



Purkukuntoisten teräsbetoniparvekkeiden saneeraus kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla

Alexi Valkeamäki

OPINNÄYTETYÖ
Elokuu 2023

Rakennustekniikan ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakentamisen ylempi tutkinto-ohjelma

VALKEAMÄKI, ALEKSI

Purkukuntoisten teräsbetoniparvekkeiden saneeraus kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla

Opinnäytetyö 85 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Syyskuu 2023

Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Insinööritoimisto Kompassi Oy. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin purkukuntoisten teräsbetoniparvekkeiden saneeraamista kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla. Opinnäytetyössä selvitettiin parvekkeiden uusimisen tarvetta ja uusimiseen vaikuttavia tekijöitä Suomessa sekä käytiin läpi saneeraushankkeiden kulku yleisesti parvekesaneerauksissa. Tietoa kerättiin kirjallisuustutkimuksen sekä valmisparvekkeita valmistavien ja asentavien yritysten haastattelujen avulla.

Tutkimustulosten perusteella havaittiin parvekkeiden uusimistarpeen kasvavan tulevaisuudessa ikääntyvän parvekekannan sekä kasvavan korjausvelan vuoksi. Opinnäytetyössä havaittiin, että valmisparvekkeita hyödynnetään vielä vähän saneeraushankkeissa, vaikka niitä on ollut saatavilla jo pitkään. Saatavilla oleva tieto valmisparvekkeiden hyödyntämisestä saneerauksissa on vähäistä ja tämän vuoksi useassa hankkeessa kyseinen vaihtoehto jää huomioimatta kokonaan. Suositeltavaksi menetelmäksi työn perusteella todettiin selvittää valmisparvekkeiden käytön mahdollisuuden jo hankevaiheen alussa.

Kevytrakenteiset valmisparvekkeet soveltuvat hyvin saneeraushankkeisiin ja paikoin niillä voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä kokonaiskustannuksissa sekä huomattavasti nopeampi saneerauksen toteutus. Kustannukset ja toteutettavuus määräytyvät kuitenkin kohdekohtaisesti ja yleisesti ei voida todeta valmisparvekkeiden olevan edullisempi menetelmä. Kevytrakenteisten valmisparvekkeet aiheuttavat pienemmät rasitukset rakennuksen rungosta kannattaessa, jolloin niiden käytössä on hyötyjä erityisesti hankkeissa, jossa halutaan kasvattaa parvekkeiden kokoa. Haasteita valmisparvekkeiden käytössä havaittiin erityisesti niiden yhteensovittamisessa olemassa olevaan rakennukseen, vanhojen rakennusten huonon mittatarkkuuden sekä puutteellisten lähtötietojen takia. Erityisesti kannatinrakenteiden kiinnityskohtien betonin laatu vaikuttaa merkittävästi toteutettavan kannatustavan ja menetelmän laskemiseen, mutta sen laadun selvittäminen ennen rakenteiden purkamista on usein haastavaa. Purkuvaiheessa paljastuvat huonokuntoiset rakenteet aiheuttavat merkittäviä lisäkustannuksia ja saattaa estää parvekkeiden toteutuksen suunnitellulla menetelmällä.

Asiasanat: valmisparveke, kevytparveke, moduuliparveke, parvekesaneeraus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Construction Engineering

AUTHOR 1 & AUTHOR 2:
Reinforced concrete balconies rebuilt with lightweight balcony systems

Bachelor's thesis 85 pages, appendices 0 pages
September 2023

This thesis was commissioned by Insinööritoimisto Kompassi Oy. This study explores rebuilding reinforced concrete balconies using lightweight balcony systems. This thesis studies the need for balcony renovations and the aspects affecting the renovations in Finland. Additionally, the common structure of renovation projects was examined. The data was collected through a literature review and by interviewing companies manufacturing and installing lightweight balcony systems.

Based on the findings, the need for balcony renovations is growing in the future due to aging balcony stock and a growing maintenance backlog. The study concludes, that lightweight balcony systems are still used rarely in renovation projects, even they have been available for a long time. The amount of available information on utilizing lightweight balcony systems is low, which means that in many projects the option is left completely without consideration. The recommended method based on the findings is to examine the possibility to use lightweight balcony systems in early stages of the project.

Lightweight balcony systems are well suited for renovation projects according to the study. In applicable situations, considerable savings both in time and costs can be reached. The costs and viability of the method are determined based on an individual project setting, and therefore it cannot be explicitly stated that lightweight balcony systems would be the more cost effective renovation method. Lightweight balcony systems put less strain on the buildings frame structures, so the benefits of the method are considerable in projects where the aim is to increase the size of the balconies. Challenges in the use of lightweight balcony systems were found to be present with fitting them to a pre-existing building, poor accuracy of old building's measurements and insufficient information at the start of the project. Especially the quality of concrete in the support structures attachment points has a significant effect in the calculations of the implemented support structure and method, but the examination of the concrete is challenging before demolition of the structures. Structures in poor condition detected during the demolition phase cause significant additional costs and can prevent the implementation of the chosen balcony renovation method.

Key words: balcony renovation, balcony systems, lightweight balcony systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Tutkimuksen tausta	7
1.2	Työn tavoitteet.....	7
1.3	Työn rajaus	8
2	PARVEKERAKENTAMINEN SUOMESSA	9
2.1	Yleisimmät parveketyypit ja tuentatavat	9
2.1.1	Itsekantavat parvekkeet.....	10
2.1.2	Ulokeparvekkeet.....	11
2.1.3	Ripustetut parvekkeet.....	12
2.1.4	Yhdistelmät ja muut rakennetyypit.....	13
2.2	Parvekerakentamisen historia ja kehitys yleisesti	14
2.2.1	Parvekerakentaminen 1880–1930-luvuilla.....	14
2.2.2	Parvekerakentaminen 1940–1950-luvuilla.....	16
2.2.3	Parvekerakentaminen 1960–1970-luvuilla.....	19
2.2.4	Parvekerakentaminen 1980–1990-luvuilla.....	21
2.2.5	Ratakiskojen käyttö ja niiden profiilit.....	22
2.3	Nykyinen parvekekanta	24
2.3.1	Nykyisen parvekekannan saneeraustarve	25
2.4	Yleisimmät betonirakenteisten parvekkeiden uusimiseen vaikuttavat tekijät ja vaurioitumismekanismit.....	28
2.4.1	Betonin pakkasvauriot	29
2.4.2	Alkali-kiviainesreaktio	30
2.4.3	Ettringiittireaktio	31
2.4.4	Raudoitteiden korroosiovauriot.....	31
2.4.5	Asumisviihtyvyyden parantaminen	33
2.5	Parvekerakentamista ja suunnittelua ohjeistavat lait ja määräykset 34	
2.5.1	Kuormitukset	34
2.5.2	Asuinhuoneistojen kuormitusten historia	35
2.5.3	Paloturvallisuus	37
2.5.4	Parvekkeiden käyttöturvallisuus	43
3	SANEERAUSHANKE JA SEN LÄHTÖKOHDAT	45
3.1	Korjaushankkeen kulku yleisesti	45
3.2	Suunnitelmallinen kunnossapito.....	46
3.2.1	Julkisivujen ja parvekkeiden kuntoarvio.....	47
3.2.1	Julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus	47

3.3	Hankesuunnittelu	48
3.3.1	Hankesuunnittelun organisointi	49
3.3.2	Hankesuunnittelutyö	50
3.3.3	Korjausperiaatteen valinta	51
3.4	Korjaussuunnittelu.....	53
3.4.1	Rakennussuunnittelijan tehtävät.....	54
3.4.2	Rakennesuunnittelijan tehtävät	55
4	PARVEKERAKENTEEN UUSIVA SANEERAUS	58
4.1	Yleisimmin käytetyt uusivat saneerausmenetelmät Suomessa	58
4.1.1	Itsekantavat elementtiparvekkeet	58
4.1.2	Paikallavaletut ja ulokeparvekkeet.....	58
4.2	Saneerauskohteen parvekkeiden uusiminen valmisparvekkeilla .	59
4.2.1	Metallirunkoiset parvekkeet	60
4.2.2	Ultrakorkealujuusbetoniset parvekkeet.....	63
4.2.3	Puuparvekkeet.....	64
4.2.4	Kustannukset.....	65
4.3	Valmisparvekkeiden rakennesuunnittelu	66
4.3.1	Lähtötietojen hankinta	67
4.3.2	Purkusuunnittelu.....	67
4.3.3	Uusien itsekantavien parvekkeiden kannatus.....	69
4.3.4	Uusien ulokeparvekkeiden kannatus olemassa olevista rakenteista	69
4.3.5	Säilytettävien I-palkkien ja rataakiskojen rakennemitoitus Eurokoodien avulla	70
4.3.6	Ulokeparvekkeiden kannatus uusilla rakenteilla	72
5	Pohdinta.....	76
5.1	Valmisparvekkeiden edut	78
5.2	Valmisparvekkeiden haasteet	79
	LÄHTEET.....	81

LYHENTEET JA TERMIT

BY	Suomen betoniyhdistys
KH	Rakennustiedon julkaisema KH-kortisto
RakMK	Suomen rakennusmääräyskokoelma
RIL	Rakennusinsinööriliitto
RT	Rakennustieto
r.y	rekisteröity yhdistys
YM	Ympäristöministeriö
YMA	Ympäristöministeriön asetus
SFS-EN	Eurokoodien standardi
f_y	Teräksen myötölujuus
I	Poikkileikkauksen hitausmomentti
I_y	Jäyhyysmomentti y-akselin ympäri
M_{Ed}	Taivutusmomentin mitoitusarvo
$M_{c,Rd}$	Taivutuskestävyys
S	Poikkileikkauksen staattinen momentti
t	Tarkasteltavan kohdan paksuus
V_{Ed}	Leikkausvoiman mitoitusarvo
W_y	Taivutusvastus y-akselin ympäri
γ_{M0}	Teräksen materiaalin osavarmuusluku
τ_{Ed}	Poikkileikkauksen leikkausjännitys

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin purkukuntoisten teräsbetoniparvekkeiden saneeraamista kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla. Tässä opinnäytetyössä kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla tarkoitetaan moduuli- ja järjestelmäparvekkeita, jotka valmistetaan tehdasvalmisteisena mahdollisimman pitkälle ja toimitetaan saneeraustyömaalle asennettavaksi. Parvekkeiden uusivien saneerausten tarve on kasvamassa tulevaisuudessa. Suomen asuinkerrostaloista merkittävä määrä asuntokannasta on rakennettu vuosien 1940–1989 välissä, joissa alkuperäiset parvekkeet ovat saavuttaneet tai saavuttamassa keskimääräisen teknisen käyttöiän, joka teräsbetoniparvekkeilla on 40–60 vuotta. Historiassa on myös parvekkeissa ollut merkittäviä puutteita pitkäaikaiskestävyydessä, kuten pakkasenkestävyydessä, joka osaltaan lisää uusimistarvetta.

Tätä opinnäytetyötä tehdessä valmisparvekkeiden käyttö ja niistä löytyvä tieto on Suomessa korjausrakentamisessa huomattavasti vähäisempää kuin uudisrakentamisessa. Lähtökohtana opinnäytetyössä oli lisätä tietämystä valmisparvekkeiden hyödyntämisestä ja niiden käytön aiheuttamista vaatimuksista korjausrakentamisessa. Opinnäytetyössä toteutettiin kirjallinen katsaus käsiteltävistä asioista ja parvekkeita koskevista säädöksistä sekä laeista. Kirjallisen katsauksen lisäksi toteutettiin haastatteluita valmisparvekkeita valmistavilta ja asentavilta yrityksiltä sekä parvekkeiden liitososia valmistavalta yritykseltä.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön päätavoitteena on tutkia valmisparvekkeiden soveltuvuutta ja saavutettavia hyötyjä korjausrakentamisessa sekä selvittää miksi niiden käyttö on yleistynyt hitaasti korjausrakentamisessa, vaikka ratkaisuja on ollut saatavilla jo kymmeniä vuosia. Lisäksi opinnäytetyössä tutkitaan parvekkeiden uusimisen tar-

vetta ja uusimiseen vaikuttavia tekijöitä Suomessa. Tavoitteena on lisätä taloyhtiöiden sekä rakennusalan ammattilaisten tietoisuutta parvekkeiden uusivista saneerausmenetelmistä.

1.3 Työn rajaus

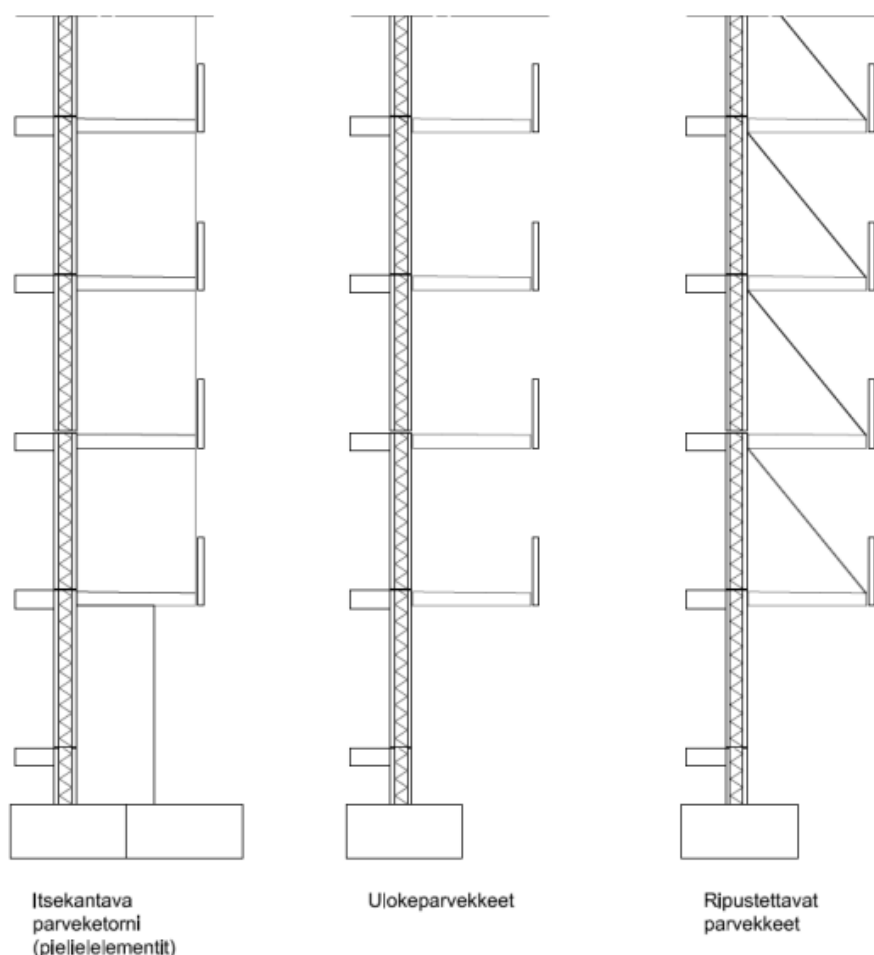
Tämä opinnäytetyö toteutetaan Insinööritoimisto Kompassi Oy:lle. Opinnäytetyö rajataan koskemaan korjausrakentamista ja erityisesti teräsbetonista valmistettujen purkukuntoisten parvekkeiden uusimista nykyisillä olemassa olevilla menetelmillä. Tutkimuksen avulla saadaan lisätietämystä parvekkeiden uusivista saneerausmenetelmistä toimeksiantajan suunnittelijoiden käyttöön. Käytettävät säädökset ja lait rajataan maantieteellisesti koskemaan Suomessa toteutettavia saneerauksia. Työn ulkopuolelle rajataan laaja kustannusvertailu menetelmien välillä, sillä kustannukset vaihtelevat merkittävästi kohdekohtaisesti. Valmisparvekkeiden kustannukset määräytyvät pääosin niitä valmistavien yritysten menekkien ja patentoitujen menetelmien mukaan, joita ulkopuolisen henkilön on mahdotonta arvioida. Työssä ei tutkita teräsbetonielementeistä valmistettuja valmisparvekkeita, sillä niistä on saatavilla tietoa merkittävästi muita menetelmiä enemmän ja saneeraukset vastaavat betonielementeillä toteutettavia uudishankkeita.

2 PARVEKERAKENTAMINEN SUOMESSA

2.1 Yleisimmät parveketyypit ja tuentatavat

Parvekejärjestelmät voidaan luokitella esimerkiksi niiden sijoittelun tai rakennemallin mukaisesti (Betoniteollisuus Ry 2010, 3). Kuvassa 1 on esitetty tyypillisiä parvekkeiden rakennemalleja. Yleisin käytetty materiaali parvekerakenteissa on teräsbetoni ja lisäksi parvekkeita voidaan valmistaa kokonaan teräsrakenteisina, puurakenteisina tai kyseisten rakennusaineiden yhdistelminä (RT 86-10618 Parvekerakenteet korjausrakentaminen 1996, 2). Sijoittelutavan mukaan parvekkeet voidaan luokitella rungon ulkopuolisiin ja sisäänvedettyihin parvekkeisiin. Rakennemallin perusteella parvekkeet voidaan luokitella karkeasti seuraavasti:

- itsekantavat parvekkeet
- ulokeparvekkeet
- ripustettavat parvekkeet
- itsekantavan ja osittain rungosta tuetun parvekkeen yhdistelmät.
(Betoniteollisuus Ry 2010, 3).



KUVA 1. Parvekkeiden tyypillisiä rakennemalleja (Betoniteollisuus Ry 2010, 3).

2.1.1 Itsekantavat parvekkeet

Itsekantavia parvekkeita ovat omille perustuksille tuetut parvekkeet, kuten erillisillä pieliseinillä tai pilareilla tuetut parvekkeet. Parvekkeet muodostavat omilla perustuksilla seisovan tornin, joka on jäykistetty runkoon sitomalla (RT 86-10618 Parvekerakenteet korjausrakentaminen 1996, 2). Itsekantavat parveketornit on yleensä ollut yksinkertaisin ja edullisin menetelmä toteuttaa parvekkeet uuteen rakennukseen, jos parvekkeiden alapuolella on ollut tilaa niiden perustuksille. Itsekantavia parvekkeita pystytään käyttämään kaikilla rakennuksen runkojärjestelmillä ja ulkoseinätyypeillä. (Betoniteollisuus Ry 2010, 5). Itsekantavilla rakenteilla toteutetuissa parvekkeissa saadaan minimoitua ulkoseinärakenteen läpäisevien kylmäsiltojen määrä verrattaessa ulokeparvekkeisiin ja rakenneteknisesti liitosten toteutus on helpompaa. Itsekantavat parvekkeet on valmistettu tyypillisesti betonielementeistä ja niiden käyttö yleistyi 1960-luvun lopussa. Kantavien

pieliseinien varaan on toteutettu myös paikallavaluparvekkeita, mutta se on ollut selvästi elementtitoteutusta harvinaisempaa. (Haukijärvi 2005, 9).

Elementtirakenteiset parveketornit sidotaan kerroksittain parvekelaatan kohdilta runkoon ulkoseinän läpi menevillä kiinnitysosilla. Runkoon sitomisella varmistetaan rakenteen stabiilitteetti. (Betoniteollisuus Ry 2010, 16). Kiinnitykset on toteutettu tyypillisesti rakennusrunkoon, joko kantaviin väliseiniin, välipohjaan tai betonielementtiseinien sisäkuoreen (Haukijärvi 2005, 6). Kiinnitysosia on malliltaan ja muotoilultaan hyvin paljon erilaisia, kuten betoniteräksestä valmistettuja sidontalengkkejä, teräksestä valmistettuja hitsattavia kiinnikkeitä ja saranoita. Kiinnitysosat ovat voineet olla kyseiseen tarkoitukseen valmistettuja vakioteräsosia tai tapauskohtaisesti mitoitettuja ja muotoiltuja teräsosia (Betoniteollisuus Ry 2010, 16). 1960-luvulta alkaen kiinnitysosat on valmistettu tyypillisesti teräksestä tai ruostumattomasta teräksestä. Nykyisin valmistettavat kiinnitysosat tehdään ruostumattomasta teräksestä sen tavallista terästä pienemmän lämmönjohtavuuden vuoksi, sillä kiinnitysosat menevät ulkoseinän lämmöneristeen lävitse aiheuttaen rakenteeseen kylmäsillan. Nykyisin parvekkeiden vaakasuuntaiset lattateräskiinnitykset eivät ole suositeltuja niiden aiheuttamien pakkovoimien takia. (Betoniteollisuus Ry 2010, 17).

2.1.2 Ulokeparvekkeet

Ulokeparvekkeet ovat parvekkeita, jotka on tuettu yleensä välipohjaan tai seinärakenteisiin ja rakenne toimii ulokkeena ilman muita tukia. Sisäänvedetty ja julkisivun mittainen nauhaparveke voi myös olla ulokeparveke (RT 86-10618 Parvekerakenteet korjausrakentaminen 1996, 2). Ulokeparvekkeilla voidaan toteuttaa parvekerakenteita itsekantavia parvekkeita monimuotoisemmin ja niitä pystytään sijoittamaan julkisivussa vapaammin, sillä niissä ei tarvita tukevia pystyrakenteita. Ulokeparvekkeissa myös yksittäiset parvekkeet julkisivussa ovat mahdollisia. Ulokeparvekkeiden syvyys rajoittuu rakenneteknisten tekijöiden vuoksi, sillä ne on suunniteltava ja mitoitettava ulokkeena, jolloin syvyyttä rajoittaa parvekkeen taipuma ja värähtely. (Betoniteollisuus Ry 2010, 17-18). Parvekkeet olivat pääosin ulokeparvekkeita 1960-luvulle asti ja niiden tuentajärjestelmät olivat aluksi pääosin ratakiskoja ja teräksisiä I-profiileja.

Teräsbetonin käytön yleistyessä teräspalkkien ohella alettiin käyttämään välipohjiin tuettuja teräsbetonisia ulokelaattoja sekä ulkoseinän ulkopinnassa olevan parvekkeen kannatuspalkin varaan tuettuja rakenteita. Teräsbetonisissa ulokelaatoissa betoniteräksiset sijaitsevat laatan yläreunassa ja kuormat välittyvät terästen vetorasituksen kautta rakennuksen rungolle. Ulokeparvekkeiden kannatusteräksiset on toteutettu vanhemmassa rakennuskannassa usein ruostuvasta teräslaadusta ja korjauksen yhteydessä varsinkin harjateräksillä toteutetuissa kannatuksissa on suositeltavaa harkita kannatustavan muuttamista (Haukijärvi 2005, 17).

Käytetyt ulokeparvekkeiden kannatusmenetelmät vaihtelevat erityisesti rakennusajankohdan, rakennusten välipohjatyypin ja saatavilla olleiden rakennusmateriaalien perusteella. Menetelmiä on käytetty hyvin vaihtelevasti, joten tiettyä kannatustapaa ei voida olettaa pelkästään välipohjan rakennetyypin tai rakennusajankohdan perusteella. Olemassa olevan ulokeparvekkeen tuentajärjestelmän arviointi silmämääräisesti on usein mahdotonta ja tarvitaan alkuperäisiä rakennepiirustuksia, rakenneavauksia tai rakenteen skannausta rakenneilmalaskimien avulla.

2.1.3 Ripustetut parvekkeet

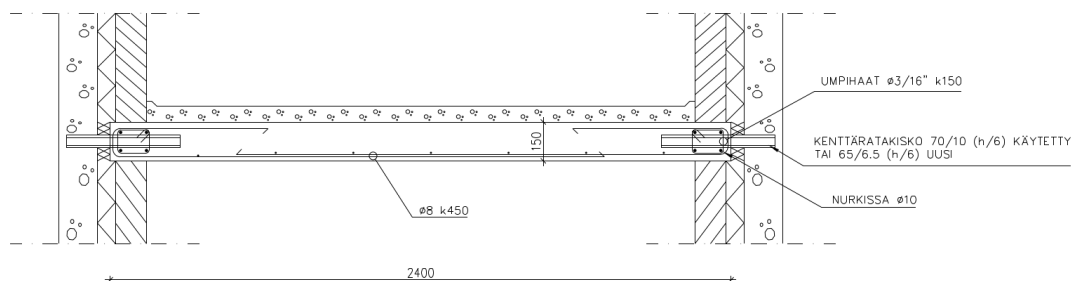
Ripustettavat parvekkeet ovat rungosta ripustettuja parvekkeita ja ripustus on tyyppillisesti toteutettu erillisillä vetotangoilla tai kantavilla pieliseinillä. Ripustettavien parvekkeiden hyödyt vastaavat ulokeparvekkeiden hyötyjä vapaan julkisivussa sijoittelun osalta. Ripustustangoilla ripustetuissa parvekkeissa ripustustangot voivat sijaita parvekkeen sisä- tai ulkopuolella. Vetotangot kiinnitetään parvekelaattoihin asennettuihin kiinnitysosiin ja ankkuroidaan toisesta päästä rakennuksen kantavaan runkoon. Parvekelaatan takareuna on tuettu rakennusrunkoon tai kantavaan ulkokuoreen teräsosien välityksellä. (Betoniteollisuus Ry 2010, 19).

