

Finnfoam FF-Frame

Apukarmi

Suunnitteluohje

6.6.2022

Finnfoam FF-Frame

Projektin numero: 6218249

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistä	3
1.1	FF-Frame.....	3
1.2	Suunnitteluohjeen käyttötarkoitus.....	3
1.3	Noudatettavat määräykset, standardit ja ohjeet.....	3
2	FF-Frame ominaisuudet	4
2.1	Materiaaliominaisuudet.....	4
2.2	Materiaalin työstö ja valmistustoleranssit.....	4
2.3	FF-Frame tuotteen hyödyt apukarmirakenteissa.....	4
3	FF-Framen suunnittelu apukarmirakenteeksi	5
3.1	FF-Frame sandwich-elementin apukarmirakenteena.....	5
3.2	FF-Frame sisäkuorielementin apukarmirakenteena.....	7
3.3	FF-Frame jälkiasennettuna apukarmirakenteena.....	10
3.4	Ikkunakarmin liitos FF-Frame apukarmiin.....	12
4	FF-Frame tuotteen suoritusasoilmoitus, testaukset, hyväksynät	13

1 Yleistä

1.1 FF-Frame

FF-Frame on rakenteellista lujuutta omaava eristemateriaali, joka valmistetaan liimaamalla ja puristamalla kierrätettyä PIR/PUR-rouhetta. Tuotetta valmistetaan suorakaiteen muotoisina profiileina, joiden varastokoot ovat 40x100x2750 mm ja 40x150x2750 mm.



Kuva 1.1: FF-Frame

1.2 Suunnitteluohjeen käyttötarkoitus

Rakennesuunnittelijan on tehtävä apukarmien suunnittelu kohdekohtaisesti ja varmistaa liitosdetaljien sekä materiaalivalintojen sopivuus kyseiseen kohteeseen. Tämän suunnitteluohjeen tarkoitus on esittää FF-Frame tuotteen ominaisuudet sekä selostaa suunnittelussa huomioitavia tekijöitä, kun tuotetta käytetään ikkunoiden apukarmirakenteina.

1.3 Noudatettavat määräykset, standardit ja ohjeet

Voimassa olevat viralliset määräykset, lait ja asetukset:

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999

Viranomaisten ja asiantuntijoiden työn aikana antamat ohjeet

2 FF-Frame ominaisuudet

2.1 Materiaaliominaisuudet

FF-Framessa ei ole syysuuntia kuten sahatavarassa ja siksi materiaalin ominaisuudet ovat samanlaiset suunnasta riippumatta. Alla olevassa taulukossa FF-Framen ominaisuuksia on verrattu tavanomaisen sahatavaran vastaaviin ominaisuuksiin. Lämmöneristävyys ja kosteudensietokyky ovat FF-Framella erinomaiset ja pitkäaikaiskestävyysskokeissa FF-Framen UV-säteilyn sietokyky on todettu hyväksi. Testeissä on havaittu ainoastaan materiaalin värin vaihtumista, mutta ei mekaanisten ominaisuuksien heikentymistä. Paloluokituksestaan FF-Frame on D-s3,d0. Puuhun verrattuna savunmuodostuminen on hieman suurempaa. Ikkunoiden apukarmirakenteissa FF-Framea voidaan kuitenkin käyttää puun tilalla, kun ikkunan palonkestovaatimus on EI30.

Taulukko: FF-Frame materiaaliominaisuuksia ja vertailu C24 sahatavaraan

Ominaisuus	FF-Frame	Sahatavara C24
Tiheys	550±50 kg/m ³	350 kg/m ³
Puristuslujuus syysuuntaan	≥7,1 MPa	21 MPa
Puristuslujuus poikkisuuntaan syihin nähden		5,3 MPa
Taivutusvetolujuus	≥4,5 MPa	24 MPa
Lämmönjohtavuus	≤0,089 W/(mK)	≤0,14 W/(mK)
Vedenimeytyminen pitkäaikaisessa upotuksessa	≤ 5 %	60 - 250 %
Paloluokka	D-s3,d0	D-s2,d0

2.2 Materiaalin työstö ja valmistustoleranssit

FF-Framea voidaan työstää samoilla työkaluilla kuin puuta. Myös kiinnikkeinä voidaan käyttää vastavia tuotteita kuin puulle. FF-Framen valmistustoleranssit on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko: FF-Frame valmistustoleranssit

Ominaisuus	Arvo
Pituus	± 2 mm
Leveys	± 2 mm
Paksuus	± 0,5 mm

2.3 FF-Frame tuotteen hyödyt apukarmirakenteissa

FF-Framen käyttökohteita ovat erilaiset apurunkorakenteet kuten ikkunoiden apukarmit. Tuotteen hyödyt saadaan parhaiten esiin rakenteissa, joissa materiaalilta vaaditaan hyvää lämmöneristävyttä, mitta pysyvyyttä, kosteuden sietokykyä ja kohtalaista kuormituskestävyyttä. Tyypillisesti tällaisissa kohdissa käytetään puurakenteita, jotka kuitenkin saattavat olla ongelmallisia puulle epäsuotuisien olosuhteiden vuoksi. Esimerkiksi ikkunan apukarmissa on kohonnut riski liiallisesta kosteusrasituksesta. FF-Frame ekologisenä materiaalina tarjoaa vaihtoehdoisen ratkaisun tällaisiin rakenteisiin.

