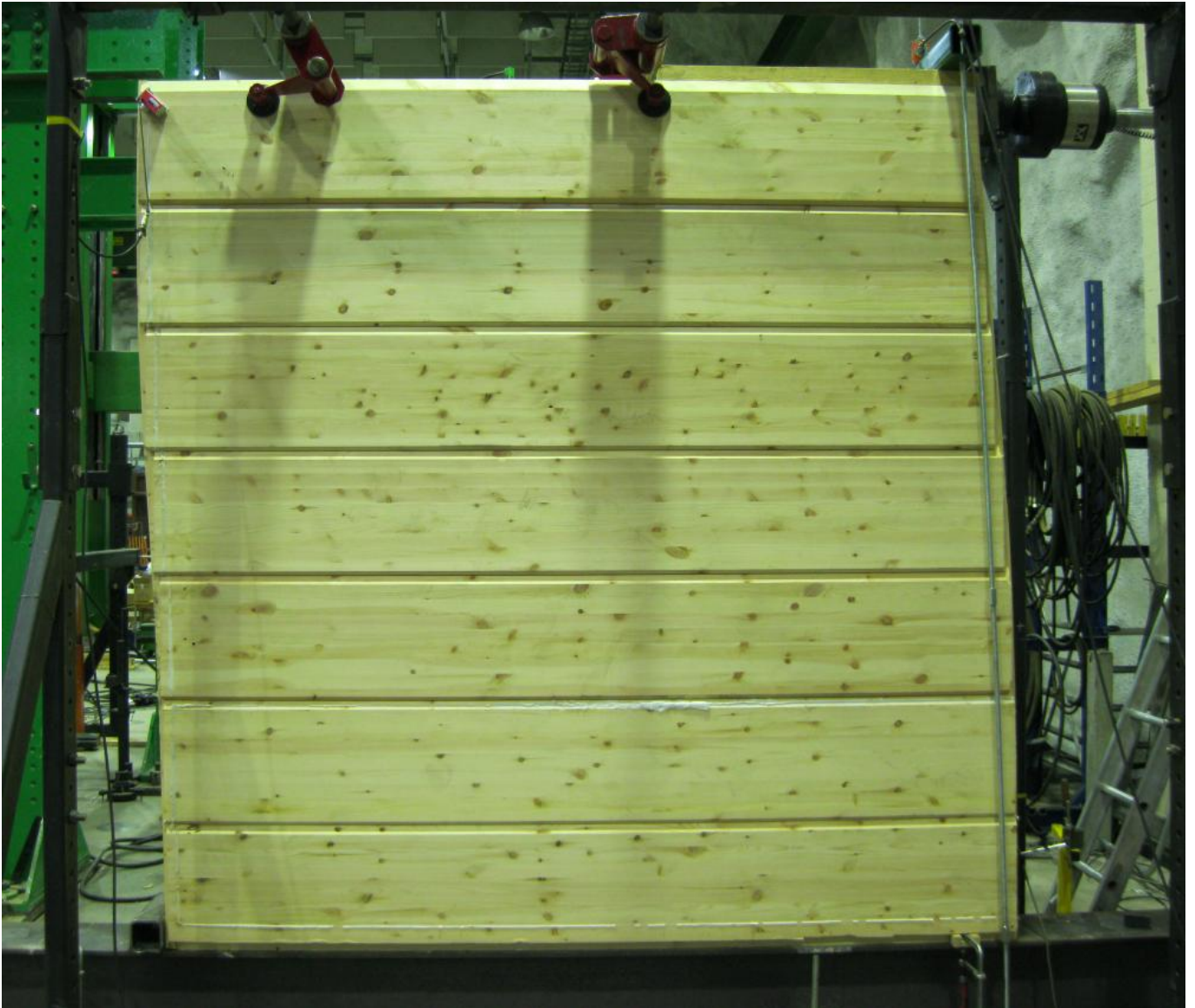
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

Koeseinän murtotapa on esitetty kuvissa 11 – 13. Hirret siirtyivät vaakasuunnassa toisiinsa nähden. Siirtymät olivat suurimpia seinän puolivälissä. Hirsien päissä olleet vinoruuvaukset pettivät, osa vedetyistä ruuveista irtosi ja osa puristetuista vinoruuveista meni poikki. Karapuiden kiinnitysruuveista osa läpäisi karapuun ja osan lähti irti hirsistä.