Kantavilla pieliseinillä varustettuja ripustettuja parvekkeita kutsutaan myös konttiparvekkeiksi. Konttiparvekkeiden ripustus on toteutettu tyyppillisesti ripustusterästen avulla, jotka voivat olla tavallista harjaterästä tai puukkokannakkeita. Kont-

tiparvekkeilla on toteutettu parveketorneja, joissa ripustus saattaa olla tehty kaikkien parvekkeiden ripustamisten sijaan vain alimmaisten tai muutamien alimmaisten parvekkeiden kohdalla. Ripustetut konttiparvekkeet on purettava aina kokonaisina, mutta ennen purkamista on varmistettava rakenteen kannatustapa sekä rakenteet on tuettava, niin että purkaminen voidaan toteuttaa turvallisesti. (Haukijärvi 2005, 8).

2.1.4 Yhdistelmät ja muut rakennetyypit

Parvekkeiden kannatusvaihtoehtojen yhdistelmillä saavutetaan usein taloudellisin ratkaisu erityisesti sisäänvedetyissä parvekkeissa. Kannatustapojen yhdistelmiä on esimerkiksi sisäänvedetyissä parveketyypeissä, kun parvekelaatat on tuettu takareunasta ja toiselta sivultaan kantavaan runkoon sekä muilta sivuilta laatta on tuettu pielillä tai pilareilla. (Betoniteollisuus Ry 2010, 16). Sisäänvedetyt parvekerakenteet voivat olla sivukannatteisia tai ulokeparvekkeita. Sivukannatteiset parvekerakenteet on kannatettu tyypillisesti teräsprofiilein rakennuksen rungosta sekä valmistettu paikalla valuna teräsbetonista. (Haukijärvi 2005, 9,16). Sisäänvedetyt parvekkeet on tyypillisesti suunniteltu kohdekohtaisesti ja kannatusmenetelmät vaihtelevat paljon. Kuvissa 2 ja 3 on esitelty esimerkkirakenne vuonna 1967 toteutetusta rakennuksesta, jossa sisäänvedetty parveke on kannateltu rakennusrunkoon menevillä rataakiskon pätkillä, joiden väliin on raudoitettu teräsbetonipalkki.



KUVA 2 Esimerkki rakenneleikkaus sisäänvedetystä parvekkeesta vuodelta 1967 (Valkeamäki, 2023).



KUVA 3 Kuvan 2 rakennepiirustuksen parveke rakennuksessa (Valkeamäki 2020).

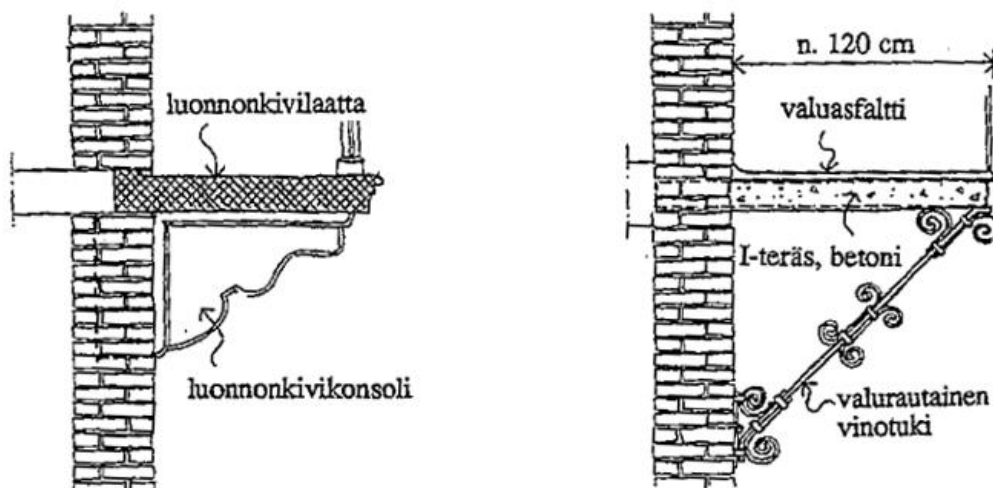
2.2 Parvekerakentamisen historia ja kehitys yleisesti

Yleisesti parvekerakenteiden ja niiden kannatustapojen kehityksessä on havaittavissa 1900-luvun alun teräskannattajilla kannatelluista erillisistä laatoista siirtyminen 1930-luvulla rautabetonisiin ulokelaattoihin sekä siitä siirtymä 1960-luvun lopulla elementtirakentamiseen ja monimuotoisempiin kannatusmenetelmiin.

2.2.1 Parvekerakentaminen 1880–1930-luvuilla

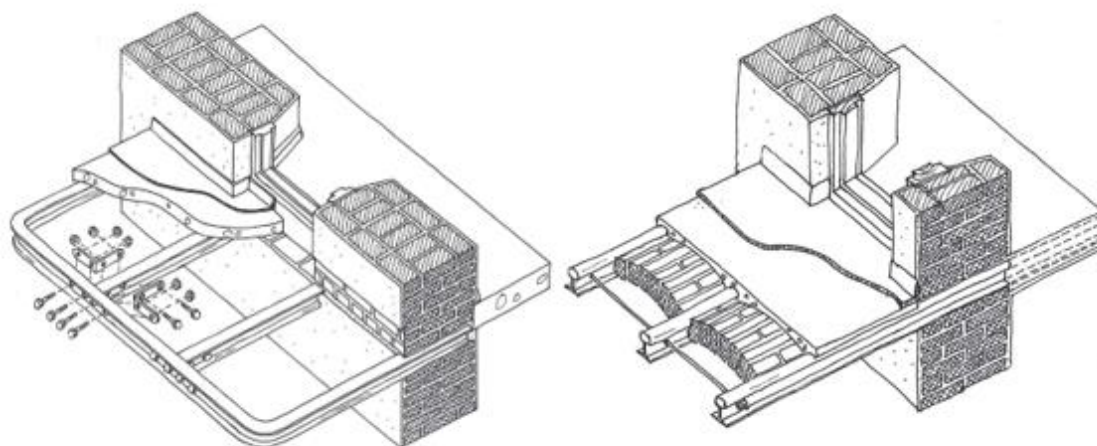
1900-luvun alkuun asti huoneistokohtaiset parvekkeet olivat vielä hyvin harvinaisia ja olemassa olevat parvekkeet olivat lyhyitä. Vanhimmat parvekkeet on valmistettu upottamalla luonnonkivilaattoja muurattuun ulkoseinärakenteeseen, jolloin parvekkeen syvyys jäi maksimissaan 600 mm:iin. Luonnonkivirakenteisten parvekelaattojen syvyyttä lisättiin luonnonkivikonsoleiden avulla. Parvekkeiden

syvyydet kasvoivat merkittävästi 1800- ja 1900 lukujen vaihteessa, kun rakentamisessa yleistyi betonin ja raudan käyttö. Aikakauden parvekkeissa kaiteet, konsolit ja vinotuet olivat koristeellisesti muotoiltuja. Aikakaudelle tyypillisiä parvekerakenteita on esitetty kuvassa 4 (Heikkilä 1996, 47). Yleisesti 1880-luvulla parvekkeita esiintyi vain kerrostalojen pihan puolella tuuletusparvekkeina, mutta ei vielä säännöllisesti jokaisen kerrostason kohdalla (Neuvonen, Mäkiö & Malinen, 2002).



KUVA 4 Tyypillisiä parvekerakenteita 1800- ja 1900 lukujen vaiheessa (Heikkilä, 1996, 48).

1900-luvun alussa tuuletusparvekkeet jokaisen kerrosvälin kohdalla yleistyivät ja parvekkeiden kannatusmenetelmäksi muodostui pääsääntöisesti yhtenäiseksi kehäksi taivutetut ratakiskot tai I-raudat. Teräskannattajat ankkuroitiin ulkoseinärakenteen tiilimuuriin tai jatkettiin ulkoseinän läpi väliseinä- tai välipohjarakenteisiin. Parvekkeiden kannet olivat tyypillisesti rautabetonilevyjä sekä toisinaan puukansia tai kappaholvirakenteita. Kuvassa 5 on esitetty yhtenäisellä ratakiskokehällä tuettu parveke sekä kappaholvirakenne. Rautabetonilaattojen sisään valetut ratakiskot yleistyivät 1900-luvun alun jälkeen, jonka yhteydessä alkoi esiintyä myös rautabetonipalkkeja ja rautabetonilaattoja. (Neuvonen ym. 2002, 75.).



KUVA 5. 1900-luvun parvekerakenteita, vasemmalla taivutetun rataiskkon avulla tuettu betoninen kansilaatta ja oikealla kappaholvirakenne (Neuvonen ym. 2002, 77).

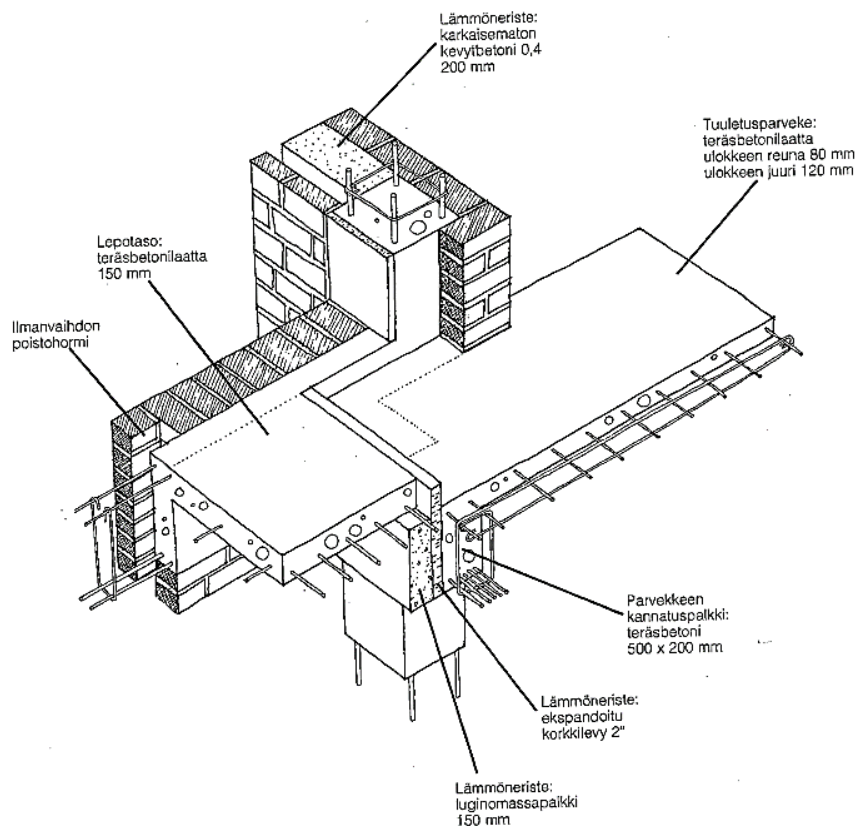
1930-luvulla parvekkeet säännöllistyivät myös huoneistojen kohdilla ja parvekkeet vakiinnuttivat asemansa osana kerrostaloasuntoja vuosikymmenen lopulla. Yleisimmäksi parvekerakenteeksi yleistyi rautabetonisit ulokelaatat, jotka korvasivat alapuoleisilla kannatuspalkeilla ja erillisellä pintalaatalla toteutetut parvekkeet. (Neuvonen ym. 2002, 75). Arkkitehtonisesti 1930-luvulla elettiin funktionalismin aikakautta ja parvekkeiden muotoilu vaihtui koristeellisista konsoleista ja kaiteista ilmeeltään kevyiksi ja julkisivuihin enemmän sovitetuiksi. Kaiteet toteutettiin pääosin teräksestä ja ne olivat usein verhoiltu umpinaisella peltilevytyksellä. Käytetyt peltiset kaidelevyt olivat tyypillisesti pinnaltaan sileitä tai pieni-poimuista levyä. Käytössä oli myös muurattuja umpikaiteita sekä avonaisia teräskaiteita. Aikakaudella parvekkeissa käytettiin paljon pyöreää muotoilua. (Heikkilä 1996).

2.2.2 Parvekerakentaminen 1940–1950-luvuilla

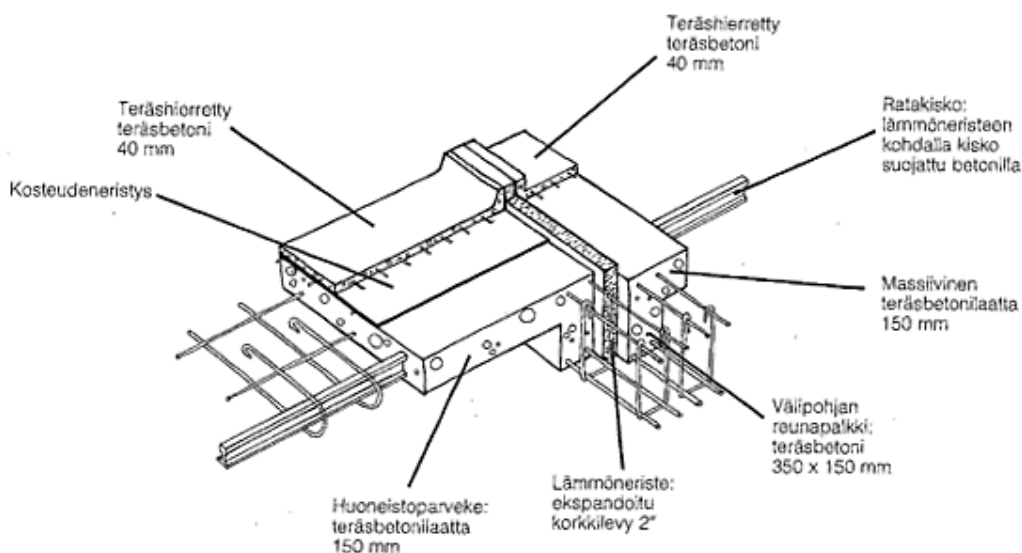
1940-luvulla parvekerakentaminen oli vähäistä Suomessa käytyjen sotien ja niiden aiheuttaman vähäisen rakentamisen vuoksi. 1950-luvulla parvekkeita tehtiin jo lähes jokaiseen rakennettavaan kerrostaloon ja parvekkeiden kokoa kasvatettiin aiempaan rakentamiseen nähden. Ennen 1950-lukua parvekkeet olivat lähes yksinomaan ulokeparvekkeita, mutta 1950-luvulla alettiin rakentamaan ulokeparvekkeiden lisäksi enenevässä määrin ranskalaisia parvekkeita, sisään vedettyjä

parvekkeita ilman ulokekannatusta sekä maahan omilla perustuksilla perustettuja parveketorneja. (Mäkiö, Malinen, Neuvonen, Sinkkilä, Tuunanen & Saarenpää., 2016). Sotien jälkeisen teräspulan vuoksi teräksistä reunapalkeista siirryttiin kokonaan betoniin laattoihin. Arkkitehtisuunnittelua ohjasi käytännön näkökohdat ja parvekkeiden sijoittelussa pyrittiin siihen, että ne eivät varjosta alapuoleisten asuntojen olohuoneita, jonka vuoksi parvekkeiden taustalle muodostui umpiseinää. Kaiteet olivat pääosin terästä ja kaidelevyt olivat pääosin tasaista tai pömpintäistä teräslevyä. (Heikkilä 1996, 77).

Parvekkeet kannateltiin 1940- ja 1950-luvulla usein rataakiskoilla, mutta lisäksi toteutettiin massiivilaattaisia ulokeparvekkeita. Ratakiskot olivat pääsääntöisesti uusiokäytettyjä käytöstä poistetuista kiskoista. Ratakiskojen lisäksi parvekkeissa käytettiin pyöröterästä ja 1950-luvulta alkaen myös harjaterästä. Kuvassa 6 on esimerkkirakenne kannatuspalkkiin vetoteräksillä tuetusta parvekkeesta ja kuvassa 7 on esitetty esimerkkirakenne rataakiskoilla kannatellusta parvekkeesta. (Mäkiö, Malinen, Neuvonen, Sinkkilä, Tuunanen & Saarenpää 2016, 68).

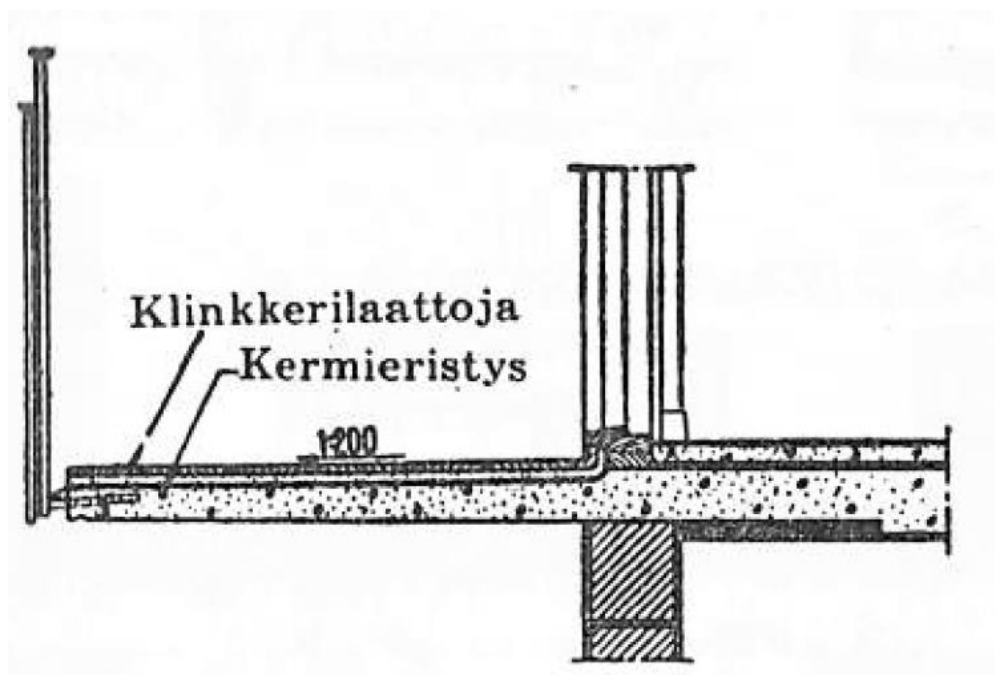


KUVA 6. Esimerkkirakenne yläpinnan vetoteräksillä kannatellusta ulokeparvekkeesta (Mäkiö ym. 2016, 88).



KUVA 7. Esimerkkirakenne rataksikoilla kannatellusta ulokeparvekkeesta (Mäkiö ym. 2016, 96).

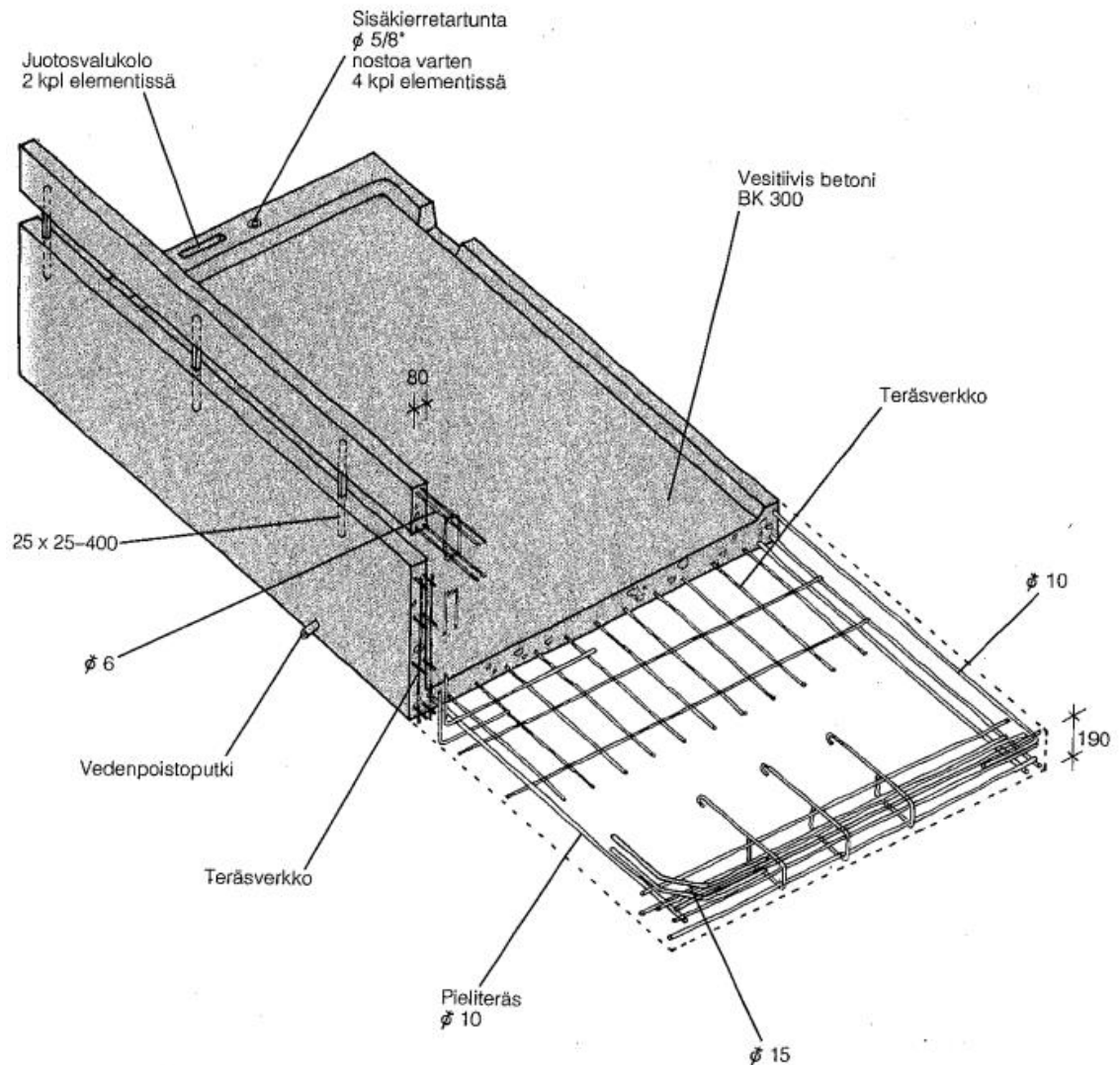
Teräsbetonivälipohjan jatkeeksi tehtyjen massiivilaattaisten ulokeparvekkeiden toteutuksessa on ollut vaihtelevia menetelmiä. Teräsbetoniset ulokeparvekkeet jatkuvat toisinaan suoraan välipohjasta muodostaen kylmäsilan rakenteeseen ja toisinaan niitä on toteutettu teräspalkkien avulla, jolloin seinän ulkopinnan eriste on saatu jatkettua lähes yhtenäisenä. Suoraan välipohjasta toteutettujen teräsbetonisten ulokeparvekkeiden kylmäsilan aiheuttamaa kondensoitumisvaaraa parvekkeen ja laatan yhtymäkohdassa on vähennetty välipohjan alapuolelle asennetuilla korkki- tai lastuvillalevyillä. (Wegelius, Lippa & Ruso 1953, 699). Välipohjan alapuoleinen levyeriste on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Välipohjaan jatkuva teräsbetoninen ulokeparveke ja välipohjan kondenssieristys huoneiston puolella (Wegelius ym. 1953, 699).

2.2.3 Parvekerakentaminen 1960–1970-luvuilla

Ennen vuotta 1968 yksiöissä ja kaksioissa parvekkeet olivat harvinaisempia, sillä valtion rahoituksella rakennetuissa ARAVA-rahoitteisissa asunnoissa ohjeistus kielsi parvekkeiden rakentamisen yksiöihin (Neuvonen 2006). 1960–1975 ajanjaksolla oli Suomessa merkittäviä paikallisia eroja kerrostalorakentamisen tekniikassa, esimerkiksi kun kasvukeskuksissa harjoiteltiin 1970-luvun alussa täyselementtirakentamista ja samaan aikaan pienemmillä paikkakunnilla saatettiin rakentaa vielä 1950-luvun tyyliin. Parvekelaatat olivat ensimmäisten elementoitujen rakennusosien joukossa, vaikka 1960-luvun alussa parvekelaatat tehtiin vielä pääosin paikallavaluna. 1960-luvun jälkipuoliskolla valmistetut parvekkeet ovat jo valtaosaltaan elementtirakenteisia ja samalla rungon ulkopuolisista parveketorneista tuli yleisin huoneistoparvekkeiden rakenneratkaisu. 1960-luvulla yleistyi vesitiiviin betonin käyttö, joka korvasi aiemmin käytetyn erillisen kantavan laatan ja pintalaatan väliin tehdyn vedeneristyskerroksen. (Mäkiö, Malinen, Neuvonen, Vikström, Mäenpää, Saarenpää, Tähti 2016, 46, 86). Parvekkeiden teräsbetoninen kaide hyödynnettiin usein kantavana rakenteena laatan kanssa, jolloin laatta saatiin toteutettua ohuemmalla rakenteella. Kuvassa 9 on esitetty vuonna 1961 valmistetun elementtilaatan ja kaiteen yhdistelmäelementin rakennepiirustus.