FF-Framen hyödyt apukarmirakenteena:

- Vedenimeytyminen materiaalin on vähäistä
- Ei homehdu tai lahoa
- Hyvä kosteuskestävyys
- Parempi lämmöneristävyys kuin puulla
- Hyvä puristuslujuus

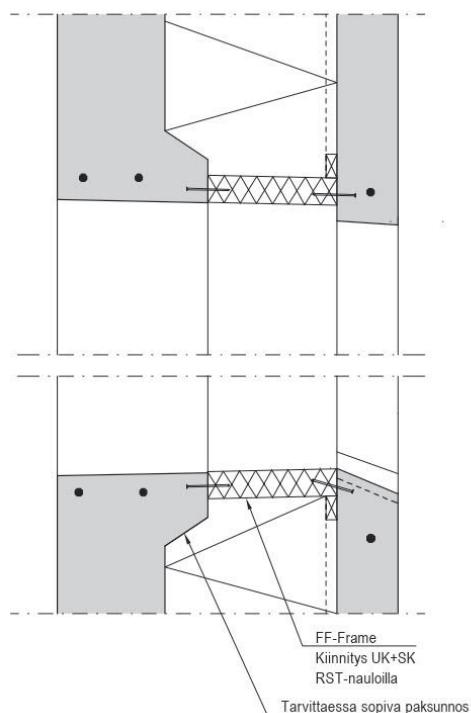
3 FF-Framen suunnittelu apukarmirakenteeksi

FF-Frame soveltuu tavanomaisten ikkunoiden apukarmirakenteeksi puun tilalle. Apukarmin kiinnitykset ja liitosdetaljit on kuitenkin suunniteltava kohdekohtaisesti. Ikkunan apukarmin asennus voidaan tehdä tilanteesta riippuen elementtitehtailla valmiiksi, tai esimerkiksi korjauskohteissa jälkikiinnityksellä.

Betonelementtitehtailla tyypillisimmät apukarmien kiinnitykset tulevat joko sandwich-elementtiin tai sisäkuorielementtiin. Näissä tapauksissa liitoksessa tyypillisesti hyödynnetään valuvaihetta, jolloin apukarmin kiinnikkeet saadaan osittain betonirakenteen sisään. Näin tehden vältetään erikoiskiinnikkeiltä. Korjausrakentamisessa ja muissa jälkikiinnitysratkaisuissa FF-Framen kiinnitys voidaan tehdä betonirakenteeseen kulmarauodoilla, tai vaihtoehtoisesti tuotteelle erikseen valmistetulla kiinnikeosalla FF-Frame Holderilla.

3.1 FF-Frame sandwich-elementin apukarmirakenteena

Sandwich-elementissä apukarmi voidaan kiinnittää sisä- ja ulkokuoren väliin esimerkiksi nauloilla. Apukarmista tehdään ensin ikkuna-aukon kokoinen kehikko, jonka jälkeen RST-naulat lyödään suunnittelijan määrittämällä k-jaolla kiinnitettävän osan kylkiin puolittain. Kantapuolet nauloista jäävät valujen sisään.



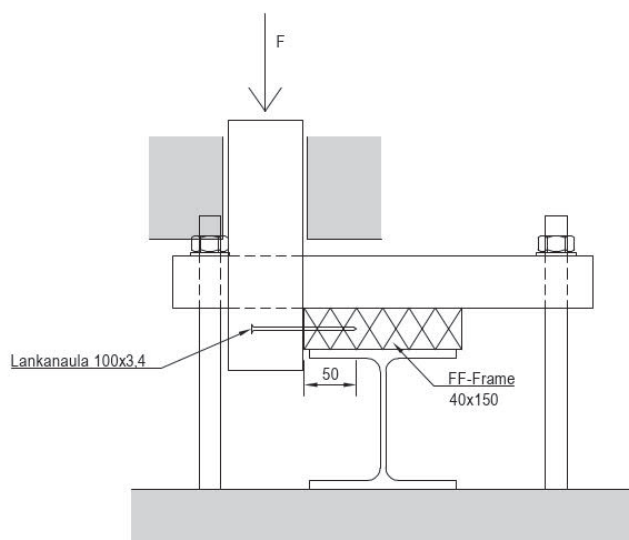
Kuva 3.1: Esimerkkiliitos SW-elementin apukarmin kiinnityksestä

SW-elementin ikkunadetaljin geometriaan vaikuttavat mm. ikkunan karmisyvyys ja ikkunan syvyys-sijainti ikkuna-aukon sisällä. Ikkuna-aukon reunoihin saatetaan tarvita paksunnokset sekä sisä- että ulkokuoreen tai vain toiseen. Ikkunadetaljin suunnittelussa on huomioitava FF-Framen saatavilla olevat profiilikoot, sillä tämä on yksi määrittävä tekijä tarvittavien paksunnoksien kokoihin.

Apukarmin kiinnitystavasta johtuen apukarmin naulakiinnityksiin kohdistuu leikkausvoimarasituksia. Se, miten ikkunan paino jakaantuu apukarmille, riippuu ikkunan sijainnista ikkuna-aukossa. Myös ikkunan tyyppi vaikuttaa kuormanjakaantumiseen, sillä kiinteissä ikkunoissa paino asettuu asennusvaiheessa tuki-/kiilapalojen kautta apukarmin alaosaan. Avattavissa ikkunoissa ikkunarudut voidaan poistaa

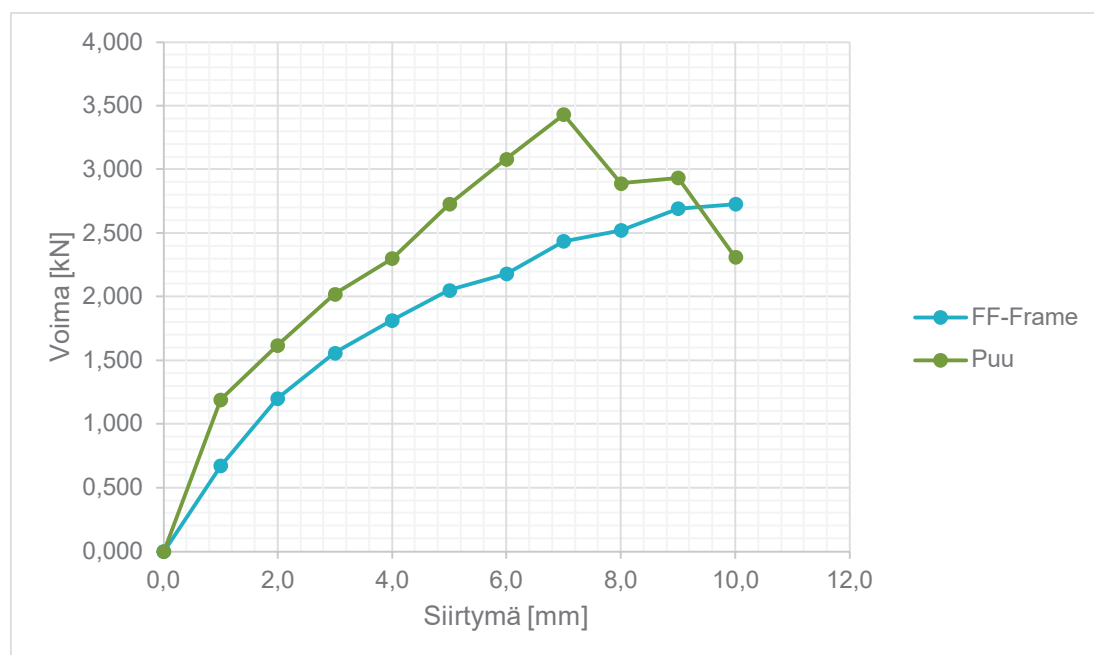
asennusvaiheessa, jolloin aluksi asennetaan ainoastaan ikkunakarmit. Tällöin ikkunakarmin kiinnitysruuveilla on myös kykyä siirtää ikkunan painoa apukarmin pystyosille.

FF-Framen naulaliitoksen leikkauskapasiteettia on testattu Tampereen yliopiston rakennustekniikan laitoksella kuvan mukaisella koejärjestelyllä. Vastaava testaus tehtiin myös puuliitokselle siten, että puu-poikkileikkauksen koko vastasi FF-Framen poikkileikkausta. Testauksessa mitattiin voiman kehittymistä siirtymän kasvaessa. Koekappaleet kuormitettiin murtoon saakka.



Kuva 3.2: Naulaliitoksen (100x3,4) leikkauskapasiteetin koejärjestely FF-Framen kyljestä

Koetuloksista havaittiin, että murto tapahtui lopulta naulan myötämisenä sekä FF-Frame- ja puukoekappaleissa. FF-Framessa naulaliitos käyttäytyi hieman pehmeämmin kuin puussa ja murtokuorma jäi pienemmäksi kuin puisissa koekappaleissa. Murtokapasiteetti ylittää kuitenkin moninkertaisesti sen, mitä liitokselle voidaan sallia siirtymää. Käytännössä apukarmiliitokseen ei sallita juuri ollenkaan siirtymää ja siksi yhden naulan mitoituskuorma on pidettävä matalana. Yhdelle naulalle kohdistuvaa kuormaa voidaan pienentää k-jakoa tihentämällä.

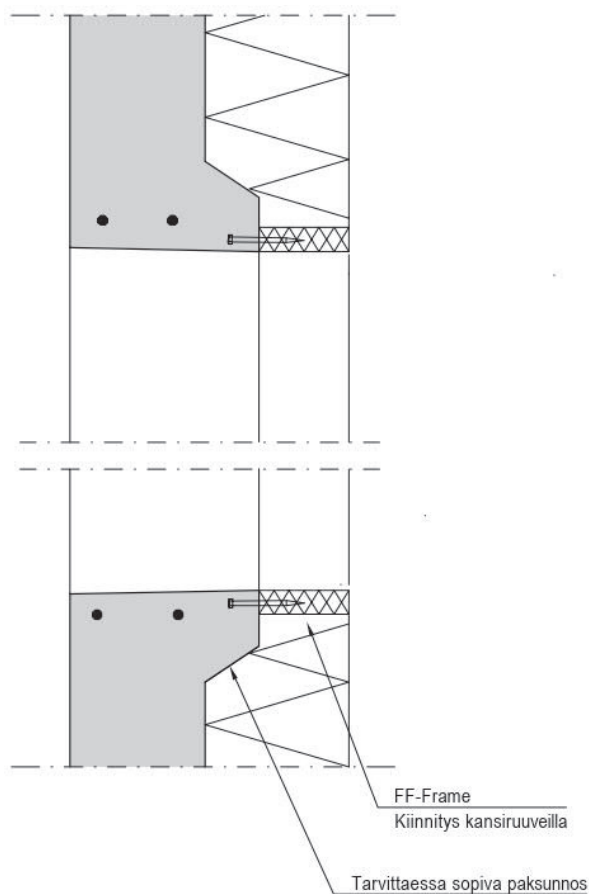


Kuva 3.3: Naulaliitoksen leikkausvoiman kehittyminen siirtymän mukaan. Kuvaajat ovat testaussarjojen keskiarvoja.

FF-Framessa naulojen lisätarve on 25 – 50 % verrattuna vastaavaan puiseen apukarmiliitokseen. Nau-
lojen lisätarve on ainoastaan niissä apukarmin osissa, joihin kohdistuu leikkauskuormitusta. Esimerkiksi
ikkuna-asennuksessa, jossa ikkunan paino kohdistuu tukipalojen kautta apukarmin alaosaan, on li-
sänaulojen tarve apukarmin alaosalla. Mitoitusmenettelyssä ei ole huomioitu apukarmin ja betonin vä-
listä tartuntaa, joka onnistuessaan ja ehjänä ollessaan pitää apukarmin paikallaan tehokkaasti.

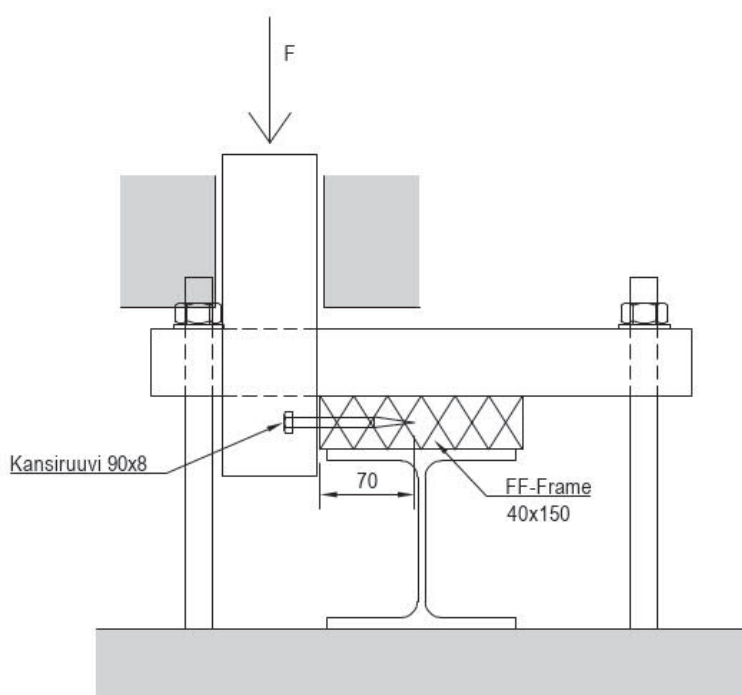
3.2 FF-Frame sisäkuorielementin apukarmirakenteena

Sisäkuorielementeissä apukarmi toimii ulokkeena, jolloin apukarmi on tarpeen kiinnittää vahvemmillä
kiinnikkeillä kuin SW-elementin tapauksessa. Yksi kiinnitystapa on käyttää naulojen sijaan kansiruuveja,
jotka kiinnitetään nauloja vastaavalla tavalla puoliksi apukarmin sisään. Ruuvin kantapuoli jää sisäkuo-
ren valun sisään. Apukarmista tehdään ennen asennusta yhtenäinen kehikko.

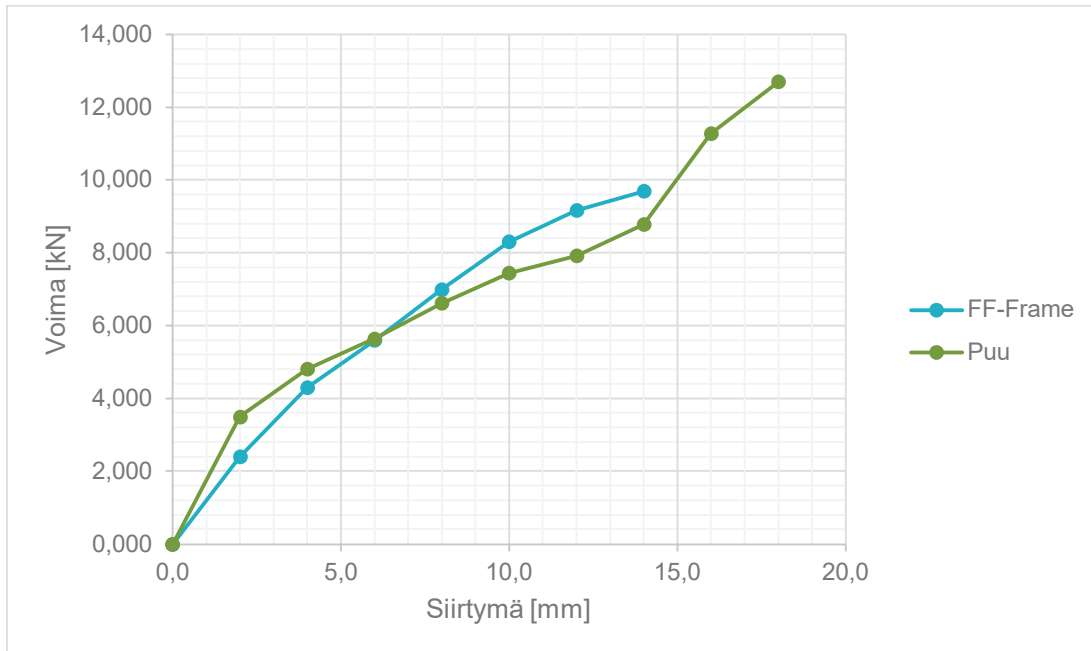


Kuva 3.4: Esimerkkiliitos sisäkuorielementin apukarmin kiinnityksestä

FF-Framen kansiruuviiliitoksen leikkaukskapasiteettia on testattu Tampereen yliopiston rakennustekniikan
laitoksella seuraavan kuvan mukaisella koejärjestelyllä. Vastaava testaus tehtiin myös puuliitokselle
siten, että puupoikkileikkauksen koko vastasi FF-Framen poikkileikkausta. Testauksessa mitattiin voi-
man kehittymistä siirtymän kasvaessa. Koekappaleet kuormitettiin murtoon saakka.

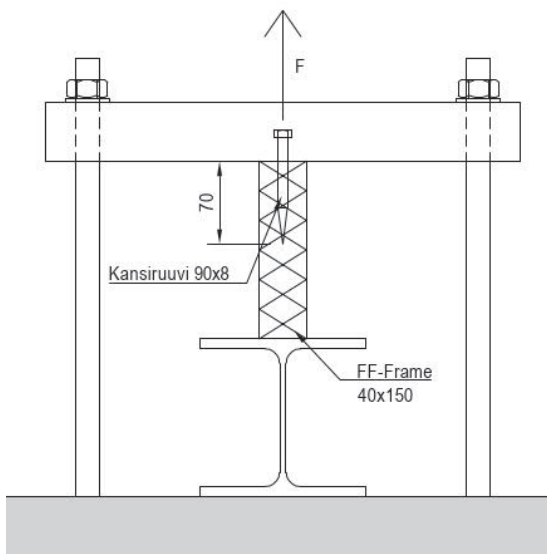


Kuva 3.5: Kansiruuviliitoksen (90x8) leikkauskapasiteetin koejärjestely FF-Framen kyljestä

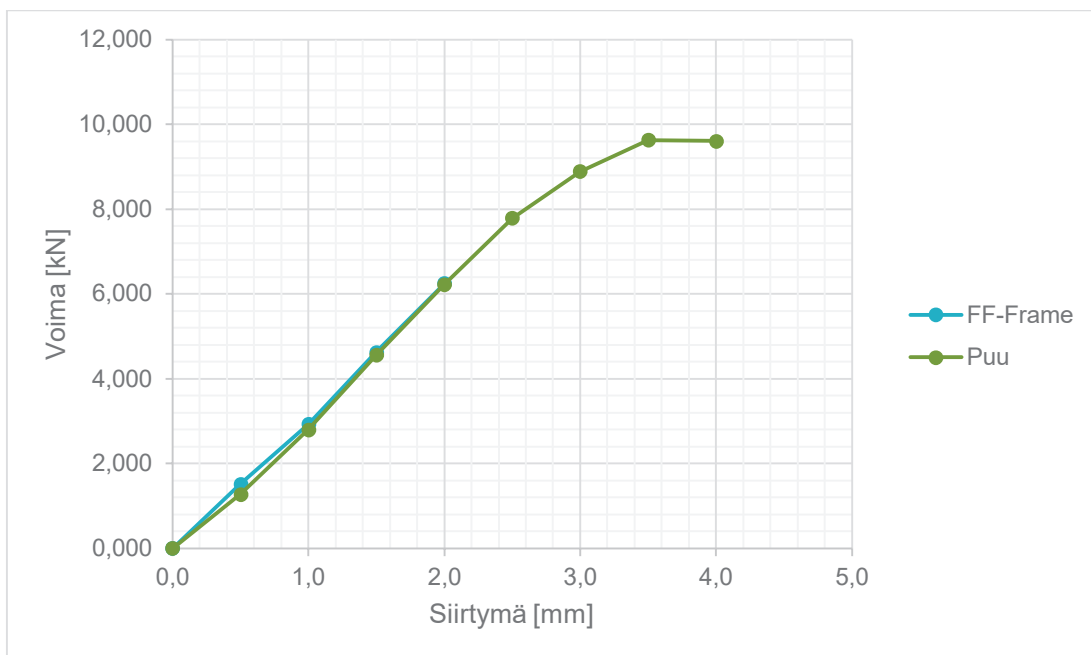


Kuva 3.6: Kansiruuviliitoksen leikkausvoiman kehittyminen siirtymän mukaan. Kuvaajat ovat testaussarjojen keskiarvoja

Kansiruuveihin kohdistuu myös vetorasituksia. Vetovoimia syntyy mm. ikkunan omasta painosta sekä tuulenpaineesta. Tämän vuoksi FF-Framen kansiruuvien liitokselle tehtiin myös ulosvetotesti seuraavan kuvan mukaisella koejärjestelyllä.



Kuva 3.7: Kansiruuviliitoksen (90x8) vetokapasiteetin koejärjestely FF-Framen kyljestä



Kuva 3.8: Kansiruuviliitoksen vetovoiman kehittyminen siirtymän mukaan. Kuvaajat ovat testaussarjojen keskiarvoja

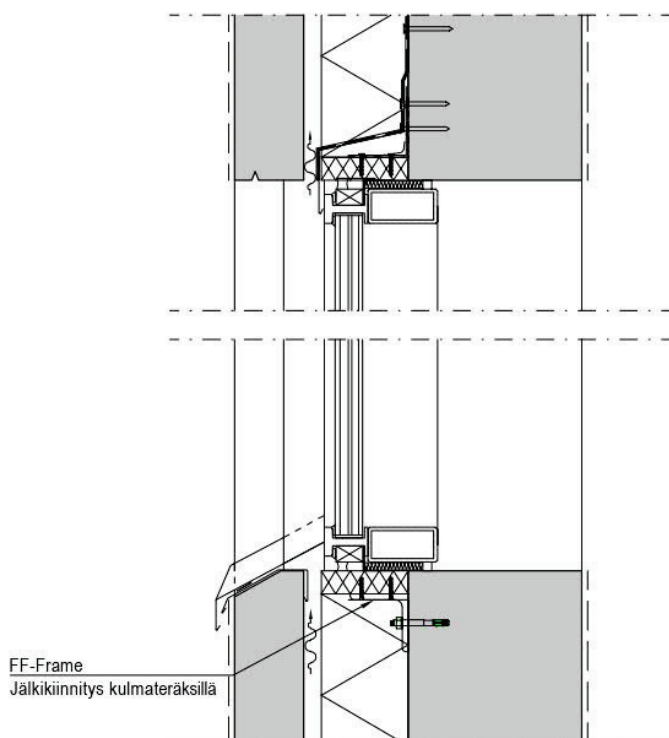
Koetuloksien perusteella voidaan todeta, että kansiruuviliitos on leikkausrasitukselle FF-Framessa hieman joustavampi kuin puussa. FF-Framessa naulaliitoksen tapaan myös leikkausrasitetuille kansiruuveille tiheämpi jakoväli on siirtymän hallinnan kannalta tarpeen. Kansiruuvien lisätarve on 25 – 50 % leikkausrasitetuihin kohtiin.

Ulosvetokoetulosten perusteella voidaan todeta, että puun ja FF-Framen välillä ei ole eroavaisuuksia pienillä siirtymän arvoilla ja siten lisäruiden tarve vetovoimille ei ole tarpeen. Kansiruuvien FF-Framen ulosvetokapasiteetti oli testissä keskimäärin 6,2 kN siirtymän ollessa 2,0 mm. Puuliitoksessa ulosvetokapasiteetti oli keskimäärin 9,6 kN siirtymän ollessa 3,5 mm. Mitoituksessa on leikkausvoiman tapaan

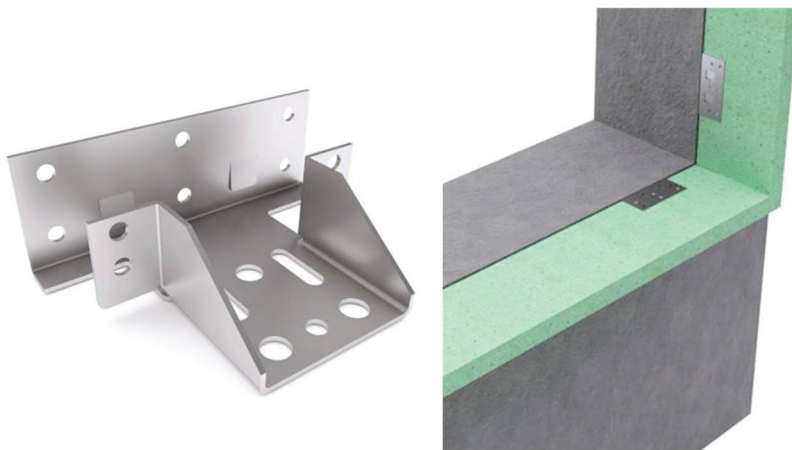
pysyteltävä pienissä siirtymäarvoissa. Esimerkiksi pienellä 0,5 mm siirtymällä kansiruuvilla on kyky välittää n. 1,2 kN vetovoima. Tällöin varmuus murtoon on moninkertainen ja liitos toimii halutulla tavalla.

3.3 FF-Frame jälkiasennettuna apukarmirakenteena

Ikkunoiden apukarmeja joudutaan myös asentamaan jälkikiinnitteisesti mm. erilaisissa korjauskohdeissa. Tällöin tyypillinen kiinnitysratkaisu toteutetaan kulmateräksien avulla, tai vaihtoehtoisesti FF-Framea käytettäessä voidaan kiinnitykseen käyttää FF-Framelle erikseen valmistettua liitososaa FF-Frame Holderia ks. kuva 3.10. Suunnitteluvaiheessa on hyvä varmistaa FF-Frame Holderin saatavuustilanne. Seuraavassa kuvassa on esitetty esimerkkiliitos jälkiasenteisesta ikkunaliitoksesta.

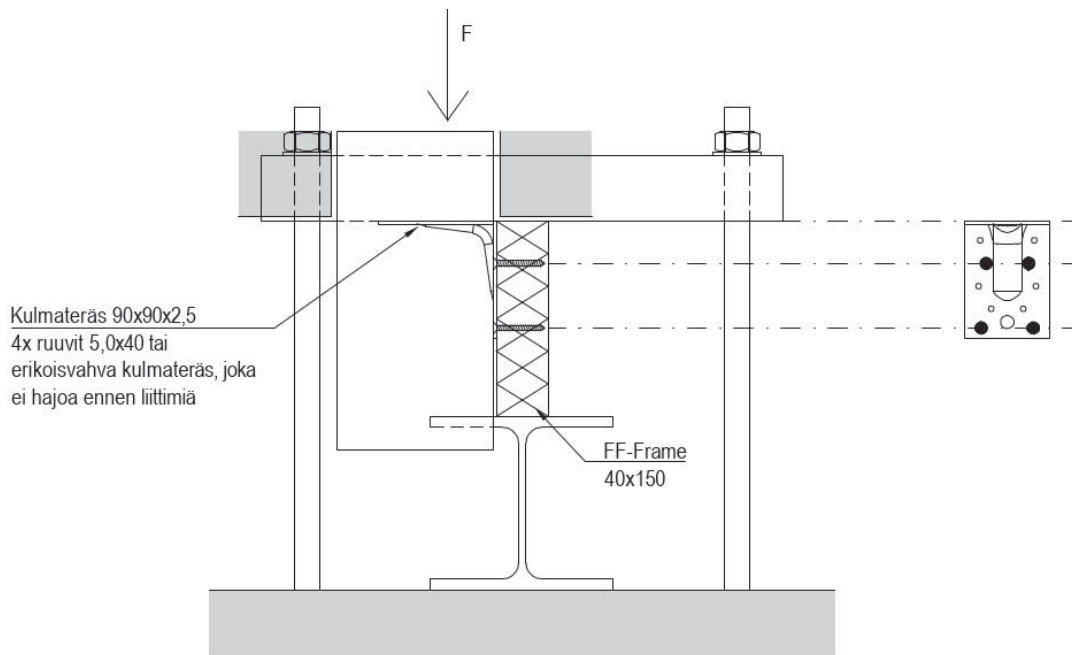


Kuva 3.9: Esimerkkiliitos apukarmin kiinnityksestä jälkiasenteisena

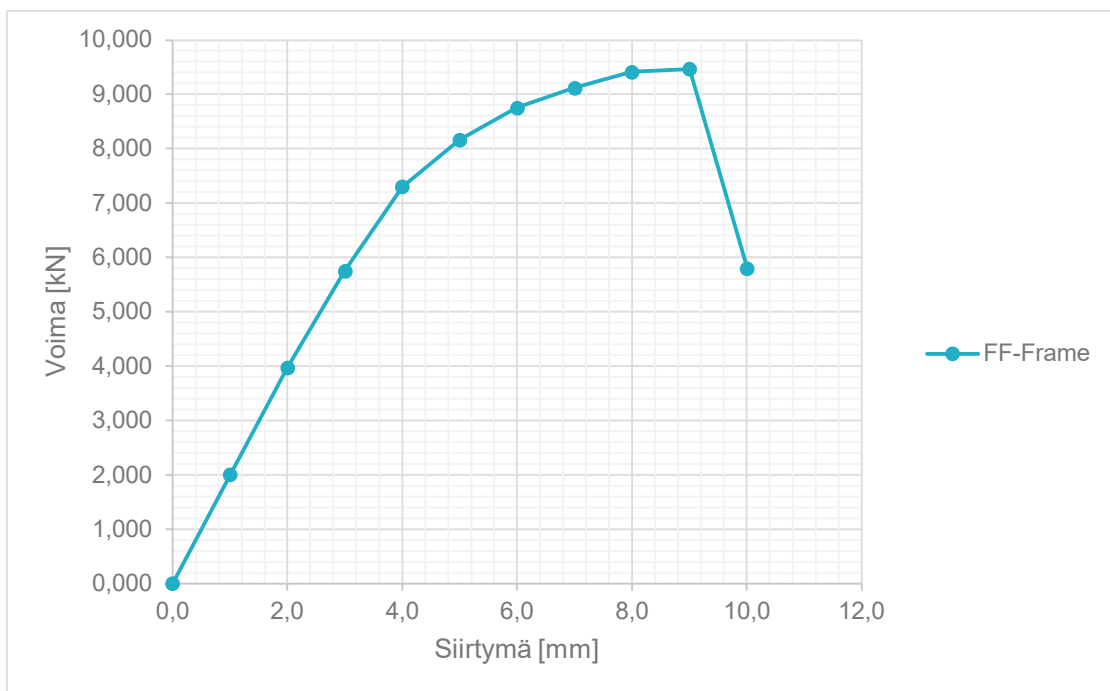


Kuva 3.10: FF-Framen jälkikiinnitykseen tarkoitettu teräsosa FF-Frame Holder

FF-Framen kulmateräslitoksen leikkauskapasiteettia on testattu Tampereen yliopiston rakennustekniikan laitoksella seuraavan kuvan mukaisella koejärjestelyllä. Testauksessa mitattiin voiman kehittymistä siirtymän kasvaessa. Koekappaleet kuormitettiin murtoon saakka. Aluksi koejärjestelyn liitos toteutettiin tavanomaisella kulmateräksellä 90x90x2,5. Tässä liitoksessa kulmateräs murtui ensimmäisenä ennen kuin liitoksen ruuvit taipuivat. Koejärjestelyä jatkettiin vaihtamalla tavanomainen rautakaupan kulmateräs kokeeseen erikseen valmistetulla vahvalla liitososalla. Tällä tavalla saatiin kuvan 3.12 mukainen kapasiteettikäyrä itse liitokselle.



Kuva 3.11: Kulmateräslitoksen leikkauskapasiteetin koejärjestely FF-Framen kyljestä



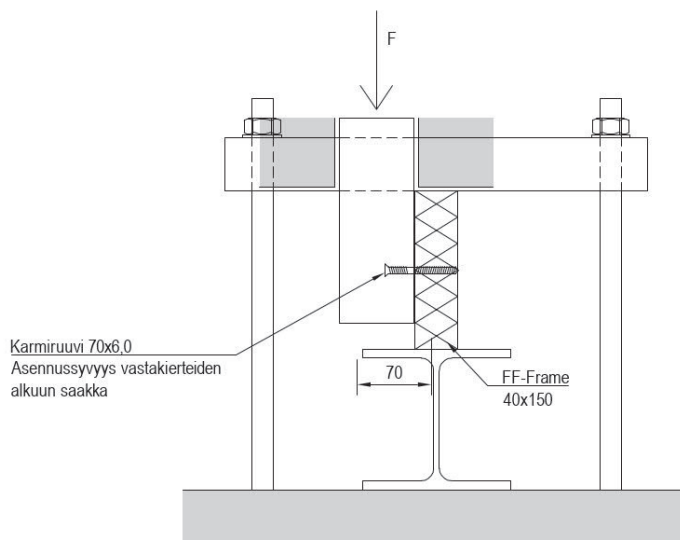
Kuva 3.12: Kulmarautaliitoksen leikkausvoiman kehittyminen siirtymän mukaan, kun kokeessa on käytetty erityisen vahvaa kulmarautaa. Kuvaaja on testausarvojen keskiarvo.

Kulmateräsliitoksen leikkaukspäiteikkokeen tuloksista havaitaan, että leikkaukvoima-siirtymäkuvaaja on hyvin lineaarinen n. 4 mm siirtymään saakka. Liitokseen kohdistuva leikkaukvoima on tällöin keskimäärin 7,3 kN, joka on päsiteetin keskiarvosta n. 80 %. Käytännössä liitoksen siirtymät täytyy rajoittaa hyvin pieniksi 0,5 mm-1 mm välille, jolloin yhden kulmateräs liitoksen (4x 5,0x40 ruuvit) päsiteetti on suuruusluokaltaan n. 1 kN. Vaikka koejärjestelyssä tavanomainen kulmateräs vaihdettiin järeämpään, voi tavanomaisen kulmaraudan päsiteetti kuitenkin olla täysin riittävä.

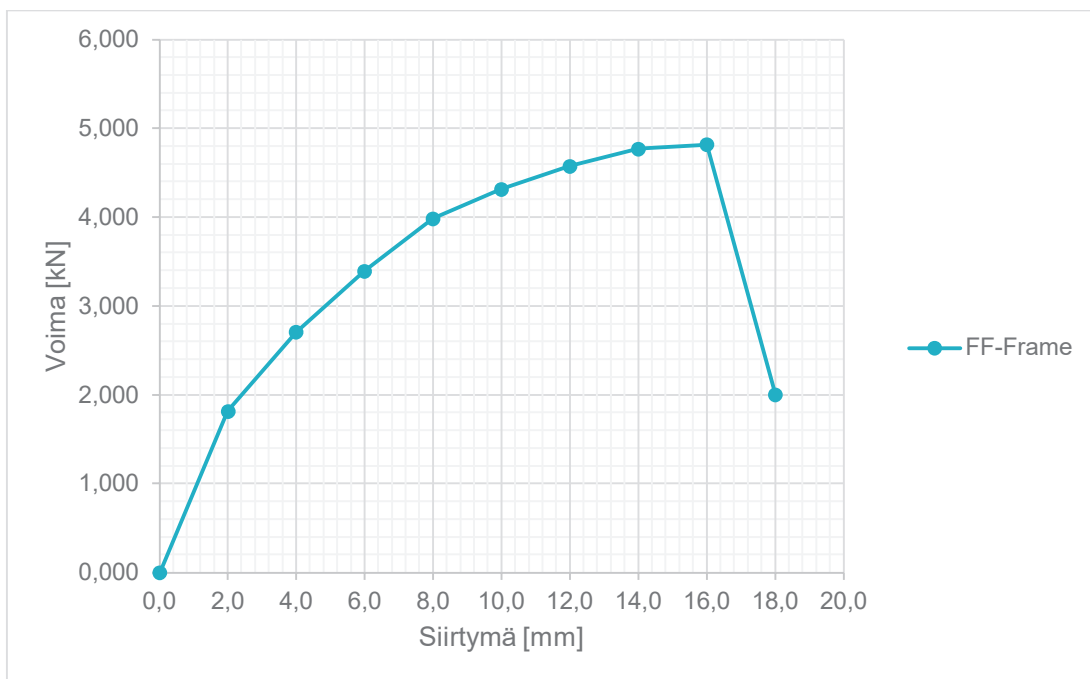
3.4 Ikkunakarmin liitos FF-Frame apukarmiin

Itse ikkunan kiinnitys apukarmiin toteutetaan tyypillisesti karmiruuveilla. Kun apukarmiina käytetään FF-Framea, voidaan ikkunan kiinnitys tehdä täysin vastaavasti kuin puisessa apukarmissakin. Karmiruuviin kohdistuu käytännössä ainoastaan leikkaukvoimaa, joka tosin voi vaikuttaa eri suunnista. Asennustavasta riippuen karmiruuviin kohdistuu ikkunan painosta johtuva alaspäin vaikuttava leikkaukvoima. Tuulenpaine ja -imu aiheuttavat vaakasuuntaisia leikkaukvoimia ikkunan ja apukarmin väliseen liitokseen.

Ikkunan karmin ja FF-Framesta valmistetun apukarmin välistä leikkaukspäiteettä testattiin Tampereen yliopiston rakennustekniikan laitoksella seuraavan kuvan mukaisella koejärjestelyllä. Kokeessa karmiruuvi ruuvattiin aiemmista testeistä poiketen testikappaleen lappeeseen, koska todellisessakin tilanteessa karmiruuvi kiinnitetään vastaavaan pintaan. Testauksessa mitattiin voiman kehitymistä siirtymän kasvaessa. Koekappaleet kuormitettiin murtoon saakka.



Kuva 3.13: Karmiruuvi-liitoksen leikkaukspäiteetin koejärjestely FF-Framen kyljestä



Kuva: Karmiruuviiliitoksen leikkausvoiman kehittyminen siirtymän mukaan. Kuvaaja on testaussarjojen keskiarvo.

Karmiruuviiliitoksen leikkaukskapasiteettikokeen tuloksista havaitaan, että leikkausvoima-siirtymäkuvaajassa ei ole selkeää lineaarista osuutta, mutta yhdellä ruuvilla on keskimäärin 4,8 kN murtokapasiteetti siirtymän ollessa tässä vaiheessa jo hyvinkin suuri n. 16 mm. Käytännössä liitoksen siirtymät täytyy rajoittaa hyvin pieniksi 0,5 mm - 1 mm välille, jolloin yhden ruuviiliitoksen kapasiteetti on suuruusluokaltaan n. 0,5 - 1 kN.

4 FF-Frame tuotteen suoritusasoilmoitus, testaukset, hyväksynyt

FF-Frame tuotteelle on tehty seuraavat hyväksynyt ja testaukset:

Ominaisuus	Menetelmä / Dokumentti
Palokestävyys	Paloluokitusmenetelmät EN1364-1 EN 13501-1+A1:2010
UV-testaus	UV-TEST, ISO 4892-3 mukaan
M1-luokitus	Päästöluokitus-testaus: Eurofins 235-2021-00577001_I_EN
Koekuormitus, mekaaninen kestävyys	Tampereen yliopisto, tutkimuslause Nro RAK/2670/2022
Suoritusasoilmoitus	DECLARATION OF PERFORMANCE NR. 001-AND-2020-11-04