

betoni
Betonikeskus ry



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Valmisosarakentamisen julkisivujen toteutusprosessit

Ikkunan asentaminen betonielementtitehtaalla

Olli Teriö

Alkusanat

Tämän kehitysprojektin tavoitteena oli lisätä betonijulkisivujen esivalmistusastetta asentamalla ikkunat betonielementteihin jo tehtaalla. Tässä raportissa esitetään menettelyn prosessikuvaus ja keskeiset muutokset ikkunoiden työmaa-asennukseen verrattuna.

Kehitysprojekti on osa Rakennusteollisuus RT ry:n Ketju-kehitysohjelmaa, jonka tavoitteena on kehittää rakentamisen logistiikkaa yritys- ja toimialatasolla.

Osaprojektin ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Arto Suikka, Rakennusteollisuus RT:stä ja ohjausryhmän jäseniä olivat Jani Kemppainen, Rakennusteollisuus RT Markus Haatainen ja Tuomo Kovanen, Lujabetoni Timo Hilpinen, NCC Rakennus Oy Esa Narmala ja Merja Nikula, Narmapinnoitus Oy Pasi Peltola, Fenestra Oy Veli Repo, Elemento Oy Juhani Kauko, Joutsenon elementti Oy.

Keskeisenä tutkimusmenetelmänä on käytetty henkilökohtaisia haastatteluja. Haastatellut henkilöt olivat rakennuttajia, suunnittelijoita sekä teollisuuden ja rakennusyriyten edustajia.

Lämpimät kiitokset kaikille kehitysprojektiin osallistuneille henkilöille.

Tampereella 27. lokakuuta 2009

Olli Teriö

Tiivistelmä

Tutkimuksessa tarkasteltiin ikkunoiden ja lämmöneristeiden asentamista betonielementteihin jo tehtaalla. Keskeisinä tutkimusmenetelminä käytettiin henkilökohtaisia haastatteluja ja työmaiden havainnointia. Toiminnan kehittämiseksi järjestettiin asiantuntijaworkshop.

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää kustannustehokkaat toteutustavat entistä valmiimpien ja laadukkaampien julkisivujen toteutukseen. Tutkimuksen osatavoitteina oli

- selvittää julkisivun varustelun vaikutukset projektin logistiikkaan, aikatauluun, laatuun, kustannuksiin, riskeihin sekä vastuukysymyksiin
- mitata ja verrata erilaisten toteutustapojen hyötyjä ja ominaisuuksia toisiinsa sekä nykyisiin käytäntöihin
- parantaa rakentamisen työturvallisuutta, laatua ja kustannustehokkuutta.

Ikkunan asentaminen betonielementteihin jo tehtaalla vaikuttaa tutkimuksen perusteella hyvältä ratkaisulta. Menettelyn vaikutukset projektin logistiikkaan, aikatauluun ja vastuukysymyksiin on huomioitava, mutta mitään ylivoimaista haastetta menettelyyn ei liity. Ikkunoiden asentamista elementtitehtaalla on jonkin verran kritisoitu muun muassa ikkunoiden rikkoutumisriskin ja ikkunallisten elementtien asentamisen vaikeutumisen vuoksi. Tarkemmassa tarkastelussa ei menetelmien välille kuitenkaan löytynyt merkittäviä eroja riskien tai laadun suhteen.

Ikkunoiden asentamisen suorat kustannukset ovat hyvin lähellä toisiaan riippumatta siitä, asennetaanko ikkunat elementtitehtaalla vai työmaalla. Ikkunoiden tehtaalla asentamisesta syntyy työmaalle kuitenkin välillisiä hyötyjä, jotka puoltavat ikkunan asentamista tehtaalla taloudellisessa mielessä. Myös työturvallisuuden ja ergonomian huomioonotto puoltaa ikkunan asentamista tehtaalla. Ikkunan tehdasasennuksen välillisiä hyötyjä ovat muun muassa:

- Nostokapasiteetin tarve työmaalla vähenee, millä saadaan aikaan nopeampi runko-asennus tai vaihtoehtoisesti asennuksen pelivarat lisääntyvät.
- Ikkunoiden vaakasiirrot holvilla jäävät pois ja varastotilan tarve holvilla ja tontilla vähenee.
- Ikkuna-aukkojen työturvakaiteiden asentaminen ja ikkuna-aukkojen sääsuojaus jää tarpeettomaksi.
- Nopea vaipan umpeen saanti nopeuttaa rungon kuivattamista, mikä nopeuttaa sisävalmistustöiden aloittamista. Rakennusajan lyhentymisestä saadaan aikaan säästöä yleiskustannuksista.
- Rakennustyömaan lämmittämisessä ei hukata turhaan energiaa, kun ikkunat ovat paikoillaan.

Elementti- ja ikkunatoimitusten hankintavertailu yhdessä välillisten hyötyjen arvioinnin kanssa ratkaisevat menettelyn edullisuuden. Kaikkien kustannusten ja hyötyjen arviointi on vaikeaa, mutta harjaantumisen ja prosessien hiomisen jälkeen voidaan olettaa, että ikkunoiden asentaminen tehtaalla on perusteltavissa myös taloudellisesti. Varsinkin, jos välilliset hyödyt pystytään hyödyntämään täysimääräisesti.

Sisällysluettelo

Alkusanat

Tiivistelmä

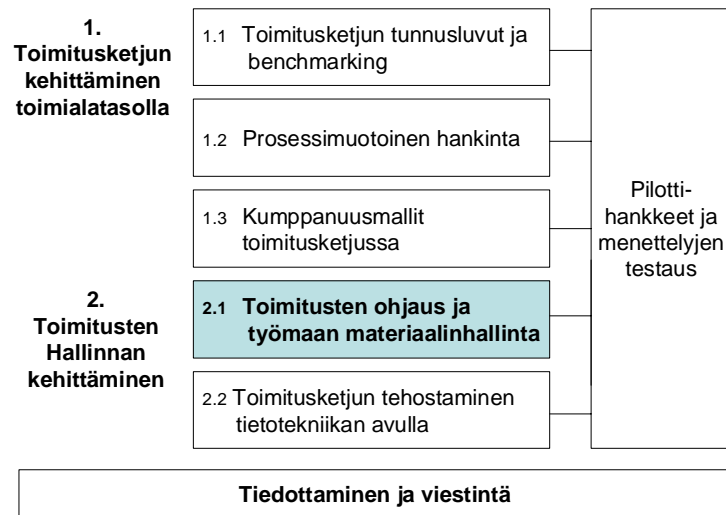
Sisällysluettelo.....	4
1. Johdanto	5
1.1 Taustaa.....	5
1.2 Tavoitteet ja rajaukset.....	5
1.3 Kehitysprojektin suoritus.....	6
2. Ikkunan asentaminen tehtaalla – prosessin kuvaus.....	7
2.1 Yleistä.....	7
2.2 Hankintavaihe.....	8
2.3 Suunnittelu.....	10
2.4 Elementtien valmistus ja ikkunoiden asentaminen tehtaalla.....	12
2.5 Elementtien asennus.....	15
2.6 Takuu- ja vastuukysymykset.....	16
3. Ikkunoiden tehdasasennuksen hyödyt.....	17
3.1 Logistiset hyödyt.....	17
3.2 Työturvallisuus.....	18
3.3 Ikkuna-asennuksen kustannustarkastelu.....	19
4. Yhteenveto	22

1. Johdanto

1.1 Taustaa

Tämä kehitysprojekti liittyy Rakennusteollisuus RT ry:n Ketju-kehitysohjelmaan (kuva 1). Ketju-ohjelmassa tarkastellaan rakentamisen toimitusketjua suunnittelusta materiaalitöimittajan valmistusprosessiin ja edelleen asennukseen työmaalla. Tähän ketjuun kuuluu monia siirto-, kuljetus- ja varastointivaiheita, jotka aiheuttavat kustannuksia, aikaviiveitä ja laaturiskejä. Materiaali- ja tietovirtojen järkevällä suunnittelulla ja ohjauksella voidaan merkittävästi vaikuttaa kolmeen kilpailukyvyn osatekijään eli kustannuksiin, laatuun ja nopeuteen.

Rakennusteollisuuden toimitusketjujen kehittäminen KETJU-projekti



Kuva 1. Rakennusteollisuuden toimitusketjujen kehittäminen (KETJU-projekti). Tämä osa-projekti kuuluu toimitusten ohjausta ja työmaan materiaalinhallintaa käsittelevään osaluueeseen.

Ikkunoita asennettiin Suomessa betonielementteihin jo 1970-luvulla. Esimerkiksi Ruotsissa ja Hollannissa muutamat yritykset asentavat ikkunoita nykyisinkin betonielementteihin. Jostakin syystä käytännöstä on lähes kokonaan luovuttu Suomessa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ikkunan tehdasasentamisen edellytyksiä.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksessa tarkastellaan ikkunoiden ja lämmöneristeiden sekä muiden julkisivun varustusten asentamista betonielementteihin jo tehtaalla tai työmaalla ennen elementin paikoilleen nostoa.

Tutkimuksen tavoitteena on löytää kustannustehokkaat toteutustavat entistä valmiimpien ja laadukkaampien julkisivujen toteutukseen.

Tutkimuksen osatavoitteina on

- selvittää julkisivun varustelun vaikutukset projektin logistiikkaan, aikatauluun, laatuun, kustannuksiin, riskeihin sekä vastuukysymyksiin
- mitata ja verrata erilaisten toteutustapojen hyötyjä ja ominaisuuksia toisiinsa sekä nykyisiin käytäntöihin
- parantaa rakentamisen työturvallisuutta, laatua ja kustannustehokkuutta.

Tutkimus käsittelee pääasiassa ruutuelementtitekniikalla toteutettavaa asuntotuotantoa.



Kuva 2. Tutkimuksessa tarkastellaan ikkunoiden asentamista tehtaalla eri näkökulmista.

1.3 Kehitysprojektin suoritus

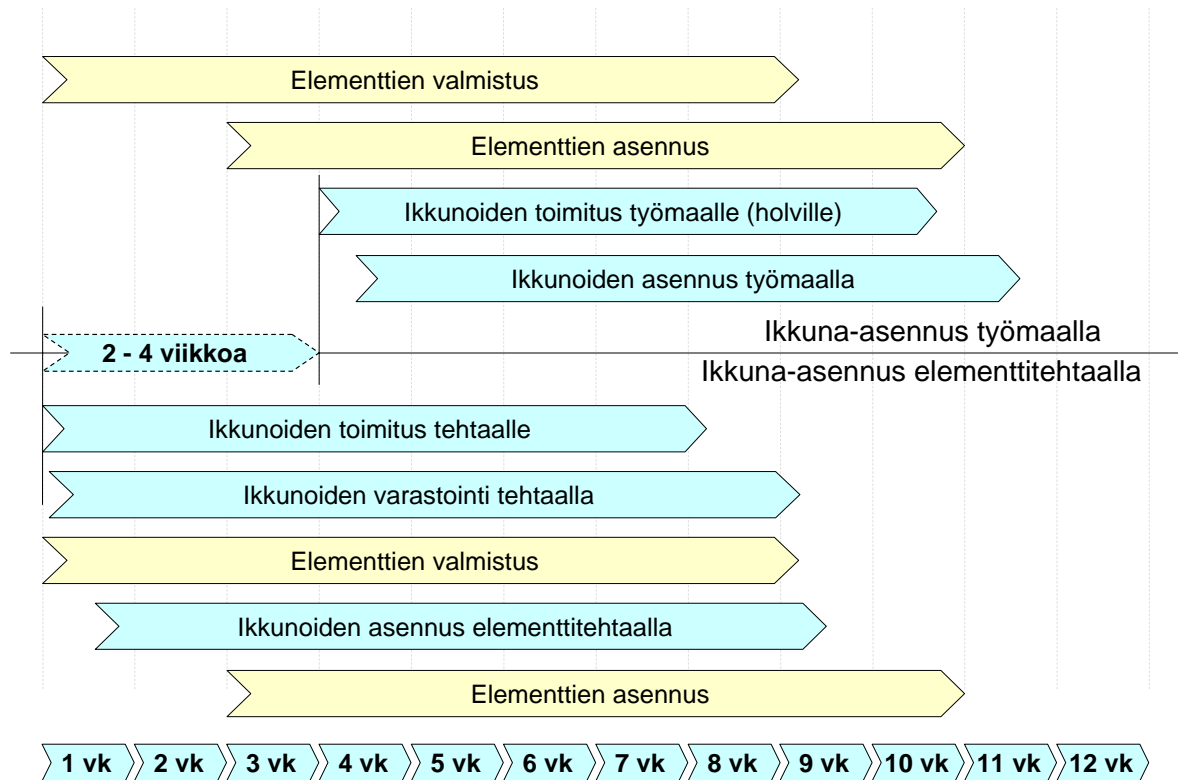
Keskeisinä tutkimusmenetelminä käytettiin henkilökohtaisia haastatteluja, työmaan havainnointia sekä hanke- ja työmaaprosessien mallintamista. Toiminnan kehittämiseksi järjestettiin asiantuntijaworkshop. Tutkimuksessa selvitettiin myös vaihtoehtojen suuntaa antavat työmenekki- ja kustannusvaikutukset kirjallisuuden ja yrityskyselyn avulla.

Tutkimuksen tuloksista on laadittu tämä yhteenvetoraportti, jossa esitetään tuloksia eri ratkaisumallien haasteista, hyödyistä ja edellytyksistä. Raporttiin on liitetty myös erillisessä hankkeessa päivitetyt elementtien ikkunadetaljit. Kehitysprojektin tuloksista on laadittu lisäksi erillinen diaesitys.

2. Ikkunan asentaminen tehtaalla – prosessin kuvaus

2.1 Yleistä

Tässä luvussa käsitellään niitä muutoksia ja seikkoja, jotka pitää huomioida ikkunoiden tehdasasennuksessa. Muutosten kuvaus on jäsennetty prosessin mukaisesti hankinta-, suunnittelu-, elementtien valmistus-, asennus- ja takuuvaiheeseen.



Kuva 3. Kuvan yläosassa esitetään esimerkki ikkunoiden toimitusajankohdasta työmaa-asennusta käytettäessä ja alaosassa ikkunoiden toimitus tehtaalla asennettaessa. Tyypillisesti elementtien valmistus pyritään aloittamaan muutamia viikkoja ennen elementtien toimituksen aloittamista. Tällöin ikkunatkin pitää toimittaa muutamia viikkoja aiemmin tehtaalle kuin työmaalle.

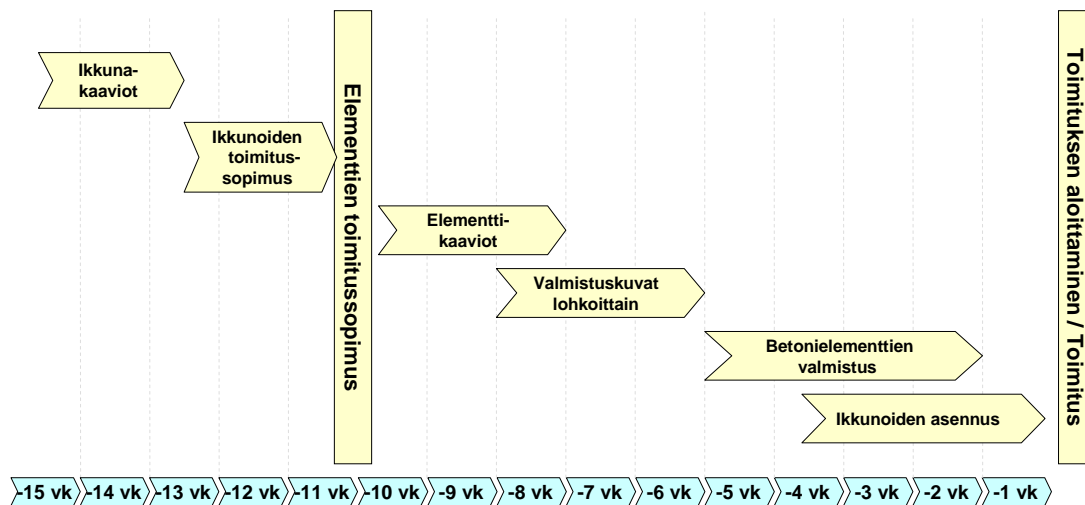
Ikkunoiden asentaminen betonielementteihin jo tehtaalla aiheuttaa rakennushankkeen aika-tauluun joitakin tarkistuksia. Päätös ikkunoiden asentamisesta tehtaalla tulee tehdä hyvissä ajoin. Varsinainen ikkunoiden toimitusaika aikaistuu 2-4 viikkoa normaaliin työmaa-asennukseen verrattuna (kuva 3).

2.2 Hankintavaihe



Ikkunan asentaminen tehtaalla ei aiheuta suuria muutoksia hankintaprosessiin. Pääurakoitsija tekee entiseen tapaan hankintasopimuksen elementeistä ja ikkunoista. Betonielementtien hankinta-aikataulu pysyy ennallaan. Ikkunat on kuitenkin hankittava hieman aiemmin.

Elementtien ja ikkunoiden hankintamenettely on syytä sovittaa toisiinsa. Mikäli molemmat hankitaan kilpailumenettelyllä, on elementtien tarjouspyynnössä syytä ilmoittaa, että elementtitoimitukseen sisältyy myös tilaajan hankkimien ikkunoiden asennus. Ikkunoiden tarjouspyynnössä tulee ikkunoiden toimitusosoite jättää avoimeksi ja pyytää ilmoittamaan rahtikustannukset erikseen yksikköhinnoilla.



Kuva 4. Ikkunoiden hankintavertailu tulee tehdä yhdessä elementtien hankintavertailun kanssa. Tämän vuoksi ikkunasuunnitelmat tarvitaan huomattavasti aiemmin kuin ikkunoiden työmaa-asennuksen yhteydessä.

Tarjousten vertailu tulee tehdä samanaikaisesti, jotta eri vaihtoehdoista voidaan valita kokonaistaloudellisin yhdistelmä. Elementtitoimituksen hinta luonnollisesti nousee, kun ikkunoiden asennus kuuluu elementtitoimittajalle. Vertailussa tulee kuitenkin ottaa huomioon ikkunoiden asennuksen hinta sekä siihen liittyvät työmaan yhteis- ja yleiskustannukset. Hankintojen taloudellisia asioita käsitellään tämän raportin alaluvussa 3.3.

Tiettyjä asioita on otettava huomioon hankintaprosessissa ja -asiakirjoissa. Elementtien hankinta-asiakirjoihin on syytä kirjata muun muassa seuraavat seikat:

- **Ikkuna-asennuksen sisältö ja määrä.** Esimerkiksi kulmaikkunat ja porrashuoneen nauhaikkunat on asennettava työmaalla.
- **Ikkunoiden kiinnitys- ja tiivistystapa sekä suojaus elementtitehtaalla.** Kiinnitystä varten ei yleensä kannata tehdä esiporauksia karmiin ikkunatehtaalla. Osittainen ikkunan tilkitseminen polyuretaanilla tukee ikkunaa kuljetuksen aikana. Ikkun-

natehtaalla sisäpuutteen muovihuputus on perusteltua myös ikkunan tehdasasennuksessa. Elementtitehtaalla on syytä asentaa vielä ikkunan yli muovikalvo varastoinnin ja elementin asentamisen aikaiseksi sääsuojuksi.

- **Ikkunoiden toimituserien tilausvastuu** (kotiinkutsujen tekeminen). Vastuu ikkunoiden toimituserien määrittämisestä sopii luontevasti elementtitehtaan vastuulle. Tehtaan varastointimahdollisuuksien mukaan toimituserien koko voi vaihdella huomattavastikin. Tilauksessa on huomioitava myös se mahdollisuus, että ikkunoita toimitetaan useille eri tehtaille ja osittain työmaallekin (parvekeovet, kulmaikkunat jne.)
- **Jälkisäätöjen tekijä ja ajankohta.** Ikkunoiden aukeaminen on tarkastettava asennuksen yhteydessä. Sen lisäksi ikkunoiden aukeaminen olisi tarkastettava rakennuksen luovutuksen yhteydessä. Ikkunoiden käynnin säätöä joudutaan usein tekemään myös rakennuksen takuuajana. Hankinta-asiakirjoissa on syytä ilmoittaa ikkunoiden tarkastamisen pelisäännöt.
- **Vastaanottotarkastusten käytäntö.** Vastuu ikkunan laadusta siirtyy ikkunatehtaalta elementtitehtaalalle, sieltä rakennusliikkeelle ja lopulta kiinteistön omistajalle. Hankinta-asiakirjoissa tulee määrittää vastuun siirtymispisteet sekä niihin liittyvät tarkastukset.
- **Suunnitelmien taso ja vastuu niiden hankinnasta.** Hankinta-asiakirjoista tulee käydä selkeästi ilmi, mikä on tarvittavien suunnitelmien esitystapa ja kuka vastaa niiden saatavuudesta. Erityisesti ikkunakaavioihin ja ikkunoiden yksilöintiin (litteointiin) on kiinnitettävä huomiota.

Ratkaiseva edellytys menettelyn onnistumiselle on ikkunoiden ja elementtien hankintavaiheessa tehtävä päätös menettelyn käyttämisestä ja siitä ilmoittaminen eri osapuolille.

2.3 Suunnittelu



Edellä esitetyt hankintojen periaatteet aiheuttavat myös suunnitteluprosessiin muutoksia. Ikkunoiden asentamisen aikaistamisesta on tärkeää tiedottaa eri osapuolia.

Ikkunakaavioiden laadinta on tehtävä aiemmin omaperusteisessa tuotannossa ikkunoiden tehdasasennusta käytettäessä kuin työmaa-asennuksen yhteydessä. Elementtien hankintasopimus solmitaan yleensä noin 10 - 12 viikkoa ennen rungon toimituksen aloittamista ja ikkunoiden hankintasopimuksen teon ajankohta on 3 - 4 viikkoa ennen rungon asentamista. Ikkunoiden tarjouspyyntöön tarvittava ikkunakaavio pitää siten saada noin kaksi kuukautta normaalia aiemmin. Urakatuotannossa kaikki suunnitelmat ovat periaatteessa valmiit ennen alihankintojen tarjouspyyntöjen lähettämistä, joten siinä tapauksessa ei suunnitteluai-katauluihin synny muutoksia.



Kuva 5. Erilaiset suunnitteluratkaisut tuovat logistiikan hoitamiseen omat vaatimuksensa.

Yksityiskohtaisten toteutussuunnitelmien pitää olla valmiina kuusi viikkoa ennen julkisivuelementtien toimituksen aloittamista. Toteutussuunnitelmien tulee sisältää ainakin ikkuna- ja elementtitunnisteilla varustettu julkisivukuva. Vielä parempi esitystapa on merkitä ikkunatunnus elementtikuvaan. Merkintöjen pitää olla niin yksilöivät, että esimerkiksi ikkunan varustelut ja kätsisydet eivät voi aiheuttaa sekaannuksia.



Kuva 6. Ikkuna asennetaan elementtiin karmikengän päälle vaakasuoraan. Vaakasuoruus säädetään karmikengän kierrettävällä pultilla. Pulteilla voidaan säätää myös toisen sivun pystysuoruus. Kiinnitys karmikengän tehdään poraruuvilla. Ikkunan sivujen tai nurkkien polyuretaanieristys tukee ikkunaa kuljetuksen aikana.

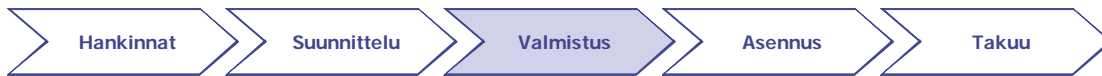
Haastatteluissa ja workshopissa nousi esiin myös teknisiä kysymyksiä, kuten

- ikkunan sisäpinnan tulisi olla lämmöneristeen sisäpinnan tasossa (ei koske kiinteitä ikkunoita, joissa lasi on karmin ulkoreunalla)
- karmikengien määrä ja sijoittelu ei aina ole RT-kortin mukainen (RT 41-10947)
- polyuretaanitiivistys tehdään tehtaalla vain sivuille, mikä tukee ikkunaa kuljetuksen aikana ja mahdollistaa rakennuksen tuulettamisen ikkunoiden alta ja päältä
- polyuretaanitilkkeen paksuuden tulee olla 2/3 osaa karmin leveydestä ja sijainti mahdollisimman lähellä lämmintä pintaa
- polyuretaanitiivistyksen pinnan tulisi jäädä ehjäksi, jolloin sen tiiveys on parempi
- elastisen kittauksen tarve on harkittava erikseen polyuretaanieristyksen yhteydessä; teoriassa ehjä uretaanitiivistys on riittävä, mutta työvirheitä ei voi sallia lainkaan
- villatilkityksen lisäksi tarvitaan aina saumanauha ja elastinen kittaus
- ikkunoissa ollaan siirtymässä katalyytti- ja polyuretaanimaaleista vesiohenteisiin maaleihin, mikä saattaa aiheuttaa uusia vaatimuksia ikkunoiden asennusolosuhteille ja suojaukselle.

Tekniset kysymykset eivät juuri ole yhteydessä siihen, asennetaanko ikkuna tehtaalla vai työmaalla. Tässä yhteydessä ne on kuitenkin hyvä todeta.

Suunnitteluaiakataulussa ja suunnitelmien esitystavassa on huomioitava ikkunoiden asentaminen tehtaalla.

2.4 Elementtien valmistus ja ikkunoiden asentaminen tehtaalla



Ehkä merkittävin haaste ikkunoiden asentamisessa betonielementtitehtaalla on se, että tehtaallaan layoutia ei ole suunniteltu ikkuna-asennusta silmällä pitäen. Kun ikkunat on asennettu elementteihin tehtaalla, on se tehty elementtien viimeistelyhallissa. Joissakin tehdasrakennuksissa viimeistelyhalli on tilava, mutta joissakin se on hyvin ahdas. Vaikka hallissa olisi tilaakin, niin ikkunoiden ja elementtien käsittelyä ei ole järjestetty parhaalla mahdollisella tavalla. Matalasuhdanteessa epäkohdasta ei ole juuri haittaa, mutta kun normaalisuhdanteessa elementtien käsittelymäärät kasvavat, kasvaa tarve myös ikkunoiden käsittelyn sujuvuuteen.



Kuva 7. Parma oy:n Forssan tehtaalla ikkunoita on asennettu tehtaalla elementteihin.

Ikkuna-asennuksen tehtaalla voi tehdä joko tehtaallaan omat työntekijät tai asentaminen voidaan teettää alihankintana. Alihankkijoita käytettäessä haasteena on sopivan tasaisen työkuorman muodostaminen tai aliorakoitsijan muiden töiden sovittaminen ikkunatehtaan tuotannon vaatimuksiin. Osalla tehtaalla omista työntekijöistä on hyvä valmius toimia ikkunoiden asentajina, koska muottien teossa on jo harjaannuttu kirvesmiehen töihin. Ikkunoiden asentaminen onnistuu näiltä henkilöiltä pienen lisäkoulutuksen jälkeen. Tämä lisäkoulutus voidaan sisällyttää ikkunoiden hankintasopimukseen.



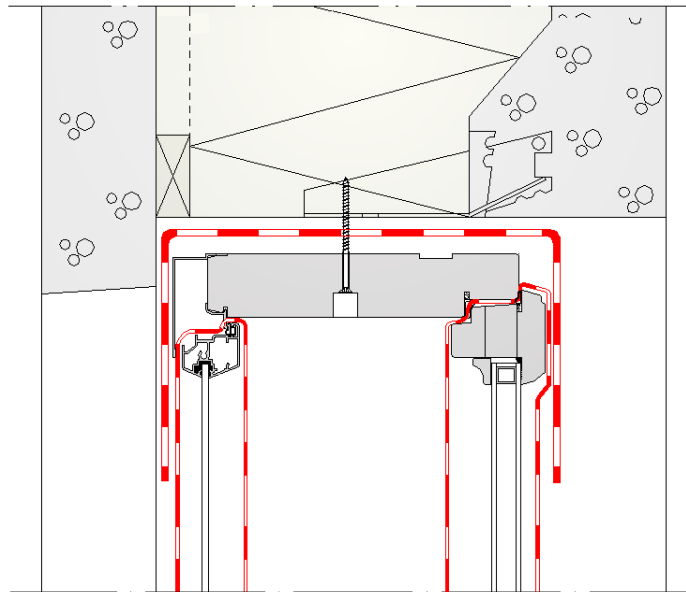
Kuva 8. Ikkunoiden kiinnittäminen elementtiin suositellaan tehtäväksi karmikenkäkiinnityksellä. Karmikenkiin ruuvattavilla pulteilla varmistetaan asennusaukon alapuolen vaakasuoruus ja toisen sivun pystysuoruus. Ikkuna saadaan näin ristimitaan eikä kiinnitysalusta elä niin kuin puukehystä käytettäessä tapahtuu kosteusvaihteluiden seurauksena. Tehdasasennuksessa on erityisesti huomioitava, että ikkuna on ”vaaterissa” elementin asentamisen jälkeenkin.

Ikkunoiden vastaanottovaraston olisi toivottavaa olla katettu tila ja lähtevät elementit tulisi varastoida katoksen alle. Ikkunat saapuvat elementtitehtaalle puuosiltaan ”uunikuivina”, joten niiden asentaminen ja käsittely tulisi tehdä lähellä lopullisia lämpötila- ja kosteusolosuhteita. Tällöin puuosiin ja maalipintoihin ei kohdistu merkittäviä kosteus- ja lämmönvaihtelurasituksia. Sekä ikkunoiden että ikkunallisten elementtien pitkiä varastoimisajoja tehtaalla tulisi välttää.

Parhaillaan ollaan siirtymässä ikkunoissa katalyytti- ja polyuretaanimaaleista vesiohenteisiin maaleihin, mikä pitää ottaa huomioon ikkunan käsittelyssä. Toisaalta ikkunoiden asentaminen tehtaalla ei tapahdu ainakaan huonommissa olosuhteissa kuin työmaallakaan, joten maalityypin vaihtaminen ei ole ratkaiseva muutos prosessiin. Myöskään rasituksille altis-

tumisen ajallinen lisäys ei ole oleellista, koska ikkunat altistuvat työmaalla joka tapauksessa useiden viikkojen ajaksi vaihteleville lämpötila- ja kosteusrasituksille.

Ikkunat pitää suojata tehtaalla huolellisesti. Tähän asti on yleisesti käytetty ikkunan sisäpuiteen huputtamista muovilla tasoiteriskeiden välttämiseksi. Edellisen lisäksi uutena suojaustapana tulee kyseeseen karmin yli vedettävän muovikalvon asennus ikkunan yläpuolelle. Tällä ehkäistään etenkin ”holvivesien” valumisen aiheuttamia haittoja. Holvivesillä tarkoitetaan rungon asentamisen aikana holville satavaa vettä, joka suurelta osin virtaa kantaville ulkoseinille ja sieltä mahdollisesti sandwich-elementin eristetilään tai rapattavissa julkisivuissa eristeeseen ja eristeen ulkopinnalle. Sementtisen tai kalkkisen veden valuminen julkisivua pitkin ikkunoiden lasipinnoille on ehdottomasti estettävä. Valumavedet jättävät lasipintaan pysyvän esteettisen haitan.



Kuva 9. Ikkunat suojataan ikkunatehtaalla huputtamalla sisä- ja ulkopuute. Elementtitehtaalla suojaus viimeistellään karmin yli asennettavalla muovikalvolla.

Edellä mainittu suojakalvo on poistettava ennen ikkunan tiivistämistä, joten ainoastaan osa ikkunan tiivistämisestä voidaan tehdä elementtitehtaalla. Yleisimmin tehtaalla tiivistetään ikkunan nurkat tai sivut, mikä myös tukee ikkunaa kuljetuksen aikana. Suojauksia suunniteltaessa ja asennettaessa on huomioitava myös tuuletus. Esimerkiksi ikkunan ulkopuolen suojausta rapattavissa julkisivuissa ei suositella tehtaalla tehtäväksi.

Eräät tehtaot asentavat ikkuna-karmin jo seinämuottiin ennen betonin valua. Karmi toimii tällöin valumuottina. Menetelmää käytetään varsinkin maatalousrakennusten seinien teossa hyväksi.

**Ikkunoiden asentaminen tehtaalla mahdollistaa prosessin
tehostamista ja parantaa rakentamisen turvallisuutta.**

2.5 Elementtien asennus



Sandwich-elementit ja esirapatut elementit kohdistetaan työmaalla paikoilleen merkitsemällä 500 mm mittalinja holville. Nykyiset elementit ovat riittävän mittatarkkoja sijainnin sisäpuolelta kohdistamiseen. Kuitenkin elementtien ulkopinnan suoruus ja saumojen leveydet on syytä tarkistaa silmämääräisesti elementin sivulta ja päältä nostorakseja irrottaessa. Jos ikkunat asennetaan vasta työmaalla, asentajat voivat tarkistaa elementin ulkopinnan myös ikkuna-aukosta käsin. Se helpottaa hieman asennustyötä.

Muuratuissa julkisivuissa ikkuna voidaan asentaa tehtaalla, jos eristekin kiinnitetään kuorielementtiin. Tällöin ikkuna jää pääosin tai kokonaan eristekerroksen suojaan eikä aiheuta elementin paksuuntumista merkittävästi. Jos eristettä ei asenneta elementtitehtaalla, jää ikkuna pääosin kuorielementin ulkopuolelle ja hankaloittaa siten elementin käsittelyä varastoinnissa, kuljetuksessa ja nostoissa. Esimerkiksi A-telineen käyttö kuljetuksessa on tällöin lähes mahdotonta. Myös nostot kampafakkiin ja –fakista hankaloituvat merkittävästi.

Julkisivujen lämmöneriste voidaan asentaa joko elementtitehtaalla tai työmaalla. Elementtitehtaalla asentamista puoltaa ainakin työturvallisuusnäkökulma. Tehtaalla asennettaessa jää riskialtis telineiltä tehtävä työvaihe pois työmaalta. Eristeen asentaminen tehtaalla on myös tehokasta ja elementin osalta työn laatu erittäin hyvää. Eristeen asentaminen tehtaalla edellyttää elementtien eristeen liittymäkohtien saamaamista työmaalla. Jos lähtökohtana on asentaa ikkunat elementtitehtaalla, jää ainoaksi tarkoituksenmukaiseksi vaihtoehdoksi eristeenkin asentaminen tehtaalla.



Kuva 10. Ikkunallisten elementtien suojaus rappausroiskeilta on myös tehty tehtaalla. Elementtien kohdistaminen paikoilleen tehdään sisäpinnan mukaan, kun ikkunat on asennettu tehtaalla.

2.6 Takuu- ja vastuukysymykset



Muita huomioitavia seikkoja ovat ikkunoiden tarkastukset ja vastuun siirtyminen toimijoiden rajapinnoissa. Ikkunoiden vastaanottotarkastuksessa ja elementtien vastaanottotarkastuksessa ikkunoiden kunto on tarkastettava. Kun ikkunat on hyvin suojattu, saattaa ikkunoiden tarkastaminen olla hankalaa tai jopa mahdotonta. Haastattelujen mukaan kuitenkin syyllinen kolhuihin tai muihin vahinkoihin löytyy yleensä helposti – varsinkin isoissa vahingoissa. Silloin kun elementtien toimitukseen sisältyy myös elementtien asennus, on vastuu kokonaisuudesta selkeästi elementtitoimittajalla.

Haastatteluissa kävi ilmi, että ikkunoiden pinnan laatua verrataan huonekalulaatuun. Ikkunan pinta on yleensä ensimmäinen täysin valmis sisäpinta rakennuksessa. Ikkunan puosat altistuvat työmaan vaativille olosuhteille useita kuukausia ennen rakennuksen käyttööntoa ja pieniä naarmuja ja kolhuja saattaa syntyä. Projektikohtaisesti on sovittava näiden pikkukolhujen korjaustapa. Paras lopputulos syntyy, jos ikkunatehtaan ammattimies tekee korjaukset riippumatta siitä, kuka vahingon on aiheuttanut. Kustannukset pitää kuitenkin osoittaa vahinkojen aiheuttajalle.

Projektikohtaisesti on sovittava myös ikkunoiden ”käynnin” tarkastuksen ja jälkisäätöjen tekijä. Kosteusmuodonmuutosten vuoksi ikkunoiden asentamisen yhteydessä tehtävä käynnin tarkastus ei yleensä ole riittävä. Ennen rakennuksen luovuttamista ikkunoiden toimivuus pitää tarkistaa systemaattisesti.

Eräs huomioitava asia on vastuu ikkunoiden tiivistämisestä. Ilmanvuotolukuvaatimukset ovat kiristymässä ja rakennusten ilmatiiviyteen tullaan kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Vastuu ilmatiiviydestä tulee ilmeisesti jäämään pääurakoitsijalle, mutta ilmatiiviyteen vaikuttavia työsuorituksia tekevät useat eri urakoitsijat ja alihankkijat.

Ikkunoiden ja elementtien vastaanottotarkastuksen merkitys korostuu ikkunoiden tehdasasennuksessa.

3. Ikkunoiden tehdasasennuksen hyödyt

3.1 Logistiset hyödyt

Asentamalla ikkunat betonielementtitehtaalla saadaan aikaan useita hyötyjä rakentamisen ketjuun. Erityisesti kylmänä vuodenaikana julkisivut saadaan nopeasti umpeen ja hallittu työmaan lämmittäminen ja rungon kuivattaminen voidaan aloittaa nopeasti. Myöskään ikkuna-aukkojen työturvakaiteita ja sääsuojasta ei tarvita. Ikkuna-asennus tehtaalla edesauttaa nopeaa runkoasennusta muutoinkin. Ikkunakollien nostaminen holville ei kestä kauaa, mutta se on ns. kriittisen polun tehtävä. Rakennusprojektin kokonaisajan minimoimisissa nopea rungon asentaminen ja tehokas rungon kuivattaminen ovat avaintekijöitä.

Kun ikkunat asennetaan työmaalla, normaalina käytäntönä on nostaa ikkunat holville ennen seuraavan kerroksen ontelolaattojen asentamista. Ahtailla keskustatonteilla on vaikeaa välivarastoida ikkunoita työmaalle. Nostot joudutaan suunnittelemaan logistisina täsmätoimituksina suoraan kuljetuskalustosta holville. Tämä aiheuttaa ikkunatoimittajan kuljetusten suunnittelulle oman haasteensa. Joustavuutta saadaan aikaan, kun ikkunat toimitetaan logistiikkapalvelukeskukseen, jossa ikkunatoimitus yhdistetään muihin holville meneviin toimituksiin kuten rakennuslevyihin, lämmityspattereihin tai saunaelementteihin. Logistiikkapalvelut aiheuttavat kuitenkin oman kustannuseränsä rakentamiseen.



Kuva 11. Ikkunat nostetaan nykykäytännössä holville ennen seuraavan kerroksen ontelolaattojen asentamista. Muita holville varastoitavia rakennustarvikkeita ja -osia ovat esimerkiksi saunaelementit, rakennuslevyt, väliseinärangat ja lämpöpatterit.

Ikkunat toimitetaan nykykäytännön mukaan holville pakattuna siten, että samankokoiset ikkunat ovat samoissa kolleissa. Tämä aiheuttaa ikkunoiden vaakasiirtoja holvilla. Raskaiden ikkunoiden siirto on ergonomisesti rasittavaa ja haastatteluiden mukaan niissä aiheute-

taan myös kolhuja ikkunarakenteisiin. Ergonomian huomioonottaminen on helpompaa tehtaalla.

Ikkunakollit vaativat lisäksi varastotilaa holvilla. Työnjohdon täytyy suunnitella varastopaikat täsmällisesti suuren tavaramäärän ja rajoitetun holvipinta-alan vuoksi. Esimerkiksi seinäelementtien tuet aiheuttavat omat rajoituksensa kollojen sijoittelulle. Varastointiaika jää kuitenkin melko lyhyeksi, koska ikkuna-asennus pyritään aloittamaan mahdollisimman nopeasti vaipan umpeen saattamiseksi.

Erityisesti korkeissa rakennuksissa varastoitava materiaalmäärä on suuri, tontit ovat todennäköisesti ahtaat ja tavaroiden toimittaminen kerrokseen sisävalmistusvaiheessa haastavaa. Tällöin kaikki logistiikkaa yksinkertaistavat ratkaisut ovat erityisen perusteltuja.

3.2 Työturvallisuus

Ikkunoiden asentamista tehtaalla voidaan perustella myös työturvallisuusnäkökohdilla. Ikkunoiden asentaminen tehtaalla vähentää työmaalla tehtävien nostojen lukumäärää, mikä vähentää suoraan tapaturmariskiä. Yleisemmin voidaan ajatella, että työturvallisuuden hallinnalle on paremmat edellytykset tehtaalla vakioidummissa olosuhteissa kuin työmailla. Tällöin kaikki työ, mikä voidaan siirtää työmaalta tehtaasiin edesauttaa turvallista rakentamista.



Kuva 12. Ikkunoiden asentamista tehtaalla voidaan perustella myös työturvallisuusnäkökulmalla. Ikkunoiden asentaminen työmaalla voidaan luokitella putoamisvaaralliseksi työksi.

Ikkunoiden asentaminen elementteihin tehtaalla poistaa ikkunakaiteiden asentamisen tarpeen työmaalla. Määräysten mukaan ikkuna-aukkoon tulee asentaa kaide, jos ikkunan alapuolisen elementinosan korkeus jää alle yhden metrin eikä kyseessä ole ensimmäinen kerros eikä ikkunan takana ole parvekelaattaa. Ikkunoiden asentaminen sandwich-elementtiin on työmaalla varsin turvallista, koska elementin ulkokuori toimii ”stopparina” ikkunan ulospäin putoamista vastaan. Sen sijaan esimerkiksi tiiliverhous voidaan muurata ikkuna-asennuksen jälkeen, jolloin ikkunakarmin putoaminen pitää estää muilla toimenpiteillä. Samoin ulospäin putoaminen pitää estää myös rapattavien tai esirapattujen julkisivujen yhteydessä. Vaihtoehtoisesti voidaan estää oleskelu julkisivun vierellä ikkuna-asennuksen alapuolella.

3.3 Ikkuna-asennuksen kustannustarkastelu

Ikkunoiden asentamisen kustannusten vertailua voidaan lähestyä tarkastelemalla yhden ikkunan asentamisen kustannuksia tehtaalla ja työmaalla. Taulukossa 1 on esitetty yhden 15M x 15M ikkunan asentamisen työvuoroajat tehtaalla ja työmaalla. Taulukossa on esitetty myös työn hinta eli palkkakustannus sivukuluineen sekä nosturin ja trukin hinnat kuljettajineen. Taulukon 1 tiedot perustuvat osittain Ratu-kortissa 52-0261 esitettyihin työmenekkeihin ja osittain työmaalla tehtyyn havainnointiin. Liitteessä 1 on otteita Ratu-kortin taulukoista. Työn hinnat on saatu tutkimukseen osallistuvalla rakennusyritykseltä.

Taulukko 1. Ikkuna-asennuksen kustannusvertailussa käytetyt lähtötiedot.

	Tehdasasennus tth / ikkuna	Työmaa-asennus tth / ikkuna	Työn hinta €/tth
Ikkunakuorman purku, tominosturi		0,017	70,00
Ikkunakuorman purku, RM		0,017	25,00
Ikkunakuorman purku, trukki	0,017		50,00
Ikkunoiden nosto holville, tominosturi		0,017	70,00
Ikkunoiden nosto holville, RM		0,033	25,00
Ikkunoiden siirto tehtaalla välivarastosta asennusvarastoon, trukki	0,017		50,00
Vaakasiirrot holvilla, RM		0,100	25,00
Käsinsiirrot tehtaalla, RM	0,100		25,00
Asennus, kiinnitys ja sovitus, RAM	0,950	0,950	35,00
Uretaanisaumaus, RAM	0,125	0,250	35,00
Jälkityöt (uretaanisaumaus työmaalla), RAM	0,125		35,00
Ikkunan muovisuojaus tehtaalla, RAM	0,100		35,00
Ikkuna-aukon sääsuojaus muovikalvolla, RM		0,100	25,00

Tehtaalla ikkunakuorman purku on laskettu tehtävän trukilla, jolla ikkunat siirretään autosta katettuun välivarastoon. Yleensä tehtaan layout ei ole suunniteltu parhaalla mahdollisella tavalla ikkuna-asennukset huomioon ottavaksi, joten ikkunat joudutaan yleensä siirtämään vielä välivarastosta asennuskohdetta lähemmäksi ns. asennusvarastoon trukilla toistamiseen. Asennusvarastossa ikkunakollit puretaan ja viimeinen siirto elementtien läheisyyteen tehdään käsin.

Työmaan esimerkki on laskettu siten, että ikkunakollit nostetaan torninosturilla autosta työmaan pihalle välivarastoon. Välivarastosta ikkunakollit nostetaan holville ennen seu-

raavan kerroksen välipohjan tekoa. Holvilla ikkunakollit puretaan ja siirretään käsin oikeisiin huoneistoihin.

Ideaalitilanteessa sekä tehtaalla että työmaalla logistiikkaketju voisi olla lyhyempikin. Vertailun kannalta sillä ei kuitenkaan ole kovin suurta merkitystä.

Taulukossa 2 on esitetty yhden ikkunan asennuskustannukset eriteltyinä. Työkustannusten lisäksi laskelmaan on lisätty myös asennustarvikkeiden kustannukset. Myös materiaalikus- tannukset ovat pelkän ikkuna-asennuksen ja sääsuojauksen osalta suunnilleen samansuu- ruiset. Taulukon 2 laskentaesimerkistä nähdään, että ikkunan asentamisen suorat kustan- nukset tehtaalla ja työmaalla ovat hyvin lähellä toisiaan.

Taulukko 2. Ikkunan asentamisen suorat kustannukset ovat hyvin lähellä toisiaan tehtaalla ja työmaalla. Tapauskohtaisesti voi kumpi tahansa menettely osoittautua edullisemmaksi.

	Tehdasasennus	Työmaa-asennus
	€/ ikkuna	€/ ikkuna
Ikkunakuorman purku, tominosturi	0,00	1,17
Ikkunakuorman purku, RM	0,00	0,42
Ikkunakuorman purku, trukki	0,83	0,00
Ikkunoiden nosto holville, tominosturi	0,00	1,17
Ikkunoiden nosto holville, RM	0,00	0,83
Ikkunoiden siirto tehtaalla välivarastosta asennusvarastoon, trukki	0,83	0,00
Vaakasiirrot holvilla, RM	0,00	2,50
Käsinsiirrot tehtaalla, RM	2,50	0,00
Asennus, kiinnitys ja sovitus, RAM	33,25	33,25
Uretaanisaumaus, RAM	4,38	8,75
Jälkityöt (uretaanisaumaus työmaalla), RAM	4,38	0,00
Ikkunan muovisuojaus tehtaalla, RAM	3,50	0,00
Ikkuna-aukon sääsuojaus muovikalvolla, RM	0,00	2,50
Asennustyö ja nostot yhteensä	49,67	50,58
Materiaalit ja tarvikkeet:		
SPU-vahto	3,00	3,00
Suojamuovi	1,00	1,00
Ikkunan kiinnitystarvikkeet	2,00	2,00
Ikkuna-asennus yhteensä	55,67	56,58

Vertailussa tulee ottaa huomioon myös välilliset kustannukset ja hyödyt menetelmien välil- lä. Seuraavassa on lueteltu tekijöitä, jotka puoltavat ikkunan asentamista tehtaalla.

- Mikäli ikkunatehdas on elementtitehtaan lähellä, säästetään ikkunoiden rahtimak- suissa.
- Nostokapasiteetin tarpeen väheneminen työmaalla, millä saadaan aikaan nopeampi runkoasennus tai vaihtoehtoisesti asennuksen pelivarat lisääntyvät.

- Ikkunoiden vaakasiirrot holvilla jäävät pois.
- Varastotilan tarve holvilla ja tontilla vähenee.
- Ikkuna-aukkojen työturvakaiteiden asentaminen jää tarpeettomaksi. Yhden M15 x M15 ikkunan työturvakaiteen asennuksen kustannus on noin 8-9 € Myös ikkuna-aukkojen sääsuojauksen tarve jää pois.
- Nopea vaipan umpeen saanti nopeuttaa rungon kuivattamista, mikä nopeuttaa sisävalmistustöiden aloittamista. Rakennusajan lyhentymisestä saadaan aikaan säästöä yleiskustannuksista.
- Rakennustyömaan lämmittämisessä ei hukata turhaan energiaa, kun ikkunat ovat paikoillaan.
- Tehtaalla on enemmän mahdollisuuksia kehittää ikkunan teollista asentamista. Harjaantumisen ja innovaatioiden avulla suoria ikkunan asentamiskustannuksia on mahdollista pienentää.
- Työsuunnittelun tarve työmaalla vähenee.
- Ikkunatoimitusten ja -asennusten aiheuttamien häiriöiden riski jää pois.

Elementti- ja ikkunatoimitusten hankintavertailu yhdessä välillisten hyötyjen arvioinnin kanssa ratkaisevat menettelyn edullisuuden. Kaikkien menettelyn hyötyjen arviointi on vaikeaa, mutta harjaantumisen ja prosessien hiomisen jälkeen voidaan olettaa, että menettely on perusteltavissa myös taloudellisesti. Varsinkin, jos välilliset hyödyt pystytään hyödyntämään täysimääräisesti, on ikkunoiden asentaminen tehtaalla selkeästi toimivampi ratkaisu.

**Ikkunan tehdasennuksella mahdollistetaan laadukas,
turvallinen ja taloudellinen toteutusprosessi.**

4. Yhteenveto

Ikkunan asentaminen betonielementteihin jo tehtaalla vaikuttaa tutkimuksen perusteella hyvältä ratkaisulta. Menettelyn vaikutukset projektin logistiikkaan, aikatauluun ja vastuukysymyksiin on huomioitava, mutta mitään erityistä haastetta menettelyyn ei liity. Menettelyä on jonkin verran kritisoitu muun muassa ikkunoiden rikkoontumisriskin vuoksi. Tarkemmassa tarkastelussa ei menetelmien välille kuitenkaan löytynyt merkittäviä eroja riskien tai laadun suhteen.

Ikkunoiden asentamisen suorat kustannukset ovat hyvin lähellä toisiaan riippumatta siitä, asennetaanko ikkunat elementtitehtaalla vai työmaalla. Ikkunoiden tehtaalla asentamisesta syntyy työmaalle kuitenkin välillisiä hyötyjä, jotka puoltavat ikkunan asentamista tehtaalla taloudellisessa mielessä. Myös työturvallisuuden ja ergonomian huomioonotto puoltaa ikkunan asentamista tehtaalla.

Tutkimuksessa vertailtiin myös julkisivun lämmöneristeiden asentamista tehtaan ja työmaan välillä. Haastatteluissa ei tullut mitään perustetta esille, miksi eriste kannattaisi asentaa työmaalla. Päinvastoin eristeen asentaminen tehtaalla on kustannustehokas ratkaisu. Myös työturvallisuuden huomiointi ja laadun aikaansaanti tehdasolosuhteissa on helpompaa kuin työmaalla telineiltä asennettaessa. Tehdasasennuksessa on kuitenkin suojattava lämmöneriste auringon UV-säteilyä vastaan. Eristeen asentaminen tehtaalla onkin yleinen menettelytapa nykyisin.

**Hyvä suunnittelu, yhteistyö ja vastuunjakaminen
ratkaisevat onnistumisen.**

Ikkuna-asennuksen työmenekit
Ratu-kortin 52-0261 mukaan

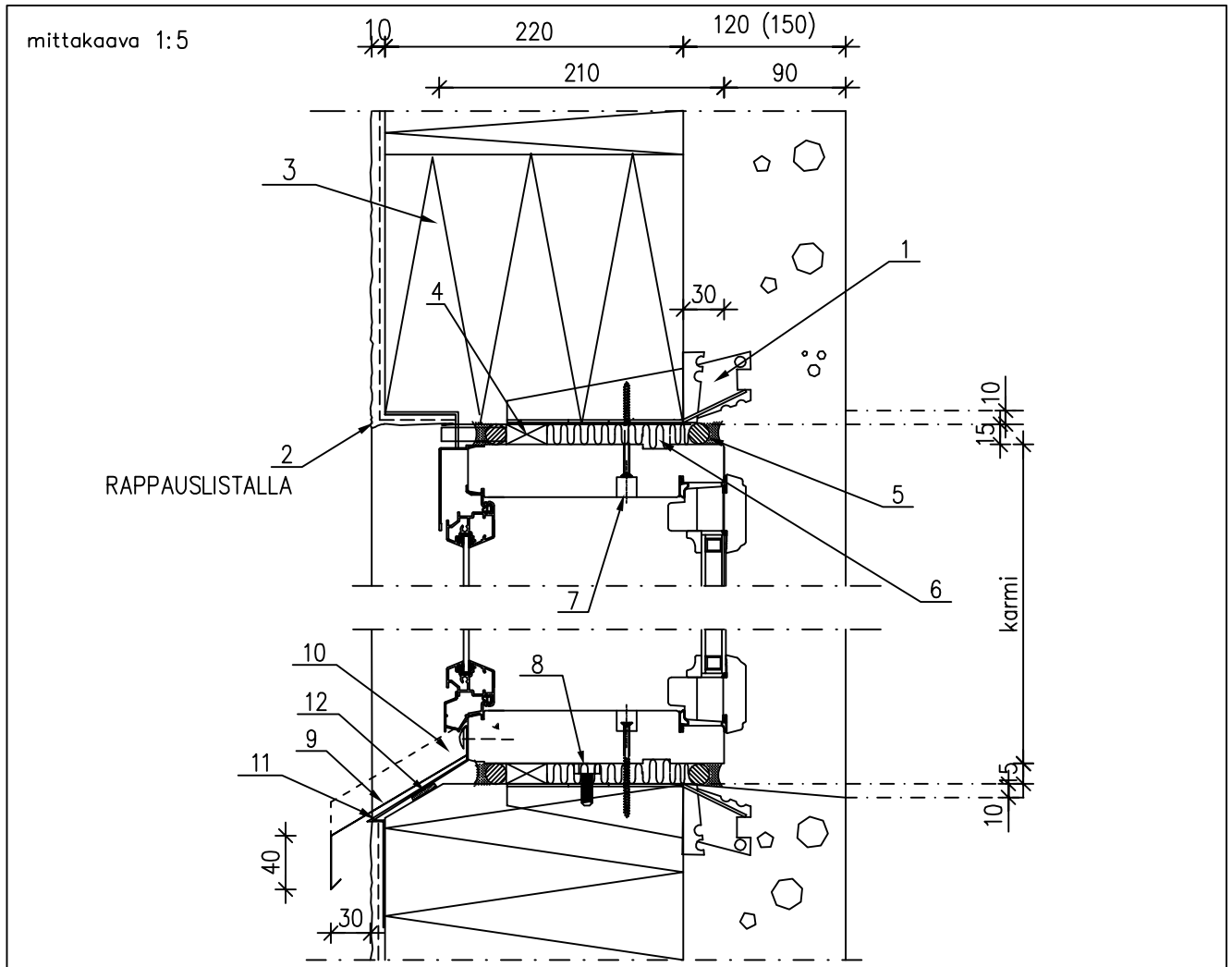
Taulukossa menekit ovat työvuoroaikoja T3. Kokonaisaika eli työnvaihe aika saadaan kertomalla työvuoroaika työvaiheen lisäaikakertoimella TL3. Lisäaikojen määrä riippuu työsuunnittelun ja työjärjestelyn onnistumisesta sekä työolosuhteista. Ovi- ja ikkunatyössä TL3-lisäaikakerroin on 1,10 ... 1,20.

Työnosat	Työmenekki		
Aloittavat työt			
– materiaalin vastaanotto, välivarastointi	0,08 tth/osakohde, 0,01 tth/kpl		
Siirrot			
– nosturi	0,20 tth/siirto		
– traktori	0,25 tth/siirto		
– käsinsiirrot	0,08 tth/siirto		
Ikkunat	12 x 12 M	Keskikoko	15 x 15 M
– karmi ja sovitus	0,55 tth/kpl	0,80 tth/kpl	0,95 tth/kpl
– tilkitseminen			
– polyuretaani	0,15 tth/kpl	0,20 tth/kpl	0,25 tth/kpl
– mineraalivilla	0,20 tth/kpl	0,25 tth/kpl	0,30 tth/kpl
Ovet	Sisäovi	Ulko-ovi	Ulko-ovi, 2-osainen
– karmi ja sovitus	0,55 tth/kpl	0,85 tth/kpl	1,30 tth/kpl
– tilkitseminen			
– polyuretaani	0,15 tth/kpl	0,20 tth/kpl	0,25 tth/kpl
– mineraalivilla	0,20 tth/kpl	0,25 tth/kpl	0,30 tth/kpl
– tuplakarmillinen oven työmenekki = 1,5-kertainen normaali oven työmenekkiin			
Lopettavat työt			
– siivous	0,04 tth/osakohde, 0,005 tth/kpl		

Suoritemäärän vaikutus

Ikkunoita kohteessa	Alle 100	200	250	300	Yli 400
Kerroin	1,15	1,10	1,00	0,90	0,85

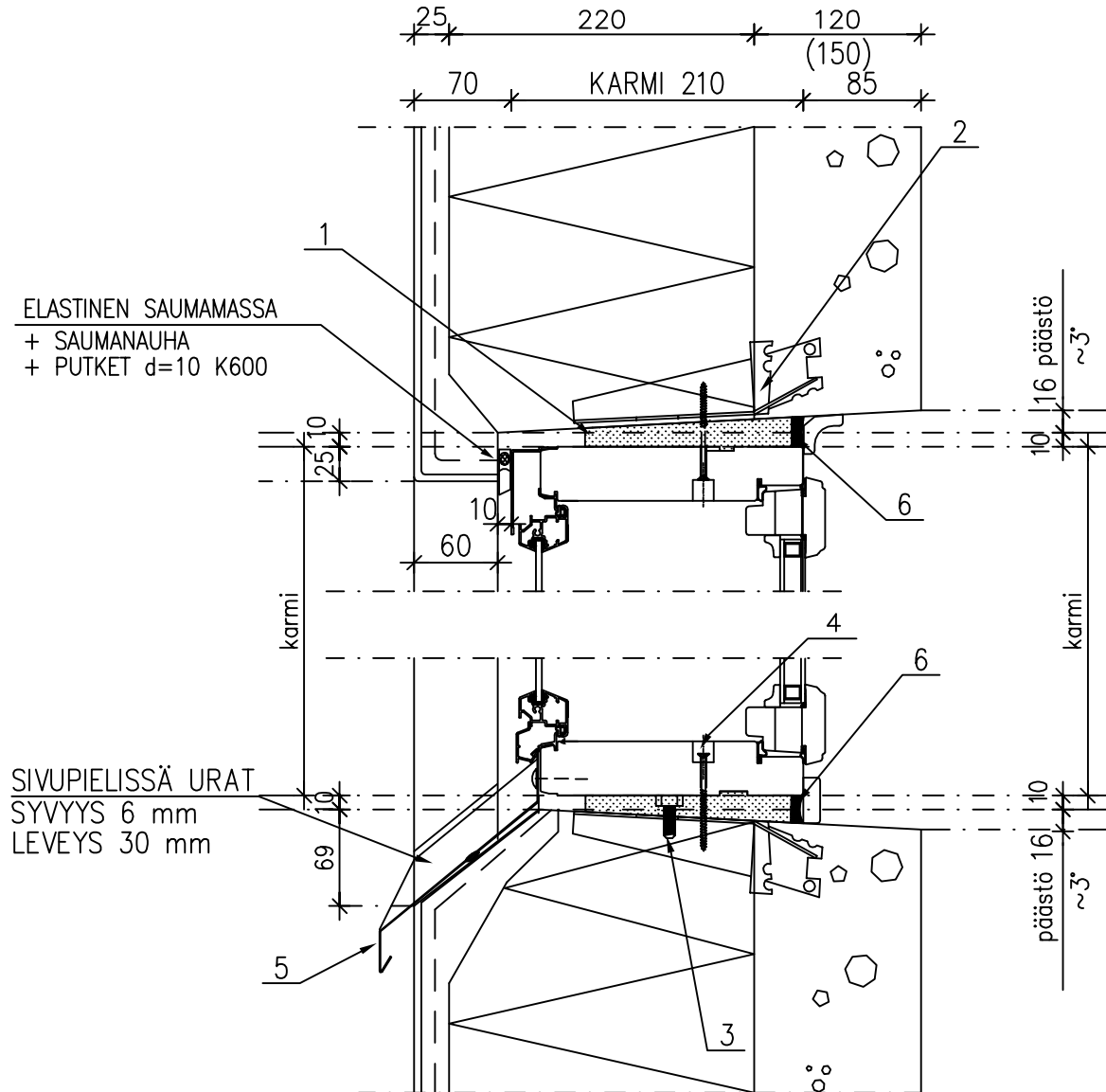
MATALAENERGIATALO EPS 220 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN RAPATTUUN ELEMENTTIIN OHUTERISTERAPPAUS, PYSTYLEIKKAUS	
Suunnittelija	Työn nro	DRR111
	Päiväys	



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:		
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.	
	1	IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)						
	2	TIPPANOKKA						
	3	TARVITTAESSA PALOKATKONA LAMELLIVILLAERISTE 200 mm (TTY:n TUTK.RAPORTTI 134)						
	4	TUULETUSKANAVA IKKUNAN YMP. b=30 mm, TUULETUS- PUTKET Ø10 mm k1000						
	5	ELASTINEN KITTI + VILLATILKKEEN KANSSA POHJANAUHA YMP.						
	6	MINERAALIVILLATILKE TAI PUR-VAAHDOTUS IKKUNAN YMPÄRI						
	7	KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY						
	8	SÄÄTÖRUUVIT ALLE JA TOISELLE SIVULLE, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY / KIILA						
	9	VESIPELTI, KUUMASINKITTY, TEHDASMAALATTU (PVDF TAI PURAL)						
	10	SIVUSMYGGISSÄ 15 mm SYVÄ VARAUS, h=30 mm						
	11	KUUMASINKITTY ESTO- / RAPPAUSPELTI						
	12	ELASTINEN TIIVISTYSNAUHA + SAUMAMASSA						

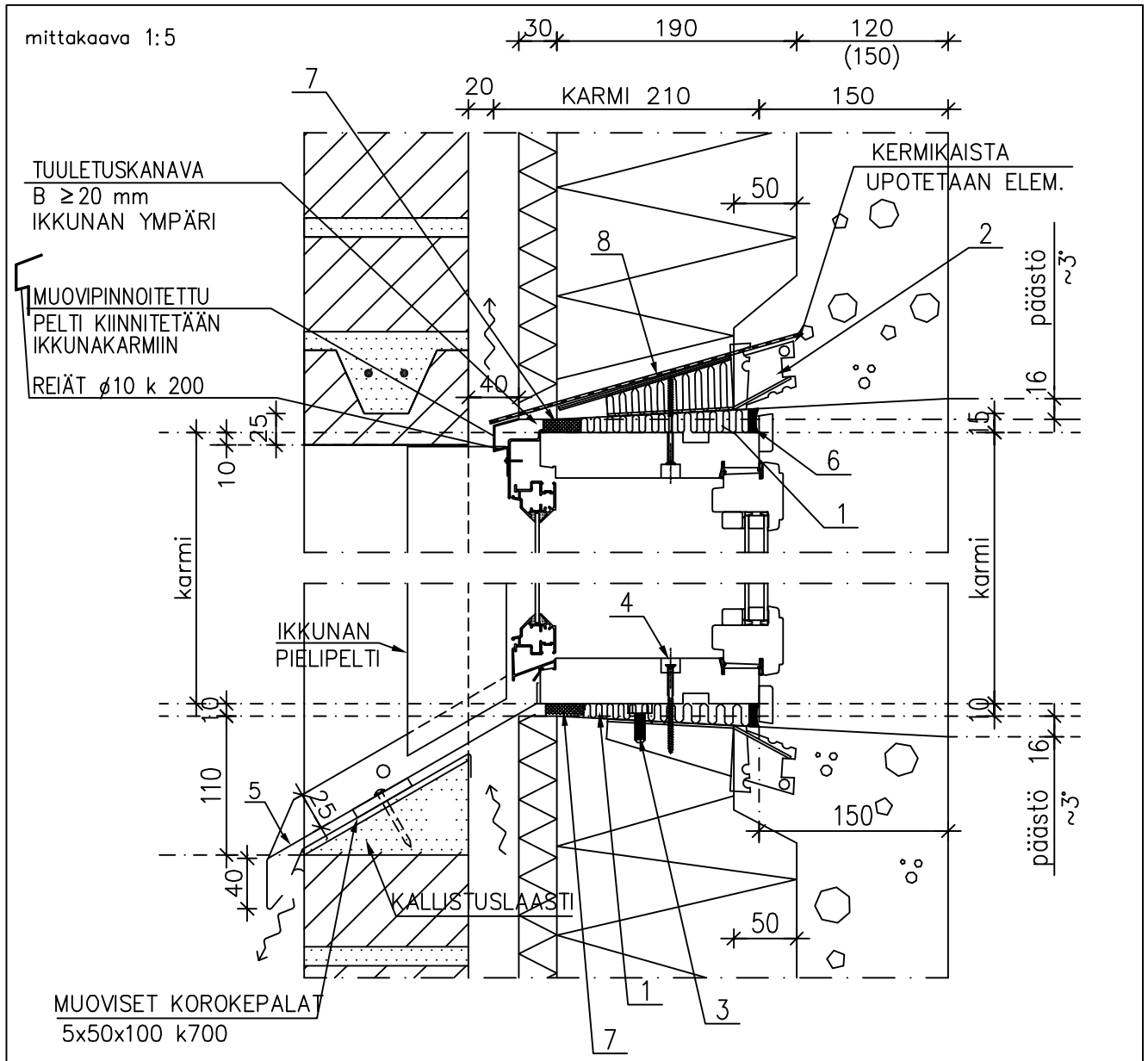
MINERAALIVILLA 220 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN RAPATTUUN ELEMENTTIIN PARMARAPPAUS, PYSTYLEIKKAUS	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
DRR110		

mittakaava 1:5



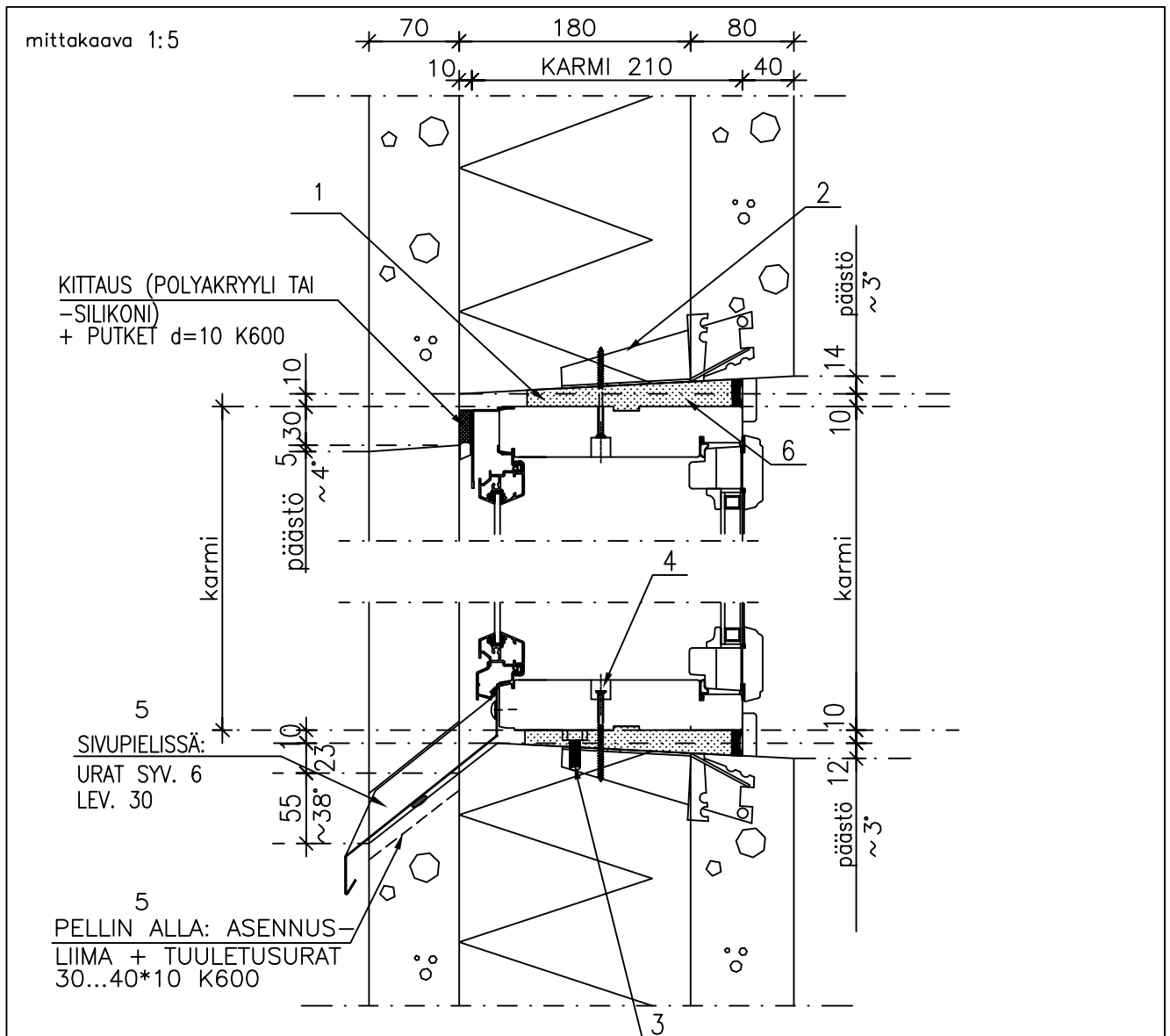
MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1	VILLATILKE TAI POLYURETAANIVAAPTO	n.150mm				
	2	IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)					
	3	SÄÄTÖRUUVIT IKKUNAN ALLE JA TOISELLE SIVULLE, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY/KIILA					
	4	KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY+KIILA					
	5	VESIPELTI, ALLE ASENNUSLIIMA					MUOVIPIINN.
	6	ELASTINEN KITTI JA LISTA, VILLATILKKKEEN KANSSA KITTAUS POHJANAUHALLA					

Suunnittelija	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) LIITOS, EI-KANTAVA SISÄKUORIELEMENTTI, 120 mm JULKISIVUMUURAUS, PYSTYLEIKKAUS	
	Työn nro	DRK110
	Päiväys	



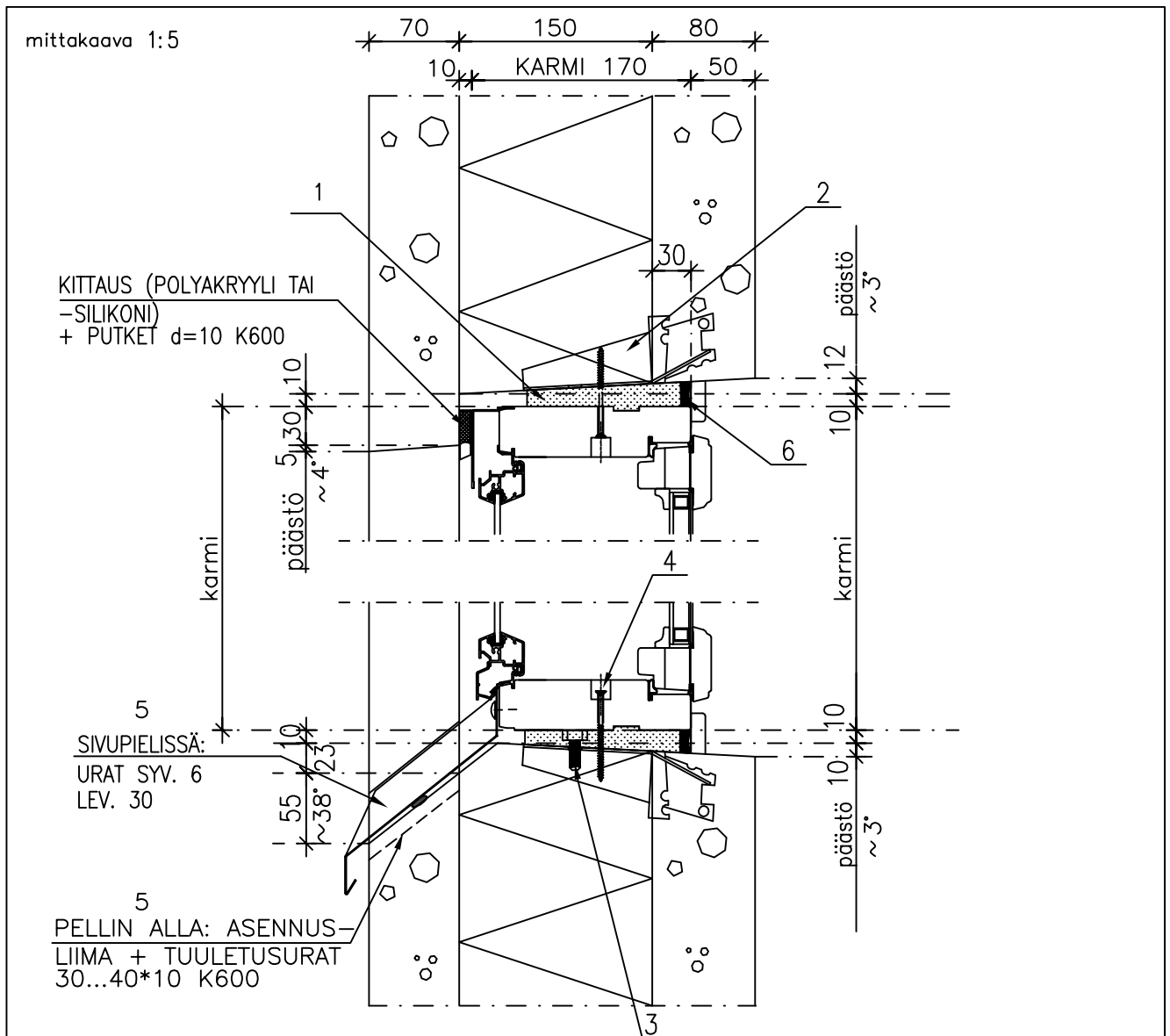
MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1		MINERAALIVILLATILKE				
	2		IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)				
	3		SÄÄTÖRUUVIT, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY / KIILA				
	4		KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY+KIILA				
	5		VESIPELTI				
	6		ELASTINEN KITTAUS POHJANAUHALLA JA LISTA YMPÄRI				
	7		SAUMANAUHA ESIM. ILLMOD 600				
	8		VANERI HUOVAN ALLA, HUOPA KIINNITETTY LIIMALLA TAI VALUSSA				

EPS 180 mm ($\lambda=0,031$)	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN SW-ELEMENTTIIN (PYSTYLEIKKAUS)	
Suunnittelija	Työn nro	DR114
	Päiväys	



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO							TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.	
	1	PALOPOLYURETAANIVAAPHTO		n.120mm				
	2	IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)						
	3	SÄÄTÖRUUVIT IKKUNAN ALLE JA TOISELLE SIVULLE, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY/KIILA						
	4	KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY, KIILA						
	5	VESIPELTI						MUOVIPIINN.
	6	ELASTINEN KITTI JA LISTA YMPÄRI						

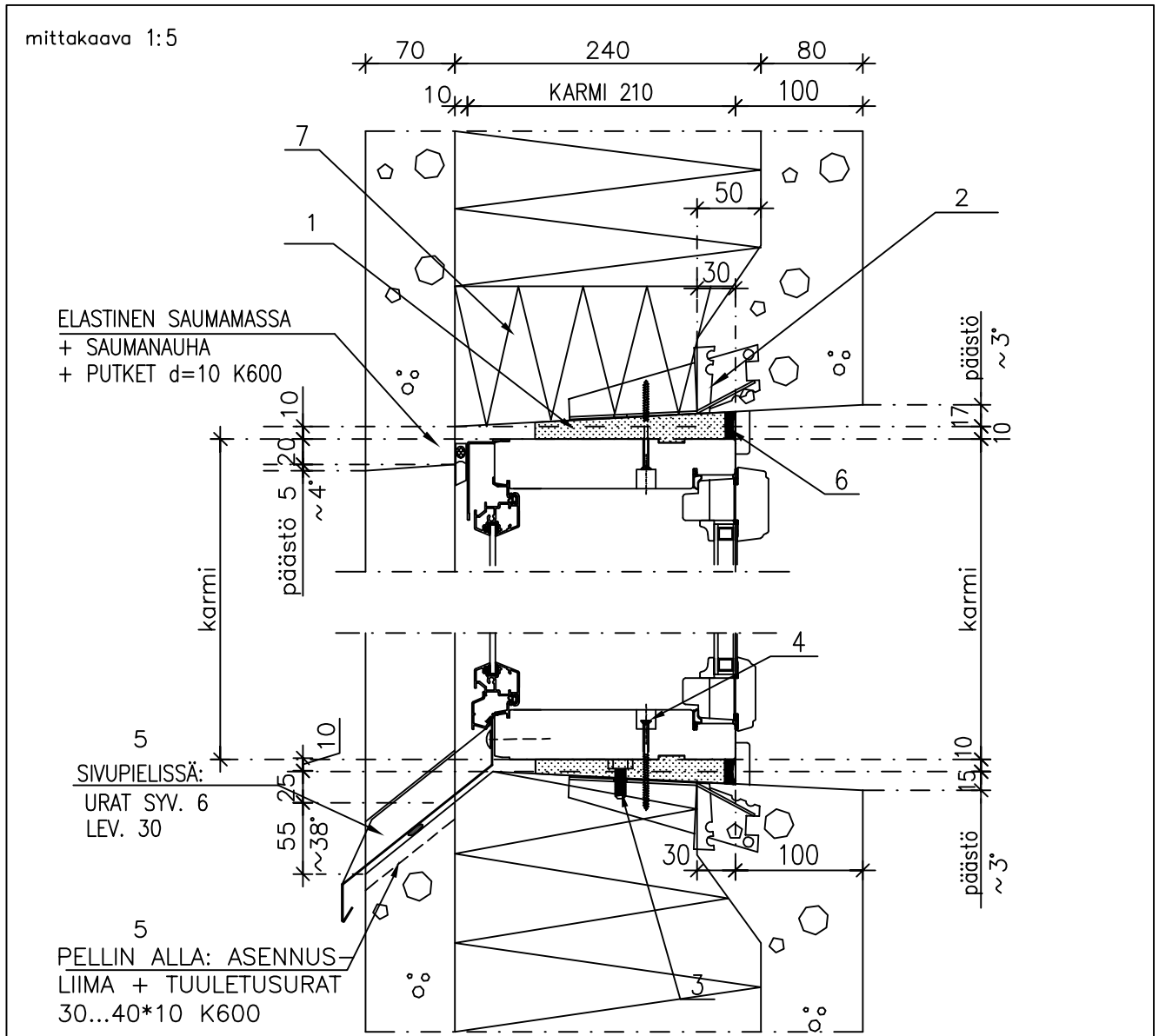
PUR 150 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 170mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN SW-ELEMENTTIIN (PYSTYLEIKKAUS)	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
DR113		



TARKEMMAT TIEDOT SPU-POLYURETAANIERISTEEN KÄYÖSTÄ KTS. STF-TYYPPIHYVÄKSYNTÄPÄÄTÖS
YM158/6221/2007

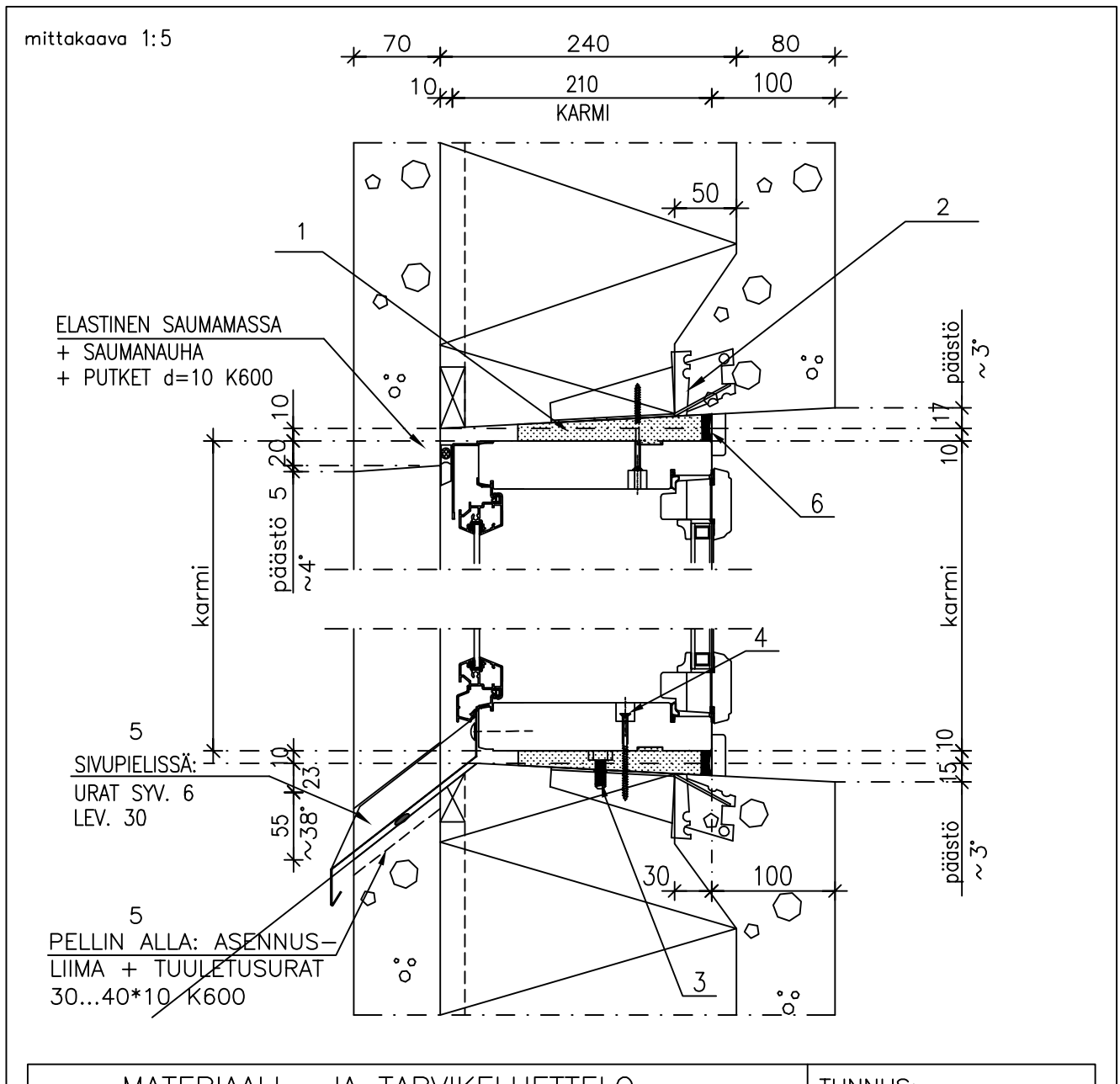
MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:		
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.	
	1	PALOPOLYURETAANIVAAPHTO		n.120mm				
	2	IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)						
	3	SÄÄTÖRUUVIT IKKUNAN ALLE JA TOISELLE SIVULLE, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY/KIILA						
	4	KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY, KIILA						
	5	VESIPELTI						MUOVIPIINN.
	6	ELASTINEN KITTI JA LISTA YMPÄRI						

EPS 240 mm PALOKATKO, KIVIVILLA	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN SW-ELEMENTTIIN (PYSTYLEIKKAUS)	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
DR111		



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:		
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.	
	1	POLYURETAANIVAAPTO, LEVEYS n.150mm						
	2	IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)						
	3	SÄÄTÖRUUVIT IKKUNAN ALLE JA TOISELLE SIVULLE, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY/KIILA						
	4	KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY+KIILA						
	5	VESIPELTI						MUOVIPIINN.
	6	ELASTINEN KITTI JA LISTA YMPÄRI						
	7	TARVITTAESSA PALOKATKONA MINERAALIVILLAERISTE 100 mm AUKON PÄÄLLÄ						

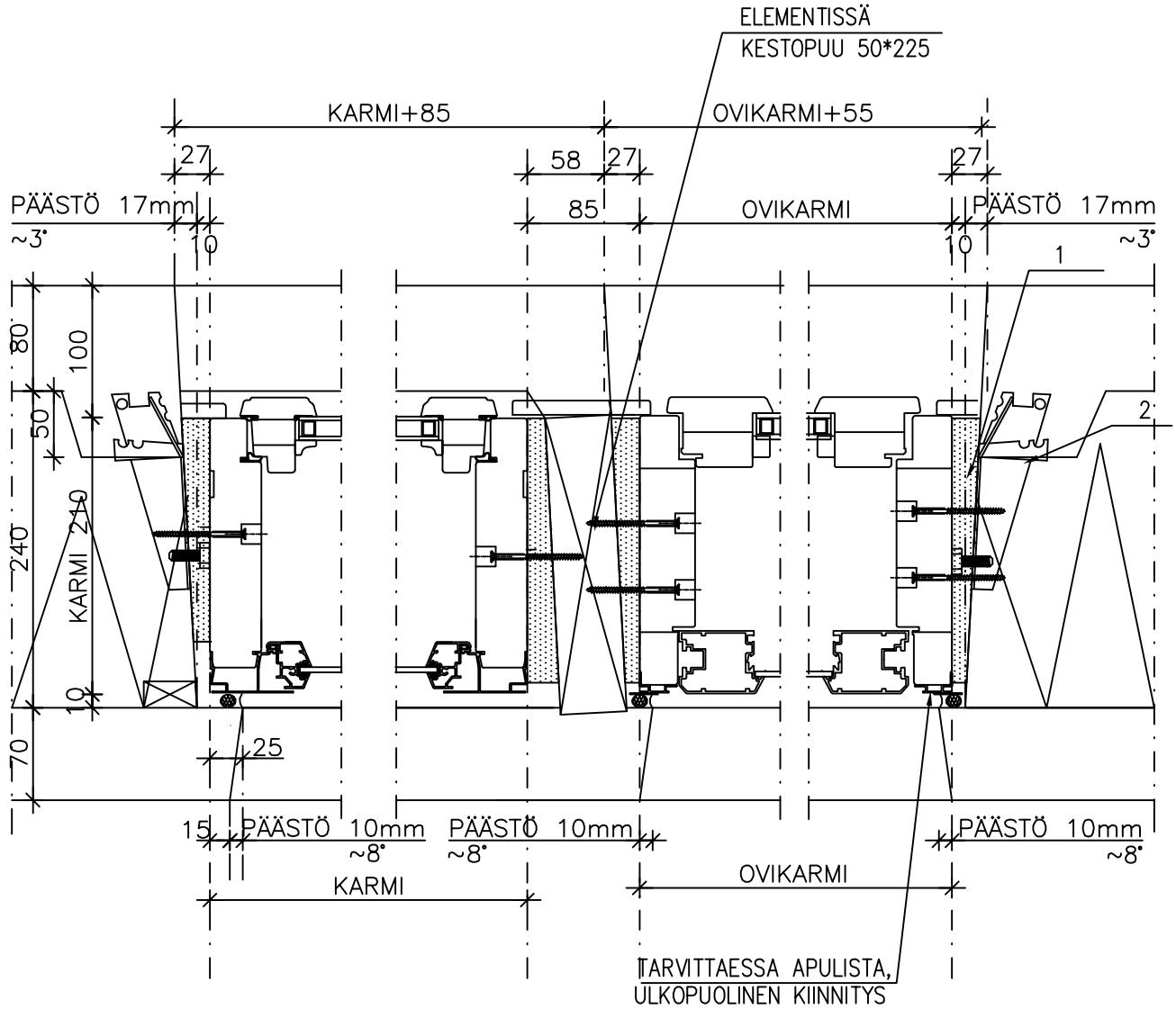
MINERAALIVILLA 240 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN SW-ELEMENTTIIN (PYSTYLEIKKAUS)	
Suunnittelija	Työn nro	DR110
	Päiväys	



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1	VILLATILKE TAI POLYURETAANIVAAPTO, LEVEYS n.150mm					
	2	IKKUNAKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)					
	3	SÄÄTÖRUUVIT IKKUNAN ALLE JA TOISELLE SIVULLE, KUUSIOMUTTERI M10, KUUMASINKITTY/KIILA					
	4	KIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY+KIILA					
	5	VESIPELTI					MUOVIPIINN.
	6	ELASTINEN KITTI JA LISTA YMPÄRI VILLATILKKEEN KANSSA KITTAUS POHJANAUHALLA					

MINERAALIVILLA 240 mm	Sisältö IKKUNA + PARVEKEOVI (KARMI 210mm) LIITOS, EI-KANTAVA ULKOSEINÄELEMENTTI VAAKALEIKKAUS	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
DR016		

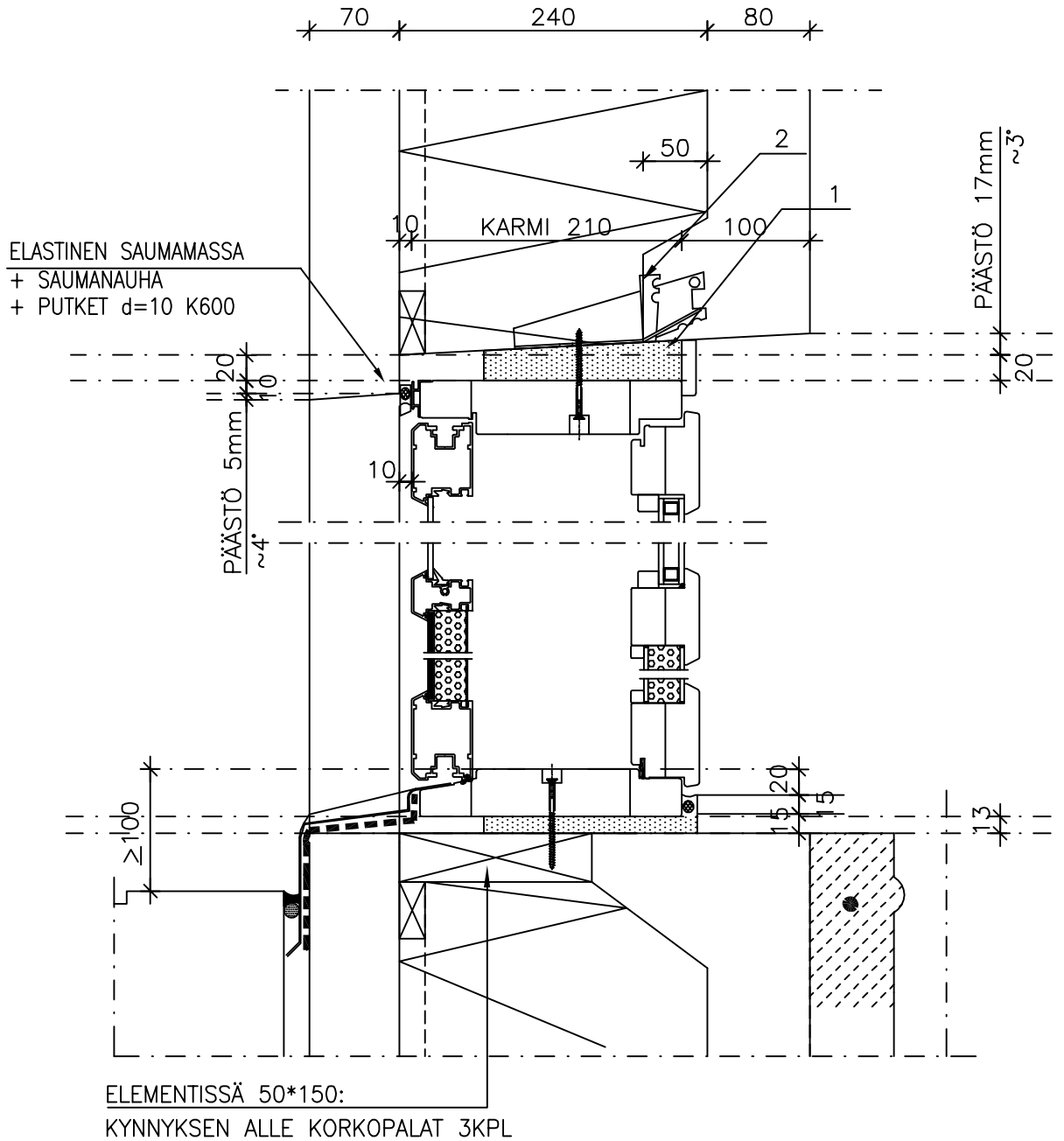
mittakaava 1:5



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1	VILLATILKE TAI POLYURETAANIVAAPPO					
	2	KARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)					

MINERAALIVILLA 240 mm	Sisältö PARVEKEOVEN (KARMI 210mm) LIITOS, EI-KANTAVA ULKOSEINÄELEMENTTI PYSTYLEIKKAUS	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
		DR015

mittakaava 1:5



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1	VILLATILKE TAI POLYURETAANIVAAPPO					
	2	OVIKARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)					

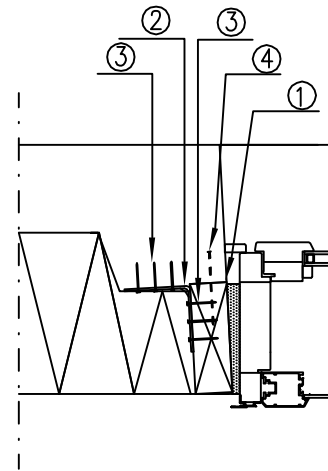
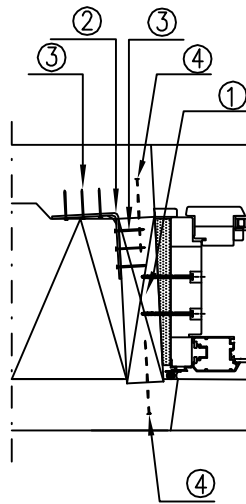
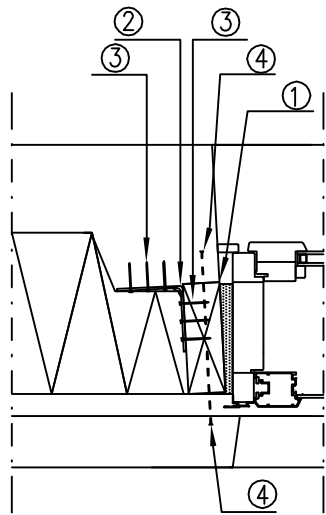
	Sisältö DETALJIT	
Suunnittelija	Työn nro	
	Päiväys	Tekijä
	DR004C	

mittakaava 1:10

DET 1

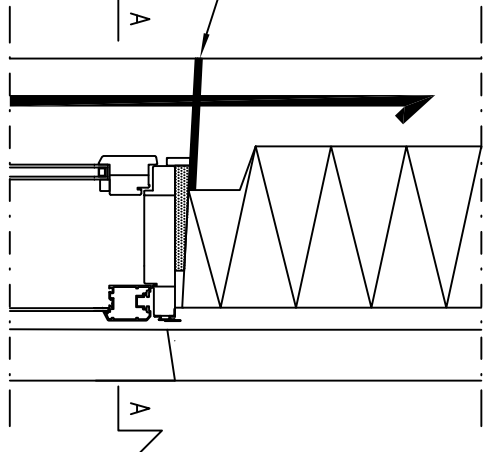
- ELEMENTISSÄ
- ① PUU 50*150
KIINNITYS BETONIIN
IKKUNAN YLÄ- JA ALAPUOLELTA
 - ② BMF-KULMALEVY 90
KUUMASINKITTY
YKSI AUKON YLÄPUOLELLA
KAKSI AUKON ALAPUOLELLA

- ③ 3+3 4.0*40
KAMPANAULAT/LIITOS
KUUMASINKITTY
- ④ NAULAUS N 100x3.4 k200,
VÄH. 2 AUKON MOL.PUOL.
AISI 316



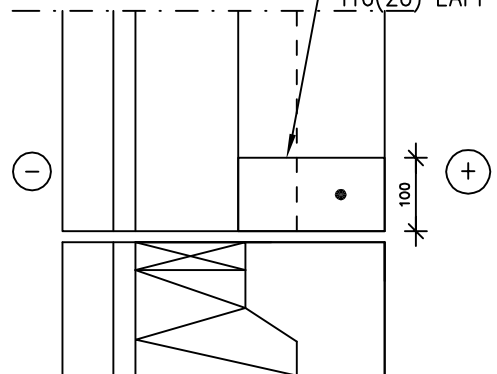
DET 2

OVI-AUKON ALAREUNASSA
ELEMENTISSÄ
FILMIVANERI t=9mm
T16(20) LÄPI L=AUKKO+600



LEIKKAUS A-A

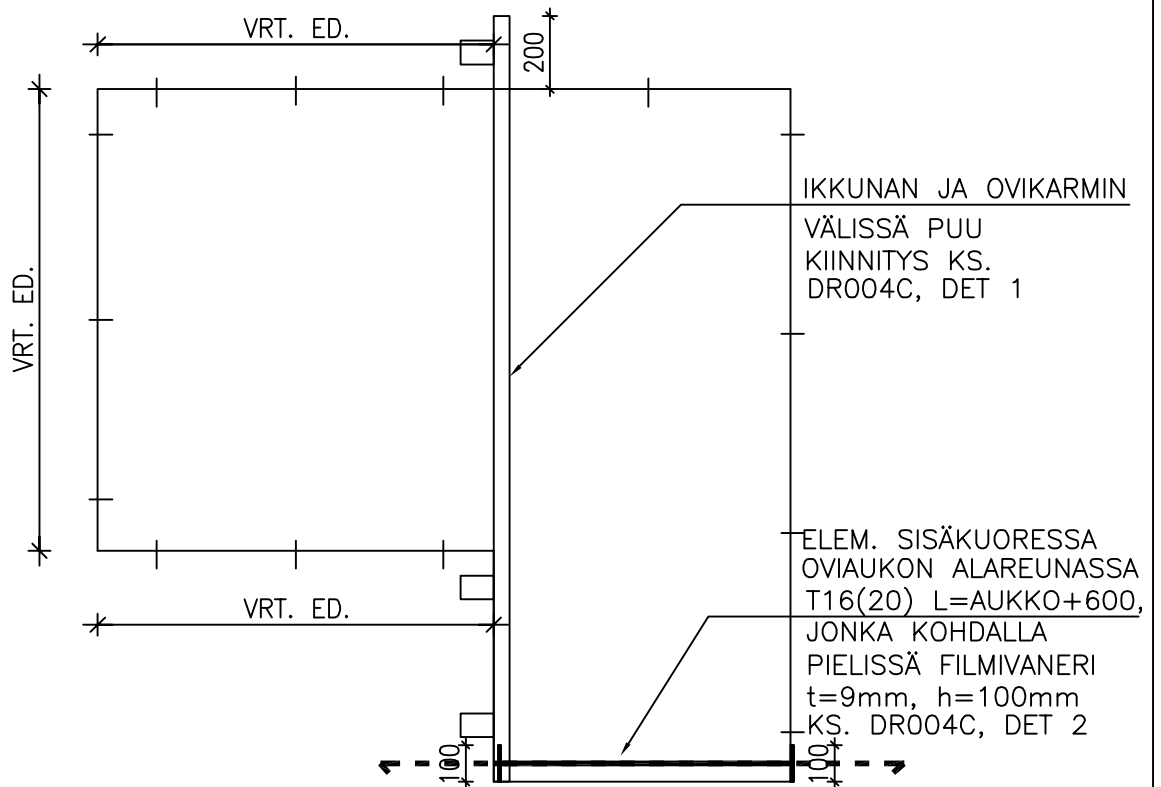
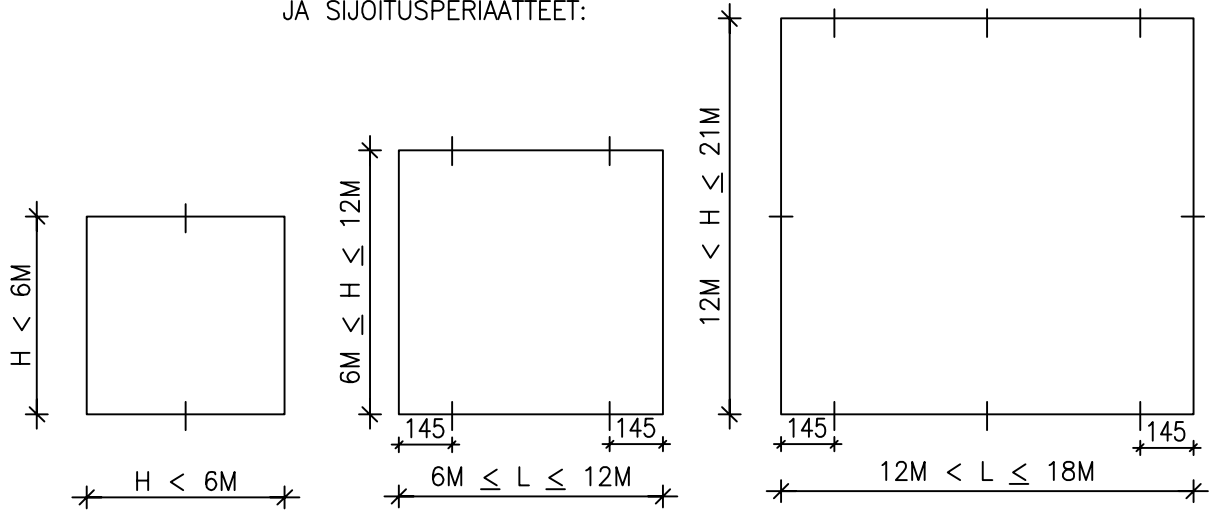
OVI-AUKON ALAREUNASSA
ELEMENTISSÄ
FILMIVANERI t=9mm, h=100mm
T16(20) LÄPI L=AUKKO+600



	Sisältö IKKUNAN KARMIKENKÄKIINNITYS ALA-/YLÄSARANOITU	
Suunnittelija	Työn nro	DR004B
	Päiväys	

mittakaava

MINIMIKAPPALEMÄÄRÄT
JA SIIJOITUSPERIAATTEET:

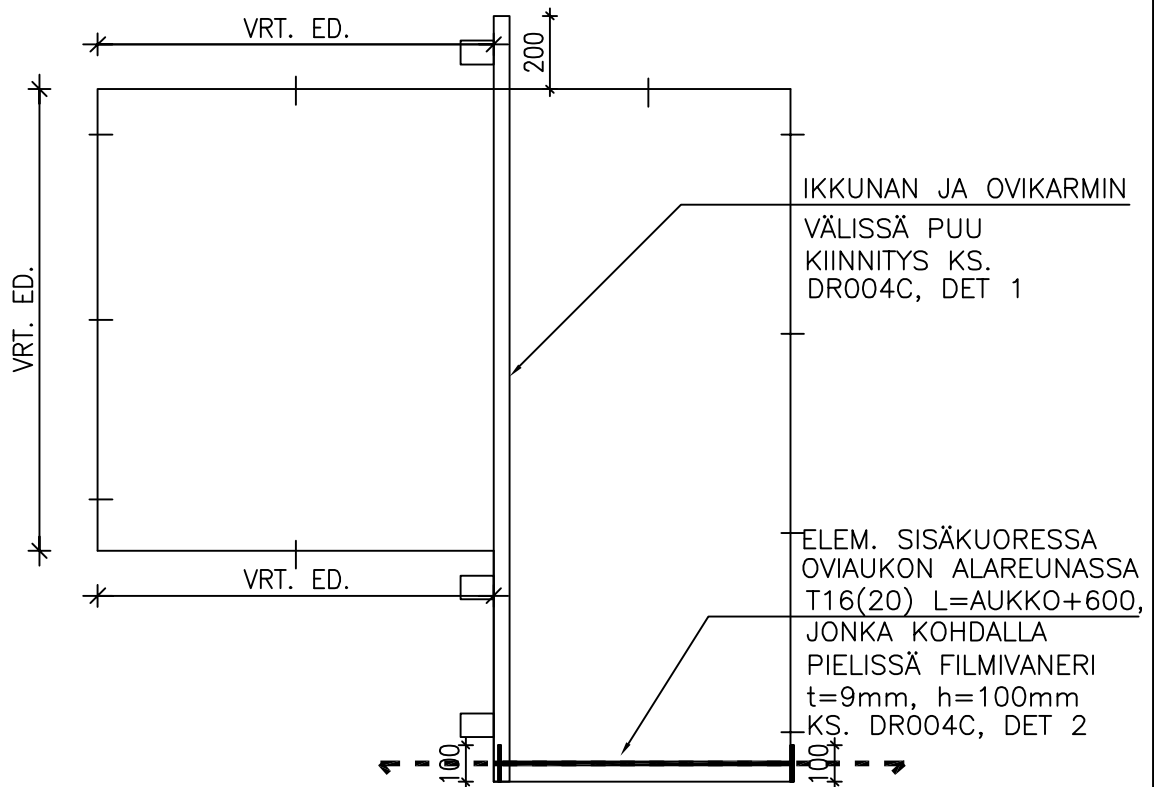
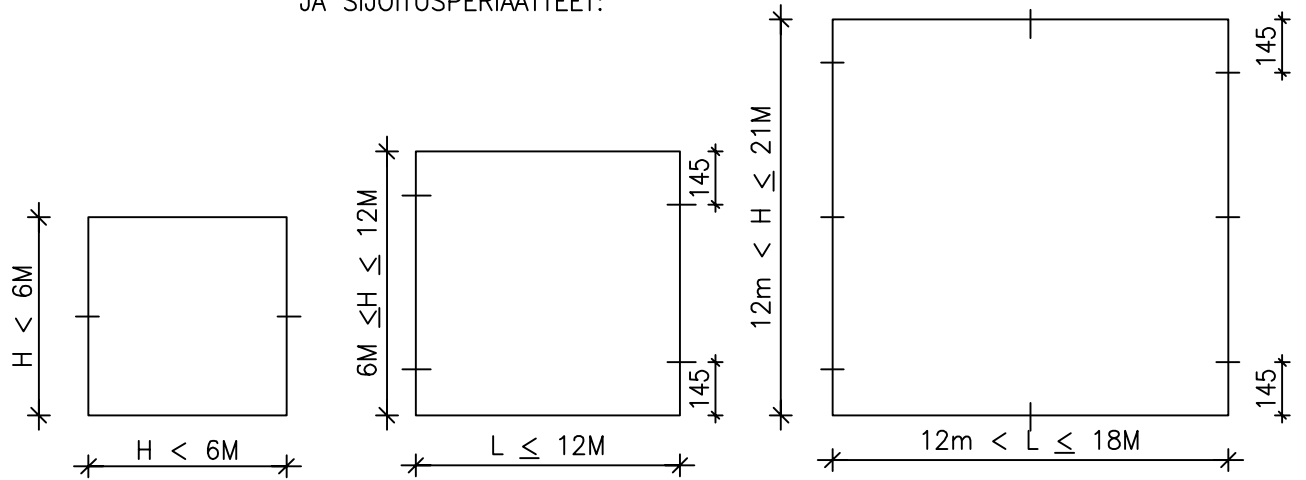


- IKKUNA- JA OVIKARMIN PERUSLEVEYS 210mm
- KIINNITYSPISTEIDEN KOHDALLA TARKKA SIAINTI MÄÄRÄYTYY IKKUNAVALMISTAJAN KIINNITYSPISTEKAAVION MUKAAN, MUUTOIN NOUDATETAAN TÄTÄ PERIAATEKAAVIOTA.
- MAHDOLLISEN VÄLIKARMIN KOHDALLA KIINNITYSPISTETTÄ SIIRRETÄÄN IKKUNAVALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN.
- KARMIT TILATAAN ILMAN VALMIIKSIPORATTUJA REIKIÄ
- IKKUNOIDEN SARANOINTI MÄÄRÄÄ KIINNIKKEIDEN KOKONAISMÄÄRÄN (RT-41-10947)

	Sisältö IKKUNAN KARMIKENKÄKIINNITYS SIVUSARANOITU	
Suunnittelija	Työn nro	DR004A
	Päiväys	

mittakaava

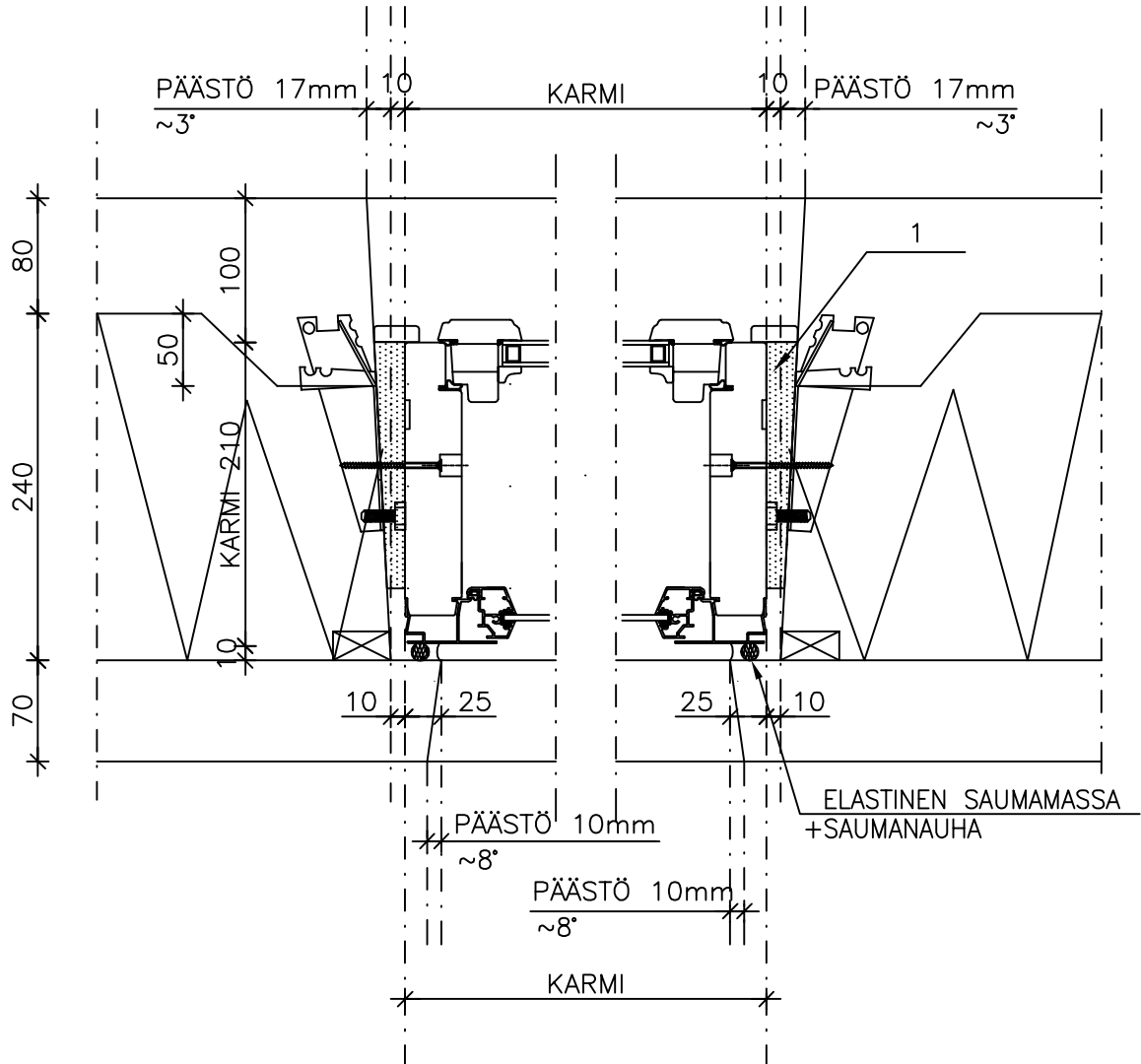
MINIMIKAPPALEMÄÄRÄT
JA SIIJOITUSPERIAATTEET:



- IKKUNA- JA OVIKARMIN PERUSLEVEYS 210mm
- KIIINNITYSPISTEIDEN KOHDALLA TARKKA SIJAINTI MÄÄRÄYTYY IKKUNAVALMISTAJAN KIIINNITYSPISTEKAAVION MUKAAN, MUUTOIN NOUDATETAAN TÄTÄ PERIAATEKAAVIOTA.
- MAHDOLLISEN VÄLIKARMIN KOHDALLA KIIINNITYSPISTETTÄ SIIRRETÄÄN IKKUNAVALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN.
- KARMIT TILATAAN ILMAN VALMIIKSIPORATTUJA REIKIÄ
- IKKUNOIDEN SARANOINTI MÄÄRÄÄ KIINNIKKEIDEN KOKONAISMÄÄRÄN (RT-41-10947)

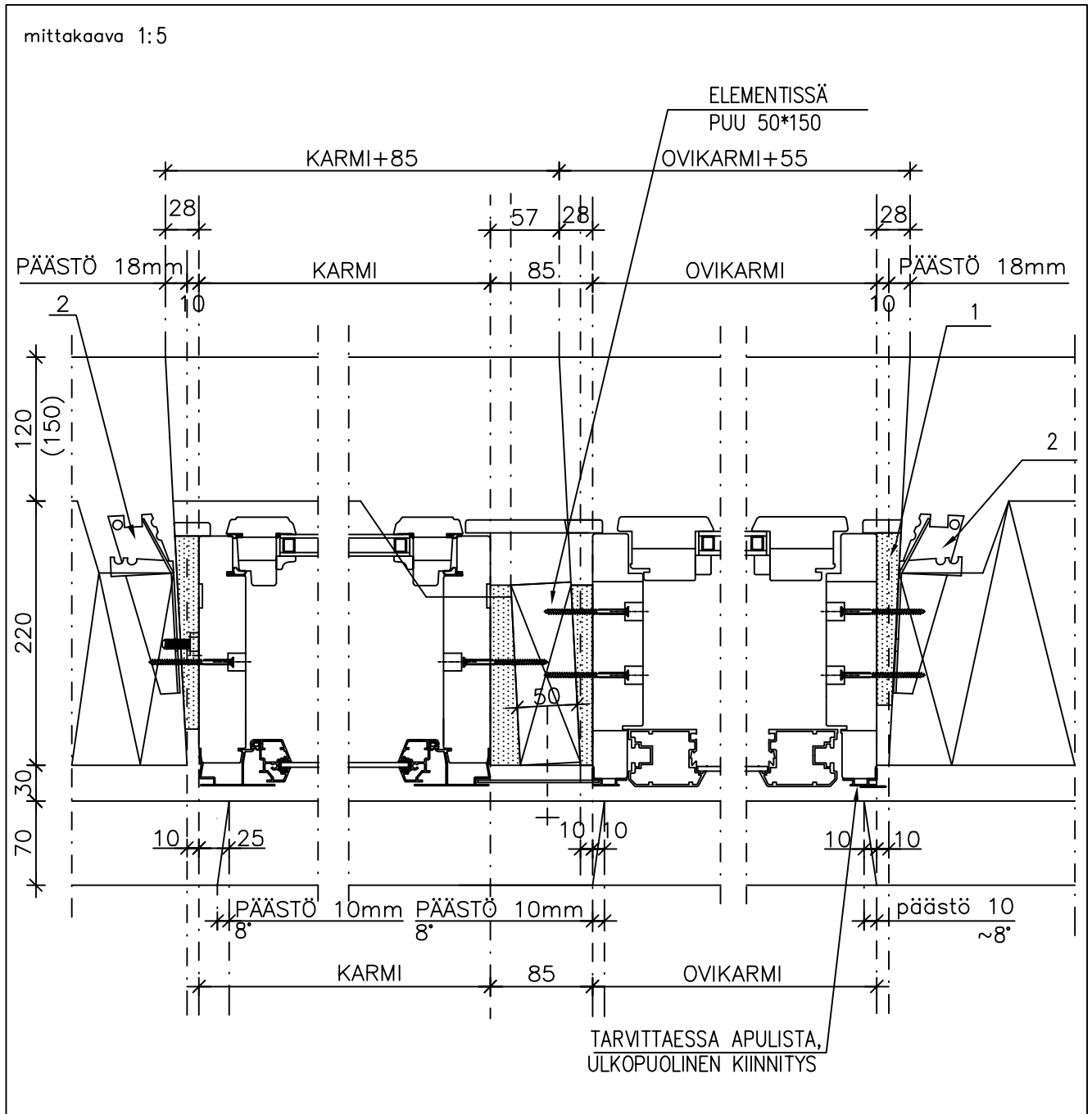
MINERAALIVILLA 240 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) KARMIKENKÄLIITOS EI-KANTAVAAN SW-ELEMENTTIIN (VAAKALEIKKAUS)	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
		DR001B

mittakaava 1:5



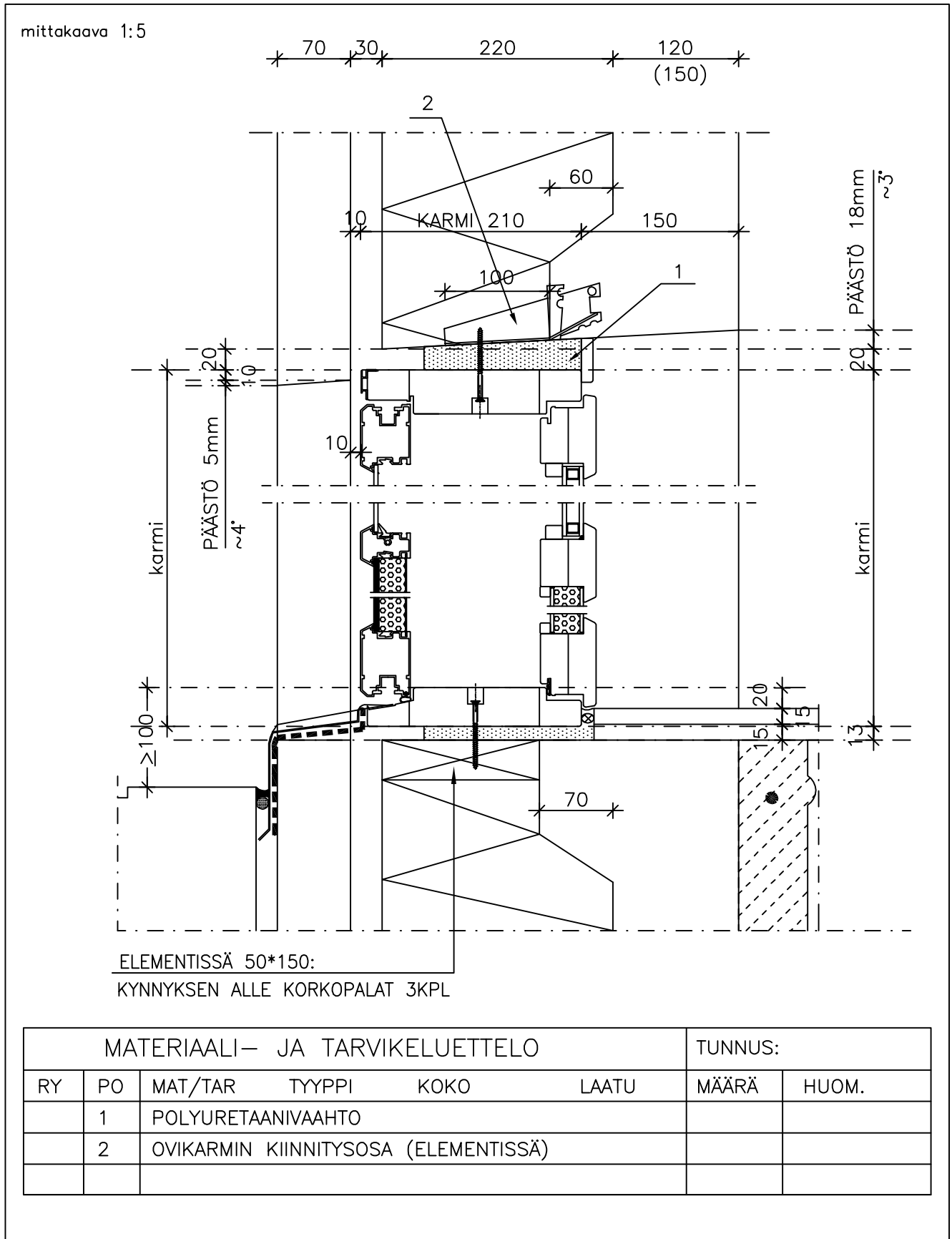
MATERIAALI- JA TARIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1	VILLATILKE TAI POLYURETAANIVAAPHTO					

MINERAALIVILLA 220 mm	Sisältö IKKUNA + PARVEKEOVI (KARMI 210mm) LIITOS, TUULETETTU ULKOKUORI EI-KANTAVA, VAAKALEIKKAUS	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
DKE023		



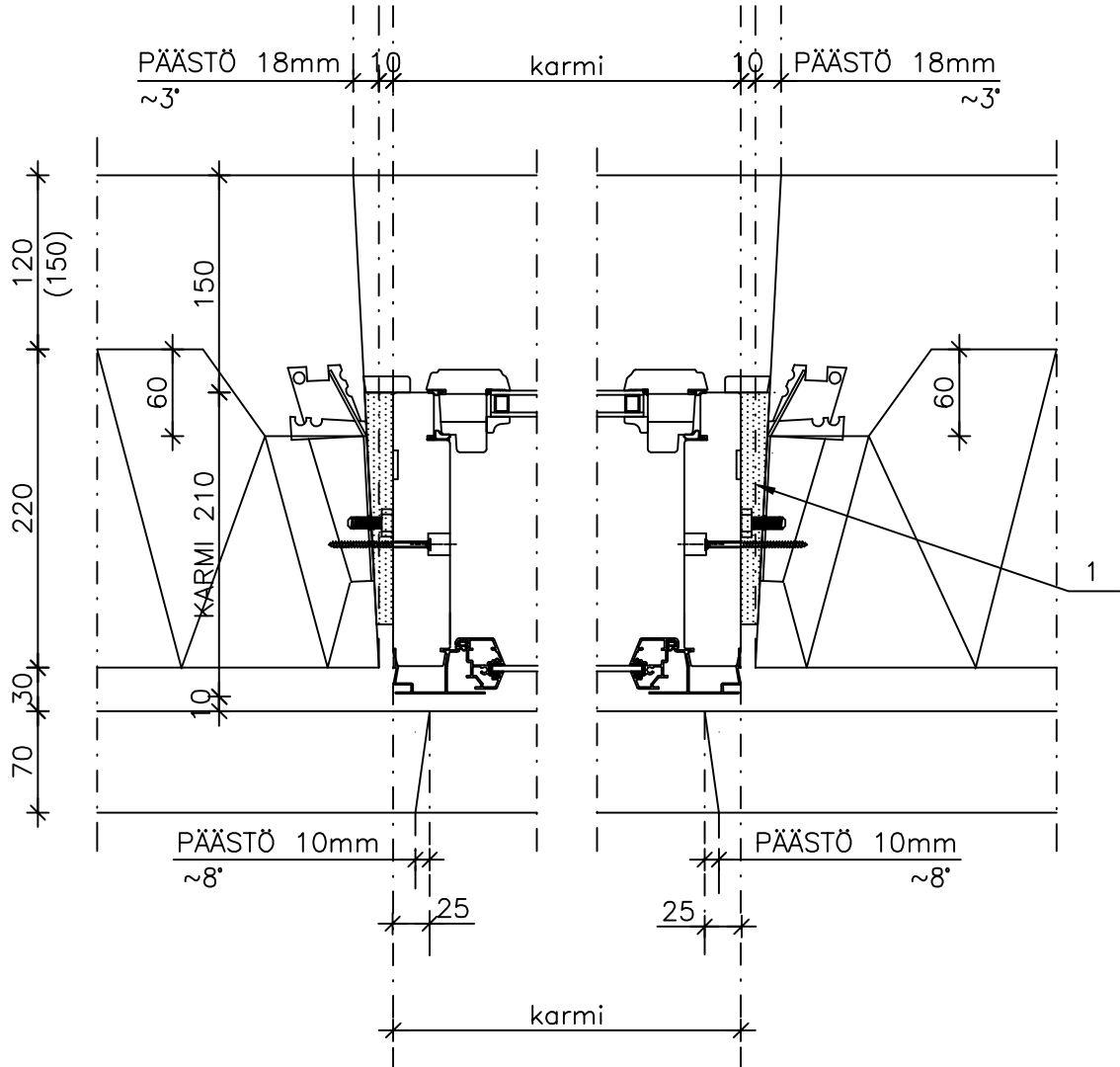
MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1	POLYURETAANIVAACHTO					
	2	KARMIN KIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)					

MINERAALIVILLA 220 mm	Sisältö PARVEKEOVEN (KARMI 210mm) LIITOS, TUULETETTU ULKOKUORI EI-KANTAVA, PYSTYLEIKKAUS	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
	DKE022	



MINERAALIVILLA 220 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) LIITOS, TUULETETTU ULKOKUORI EI-KANTAVA, VAAKALEIKKAUS	
	Suunnittelija	Työn nro
	Päiväys	Tekijä
DKE020B		

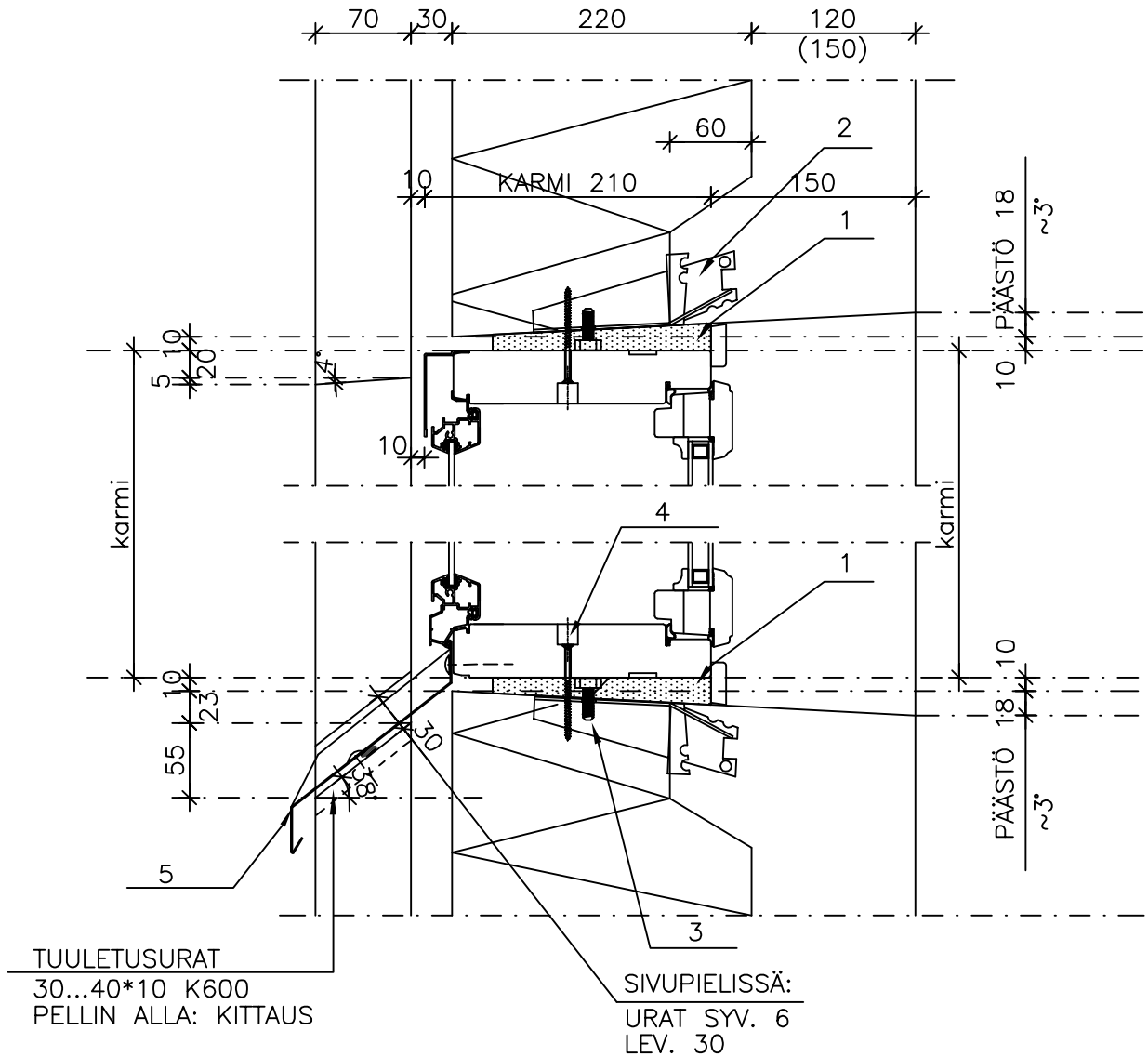
mittakaava 1:5



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1		POLYURETAANIVAAPTO				

MINERAALIVILLA 220 mm	Sisältö IKKUNAN (KARMI 210mm) LIITOS, TUULETETTU ULKOKUORI EI-KANTAVA, PYSTYLEIKKAUS		
	Suunnittelija	Työn nro	DKE020A
	Päiväys	Tekijä	

mittakaava 1:5



MATERIAALI- JA TARVIKELUETTELO						TUNNUS:	
RY	PO	MAT/TAR	TYYPPI	KOKO	LAATU	MÄÄRÄ	HUOM.
	1		POLYURETAANIVAHAHTO				
	2		IKKUNAKARMIN KIIINNITYSOSA (ELEMENTISSÄ)				
	3		SÄÄTÖRUUVIT, KUUSIOPULTTI M10, KUUMASINKITTY/ /KIILA				
	4		KIIINNITYSRUUVIT (PORAKÄRKI), KUUMASINKITTY				
	5		VESIPELTI				MUOVIPINN.