KUVA 9. 1961 valmistetun elementilaatan ja kaiteen yhdistelmäelementti (Mäkiö ym. 2016).

1960-luvun alussa parvekkeiden kaiteissa käytettiin teräsbetonin ohella muitakin ratkaisuja, kuten asbestisementtilevytettyjä teräsbetonirunkoja. 1960-luvun puolivälin jälkeen kaiteet valmistettiin pääosin teräsbetonista. (Heikkilä 1996, 87-88).

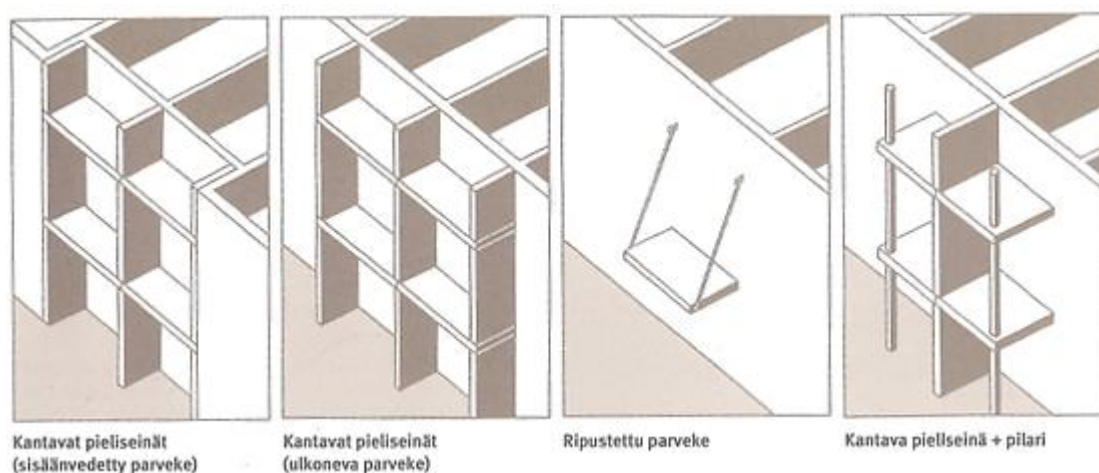
Asuntohallituksen vuoden 1972 ohjeistuksen mukaan rakennuksissa ja rakennusosissa oli pyrittävä mahdollisimman pitkälle vietyyn teolliseen sarjatuotantoon. 1970-luvulla valmistetut parvekerakenteet ovat valtaosin teräsbetonielementtejä, jotka on kannateltu teräsbetonisten pieliseinien varaan. 1970-luvulla erillisen laattojen väliin toteutetun vedeneristyskerroksen oli jo pääosin korvannut edullisemmat menetelmät, kuten vesitiiviin betonin käyttö tai epoksi ja akryylilibe-

tonipinnoitteet. Betonin pakkasenkestävyys ja raudotteiden suojabetonipeite olivat usein kuitenkin pitkäaikaiskestävyyttä ajatellen riittämättömiä. (Mäkiö, ym 2016).

2.2.4 Parvekerakentaminen 1980–1990-luvuilla

1980-luvulla asuntosuunnittelussa kiinnitettiin aiempaa enemmän huomiota parvekkeiden käytännönmahdollisuuksiin ja niiden pinta-alaa sekä syvyyttä kasvatettiin. 1980-luvun asuntotuotannossa saavutettiin tilanne, jossa jokaisessa asunnossa oli oma parveke. Arkkitehtonisesti parvekkeissa alettiin suosimaan avoimia ja läpinäkyviä ratkaisuja, joissa osa parvekekaiteista on toteutettu lasikaiteina. (Heikkilä 1996, 95).

1980- ja 1990-luvuilla kehitettiin aiempaa monimuotoisempia ratkaisuja parvekkeiden sijoitteluun ja kannatusmenetelmiin. Pilareiden varaan tuetut parvekelaatat sekä ripustetut parvekkeet yleistyivät kehitystyön myötä. Kuvassa 10 on esitetty 90-luvulla tyypillisesti käytettyjä elementtiparvekkeiden kannatusmenetelmiä. 1990-luvulla betonin laatuongelmien ratkaisuun panostettiin aiempaa enemmän. (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015).

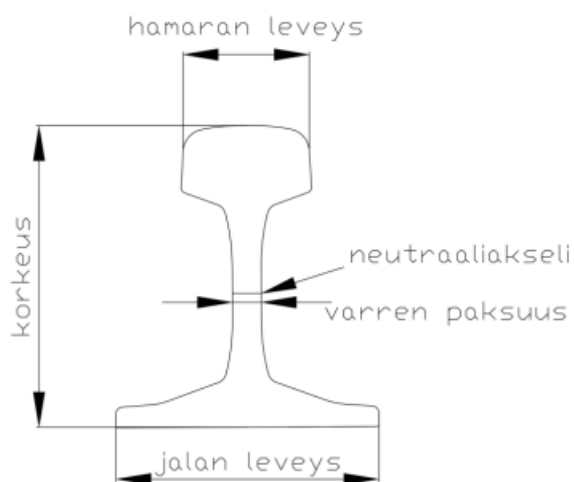


KUVA 10. Elementtiparvekkeiden yleisiä kannatusmenetelmiä. (Neuvonen & Hieta-Wilkman, 2015, 51).

2.2.5 Ratakiskojen käyttö ja niiden profiilit

Parvekerakentamisen historiassa on ennen 1960-luvun loppua käytetty paljon ratakiskoja niiden kannatinrakenteissa. Parvekkeiden kannatuksen käytetyt ratakiskot saattoivat olla käytöstä poistettuja, jolloin niiden kunto on ollut vaihteleva jo asennusvaiheessa. Ratakiskojen profiilit vaihtelevat merkittävästi ja jopa samassa parvekerakenteessa saattaa olla useita käytetty eri profiileja. Varsinkin käytöstä poistettujen kiskojen kunto on vaihdellut merkittävästi jo rakennusvaiheessa.

Suomessa on ollut aina ja nykyisinkinkin käytössä useita kiskoprofiileja. Ratarakentamisessa ensimmäisten standardoidut kiskoprofiilit hankittiin Suomessa 1880-luvulla ja siitä alkaen käytettiin standardoituja profiileja. Ensimmäiset standardisoidut kiskoprofiilit olivat K22- ja K25-kiskot. Kiskoprofiileissa tunnuksen numero ilmaisee kiskon metripainon kilogrammoina (kg/m). Venäläiset K33- ja K43 kiskot otettiin käyttöön 1910-luvulla ja K43 kiskosta kehitettiin suomalainen muunnos K43S. Suomessa kehitettiin myös kiskoprofiili K60, jonka käyttö jäi lyhyeksi varsinkin pääraiteissa. Vuodesta 1958 alkaen alettiin Suomeen hankkia UIC 54 kiskoprofiilia ja vuodesta 1988 alkaen UIC60 profiilia. (Viitala 2012, 9). Kuvassa 11 on esitetty ratakiskoprofiilin muoto ja mittatiedot ja taulukossa 1 on esitetty yleisimpien Suomessa käytettyjen kiskoprofiilien tietoja. Taulukossa 2 on esitetty kiskojen taivutusvastuksia.



KUVA 11. Ratakiskojen muoto ja mittatiedot (Väylävirasto 2021, 29).

TAULUKKO 1. Ratakiskojen profiilien mittoja. (Väylävirasto, 2021; Rakentajain kalenteri 1965, 156)

Kiskoprofiili	Korkeus [mm]	Hamaran leveys [mm]	Jalan leveys [mm]	Varren paksuus [mm]	Massa [kg]	Poikkipinta [mm ²]
K22	100	52	88	9	22,34	2846
K25	112	54	96	9	25	3185
K30	120	56	100	11,5	30,00	3817
K33	128	60	110	12	33,48	4275
K435 (K43)	140	70	125	14	43,57	5564
UIC54	159	70	140	16	54,43	6934
54E1	159	70	140	16	54,77	6977
K60	165	78	150	16	59,74	7610
UIC60	172	72	150	16,5	60,26	7686
60E1	172	72	150	16,5	60,21	7670

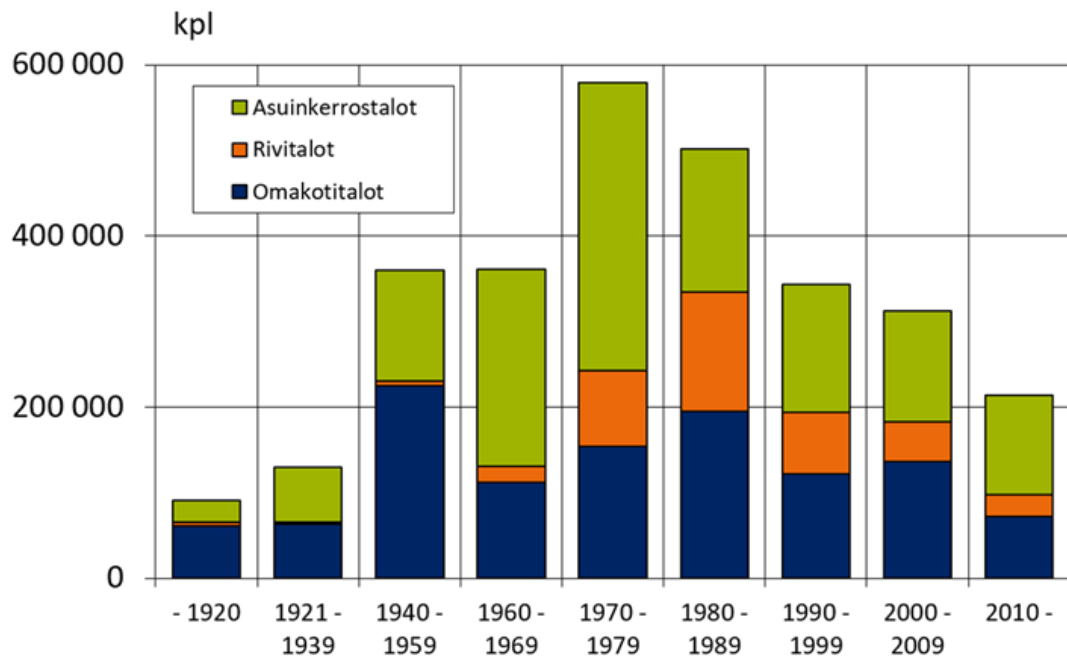
TAULUKKO 2. Ratakiskojen taivutusvastuksia (Rakentajain kalenteri 1965, 156).

Kiskoprofiili	I _y [cm ⁴]	W _y [cm ³]
K22	385,56	76,05
K25	556,32	99,08
K30	734,00	121,1
33	967,98	146,86
K435 (K43)	1476,11	209,75
UIC54	2346,00	279,19
K60	2784,4	327,6
Kuluneita kiskoja käytettäessä otaksutaan taivutusvastus 20 % pienemmäksi		

2.3 Nykyinen parvekekanta

Toteutettujen parvekkeiden määrään on vaikuttanut merkittävästi rakentamisen määrä ja kehitys Suomessa. Merkittävä määrä Suomen nykyisen asuntokannan asuinkerrostaloista on rakennettu vuosien 1940–1989 aikana (kuvio 1).

Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2016



KUVIO 1. Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2016 (Rakennusteollisuus RT ry 2023).

Julkisivuyhdistys-JSY r.y:n teettämän raportin mukaan vuonna 2022 Suomessa oli parvekkeita yhteensä 1 590 000 kappaletta, joista 1,15 miljoonaa parvekettä eli 72 % sijaitsee asuinkerrostaloissa. Suomen parvekekannasta noin puolet on rakennettu vuosien 1960–1989 aikana. (Julkisivujen markkinat Suomessa 2022, 34). Rakennettujen parvekkeiden määrä ei ole verrannollinen suoraan rakennettujen asuntojen määrään, vaan parvekkeiden määrässä on selkeästi havaittavissa merkittävä kasvu 1960-luvun jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Kuviossa 2 on esitetty Suomen parvekekannan ikäjakauma.



KUVIO 2 Parvekekanta ikäluokittain vuonna 2021 (Julkisivujen markkinat Suomessa 2022, 36)

2.3.1 Nykyisen parvekekannan saneeraustarve

1960–1980-lukujen rakennuksissa rakennusosat ovat tulossa elinkaarensa päähän ja suurin peruskorjausten tarve kohdistuu kyseisen aikakauden rakennuksiin. Suomen rakennuskannassa on paljon korjausvajetta, jota kutsutaan myös korjausvelaksi. Korjausvelan määrä kertoo paljonko rakennukseen olisi pitänyt investoida sen hyvän kunnon säilyttämiseksi. Teettämällä rakennukselle vain välttämättömiä ja kiireellisiä korjauksia sekä laiminlyömällä ennakoivaa kunnossapitoa syntyy korjausvelkaa. (Rakennusteollisuus RT ry n.d.). Kasvava korjausvelan määrä johtaa tulevaisuudessa pienten korjaavien saneerausten muuttumista suurempaan saneeraustarpeeseen, kuten parvekkeiden uusimiseen.

Ohjekortissa RT-18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot (2008) on annettu tietoa rakennusosien keskimääräisistä teknisistä käyttöiästä. Keskimääräinen tekninen käyttöikä parvekkeilla vaihtelee parvekerakenteen, vedeneristys tavan ja olosuhteiden mukaan, kuten voimme taulukosta 3 havaita. Erinäisten tutkimusten, selvitysten ja käytännöstä saatujen kokemusten mukaan parvekkeille voidaan arvioida keskimääräinen tekninen käyttöikä. Annetun tekni-

sen käyttöiän saavuttaminen edellyttää kuitenkin, että rakennus on toteutettu rakennusajankohtana olevien määräysten ohjeiden mukaisesti sekä asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet on tehty. (RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot 2008).

TAULUKKO 3. Parvekkeiden keskimääräiset tekniset käyttöiät (RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot 2008, muutettu).

Betonirakenteiset parvekkeet (laatan kantava rakenne, parvekkeen kannatus)	Tyypillinen rakentamisaika	Keskimääräinen tekninen käyttöikä (R = rakennuksen ikä)		
		Sateelta kokonaan suojaamattomat	Sateelta osittain suojaus	Sateelta suojatut
Betonirakenteiset parvekkeet				
Ei vedeneristystä	Yleensä 1960...1980	30	40	50
Ei vedeneristystä	Yleensä 1980...	40	50	60
Vedeneristys pintalaatan alla	Yleensä 1940...1960	40	50	60
Vedeneristys laatan pinnassa		60	R	R
Puurakenteiset parvekkeet		30	50	70
Teräsrakenteiset parvekkeet				
Sinkityt ja maalatut parvekkeet		60	R	R
Ruostumattomasta teräksestä tehdyt parvekkeet		R	R	R

Parvekkeiden keskimääräisen teknisen käyttöiän ollessa noin 40–60 vuotta on 1960–1970 lukujen välissä rakennetut parvekkeet saavuttaneet tai saavuttamassa keskimääräisen teknisen käyttöikänsä. Kyseisellä aika välillä parvekkeita on rakennettu merkittävästi aiempia vuosikymmeniä enemmän. Keskimääräisen teknisen käyttöiän täytyminen ei vielä tarkoita parvekkeen saneeraus tai uusimistarvetta, mutta kyseiset tilastojen perusteella voidaan olettaa parvekerakenteiden saneeraustarpeen kasvavan merkittävästi tulevaisuudessa.

Julkisivuyhdistys-JSY r.y.:n teettämän raportin mukaan Suomessa oli vuonna 2022 noin 1,56 miljoonaa parvekettä, joista uusitaan noin 1,5 % vuosittain. Kuten alla olevasta kuviosta 3 voimme havaita parvekkeiden uusimistarve on ollut lähes 10 % kasvussa, mutta sen oletetaan hidastuvan lähivuosina 5–7 % kasvuun. Uusimismäärä oli vuonna 2022 noin 25 000 kappaletta. Parvekkeiden korjaustarve oli vuonna 2022 noin 30 000 kappaletta. Korjaustarpeella raportissa tarkoitetaan teknistä korjaustarvetta sekä nykyaikaistamista. (Julkisivujen markkinat Suomessa 2022, 37).



KUVIO 3. Parvekekorjaukset kaikissa rakennuksissa Suomessa (Julkisivujen markkinat Suomessa 2022, 38).

2.4 Yleisimmät betonirakenteisten parvekkeiden uusimiseen vaikuttavat tekijät ja vaurioitumismekanismit

Yleisimmät merkittävät vauriot betonirakenteisissa parvekkeissa on betonin rapautuminen ja betonin karbonatisoitumisen aiheuttamat terästen korroosiovauriot. Betonin rapautumisen yleisin aiheuttaja on pakkasrapautuminen, jonka lisäksi mahdollisia rapautuman aiheuttajia on ettringiitti- ja alkalikiviainesreaktiot. Tyypillisiä vauriota ja puutteita edellä mainittujen lisäksi parvekkeissa ovat:

- Ulokeparvekkeet:
 - uloketerästen korroosio, erityisesti ulkoseinän eristevälin kohdalla
 - puutteellisesti toteutettu parveke- ja seinärakenteen liitos, joka lisää kosteusrasitusta parvekkeessa ja ulkoseinässä
 - puutteelliset kallistukset ja vedenpoistojärjestelyt
 - parvekelaatan halkeilu ja pakkovoimat
 - pellitysten ja muiden parvekeosien terästen korroosiovauriot
 - pinnoitteiden hilseily ja irtoaminen.
- Elementtiparvekkeet
 - pakkasenkestävyydeltään heikkolaatuinen betoni, erityisesti vedeneristämättömät parvekerakenteet
 - puutteelliset kallistukset ja vedenpoistojärjestelyt
 - ohuet rakennepaksuudet ja niiden aiheuttamat liian pienet terästen suojaetäisyydet, esimerkiksi 60 mm paksuissa parvekekaiteissa
 - pakkovoimien aiheuttamat halkeamat esimerkiksi elementtiliitoksissa
 - pinnoitteiden hilseily ja irtoaminen. (Jukkola 1997, 25-26).

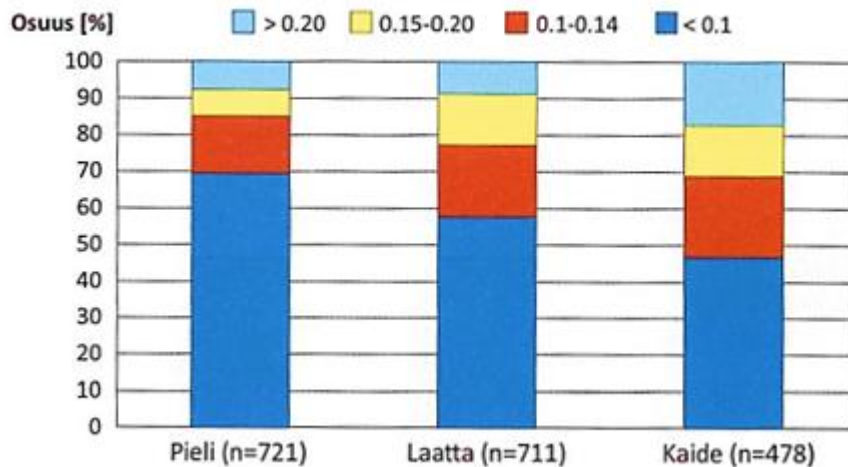
Tarve korjausrakentamiselle aiheutuu usein teknisistä vioista ja laadullisista puutteista, mutta korjaussuunnittelussa tulee ottaa huomioon myös toiminalliset, esteettiset ja taloudelliset parantamistarpeet (Jukkola 1997, 14, 43). Parvekkeen purkamisella ja uudelleenrakentamisella tarkoitetaan vaurioituneen osan korvaamista uudella rakenteella. Uusiminen tulee kyseeseen, kun olemassa olevan rakenteen vaurioituminen on edennyt niin pitkälle, että nykyisen rakenteen korjaus ei ole teknisesti tai taloudellisesti järkevää. Uusiminen voi olla järkevää toteuttaa, jos vanha rakenne on helppo purkaa ja uudella rakenteella saadaan merkittävästi parempilaatuinen ja riskittävämpi lopputulos. Parvekkeiden uusimisella voidaan

saavuttaa monesti huomattavasti laadukkaampi lopputulos kestävyiden ja käytettävyyden kannalta. Parvekerakenteissa on usein korjattavaa pintaa 5...8-kermainen määrä lattiapinta-alaan verrattaessa, mikä saattaa kasvattaa korjauskustannukset lähelle uusimisen kustannuksia. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 45-46).

2.4.1 Betonin pakkasvauriot

Betonin pakkasvauriot aiheuttavat huokosverkostossa olevan veden jäätyksen aiheuttaman laajeneman paineesta. Betonin pakkasenkestävyys saadaan aikaiseksi riittävällä lujuudella, suojahuokoistuksella ja oikealla vesisementtisuhteella. Pakkasvauriot aiheuttavat betonin halkeilua, rapautumista sekä lujuuden heikkenemistä. Pakkasvauriot etenevät kiihtyvällä tahdilla ja niihin on syytä reagoida ajoissa turvallisuusriskien välttämiseksi. (RT 82-10604 Betonijulkisivut, korjausrakentaminen 1996, 4).

Betonirakenteisten parvekkeiden pakkasenkestävyydessä on yleisesti havaittu puutteita erityisesti ennen vuotta 1976 valmistetuissa betonirakenteissa, sillä suojahuokostusta ei käytetty vielä tätä ennen säännöllisesti. Pakkasvaurioita voi esiintyä uudemmissakin rakenteissa riippuen betonin laadusta ja rasitusolosuhteista. (RT 82-10604 Betonijulkisivut, korjausrakentaminen 1996). Ennen 1980-lukua valmistettujen parvekkeiden, pieliementtien ja betonikaiteiden suojahuokostuksessa on havaittu puutteita. Suojahuokostuksen määrää voidaan mitata etäisyystekijän avulla. Pakkaskestävyyden kannalta turvallisena etäisyystekijän arvona pidetään yleisesti 0,20–0,025 mm. Kuviossa 4 on esitetty vuosien 1960–1996 valmistuneiden kohteiden parveke-elementeistä irrotettujen koekappaleiden suojahuokossuhdejaukaumaa, josta voimme havaita suurimmassa osassa 947 kohteessa olleen puutteita suojahuokostuksessa. Vain noin 10 % parvekelaatoista oli pakkasenkestävyyden kannalta riittävä etäisyystekijä. Vanhat betonirakenteet, joissa ei ole suojahuokoistusta ovat kuitenkin voineet kestää pakkasrasituksen, mikäli kosteusrasitus on ollut alhainen ja betoni on ollut riittävän lujaa ja tiivistä. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 26).



KUVIO 4. Vuosina 1960–1996 valmistuneiden 947 kohteen parveke-elementeistä irrotettujen betoninäytteiden suojahuokossuhdejaukauma (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 26)

2.4.2 Alkali-kiviainesreaktio

Alkali-kiviainesreaktio on betonin kiviainesta rapauttava reaktio, joka aiheutuu sementin korkeasta alkalisuudesta. Alkali-kiviainesreaktion ulkoiset vauriot voidaan sekoittaa helposti pakkasrapautumiseen, sillä ne muistuttavat paljon toisiaan. Betonin epäsäännöllinen verkkohalkeilu, paisuminen, ulostunkeutuva geelimäinen reaktiotuote sekä kosteuden aiheuttama laikukkuus ovat tyypillisiä vaurioita reaktiosta vaurioituvalla rakenteella. Reaktion tunnistamiseksi vaaditaan betonin ohuthietutkimusta. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019). Reaktio ei toteudu, mikäli jokin reaktiota aiheuttavista tekijöistä pystytään estämään. Reaktiota aiheuttavat tekijät ovat:

- sementin suhteellisen korkea alkalisuus
- reaktiivinen kiviaines
- vettä tai kosteutta betonissa. (Pyy 2018, 92).

Alkali-kiviainesreaktiot ovat olleet yleisempi betonia vaurioitava ongelma maailmalla, mutta Suomessa havainnot ovat yleistyneet merkittävässä määrin vasta 2010-luvulta alkaen. Havaintojen yleistymisen osaltaan selittyy Alkali-kiviainesreaktiosta saadun tiedon lisääntymisellä. Yleistymistä kuvaa hyvin se, että VTT:n vuonna 2011 toteuttamassa kyselyssä seitsemästä vastanneesta ohuthietutki-

muksia tekevästä laboratorion havaittiin yhteensä 56 alkali-kiviainesreaktion aiheuttamaa selkeää vauriotapausta Suomalaisissa betonirakenteissa edellisen 15-vuoden tutkimusjakson aikana (Pyy, Holt & Ferreira 2011). Kyselyn jälkeen pelkästään Vahanen Oy:n laboratorioissa tehdyissä tutkimuksissa vuosina 2011–2018 on todettu 48 tutkimuskohteessa alkalikiviainesreaktiota, joka vastaa määrältään lähes VTT:n kyselyyn osallistuneiden seitsemän laboratorion tuloksia puolet pienemmän tutkimusjakson aikana (Pyy 2018). Suomessa ensimmäinen alkali-kiviainesreaktiota koskeva kansallinen ohjeistus julkaistiin vuonna 2022 BY-47 Ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi 2022.