**Kuva 11 Koeseinän murtotapa**

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkittuille näytteille



**Kuva 12 Koeseinän murtotapa**

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen missään muussa muodossa mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



**Kuva 13 Karapuun läpäisseiden ruuvien reikiä, hirsien välisen vinoruuvauksen ruuvien ulosvetomurto**

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille

**Koetulosten analysointi** Eristehirsiseinärakenteen jäykistyskapasiteetiksi arvioitiin laskennallisesti noin 13 kN. Laskennalliseen kapasiteettiin huomioitiin vinoruuvit hirsien päissä sekä lisäksi karapuiden laskennallinen taivutuskestävyys. Karapuiden taivutusmurron tapahtumiseksi karapuiden kiinnityksen tulisi kuitenkin olla tarpeeksi jäykkä ja kestävä. Karapuut eivät kokeessa murtuneet taivutuksella, vaan niiden kiinnitys rikkoutui osittain, vedettyjen ruuvien kapasiteetin ylityttyä. Vedetyt ruuvit sijaitsivat seinän tunkin puoleisessa päädyssä hirsien alareunoissa, ja vastakkaisessa päädyssä yläreunoissa. Karapuut pysyivät kuitenkin kiinni jokaisessa hirressä jäljellä olevilla kahdella ruuvilla. Seinän murtuminen tapahtui plastisesti ja murtokuorma saavutettiin suurimmalla sallitulla seinän yläpään siirtymällä. Koestuksen edetessä yläreunan siirtymän ollessa noin 35 mm, näytti siltä että murtokuormaksi saadaan alle 15 kN, mutta kuormituksen edetessä seinän kuormankantokyky lähti kuitenkin kasvamaan.

Hirsien välisillä kitkavoimilla oli merkittävä vaikutus seinän kantokykyyn. Kirjallisuudesta löytyvä lukuarvo hirsien ala- ja yläpintojen vanereiden väliselle kitkakertoimelle on noin 0,4, mutta tarkan arvon määrittämiseksi asiaa pitäisi tutkia kokeilla. Vetotankojen kohdalla hirsiin vaikutti puristava voima, joka aiheutti vaakavoimaa vastustavan kitkavoiman hirsien välille. Jos murtokuormasta vähennetään vetotangoissa mitatusta puristavasta voimasta aiheutuva arvioitu kitkavoima, saadaan vaakavoimakestävyuden arvoksi 13,6 kN.

Eristehirsiseinärakenteen jäykistyskapasiteettia arvioitaessa on syytä huomioida, ettei seinän pituuden kasvattaminen lisää seinän jäykistyskestävyyttä. Jos testattava seinä olisi ollut pidempi, olisi seinän jäykistyskestävyys jäänyt todennäköisesti pienemmäksi, sillä vetotangoista aiheutunut puristava voima ja näin ollen kitkavoima olisivat olleet pienempiä.

Espoo, 20.8.2010

Ari Kevarinmäki  
Erikoistutkija

Tero Sundström  
Tutkija

**LIITTEET**

Liite 1: Tiheys- ja kosteuspitoisuuspöytäkirja

**JAKELU**

Tilaaaja  
VTT Expert Services / Arkisto

Alkuperäinen  
Alkuperäinen

**Oy Kohiwood Ltd Jäykistyskokeet**  
Tiheys- ja kosteuspitoisuuspöytäkirja

Tunnus	Paksuus [mm]	Leveys [mm]	Pituus [mm]	Märkäpaino [g]	Kuivapaino [g]	Kosteus $\omega$ [%]	Märkätiheys $\rho_{\omega}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Kuivatiheys $\rho_0$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	29,96	258,00	89,59	322,98	288,18	12,1	466	416
2	30,19	258,00	80,75	296,97	263,22	12,8	472	418
3	27,92	125,64	74,26	116,63	103,05	13,2	448	396
4	27,88	140,22	104,50	213,27	189,11	12,8	522	463
Keskiarvo						12,7	477	423
Keskiahjonta						0,461	31,7	28,3

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille