



Kerrostalon seinän paksueriste- rappauksen romahtaminen Helsingin Kontulassa 30.7.2024



Y2024-02

ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n 2 momentin nojalla tutkia 30.7.2024 Helsingin Kontulassa tapahtuneen kerrostalon seinän paksueristerappauksen romahtamisen.

Turvallisuustutkinnan tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen. Turvallisuustutkintaa ei tehdä oikeudellisen vastuun kohdentamiseksi.

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin erikoistutkija Hannu Hänninen ja jäseniksi asiantuntijat Toni Kekki, Kim Louhula ja Tarja Wiikinkoski. Tutkinnanjohtaja oli johtava tutkija Timo Nas-kali.

Turvallisuustutkinnassa selvitetään tapahtumien kulku, syyt ja seuraukset sekä tehdyt pelastustoimet ja viranomaisten toiminta. Tutkinnassa selvitetään erityisesti, onko turvallisuus otettu riittävästi huomioon onnettomuuteen johtaneessa toiminnassa sekä onnettomuuden tai vaaran aiheuttajina taikka kohteina olleiden laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa, valmistuksessa, rakentamisessa ja käytössä. Lisäksi selvitetään, onko johtamis-, valvonta- ja tarkastustoiminta asianmukaisesti järjestetty ja hoidettu. Tarvittaessa on myös selvítettävä mahdolliset puutteet turvallisuutta ja viranomaisia koskevissa säännöksissä ja määräyksissä.

Tutkintaselostus sisältää selostuksen onnettomuuden kulusta, onnettomuuteen johtaneista tekijöistä ja onnettomuuden seurauksista sekä asianomaisille viranomaisille ja muille toimijoille osoitetut turvallisuussuositukset sellaisiksi toimenpiteiksi, jotka ovat tarpeen yleisen turvallisuuden lisäämiseksi, uusien onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäisemiseksi, vahinkojen torjumiseksi sekä pelastus- ja muiden viranomaisten toiminnan tehostamiseksi.

Onnettomuuteen osallisille sekä tutkittavan onnettomuuden alalla valvonnasta vastaaville viranomaisille on varattu tilaisuus antaa lausuntonsa tutkintaselostuksen luonnoksesta. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä. Yhteenveto lausunnoista on tutkintaselostuksen lopussa. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Tutkintaselostus ja tiivistelmä on julkaistu 14.7.2025 Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa www.turvallisuustutkinta.fi.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	2
1 TAPAHTUMAT	5
1.1 Tapahtumien kulku.....	5
1.2 Hälytykset ja pelastustoimet.....	6
1.3 Seuraukset.....	6
2 TAUSTATIEDOT	7
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	7
2.1.1 Asuinkerrostalo	7
2.1.2 Paksurappaus-eristejärjestelmä ja sen rakenne.....	8
2.1.3 Kerrostalon paksueristerappaukset 2010 ja niiden jälkikorjaukset	11
2.1.4 Pintarappauksen korjaaminen 2022–2023.....	20
2.1.5 Eristerappauksen romahtamismekanismi.....	21
2.2 Olosuhteet	22
2.3 Tallenteet.....	23
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta	23
2.4.1 2010 eristerappauksen organisaatiot ja henkilöt	23
2.4.2 2010 eristerappauksen valvonta	24
2.4.3 2022–2023 pintarappauksen saneerauksen valvonta.....	25
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta.....	25
2.6 Säädökset, määräykset ja ohjeet.....	27
2.7 Muut selvitykset.....	30
2.7.1 Rakenteen kantavuuden arviointi.....	30
2.7.2 Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimus.....	31
2.7.3 Taloyhtiön konsultin selvitys onnettomuudesta.....	31
3 ANALYYSI	32
3.1 Tapahtuman analysointi.....	32
3.1.1 Hankkeen valmistelu 2009	32
3.1.2 Urakka 2010.....	33
3.1.3 Korjaustyöt 2022–2023	34
3.1.4 Romahtaminen 2024	34
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	35
5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET	36
5.1 Taloyhtiöiden remonttien valvonnan laadun varmistaminen	36
5.2 Taloyhtiöiden remonttien teknisen osaamisen varmistaminen	36
5.3 Paksueristerappauksien lujuuden varmistaminen.....	36

5.4 Rakennusprojektien luvanmukaisuuden varmistaminen	37
LÄHDELUETTELO	38
YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA	39

1 TAPAHTUMAT

1.1 Tapahtumien kulku

Helsingin Kontulassa sijaitsevan asuinkerrostalon päätyseinän paksueristerappaus romahti äkillisesti tiistaina 30.7.2024 klo 10.53. Yli puolet päätyseinän toisen osion pintarakenteista tippui yhtenä kappaleena maahan. Romahtanut materiaali koostui pääasiassa rappauksesta, rappausverkosta ja mineraalivillaeristeestä.



Kuva 1. Yli puolet talon päätyseinän toisen osion paksueristerappauksesta romahti. (Kuva: OTKES)

Hetki ennen rappauksen romahtamista viimeistelytyötä tehnyt henkilö työskenteli varaston ovella, joka oli talon kyseisessä päädyssä. Hän kuuli seinästä pahaenteistä jyrinää juuri ennen rappauksen romahtamista. Seinästä varisi myös rappausmurua. Rappauksen romahtaessa henkilö ehti juosta alta turvaan viereiselle kulkuväylälle. Heinäkuussa varastotilassa oli käyty ennen romahtamista kymmenen kertaa. Muutamia päiviä ennen onnettomuutta varastotilassa erikseen käyneet henkilöt olivat havainneet varastotilan oven ottavan auetessaan hieman kiinni päätyseinän rappauksen alareunaan.

Seinän vierustalla, suoraan romahtaneen osan alapuolella, oli penkki, jolla talon asukkaiden oli tapana viettää aikaa kesäisin. Onnettomuushetkellä penkillä ei ollut ketään.

Kerrostalo oli rakennettu vuonna 1966. Paksueristerappaus oli lisätty päätyseinään asumismukavuuden lisäämiseksi vuonna 2010. Rappauksen pintakerros oli uusittu vuosina 2022–2023.

1.2 Hälytykset ja pelastustoimet

Vahingon havainnut henkilö soitti hätänumeroon klo 13.14. Ilmoittaja kertoi yhdeksänkerroksisen asuintalon rappauspintaa ja villoja tulleen alas seinältä yli kuuden kerroksen osuudelta. Ilmoittajan mukaan alueelle oli jo laitettu lippusiima siellä olevien kiinteistöhuoltajien toimesta, mutta he kaipasivat pelastustoimen arviota muun eristämisen tarpeesta.

Hätäkeskus teki C-kiireellisyysluokan ”Vahingontorjunta; pieni” -tehtävän klo 13.21 arviolla, että tehtävä vaatii pelastustoimen välittömiä toimenpiteitä. Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen Kontulan pelastusaseman kärkiyksikkö RHE6115 sai tehtävän klo 13.28 ja oli kohteessa klo 13.34. Pelastustoimia ei tarvittu, mutta pelastushenkilöstö kehotti työmiehiä rajamaan aidoilla turvallisen varoalueen siltä varalta, että seinärappauksen loppuosakin putoaisi maahan.

1.3 Seuraukset

Kukaan ei loukkaantunut onnettomuudessa.

Onnettomuuden jälkeen taloyhtiö tuki kahdesta kerrostalostaan kulkuväylien kohdalla olleet ehjien päätyseinien eristerappaukset väliaikaisilla puurakenteilla, jotta näiden vieressä olleet kulkuväylät saatiin käyttöön. Samoin tuettiin onnettomuusseinän paikalle jäänyt yläosa. Onnettomuus aiheutti taloyhtiölle merkittäviä kustannuksia.

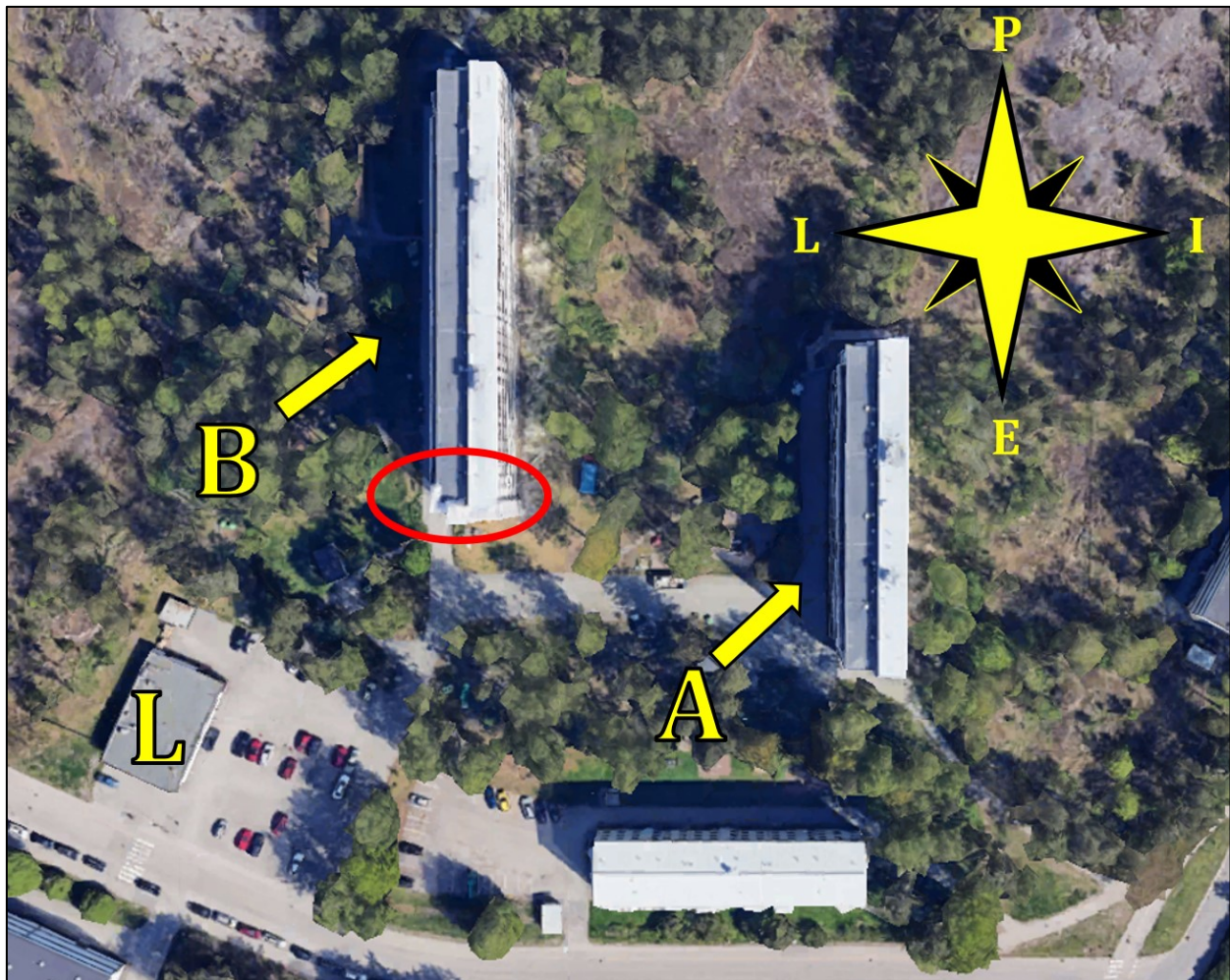
2 TAUSTATIEDOT

2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

2.1.1 Asuinkerrostalo

Tapahtuman asuinkerrostalo sijaitsee Helsingin kaupungin Kontulan kaupunginosassa. Taloyhtiön kahdessa asuinkerrostalossa on asuntoja yhteensä 171 kpl. Asuinkerroksia taloissa on yhdeksän, joiden lisäksi taloissa on pohjakerros ja ullakko. Asuinhuoneistojen pinta-ala on 10 908 m². Rakennusten tilavuus on 47 701 m³. Taloyhtiön asukasmäärä on noin 300 henkilöä, ja osakkaita on noin 170.

Onnettomuudessa taloyhtiön B-talon eteläpäädyn paksueristerappauksesta romahti alas noin 70 m²; päätyseinän kokonaispinta-ala on noin 260 m². Rappaus ja valtaosa eristemateriaalista putosi kokonaisena kappaleena maahan ja hajosi palasiksi. Rappauksen palasia kaatui myös viereiselle pihakäytävälle. Materiaalin määrästä ja osin usean neliömetrin kokoisista rappauslevyistä johtuen kappaleet kaatuivat osin myös taloon johtavalle päällystetylle kävelytielle. Romahtaneen seinän osan mineraalivillaeristeen paino oli 1 200 kg ja rappauksen paino 4 320 kg.



Kuva 2. Taloyhtiön kerrostalot A ja B ovat pohjois-eteläsuuntaisesti. Romahtanut paksueristerappauksen osa oli B-talon eteläpäädyssä (ympyröity punaisella). Taloyhtiöön kuuluva liiketilarakennus merkitty L-kirjaimella. (Ilmakuva ©Maanmittauslaitos 6/2025, merkinnät OTKES).

Kerrostalo oli rakennettu vuonna 1966. Taloyhtiön molempien kerrostalojen julkisivuille oli tehty vuosien 2010–2023 aikana kaksi saneerausta: Ensimmäinen niistä oli tehty vuonna 2010, jolloin kerrostalojen päätyihin oli lisätty paksueristerappaus. Urakan valmistumisen jälkeen vuonna 2012 seinille oli tehty korjauksia vesivaurioiden ja rappauksen pintavaurioiden korjaamiseksi. Vuosina 2013 ja 2017 oli tehty erilaisia jälkitöitä ja korjauksia. Toinen saneeraus oli tehty vuonna 2022. Siinä oli tehty idän puoleisten julkisivujen saneeraus ja samassa yhteydessä molempien talojen päätyjulkisivujen saneeraus paksueristerappauksen kulumien korjaamiseksi ja julkisivujen ilmeen ehostamiseksi. Päätyjulkisivun osio romahti saneerauksen jälkitöiden viimeistelyn ollessa loppusuoralla.

2.1.2 Paksurappaus-eristejärjestelmä¹ ja sen rakenne

Paksueristerappauksella parannetaan seinän lämmöneristystä. Kyseessä on niin sanottu kolmikerrosrappaus. Nimitys tulee eristeseinän kolmikerroksisesta rappauksesta, joka koostuu pohja-, täyttö- ja pintarappauksesta. Paksueristerappauksen rakenne kiinnitetään betonielementtiseinään kiinnikkeillä. Paksueristerappaukset ovat siten ei-kantavia rakenteita ja valmis rappaus kantaa itse itsensä.

Vuonna 2023 rappauksien markkinaosuus kaikista pintamateriaaleista Suomessa oli noin 8 %.² Paksueristerappauksen osuus tästä oli noin 27 % eli pinta-alana noin 202 200 m² rapattua seinää. Rapattuja julkisivuja tehtiin vuonna 2023 yhteensä 750 000 m², josta 480 000 m² uudisrakentamisessa ja 270 000 m² korjausrakentamisessa. Aiemmin paksueristerappauksia tehtiin vielä enemmän. Suosio oli noussut 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä, jolloin myös nyt tutkittava rappaus oli tehty. Paksueristerappauksen ja ohuteristerappauksen suosio on vähentynyt viime vuosina.

Paksueristerappauksen rakenne voidaan toteuttaa eri tavoilla. Tässä tutkintaselostuksessa kuvataan onnettomuuskohteen kaltaista rakennetta.

Eristerappausjärjestelmän toteutuksessa betonielementtiseinää vasten asennetaan eristäväksi materiaaliksi mineraalivilla, joka kiinnitetään betonielementtiseinään kiinnikkeillä. Samoja kiinnikkeitä käytetään mineraalivillan päälle kiinnitettävän rappausverkon kiinnittämiseen. Kiinnike koostuu eri osista. Betonielementtiin kiinnitettävän ruuvin on määrä kiinnittää paksueristerappaus alustaan. Heilurihaalla on merkittävä tehtävä paksueristerappauksen rakenteen muodostamisessa. Heilurihaassa olevalla lukituslevyllä kiinnitetään mineraalivilla paikalleen, ja rappausverkon ulkopuoliset lukituslevyt kiinnittävät puolestaan rappausverkon paikalleen.

Näiden työvaiheiden jälkeen tehdään pohjarappaus. Sen tarkoituksena on muodostaa ensimmäinen laastikerros niin, että rappausverkko jää kokonaisuudessaan laastin sisään eikä ole kosketuksessa mineraalivillan. Seuraavaksi tehdään paksueristerappauksen täyttörappaus, ja lopulta uloimmaksi kerrokseksi tuleva pintarappaus. Paksueristerappauksesta tulee itse-kantava kokonaisuus.

Lämmöneriste on julkisivukäyttöön tarkoitettua puristuksenkestävää lasi- tai kivimineraalikulueristettä (myöhemmin mineraalivilla). Lämmöneristeeltä vaaditaan puristuskestävyyttä tuulikuorman sekä kiinnikkeiden heilurihakasien toiminnan aiheuttamaa puristusvoimaa vastaan. Järjestelmän mukaisen mineraalivillan tyyppinen puristusarvo on 5 kN/m².

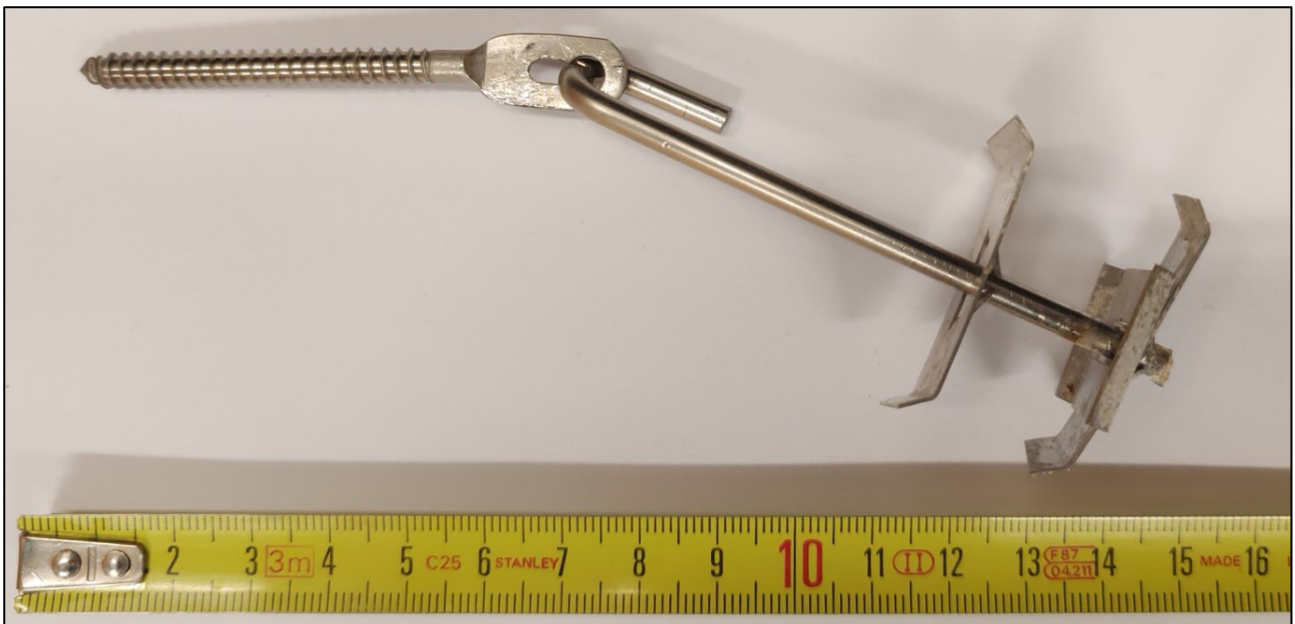
¹ Tuotteen virallinen nimi on paksurappaus-eristejärjestelmä, mutta tässä tutkintaselostuksessa käytetään kokonaisuuteen viitattaessa pääosin paksueristerappaus termiä helpottamaan luettavuutta.

² Julkisivuyhdistyksen tilaama ja Forecon Oy tekemä Julkisivumarkkinat Suomessa -tutkimus.

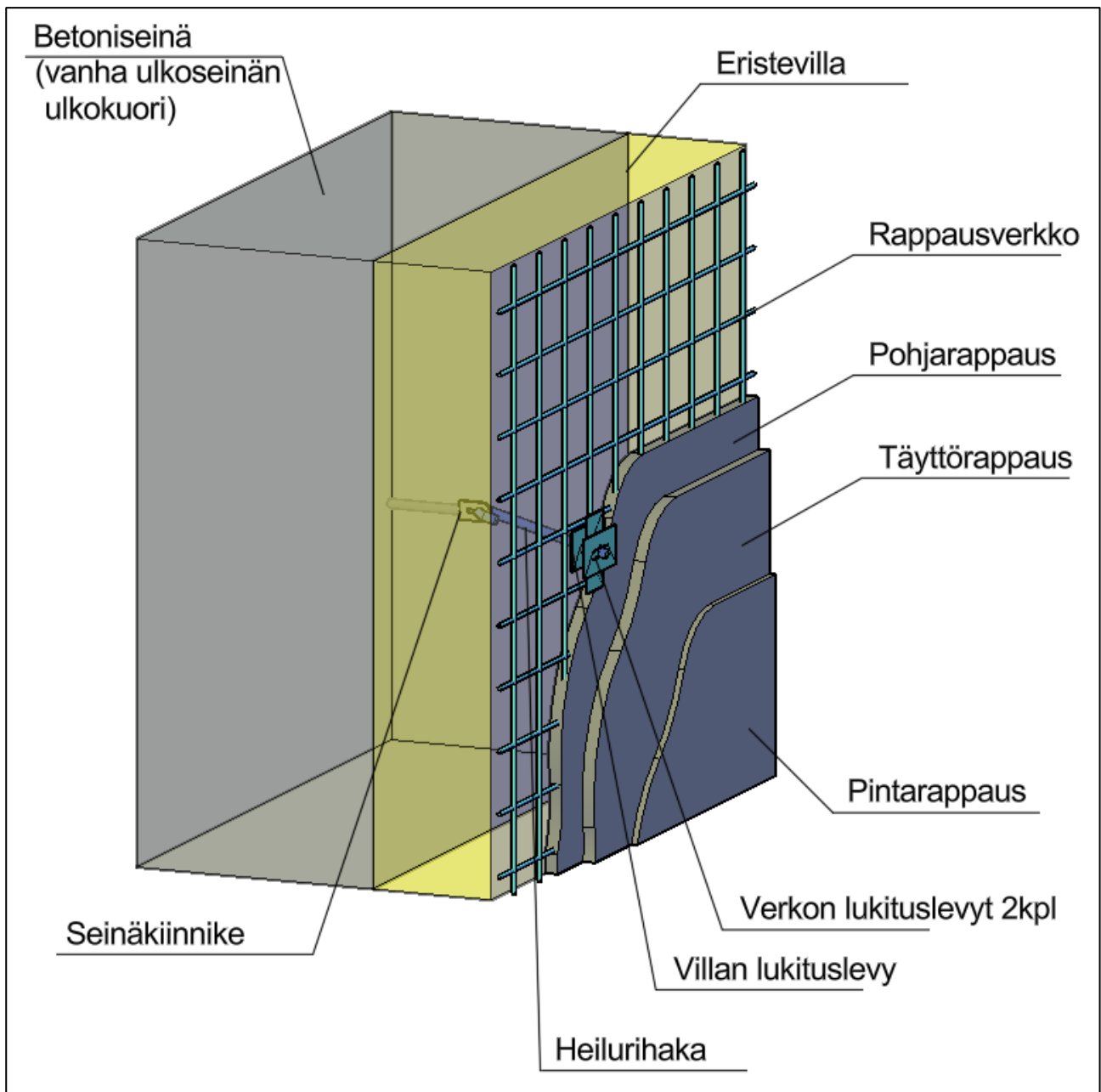
Eristerappausjärjestelmä ripustetaan kantavaan rakenteeseen kiinnitettävillä lenkipäisillä kiinnikkeillä, niihin kytkettävillä heilurihakasilla ja kiinnityslevyillä. Jokaiseen heilurihakaan kiinnitetään järjestelmätoimittajan ohjeen mukaan yhdellä lukituslevyllä paikalleen mineraalivilla ja kahdella lukituslevyllä rappauksen teräsverkko.

Paksueristerappauksen lämmöneriste asennetaan seinälle edeten työssä alhaalta ylöspäin, rappausverkko puolestaan kiinnitetään ylhäältä alkaen. Seinän alareunassa on muotoon taitettu pelti, joka kiinnitetään kantavaan rakenteeseen. Pellin päälle asennetaan eristeet. Pellin etureunan on tarkoitus jäädä vähintään rappauksen pintakerroksen taakse, jotta seinää myöten satava vesi ei pääse tunkeutumaan pellin ja eristeen väliin.

Asennusvaiheessa on pohjapellin ja eristeen väliin laitettava apulevy tai muu vastaava yhtenäinen korokepala, jonka koko valitaan mineraalivillan paksuuden mukaan. Tässä vaiheessa heilurihaat ovat vaakasuorassa asennossa kiinnikkeen silmukan pohjassa olevassa hahlossa. Apulevy otetaan pois, kun rivi mineraalivillaa on asennettu seinään heilurihakojen ensimmäisten lukituslevyjen varaan. Apulevyn poiston jälkeen heilurihaka irtoaa kiinnityssilmukan pohjasta, eriste pääsee laskeutumaan pohjapeltiin kiinni, ja kiinnikkeen heilurihaka asettuu alaviistoon, noin 20° kulmaan. Samalla lukituslevyn ja kantavan rakenteen välille muodostuu puristus mineraalivillan välityksellä. Puristusvoima on tässä vaiheessa vähäinen pienen pystykuorman vuoksi. Pohjapellin ja mineraalivillan välillä voi olla kontakti, mutta pellin ei ole tarkoitus kantaa kyseistä järjestelmää.



Kuva 3. Romahtaneesta rappauksesta irrotetut kiinnikkeen osat koottuna. Kuvassa vasemmalta lähtien ruuvi, heilurihaka, mineraalivillan lukituslevy ja rappausverkon kaksi lukituslevyä. Osien hahmottamiseksi mineraalivillan lukituslevyn ja rappausverkkoon kiinni asennettavien lukituslevyjen väli on jätetty todellista asennusta isommaksi. (Kuva: OTKES)

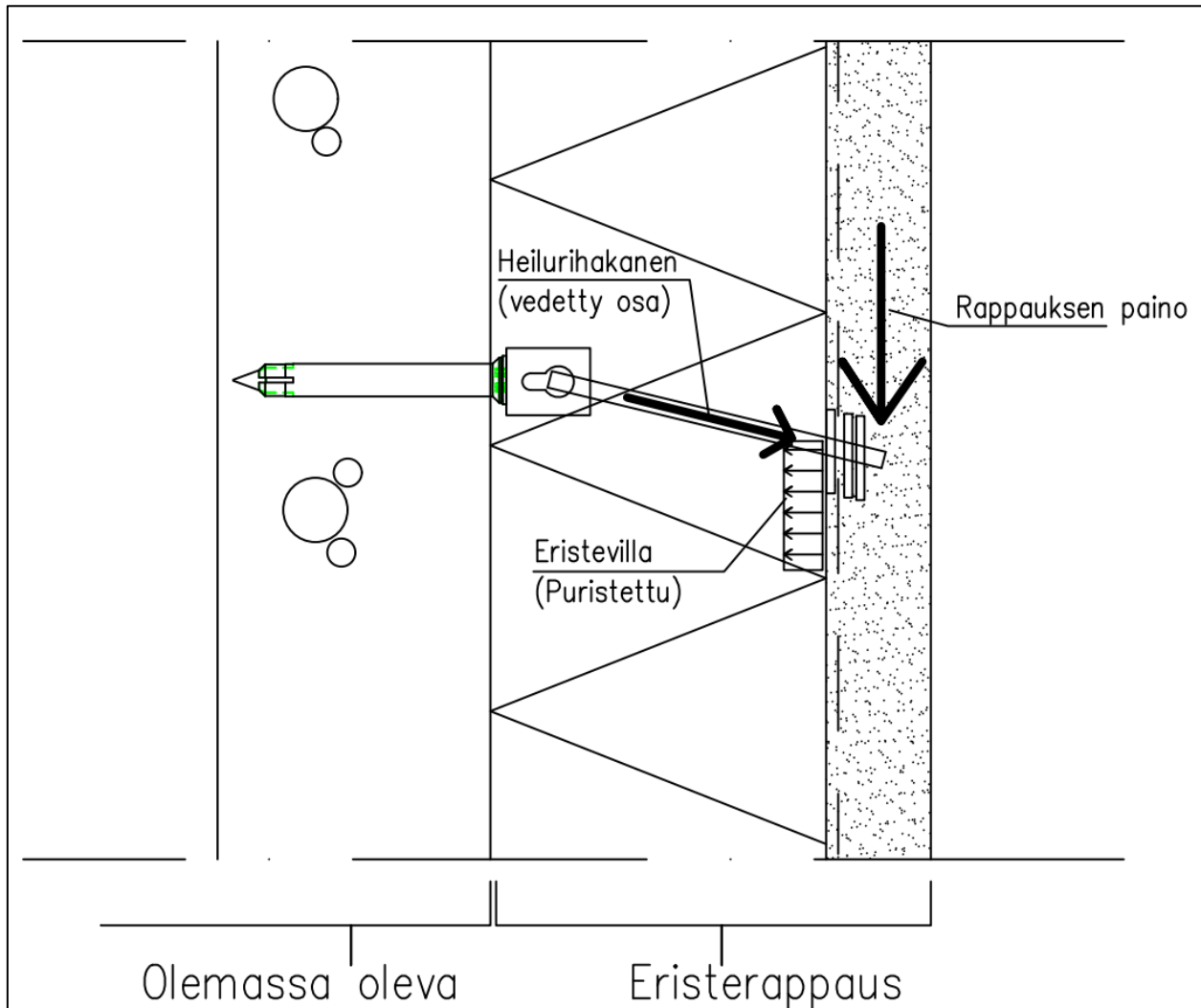


Kuva 4. Paksueristerappauksen läpileikkaus. (Kuva: OTKES)

Mineraalivillan laskeutumisen jälkeen asennetaan rappauksen metalliverkko, rappausverkko. Lukituslevyjä tulee järjestelmätoimittajan ohjeen mukaisesti asentaa kaksi kappaletta yhtä kiinnikkeen heilurihakaan kohden. Lukituslevyt asennetaan toisiinsa nähden 90° kulmaan siten, että levyt muodostavat + -merkin tapaisen kiinnityspinnan verkolle. Verkko tulee limit-tää jatkoskohdistaan pysty- ja vaakasuunnassa 100 mm ja päätyliitoksessa, jossa verkotus kiertyy nurkan kohdalle, vähintään 200 mm.

Rappaukseen käytetään sementtipohjaista laastia, joka koostuu hienosta kiviaineksesta. Koostumus on pitkälti betonin kaltainen. Rappaus tehdään ruiskurappaamalla kolme kerrosta. Rappauslaastin ominaispaino on 1 900–2 300 kg/m³. Rappauksen kokonaispaksuus on yleensä noin 20–30 mm, jolloin rapatun seinän neliöpaino on 38–69 kg/m².

Rappaus toimii yhdessä verkon kanssa levymäisenä rakenneosana. Paksueristerappaus kuormittaa kiinnikkeiden heilurihakoja saaden niihin aikaan vetojännitystä, ja samalla alusrakennetta (betonielementteinä) vasten kohdistuva puristusjännitys mineraalivillassa kasvaa. Näin paksueristerappaus muodostuu yhtenäiseksi rakenteeksi.

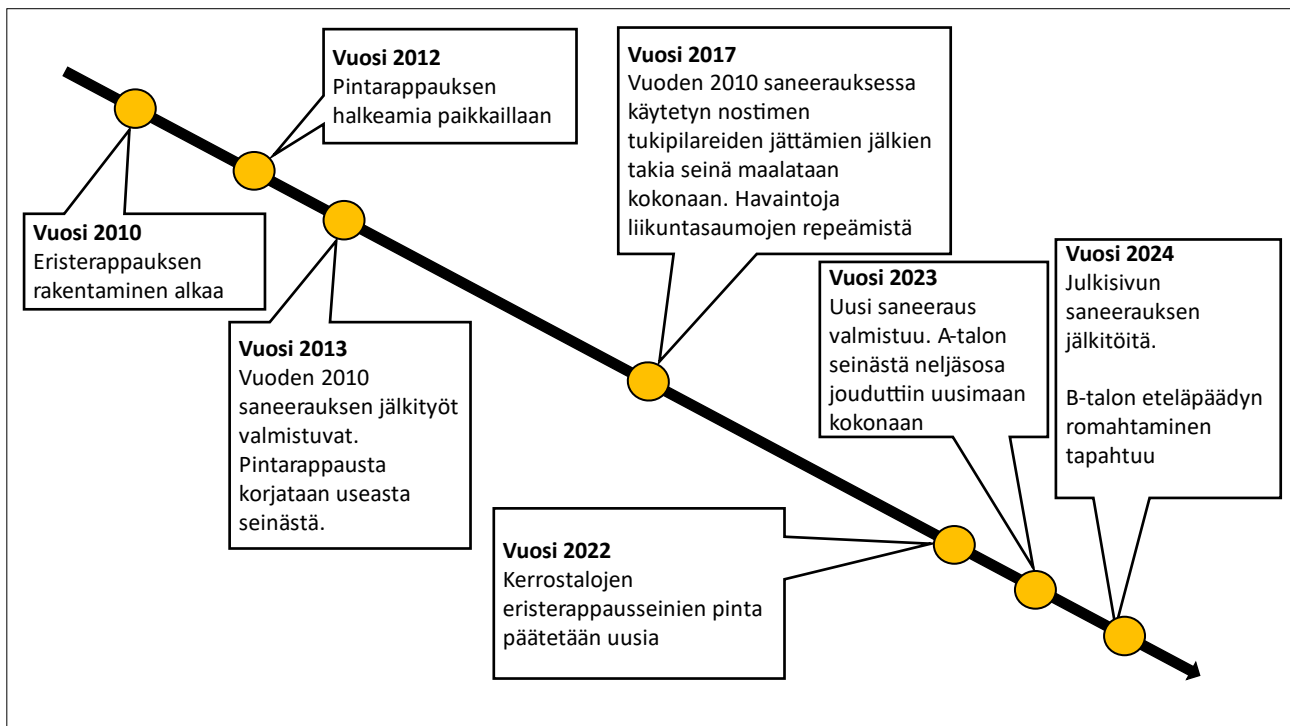


Kuva 5. Paksueristerappauksen osien kuormituksia. (Kuva: OTKES)

2.1.3 Kerrostalon paksueristerappaukset 2010 ja niiden jälkikorjaukset

Vuoden 2010 aikana toteutettu kerrostalojen päätyjen paksueristerappaus oli kuulunut urakkaan, jossa myös kerrostalojen itäjulkisivuja korjattiin. Tämän urakan valmistelu oli aloitettu taloyhtiössä jo vuoden 2009 aikana. Taloyhtiön hallitus oli valtuuttanut isännöitsijän toteuttamaan urakan valmistelun ja organisoiminnin. Taloyhtiö oli palkannut rakennusalalla pitkän työuran tehneen konsultin rakennuttajakonsultiksi projektijohdon ja valvojan rooliin. Taloyhtiö oli toiminut rakennushankkeeseen ryhtyvänä.

Paksueristerappauksella oli ollut saavutettavissa aiempaa parempi lämmöneristys ennen kaikkea kerrostalojen päätyhuoneistojen osalta. Vuonna 2010 rakennettuja paksueristerappauksia oli jouduttu korjaamaan useamman kerran valmistumista seuraavina vuosina, ja vuonna 2022 oli aloitettu päätyseinien pintojen saneeraus niiden merkittävien vaurioiden vuoksi.



Kuva 6. Paksueristerappauksen vaiheet ennen onnettomuutta. (Kuva: OTKES)

Rakennuttajakonsultin (valvoja) tehtävänä oli ollut laatia urakkaohjelma, hakea rakennuslupa, hankkia vaadittavat erikoisasantuntijat (arkkitehti ja rakennesuunnittelija) ja laatia tarjouspyynnöt pääurakoitsijan hankkimiseksi sekä toimia rakennustöiden käynnistyttyä taloyhtiön edustajana valvojan roolissa. Rakennuttajakonsultti oli toiminut tarjouspyynnön dokumentaation, muun muassa työselosteen, pääasiallisena laatijana. Arkkitehti ja rakennesuunnittelija olivat toimineet työselosteen tarkastajina omalta vastuualueeltaan.

Pääurakoitsijan kanssa oli käyty urakkaneuvottelut, joissa oli käyty läpi urakan sisältöä ja hyväksytty urakkasopimus. Taloyhtiön hallitus ja pääurakoitsija olivat solmineet urakkasopimuksen, jossa oli käytetty Rakennusteollisuus RT ry:n (myöhemmin RT) pienurakkasopimus pohjaa. Sopimuksessa on nimetty pääsuunnittelija, rakennesuunnittelija, työmaan turvallisuuskoordinaattori, pääurakoitsijan vastaava työnjohtaja ja valvoja (urakkasopimuksessa nimitys on valvoja, myöhemmin tässä tutkintaselostuksessa sama tehtävä esiintyy nimellä rakennuttajakonsultti). Urakkasopimuksessa mainitaan muuta työväkeä koskevia vaatimusmääryksiä, jotka koskevat myös alipurkoitsijoiden työntekijöitä. Kaikkia urakkaneuvotteluissa marraskuussa 2009 käsitellyjä asioita ei ollut kirjattu urakkasopimukseen, vaan siihen liitettyyn neuvottelumuistioon. Urakkasopimukseen eikä neuvottelumuistioon ole kirjattu esimerkiksi urakan rajoja³ eikä aikataulua.

Helsingin kaupungin rakennusvalvontaan oli ilmoitettu myöhemmin vastaavaksi työnjohtajaksi eri henkilö kuin mitä urakkasopimukseen oli kirjattu. Työmaalla ja urakkakokouksissa oli kuitenkin yleensä ollut läsnä urakkasopimuksessa vastaavaksi työnjohtajaksi nimetty henkilö. Tämä henkilö oli nimetty myös pääurakoitsijan työturvallisuudesta vastaavaksi.

Yhteistyö viranomaisten kanssa, muun muassa lupien hankinta ja katselmusten järjestäminen oli sovittu tilaajan eli rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulle, pois lukien ne viranomaisluvut, jotka olivat sisältyneet yksistään pääurakoitsijan toimintaan. Urakka oli sovittu

³ Urakkarajoilla tarkoitetaan sopimusosapuolien välisiä velvoitteita ja vastuualueita urakassa.

alkamaan viimeistään 28.12.2009, ja töiden oli tullut olla valmiina 30.9.2010. Rakennuslupa oli saatu 23.10.2009.

Urakkasopimuksessa työmaan turvallisuuskoordinaattoriksi oli nimetty rakennuttajakonsultti, jolla oli siten ollut rakennusprojektissa monia tehtäviä ja vastuita.

Urakkaneuvottelumuistiosta selviää, että osapuolilla oli ollut tavoitteena pitää erillinen neuvottelu, johon paksurappaus-eristejärjestelmän toimittaja osallistuisi. Neuvottelu oli pidetty, ja siinä oli tarkennettu työselostetta ja urakkasopimusta paksueristerappauksen osalta. Paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajaksi valitun yhtiön edustaja oli osallistunut myös ensimmäiseen työmaakokoukseen.

Urakkasopimukseen oli liitetty sekä rakennuttajakonsultin laatima työseloste että paksurappaus-eristejärjestelmän toimittaneen yrityksen laatima työseloste. Järjestelmän toimittajan antaman takuun edellytyksenä oli ollut sen työtapaselosteen noudattaminen. Näiden kahden ohjeen sisältö oli ollut pääsääntöisesti saman suuntainen, mutta kiinnikkeiden asentamisen ja määrän suhteen ohjeet olivat poikenneet toisistaan. Molemmilla ohjeilla olisi pystytty rakentamaan seinään paksueristerappaus.

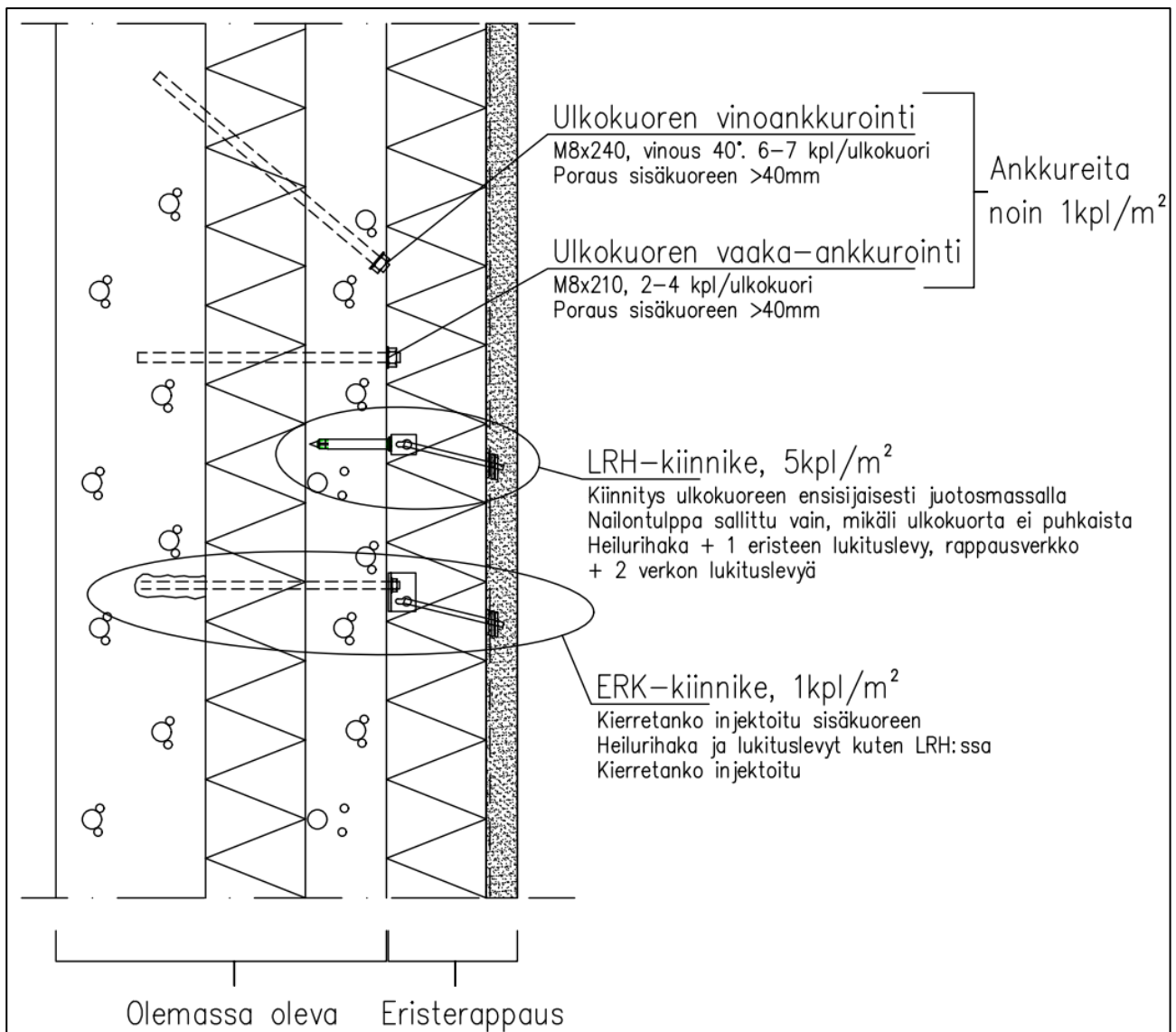
Useamman ohjeistuksen sisältyminen urakan dokumentaatioon oli johtunut rakentamisen käytännöstä, jossa urakalle tehdään kaikki työtehtävät kuvaava työseloste. Työseloste oli ollut urakoitsijaehdokkaiden tarjouslaskennan perustana. Valikoitua urakoitsijaa on edellytetty tyypillisesti tarkentamaan urakkaselostetta muun muassa eri rakennustarvikkeita ja järjestelmiä toimittavien tahojen työtapaselosteilla. Kohteessa oli sovellettu toimittajan työtapaselostetta. Tämä oli asianmukaisesti liitetty muun muassa urakan luovutusdokumentaatioon. Huomionarvoista kuitenkin on, ettei urakan työselosteeseen ollut tehty muutoksia esimerkiksi paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajan vaihtumisesta ja viittauksia toimittajan työtapai tuoteselosteisiin. Pää- tai rakennesuunnittelija eivät olleet tehneet muutoksia työselosteeseen paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajan vaihtumisen takia.

Rakennuttajakonsultin laatimassa ja pääsuunnittelijan sekä rakennesuunnittelijan tarkastamassa työselosteessa kiinnikkeitä tulee asentaa vähintään 6 kpl/m² ja kiinnikeväli saa olla enintään 400 mm. Kiinnikkeiden tyyppijakauma työselosteessa on 5 kpl LRH- ja 1 kpl ERK-kiinnikkeitä yhden neliön alalla seinän pinnalla.

Paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajan laatiman työselosteen mukaan kiinnikkeitä tulee olla 4–5 kpl/m², eikä kiinnikkeiden välinen etäisyys saa ylittää 600 mm etäisyyttä. Reuna-alueilla, kuten nurkissa ja aukkojen kohdilla, tulee kiinnikkeitä olla enintään 150 mm:n etäisyydellä reunasta. LRH- tai ERK-kiinnikkeiden käytön jakautumista ei järjestelmätoimittajan työselosteessa ole eritelty.

Paksurappaus-eristejärjestelmä oli toteutettu kohteessa järjestelmän toimittajan työtapaselostetta osittain soveltaen. Kiinnikkeitä koskevan ohjeistuksen ja toteuman välille oli jäänyt merkittävä ero. Paksueristerappauksen kantavuuden osalta kiinnikkeiden määrä yhdellä neliömetrillä sekä niiden keskinäinen etäisyys on keskeinen osatekijä tapahtumassa. Tutkinassa ei selvinnyt kiinnikkeiden ja rappausverkon tyyppi tai valmistaja.

Kohteessa työt oli aloitettu ennen kuin rakennusluvan edellyttämää aloituskokousta oli pidetty. Rakentamisen aloittamisesta ei ollut tehty ilmoitusta rakennusvalvontavirastoon. Vastaavaa työnjohtajaa ei sitäkään ollut ilmoitettu rakennusvalvontaan rakennusluvan edellyttämällä tavalla. Rakennusvalvonnan hyväksyntä vastaavasta työnjohtajasta oli saatu nopeasti kesäkuussa, jolloin kerrostalojen eteläpäätyjen ulkokuorien ankkuroinnit oli jo tehty.



Kuva 7. Paksueristerappauksen kiinnitysmekanismi hankkeen työselosteen tekstin ja rakennesuunnitelman mukaisesti. Ankkurointien asennus betonielementtiseinäin ja LRH- ja ERK-kiinnikkeiden asentaminen ja niiden väliset erot. (Kuva: OTKES)

Paksueristerappauksen kokonaispaksuudeksi on järjestelmätoimittajan työohjeessa määrätty 18,5–26,5 mm. Työohjeen mukaan pohjarappauksen paksuudeksi on määritelty 10 mm, jolloin laastin menekiksi on saatu 20 kg/m². Täyttörappaus on suunniteltu tehtäväksi samalla laastilla kuin pohjarappaus. Täyttörappauksen paksuudeksi on määritelty suunnitteluohjeessa 5–10 mm ja laastin menekiksi 10–20 kg/m². Pinnoitusrappauksen paksuudeksi on määritelty 2–5 mm.

Edellä mainitut rappaukset oli kohteessa toteutettu samalla rappauslaastilla. Julkisivupinnoitteeksi oli tullut 1,5 mm paksu hartsipohjainen pintalaasti, jolla on rappauslaastia paremmat säänkestävyysominaisuudet.

Urakassa A- ja B- talojen päätyihin oli tehty paksueristerappaus. Urakka oli aloitettu kerrostalojen päätyjen sandwich-elementtien ankkuroinnilla talon runkorakenteeseen. Ankkurointia oli edellytetty rakennusluvassa, ja ankkurointien rakennekuvat oli hyväksytetty rakennusvalvontavirastossa. Lisäksi edellytettiin valmiin ankkuroinnin testaus. Ankkuroinnilla oli varmistettu, ettei ulommainen elementti sorru siihen kohdistuvan paksueristerappauksen aiheuttaman kuorman lisääntymisen vuoksi.

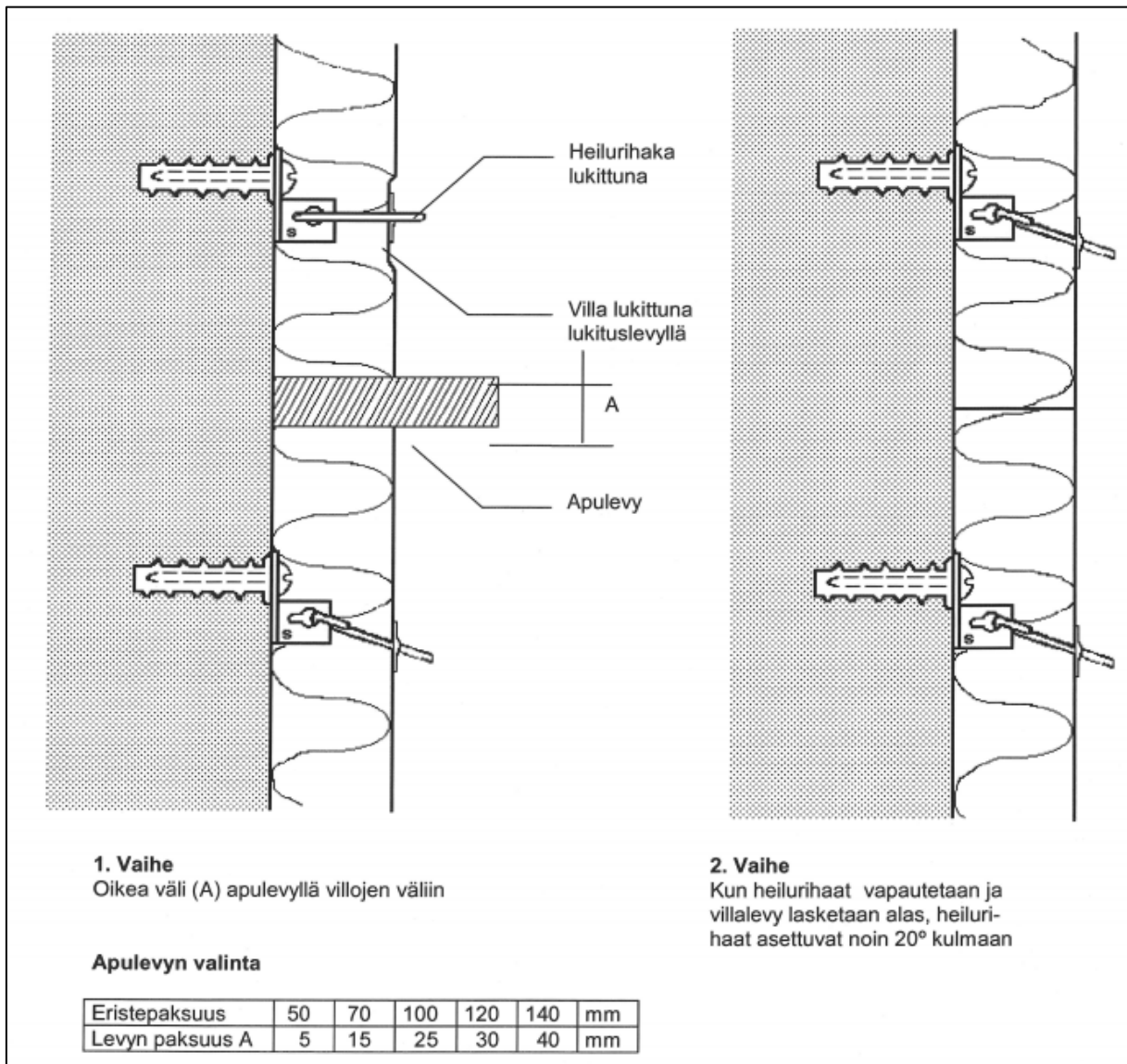
Sandwich-elementtiin oli asennettu vähemmän kiinnikkeitä kuin järjestelmän asennusohje ja kohdekohtainen suunnitelma vaativat. Osassa kiinnikkeistä ruuvin lenkki oli jäänyt vinoon. Tämän vuoksi asennettavat heilurihakaset eivät olleet asettuneet oikein, eikä kiinnikkeille ollut tullut suunniteltua vetoa, vaan ne olivat altistuneet taipumiselle. Pääurakoitsija oli tilannut järjestelmän kiinnikkeet ulkopuoliselta toimijalta. Seuraavassa vaiheessa betoniseinäelementteihin oli kiinnitetty LRH- ja ERK- kiinnikkeet.



Kuva 8. Kiinnikkeitä seinän betonielementeissä rappauksen romahtamisen jälkeen. (Kuva: OTKES)

Kiinnikkeiden asennuksen jälkeen seiniin oli asennettu mineraalivilla, joka toimii rappauksen varsinaisena eristeenä. Lämmöneristeenä oli työohjeen mukaisesti tullut käyttää mineraalivillalevyä. Työselosteessa ilmoitetaan käytettäväksi 100 mm:n mineraalivillalevyä. Kohteessa käytetty lämmöneriste oli ollut ohuempaa 80 mm paksua lasikuitupohjaista mineraalivillaa. Lämmöneristeen ja koko paksueristerappauksen kiinnitys betonielementtiin oli toteutettu kiinnikkeillä.

Mineraalivilla oli kiinnitetty paikalleen niin, että mineraalivillaelementin läpäisseeseen heilurihakaseen oli pujotettu lukituslevy, joka oli painettu puristamaan mineraalivillaelementtejä vanhaa betonielementtiseinää vasten. Mineraalivillaelementtien asentamisen yhteydessä niiden väliin, alapuolelle oli ollut määrä laittaa apulevy tukemaan mineraalivillaelementtejä asennuksen ajaksi. Mineraalivillaelementtien asennuksen jälkeen apulevyt oli poistettu ja mineraalivillojen oli siten ollut määrä laskeutua lopulliseen asentoon ja heilurihakojen niin ikään suunniteltuun kulmaan. Osa heilurihaoista ei ollut asettunut kuitenkaan oikein vaan ne olivat jääneet alkuasentoon.



Kuva 9. Mineraalivillan asennus ja apulevyn käyttö heilurihaan asennuksessa. Kuvassa on erityyppinen kiinnike kuin romahtaneessa seinässä, mutta kiinnikkeen toimintatapa on molemmissa tapauksissa sama. (Kuva: Järjestelmätoimittajan ohje)

Seuraavana työvaiheena oli ollut rappausverkon asennus. Rakennesuunnitelmien mukaisesti rappausverkon silmäkoko oli ollut 19 x 19 mm ja verkon langan halkaisija 1 mm. Verkon materiaali oli ollut kuumasinkitty teräs. Valittu tuote oli ollut yhdenmukainen järjestelmän toimittajan ohjeisiin nähden, ja kyseinen tuote oli asennettu mineraalivillan päälle heilurihakoihin lukituslevyjen avulla.

Rappausverkon asennus oli aloitettu ylhäältä alaspäin, mahdollisimman laajana yhtenäisenä kappaleena. Verkkojen asennus oli toteutettu limittämällä verkkoja päällekkäin reunojen ja aukkojen kohdilla. Verkon kiinnittäminen oli toteutettu kiinnikkeillä ja reunojen kohdalla kuumasinkityillä nauloilla. Rappausverkko tulee eristerappausjärjestelmän toimittajan suunnitteluohjeen mukaan kiinnittää heilurihakasiin kahdella lukituslevyllä. Kaikkia kiinnikkeiden lukituslevyjä ei kohteessa ollut asennettu ohjeen mukaisesti, vaan osassa niistä kaksi levyä oli laitettu verkon ja mineraalivillan väliin, kun kaksi levyä olisi pitänyt laittaa rappausverkon ulkopuolelle. Verkon ja lukituslevyjen asentamisen jälkeen oli huomattu heilurihakojen olevan liian pitkiä rakenteen kokonaispaksuuteen nähden. Heilurihakojen ylipitkät osat oli työmaan normaalin käytännön mukaisesti katkottu paikalla kulmahiomakoneella. Järjestelmätoimittajan mukaan katkominen ei ole tavallinen toimenpide, vaan heilurihakasen pituus valitaan etukäteen eristeen paksuuden mukaisesti.

Järjestelmän mukaisesti verkon olisi ennen rappausta pitänyt asettua siten, että sen ja mineraalivillan väliin olisi jäänyt rako. Tällöin pohjarappausvaiheessa verkko olisi jäänyt kokonaan rappauslaastin sisään. Kohteessa verkko oli kuitenkin painunut mineraalivillaa vasten ennen rappausta, jolloin rappausverkko ei kaikilta osin ollut jäänyt rappauslaastin sisään. Rakennesuunnitelmien mukaisesti rappausverkkoa ei ollut asennettu seinään suunnitellun liikuntasauaman yli.

Verkon kiinnityksen jälkeen oli aloitettu rappaaminen. Rappaaminen oli tehty kolmessa vaiheessa paksun rappauksen mahdollistamiseksi. Ensimmäiseksi oli tehty pohjarappaus, jonka tavoitteena oli ollut saada laastia rappausverkon molemmille puolille niin, että verkko toisaalta jäisi irti eristeestä ja toisaalta peittyisi ulkopuolelta kokonaan laastiin. Kohteessa rappausverkko oli jäänyt useassa kohdassa pohjarappauskerroksen ulkopuolelle ja siten alttiiksi ruostumiselle. Seuraavassa vaiheessa oli tehty täyttörappaus, jolla oli ollut tarkoitus taata verkon peittyminen ja tuottaa tasainen pohja pinnoitteelle.

Pohja- ja täyttörappaus oli tehty samalla laastilla, joka oli KS 35/65/500 kuituvahvistettu laasti 3 mm:n kiviraekoilla. Pinnoite oli tehty silikonihartsipinnoitteella. Pinnoituslaasti oli ollut ominaisuuksiltaan säänkestävää.

Seinän puoliväliin oli suunniteltu liikuntasauama seinän huomattavan korkeuden vuoksi. Liikuntasauama oli suunniteltu vesitiiviiksi. Vesitiiveys oli toteutettu silikonipohjaisella saumasaineella. Eristerappaustyöhön oli kuulunut myös pielus- ja sokkelipeltien asentaminen. Sokkelipeltinä ei ollut käytetty suunnitelman mukaista rei'itettyä ohutteräslevyä. Pellit oli asennettu vaakasuoraan paksueristerappauksen alapäätyyn.

Paksueristerappauksen rakentamisessa oli poikettu monessa kohdassa rakennesuunnitelmasta, järjestelmätoimittajan ohjeesta tai kohteen työselosteesta.

Taulukko 1. Erot työselosteen, toimittajan ohjeen ja toteutuksen välillä. Toteutuksessa suunnitellusta ja ohjeistuksesta poikenneet kohdat merkitty punaisella. (Taulukko: OTKES)

Vertailun kohde	Tilaajan työseloste	Paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajan ohjeet	Urakassa toteutunut
Lämmöneristemateriaalin tyyppi	Mineraalivillalevy: Isover FS5 (lasivilla) Paroc (kivivilla).	RockWool Facade 1 mineraalivillalevy (kivivilla). Myös Isover FS5/FS5+ tai PAROC FAS 1 sallittuja käyttää.	Valmistaja ei tiedossa, mineraalivillalevy (lasivilla) (Luovutusasiakirjassa: RockWool Facade 1, kivivilla)
Lämmöneristemateriaalin paksuus	100 mm	100 mm	80 mm
Kiinnikkeiden mitoitus	Vähintään 6 kpl/m ² Kiinnikeväli enintään 400 mm LRH-kiinnike 5kpl/m ² ja ERK-kiinnike 1 kpl/m ² .	Kiinnikkeiden määrä 4–5 kpl/m ² Kiinnikeväli 500 mm Ei saa ylittää 600 mm Reunaetäisyys ei saa ylittää 150 mm	Kiinnikkeiden määrä alle 3 kpl/m ² Kiinnikeväli 600 mm, Sisäkulmassa reunaetäisyys >300 mm Kiinnikkeiden heiluriha- koja lyhennetty leikkaamalla Valmistaja ei tiedossa
Lukituslevyt	Ei erityistä kappale- määrä -ohjeistusta	1 kpl villa + 2kpl rappausverkko	Vaihtelua määrässä ja si- jainnissa. Paikoin verkon kiinnitys vain yhdellä luki- tuslevyllä per kiinnike.
Rappausverkon mitoitus	Kuumasinkitty Serporoc-verkko Mitoitus ei tiedossa.	Järjestelmätoimittajan hyväksymä rappausverkko Silmäkoko 19*19 mm, lan- gan vahvuus 1,0 mm, paino 0,63 kg/m ² .	Valmistaja ei tiedossa, sin- kitty (Rappausverkko jäänyt paikoin rappauksen ulkopuolelle, eristevillaan painuneena) Silmäkoko 19*19 mm, lan- gan vahvuus 1,0 mm
Pohja- ja täyttörappauslaasti	Serpo 414 Unirender – laasti.	Järjestelmätoimittajan rappauslaasti KS 35/65/500 raekoko 3 mm kuituvahvistettu.	Järjestelmätoimittajan rappauslaasti KS 35/65 raekoko 3 mm kuituvahvistettu.
Pintarappauslaasti	Serpo Silco maali. Serpo Silco pinnoite	Järjestelmätoimittajan sili- konihartsipohjuste Silikonihartsipinnoite, raekoko 3 mm, hierto.	Järjestelmätoimittajan sili- konihartsipohjuste Silikonihartsipinnoite, rae- koko 3 mm, hierto.
Rappauksen paksuus	Pohja- ja täyttörappauksen paksuus enintään 25 mm Pintarappauslaastin (pinnoite) paksuutta ei määritetty.	Pohja- ja täyttörappauksen paksuus enintään 25 mm Pintarappauslaastin (pinnoite) paksuus 1,5 mm	Rappauksen paksuus kokonaisuudessaan 30–35 mm (v.2022 tehdyn julkisivu- korjauksen jälkeen)



Kuva 10. Rappausverkko oli paikoittain painunut mineraalivillaan ennen rappausta. (Kuva: Taloyhtiö)



Kuva 11. Rappausverkko oli jäänyt osittain rappauksen ulkopuolelle ja siten alttiiksi korroosiolle. Kuva on paksueristerappauksen rakennuksen seinän puoleiselta osalta. (Kuva: OTKES)

2.1.4 Pintarappauksen korjaaminen 2022–2023

Paksueristerappauksen pintojen ja eri liikuntasaumojen vaurioiden vuoksi taloyhtiö oli teettänyt vuosina 2022–2023 julkisivujen peruskorjauksen. Rakennushankkeeseen oli sisältynyt myös kerrostalojen pitkien sivujen peruskunnostus. Rakennushankkeeseen ei ollut tilattu arkkitehtisuunnittelua, sen ei ollut katsottu tarvitsevan rakennuslupaa tai toimenpidelupaa, eikä ilmoitusta rakennusvalvontaviranomaiselle ollut tehty. Saneeraushankkeen päätoteuttaja oli ollut talonrakentamiseen erikoistunut keskisuuri insinööritoimisto, ja urakoitsijana oli ollut julkisivusaneeraukseen erikoistunut yritys. Korjaussuunnitelmat olivat valmistuneet keväällä vuonna 2022, urakka oli käynnistetty kesällä ja se oli valmistunut vuotta myöhemmin kesällä 2023.

Konsulttiyhtiö oli toiminut rakennuttajakonsulttina ja rakennesuunnittelijan roolissa, jossa keskeisenä tehtävänä oli ollut laatia työseloste urakkatarjouspyyntöihin. Työselosteessa oli kuvattu eri työvaiheiden keskeisimmät huomioon otettavat asiat, käytettävien materiaalien vaatimukset sekä vaatimukset työturvallisuuden hallintaan.

Rakennushanketta edeltäneessä, vuonna 2021 tehdyssä kuntokartoituksessa, ei rakennusten pohjoispäätyjä ollut tarkastettu niiden vaikean saavutettavuuden vuoksi. Kartoituksessa oli selvinnyt, että rappauksen liikuntasaumat olivat olleet heikossa kunnossa. Oli selvinnyt myös, että seiniä ja saumoja oli korjattu useampaan kertaan. Pohja- ja täyttörappauksen oli havaittu olleen lujaa. Kokonaisuudessaan paksueristerappausta oli pidetty keskimääräistä vastaavaa rakennetta huonompikuntoisena, mutta ei purkukuntoisena. Kartoituksessa oli havaittu eristerappauksen alapeltien vääntyneen. Tämän oli arvioitu johtuneen seinän ”normaalista painumisesta”. Painuminen ei ole kuulunut vuoden 2010 suunnitelmiin, vaan seinän on katsottu pysyvän paikallaan koko sen elinkaaren ajan.

Talojen päätyjen paksueristerappauksiin kohdistuneet korjaustoimenpiteet olivat perustuneet vuonna 2021 todennettuihin eristerappauksen pintojen osittaisiin vaurioihin sekä liikuntasaumojen huonoon kuntoon. Lähtökohtana oli ollut paksueristerappausten pinnoituksen uusiminen sekä liikuntasaumojen uudelleen rakentaminen. Tässä työssä oli varauduttu myös pohjarappauksen korjaamiseen ja tarvittaessa jopa uusimiseen. Työselosteessa oli kuvattu uusi tapa tehdä liikuntasaumat. Vuonna 2010 asennettu silikonisauma oli korvattu paisuvanauhalla. Työselosteessa kuvataan, että työ toteutetaan kiinteiden telineratkaisujen avulla. Lisäksi kiinteät rakennustelineet suojataan säältä. Tällä toimella ehkäistään eristerappausjulkisivujen kastuminen, kun pinnoiterappaus poistetaan. Työselosteen mukaisesti eristerappausjulkisivujen uloin kerros, eli silikonipohjainen hartsipinnoite oli poistettu. Poisto voidaan ohjeen mukaan suorittaa hiomalla, petkelöimällä, hiekkapuhaltamalla (märkähiekkapuhallus) tai muulla vastaavalla menetelmällä. Työssä oli keskitytty poistamaan vanha pintarappaus niin, ettei täyttörappaus ollut vaurioitunut. Työn yhteydessä oli pitänyt arvioida myös pohjarappauksen kunto, ja tarvittaessa poistaa vaurioitunut rappaus ja korvata se uudella pohjarappauksella. Rappaus oli ohjeistettu toteutettavaksi samalla periaatteella, kuin vuonna 2010. Työselosteessa määritellään, että uusia kiinnikkeitä lisätään tarvittaessa vähintään 4 kpl/m².

Korjauksessa vuosina 2022–2023 rappauksen huonot pinnat oli poistettu täyttörappauspintaan asti hiomalla ja petkelöimällä koneellisesti. Sitten oli tehty uusittu täyttörappaus tarvittavilta osin, lisätty ohut tasauslaastikerros ja silikonihartsipinnoitus ja uusittu liikuntasaumat sekä lisäksi oli tehty sokkelin betoni- ja pintakäsittelykorjaus. Korjauksen työmenetelminä käytetyt hiominen ja varsinkin konepetkelöinti olivat aiheuttaneet paksueristerappaukseen tärinää, minkä vaikutusta romahtamiseen johtavaan prosessiin ei voida poissulkea. Korjauksessa oli myös huomattu, ettei rappausverkko ollut paikoin asettunut oikein vuoden 2010 eristerappausta tehtäessä, vaan se oli jäänyt paikoin alttiiksi ruostumiselle. Vuoden 2022 urakan työohjeissa ei ollut mainintaa rappauksen maksimipaksuudesta. Vuoden 2010 työohjeissa rappauskerrosten paksuus oli määritelty.

Korjauksessa oli lisäksi uusittu yksi neljäsosa A-talon (onnettomuustalo on B-talo) eteläpäädyistä kokonaan niin, että kiinnikkeet, rappaus koko syvyydeltään sekä mineraalivilla ja rappausverkko oli uusittu. Kiinnikkeiden määrään ei tässä korjauksessa ollut kiinnitetty huomiota, joten kiinnikkeitä oli asennettu uudelleen 600 mm:n jaolla, vähemmän kuin 3 kpl/m². Korjauksen aikana oli paljastunut myös useampia täyttörappaukseltaan poikkeavia alueita, joissa oli ollut aiemmin tehtyjä erilaisia paikkauksia, ja joiden suoritusajasta ei ollut tietoa. Seinäosion uusimisen yhteydessä oli niin ikään havaittu rappausverkon painuneen mineraalivillaan vastoin suunniteltua rakennetta. B-talon eteläpäätyä oli myös tarkasteltu ja arvioitu, ettei sitä ollut tarvinnut purkaa ja uusia.

2.1.5 Eristerappauksen romahtamismekanismi

Kerrostalon päädyn seinäosion paksueristerappauksesta romahti onnettomuudessa yli puolet. Romahdus rajoittui ylhäällä liikuntasaumaan niin, että liikuntasauman yläpuolinen osa jäi paikoilleen. Rakenne romahti koko alueeltaan nopeasti yhdellä kertaa ja hajosi pienempiin osiin vasta maahan osuessaan. Rakenne myös taittui romahtaessaan osittain talon kulman ympäri. Seinän kappaleita ei sinkoillut kauas ympäristöön, vaan romahtaneet osat jäivät rajatulle alueelle.

Paksueristerappaus romahti verkkoineen ja eristeineen. Kiinnikkeet jäivät seinäelementtiin kiinni niin, että valtaosa mineraalivillan kiinnikkeiden lukituslevyistä jäi paikoilleen. Osa verkon lukituslevyistä jäi paikalleen heilurihakaan ja osa irtosi pudoten rappauksen mukana. Heilurihakaan jääneiden lukituslevyjen kohdista rappausverkko repeytyi rikki, sillä lukitusle-

vyissä ei ollut havaittavissa muodonmuutoksia. Osa rappausverkon ja heilurihakasen kiinnityksistä oli varustettu kahdella verkon lukituslevyllä, ja osa oli varustettu vain yhdellä verkon lukituslevyllä. Myös osa heilurihakojen silmukkapäistä oli asentamisen yhteydessä jäänyt asentoon, jossa vapaa pystysuuntainen liikkuminen oli estynyt. Tämä oli aiheuttanut näille heilurihakasille taivutusta, jolloin niiden toiminta ei ollut järjestelmän periaatteen mukaista. Romahduksessa myös liikuntasamaan vuosina 2022–2023 saneerauksen yhteydessä asennettu paisuvanauha irtosi. Lisäksi pielus- ja sokkelipellitykset irtosivat paikaltaan.

Tarkkaa romahtamisen alkupistettä ei voida osoittaa. Romahdus käynnistyi suuren levymäisen rakenteen jonkin kiinnikkeen irtoamisesta rappauksesta joko verkon ruostumisen⁴ aiheuttaman verkkolangan katkeamisen tai lukituslevyn luistamisen seurauksena. Tämä paikallinen irtoaminen aiheutti viereisille ja alueen muille kiinnikkeille lisäkuorman. Tätä lisäkuormaa eivät jäljelle jääneen rakenteen kiinnikkeet enää pystyneet kantamaan vaan koko rakenne romahti yhdellä kertaa. Romahtamiseen johtaneita keskeisiä tekijöitä olivat liian harva kiinnikeväli, paikoin kiinnikkeiden kohdista ruostunut rappausverkko ja osittain rappauksen ulkopuolelle jäänyt verkko.

Vuonna 2022 pintasaneerauksen yhteydessä tehty pintalaastin poisto konepetkeleellä oli mahdollisesti aiheuttanut verkon lukituslevyjen irtoamista ja kiinnikkeiden kohdilta esiin jääneen rappausverkon lankojen katkeamista. Lisäksi samassa saneerauksessa tehty uusi pinta-kerros oli lisännyt rappauksen paksuutta, joka oli tuonut lisäkuormaa muutenkin alilujaan rakenteeseen.

2.2 Olosuhteet

Sääolosuhteilla ei havaittu olleen ratkaisevaa vaikutusta paksueristerappauksen romahtamiseen. Tapahtumapäivän ja sitä edeltävän vuorokauden (29.–30.7.2024) sää oli alueella tavanomainen. Tapahtumaa edeltävänä iltana tapahtumapaikan osoitteessa esiintyi yksi melko voimakas ilta-aikainen sadekuuro, jonka arvioitu sadekertymä ei kuitenkaan ollut poikkeuksellinen. Sadekuuron aikaan tuuli kävi pohjoisen suunnasta, mutta tuulen nopeus tai voimakkuus puuskissa ei ollut poikkeuksellinen.

Vuoden 2024 ensimmäiset kuusi kuukautta olivat sateisuuden ja lämpötilojen puolesta olleet tavanomaisesta poikkeavia; helmikuu oli ollut harvinaisen sateinen, maaliskuu harvinaisen

⁴ Rappausverkon korroosiovauriot olivat romahtaneessa paksueristerappauksessa paikoin merkittäviä. Korroosiovaurioita oli rappauksen ulkopuolelle jääneessä osassa. Paikoittain ulkopuolelle jäänyt verkko oli täysin ehjää, etenkin romahtaneen rappauksen reunoilla, jossa painon aiheuttamia jännityksiä ei ollut päässyt syntymään kiinnityksen puuttuessa.

Rappausverkon korroosioon (Koivisto, K. ym. (2008)) vaikuttaneita tekijöitä olivat sen paikoittainen jääminen pohjarappauksen ulkopuolelle ja kosketus eristemateriaaliin. Rappausverkon on tarkoitus jäädä pohja- ja täyttörappauksen sisään vahvistamaan rappausta. Toisaalta verkon asennus elementtiseinään ei toteutunut ohjeiden mukaisella kiinnikejaolla. Näin ollen rappausverkkoon muodostui korkeampia jännitteitä kiinnityskohdissa edistäen osaltaan jännityskorroosiota.

Jännityskorroosiolla tarkoitetaan metallisen materiaalin hidasta, paikallista murtumista. Ilmiön syntyyn tarvitaan mekaanisen jännityksen ja ympäristöolosuhteitten yhteisvaikutusta. Ympäristöolosuhteista kosteus ja muun muassa rappauslaastin korkea pH-arvo olivat suurella todennäköisyydellä altistaneet rappausverkon teräksen jännityskorroosiolle. Jännityskorroosiossa mekaanisten jännitysten ei tarvitse ylittää rappausverkon materiaalin murtolujuutta, vaan alemmat vaihtelevat jännitykset riittävät ilmiön syntyyn.

Rappausverkon teräs oli kuumasinkitty, tämän tyyppinen sinkkikerros ei täysin suoja terästä ympäristötekijöiltä. Lisäksi sinkkikerroksen vaurioituminen on mahdollista varastoinnissa, kuljetuksessa tai asennuksessa verkon liiallisen taittumisen takia. Myös valmiissa rakenteessa verkon paikallinen liiallinen venyminen kiinnikkeiden alueella on voinut vaurioittaa sinkitystä.

lämmin, huhtikuu poikkeuksellisen sateinen, toukokuu poikkeuksellisen lämmin ja vähäsateinen (180 vuoden mittaushistorian toiseksi lämpimin ja kolmanneksi vähäsateisin) ja kesäkuu harvinaisen lämmin.

Seismisillä tapahtumilla ei niilläkään todettu olleen vaikutusta paksueristerappauksen romahuttamiseen. Aikavälillä 1.1.2022–30.7.2024 seismisiä tapahtumia oli ollut kaikkiaan 14 kappaletta viiden kilometrin säteellä havaintopisteen (60.23 N, 25.07 E) ympärillä. Kaikki tapaukset olivat olleet räjäytyksiä ja olivat sijoittuneet Itä-Vantaan alueelle. Maanjäristyksistä ei kuitenkaan ollut havaintoja.

2.3 Tallenteet

Tapahtuma tallentui taloyhtiön turvakamerajärjestelmään. Turvakameran videotallenteella näkyy paksueristerappauksen romahtaminen ja viimeistelytöitä tehneen henkilön pelastautuminen.

2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

2.4.1 2010 eristerappauksen organisaatiot ja henkilöt

Taloyhtiö oli toiminut eristerappauksessa rakennushankkeeseen ryhtyvänä, tilaajana ja rakennuttajana. Sen hallituksen jäsenet olivat osallistuneet työmaakokouksiin.

Tutkinnan käyttöön saatiin taloyhtiöltä muun muassa muun valokuvia eristerappauksen eri vaiheista. Näistä paljastui asioita mitkä eivät käyneet ilmi urakan valvonnan dokumentaatiosta.

Taloyhtiön isännöitsijän työnantajana ja huoltoyhtiönä oli toiminut paikallinen taloyhtiöiden omistama yritys. Yritys oli hoitanut eristerappauksen hallinnollisia asioita taloyhtiön puolesta mukaan lukien urakan valvonnan (rakennuttajakonsultin) hankinnan.

Eristerappauksen suunnittelusta oli vastannut taloyhtiön palkkaamana helsinkiläinen rakentamiseen erikoistunut konsulttitoimisto, joka oli toiminut projektissa rakennuttajakonsulttina. Konsulttitoimiston urakkaan varaama rakentamisen suunnittelutoimisto oli perustettu vuonna 1994 ja sen päätoimiala oli arkkitehtipalvelut. Suunnittelutoimiston arkkitehti oli huolehtinut 2010 eristerappauksen rakennusluvan hankkimisesta. Arkkitehti oli tehnyt urakassa yhteistyötä rakennuttajakonsultin kanssa, jonka hän oli tuntenut jo aiemmista yhteisistä projekteista.

Konsulttitoimiston urakkaan alihankintana käyttämä rakennesuunnittelija oli vastannut eristerappauksen teknisistä asioista kuten muun muassa kantavuuslaskelmista ja rakennusfyysikasta. Hänen roolinsa hankkeessa oli päätynyt julkisivuankkureiden koivetoon. Rakennesuunnittelijan toimeksianto ei ollut ulottunut rappausjärjestelmän suunnitelmien ja rakenteen tarkastuksiin. Hän ei roolissaan ollut osallistunut myöskään työmaakokouksiin.

Eristerappauksen pääurakoitsijana oli toiminut julkisivukorjauksiin erikoistunut rakennusliike. Yritys oli perustettu vuonna 1994. Se on erikoistunut palvelemaan pääasiassa taloyhtiöitä.

Pääurakoitsijan urakkasopimuksessa nimetyllä vastaavalla työnjohtajalla oli 35 vuoden kokemus rakentamisesta. Hän oli ollut mukana rakennuttajakonsultin tekemissä työmaatarkastuksissa. Hänellä oli paljon kokemusta paksueristerappauksista. Vastaava työnjohtaja ei ollut havainnut nyt tutkittavan tapauksen kaltaisia ongelmia muissa kohteissa. Vastaavaksi työnjohtajaksi oli kuitenkin rakennusvalvontavirastolle esitetty (ja hyväksytty) toinen, koulutukseltaan pätevämpi henkilö.

Eristerappaustyön aliurakoitsijana pääurakoitsija oli käyttänyt virolaista yritystä, jota se oli käyttänyt useissa muissakin työkohteissa.

Pintarakenteisiin erikoistunut rakennustarvikeliike oli toiminut paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajana. Kyseinen yritys oli tehnyt aikaisemmin yhteistyötä pääurakoitsijan kanssa. Yritys oli itse kehittänyt urakkaan tilatun järjestelmän. Yritys oli antanut järjestelmälle kymmenen vuoden järjestelmätakuun urakan päätyttyä.

Urakan rakennuttajakonsulttina (valvojana) oli toiminut suunnittelusta ja urakan kilpailuttamisesta vastannut rakennuskonsultti. Urakan rakennuttajakonsultti oli vaihtunut kesken urakan toiseen samasta rakennuskonsulttitoimistosta tulleeseen henkilöön. Uusi rakennuttajakonsultti oli nimetty yhden taloyhtiön osakkaan ja ensimmäisen rakennuttajakonsultin miehipide-erojen vuoksi. Molemmat valvojat olivat kokeneita rakennusalan ammattilaisia.

2.4.2 2010 eristerappaustyön valvonta

Vuoden 2010 eristerappaustyöhön oli tarvittu ja haettu rakennuslupa. Esisuunnittelussa rakennusluvan hakemiseen ja hallintointiin oli valtuutettu urakan arkkitehti. Rakennuslupa oli saatu 23.10.2009.

Päätyjulkisivu-urakan aloituskokous oli pidetty 16.12.2009. Tässä kokouksessa oli esitetty päätyjulkisivujen eristeen asentaminen aloitettavaksi tammikuussa 2010. Rakennusluvassa edellytetyt julkisivuankkureiden vetokokeet ja ankkurointi kokonaisuudessaan eivät olleet käsiteltävinä asioina tässä aloituskokouksessa. Kokouksessa oli käsitelty myös mallitarkastuksia, joista ei myöhemmissä työmaakokousten pöytäkirjoissa ole mainintoja. Kokouksessa oli todettu työmaakokouksia pidettävän tarvittaessa ja urakoitsijaa oli kehoitettu toimitamaan urakka-aikataulu mahdollisimman pian. Vuoden 2010 ensimmäinen työmaakokous oli pidetty 8.2.2010. Työmaakokous 29.7.2010 oli keskeytetty, ja 13.9.2010 pidetyssä työmaakokouksessa oli todettu eteläpäätyjen töiden olevan jo valmiit.

Pääurakoitsijan työnjohtaja oli kirjattu urakan aloituskokouksessa vastaavaksi työnjohtajaksi ja urakan laadunvarmistussuunnitelman vastuuhenkilöiksi. Rakennusluvan mukainen vastaavan työnjohtajan ilmoitus oli tehty vasta kesäkuussa 2010, jolloin vastaavaksi työnjohtajaksi oli nimetty toinen urakoitsijan työntekijä. Kohteen työmaatarkastuksista ja urakan valvonnasta on epätarkat tiedot.

Laadunvarmistuslomakkeen kirjausten mukaan työmaatarkastuksissa oli tehty vetokokeita julkisivuankkureille, tarkastettu lisälämmön eristykset ja rappaukset. Julkisivuankkureiden vetokokeilla oli varmistettu, että betonielementtiseinän paksurappaus-eristejärjestelmä pysyy paikallaan. Lisälämmöneristyksen tarkastuksilla oli varmistettu, että seinän mineraalivillalla toteutettu lämmöneristys toteutuu. Rappauksen tarkastuksilla oli varmistettu, että rappaus oli asianmukainen ja että seinän pinta jää siistiksi. Laadunvalvontaraporteista selviää, ettei huomiota ollut kiinnitetty paksurappaus-eristejärjestelmän rakenteen kantavuuden kannalta kriittisiin kohtiin. Eristerappaustyön valvonnassa ei ollut puututtu jälkikäteen ilmi selviin puutteisiin: kiinnikkeiden liian vähäiseen määrään ja rappausverkon painumiseen mineraalivillan asennuksen tarkastuksessa. Rappausverkon painuminen mineraalivillan sisälle oli havaittu, mutta uskottiin, että rappauslaasti pystyttiin ruiskuttamaan verkon taakse/läpi niin, että verkko jäisi pohjarappauksen sisään, kuten järjestelmässä oli tarkoitettu.⁵

⁵ Järjestelmää on sittemmin kehitetty siten, että myöhemmissä kohteissa kiinnikkeiden kohdalle on laitettu kartion muotoinen välikappale, joka pitää tukiverkon irrallaan mineraalivillasta.

Työvaihekatselmukset oli määritetty laadunvarmistuslomakkeessa, mutta kirjauksissa ei ole päivämääriä. Rakennesuunnittelijan rakennekatselmus ja arkkitehdin värikatselmus oli dokumentoitu samaan asiakirjaan. Myös rakennusvalvontaviranomaisen loppukatselmus 21.12.2010 oli dokumentoitu.

Vuoden 2010 eristerappauksessa oli ollut erimielisyyttä taloyhtiön ja pääurakoitsijan välillä. Taloyhtiön yksi osakas oli rakentamisen asiantuntija. Hän oli puuttunut työturvallisuudessa ja kokouskäytännöissä havaitsemiinsa puutteisiin, ja siihen ettei työmaapäiväkirjaa ollut pidetty. Urakka oli keskeytetty välillä puoleksitoista kuukaudeksi.

2.4.3 2022–2023 pintarappauksen saneerauksen valvonta

Korjausrakentamisen konsulttiyritys oli tehnyt paksueristerappauksen kuntokartoituksen (2021) ja suunnitellut rappaukselle tarvittavat korjaustoimet vuonna 2022 osana muuta julkisivu-urakkaa.

Vuosina 2022–2023 korjausrakan päätoteuttajana oli toiminut vuonna 1992 perustettu rakennusalan insinööritoimisto ja pääurakoitsijana vuonna 2015 perustettu julkisivu-, parveke- ja vesikatteiden saneeraukseen erikoistunut yritys. Yritys oli käyttänyt alihankkijoita.

Taloyhtiön palkkaamana suunnittelijana ja valvojana oli toiminut konsulttiyritys, joka oli valvonut pintasaneerausurakkaa päätoteuttajan ja urakoitsijan lisäksi.

Paksueristerappauksen korjauksessa sen pintarappaus oli poistettu ja täyttörappaus korjattu tarvittavilta osin. Seinien pinnoite (pintarappaus) oli poistettu hiomalla ja konepetkelemällä. Pintarappauksen korjauksessa ei ollut huomioitu, että rappaus oli tullut alkuperäistä vuoden 2010 rakenteen suunnitelmaa paksummaksi ja samalla sen massa oli ylittänyt eristerappauksen suunnitellun nimellispaksuuden.

Vuosien 2022–2023 pintarappauksen korjaamisen oli arvioitu rakennushankkeeksi, johon ei tarvita rakennuslupaa.

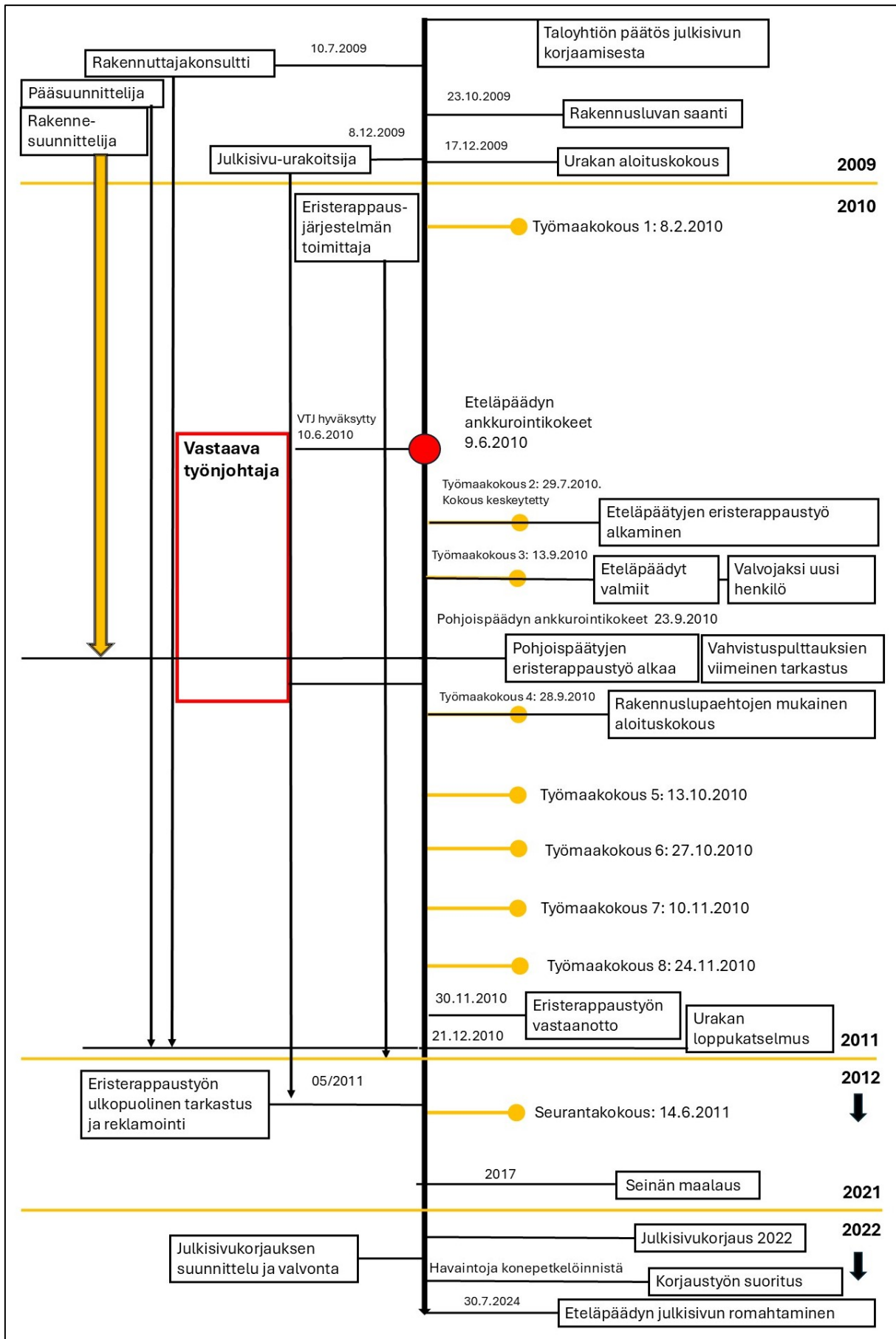
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta

Rakennusluvan vuoden 2010 eristerappaukselle oli Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto antanut julkipanolla 23.10.2009. Lainvoimaiseksi lupa oli tullut 7.11.2009.

Rakennuslupa oli myönnetty kahden 1960-luvulla rakennetun 9-kerroksisen asuinkerrostalon päätyjulkisivujen lämpörappauttamiseen. Luvassa todetaan, että vanhan betonisandwich-julkisivuelementin ulkokuoren pysyvyys varmistetaan pulttaamalla se kiinni sisäkuoreen. Ulkokuoren päälle kiinnitetään 100 mm mineraalivillaeristys, joka pinnoitetaan teräsverkolla vahvistetulla kolmikerrosrappauksella.

Haettu lupa oli myönnetty ja esitetyt piirustukset oli vahvistettu siten, että ennen kuin rakennustyöt aloitetaan, oli rakennusvalvontavirastolla hyväksyttävä vastuulliset työnjohtajat ja ennen kunkin työvaiheen aloittamista oli toimitettava rakennesuunnitelmat rakennusvalvontavirastolle. Rakentamisen aloittamisesta oli tullut tehdä ilmoitus rakennusvalvontavirastoon. Lisäksi oli rakennustyön edistymisen mukaan pyydettävä rakennusvalvontavirastolta aloituskokouksen, rakennekatselmuksen ja loppukatselmuksen toimittamista.

Vuosien 2022–2023 paksueristerappauksen pintasaneerauksesta ei ollut oltu yhteydessä Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirastoon.



Kuva 12. Seinään liittyvät eri urakat vuosina 2009–2022. (Kuva: OTKES)

2.6 Säädökset, määräykset ja ohjeet

Rakennustyö on tehtävä siten, että se täyttää rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset.⁶

Rakennushankkeeseen ryhtyvän (tässä taloyhtiö) velvollisuus on huolehtia siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on oltava hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö.⁷ Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava myös siitä, että rakennushankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat ja että muillakin rakennushankkeessa toimivilla on heidän tehtäviensä vaativuus huomioon otettuna riittävä asiantuntemus ja ammattitaito. Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu myös rakennustyön valvonta sekä työn tarkastaminen ja todentaminen samoin kuin käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen.⁸

Rakentamisen asianmukaisen toteuttamisen varmistamiseksi ja tarkastusten todentamiseksi rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennustyömaalla pidetään rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Siihen tehdään merkinnät katselmuksista, viranomaisen toimitamista tarkastuksista sekä yksityisen vastattaviksi määrätystä työn suorituksen tarkastuksista.⁹ Rakennusluvassa tai aloituskokouksessa sovittujen rakennusvaiheiden vastuuhenkilöiden sekä työvaiheita tarkastaneiden on varmennettava tekemänsä tarkastukset rakennustyön tarkastusasiakirjaan. Varmennusmerkintään tulee sisältyä tarkastajan nimikirjoitus nimen selvennyksineen sekä varmennuksen päivämäärä¹⁰. Jokaisessa rakennushankkeessa tulee määritellä ennalta keskeiset riskit ja sisällyttää niitä koskevat työ- ja rakennusvaiheiden tarkastukset työmaan tarkastusasiakirjaan.¹¹

Tarkastusasiakirjaan kuuluvia olennaisia asioita ovat muun muassa rakennustyön aloittamisen edellytysten tarkistaminen, kunkin tarkastettavan työvaiheen toteuttamisen edellytysten varmistaminen, rakennustyön aikaisen kosteuden haitallisten vaikutusten ehkäiseminen, rakentamisen suunnitelmien mukaisuuden varmentaminen tai maininta poikkeamien hyväksymisestä, rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen, katselmusten ja muiden viranomais-tarkastusten merkitseminen sekä loppukatselmuksen toimittamisen edellytysten varmistaminen.¹²

Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi palkata rakennushankkeeseen rakennuttajakonsultin (valvojan) valvomaan etuaan rakennusprojektissa. Rakennuttajakonsultti muun muassa kutsuu koolle katselmuksia, tarkistaa ja hyväksyy urakoitsijan esityksiä, tarkistaa työsuoritusten suunnitelmanmukaisuudet, varmistaa urakkasopimuksessa sovitun työn laadun ja laajuuden toteutumisen, ja huolehtii muutenkin taloyhtiön edusta koko rakennusprosessin ajan.

⁶ Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999), 149 §, jatkossa MRL.

⁷ MRL (132/1999), 119 §.

⁸ Suomen rakentamismääräyskokoelma A1, Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, Määräykset ja ohjeet, 2006. Jatkossa RakMk A1.

⁹ MRL (132/1999), 150 §.

¹⁰ RakMk A1 7.2.2.

¹¹ RakMk A1 7.1.1.

¹² RakMK A1 7.1.2.

Rakennuttajan on nimettävä hankkeeseen hankkeen vaativuutta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori, joka rakennuttajan vastuullisena edustajana huolehtii rakennuttajalle kuuluvista työturvallisuusvelvoitteista ja -tehtävistä.¹³ Usein valvojana ja työturvallisuuskoordinaattorina toimii sama henkilö.

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään. Valvontatehtävän laajuutta ja laatua harkittaessa otetaan huomioon rakennushankkeen vaativuus, luvan hakijan ja hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavien henkilöiden asiantuntemus ja ammattitaito sekä muut valvonnan tarpeeseen vaikuttavat seikat. Rakennustyön viranomaisvalvonta alkaa luvanvaraisen rakennustyön aloittamisesta ja päättyy loppukatselmukseen. Valvonta kohdistuu viranomaisen päättämässä työvaiheissa ja laajuudessa rakentamisen hyvän lopputuloksen kannalta merkittäviin seikkoihin.¹⁴

Rakennustyön viranomaisvalvontaan liittyvällä työvaiheiden tarkastusten todentamisella seurataan, että rakennustyöstä ja sen valvonnasta ja tarkastamisesta vastuulliset huolehtivat heille kuuluvista tehtävistään. Rakennusvalvontaviranomaiselle luovutetaan loppukatselmuksen yhteydessä loppukatselmuspöytäkirjan liitteeksi tarkastusasiakirjan yhteenveto. Rakentamisen aikana tapahtuneet virheet, laiminlyönnit ja rakennustyön huono laatu sekä puutteellisuudet ja muut epäkohdat tarkastusasiakirjanpitämisessä voivat johtaa rakennustyön keskeyttämiseen.

Rakennuslupaa tai muuta viranomaishyväksyntää edellyttävässä rakennustyössä tulee olla työn suorituksesta ja sen laadusta vastaava (vastaava työnjohtaja), joka johtaa rakennustyötä sekä huolehtii rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta.¹⁵ Vastaavan työnjohtajan tehtävät ja vastuu alkavat välittömästi sen jälkeen, kun hänet on hyväksytty tai ilmoitus työnjohtajana toimimisesta on jätetty. Näistä tehtävistä ja vastuusta voidaan vapautua vain pyytämällä kirjallisesti vapautus tehtävästä tai siten, että hyväksytään toinen henkilö vastaavan työnjohtajan tilalle.¹⁶

Vastaavan työnjohtajan tulee huolehtia siitä, että rakentamisen aloittamisesta ilmoitetaan rakennusvalvontaviranomaiselle; rakennustyö suoritetaan myönnetyn luvan mukaisesti ja siinä noudatetaan rakentamista koskevia säännöksiä ja määräyksiä; rakennustyön aikana ryhdytään tarvittaviin toimiin havaittujen puutteiden tai virheiden johdosta; luvassa määrätyt katselmuksat pyydetään riittävän ajoissa ja suoritetaan aloituskokouksessa tai muutoin määrätyt tarkastukset ja toimenpiteet asianmukaisissa työvaiheissa; rakennustyömaalla on käytettävissä hyväksytyt piirustukset ja tarvittavat erityispiirustukset, ajan tasalla oleva rakennustyön tarkastusasiakirja, mahdolliset testaustulokset sekä muut tarvittavat asiakirjat.¹⁷ Rakennustyötä ei saa aloittaa tai jatkaa, ellei työssä ole hyväksyttyä vastaavaa työnjohtajaa. Hyväksyntä tulee peruuttaa, jos siihen on laiminlyöntien tai muista vastaavista syistä aihetta.¹⁸

Rakennustyön aloittamisesta on ennen sen aloittamista tehtävä ilmoitus kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle.¹⁹ Rakentamisessa säädetyn huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi

¹³ VNA rakennustyön turvallisuudesta (205/2009), 5 §.

¹⁴ MRL (132/1999), 124 §.

¹⁵ MRL (132/1999), 122 §.

¹⁶ Maankäyttö- ja rakennusasetus (189/1999), 73 §, jatkossa MRA.

¹⁷ MRA (189/1999), 73 §.

¹⁸ MRL (189/1999), 122 §.

¹⁹ MRL (132/1999), 149 §.

tarvittavasta aloituskokouksesta määrätään rakennusluvassa. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee sopia kunnan rakennusvalvontaviranomaisen kanssa aloituskokouksen ajankohdasta ja kutsua kokous koolle ennen rakennustyön aloittamista. Aloituskokouksessa tulee olla läsnä ainakin rakennushankkeeseen ryhtyvä tai tämän edustaja, rakennuksen pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja.²⁰

Aloituskokouksessa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan lupa-asiakirjoissa rakennushankkeeseen ryhtyvälle määrätyt velvoitteet, hankkeen suunnittelun ja rakennustyön keskeiset osapuolet, rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt ja työvaiheiden tarkastuksia suorittavat henkilöt sekä muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta huolehtimiseksi.²¹ Edelleen aloituskokouksessa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan rakennushankkeen keskeisten osapuolten tarkastustehtävät, rakennushankkeeseen ryhtyvän oman valvonnan järjestämistapa, viranomaisvalvonnan tehtävät työn suorituksen valvonnassa sekä järjestelyt rakennustuotteiden kelpoisuuden toteuttamiseksi. Aloituskokouksessa kiinnitetään toimijoiden huomiota rakennustyötä koskevien työturvallisuussäädösten noudattamiseen.²²

Aloituskokouksen tuloksena on kirjallinen sitoumus niistä selvityksistä ja toimenpiteistä, joilla rakennushankkeeseen ryhtyvä täyttää huolehtimisvelvollisuutensa. Vastaavan työnjohtajan on ilman viivytyksiä ilmoitettava rakennusvalvontaviranomaiselle, jos rakennustyön aikana tulee tarvetta poiketa tai poiketaan aloituskokouksessa osoitetuista menettelyistä.²³

Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa, tulee olla ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää rakentamiselle asetetut olennaiset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöajan.²⁴ Rakennustuotteen kelpoisuus selvitetään rakennustuotedirektiivin mukaisessa menettelyssä (CE-merkintä), tyyppihyväksynnässä, varmennetun käyttöselosteen perusteella tai rakentamisen viranomaisvalvonnassa²⁵.

Suomen Betoniyhdistys ry on laatinut yleisluontoisen rakennekuvauksen ja mitoitusohjeistuksen paksurappaus-eristejärjestelmälle. Oppaassa ohjeistetaan muun muassa rappausjärjestys, rappausverkon sijoittaminen ja sopiva kiinnikkeiden määrä neliön alalle (4–7 kpl/m²).²⁶

Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen vaiheista ja niihin liittyvistä keskeisistä toimista on laadittu RT-kortti (RT 103368). Ohje on tarkoitettu isännöitsijöille, projektinjohtajille, urakoitsijoille, asunto-osakeyhtiöiden hallituksille ja muille korjaushankkeisiin osallistuville.

Asuinrakennusten lämmöneristysvaatimukset kiristyivät 2000-luvun alussa. Vuonna 2003 tehdyn rakentamismääräysten muutoksen avulla rakennusten energiankulutuksesta pyrittiin säästämään 25–30 % aiempaan määräystasoon verrattuna. Ympäristöministeriö antoi kesällä 2007 uudet rakennuksen energiatehokkuutta ja lämpöhäviöitä koskevat vaatimukset²⁷, jolloin vaatimukset eivät oleellisesti kiristyneet aiemmasta. Sen sijaan joulukuussa 2008 annetuissa määräyksissä energiatehokkuusvaatimukset kiristyivät noin 25–30 %²⁸. Tämä vaatimuksien kiristyminen suuntautui ensisijaisesti uudisrakentamiseen. Velvoite koski myös

²⁰ MRA (189/1999), 74 §.

²¹ MRA (189/1999), 74 §.

²² RakMk A1 6.2.1.

²³ RakMk A1 6.2.1.

²⁴ MRL (132/1999), 152 §.

²⁵ RakMk A1 3.3.1.

²⁶ Suomen Betoniyhdistys, by 46 Rappauskirja 2005.

²⁷ RakMk 2007

²⁸ RakMk 2010, Motiva, Tasauskalkentaopas 2012.

rakennusluvan vaativaa korjausrakentamista, ellei se johtanut kohtuuttomuuksiin eli esimerkiksi rakennusfysikaalisesti ongelmalliseen rakenteeseen.

2.7 Muut selvitykset

2.7.1 Rakenteen kantavuuden arviointi

Yhdelle kiinnikkeelle tuleva rasitus on analysoitavissa voimakolmiomenetelmään perustuvalla analyysillä. Tässä heilurihaka muodostuu verkon lukituslevyjen avulla vetosauvaksi, ja mineraalivilla toimii puristusosana rappauslaastista tehdyn seinälevyn kautta. Analyysi on kuvattu tarkemmin esimerkiksi Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen, VTT:n (nyk. Teknologian tutkimuskeskus, VTT) tekemässä tutkimuksessa kiinnikkeiden kapasiteeteista eri asennustavoilla.

Analysoitaessa kantavuuksia ja järjestelmän kokonaisvarmuutta eri tapauksissa saadaan aikaan seuraava taulukko:

Taulukko 2. Paksurappaus-eristejärjestelmän kantavuuden arviointilaskelma. (Taulukko: OTKES)

Heilurihakajako #-jako [mm]	Rappauspaksuus			Varmuus verrattuna VTT:n kokeisiin				Keskilujuus	
	[mm]	Kuormaa per kiinnike	Kiinnike aksiaalivoima	Ominaisarvoon		Sallittuun arvoon		1 levy	2 levyä
400	25	80 N	193 N	2,21	2,83	1,24	1,61	3,42	4,77
500	25	125 N	280 N	1,53	1,95	0,86	1,11	2,36	3,29
600	25	180 N	390 N	1,09	1,40	0,62	0,79	1,69	2,36
400	35	112 N	251 N	1,70	2,18	0,96	1,24	2,63	3,67
500	35	175 N	367 N	1,16	1,49	0,65	0,84	1,80	2,51
600	35	252 N	497 N	0,86	1,10	0,48	0,62	1,33	1,85
Kantokyky VTT:n mukaan			Varmuus = 1,75		Ominaisarvot yli 1,75 vihreällä				
Ominaisarvoon Varmuusluvullinen					Kaikki arvot alle 1,0 punaisella				
		Fk	Fsall	Keskiarvolujuus					
Yksi verkonlukituslevy		427	240	661					
Kaksi verkonlukituslevyä		546	310	920					

Kiinnikemäärää tarkasteltaessa tulee riittävän kiinnikemäärän kaavaksi kiinnikevälin suhteessa kiinnikkeiden kappalemäärä jaettuna molempien suuntien jakovälin tulolla. Esimerkiksi jos kiinnikkeet ovat pysty- ja vaakasuunnassa 500 mm jaolla, saadaan kaavaksi:

$$k_x := 0.5 \text{ m} \quad (\text{jakoväli x-suunnassa})$$

$$k_y := 0.5 \text{ m} \quad (\text{jakoväli y-suunnassa})$$

$$n := \frac{1}{k_x \cdot k_y} = 4 \frac{1}{\text{m}^2} \quad \text{eli kpl/m}^2$$

Näin ollen kohteessa toteutettu jakoväli 600 mm antaa tulokseksi:

$$k_x := 0.6 \text{ m} \quad (\text{jakoväli x-suunnassa})$$

$$k_y := 0.6 \text{ m} \quad (\text{jakoväli y-suunnassa})$$

$$n := \frac{1}{k_x \cdot k_y} = 2.778 \frac{1}{\text{m}^2} \quad \text{eli kpl/m}^2$$

Tulos on huomattavasti alle asennusohjeessa mainitun vähimmäismäärän 4 kpl/m². Verrattuna työselostuksessa kerrottuun kiinnikkeiden vähimmäismäärään 6 kpl/m², määrä on alle puolet työselostuksessa tarkoitetusta määrästä.

2.7.2 Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimus

VTT tutki heilurihakajärjestelmän (kiinnikkeiden) kantokapasiteetteja eri asennustavoilla vuonna 1983²⁹. Tutkimuksessa on vertailtu järjestelmän kapasiteetteja tapauksissa, joissa rappausta kannattelee ohjeen mukaisesti kaksi verkon lukituslevyä, vain yksi verkon lukituslevy tai että jousihaka on tehty kierteytetyllä profiililla. Kierteytetyllä jousihaalla oli otaksuttu olevan tartuntaa parantava vaikutus, joka kuitenkin osoittautui tutkimuksissa perusteettomaksi otaksumaksi.

Tutkimuksissa tapaukset on nimetty Helatyyppi 1 (yksi lukituslevy), Helatyyppi 2 (kaksi lukituslevyä) ja Helatyyppi 3 (kierteytetty heilurihaka). Tutkimuksessa sallittu arvo F_{sall} on laskettu jakamalla ominaismurtoarvo F_k kokonaisvarmuuskertoimella 1,75. Alla taulukko kokeissa saaduista arvoista.

Taulukko 3. VTT:n testi helatyypeille.

Tyyppi	Keskiarvo F (N)	Keskihajontas (N)	Ominaisarvo F_k (N)	Sallittu arvo F_{sall} (N)
Helatyyppi 1	661	117	427	240
Helatyyppi 2	920	187	546	310
Helatyyppi 3	454	70	314	180

2.7.3 Taloyhtiön konsultin selvitys onnettomuudesta

Taloyhtiö palkkasi pintarappauksen korjaamisen suunnitelleen konsultin tutkimaan paksueristerappauksen romahtamista. Selvityksen mukaan romahtaneen paksueristerappauksen 55 kg/m^2 paino ylitti järjestelmän kiinnikkeiden laskentaperusteena olleen neliöpainon noin 10 %. Eristevillan kastumisesta ei selvityksen mukaan ollut aiheutunut merkittävää lisäkuormaa.

Selvityksen mukaan rappauksen kiinnikkeiden määrä ei ollut vastannut järjestelmän asennusohjetta eikä kohdekohtaisia suunnitelmia. Selvityksessä viitataan VTT:n tutkimuksen mukaiseen asennustapaan, jossa kiinnikkeitä tulee olla 6 kpl/m^2 . Liian vähäisen kiinnikemäärän vuoksi kiinnikkeiden todellinen kantavuus oli puolittunut siitä mikä olisi tavoitettu järjestelmän asennusohjeen mukaisella kiinnikemäärällä. Lisäksi reunimmaisat kiinnikkeet oli laitettu liian kauaksi rappausalueen reunoista, mistä aiheutui suunniteltua suurempaa kuormaa rappausalueen reunojen kiinnikkeille.

Puutteita oli selvityksen mukaan myös kiinnikkeiden asennustavassa. Osassa kiinnikkeistä ruuvin hahlo oli jätetty väärään kulmaan, mikä teki niistä toimimattoman: kiinnikkeille ei tullut suunniteltua vetoa vaan ne olivat taipuneet. Lisäksi osassa heilurihakasia lukituslevyt oli asennettu väärin. Kaksi lukituslevyä oli laitettu verkon ja eristevillan väliin, kun kaksi liuskaa olisi pitänyt olla rappausverkon ulkopuolella. Selvityksen mukaan asennustavan vaikutusta rappauksen romahtamiseen on vaikea arvioida.

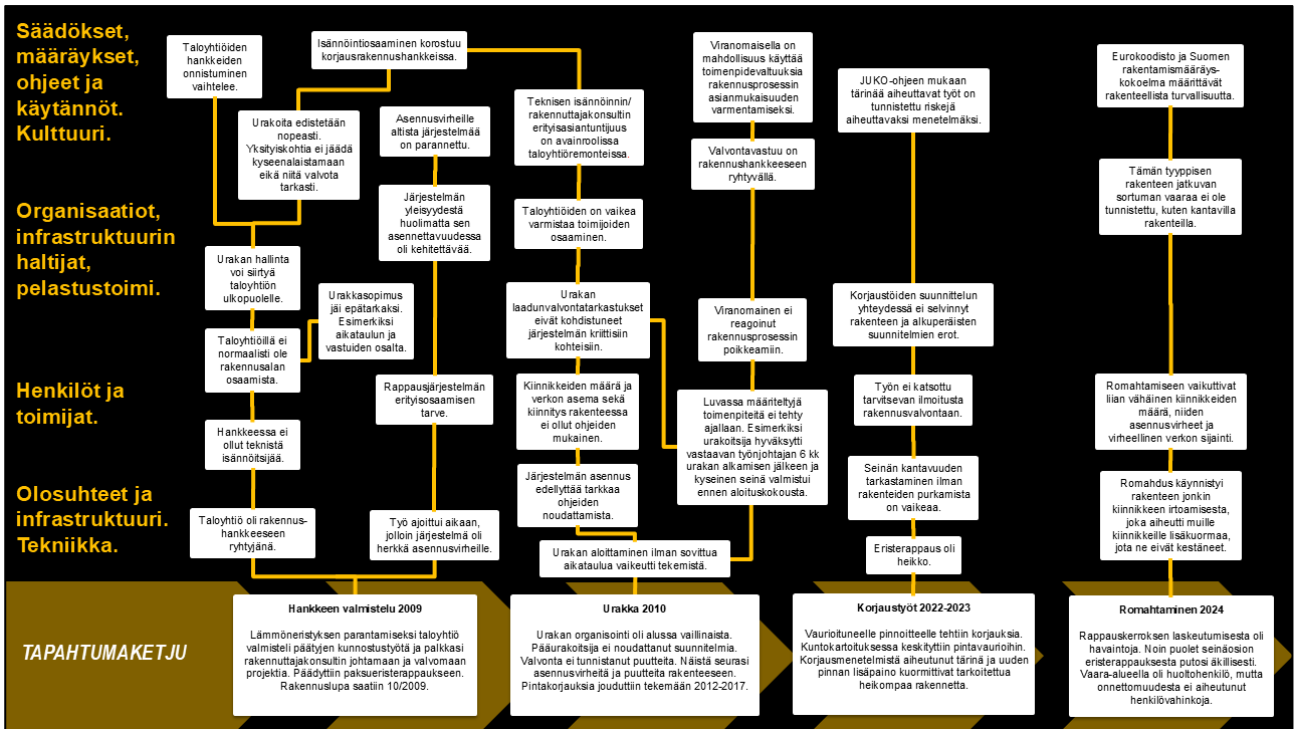
Rappausverkon ruostuminen todetaan selvityksessä, mutta ruostumisen ei todeta merkittävästi heikentäneen verkon kantavuutta. Poikkeuksena pidettiin rappausalueen oikeaa alanurkkaa, jossa kiinnikkeitä oli vähän ja huolto-oven avauksesta oli aiheutunut repivää kuormitusta rappaukselle.

Selvityksessä arvioidaan, että vuosina 2022–2023 tehdystä pintarappauksen korjauksesta aiheutunut tärinä on voinut osaltaan vaikuttaa rappauksen romahtamiseen.

²⁹ Tutkimus tehtiin Oy Partek Ab:n tilaamana toimeksiantona, ei julkinen.

3 ANALYYSI

Tapahtuman analysoinnissa on käytetty Onnettomuustutkintakeskuksen edelleen kehittämää Accimap³⁰-menetelmää. Analyysitekstin jäsentely perustuu tutkinnassa laadittuun Accimap-kaavioon. Onnettomuus kuvataan kaavion alaosassa tapahtumaketjuna. Tapahtumaketjun taustalta paljastuvia tekijöitä puretaan kaaviossa eri analyysitasoilla.



Kuva 13. Accimap-kaavio onnettomuudesta. (Kuva: OTKES)

3.1 Tapahtuman analysointi

3.1.1 Hankkeen valmistelu 2009

30.7.2024 romahti yli puolet 9-kerroksisen asuinkerrostalon päädyn osion paksueristerappauksesta yhtäkkisesti maahan. Neljätoista vuotta aiemmin, vuonna 2010, taloyhtiön kahden kerrostalon asumismukavuutta oli parannettu päätyseinien paksueristerappauksella. Paksueristerappaus oli tuolloin ollut tavallinen tapa lisätä lämmöneristystä.

Taloyhtiöllä ei ollut ollut vuoden 2010 urakassa teknistä isännöitsijää. Taloyhtiöllä tai niiden isännöinnistä huolehtivilla toimijoilla ei välttämättä yleisesti ole korjaushankkeisiin tarvittavaa rakennusalan osaamista. Rakennushankkeeseen ryhtyvän ominaisuudessa taloyhtiö oli palkannut rakennuttajakonsultin tekemään rakennuttajalle kuuluvia suunnittelu- ja valvonta-tehtäviä ja valvomaan taloyhtiön etua koko rakennusurakan ajan.

Korjausurakkaan osallistuvien tahojen on varmistettava kirjauksin keskinäiset vastuut, aikataulut ja tarvittava yhteistoiminta, jotta urakka johtaa sovittuun lopputulokseen. Kohteen urakkasopimuksessa oli kuitenkin ollut epätarkkuuksia muun muassa aikataulujen ja vastuiden osalta, mikä vaikeutti hankkeen toteuttamista, seuranta ja valvontaa. Kun tarpeellisia

³⁰ Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

toimenpiteitä ei ollut yhteisesti sovittu eikä aikatauluista ollut ollut yhteistä käsitystä, oli urakan hallinta lipunut lähes täysin rakennuttajan ulkopuolisille toimijoille.

Suunnitelmista ja ohjeista oli myös poikettu urakassa. Rakentamisalalla vallitsee tyypillisesti useiden samanaikaisten tai peräkkäisten urakoiden aiheuttama kiire. Urakoita edistetään nopeasti. Yksityiskohtia ei jäädä kyseenalaistamaan, eikä niitä valvota tarkasti.

Paksurappaus-eristejärjestelmä oli ollut tässä vaiheessa altis asennusvirheille, sen toteuttaminen olisi vaatinut järjestelmän asennusohjeiden tarkkaa noudattamista ja huolellisuutta. Paksurappaus-eristejärjestelmän ohjeistukseen ja toimitapoihin on sittemmin tehty laatua parantavia ja rakentamista helpottavia muutoksia.

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä taloyhtiöllä on omavalvontalogiikan mukaisesti rakennuttajana monia velvoittavia tehtäviä, jotka sen tai sen palkkaaman rakennuttajakonsultin on välttämättä hoidettava. Kohteen hankkeelle oli haettu ja saatu rakennuslupa hyvissä ajoin ennen rakentamisen aloittamista. Luvassa oli ollut määräyksiä tarvittavista katselmuksista, rakennusvalvonnalle esitettävistä vastuuhenkilöistä ja myös rakennesuunnitteluun liittyviä ehtoja.

3.1.2 Urakka 2010

Urakka oli aloitettu ilman yhteisesti kirjattua aikataulua ja ilman urakoitsijan ja rakennuttajan vastuuhenkilöiden keskinäistä vastuunjakoja, mikä oli vaikeuttanut töitä. Paksurappaus-eristejärjestelmän asennus edellyttää tarkkaa ohjeiden seuraamista ja huolellisuutta. Urakoitsijan vastuuhenkilön tulisi tarkasti seurata rakentamista työmaatarkastuksin ja työmaapäiväkirjaa pitäen. Urakoitsijan edustajan ja rakennuttajan edustajan keskinäinen tiivis yhteistyö ja urakan säännöllinen ja kriittisiin kohtiin kohdistuva valvonta ovat turvallisen rakentamisen edellytyksiä. Nämä odotukset eivät tässä urakassa olleet toteutuneet.

Rakentamisessa oli poikettu useita kertoja hyväksytyistä suunnitelmista. Kaikkia rakenteelle kriittisiä tekijöitä ei ollut asennettu ohjeiden mukaisesti. Esimerkiksi kiinnikkeitä oli laitettu vähemmän kuin urakan työselosteessa ja järjestelmätoimittajan ohjeessa edellytetään, ja rappausverkko ei kaikilta osin ollut jäänyt rappauslaastin sisään kuten oli tarkoitettu. Ohjeiden vastaiset työvaiheet eivät olleet tulleet ilmi. Valvontaa ei ollut kohdistettu rakenteen kaikkiin kriittisiin kohtiin. Urakoitsijan vastaavan työnjohtajan epäselvän roolituksen ja rakennuttajakonsultin vaihtumisen takia tehtävissä oli esiintynyt epäjatkuvuutta ja heidän keskinäinen yhteistyönsä ja vastuunjakonsa olivat kärsineet.

Taloyhtiön on vaikea varmistaa toimijoiden pätevyys, asianmukaiset toimivaltuudet ja muut tarvittavat edellytykset toimia tehtävissä, joihin heidät on nimetty. Onnettomuuden kohteessa rakennusluvan ehtojen osittainen huomiotta jättäminen oli aiheuttanut viranomaisvalvonnan tehottomuutta urakan aikana. Urakoitsija oli kutsunut viranomaisten aloituskokouksen koolle yli puoli vuotta urakan aloittamisen jälkeen, jolloin onnettomuuden päätyeinä oli ollut valmis jo muutaman kuukauden ajan.

Viranomaisella on mahdollisuus käyttää toimenpidevaltuuksia rakennusprosessin asianmukaisuuden varmentamiseksi. Tässä tapauksessa rakennusvalvontaviranomainen oli tyytynyt tilanteeseen eikä ollut katsonut tarpeelliseksi käyttää toimivaltuuksiaan selvityttää korjausurakan poikkeamia.

3.1.3 Korjaustyöt 2022–2023

Päätyseinien paksueristerappauksen pintakerroksessa oli havaittu pian niiden valmistumisen (2010) jälkeen halkeamia ja vaurioita, joita oli korjattu useaan otteeseen seuraavien vuosien aikana. Yksitoista vuotta päätyseinien eristerappauksen valmistumisen jälkeen oli todettu niin vakavia päätyseinien pintakerroksen vaurioita, että kuntokartoituksen ja suunnittelun jälkeen oli aloitettu kaikkien seinien saneeraus. Korjauksessa oli poistettu koko pintarappaus ja osasta aluetta myös täyttörappaus, mikäli vaurion aste oli sitä edellyttänyt.

Paksueristerappauksen rakennetta oli ollut mahdotonta todeta aistinvaraisella tarkastelulla ilman rakenteiden purkamista ja tarkastelua. Korjaustöiden suunnittelussa ei ollut siten selvännyt paksueristerappauksen vuoden 2010 toteutuksen ja rakennetta varten silloin tehtyjen suunnitelmien väliset erot. Pintarakenteen poistamisessa käytettyä tärinää aiheuttavan työmenetelmää ei ollut tunnistettu riskiksi paksueristerappauksen korjaustyössä. Lisäksi uusi pintakerros oli ollut paksumpi ja painavampi kuin yksitoista vuotta aiemmin tehty pintarappaus. Seinään kohdistettu tärinä ja lisääntynyt paino olivat rasittaneet rakennetta ja sen eri osia eli kiinnikkeitä, rappausverkkoa ja laastikerroksia.

3.1.4 Romahtaminen 2024

Noin 14 vuotta paksueristerappauksen rakentamisen ja noin vuosi sen pintasaneerauksen päättämisen jälkeen yhden kerrostalon päädyn paksueristerappaus romahti noin 70 m² kerralla maahan. Tämä tarkoittaa yli 5 000 kg:n rappauslaastia, rappausverkkoa ja mineraaliviljaa. Seinän tuntumassa työskennellyt henkilö ehti juosta turvaan kuultuaan yläpuoleltaan pahaenteistä jyrinää ja havaittuaan seinästä varisevan rappausmurua.

Rappauksen osittainen laskeutuminen rappauksen alapuolella olevan pellin päälle oli kirjattu kuntotarkastukseen vuonna 2021. Neljä päivää ennen onnettomuutta, heinäkuussa 2024, rakennuksen huoltotilassa käynyt henkilö oli havainnut ovea avatessaan sen ottavan kiinni rappauksen alapintaan. Näitä tavanomaisesta poikkeavia havaintoja ei ollut kuitenkaan huomattu pitää alustavina merkkeinä seinän mahdollisesta epävakaudesta. Eristerappauksen romahtamista ei ole yleisesti pidetty mahdollisena henkilövahinkoriskinä toisin kuin ripustettuja rakenteita yleensä, kuten esimerkiksi sisäkattoja. Kiinnikkeeltä toiselle jatkuvan ja mahdollisesti isoja alueita koskevan peittämissen vaaraa ole tunnistettu eristerappauksen tyypillisillä rakenteilla.

Rakentamisen turvallisuudesta ja rakentamiseen liittyvistä vastuista ja velvollisuuksista säädetään yleisellä tasolla useassa laissa ja asetuksessa. Tarkemmalla tasolla rakentamisen turvallisuudesta määrätään Suomen rakentamismääräyskokoelmassa.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset sisältävät onnettomuuden tai vaaratilanteen syyt. Syyllä tarkoitetaan erilaisia tapahtuman taustalla olevia tekijöitä ja siihen vaikuttavia välittömiä ja välillisiä seikkoja.

1. Kohteen paksurappaus-eristejärjestelmä oli ollut altis asennusvirheille ja sen asentaminen olisi vaatinut järjestelmän asennusohjeiden huolellista noudattamista. Laadunvarmistuksen suunnittelu ja kriittisten työvaiheiden tunnistaminen vaikuttavat työn onnistumiseen. Urakan valvonta ei ollut kohdistunut kaikkiin rakenteen kriittisiin toteutuksiin.

Johtopäätös: Rakenteisiin voi jäädä merkittäviä puutteita ilman aktiivista ja osavaa teknistä valvontaa.

2. Kun urakan tarpeellisista toimenpiteistä ja aikatauluista ei ollut sovittu tarkasti, oli sen hallinta osin lipunut rakennuttajalta toteuttajille. Merkittävät kiinteistöomistukset ja niistä huolehtiminen ovat taloyhtiöissä usein maallikkojen hallinnassa.

Johtopäätös: Taloyhtiön on käytännössä vaikea ilman asiantuntija-apua varmistaa rakentamisalan toimijoiden pätevyys, asianmukaiset toimivaltuudet ja muut tarvittavat edellytykset toimia tehtävissä.

3. Urakka ei ollut edennyt rakennusvalvontaviranomaisen myöntämän rakennusluvan ehtojen mukaisesti, eikä hanke ollut pitänyt viranomaisista tietoisena työn vaiheista. Viranomaisen ei ollut puuttunut prosessiin. Laadunvalvonta oli perustunut pääasiassa hankkeen omavalvontaan.

Johtopäätös: Rakennusvalvontaviranomaisen valvonta voi jäädä tehottomaksi joutuessa hankkeen puutteellisesta yhteydenpidosta viranomaisiin.

4. Kohteen kuntoarvio ei ollut tuonut esiin paksueristerappauksen rakenteen tilaa. Rappauksen vanhan pintakerroksen poisto tärinää aiheuttavilla työmenetelmillä sekä uuden pinnan tuoma massa lisäys myötävaikuttivat rakenteen romahtamiseen myöhemmin.

Johtopäätös: Korjausrakentamiskohteiden piilevät heikkoudet eivät aina paljastu kuntoarvioissa, joissa lähdetään liikkeelle ilmeisimmistä puutteista.

5. Vähäinen kiinnikemäärä ei kantanut rappauksen kuormaa, vaan se romahti lopulta äkillisesti. Kiinnikkeiden pettäminen oli luonteeltaan jatkuva pysähtyen aluetta ympäröiviin saumoihin.

Johtopäätös: Julkisivurakenteiden mahdollisen romahtamisen aiheuttavaa riskiä henkilövahingoille ei huomioida samalla tavalla kuin muiden ripustustyyppeiden rakenteiden.

5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

5.1 Taloyhtiöiden remonttien valvonnan laadun varmistaminen

Onnettomuuden kohteen paksueristerappauksen tekovaiheessa toimeksiantajan valvonta oli ollut ylimalkaista eikä ollut kohdistunut rappauksen osalta kriittisiin kohteisiin.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

*Kiinteistöliitto neuvoo ja ohjeistaa taloyhtiöitä varmistamaan, että rakennuttajan valvo-
jilla ja muilla taloyhtiön korjaushankkeisiin käytettävillä asiantuntijoilla on riittävä asi-
antuntemus ja ammattitaito aiotuista remonteista. [2025-S16]*

Osaavalla ja aktiivisella valvonnalla voidaan osaltaan varmistaa remonttien onnistuminen.

5.2 Taloyhtiöiden remonttien teknisen osaamisen varmistaminen

Taloyhtiöt tukeutuvat usein remonteissaan isännöitsijän tarjoamaan tai hankkimaan tekni-
seen osaamiseen. Isännöitsijä on siten tärkeässä roolissa taloyhtiöiden remonttien onnistumi-
sen kannalta.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

*Isännöintiliitto ohjaa ja tukee isännöintiyrityksiä varmistamaan, että taloyhtiöiden käyt-
tämillä asiantuntijoilla on riittävä osaaminen aiotuista korjaushankkeista. [2025-S17]*

Taloyhtiöiden oma osaaminen ei välttämättä riitä esimerkiksi korjausurakan tarjouspyyntö-
jen ja urakkasopimusten ehtojen laatimisessa eikä urakan valvonnassa. Isännöintiliitolla on
kouluttajaorganisaationa mahdollisuus edistää alan tietoisuutta asiasta.

5.3 Paksueristerappausten lujuuden varmistaminen

Onnettomuuden paksueristerappauksen toteuttamisessa oli poikettu useassa kohdassa suun-
nitelmista ja työohjeista. Seinän romahtamisvaarasta oli ollut merkkejä. Ennen romahtamis-
taan paksueristerappaus oli valahtanut havaittavasti. Alareunassa ollut suojapelti oli väänty-
nyt ja rappaus oli ottanut kiinni alempana olleeseen varastotilan oveen. Lisäksi liikunta-
saumat olivat vaurioituneet.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

*Rakennustuoteteollisuus RTT ry tuo rakennusalan toimijoiden tietoisuuteen toteutetta-
vien ja korjattavien paksueristerappausten rakenteen kantavuuden merkityksen.
[2025-S18]*

Muun muassa riittävä kiinnikkeiden määrä, rappausverkon oikea asettuminen ja rappauksen
massarajat ovat keskeisiä tekijöitä uutta paksueristerappausta toteutettaessa. Olemassa ole-
van paksueristerappauksen vähäinenkin valahtaminen voi olla merkki sen rakenteellisesta
heikkoudesta. Keskeistä on ymmärtää rakennetyypin erityispiirteet korjausrakentamisen
kannalta.

5.4 Rakennusprojektien luvanmukaisuuden varmistaminen

Onnettomuuteen johtanut korjausurakka ei ollut edennyt rakennusvalvontaviranomaisen myöntämän rakennusluvan ehtojen mukaisesti. Tämä oli luonut edellytyksiä puutteelliselle rakentamiselle.

Rakennusvalvontaviranomaisella on viranomaisena vastuu puuttua puutteelliseen rakentamiseen. Erityisesti rakennusluvalla on iso turvaava merkitys rakennusten turvallisuuden varmentamisessa. Rakennusvalvontaviranomaisen valvontavastuu jatkuu myös rakennusluvan myöntämisen jälkeen.

Rakennusvalvontaviranomaisella on laissa määriteltyjä keinoja puuttua rakennusluvan ehtoista poikkeamiseen.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

Ympäristöministeriö kannustaa rakennusvalvontaviranomaisia puuttumaan rakennusprojekteihin, mikäli niille asetetut rakennusluvan ehdot eivät toteudu. [2025-S19]

Tutkittava tapaus osoittaa, että rakennusluvan ehtoihin ei suhtauduttu määräyksinä, kun esimerkiksi aloitusilmoitusta ei tehty oikea-aikaisesti. Rakennusluvan valvonnassa oli aukkoja. Tavoitteena tulisi olla varmistaa yhdenvertainen valvonta koko maassa.

LÄHDELUETTELO

Kirjalliset lähteet

Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

Koivisto, K. ym. (2008) *Konetekniikan materiaalioppi*. Helsinki: Edita.

Tutkinta-aineisto

- 1) Paikkatutkinnan valokuvat, mitat ja muu aineisto
- 2) Näytteet onnettomuuspaikalta
- 3) Sää tiedot
- 4) Urakoiden tiedot isännöitsijätoimistolta ja taloyhtiöltä
- 5) Taloyhtiön verkkosivut
- 6) Paksurappaus-eristejärjestelmän tekniset tiedot
- 7) Paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajan asennusohjeet
- 8) Taloyhtiön konsultin selvitys onnettomuudesta
- 9) VTT:n vetokoe seinäankkurille ja heilurihakamekanismille
- 10) Suomen Betoniyhdistys ry, by 46 Rappauskirja 2005
- 11) Julkisivuyhdistyksen tiedot paksueristerappauksen yleisyydestä.

YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausunnolla ympäristöministeriössä, Helsingin kaupungin rakennusvalvonnassa, Rakennustuoteteollisuus RTT ry:llä, Kiinteistöliitossa, Isännöintiliitossa, julkisivuremontin suunnitelleilla, tehneillä ja korjausurakkaan osallistuneilla yrityksillä ja edustajilla, paksurappaus-eristejärjestelmän toimittajalla, taloyhtiöllä, isännöitsijällä ja onnettomuuteen osallisilla. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Ympäristöministeriön lausunnossa todetaan, että tutkintaselostusluonnoksessa on kuvattu seikkaperäisesti tapahtumien kulku, paksueristerappauksen tekninen toteutus, rakentamisen lainsäädännön vaatimukset, lupaprosessi ja vastuullisten tahojen tehtävät ja velvoitteet.

Ympäristöministeriö korostaa rakentamishankkeeseen ryhtyvän ja hänen hankkimiensa asiantuntijoiden vastuuta ja velvoitteita. Yksityiskohtainen rakennustyön tarkastaminen sekä säädöstenmukaisuuden ja suunnitelmanmukaisuuden varmistaminen on rakentamishankkeeseen ryhtyvän ja hänen hankkimiensa asiantuntijoiden vastuulla. Rakentamishanke päättyy loppukatselmukseen, jossa rakentamishankkeeseen ryhtyvän on osoitettava rakennusvalvontaviranomaiselle rakennustyön toteutus ja loppuunsaattaminen rakentamisluvan sekä rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaiseksi. Rakennusvalvontaviranomainen ei vastaa rakentamisen laadusta.

Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä huolehtia osaltaan siitä, että rakentamisessa noudatetaan, mitä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään. Rakennusvalvonta perustuu niin sanotun suhteutetun valvonnan periaatteeseen. Hankkeen ollessa tavanomainen tai teknisten ominaisuuksien ja toteutusratkaisujen ollessa vakiintuneita, voi viranomaisvalvonta olla vähäisempää. Ympäristöministeriö muistuttaa, ettei viranomaisvalvonnan ole tarkoitettu olevan kaiken kattavaa, vaan se on pistokokeenomaista ja sitä kohdistetaan rakentamishankkeen vaativuusarvioinnin perusteella. Viranomaisen on kuitenkin puututtava havaitsemiinsa laiminlyönteihin.

Turvallisuussuositusten osalta ympäristöministeriö toteaa tutkintaselostusluonnoksessa korostuvan rakentamishankkeeseen ryhtyvän ja sen hankkimien vastuuhenkilöiden eli tosiallisten toimintavelvollisten toiminta. Nämä tahot ovat vastuussa rakentamisen vaatimustenmukaisuuden varmistamisesta, ja siksi turvallisuussuositukset on hyvä kohdistaa juuri niihin toimijoihin ja seikkoihin. Tämän vuoksi kohdan 5.4 suositukset tulisi ympäristöministeriön mukaan kohdistaa tapahtumassa tosiallisesti vastuussa oleviin ja ohjaamisen kannalta keskeisiin toimijoihin.

Kohdan 5.4 suositusta ympäristöministeriö ehdottaa kohdennettavaksi kiinteistöalan toimijoille, jotta ne pystyisivät lisäämään taloyhtiöiden ymmärrystä rakentamishankkeeseen ryhtyvälle säädetyistä tehtävistä ja vastuista.

Ympäristöministeriö toteaa, ettei sillä ole toimivaltaa rakennusvalvontaviranomaisiin siten, että se voisi muutoin kuin yleisen ohjauksen kautta pitää esillä toimijoiden tehtäviä, vastuuta ja velvoitteita sekä viranomaisvalvonnan periaatteita.

Helsingin kaupungin rakennusvalvonta korostaa lausunnossaan maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) olevaa rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuutta huolehtia siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti, ja että sillä on hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen. Lausunnossa nostetaan esiin suunnittelijoiden, työnjohtajien ja vastaavan työnjohtajan vastuuta, asiantuntemusta ja ammattitaitoa.

Rakennusvalvontaviranomaisen omasta roolista lausunnossa todetaan, että viranomaisen tehtävänä on osaltaan huolehtia siitä, että hankkeessa noudatetaan mitä MRL:ssa tai sen nojalla säädetään tai määrätään. Aloituskokouksessa viranomaisen olisi voinut määrätä asiantuntijatarkastuksen jo tehdylle työlle, mutta tässä kohteessa sitä ei ollut nähty tarpeelliseksi. Muuten viranomaisvalvonta on pistokoeluontoista.

Taloyhtiö esittää lausuntonaan selostukseen muutamia korjauksia ja tarkennuksia tapahtumien kulkuun ja taloyhtiön urakoihin sekä rakennuksiin liittyen.

Suomen Kiinteistöliitto ry (jatkossa Kiinteistöliitto) esittää lausunnossaan yleistä asunto-osakeyhtiöistä rakennuttajina ja kiinnittää sen jälkeen huomiota eristerappausten korjauksiin liittyviin erityiskysymyksiin. Lausunnossa todetaan, että taloyhtiön toimialaan liittyvät tehtävät edellyttävät usein erityisasiantuntemusta, jota yhtiön johdolla ei ole. Tällöin on tärkeätä, että yhtiö hankkii tarvitsemaansa osaamista ulkopuolisilta palveluntuottajilta. Kiinteistöliitto korostaa, että korjaushankkeissa erityisasiantuntemusta tarvitaan jo hankkeen valmisteluvaiheessa

Eristerappausten korjauksiin liittyvistä erityiskysymyksistä ja teknisistä näkökulmista Kiinteistöliitto nostaa esiin muun muassa korjaussuunnittelun lähtötietojen tärkeyden. Eristerappausten korjaussuunnittelun lähtötietoina tulee sen mukaan olla aina aiemmin kunnostettujen rakenteiden huolellinen kuntotutkimus, aiempaa korjausta edeltänyt kuntotutkimusraportti sekä aiemman korjaustyön aikainen dokumentaatio. Eristerappauksen kuntotutkimuksesta on laadittu Julkisivuyhdistys – JSY ry:n toimesta ohje vuonna 2019.

Kiinteistöliitto pitää mahdollisena turvallisuussuositusta 5.1, koska se voi oman toimintansa puitteissa neuvoa ja ohjeistaa taloyhtiöitä huolellisessa toiminnassa mm. neuvontapalvelujen, koulutusten ohjeistusten ja mediayhteistyön yhteydessä. Lisäksi lausunnossa nostetaan esiin, että suosituksen tulisi kattaa valvojien lisäksi kaikki taloyhtiön korjaushankkeissa käyttämät asiantuntijat. Huomionarvoisena asian Kiinteistöliitto pitää sitä, että rakentamislaki (voimaan 1.1.2025) ei säädi valvojien kelpoisuusvaateista, mikä on omiaan hankaloittamaan vaatimukset täyttävien valvojien löytämistä taloyhtiöiden korjaushankkeisiin.

Rakennusteollisuus RT ry ja sen osana toimiva Rakennustuoteteollisuus RTT ry (jatkossa RT ry ja RTT ry) ovat yhteisessä lausunnossaan kommentoineet tutkintaselostusluonnosta, sen viittä johtopäätöstä ja neljää suositusta esittäen kommentilleen perustelut ja mahdolliset muutosehdotukset. Lisäksi lausunnossa on esitetty korjauksia käytettyihin termeihin.

Tutkintaselostusluonnoksen johtopäätöksen 1 toteavat RT ry ja RTT ry olevan itsessään oikea ja ennen kaikkea ohjausvaikutukseltaan oikeansuuntainen. Järjestelmän asentamisessa ja työohjeiden seuraamisessa ei ole kuitenkaan työvaiheita, jotka vaativat erityistä osaamista työn suorittajilta, mikäli työohjeisiin perehdytään ja niitä noudatetaan, ja ettei paksurappaus-eristejärjestelmä ole ollut altis asennusvirheille.

Edelleen johtopäätöksen 1 perustelutekstin osalta lausunnonantajat viittaavat syyskuussa 2002 julkaistuun ”RT 18-10780 Asuntoyhtiön korjaushankkeen kulku”-RT-korttiin (korvattu samansisältöisellä RT kortilla 8/2010), jonka kohdassa 7.1 kuvataan rakennusluvan mukaista valvontaa ja erityisesti aloituskokousta.

Tutkintaselostusluonnoksen johtopäätöksen 2 lausunnonantajat toteavat olevan oikea, joskin rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on muutoinkin hankkia riittävä asiantuntijaosaaminen käyttöönsä ja rakennusvalvontaviranomaisen lakisääteinen tehtävä on arvioida, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä on riittävä asiantuntijaosaaminen käytössään ja laadunvarmistus toteutetaan hankkeen vaativuus- ja seuraamustasoon nähden riittävällä tavalla.

Tutkintaselostusluonnoksen johtopäätöksen 3 lausunnonantajat toteavat olevan oikeansuuntainen, mutta epätarkka siinä käytetyn ilmaisun takia. Kyseinen kohta tulee korjata niin, että siitä ilmenee tarkoitettun yhteydenpito-ongelman laatu. Lausunnonantajat toteavat lisäksi, että rakennushankkeen laadunvalvonta perustuu lähtökohtaisesti rakennushankkeeseen ryhtyvän omavalvontaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuutena on myös varmistaa aloitusilmoituksen ja aloituskokouksen pitäminen.

Tutkintaselostusluonnoksen johtopäätöksestä 5 lausunnonantajat toteavat ensiksikin, että jatkuvan sortumisen vaara on kyllä tunnistettu, sillä sekä tuotejärjestelmän toimittajan että rakennesuunnittelijan tulee ottaa järjestelmän suunnittelun yhteydessä jatkuva sortuma huomioon järjestelmän laajuuden suunnittelussa ja kiinnityksen mitoituksessa. Toiseksi lausunnonantajat tuovat esiin, että tutkintaselostusluonnoksen perusteella on ilmeistä, ettei kyseisen romahtamisen seurauksena kohteessa ole tapahtunut jatkuvaa sortumaa vaan sortuma on rajautunut suunniteltuun eristerappausalueeseen.

Turvallisuussuosituksen 5.1 osalta lausunnonantajan nostavat esiin valvojan perehtymisvelvoitteen korostamisen. Suositusta 5.2. pidetään hyvänä ja aiheellisena. Turvallisuussuosituksen 5.3, RT ry ja RTT ry kehottavat korostamaan ”*rakenteellisen kantavuuden kriittisyyden*” sijaan paksueristerappausten ”detaljisuunnittelun ja suunnitelmien mukaisuuden kriittisyyttä” ja viestimistä niistä riskeistä, joita JUKO-ohjeen mukaisesta tärinää aiheuttavan työmenetelmän käytöstä aiheutuu.

Turvallisuussuositukseen 5.4, RT ry ja RTT ry kehottavat lisäämään julkisivujen korjaushankkeiden luvanvaraisuuden varmistamisen, sillä ilman luvanvaraisuutta rakennushankkeen laadunvarmistusmenettelyt ja hankkeen henkilöstön asiantuntijuuden arviointi on yksinomaan taloyhtiöiden vastuulla.

RT ry:n ja RTT ry:n lausunnon mukaan tuotevalmistajan ja rakennesuunnittelijan ohjeiden noudattamisen merkitystä tulee korostaa. Myös rakennesuunnittelun merkitystä eristerappauskohteiden toteutuksen detaljisuunnittelussa ja laadunvalvonnassa toivotaan korostettavan.

RT ry ja RTT ry painottavat, että julkisivuissa havaittaviin puutteisiin tulee kiinnittää erityistä huomiota ja havaittuihin puutteisiin tai virheisiin tulee puuttua välittömästi.

Lopuksi RT ry ja RTT ry toteavat yleisesti, että rappausverkon sijainnilla, joka oli osin rappauksen takapinnassa, ei tulisi olla merkittävää vaikutusta rappauksen kiinnitysvarmuuteen. Verkko kiinnittyy heilurikiinnikkeillä seinään ja rappaus kiinnittyy verkkoon. Verkon sijainnilla on lausunnon mukaan vaikutusta rappauksen kiinnitysvarmuuteen vain siinä tapauksessa, että rappaus irtoaa verkosta. Rappauslaasti ei suojaa kuumasinkittyä verkkoa korroosiolta eli senkään suhteen ei ole juuri merkitystä sillä, onko verkko rappauksen sisällä vai ei. Sen sijaan verkon ruostumisella on lausunnon mukaan merkittävä vaikutus kiinnitysvarmuuteen. Rappausverkon lanka on ohutta (halkaisija 1 mm), joten melko vähäisenkin syöpyminen johtaa varsin nopeasti verkon merkittävään heikkenemiseen. Rappausjärjestelmässä käytetty kalkkisementtirappaus imee tehokkaasti sadevettä (ellei sitä ole käsitelty vettä hylkiväksi), joten sinkityksensä menettänyt verkko on pitkiä aikoja alttiina korroosiolle. Siksi eristerappaus, jossa on teräksen korroosiovaiheeseen edennyt rappausverkko, ei ole sateelle alttiilla seinillä pitkäikäinen. Lausunnon mukaan puhutaan noin 10 vuotta olevasta käyttöiästä, joskin paikalliset olosuhteet eli käytännössä viistosateen määrä vaikuttaa tähän merkittävästi.