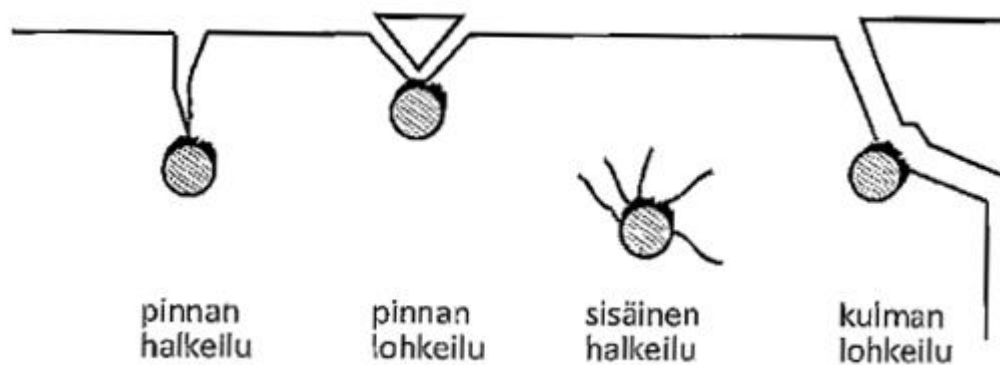
2.4.3 Ettringiittireaktio

Ettringiittireaktio aiheutuu Portlandsementin hydrataatiosta, jossa syntyy ettringiittimineraaleja. Ettringiitin tilavuuden kasvu on jopa 130–140 % ja reaktion syntyessä se täyttää betonin suojahuokosia. Ettringiittiä syntyy luontaisesti valun jälkeen betonin hydrataatiovaiheessa, mutta sen syntyminen on mahdollista myös myöhemmissä vaiheissa. Myöhäinen ettringiittireaktio aiheutuu yleensä betonin valmistuksen aikana käytetystä voimakkaasta lämpökäsittelystä ja se aiheuttaa betonissa ilmatäytteisten suojahuokosten täyttymistä. Suojahuokosten täytyessä betonin pakkasenkestävyys alenee. Ettringiittireaktio voi aiheuttaa betonin rapautumista pakkasrapautumana tai betonin huokosten täytyessä ettringiitin laajenemisesta aiheutuva paine voi halkaista betonia. Myöhäinen reaktio vaatii toteutuakseen runsasta kosteusrasitusta. Ettringiitti voidaan havaita ohuthietutkimuksen näytteen mikroskooppitarkastelulla. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019).

2.4.4 Raudotteiden korroosiovauriot

Betoniterästen korroosiovaurioita aiheuttaa betonin karbonatisoituminen, betonin kloridipitoisuus tai näiden tekijöiden yhteisvaikutus. Terästen korroosio aiheuttaa betonin lohkeilua ja halkeilua sekä pitkälle edennyt korroosio aiheuttaa rakenteen kapasiteetin pienenemistä (RT 82-10604 Betonijulkisivut, korjausrakentaminen 1996, 5).

Betonin korkean alkalisuuden vuoksi teräksen pinnalle muodostuu oksidikalvo, joka estää terästen korroosion. Ilman sisältämä hiilidioksidi CO_2 tunkeutuu ajansaatossa betoniin, joka alentaa betonin huokosveden PH-arvoa. Kyseistä neutralisointireaktiota kutsutaan betonin karbonatisoitumiseksi. Karbonatisoitumisen nopeuteen rakenteellisista tekijäistä vaikuttavat lähinnä rakenteen pinnoitteet ja pintatarvikkeet (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18-20). Karbonatisoituminen alkaa betonin pinnasta ja sen edettyä betoniterästen syvyydelle alkaa terästen korroosio, jos rakenteessa on kosteutta. Teräs laajenee ruostuessaan, joka aiheuttaa rakenteessa paineen ja halkaisee tai lohkaisee betonia. (RT 82-10604 Betonijulkisivut, korjausrakentaminen 1996, 5). Kuvassa 12 on havainnollistettu terästen korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä.



KUVA 12. Korroosion aiheuttamia halkeamatyyppejä teräsbetonirakenteessa (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18).

Betoniterästen korroosiota voidaan betonirakenteessa suojata ja ehkäistä seuraavilla tavoilla:

- riittävän paksun ja hyvälaatuisen betonipeitteen avulla
- pinnoitteen avulla estämällä veden, hiilidioksidin ja kloridien pääsy rakenteeseen
- käyttämällä sinkittyjä raudotteita (sinkitys suojaa ainoastaan karbonatisoituneessa betonissa)
- käyttämällä ruostumattomia raudotteita (suojaa myös kloridipitoisessa betonissa)
- käyttämällä epoksinnoitettuja raudotteita.

- käyttämällä katodista suojausta. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 17-18).

Betonissa olevissa teräksissä voi aiheutua korroosiota myös ilman karbonatisoitumista terästen ympärillä olevan korkean kloridipitoisuus takia. Kriittisenä kloridipitoisuuden arvona pidetään 0,05–0,07 paino-% pitoisuutta betonin painosta. Klorideja parvekelaattojen betoniin on päässyt, jos betonin valmistuksessa on käytetty kovettumisreaktiota kiihdyttävänä lisäaineena kalsiumkloridia (CaCl_2). Kloridikorroosiolle ominainen tapa on hyvin voimakas ja pistemäinen korroosio teräksissä. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 21). Parvekkeissa haitallisia klorideja on voinut päästä rakenteeseen myös huoltotöiden yhteydessä käytettyjen jäänsulatusaineiden mukana.

Korroosioon vaikuttavia tekijöitä ovat terästen suojaetäisyys betonin pinnasta, karbonatisoitumissyvyys, ulkoiset rasitustekijät, rakenteen kosteustekninen toimivuus sekä pinnoitteen suojausominaisuudet. Ajanjakso korroosion käynnistymisestä näkyviin vaurioihin voi olla useita vuosia. Merkittävä tekijä korroosiovaurioiden korjaustavan valinnassa on vaurioiden laajuus. Paikkakorjauksissa korroosiomäärän tulisi olla usein alle 10 % raudoituksesta, sillä tätä suuremmilla määrillä paikkakorjaukset ovat usein epätaloudellisia. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 106-116). Mikäli korjauksessa ei saada hidastettua merkittävästi raudoitteiden korroosiota rakenteen olosuhteita muuttamalla, on pinnan lähellä sijaitseva rauditus paikallistettava ja piikattava esiin. Korjaamalla vain näkyvät korroosiovauriot jää rakenteeseen usein korroosiotilassa olevia teräksiä ja korroosion aiheuttamat vauriot ovat mahdollisia jo muutamassa vuodessa korjauksen jälkeen. (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016). Merkittävien korroosiovaurioiden korjaamiseen tarvitaan järeämpiä keinoja, kuten ruiskubetonointi tai parvekkeen uusiminen.

2.4.5 Asumisviihtyvyyden parantaminen

Korjausten yhteydessä on syytä harkita kaikkia mahdollisia toimenpiteitä, joilla voidaan nostaa rakennuksen esteettistä ja toiminnallista laatutasoa sekä parantaa asumisviihtyvyyttä. Asumisviihtyvyyttä voidaan parantaa esimerkiksi pienten

parvekkeiden laajentamisella tai parvekkeettoman asuntoon parvekkeen rakentamisella. Julkisivukorjausten arvioinnin yhteydessä on huomioitava korjausten vaikutus rakennuksen ja koko asunnon arkkitehtuuriin. Asuntojen arvo on sidoksissa asunnon sijaintiin, kuntoon, kokoon, toimivuuteen ja myös koko rakennuksen kuntoon ja ulkonäköön. Onnistunut yleisilmettä parantava korjaus nostaa asuntojen arvoa. Parvekkeiden kunnostuksen ja uusien parvekkeiden asentamisen yhteydessä on usein edullista lisätä toimivuutta ja viihtyisyyttä. (Jukkola 1997,14-15).

YIT:n ja Prior Konsultoinnin toteuttamasta Kestävät kaupunkiympäristöt 2019-barometrista selviää, että 65 % suomalaisesta kaupunkiasukkaasta haluaisi asuntoonsa lasitetun parvekkeen, vaikka parveke nostaisi asunnon hintaa. Barometriin vastanneita oli yli tuhat Helsingissä, Espoossa, Vantaalla, Tampereella, Turussa, Oulussa, Jyväskylässä ja Kuopiossa syksyllä 2019 (Rakennuslehti 2020).

2.5 Parvekerakentamista ja suunnittelua ohjeistavat lait ja määräykset

2.5.1 Kuormitukset

Rakenteiden kuormituksissa kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelussa sekä toteutuksessa tulee noudattaa Ympäristöministeriön asetusta kantavista rakenteista (YMA 477/2014). Rakenteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että niiden riittävä lujuus ja vakaus säilyy koko suunnitellun käyttöajan ajan. Rakenteilla on oltava riittävä luotettavuus haitallisten muodonmuutosten, halkeamien, värähtelyjen, painumien ja muiden haitallisten vaikutusten syntymistä vastaan sen käyttötarkoitukseen ja sijaintiin nähden. Olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien sekä niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaan. (YMA 477/2014, 2 §, 3 §).

Uusissa rakennuksissa tai rakenneosissa kuormitukset Suomessa määritetään SFS-EN 1991-1-1 mukaisesti. Korjausrakentamisessa voidaan soveltaa rakentamisajankohtana voimassa olleita säännöksiä sekä kyseisenä ajankohtana vallinnutta hyvää rakentamistapaa, kun rakenteen kuormitus ei lisäännä muutos- tai

korjaustyön vuoksi, eikä käyttötarkoituksen muutoksen vuoksi. (YMA 477/2014, 10 §). Ellei ole erikseen sallittu, niin Eurokoodijärjestelmää ei saa käyttää yhdessä muiden määräysten, normien tai ohjeiden kanssa. Eurokoodin lisäksi on huomioitava kansalliset liitteet. (RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat 2019). Parvekerakenteiden kuormitusten mitoituksessa on huomioitava rakenteen omapaino, hyötykuormat, tuuli- ja lumikuormat sekä törmäys- ja onnettomuuskuormat (Haukijärvi 2005, 7).

2.5.2 Asuinhuoneistojen kuormitusten historia

Ennen vuotta 1973 ei Suomessa ollut voimassa olevia rakenteiden kuormituksia koskevia viranomaismääräyksiä, jolloin käytettiin järjestöjen laatimia epävirallisia standardeja, määräyksiä ja ohjeita (Mäkiö ym. 2016, 255-256). Ensimmäisiä kuormitusohjeita Suomessa löytyy vuoden 1913 Helsingin rakennustarkastuskonttorin ohjeistuksessa Määräarvoja kuormituksille ja sallituille ainerasituksille, jossa on annettu asuinhuoneistoissa sallittu kuormitus lattiapinta-alalle 200–250 kg/m^2 . 200 kg/m^2 koski ainoastaan sivukaupungilla olevien vähempiarvoisten puurakennusten välikattoja. Ensimmäiset kansalliset kuormitusnormit Suomessa annettiin vuonna 1932 voimaan astuneessa Sisäministeriön päätöksessä eräistä huonerakenteista. Vuoden 1932 päätöksessä annetut hyötykuormituksen arvot vastasivat pääosin vuoden 1913 Helsingin rakennuskonttorin arvoja ja sallitut oleskelukuormat huoneistoissa vastasivat täysin edellä esitettyjä arvoja. Vuonna 1941 tehtiin Sisäministeriön päätöksellä kuormitusnormeihin lisäys, jossa sallittiin asuin ja toimistohuoneiden oleskelukuormaksi 2,0 kN/m^2 , jos välipohjat toteutettiin massiivisinä laattarakenteina tai ylälaatalta varustettuina palkistoina. (Mäkiö ym. 2016, 205).

Vuonna 1955 julkaistiin Rakennusinsinööriyhdistyksen toimesta Rakenteiden kuormitusmääräykset (RKM), joita käytettiin vuoden 1969 Rakenteiden kuormitusnormit julkaisuun asti. Vuoden 1955 kuormitusmääräyksissä asuinhuoneistojen oleskelukuormaksi on annettu 2,0 kN/m^2 . Parvekkeita koskeviin oleskelukuormiin määräyksiä tuli vasta vuoden 1955 julkaisun yhteydessä, jolloin parvekkeille määrättiin tungoskuorma 4,0 kN/m^2 . Vuonna 1969 julkaistussa Rakenteiden

kuormitusnormeissa (RIL 59) hyötykuormat eriteltiin henkilö-, tavara- ja liikennevälinekuormiin. Henkilökuormat jaoteltiin oleskelu- kokoontumis- ja tungoskuormaan sekä erilliseen pistekuormaan. Asuntojen osalta oleskelukuorma pieneni vuoden 1955 kuormitusmääräyksiin nähden ja uudeksi kuormitukseksi asetettiin $1,5 \text{ kN/m}^2$ tungoskuorma parvekkeilla säilyi arvossa $4,0 \text{ kN/m}^2$. Vuoden 1969 kuormitusnormissa annettiin kohtisuoraan seinää tai seinämäisiä rakenteita, kuten kaiteita vastaan vaikuttava kuorma $0,4 \text{ kN/m}$ ja tungoskuorman alueilla kuten parvekkeilla $0,8 \text{ kN/m}$. Vuonna 1973 julkaistiin sisäministeriön päätös rakennusten vähimmäiskuormista, joka noudatti pääosin vuoden 1969 RIL:n kuormitusnormeja ja asuinhuoneistojen osalta oleskelukuormat eivät poikenneet edellä esitetystä. (Mäkiö ym. 2016, 243, 256, 257).

Suomen rakentamismääräyskokoelman voimaantulo oli merkittävä määräyksiä koskenut uudistus 1970-luvun puolivälissä (Neuvonen & Hieta-Wilkman 2015, 11). Kuormitusten osalta merkittävimmät muutokset aiempaan nähden tuli vuoden 1978 julkaisussa B3 rakenteiden varmuus ja kuormitukset. Oleskelukuormat asuntojen osalta vastasivat aiemmin esitettyjä $1,5 \text{ kN/m}^2$, mutta parvekkeiden osalta kuormitukset muuttuivat aiemmasta ja parvekkeille annettiin oleskelukuormaksi $1,5 \text{ kN/m}^2$ sekä lisäksi viivakuorma $2,0 \text{ kN/m}$ kaiteen vieressä. Poikkeuksena aiempiin määräyksiin tungoskuorman ei enää oletettu vaikuttavan parvekkeilla asuinhuoneistoissa, joka pienensi parvekekaiteeseen vaikuttavan vaakasuoran voiman $0,4 \text{ kN/m}$. Kaiteiden levymäisiin rakenteisiin tuli lisäyksenä vaakasuora pistekuorma $0,3 \text{ kN}$. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 1978).

Seuraavat muutokset asuinhuoneistojen ja parvekkeiden osalta kuormituksiin tuli marraskuussa 2007, jolloin rakennusmääräyskokoelman sijasta voitiin alkaa käyttämään EN-eurokoodistandardien mukaista kantavien rakenteiden suunnittelua. Rakenteiden mitoitus oli siirtymäajan mahdollista molemmilla standardeilla, mutta niitä ei saanut sekoittaa keskenään. Rakenteiden varmuus ja kuormitukset B1 (1998), määräykset kumottiin 31.8.2014, jonka jälkeen siirryttiin viimeistään eurokoodistandardien mukaiseen mitoitukseen (Edilex 2022). Eurokoodin mukaiset kuormat pääosin olivat suuremmat, kuin aiemmin käytetyt rakennusmääräyskokoelman mukaiset kuormitukset. Eurokoodin kansallisen liitteen SFS-EN 1991-1-1 mukaiset hyötykuormat asuinrakennuksissa on välipohjille $2,0 \text{ kN/m}^2$ ja par-

vekkeille 2,5 kN/m². Väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat asuinhuoneistoille eurokoodissa ovat 0,5 kN/m². Taulukossa 4 on esitetty parvekkeisiin vaikuttavien hyötykuormien kehitys.

TAULUKKO 4. Parvekkeiden hyötykuormien kehitys (Valkeamäki 2023).

Ajanjakso	Pinta-kuorma	Viivakuorma (kaiteen vieressä)	Piste-kuorma	Vaaka-kuorma kaiteille
1913–1954	2,5 kN/m ²	-	-	-
1955–1968	4,0 kN/m ²	-	-	-
1969–1977	4,0 kN/m ²	-	-	0,8 kN/m
1978–2014 (RakMk B1)	1,5 kN/m ²	2 kN/m (vaikuttaa yhtäaikaisesti pintakuorman kanssa)	1,5 kN	0,4 kN/m
2007– (eurokoodit)	2,5 kN/m ²	-	2,0 kN	0,5 kN/m

2.5.3 Paloturvallisuus

Rakennusten paloturvallisuudessa tulee noudattaa Ympäristöministeriön ajantasaista asetusta rakennusten paloturvallisuudesta (YMA 848/2017).

Rakennukset luokitellaan paloluokkiin, jotka ovat P0, P1, P2 ja P3. Paloluokkia P1, P2 ja P3 on käytettävä, kun rakennus suunnitellaan asetuksen 848/2017 mukaisesti. Suunniteltaessa rakennus oleellisilta osin tai kokonaan käyttäen oletettuun palonkehitykseen perustuvaa menettelyä on käytettävä paloluokkaa P0. Rakennusten eri osat voidaan suunnitella kuulumaan eri paloluokkiin, kun palon leviäminen on estetty palomuurilla rakennuksen osasta toiseen osaan (YMA 848/2017). Paloluokat rakennuksille määräytyvät rakennuksen koon, käyttötarkoituksen ja kerroslukumäärien perusteella.

Ympäristöministeriön asetuksessa (YMA 848/2017) paloluokan määrittämistä varten rakennukset luokitellaan käyttötarkoituksen perusteella seuraavasti:

- asunnot

- majoitustilat
- hoitolaitokset
- kokoontumis- ja liiketilat
- työpaikkatilat
- tuotanto- ja varastotilat
- autosuojat.

Rakennusten käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset on esitetty Ympäristöministeriön asetuksessa (YMA 848/2017) ja rajoitukset on esitetty seuraavissa taulukoissa 5–7.

TAULUKKO 5 P3-paloluokan rakennuksen käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset. (YMA 848/2017).

Rakennus	Kerros- luku enintään	Korkeus ¹⁾ enintään	Kerrosala enintään
1-kerroksinen, yleensä	1	9 m	2 400 m ² (4 800 m ^{2*})
2-kerroksinen, yleensä	2	9 m	1 600 m ² (2 400 m ²)
Hoitolaitos	1	9 m	2 400 m ²
Tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	14 m	ei rajoitusta
Erillisenä rakennuksena oleva maataloustuotteiden kuivaamo	1	18 m	ei rajoitusta
Autosuoja	1	9 m	ei rajoitusta
Asuinrakennus, jonka päällekkäiset kerrokset kuuluvat eri asuinhuoneistoon	ei sallittu	ei sallittu	ei sallittu

¹⁾ Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.

²⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja

*Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

TAULUKKO 6 P2-paloluokan rakennuksen käyttötarkoitusta ja kokoa koskevat rajoitukset (YMA 848/2017).

Rakennus	Kerroslukueenintään	Korkeus ¹⁾ enintään	Kerrosalaenintään
Yleensä	2	9 m	ei rajoitusta
1-kerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Palovaarallisuusluokan 2 tuotanto- tai varastorakennus	1 ²⁾	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Yli 2-kerroksinen asuinrakennus, hoitolaitos (pois lukien suljettu rangaistuslaitos), majoitusrakennus ja työpaikkarakennus ³⁾	8*	28 m*	12 000 m ^{2*}
Yli 2-kerroksinen kokoontumis- ja liikerakennus ³⁾	4*	14 m*	12 000 m ^{2*}
Yli 2-kerroksinen asuinrakennus, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan asuinhuoneistoon ³⁾	4	14 m	12 000 m ^{2*}
<p>¹⁾ Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</p> <p>²⁾ Pääosin 1-kerroksisessa rakennuksessa toisen kerroksen tasolle saa sijoittaa osastoituna enintään 200 m² ja osastoimattomana enintään 50 m² oleellisesti rakennuksen toimintaan liittyviä tiloja</p> <p>³⁾ Rakennuksessa ei sallita tiloja, joissa on palokuormaa yli 1 200 MJ/m².</p> <p>* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.</p>			

TAULUKKO 7 P2- ja P3-paloluokan rakennuksen suurin sallittu henkilömäärä tai paikkaluku (YMA 848/2017).

Rakennuksen paloluokka	P2			P3	
	1	2	yli 2 kerrosta*	1	2
Käyttötarkoitus					
Asunnot, henkilöitä	ei rajoitusta	ei rajoitusta	1 000	250 (500*)	150 (250*)
Majoitustilat, majoituspaikkoja	150 (300*)	50 (100*)	500	50 (100*)	10
Hoitolaitokset, hoitopaikkoja	100 (200*)	25 (50*)	150	10 (25*)	ei sallittu
Kokoontumis- ja liiketilat, henkilöitä	ei rajoitusta	250 (500*)	1 000	500 (1 000*)	50
Työpaikkatilat, henkilöitä	ei rajoitusta	ei rajoitusta	1 000	250 (500*)	150
Tuotanto- ja varastotilat, henkilöitä	ei rajoitusta	50 (100*)	ei sallittu	ei rajoitusta	ei sallittu
<p>Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärärajoitukset koskevat tapauksia, joissa mainitun käyttötarkoituksen mukaiset tilat on sijoitettu kokonaan tai osaksi rakennuksen toiseen kerrokseen. Jos näitä tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa, voidaan soveltaa yksikerroksista rakennusta koskevia rajoituksia.</p> <p>Mikäli rakennuksessa on eri käyttötarkoituseriä kuuluvia tiloja, rakennuksen turvallisuustaso arvioidaan tarkastelemalla rakennusta kokonaisuutena.</p> <p>* Rakennus on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla. Poikkeuksena enintään 14 metriä korkea asuinrakennus, jonka kaikki kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan asuinhuoneistoon.</p>					

Palo ei saa levitä määrätyn ajan kuluessa parvekkeiden kautta palo-osasota toiseen. Parvekkeiden palonkestävyyksivaatimus on lähtökohtaisesti puolet kyseisen kerroksen välipohjan kantavien rakenteiden vaatimuksesta, mutta tähän on ympäristöministeriön asetuksessa asetettu poikkeuksia mm. lasitetuille parvekkeille. Yli 2-kerroksisissa rakennuksissa lasitettujen parvekkeiden parveke-laattojen osastointivaatimus on EI 30 ja vähäiset tiivistävät osat sekä läpiviennit voivat olla E 15 luokkaa. Etäisyyden ollessa alle kaksi metriä viereisiin parvekkeisiin tai palo-osaston ikkunoihin, tulee parvekeseinien olla luokka EI 15. (YMA 848/2017, 12 §, 21 §). Erityisesti teräsparvekkeiden suunnittelussa on huomioitava palonkestovaatimukset ja tarkastelussa tulee huomioida erityisesti ulkoseinän läheisyydessä olevat liitosrakenteet. Valmisparvekeratkaisuja käytettäessä on usein valmistajilla olemassa tyyppihyväksyntä rakenteen palonkestoluokasta. (Haukijärvi 2005, 7).

Tarkoituksenmukaisesti sijoitettuja parvekkeita voidaan pitää varateinä, kun niiden kautta on mahdollista pelastautuminen kiinteitä tikkaita pitkin, pelastautumistoimenpitein tai muita sopivia rakennusosia hyväksi käyttäen. Varatiejärjestelyinä voi olla jokin muukin reitti kuin parvekkeiden kautta, mutta hätätilanteessa ihmiset käyttävät luonnostaan parvekkeita varateinä, joten parvekkeet suunnitellaan käytännössä lähes aina asuinrakennuksissa varatie käyttöön. (Lahtela 2021, 6, 12, 59)

Parvekepintojen luokkavaatimuksissa sovelletaan ulkoseinän ulkopinnan vaatimuksia asetuksen (YMA 848/2017) pykälän 26 § mukaisesti. Yli 2-kerroksisen rakennuksen varatiekäyttöön suunnitellun parvekkeen kattopintojen sekä seinäpintojen, pois lukien ulkoseinän ja sen tuuletusvälin vaatimus on vähintään B-s2, d0. Edellä mainittu vaatimus ei kuitenkaan koske parvekkeita, jotka ovat varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla, eikä asuinrakennuksia, joiden kerrokset kuuluvat asunnoittain samaan huoneistoon. (YMA 848/2017, 26 §). Rakennustarvikkeiden pintaluokitusten muodostumiseen vaikuttaa yleisesti tarvikkeen osallistuminen paloon, savun tuotto sekä palavien pisaroiden ja osien tuotto. Rakennustarvikkeiden pintaluokkien muodostumista on esitetty taulukoissa 8–9.

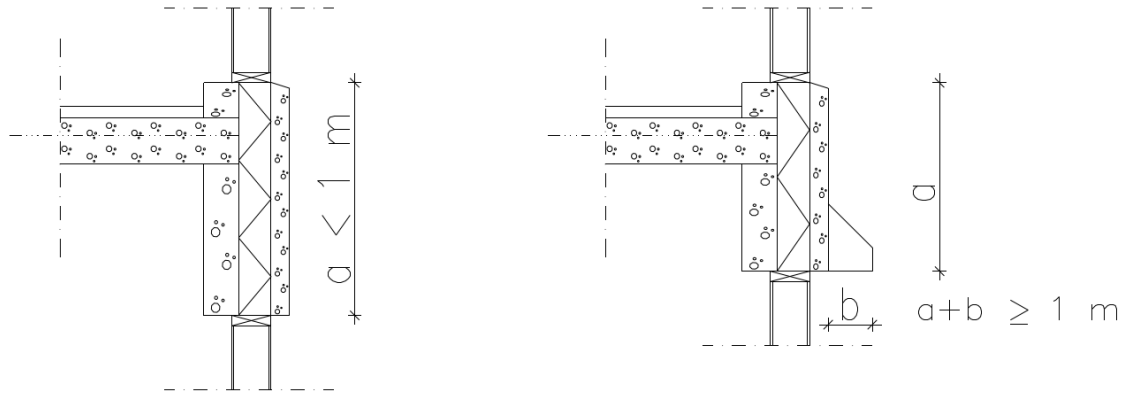
TAULUKKO 8 Rakennustarvikkeen luokkamerkinnän muodostuminen paloon osallistumisen osalta (Lahtela 2021, 23)

Osallistuminen paloon	
Kuvaus	Merkintä
Ei osallistu paloon	A1
Osallistuu erittäin rajoitetusti	A2
Osallistuu hyvin rajoitetusti	B
Osallistuu rajoitetusti	C
Osallistuminen on hyväksyttävää	D
Käyttäytyminen on hyväksyttävää	E
Käyttäytymistä ei ole määritetty	F

TAULUKKO 9 Rakennustarvikkeen luokkamerkinnän muodostuminen savun tuoton ja palavien pisaroiden sekä osien tuoton osalta (Lahtela 2021, 23).

Savun tuotto		Palavien pisaroiden ja osien tuotto	
Kuvaus	Merkintä	Kuvaus	Merkintä
Erittäin vähäinen	s1	Ei esiinny	d0
Vähäinen	s2	Nopeasti sammuvia esiintyy	d1
Muu kuin S1 tai S2	s3	Muu kuin d0 tai d1	d2

Parvekesaneerausten yhteydessä on myös huomioitava aukkojen välinen pysty-
etäisyys ulkoseinällä. Päällekkäisten kahden eri palo-osastoon kuuluvan huo-
neiston aukkojen etäisyys toisistaan on oltava yli yhden metrin tai vaihtoehtoisesti
toinen ikkunoista on oltava paloikkuna tai aukkojen väliin on toteutettava uloke
pintaluokaltaan A2-s1, d0 olevilla tarvikkeilla. Ulokkeen leveys tulee olla 0,2 met-
riä aukkoa leveämpi ja ulokkeen syvyys yhteenlaskettuna aukkojen välillä tulee
olla yli 1 metrin. Pystyvälän ja ulokkeen mitoitusta on havainnollistettu kuvassa
13. (TOPTEN -rakennusvalvonnat 2021).



KUVA 13. Aukkojen välinen pystyettäisyysvaatimus yli 2.kerroksieessa rakennuksessa (Valkeamäki, 2023).

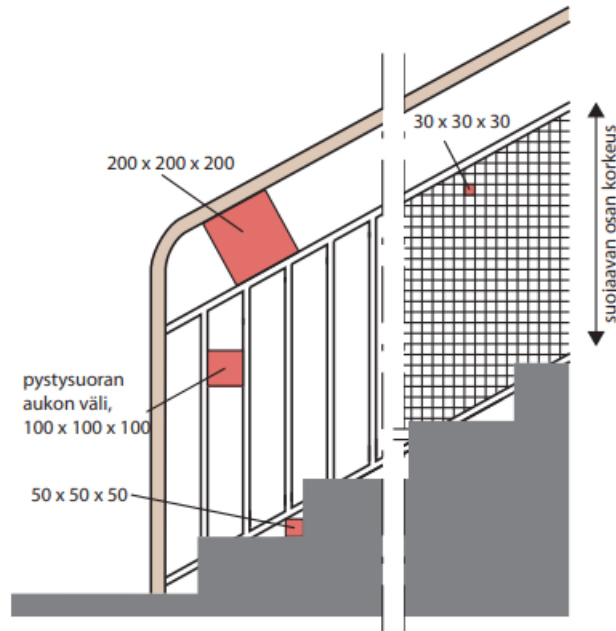
2.5.4 Parvekkeiden käyttöturvallisuus

Parvekkeiden rakentamisessa ja saneeraamisessa on noudatettava Ympäristöministeriön asetusta rakennuksen käyttöturvallisuudesta (YMA 1007/2017). Parvekkeiden osalta käyttöturvallisuuden noudattaminen koskee lähinnä parvekkeen putoamisturvallisuutta ja kaiderakenteita. Rakennuksessa on oltava kaide putoamiskorkeuden ylittäessä puoli metriä ja, kun putoamisen tai harhaan astumisen vaara on olemassa. Kaide voi olla suojakaide tai avokaide ja sen on oltava turvallinen sekä kestävä siihen kohdistuvat kuormat koko rakenteen käyttöajan. Lähtökohtaisesti kaidekorkeus tulee olla minimissään yksi metri ja putoamiskorkeuden ylittäessä kuusi metriä tulee kaidekorkeus olla 1,2 metriä. Parvekkeiden kohdalla sallitaan kuitenkin vähintään yhden metrin kaidekorkeus, kun parveke palvelee enintään yhtä huoneistoa. (YMA 1007/2017, §7).

Kaiteessa tulee olla 0,7 metrin korkuinen suojaava osa, jolle on asetettu seuraavia ehtoja ja kyseisiä ehtoja on havainnollistettu kuvassa 14:

- Pystyrakenteilla toteutetuissa kaiteissa, kuten pinnakaiteissa suojaavan osan läpi saa mahtua särmältään enintään 100 millimetrin mittainen kuutio.
- Muunlaisissa, kuin pystyrakentein toteutetuissa kaiteissa suojaavan osan aukoista saa mahtua läpi särmältään enintään 30 millimetrin mittainen kuutio.

- Kaiteen yläosan tai käsijohteen ja suojaavan osan välistä saa mahtua särmältään enintään 200 millimetrin mittainen kuutio.
- Kaiteen alareunan ja parvekkeen välistä saa mahtua läpi enintään 50 millimetrin mittainen kuutio. (YMA 1007/2017, §8).



KUVA 14. Kaiteen suojaavan osan sallitut raot (RT 103569 Kaiteet ja käsijohteet 2023).

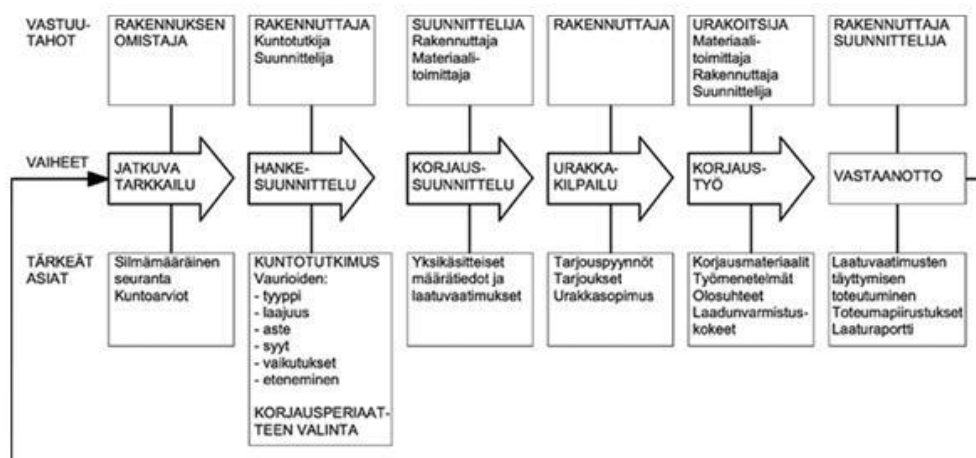
3 SANEERAUSHANKE JA SEN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Korjaushankkeen kulku yleisesti

Tässä luvussa on esitetty parvekkeiden saneeraushankkeen kulku yleisellä tasolla ja käydään Asunto-osakeyhtiö kohteen parvekesaneeraushankkeelle tyypilliset vaiheet. Hankkeiden kulku saattaa kuitenkin poiketa esitetystä kohdekohtaisesti. Tyypillinen saneeraushankkeen kulku betonirakenteissa sisältää seuraavat vaiheet:

1. Säännöllinen seuranta
2. Hankesuunnittelu
3. Korjaussuunnittelu
4. Urakkakilpailu
5. Korjaustyö
6. Vastaanotto
7. Säännöllinen seuranta. (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016).

Saneeraushankkeissa on vastuuta useilla eri tahoilla ja paljon huomioitavia ja yhteistyötä vaativia hankevaiheita. Kuviossa 5 on esitetty tyypillisen saneeraushankkeen kulku ja vastuualueet.



KUVIO 5. Tyypilliset saneeraushankkeen vaiheet ja vastuualueet (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016, 12).

3.2 Suunnitelmallinen kunnossapito

Rakennuksen ylläpidon ja rakenteiden kunnan säännöllisen seurannan kannalta on tärkeää suunnitelmallinen kunnossapito, jonka avulla tuotetaan säästöjä kiinteistölle pitkällä aikavälillä. Korjaushetken ajoituksella on merkittävä taloudellinen vaikutus ja riittävän ajoissa tehdyllä kunnostuksella voidaan pysäyttää tai hidastaa vaurioiden etenemistä. Riittävän aikaisilla toimenpiteillä ja ennakoinnilla voidaan välttää laajempi korjaus. (Lappalainen 2012, 12). Julkisivujen ja parvekkeiden saneeraushanke lähtee kuitenkin usein liikkeelle havaituista vaurioista. Aluksi vaurioitumisen vaikutukset ovat usein esteettisiä, mutta vaurioitumisen edetessä riittävän pitkälle voi rakenteeseen aiheutua turvallisuusriski. Turvallisuusriskin välttämiseksi ja taloudellisen kiinteistönpidon kannalta olisi tärkeää seurata rakenteiden kuntoa ja käynnistää korjaustoimet ajoissa. (Jukkola 1997, 19). Betonirakenteiden kuntoa tulisi selvittää kuntotutkimusten avulla jo ennen näkyviä vaurioita, jotta olisi mahdollista hidastaa vaurioitumista suojaavilla toimenpiteillä ennen niiden syntymistä (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016).

Julkisivujen ja parvekkeiden saneeraushankkeissa on tärkeää selvittää rakenteen kunto, korjaustarve, korjausvaihtoehdot ottaen huomioon pitkän aikavälin arvot ja kustannukset. Korjausratkaisun arkkitehti- ja rakennesuunnittelu sekä laadunvalvonta on toteutettava siten, että lopputulos on pitkäaikainen ja onnistunut. Julkisivukorjausten taloudelliset vaikutukset voivat olla hyvin suuret erityisesti, jos hankkeessa ei onnistuta. (Jukkola 1997, 5). Mikäli olemassa olevissa rakenteissa havaitaan uusia vaurioita, on usein tarpeellista teettää kuntoarvio rakennukselle tai vaurioituneelle rakenneosalle. Selkeissä ja vähillä toimenpiteillä selvittävässä tapauksissa saatetaan pystyä jo kuntoarvion pohjalta teettämään tarvittavat korjaussuunnitelmat. Teknisen käyttöiän lopussa olevissa ja merkittäviä korjaustoimenpiteitä vaativissa rakenteissa on syytä teettää kuntotutkimus vaurioiden laajuuden selvittämiseksi sekä korjaussuunnitelmien lähtötiedoksi. Mikäli parvekkeet todetaan purkukuntoisiksi jo kuntoarvion perusteella tai parvekkeet halutaan uusia muista syistä ei laajan kuntotutkimuksen teettäminen ole välttämätöntä.

3.2.1 Julkisivujen ja parvekkeiden kuntoarvio

Kuntoarvioiden teettäminen noin viiden vuoden välein kuuluu suunnitelmalliseen kunnossapitoon kiinteistöissä. (Lappalainen 2012, 12). Valkeamäen toteuttamien taloyhtiöiden kiinteistöjen kuntoarvioiden perusteella ei useassa 1960–1990-luvun taloyhtiössä ole lainkaan teetetty rakennuksen kuntoarvioita tai tehdyistä arvioista ei ole raporttia tallessa (Valkeamäki 2023).

Julkisivujen ja parvekkeiden osalta kuntoarviossa selvitetään rakenteen kunto ja siinä esiintyvät mahdolliset vauriot pääasiassa aistinvaraisin, kokemuseräisin ja ainetta rikkomattomin menetelmin. Kuntoarvion perusteella voidaan laatia tarvittaessa korjaussuunnitelma tai tehdä päätös kuntotutkimuksesta. Julkisivujen ja parvekkeiden vauriot ovat kuitenkin usein sellaisia, että niitä ei voida havaita kuntoarvion menetelmin, jolloin tarvitaan tarkempia kuntotutkimuksia. (RT 82-10603 Julkisivun korjaustarpeen arviointi 1996).

Erityisesti vanhoissa rakenteissa pelkästään kuntoarvion pohjalta tehdyissä korjaussuunnitelmissa on riski yli- tai alikorjaamiselle. Mikäli korjauksessa ei osata ottaa huomioon piileviä vaurioita tai korjausta ei suoriteta tarvittavassa laajuudessa, saattaa korjauksen antama käyttöikä jäädä hyvinkin lyhyeksi. Ilman riittäviä tutkimuksia saatetaan myös todeta rakenne huonompikuntoiseksi mitä se on ja tehdään liiallisia toimenpiteitä, kun vaihtoehtona olisi kevyemmät ja edullisemmat toimenpiteet, joilla saavutettaisiin rakenteelle merkittävästi lisää käyttöikää.

3.2.1 Julkisivujen ja parvekkeiden kuntotutkimus

Julkisivujen ja parvekkeiden vaurioita ei usein pystytä havaitsemaan kuntoarvion keinoin ilman rakenteiden tarkempia kuntotutkimuksia. Ennen suurempiin korjauksiin ryhtymistä on kuntotutkimuksella erityisen tärkeä rooli korjausmenetelmän valinnassa ja korjausten laajuutta koskevassa päätöksessä (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 7). Kuntotutkimuksen tavoitteena on tuottaa luotettavaa mittauksiin perustuvaa tietoa rakenteiden kunnosta ja turmeltumisil-

miöistä (RT 82-10603 Julkisivun korjaustarpeen arviointi 1996). Kuntotutkimuksessa kootaan rakenteen yleiset tausta- ja historiatiedot sekä toteutetaan rakennosien tarkastus, kenttäkokeet ja otetaan tarvittavat näytteet (Lappalainen 2012, 16). Kuntotutkimus on suositeltava teettää betonirakenteille noin 15-vuoden iässä tai viimeistään, kun rakenteessa esiintyy näkyviä vaurioita (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016).

Kuntotutkimuksissa on oleellista selvittää oikeita ja oleellisia asioita tutkimuksen tavoitteiden mukaisesti. Tutkittavat asiat on selvitettävä riittävän laajoilla otoksilla ja riittävän tarkkoilla menetelmillä. Tutkimuksen sisältö määräytyy kohdekohtaisesti rakennusten ominaisuuksien mukaan. Sisältöä määrittäviä ominaisuuksia ovat rakennetyypit, materiaalit, rasitusolosuhteet sekä jo näkyvät vauriot. Tutkimusten alussa tulisi kerätä riittävästi tietoja yksinkertaisilla ja edullisilla menetelmillä, jotta osataan suunnata kalliimmat tutkimusmenetelmät, kuten näytteiden otto järkevästi. (BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 56-59).

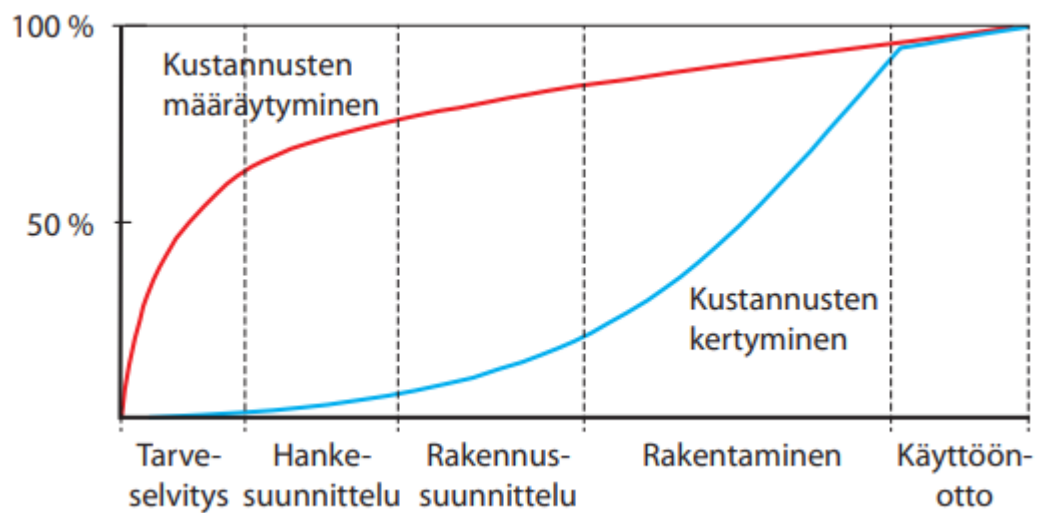
Saneeraustarve rakenteille määräytyy pääosin niiden kunnon perusteella ja kuntotutkimuksen tuloksissa esitetään yleensä suositeltavat korjaustavat. Tarkasteltavissa korjaustavoissa on hyvä ottaa huomioon myös parvekkeiden uusimisten tuomat mahdollisuudet, kuten pitkä käyttöikä ja asumisviihtyvyyden parantaminen.

3.3 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelun päämääränä on tuottaa toteuttamiskelpoisia saneerausvaihtoehtoja, joiden pohjalta osakkaat voivat tehdä valintansa luotettavasti (Lappalainen 2012, 17). Onnistuneen saneeraushankkeen kustannusten kannalta hankevaihe on erittäin olennainen asia. Kustannukset saneeraushankkeissa muodostuvat pääosin rakentamisvaiheessa, mutta ne määräytyvät lähes kokonaan hankesuunnitteluvaiheessa ja tätä on havainnollistettu kuviossa 6. Hankesuunnittelun tavoitteena on muodostaa hankesuunnitelma. Hankesuunnitteluvaiheen tuloksena on investointipäätös ja suunnitteluvaiheen aloittamispäätös, jotka asunto-osakeyhtiössä on usein hyväksyttävä yhtiökokouksessa. (KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu 2016, 6).

Hankesuunnitteluvaiheessa saneeraushankkeelle asetetaan vähintään seuraavat tavoitteet:

- korjauksen laajuus
- korjausratkaisun toimivuus
- korjausratkaisun laatu
- kustannukset
- hankkeen ajoitus
- korjatun rakenteen ylläpito. (KH 90-00593 asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu 2016, 1).



KUVIO 6. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen rakennushankkeissa (KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu, 2016).

3.3.1 Hankesuunnittelun organisointi

Maankäyttö ja rakennuslain mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että hänellä on hankkeen toteuttamiseksi riittävät edellytykset hankkeen vaativuus huomioon ottaen (MRL 1999/132). Taloyhtiön on tarvittaessa hankittava huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi riittävää asiantuntemusta esimerkiksi työ- ja konsulttisopimuksin. Asunto-osakeyhtiöissä hallitus valitsee hankkeelle erillisen projektinjohtajan tai hankesuunnittelijan. Mikäli ei käytetä projektinjohtajaa, on hankesuunnittelijalla oltava riittävä rakennuttamisosaaminen. Vaativissa korjaushankkeissa, joihin voidaan myös parvekkeiden uusiminen luokitella, on erillisen projektinjohtajan hankkiminen suositeltavaa. Projektinjohtaja

hoitaa hankesuunnittelijoiden kartoituksen, tarjouspyyntö- ja sopimusasiakirjat sekä hankesuunnittelun ohjauksen ja valvonnan. (KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu 2016, 2-4). Taloudellisesti merkittävistä saneeraushankkeista päättäminen voi olla asunto-osakeyhtiöissä haastavaa, jolloin ulkopuolinen asiantuntija luo asiantuntemuksellaan varmuutta päätöksen tekoon (Jukkola 1997, 43).

Hankesuunnitteluvaiheessa on tärkeä harkita jo valmiiksi erilaisia toteutusvaihtoehtoja, jotta voidaan huomioida eri toteutusmuotojen tarjoamia mahdollisuuksia. (KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu 2016, 1). Edullisin korjausvaihtoehto ei välttämättä ole kuitenkaan taloudellisin vaihtoehto, vaan on huomioitava, että korjaus täyttää sille hankesuunnittelussa asetetut tavoitteet. Kustannusten vertailussa on syytä ottaa huomioon myös rakenneosan elinkaaren aikaiset huolto- ja korjauskustannukset. (Lappalainen 2012).

Hankesuunnittelun tarjouspyynnössä on syytä kiinnittää huomiota erityisesti toimeksiannon sisältöön, eli siinä on määriteltävä tarkasti tehtävät, mitkä halutaan hankesuunnittelijan tarjoavan tarjouksessaan (KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu 2016, 4). Mikäli parvekesaneerauksissa halutaan selvittää vaihtoehtoisia toteutusmenetelmiä ja niiden tuomia etuja on syytä sisällyttää selvitystyö hankesuunnittelijan tarjouspyyntöön tai selvittää asia ennen tarjouspyyntöjen lähettämistä. Tässä työssä käytetyissä jo toteutetuissa parvekkeiden uusimishankkeissa vaihtoehtoinen korjaustapa oli valittu pääsääntöisesti sen edullisen kokonaishinnan vuoksi. Kyseisissä hankkeissa oli hankevaiheessa toteutus suunniteltu parvekkeiden valukorjauksena, mutta urakkakilpailuvaiheessa oli pyydetty myös vaihtoehtoisia tarjouksia moduuliparvekevalmistajilta.

3.3.2 Hankesuunnittelutyö

Valittu hankesuunnittelija kokoaa tarvittavat perustiedot ja selvitykset ja tekee tai teettää tarvittaessa lisäselvityksiä, kuten kuntotutkimuksia. Hankesuunnittelijan on otettava huomioon tilaajan asettamat tavoitteet ja viranomaisten vaatimukset.

Hankesuunnittelutyöhön kuuluu tyypillisesti seuraavat vaiheet:

- kiinteistön perustietojen kokoaminen, ominaisuuksien ja erityispiirteiden selvitys
- nykytilan ja korjaustarpeen toteaminen
- vaihtoehtojen selvitys
- tarvittavien lisätutkimusten teettäminen
- riskianalyyysien laadinta
- alustavan hankeaikataulun ja hankekustannus- tai elinkaarikustannusarvion toteutus
- alustava selvitys ja vertailu toteutusmuodoista
- tarvittaessa alustava verosuunnittelu sekä rahoitusvaihtoehtojen ja avustusten selvitystyö. (KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu 2016, 5).

3.3.3 Korjausperiaatteen valinta

Korjausperiaatteen valinta tulee ottaa huomioon jo hankevaiheessa, jotta osataan huomioida kaikki tekniset ja kelpoiset vaihtoehdot, joilla päästään haluttuun ratkaisuun. Korjausperiaatteen lopullinen valinta on usein usean tekijän kompromissi. Lopulliseen valintaan vaikuttavat monet tekijät, jotka ovat tapauskohtaisia. Alla lueteltuna tyypillisessä parveke- ja julkisivu hankkeessa korjausperiaatteen valintaan vaikuttavia tekijöitä:

- Tekniset seikat:
 - rakenteellinen turvallisuus ja varmuus
 - vauriotilanne ja sen aiheuttama korjaustarve
 - tulevien vaurioitumismekanismien suojaustarve
 - korjaustavan kyky poistaa ongelmat ja vauriot
 - työtekniinen toteutettavuus
 - onnistumiseen liittyvät riskit
- Taloudelliset ja muut arvoon vaikuttavat seikat:
 - kunnostetun rakenteen uusi käyttöikä
 - saneeraus- ja korjauskustannukset
 - ylläpito- ja käyttökustannukset
 - energiatehokkuuteen vaikuttavat tekijät

- ulkonäköön ja arkkitehtuuriin vaikuttavat tekijät
 - korjaustyön aikaiset haitat kohteen käytölle
 - ympäristöystävällisyys
 - toiminnalliset vaikutukset.
- Yhteiskunnalliset seikat:
- vaikutus ympäristöön, esimerkiksi kaupunkikuvaan
 - rajoitukset kaavamääräyksissä
 - rakennushistoriallinen suojelutarve ja suojelupäätökset. (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016, 15-16).

Parvekkeiden uusimisen käsittävissä hankkeissa hankesuunnitteluvaiheessa korjausperiaatteen valinnalla on merkitystä, jos lopulta päädytään valitsemaan vaihtoehtoinen toteutusmenetelmä perinteiselle uudelleen valamalla toteutettuihin parvekkeisiin verrattaessa. Uusittaessa parvekkeet esimerkiksi valmisparvekkeilla sisältyy rakennesuunnittelu usein parveketoimittajan tuotesakauppaan. Tässä työssä käytetyissä moduuliparvekkeilla toteutetuissa esimerkkikohteissa oli kohteet suunniteltu pääsääntöisesti aluksi parvekkeiden uudelleen toteutuksena valukorjauksena ja otettu saneeraustyön kilpailutuksessa mukaan vaihtoehtoinen tarjous moduuliparvekevalmistajilta. Kustannukset valukorjausten rakennesuunnittelusta olisi pystytty säästämään tekemällä riittävät esiselvitykset hankevaiheessa ja valitsemalla korjausmenetelmäksi valmisparvekkeet jo ennen urakan suunnittelu- ja kilpailutusvaihetta. Esiselvitysten tekemistä haastaa vielä tällä hetkellä kuitenkin valmisparvekkeista ja niiden kustannuksista vähäisesti saatavilla oleva tieto. Varmin tapa saada saneerattavalle kohteelle edullisin ratkaisu on kilpailuttaa parvekkeet perinteisillä menetelmillä ja ottaa vertailutarjous valmisparvekkeista.

Parvekkeiden kannatusmenetelmän tai rakenteen muutostyön valinnan yhteydessä tulee tiedostaa ulkonäköön vaikuttavat ja sitä rajoittavat tekijät, kuten kaava- tai suojelumääräykset. Ulokeparvekkeiden vaihtamisella itsekantaviksi tai ripustetuiksi järjestelmiksi voidaan saavuttaa useita hyötyjä käytön kannalta, kuten parvekkeiden merkittävä koon kasvattaminen. Mikäli parvekkeiden kokoa halutaan kasvattaa, on hyvä huomioida se jo hankesuunnittelun alussa, jolloin saadaan rajattua pois menetelmät, jotka eivät sovellu parvekkeiden laajentamiseen.

3.4 Korjaussuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa kaavailut korjaukset täsmennetään suunnitteluvaiheessa. Suunnittelun keskeisimpänä tavoitteena on määrittellä korjausratkaisu ja esitellä ratkaisuvaihtoehdot tilaajan hyväksyttäväksi. (Jukkola 1997, 44, 47). Laadittavien suunnitelma-asiakirjojen keskeisimpänä tavoitteena on määrittellä mahdollisimman yksikäsitteisesti ja selkeästi hankkeen sisältö määrällisesti sekä laadullisesti. Hyvin laadittujen suunnitelma-asiakirjojen avulla korjaustyö saadaan hinnoiteltua mahdollisimman tarkasti sekä suoritettua halutulla laatutasolla. (BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016, 18). Parvekkeiden uusivissa saneerausprojekteissa on oltava pääsuunnittelija, joka vastaa suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta. Pääsuunnittelijan huolehdittavana on, että rakennesuunnitelmat ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, jonka avulla rakentamista koskevat säännökset ja määräykset sekä hyvän rakentamistavan mukaiset vaatimukset täyttyvät koko hankkeen ajan (MRL 1999/132, §120 a). Pääsääntöisesti hankkeissa rakennussuunnittelija toimii myös pääsuunnittelijana.

Julkisivujen korjaushankkeissa yleisesti käytetyt suunnittelun toteutusmuodot ovat suunnittelu rakennuttajalla tai tuoteosakauppa. Perinteinen tapa julkisivukorjaushankkeissa on teettää suunnitelmat tilaajan toimesta, jossa suunnittelijat sekä muut asiantuntijat ovat sopimussuhteessa suoraan tilaajan kanssa. Tuoteosakaupassa suunnittelu kuuluu osana toimitettavaan korjausjärjestelmään ja tilaajalla ei ole merkittävästi mahdollisuuksia vaikuttaa suunnittelun sisältöön tai suunnittelijoiden valintaan. (Haukijärvi & Lod, 2005). Vaihtoehtoisissa parvekkeiden uusivissa saneerausmenetelmissä, kuten moduuliparvekkeissa on valmistajilla omat patentoidut detajit ja valmistusmenetelmät, jonka vuoksi tuoteosakauppa on yleisin tapa toimia kyseisissä hankkeissa. Tuoteosakaupalla toteutettavissa valmisparvekehankkeissa on haastavaa vertailla tarjouksia, sillä niiden sisältö ei ole todennäköisesti yhdenmukainen ja helposti vertailtavissa. Tilaajan on syytä hankkia oma tekninen asiantuntija tuoteosakaupan suunnittelun ja toteutuksen valvontaan sekä kaupan ulkopuolelle jäävien korjausten suunnitteluun ja yhteensovittamiseen.

3.4.1 Rakennussuunnittelijan tehtävät

Korjaussuunnitelmat tulee laatia niin että, niillä voidaan osoittaa suunnittelulle ja rakentamiselle asetettujen säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimusten täytyminen. Rakennussuunnitelmien tulee sisältää rakennuksen pääpiirustukset, kuten asemapiirros, pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirustukset. Rakennussuunnittelijan huolehdittavana on, että hänellä on käytössä suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot. (MRL 1999/132, §120, 120b). Parvekkeiden uusiminen vaihtoehtoisilla saneerausmenetelmillä vaikuttaa usein rakennuksen ulkonäköön. Ulkonäkömuutosten onnistumisessa osaavalla rakennussuunnittelijalla on merkittävä. Asiantunteva rakennussuunnittelija varmistaa toimivat, ympäristöön ja rakennuksen ulkonäköön sopivat ratkaisut (Lappalainen 2012, 17).

Rakennussuunnittelijan keskeiset lakisäätteiset tehtävät ovat:

- vastata rakennussuunnitelmasta, joka sisältää pääpiirustukset, kuten asemapiirros, pohja-, leikkaus ja julkisivupiirustukset sekä muut tarpeelliset erityissuunnitelmat laskelmat ja selvitykset
- täyttää rakentamista koskevien määräysten ja säännösten sekä hyvän rakentamistavan vaatimukset rakennussuunnitelmissa
- huolehtia että käytössä on kaikki tarvittavat lähtötiedot
- rakennusluvan hakeminen kirjallisesti rakennusvalvontaviranomaiselta
- huolehtia lupa-asiakirjojen ja erityissuunnitelmien ja selvitysten laatimisesta ja toimittamisesta rakennusvalvontaviranomaiselle yhteistyössä rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa (pääsuunnittelijan tehtävä)
- huolehtia lupapäätöksen jälkeen tehtyjen suunnitelmamuutosten yhteensovittamisesta ja muutosten edellyttämän luvan tai hyväksynnän hakemisesta
- liittää rakennuslupahakemukseen sisältyvät nimikirjoituksella varmennetut rakennussuunnitelmat ja pääpiirustukset
- rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laadinta rakennussuunnitelman sisällön osalta. (RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK 18 2020, 2).

3.4.2 Rakennesuunnittelijan tehtävät

Parvekkeen uusimishankkeissa rakennesuunnittelijan tehtävänä rakennusjärjestelmien tekninen suunnittelu. Rakennesuunnittelijoita saattaa olla hankkeessa useita, jolloin yksi nimetään vastaavaksi rakennesuunnittelijaksi. Kantavien rakenteiden uusimisessa on suunnittelijan oltava riittävän pätevä kyseisten rakenteiden suunnitteluun. Lähtökohtaisesti on hyvä olla rakennesuunnittelija jo hankevaiheessa mukana, jolloin rakennesuunnittelija osallistuu eri korjausvaihtojen tekniseen tarkasteluun. Hankevaiheessa rakennesuunnittelija arvioi eri toteutusvaihtoehtojen ominaisuuksia, toteutettavuutta ja soveltuvuutta kohteeseen. (Haukijärvi & Lod 2005, 5-6). Rakennesuunnittelija huolehtii suunnitelmissaan ratkaisujen oikeellisuudesta, kuten terveellisyyden, kestävyys, toiminnallisuuden, toteutettavuuden ja turvallisuuden suhteen (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo 2019, 2).

Tuoteosakaupassa parvekkeiden rakennesuunnittelu tulee yleensä parvekkeet toimittavalta yritykseltä tai heidän yhteistyökumppaniltansa. Tätä työtä varten toteutettujen moduuliparvekevalmistajien haastattelujen perusteella usealla valmistajalla tuoteosakauppa sisältää rakennesuunnittelun ainoastaan parvekkeen ja sen kantavuuden osalta. Valmistajat toimittavat rakennuttajalle liitosten kuorimitustiedot, jolloin rakennuttajan vastuulle jää selvittää liitosten toteutuskelpoisuus ja kestävyys sekä rakennusrungon soveltuvuus ja kestävyys kyseiselle ratkaisulle. Kyseisissä tapauksissa tilaajan on hankittava rakennesuunnittelija, joka vastaa parvekerakenteiden liitosten tai vanhojen kantavien rakenteiden kestävyysvarmistamisesta uudelle järjestelmälle. Osalla valmistajista myös liitosten suunnittelu kuuluu tuoteosakauppaan. (Manninen 2023; Matkala 2023; Karjalainen 2023). Tilaajan rakennesuunnittelija vastaa myös osassa projekteista liitosdetaljiikasta, kuten kynnysten toteuttamisesta. Kyseisellä menetelmällä toimiessa on hyvin tärkeää sopia suunnittelun rajapinnat sekä vastuut tarkasti, jotta rakenteisiin ja vastuukysymyksiin ei jää epäselvyyksiä.

Rakennesuunnittelijan tai rakennesuunnittelijoiden tehtävänä parvekkeiden uusimisen käsittävissä hankkeissa tyypillisesti on:

- Lähtötietojen hankinta
 - o rakennussuunnittelijan yleissuunnitelmien tavoitteidenmukaisuuden ja toteuttamiskelpoisuuden tarkastaminen
 - o toteutussuunnittelu, jonka tuloksena on hankintoja palvelevat suunnitelmat ja toteutusta palvelevat suunnitelmat riittävällä laajuudella sekä tarkkuudella, jolla rakennusosien laajuus, määrät, työtavat ja laatutaso voidaan määrittää
 - o valmisosatoimituksen rajojen ja rajapintojen toleranssien määrittäminen
 - o toteutuseritelmä ja mitoitusnormien määrittely
 - o yksityiskohtaiset reikä, varaus ja kuormitustietojen kasaus
 - o valmisosatoimituksen sopimusaikataulun ja toteutuksen vaatimusten laatiminen
 - o työturvallisuusvelvoitteet
- Tehtäväsuunnittelu
 - o aloituspalaverin pitäminen tilaajan ja valmisosatoimittajan kanssa
 - o tulostussuunnitelmien laadinta
 - o suunnitteluajataulun ja laadintaan ja yhteensovittamisen osallistuminen
 - o suunnitteluun tarvittavien lähtötietojen varmistaminen
 - o tietomallien käyttötavan ja laajuuden täsmentäminen
 - o tiedonsiirron pelisääntöjen ja menettelytapojen sopiminen
- Tuoteosasuunnitelmien laatiminen
 - o tuoteosasuunnitelmien laatiminen
 - o rakennelaskelmien laatiminen valitussa laajuudessa
 - o elementtien valmisosasuunnitelmien laatiminen
 - o valmisosatoimittajan kanssa toteutuseritelmän täydentäminen
 - o rakenteiden rakennusfysikaalisen toiminnan varmistaminen
 - o valmisosasuunnitelmien tavoitteidenmukaisuuden varmistaminen
 - o suunnitelmien toimittaminen vastaavan rakennesuunnittelijan hyväksyttäväksi ja rakennusvalvontaan toimitettaviksi
- Rakentamisen valmistelu

- valmiin elementin suunnitelman mukaisuuden todentamismenettelystä sopiminen
- tuotantolaitoksen tuotannon aloituskatselmukseen osallistuminen
- elementtien valmistussuunnitelmien hyväksyminen
- tuotantolaitoksen mallielementtikatselmuksiin osallistuminen
- asennussuunnitelman laatimiseen osallistuminen ja suunnitelman tarkastaminen
- asennustyön aloituspalaveriin osallistuminen
- valmisosasuunnittelijan asiantuntijatarkastustehtävät
- valmisosatoimituksen vastaanottoon liittyvät tehtävät
- mahdolliset täydentävät tehtävät, kuten tietomallin täydennys ja takuuajan tehtävät. (RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo 2019, Liite 3).

4 PARVEKERAKENTEEN UUSIVA SANEERAUS

4.1 Yleisimmin käytetyt uusivat saneerausmenetelmät Suomessa

4.1.1 Itsekantavat elementtiparvekkeet

Elementtirakenteisten itsekantavien parveketornien uusiminen betonielementeillä on kustannustehokkuuden ja rakenteen käytön kannalta yleinen vaihtoehto. Itsekantavien parvekejärjestelmien korvaaminen ulokeparvekkeilla tai erilaisilla ripustusjärjestelmillä on harvinaisempaa, sillä niiden toteutus on teknisesti vaativampaa (Haukijärvi 2005, 38). Elementtiparvekkeiden uusimisessa hyödynnetään nykyisin myös usein valmisparvekkeiden ja erilaisten järjestelmien yhdistelmien tuomia etuja huomattavasti useammin, kuin ulokeparvekkeiden uusimisessa. Suomesta löytyy useita kohteita, joissa alkuperäiset elementtiparvekkeet on korvattu kevyemmällä valmisparvekeratkaisuilla.

Uusittavat elementtirakenteiset parveketornit mukailevat hyvin usein vanhaa toteutusta nykymääräysten ja tietämyksen mukaisilla muutoksilla. Alkuperäiseen toteutukseen nähden muutoksia tulee erityisesti parvekkeen liitoksissa rakennuksen runkoon ja teräsbetonikaiteita korvataan usein muilla menetelmillä. Uudet betonirakenteiset itsekantavat parvekejärjestelmät eivät poikkea käytännössä uudisrakentamisesta, muuta kuin liitosten osalta (Haukijärvi 2005, 38). Liitoksissa uudisrakentamisessa käytettyjen valmisosien käyttö ei ole mahdollista ja tarvitaan erikoisvalmisteisia osia (Haukijärvi 2005, 16).

4.1.2 Paikallavaletut ja ulokeparvekkeet

Ulokeparvekkeissa yleisin tapa uusida rakenne on valaa teräsbetonista vanhaa rakennetta vastaava parveke ja vaihtoehtoisten menetelmien käyttö on verrattain vähäistä. Vanhan parvekkeen uusimisessa teräsbetonisilla valuparvekkeilla yleisesti pyritään säilyttämään vanhat kannatinteräkset, kuten I-palkit ja rataiskot ja tukemaan rakenne niihin. Mikäli vanhoja teräksiä ei ole tai niitä ei pystytä hyödyntämään parvekelataan liitokset rakennukseen on suunniteltava ja toteutettava

uudelleen. Harja- tai pyöröteräksillä vetoteräksillä toteutetuissa parvekkeissa tartunnat rakenteeseen lähtökotaisesti uusitaan kokonaan tai nykyisten rinnalle asennetaan lisäteräksiä injektoimalla harjateräkset kantaviin teräsbetonirakenteisiin. Ulokeparvekkeiden toteutus uudestaan valamalla vaatii lähes aina rakennustelineet purun ja valun ajaksi. Vanhat laatat puretaan lähtökohtaisesti piikkaamalla. Purkutöiden jälkeen uudet parvekelaatat muotitetaan ja asennetaan parvekkeen vaatima rauditus. Valutöiden jälkeen parvekkeiden on kuivuttava mahdollisen pinnoituksen asentamista varten.

4.2 Saneerauskohteen parvekkeiden uusiminen valmisparvekkeilla

Tässä työssä valmisparvekkeilla tarkoitetaan moduuli- ja järjestelmäparvekkeita, jotka valmistetaan tehdasvalmisteisena mahdollisimman pitkälle ja toimitetaan saneeraustyömaalle asennettavaksi. Kevytrakenteisten moduuli- ja järjestelmäparvekkeiden käyttö uudisrakentamisessa on yleistynyt, mutta korjausrakentamisessa kyseiset ratkaisut ovat vielä harvinaisempia erityisesti ulokeparvekkeissa. Työn tekijän havaintojen mukaan Ruotsissa valmisparvekkeiden käyttö saneerauksissa oli yleisempää kuin Suomessa. Vertailu Suomessa ja Ruotsissa toteutettiin arvioimalla saneerattujen parvekekohteiden toteutustapoja aluekierrosten avulla Växjössä, Tukholmassa, Helsingissä, Jyväskylässä ja Lahdessa. Ruotsissa on myös katukuvassa havaittavissa merkittävä määrä rakennuksia, joissa ei ole alkuperäisenä parvekkeita ja parvekkeet on toteutettu jälkikäteen kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla.

Moduuli- ja järjestelmäparvekkeissa käytetyt materiaalit ja kannatusmenetelmät vaihtelevat valmistajan mukaan. Valmisparvekkeita toteutetaan esimerkiksi teräksestä- puusta ja betonista sekä näiden materiaalin yhdistelminä. Suomessa saatavilla on työn tekijän selvitysten mukaan ainakin seuraavia kevytrakenteisiä parvekejärjestelmiä:

- parvekejärjestelmät sekä kevytparvekkeet teräs- ja teräsbetoni- kuitubetonirakentein LO Rakenne Oy
- modulaariset teräskannatellut parvekkeet betonilaatalla Balcone OY
- parvekejärjestelmät teräsrungeilla ja teräsbetonilaatoin Balco Oy
- ultrakorkealujuusbetonista valmistetut parvekkeet Hi-Con A/S

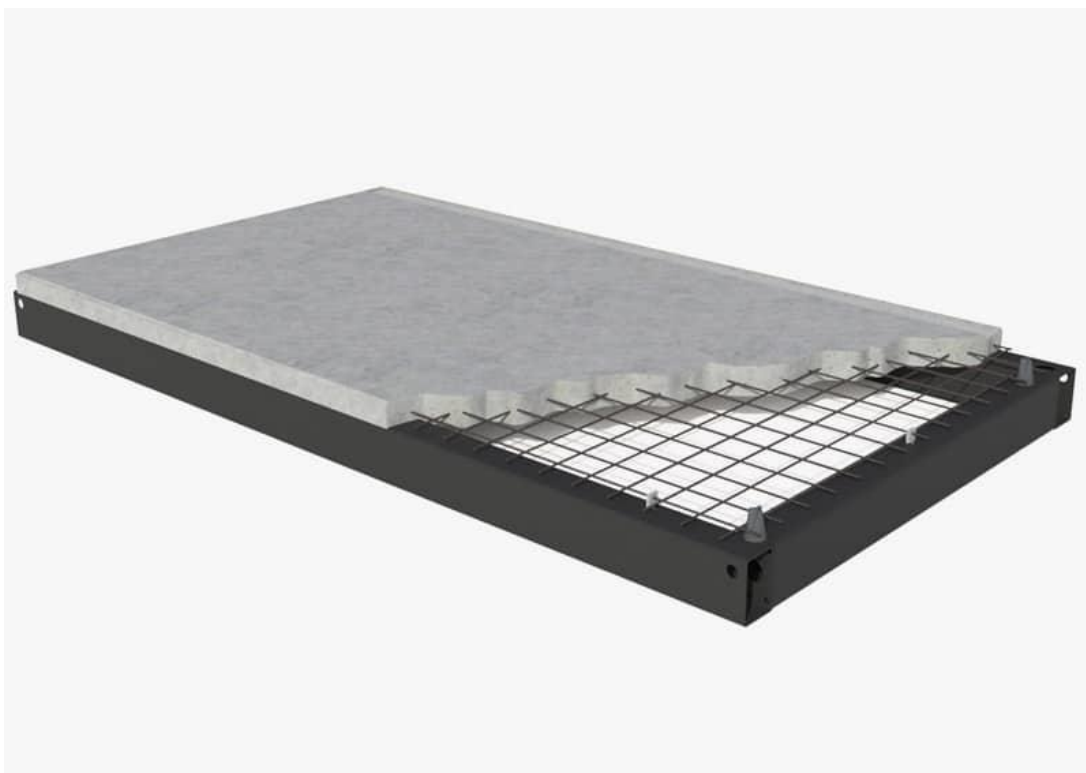
- puuparvekejärjestelmät Woodia Oy
- teräsrunkoiset valmisparvekkeet CM-Rakentajat Oy
- modulaariset teräsparvekkeet Aurora Look Oy.

4.2.1 Metallirunkoiset parvekkeet

Valmisparvekkeiden kantavat rakenteet ovat usein teräsrakenteisia. Metallirunkoisten parvekkeiden kannatusjärjestelmiä on:

- itsekantavat parveketornit
- osittain itsekantavat parvekkeet
- ripustetut parvekkeet
- sivusta kannatetut parvekkeet
- ulokeparvekkeet (Haukijärvi 2005, 25).

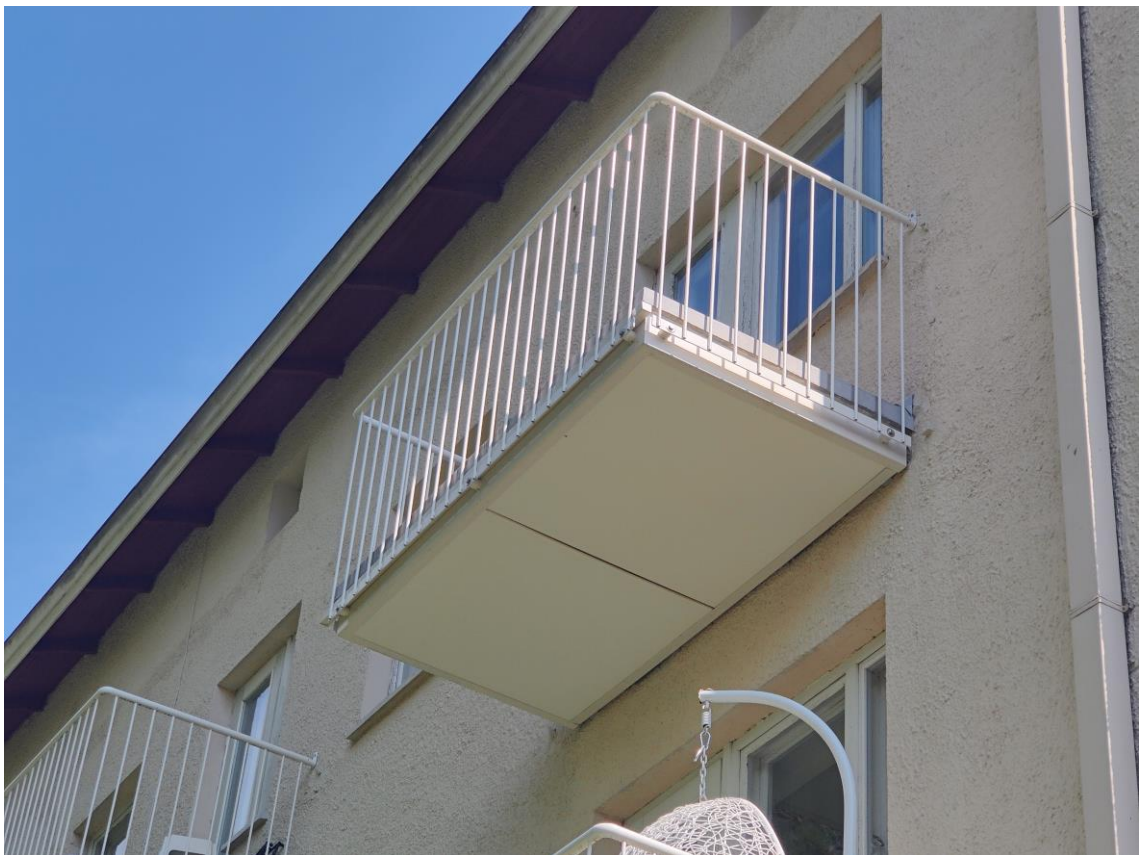
Metallirunkoiset parvekkeet ovat lähtökohtaisesti teräsbetoniparvekkeita kevyempiä, jolloin niistä aiheutuvat kuormat rakennukselle ovat myös pienempiä (Haukijärvi 2005, 39). Esimerkiksi LO Rakenne Oy:n valmistamat Frame-parvekkeet painavat noin 1–2 kN/m² ja BalcOne Oy:n valmistamat parvekkeet painavat noin 1,5–2,5 kN/m². Vertailukohtana käytettäessä 150 millimetriä paksua teräsbetonilaatta, joka painaa noin 3,75 kN/m² on esimerkkinä käytettyjen parvekkeiden oma paino noin 27–67 % teräsbetonirakenteesta. Teräsrunkoisten valmisparvekkeiden laatat on toteutettu tyypillisesti teräsbetonista tai kuitubetonista, mutta myös muut rakenteet ovat mahdollisia. Kuvassa 15 on esitetty rakenne Balco Oy:n valmistamasta teräsrunkoisesta parvekkeesta, jossa laatta on 70 mm vahva teräsbetonilaatta ja parvekkeen runko on sinkittyä ja jauhemaalattua teräsprofiilia (Balco Oy 2023).



KUVA 15 Balco Oy:n parveketyyppi metallirunkoisesta valmisparvekkeesta teräsbetonilaatalla (Balco Oy 2023).

Teräsparvekkeissa käytettävä teräs on pääsääntöisesti sinkittyä rakenneterästä, jonka lujuus valitaan kuormitusten perusteella (Haukijärvi 2005, 40). Vaihtoehtoisesti osalla valmistajista parvekkeen runkorakenteet on toteutettu ruostumattomasta teräksestä. Ruostumattoman teräksen käytöllä saavutetaan rakenteelle erityisesti huoltovapautta, sillä niiden huoltomaalaukselle on tarve vain mahdollisten esteettisten tekijöiden takia. Sinkittyjen ja maalattujen parvekerakenteiden huoltomaalaus väli on 10–20 vuotta (RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot 2008). Lisäksi ruostumattoman teräksen avulla vältetään asennusaikaisten kolhujen aiheuttamat mahdolliset korroosioauriot. Valmisparvekkeiden parvekerakenteissa käytetään usein rungossa avoprofiileja, joiden sinkittävyys on helpompaa ja liitostekniikka on yksinkertaisempaa. Dimensiot ja ainevahvuudet mitoitetaan aina kuormitustilanteen mukaisesti. Käytettävien terästen ja kiinnikkeiden tulee olla vähintään kuumasinkittyjä. Uusien lämmöneristeen läpimenevien kiinnikkeiden tulee olla valmistettu ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä (Haukijärvi 2005, 27).

Teräsrunkoisten parvekkeiden alapintaan tulee usein levytys, jonka avulla parveke saadaan muistuttamaan massiivirakenteista parvekettä. Teräsrunkoiset parvekkeet saadaan ulkonäöllisesti usein muistuttamaan hyvin lähelle vanhoja parvekkeita, jolloin niitä voidaan käyttää useassa kohteessa muuttamatta julkisivun ulkonäköä merkittävästi. Kuvassa 16 on esitetty Balcone Oy:n valmistama teräsrunkoinen ulokeparveke, jossa kantavat teräsrakenteet on peitetty alapintaan asennetulla levytyksellä. Kyseisessä levyssä on jätetty sauma työteknisistä syistä, mutta ulkonäköä saataisiin parannettua yhtenäisellä levyllä tai piilottamalla sauma esimerkiksi elastisen massauksen avulla.



KUVA 16. Balcone Oy:n valmistama teräsrunkoinen ulokeparveke, jossa alapinnassa levytys peittää teräsrakenteet (Valkeamäki 2023).

Teräsrunkoiset parvekkeet soveltuvat keveytensä ansiosta hyvin kohteisiin, missä toteutetaan uusia parvekkeita rakennuksiin, joissa ei ennestään ole ollut parvekkeita. Esimerkiksi Ruotsissa Tukholman alueella on merkittävä määrä kohteita, joissa on toteutettu uusia teräsrunkoisia parvekkeita olemassa oleviin rakennuksiin, joissa ei ennestään ole ollut parvekkeita. Kuvassa 17 on esitetty

kohte, jossa Tukholmassa osoitteessa Bergsundsgatan 13 on toteutettu teräsrunkoiset valmisparvekkeet vuonna 1930 valmistuneeseen rakennukseen, missä ei alkuperäisesti ole ollut parvekkeita. Kohteen kaikkia parvekkeita ei ole toteutettu samaan aikaan, vaan ne toteutettiin useina eri ajankohtina vuosien 2009–2017 välissä. Parvekkeet toteutettiin ripustettuna olemassa olevasta rakennusrungosta ja oviaukot on toteutettu alkuperäisten ikkuna-aukkojen kohdille. Uusien parvekkeiden toteuttamisessa on huomioitava rakenteille aiheutuvat kuormitukset ja selvittävää rakenteiden kestävyys kuormituksia vastaan.



KUVA 17. Tukholmassa osoitteessa Bergsundsgatan 13 toteutettuja teräsrunkoisia parvekkeita (Valkeamäki 2022).

4.2.2 Ultrakorkealujuusbetoniset parvekkeet

Ultrakorkealujuusbetoni (UHPC) on betonityyppi, joka erottuu tavallisesta ja korkealujuusbetonista suuren puristuslujuutensa takia. Ultrakorkealujuusbetonin tyypillinen puristuslujuus on 130–200 MPa. Ultrakorkealujuusbetoni mahdollistaa

erityisen hoikat ja kevyet parvekerakenteet. Keveyden ansiosta työmaalla tarvittava nostokalusto voi olla pienempää ja parvekkeet saadaan asennettua ilman väliaikaisen tuennan tarvetta. (CRC Technology/BA, 2017). Ultrakorkealujuusbetonista valmistettujen parvekkeiden aiheuttamat kuormitukset rasiutukset rakennuksen runkoon ovat tavallisia teräsbetoniparvekkeita huomattavasti pienemmät, jolloin esimerkiksi saneerauskohteissa parvekkeiden koon kasvattaminen saattaa olla mahdollista vahvistamatta alkuperäisiä runkorakenteita. Hi-Conin ultrakorkealujuus betonille luvataan myös pitkä 100-vuoden käyttöikä ja vähäinen huoltotarve.

Hi-Conin valmistamien ultrakorkealujuusbetonisten parvekkeiden valmistuksessa käytetään tiivistä teräskuiduilla vahvistettua betonia. Teräskuidut ovat betonissa vain toissijaisena raudoituksena halkeilun hallitsemiseksi. Elementeissä on perinteiset raudoitusteräket rakenteen kantavuuden takaamiseksi. Ultrakorkealujuusbetonilla valmistetuissa parvekkeissa terästen vaatima suojaetäisyys saadaan minimoitua betonin tiiviin rakenteen vuoksi, eikä kyseinen rakenne tarvitse erillistä vedeneristettä. Ultrakorkealujuusbetonissa ei ole kapillaarista huokoisuutta, minkä ansiosta sen vedenläpäisevyys on hyvin alhainen. Testeissä Hi-Conin käyttämälle ultrakorkealujuusbetonille on saavutettu 100-vuoden käyttöikä jopa 10 mm betonipeitevahvuudella. (CRC Technology/BA, 2017).

Ultrakorkealujuusbetonista valmistettuja parvekkeita voidaan kannatella vastavilla menetelmillä kuin perinteisiä betoniparvekkeita. Kyseisille parvekkeille soveltuvia kannatustapoja ja -menetelmiä ovat:

- ulokeparvekkeet
- ripustetut parvekkeet
- parveketornit
- osittain itsekantavat parvekkeet
- sivusta kannatetut parvekkeet. (CRC Technology/BA, 2017).

4.2.3 Puuparvekkeet

Markkinoilla olevien puurunkoisten valmisparvekkeiden kannatus on toteutettu ripustetuilla tilaelementeillä, ulokeparvekkeina tai itsekantavina parveketorneina.

Puurakenteiset parvekkeet ovat merkittävästi betonirakenteisia parvekkeita kevyempiä, esimerkiksi Woodia Oy: n valmistamien parvekkeiden paino on 1/5 betonirakenteisesta parvekkeesta (Woodia Oy 2023).

Puurakenteisena parvekkeen toteuttamisessa on haasteena rakenteen palosuojaus. Ilman automaattista sammutuslaitteistoa varustetun parvekkeen pintaluokka tulisi olla B-s2, d0, ja puurakenteet kuuluvat lähtökohtaisesti pintaluokkaan D. Puu saadaan maalattua palosuojamaaleilla pintaluokkaan B-s2, d0, mutta käytettävissä olevat maalit vaativat teollista käsittelyä tai koulutettuja palosuojakäsittelijöitä työmaalla. Vaihtoehtoinen menetelmä palosuojamaalaukselle on suojaverhoilla puuosat palonkestävällä levytyksellä, mutta levytyksen haasteena on puurakenteen tuuletuksen järjestäminen. Woodia Oy: n valmistamat puuparvekkeet on valmistettu CLT-elementeistä, jotka on palonsuojakäsitelty.

4.2.4 Kustannukset

Menetelmien välisten kustannusvertailussa on haasteena valmisparvekkeita valmistavien yritysten omat järjestelmät ja suojellut valmistusmenetelmät. Valmistajilta haastavasti saatavien kustannusten vuoksi tässä työssä käytettiin valmisparvekkeilla jo toteutettua esimerkkikohdetta. Kustannusvertailua tehdessä havaittiin, että kustannukset määräytyvät kohdekohtaisesti ja kohteiden välillä on merkittäviä eroja kustannusten määräytymisessä. Esimerkkikohde esitetään tässä työssä vain havainnollistamaan mahdollisesti saavutettavia kustannushyötyjä. Valmisparvekkeet eivät välttämättä ole kaikissa tapauksissa perinteisiä menetelmiä edullisempia. Lopullisiin valmisparvekkeiden kustannuksiin vaikuttaa ainakin seuraavat tekijät:

- olemassa olevat ja säilytettävät rakenteet, rakennetyypit sekä niiden kunto
- parvekkeiden määrä, koko ja muoto
- uuden parvekkeen kannatustapa ja sen toteutettavuus
- parvekkeiden varastointitila työmaalla
- nostokaluston koko työmaalla
- rakenteiden lisätuntojen tarve
- rakennuksen sijainti ja tontin koko
- parvekkeiden purkumenetelmä.

Esimerkkikohteena toimi Jyväskylässä sijaitseva kolmikerroksinen kerrostalo, joka on rakennettu vuonna 1949. Kohteessa saneerattiin 27 kappaletta ulokeparvekkeita, joiden leveys on noin 2,3 m ja syvyys noin 1,2 m. Urakka kilpailutettiin ja toteutettiin vuonna 2019. Toteutustavaksi valittiin lopulta valmisparvekkeet, joissa ankkuroitiin uudet ulokkeena toimivat teräspalkit vanhojen parvekkeiden sahauskohtaan. Uudet parvekkeet olivat teräsrunkoiset ja parvekelaattana toimi noin 80 mm teräsbetoniaatta Parvekkeet oli varustettu teräskaitteella. Kohteen parvekesaneeraus kilpailutettiin perinteisellä menetelmällä suunnitteleamalla alkuperäisen kaltaiset teräsbetoniset valuparvekkeet ja lisäksi otettiin vertaileva tarjous moduuliparvekevalmistajalta. Esimerkkikohteen edullisin perinteisellä menetelmällä toteutettava tarjous oli noin 315 000 euroa (sis. alv. 24 %) ja keskiarvo perinteisen menetelmän saadussa neljässä tarjouksessa oli 336 000 euroa (sis. alv. 24 %). Valmisparvekkeilla tuoteosatoimituksena parvekkeiden lopullinen kustannus jäi noin 230 000 euroon (sis. alv. 24 %). Kyseisessä kohteessa valmisparvekkeiden lopulliset kustannukset olivat noin 73 % edullisimmasta valumenetelmällä toteutettavasta tarjouksesta.

4.3 Valmisparvekkeiden rakennesuunnittelu

Valmisparvekkeissa vanhat rakenteet puretaan ja uudet rakenteet asennetaan valmistajien järjestelmien varaan itsekantavina tai vaihtoehtoisesti ne kannatellaan rakennuksen rungosta. Parvekejärjestelmiin liittyy paljon valmistajakohtaisia vakio-osia ja vakiorakenneratkaisuita (Haukijärvi 2005, 25). Järjestelmäkohtaisten ratkaisujen vuoksi kyseisellä menetelmällä saneerattaessa on hankevaiheessa kohteen rakennesuunnittelijan mahdotonta suunnitella järjestelmiä etukäteen. Järjestelmät toimitetaan lähes aina tuoteosakauppana, jolloin suunnittelu kuuluu parvekkeet valmistavalle yritykselle tai heidän yhteistyökumppanillensa. Valmisparvekkeita valmistavilla yrityksillä suunnittelun laajuus vaihtelee, mutta usein rajapinta menee ulkoseinän ulkopinnassa, jolloin kohteen rakennesuunnittelijan vastuulle jää uuden liitoksen tarkastelu ja mitoitus rakennuksen runkoon. Vanhojen rataakiskojen ja I-palkkien mitoitus kuuluu paikoin myös kohteen rakennesuunnittelijalle.

4.3.1 Lähtötietojen hankinta

Projektin onnistumisen sekä kustannusten kannalta valmisparvekeprojekteissa on tärkeää selvittää hyvissä ajoin lähtötiedot ja olemassa olevat rakenteet riittäväällä tarkkuudella. Olennainen tieto parvekkeiden asentamisen kannalta on selvittää nykyiset rakenteet ja uusien parvekkeiden liittäminen niihin. Mikäli rakenteita ei saada riittävän tarkasti selville alkuperäisten rakennepiirustusten tai kunnottotutkimustietojen perusteella on kohteessa toteutettava tarvittaessa rakenteen skannauksia, koeporauksia sekä rakenneavauksia. Riittämätön tieto rakenteista saattaa johtaa merkittäviin lisäkustannuksiin ja saneerausaikataulun venymiseen urakan aikana. Alustava tieto valmisparvekkeiden kannatusmenetelmästä on hyvä olla selvillä jo hankesuunnitteluvaiheessa valmisparvekkeiden tarjouspyyntöjä tiedustellessa. Valittu kannatusmenetelmä voi vaikuttaa myös parvekkeiden ulkonäköön esimerkiksi, jos olemassa olevat ulokeparvekkeet korvataan ripustetuilla parvekkeilla tai itsekantavilla parvekejärjestelmillä. Kohteen rakennesuunnittelijan on hyvä tutkia etukäteen parvekekiinnitysten kylmäsiltojen aiheuttamia riskejä ja tarvittaessa pyytää urakoitsijoilta tarjous liitoskohtien toteutus sisältäen kylmäkatkot esimerkiksi valmiskiinnikkeiden avulla.

4.3.2 Purkusuunnittelu

Rakennesuunnittelijan on laadittava kohteen parvekkeiden purkamisesta purkutyöselostus ja sitä täydentävät piirustukset. Purkutyösuunnitelman perusteella urakoitsija laatii kohteesta purkutyösuunnitelman, joka hyväksytetään tilaajalla. Purkutyösuunnitelma on yleisesti hyvä esitellä kohteen rakennesuunnittelijalle. (Haukijärvi 2005, 11).

Parvekkeiden purkusuunnittelussa on tärkeää selvittää olemassa olevan rakenteen staattinen toimintamalli ja käytetyt materiaalit. Vaihtoehtoina on purkaa rakenne kokonaisuina tai purkaa rakenne piikkausmenetelmällä. Elementtirakenteiden purussa tyypillisesti piikataan teräksiset liitososat esiin ja puretaan rakenne kokonaisuina elementti kerrallaan. Elementtiparvekkeiden purkujärjestys ja purkutyön aikainen tuenta on suunniteltava aina tapauskohtaisesti. Lähtökohtana on,

että ennen parvekelaatan purkamista tuetaan alapuoleiset pielet ja pilarit väliaikaisesti. Kantavat pilarit ja pielet puretaan vasta niiden kannatteleman rakenneosan purun jälkeen. (Haukijärvi 2005, 8,9).

Paikallavaluparvekkeissa vaihtoehtoina on piikata rakenne paikan päällä tai purkaa kokonaisuena sahaamalla rakenne irti. Paikallavaluparvekkeissa purkutavan valintaan vaikuttaa myös valittu tuleva uusi parvekerakenne sekä sen kannatusmenetelmä. Uuden parvekerakenteen suunnittelun yhteydessä on selvitettävä voidaanko vanhan rakenteen kannatinteräksiä hyödyntää. Riittävän hyväkuntoiset I-palkit ja rataiskot pystytään todennäköisesti hyödyntämään tulevassa rakenteessa. Vanhojen harja- ja pyöröterästankojen hyödyntäminen uudessa rakenteessa on usein riskialtista, sillä teräsiin syntyy purkamisen yhteydessä usein pysyviä muodonmuutoksia. (Haukijärvi 2005, 8-9,20). Muodonmuutoksia rakenteessa oleviin teräsiin tulee tyypillisesti purkutyön ja jälleenrakennuksen yhteydessä, kun terästankoja taivutetaan pois tieltä eri työvaiheissa. Mikäli kannatinteräkset vanhat kannatinteräkset hyödynnetään, on parvekkeet purettava piikkaamalla.

Purkutyöselostuksen vähimmäisisältö yleisesti:

- kohdetiedot
- tehdyt selvitykset, kuten rakenneselvitykset, kuntotutkimukset ja ongelma-
jäteselvitykset
- purkutapaselostus
- purkumenetelmän valinta ohjeet
- purkupiirustukset sekä tarvittavat tuentapiirustukset. (Haukijärvi 2005, 11).

Kohteissa, missä purkutyöt pystytään suorittamaan sahaamalla vanhat parvekkeet irti, on purkutyön läpimeno merkittävästi piikkaustyötä nopeampaa. Yhden ulokelaatan purku piikkaamalla vaatii arviolta 6,5 työntekijätuntia sisältäen pintarakenteiden purun, kaiteen purun ja jätteiden kuljetuksen käsin tai purkupuutkea käyttäen jätelavalle (Rakennustieto Oy 2020). Työssä käytetyssä vuonna 2019 toteutetussa esimerkkikohteessa Jyväskylässä purettiin sahauksen avulla työpäivässä keskimääräisesti 7 ulokeparveketta. Sahaus toteutettiin kauko-ohjattuna ja parvekkeet tuettiin kurottajan avulla ja siirrettiin sahauksen jälkeen suoraan jätelavalle. Kyseinen määrä muutettaessa työntekijätunneiksi kahdelle työntekijälle

tarkoittaa noin 2 työntekijätuntia parveketta kohden. Kyseisen urakan kaikki 27 parveketta purettiin yhden viikon aikana.

4.3.3 Uusien itsekantavien parvekkeiden kannatus

Itsekantaville parvekelinjoille toteutetaan uudet perustukset saneerauksen yhteydessä tai hyödynnetään vanhojen parvekkeiden perustuksia (Haukijärvi 2005). Vanhojen perustusten hyödyntämisessä tulee vertailla uuden rakenteen kuormituksia vanhoihin kuormituksiin. Kuormitusten lisääntyessä tai rasitusten muuttuessa on perustukset mitoitettava uudelleen nykymääräysten mukaisesti. Törmäyskuormille alttiissa rakenteissa on perustusliitos toteutettava momenttijäykästi pultti-, hitsi- tai holkkiliitoksella, mikäli elementtien yläpäitä ei tueta sivusuunnassa onnettomuustilanteen mukaisille kuormille (Betoniteollisuus Ry 2010, 17).

Uudet parvekkeet on sidottava rakennuksen runkoon parveketornien stabiliteetin varmistamiseksi. Kiinnitysosien valinnassa tulee ottaa huomioon lämpö- ja kosteusliikkeiden sekä perustusten epätasaisesta painumasta aiheutuvat pakkovoimat ja parveketornin vaakavoimat. Vaakavoimia ovat tuulikuorma, mahdolliset onnettomuuskuormat sekä rakenteen vinoudesta aiheutuvat lisävaakavoimat. (Betoniteollisuus Ry 2010, 13,16).

4.3.4 Uusien ulokeparvekkeiden kannatus olemassa olevista rakenteista

Uusien ulokeparvekkeiden kannatus vanhojen purettujen tilalle voidaan toteuttaa hyödyntämällä vanhoja kannatinrakenteita tai ankkuroimalla uudet kannatukset rakenteisiin (Haukijärvi 2005, 20). Valmisparvekkeissa pyritään usein hyödyntämään vanhan rakenteen teräksiset ulokepalkit, mikäli rakenteesta löytyy sellaiset. Vanhojen kannatinrakenteiden, kuten I-palkkien tai rataakiskojen hyödyntämisen edellytyksenä on, että ne ovat riittävän hyvässä kunnossa ja niiden on kestettävä uudet kuormitukset. Lähtökohtaisesti valmisparvekkeet painavat merkittävästi alkuperäisiä teräsbetoniparvekkeita vähemmän, jolloin kannakkeiden hyödyntäminen on usein mahdollista. Vaikka kohteessa olisi vanhat I-palkit tai rataakiskot, on

syytä varautua myös uusien kannakkeiden toteutukseen, mikäli olemassa olevissa kannakkeissa havaitaan purkuvaiheessa kantavuuden kannalta merkittäviä vaurioita tai kantavuuteen vaikuttavia poikkeamia lähtötiedoista.

Kannatinteräkset on ruostesuojattava huolellisesti. Osien pintakäsittely on toteutettava Eurokoodin SFS-EN 1090-2 mukaan. Teräksen pinnoituskäsittely valitaan ilmastorasitusluokan perusteella ja ilmastorasitus luokat on esitetty Eurokoodissa SFS-EN ISO 12944-2. Ulkona olevat asuinrakennusten teräsrakenteet kuuluvat pääsääntöisesti seuraaviin rasitusluokkiin:

- maaseutualueet C2
- kaupunki ja teollisuusympäristöissä kuuluvat rasitusluokkaan C3
- rannikkoalueet C4 (SFS-EN ISO 12944-2 2017).

Parvekkeiden kannatinrakenteissa korroosiosuojauksen odotettu käyttöikä on yli 15 vuotta, jolloin terästen esikäsittelyaste luokissa C2 ja C3 on P2 sekä luokassa C4 esikäsittelyaste on P2 tai P3. P2 luokan esikäsittely tarkoittaa perusteellista esikäsittelyä, jossa suurin osa virheellisyyksistä on poistettu ja P3 luokan esikäsittelyssä pinnalla ei saa olla merkittäviä näkyviä virheellisyyksiä. (Nurminen 2018).

Säilytettävien kannatinterästen palonkestävyys on varmistettava. Palonkestävyys on varmistettava mitoittamalla ja tarvittaessa rakenne on palosuojattava eristeellä, betonilla, levytyksellä tai palosuojamaalauksella.

4.3.5 Säilytettävien I-palkkien ja rataakiskojen rakennemitoitus Eurokoodien avulla

Teräsrakenteet mitoitetaan Eurokoodin kansallisen liitteen SFS-EN 1993-1-1 mukaan. Rataakiskojen ja I-palkkien mitoitukset vastaavat toisiaan ja lähtökohtaisesti ne mitoitetaan toisiaan vastaavalla tavalla. Rataakiskojen osalta käytetty teräslaatu vaihtelee eri lähteissä 150–220 MPa:n välillä, joka on huomioitava laskelmia tehdessä. (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2004; Rakentajain kalenteri 1965). Rakentajain kalenterissa vuodelta 1965 ohjeistettiin kuluneilla kiskoilla pienentämään taivutusvastusta $W_y 20$ % alkuperäisestä, mikäli kisko on kulunut.

Ennen purkamista ja kiskojen kunnan varmistamista on laskelmissa suositeltavaa tehdä oletus kiskon kunnosta ja käyttää taivutusvastuksena vastaavaa pienennettyä arvoa. Kimmoteorian mukaisessa laskentamenetelmässä olemassa olevan teräspalkin taivutuskestävyys lasketaan kaavan (1) mukaisesti. Taivutusmomentin mitoitusarvon tulee täyttää kaavan (2) mukainen ehto.

$$M_{c,Rd} = \frac{W_y f_y}{\gamma_{M0}} \quad (1)$$

jossa W_y on palkin taivutusvastus, f_y on teräksen myötölujuus ja γ_{M0} on teräksen materiaalin osavarmuusluku (SFS-EN 1993-1-1 2005, 53).

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \geq 1,0 \quad (2)$$

jossa M_{Ed} on taivutusmomentin mitoitusarvo (SFS-EN 1993-1-1 2005, 53).

Teräspalkkien kimmoteorian mukainen leikkauskestävyys voidaan laskea kaavan (3) mukaisesti. Kaavan (3) mukaisesti laskettuna leikkauskestävyys on varmalla puolella, sillä menetelmässä ei huomioida osittaista plastisoitumista, joka aiheutuu leikkausjännityksistä. Kimmoteorian mukaisessa mitoituksessa sallittaisiin osittainen plastisoituminen (SFS-EN 1993-1-1 2005, 55). Leikkauskestävyys on kuitenkin harvoin mitoittava tekijä parvekkeiden teräsrakenteissa, joten varmalla puolella olevalla laskennalla saadaan usein riittävä tulos tarkastelusta.

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} \leq 1,0 \quad (3)$$

Poikkileikkauksessa vaikuttava leikkausjännitys voidaan laskea kaavan (4) mukaisesti.

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_t} \quad (4)$$

jossa V_{Ed} on leikkausvoiman mitoitusarvo;

S	on tarkasteltavan kohdan ulkopuolella olevan poikkileikkauksen osan staattinen momentti koko poikkileikkauksen painopisteakselin suhteen;
I	on poikkileikkauksen hitausmomentti
t	on tarkasteltavan kohdan paksuus. (SFS-EN 1993-1-1 2005, 55).

Tässä työssä ei tarkastella yhdistettyä taivutusta ja leikkausta, sillä sitä ei tarvitse tarkastella, mikäli leikkauskapasiteetista on käytetty alle puolet plastisuusteorian mukaisesta leikkauskestävyydestä. Mikäli palkkeja ei ole kiepahdustuettu tulee toteuttaa kiepahdustarkastelut palkille. Työssä ei tarkastella kiepahdustarkasteluita, sillä lähtökohtaisesti palkit on kiepahdustuettuina parvekerakenteissa ja kiepahdus on estetty.

4.3.6 Ulokeparvekkeiden kannatus uusilla rakenteilla

Mikäli vanhat I-palkit tai rataakskot ei ole hyödynnettävissä tai vanha rakenne on toteutettu kantavien vetoterästen avulla, on vaihtoehtoisissa menetelmissä käytettävä uusia kiinnikeitä tai kiinnitysmenetelmiä. Valmisparvekkeita käytettäessä on tuoteosatoimittajalla tyypillisesti ehdottaa jokin vaihtoehto, mutta kiinnitysten suunnitteleminen saattaa jäädä saneerauskohteen rakennesuunnittelijan vastuulle. Kiinnitysosissa on vaihtoehtoina käyttää valmisosia tai suunnitella kiinnitykset tapauskohtaisesti ja ankkuroida ne olemassa oleviin rakenteisiin. Kiinnitysten suunnittelussa on tunnettava vanha rakenne hyvin ja varmistuttava sen kunnosta ja kuormansiirtokyvystä. Tarvittaessa kiinnityksen alustana toimivasta rakenteesta on otettava poranäytteitä betonilaadun ja sen kestävyuden varmistamiseksi.

Tätä työtä varten tutkituissa kohteissa valmisparvekkeiden kiinnitys on hoidettu pääsääntöisesti ulokepalkkeihin hitsatuista päätylevyistä injektoimalla kierretangot rakenteen välipohjaan tai muuhun kantavaan rakenteeseen. Kuvassa 18 on esitetty toteutetun kohteen parvekkeen ulokepalkin liitos vanhan sahatun parvekkeen tilalle. Haasteena päätylevyliitoksessa on pohjan suoruden varmistaminen vanhassa pinnassa, sillä suoruuus vaikuttaa suoraan palkin asemointiin.



KUVA 18. Toteutetun kohteen ulokepalkin liitos puretun parvekkeen kohdalla päätylevyn avulla (Valkeamäki 2020).

Ulokepalkin tai ulokelaatan suorassa kiinnityksessä välipohjaan tai sisäkuoreen aiheuttaa liitos kylmäsilan rakenteeseen. Ulokepalkit aiheuttavat pistemäisen kylmäsilan ja suoraan rakenteesta toteutetut paikallavalulaatat viivamaisen kylmäsilan rakenteeseen. Kylmäsilat aiheuttavat merkittäviä lämpöhäviöitä ja alenavat rakenteen pintalämpötilaa merkittävästi. Pintalämpötilan aleneminen lisää homeriskiä ulokkeen liitoksen ympäristössä ja lisää rakennuksen lämmityskuluja. Vanhan teräsbetonisen ulokeparvekkeen korvaaminen valmisparvekkeella, jossa teräspalkit injektoidaan välipohjaliitokseen kuvan 18 mukaisesti, pienentää jo merkittävästi kylmäsiltaa alkuperäiseen rakenteeseen verrattuna, sillä viivamainen kylmäsilta saadaan korvattua pistemäisillä kylmäsilloilla.

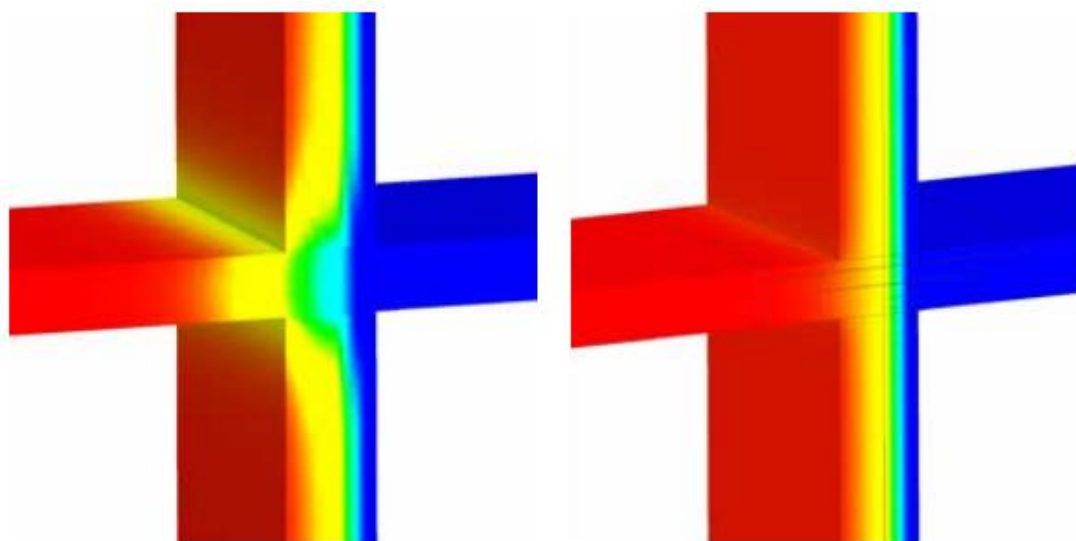
Parvekkeiden liitoksiin on olemassa kylmäsiltoja pienentäviä valmisratkaisuja, kuten Schöck Oy:n valmistamat Isokorb RT-, ST ja IQlick kiinnikkeet. Osa ratkaisusta soveltuu jo nykyisellään hyvin saneerauskohteisiin. Isokorb RT kiinnik-

keessä ankkuroidaan rakenteeseen harjaterästangot, joissa on päädyssä kierretangot ja kiinnikkeeseen voidaan liittyä valmisparvekkeiden teräspalkkien päätylevyn avulla. Kuvassa 19 on esitetty periaate teräsrunkoisen valmisparvekkeen liitoksesta välipohjaan Isokorb RT kiinnikkeen avulla. Isokorb RT kiinnikkeessä kiinnikkeen taustalle tulee juotosvalu, jolla tasataan taustan epätasaisuuksia.



KUVA 19 Schöck Isokorb RT kiinnike (Schöck Bauteile GmbH 2023).

Valmiskiinnikkeiden etuna on erityisesti kylmäsiltojen katkaisussa pitkälle kehitetyt toteutustavat ja menetelmät. Kuvassa 20 on havainnollistettu kylmäsiltojen muuttumista yhtenäisen teräsbetonisen parvekelaatan toteutuksella ilman kylmäkatkoa verrattuna Schöck Isokorb kylmäkatkoelementillä toteutettuun ratkaisuun. Valmiskiinnikkeiden käytössä usein kiinnityksen suunnittelupalvelu kuuluu kiinnikkeiden toimitukseen, jolloin kiinnityksen suunnittelee asiantuntija, joka on perehtynyt juuri kyseisten kiinnikkeiden mitoitukseen ja sitä ohjaaviin säädöksiin.



KUVA 20. Vasemmalla yhtenäinen teräsbetoninen parvekelaatta ilman kylmäkatkoa verrattuna oikealla olevaan Schöck Isokorb kylmäkatkoelementillä toteutettuun ratkaisuun (Schöck Bauteile GmbH 2015, 26).

5 POHDINTA

Tutkimus osoitti parvekkeiden saneeraustarpeen kasvavan Suomessa tulevaisuudessa ja ikääntyvä parvekekanta, kasvava korjausvelka sekä huonokuntoiset parvekkeet lisäävät parvekkeiden uusivia saneerauksia suhteessa korjauksiin. Parvekkeiden näkyvät pakkasvauriot lisääntyvät todennäköisesti lähitulevaisuudessa ennen vuotta 1976 valmistetuissa parvekkeissa betonin puutteellisen suoja-uokostuksen ja ilmastonmuutoksen aiheuttamien kasvavien kosteusrasitusten vuoksi. Taloyhtiöissä toteutetaan paikoin heikosti rakennusten suunnitelmallista kunnossapitoa ja ennakoivia korjauksia, joka aiheuttaa korjausvelan kertymistä ja rakenteiden uusimisen yleistymistä.

Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että kevytrakenteiset valmisparvekkeet ovat hyvä vaihtoehto parvekkeiden saneerauksissa, mutta menetelmän sovelletavuus on aina tarkastettava kohdekohtaisesti. Valmisparvekkeilla saavutettaviin hyötyihin vaikuttaa useat tekijät, kuten parvekkeiden kannatusmenetelmä, saneerattavan rakennuksen rakennetyypit ja kunto, rakennuksen sijainti sekä saneerattavien parvekkeiden määrä. Usean muuttuvan tekijän vuoksi menetelmän kokonaiskustannukset ovat hyvin kohdekohtaisia ja etukäteen on haastava arvioida kokonaisedullisuutta valuparvekkeisiin verrattaessa. Kevyitä valmisparvekkeita valmistavia yrityksiä on vielä verrattain vähän ja kustannuksiin sekä saatuuteen saattaa vaikuttaa valmistajien työtilanne, jonka vuoksi vertailukelpoisten tarjousten saaminen pelkillä valmisparvekkeilla saattaa olla haastavaa. Tätä työtä tehdessä havaittiin hyväksi menetelmäksi vielä tässä vaiheessa kilpailuttaa urakat perinteisillä menetelmillä ja ottaa mukaan vaihtoehtoinen tarjous valmisparvekkeista. Tällä tavoin päästään helposti vertailemaan molempien menetelmien tuomia hyötyjä ja hanke saadaan toteutettua kokonaisedullisimmalla menetelmällä.

Kilpailuttaessa parvekkeet perinteisesti valuparvekkeina, on kannattavaa tehdä suunnittelutyö hankesuunnitteluvaiheessa, jotta saadaan vertailukelpoiset tarjoukset valukorjauksista. Kyseisellä tavalla toimiessa suunnittelu- ja kilpailutus työvaiheet valukorjauksista aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia, jos lopuksi va-

litaan korjaus valmisparvekkeilla, sillä valmisparvekkeissa suunnittelu kuuluu lähes kaikilla valmistajilla tuoteosatoimitukseen. Valuparvekkeiden suunnitelmista ja urakka-asiakirjoja pystytään kuitenkin hyödyntämään laajasti valmisparvekkeille tarvittavissa urakka-asiakirjoissa, jolloin kustannushaitta on vähäinen hankkeen kokonaiskustannuksiin verrattaessa. Ulokeparvekkeiden saneerauksessa kannattaa hyödyntää vanhat ulokepalkit, kuten I-palkit ja rataiskot, mikäli se on mahdollista. Olemassa olevien kannakkeiden hyödyntäminen tuo usein kustannussäästöjä, sekä yksinkertaistaa uusien parvekkeiden toteutusta.

Tätä työtä varten tehdyissä kevytrakenteisia valmisparvekkeita valmistavien yritysten haastatteluissa kävi erityisesti ilmi hankaluus parvekesaneeraushankkeiden tarjousvaiheeseen mukaan pääsyssä (Manninen 2023; Matkala 2023; Karjalainen 2023). Parvekkeiden uusiminen lähtee usein liikkeelle kuntotutkimuksen pohjalta, jossa suositellaan parvekkeiden uusimista ja tästä edetään suunnitteluvaiheeseen. Suunnitteluvaiheessa rakennus- ja rakennesuunnittelijat eivät vielä nykyisin välttämättä huomioi lainkaan kevytrakenteisia valmisparvekkeita, mikäli tätä ei ole erikseen suunnittelijoiden tarjouspyynnöissä huomioitu. Edullisimmat suunnittelutarjoukset annetaan lähtökohtaisesti tiukalla aikataululla, jolloin suunnittelutyössä ei välttämättä ole enää aikaa vertailla vaihtoehtoja vaan edetään vanhalla tutulla menetelmällä. Mikäli hankesuunnitteluvaiheessa ei huomioida vaihtoehtoisten tapojen mahdollisesti tuomia etuja, jäävät ne myös myöhemmässä vaiheessa selvittämättä. Kevytrakenteisista valmisparvekkeista täytyy saada paremmin ja helpommin tietoa, jotta niitä alettaisiin hyödyntämään enenevässä määrin saneeraushankkeissa.

Valmisparvekkeiden toteutuksessa kiinnikkeiden aiheuttamat kylmäsillat jätetään usein saneeraushankkeissa huomioimatta. Kylmäsillat aiheuttavat lämpöhäviöitä ja alentavat rakenteen pintalämpötilaa. Pintalämpötilan aleneminen lisää home-riskiä ulokkeen liitoksen ympäristössä ja lisää rakennuksen lämmityskuluja. Kylmäsilloja saataisiin pienennettyä kiinnityskohtien lämpökatkojen avulla, joiden toteutus onnistuu esimerkiksi valmiskiinnikkeiden avulla.

5.1 Valmisparvekkeiden edut

Valmisparvekkeiden edut saneerauksissa verrattaessa paikallavalettuihin rakenteisiin tulee erityisesti niiden asennustyön nopeudessa. Asukkaalle moduuliparvekkeiden asennus näkyy huomattavasti lyhyempänä asumushaittana ja rakennusta ei tarvitse yleensä peittää suojahuputuksen alle, joka lähtökohtaisesti on edellytys valamalla toteutetuissa parvekkeissa. Valmisparvekkeissa ei tarvitse odotella niiden kuivumista sekä ne ovat asennuksen ja viimeistelytöiden jälkeen heti käyttövalmiita. Kevytrakenteiset valmisparvekkeet soveltuvat käytettäväksi lähes aina, mutta niiden soveltuvuus ja käytettävä kannatusmenetelmä on varmistettava kaikissa tapauskohtaisesti.

Moduuli- ja järjestelmäparvekkeet ovat pääsääntöisesti merkittävästi kevyempiä kuin teräsbetoniparvekkeet, jolloin vanhojen kannatinrakenteiden ja perustusten hyödyntäminen on usein mahdollista sekä parvekkeiden aiheuttamat rasitukset rakennuksen rungolle ovat alkuperäistä pienemmät. Keveyden vuoksi työmaalla tarvittava nostokalusto on myös pienempää ja tätä myötä kustannustehokkaampaa. Uusien parvekkeiden toteuttaminen ulokkeina tai rungosta ripustettuina parvekkeina olemassa olevaan rakennukseen, jossa ei ole alkuperäisiä parvekkeita on valmisparvekkeilla rakennusteknisesti helpompaa liitosten osalta. Pienempien rakennuksen runkoon aiheutuvien kuormitusten ja rasitusten, jolloin toteuttaminen vahvistamatta nykyisiä rakenteita on todennäköisemmin mahdollista, kuin teräsbetoniparvekkeilla. Keveyden ansiosta myös parvekkeiden koon kasvattaminen saneerauksen yhteydessä on usein mahdollista vahvistamatta nykyisiä rakenteita.

Osassa kohteista voidaan saavuttaa merkittävästi kokonaisedullisempi saneeraus valmisparvekkeiden avulla verrattaessa paikallavalettuihin teräsbetoniparvekkeisiin. Kustannukset vaihtelevat kuitenkin merkittävästi kohdekohtaisesti usean eri tekijän vuoksi, jonka takia valmisparvekkeet eivät välttämättä ole edullisin ratkaisu kaikissa saneerauksissa. Työssä käytetyssä esimerkikohteessa kevytrakenteisilla valmisparvekkeilla toteutetussa saneerauskohteessa lopulliset kustannukset olivat noin 73 % edullisimmasta perinteisellä valukorjauksella annetusta tarjouksesta.

Valmisparveketyömaalla sääolosuhteiden vaikutukset ovat vähäisempiä, kuin valamalla toteutettaessa. Valmisparvekkeiden asentaminen talvella vaatii vähemmän lämmitystä, kuin paikallavaluparvekkeiden teko. Lämmitystä vaativia työvaiheita valmisparvekkeiden asentamisessa on vain mahdollinen uusien tartuntojen injektointi olemassa olevaan rakenteeseen.

5.2 Valmisparvekkeiden haasteet

Moduuli- ja järjestelmäparvekkeiden haasteena on valmisjärjestelmien sovittaminen ja yhteensopivuus olemassa olevaan rakennukseen. Yhteensovittamiseksi täytyy vanha rakenne tuntea tarkasti ja mitoittaa tulevat parvekejärjestelmän osien paikat huolellisesti. Vanhoissa rakennuksissa mittatarkkuus on välillä heikkoa ja esimerkiksi korkeassa rakennuksessa parvekkeiden saaminen samaan linjaan voi aiheuttaa haasteita rakennuksen vinouden takia. (Karjalainen, 2023). Lähtötietojen hankinta on tärkeässä roolissa valmisparvekkeilla saneerattaessa. Puutteellisten tai virheellisten lähtötietojen vuoksi työmaanaikaiset lisätyökustannukset saattavat kasvaa merkittävän suuriksi. Tarvittaessa kohteeseen on toteutettava parvekkeen purku ja malliparvekkeen asennus, jotta voidaan varmistua menetelmän sopivuudesta kyseiseen kohteeseen. Hyödynnettäessä uusien parvekkeiden kannatukseen vanhoja ratakiskoja ja teräspalkkeja on etukäteen mahdotonta arvioida kaikkien olemassa olevien osien kuntoa, jolloin työmaavaiheessa saattaa tulla lisäkustannuksia uusien kannatinrakenteiden toteutuksesta.

Parvekkeiden kiinnitysosien ankkuroinneissa merkittävänä haasteena on kiinnityskohdan betonin laatu ja sen tutkiminen etukäteen (Karjalainen, 2023; Seppänen 2023). Käytettyä betonilaatua ei usein ole merkitty vanhoihin piirustuksiin ja laatu saattaa vaihdella merkittävästi rakennuksen eri osissa. Betonin on oltava ankkurointeja varten riittävän laadukasta ja vahvaa. Huonokuntoiseen tai liian alhaisella puristuslujuudella toteutettuun betoniin ankkurointien kiinnittäminen on haastavaa tai jopa mahdotonta. Uusia parvekkeiden ankkurointeja asentaessa joudutaan usein toteuttamaan syviä porauksia vanhoihin rakenteisiin. Poraukset eivät ainoastaan ole valmisparvekkeiden haaste, sillä niitä saatetaan joutua toteuttamaan myös valuparvekkeiden yhteydessä, mutta valuparvekkeissa poraussyvyydet ovat yleisesti pienemmät. Poraukset voivat olla syvyydeltään yli

0,5 metriä ja niiden saaminen suoraan on paikoin haasteellista. Vanhoissa rakenteissa on paikoin käytetty säästöbetonia, jossa on seassa isoja luonnonkiviä, jotka saattavat kääntää porausta vinoon. Vinot porareiät hankaloittavat liitososien asennusta ja riski porausvaurioille on suuri. Porauksissa on myös huomioitava kantavien rakenteiden teräkset sekä mahdolliset LVIS-tekniset osat valun sisällä. Porauksissa timanttiporan käytöllä varmistutaan suuremmista porarei'istä. Asentaessa teräksiset ulokepalkit päätylevyliitoksilla on huomioitava alustan tasaisuus, sillä pienikin heitto alustassa saattaa jättää palkin merkittävästi vinoon (Seppänen, 2023).

LÄHTEET

Balco Oy. 2023. Balco avoparvekkeet. Verkkosivu. Viitattu 05.08.2023.
<https://www.balco.fi/avoparvekkeet/>

Betoniteollisuus Ry. 2010. Betonielementtiparvekkeet suunnittelohje. Pdf-dokumentti. Viitattu 27.7.2023.
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut/parvekkeet>

BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016. 2017.. 2. painos. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019. 2019. 4. päivitetty painos. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

CRC Technology/BA. 2017. Hi-Con CRC-korkealujuuskuitubetonin perusominaisuudet. Pdf-dokumentti. Viitattu 20.8.2023.

Edilex. 2022. Kumotut rakentamismääräykset. Verkkosivu. Viitattu 17.08.2023.
<https://www.edilex.fi/rakentamismaaraykset/kumotut>

Haukijärvi, M. 2005. JUKO - Ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi, Uusiminen kokonaan tai osittain - Suunnitteluohjeet. Julkisivuyhdistys – JSY ry. Pdf-dokumentti. Viitattu 31.7.2023. <https://julkisivuyhdistys.fi/tietoa-julkisivuista/juko-ohjeistokansio/>

Haukijärvi, M. 2005. JUKO- Ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi, Parvekkeet - Korjaustavat. Julkisivuyhdistys – JSY ry. Pdf-dokumentti. Viitattu 30.7.2023. <https://julkisivuyhdistys.fi/tietoa-julkisivuista/juko-ohjeistokansio/>

Haukijärvi, M.& Lod, T. 2005. JUKO- Ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi - Suunnittelun valmistelu. Julkisivuyhdistys – JSY ry. Pdf-dokumentti. Viitattu 25.07.2023 <https://julkisivuyhdistys.fi/tietoa-julkisivuista/juko-ohjeistokansio/>

Heikkilä, J. 1996. Parveke suomalaisen kerrostalon asuntokohtaisena ulkotilana. Oulun yliopisto. Väitöskirja.

Jukkola, E. 1997. Julkisivujen korjausopas. Suomen Media-Kamari Oy.

Julkisivujen markkinat Suomessa 2022. Forecon Oy. Tutkimuksen tilaaja: Julkisivuyhdistys - JSY r.y.

Karjalainen, E. johtaja. 2023. Suomen Parvekeratkaisut BalcOne Oy. Haastattelu 04.08.2023. Puhelinhaastattelu

KH 90-00593 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu. 2016. KH-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 10.5.2023. Vaatii käyttöoikeuden.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/>

KH 90-00593, 2016. Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu. KH-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 10.5.2023. Vaatii käyttöoikeuden.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/>

Lahtela, T. 2021. Paloturvallinen Puutalo Asuin- ja toimitilarakentaminen. Pdf-dokumentti. Helsinki: Puuinfo Oy. Viitattu 30.07.2023. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/paloturvallinen-puutalo-asuin-ja-toimitilarakentaminen/>

Lappalainen, M. 2012. Betonielementtitalon arvokorjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Manninen, J. myyntipäällikkö. 2023. HI-Con Suomi. Haastattelu 16.08.2023. puhelinhaastattelu.

Matkala, E. laatupäällikkö. 2023. LO-Rakenne Oy. Haastattelu 15.05.2023. puhelinhaastattelu

MRL Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Viitattu 30.7.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17-2P119>

Mäkiö, E., Malinen, M., Neuvonen, P., Sinkkilä., Tuunanen, A-M.& Saarenpää, J. 2016. Kerrostalot 1940–1960. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Mäkiö, E., Malinen, M., Neuvonen, P., Vikström, K., Mäenpää, R., Saarenpää, J.& Tähti, E. 2016. Kerrostalot 1960–1975. 2. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880–2000. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustekniikan keskus -säätiö ja Museovirasto.

Neuvonen, P.& Hieta-Wilkman, S. 2015. Kerrostalot 1975–2000. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Neuvonen, P., Mäkiö, E.& Malinen, M. 2002. Kerrostalot 1880–1940. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Nurminen, V. 2018. SFS-EN 1090-1 ja -2 pintakäsittelyn kannalta ja CE merkintä. Teräsrakenneyhdistys. Viitattu 04.08.2023. https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/164/6eb0897/standarit_SFS_EN_1090_1_ja_SFS_EN_1090_2_pintakasittelyn.pdf

Pyy, H. 2018. Alkalikivianesreaktio - miten tähän on tultu ja miten tästä eteenpäin. Betoni 4/2018, 90–95.

Pyy, H., Holt, E.& Ferreira, M. 2011. Esitutkimus alkalikivianesreaktiosta ja sen esiintymisestä Suomessa, s.l.: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Pdf-dokumentti. Viitattu 11.06.2023. <https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Taitorakenteet>

Rakennuslehti, 2020. Barometri: Kaupunkilaisten suosikki on uusi asunto lasiteulla parvekkeella ja omalla saunalla. Rakennuslehti 15.01.2020. Verkkosivu.

Viitattu 24.05.2023. <https://www.rakennuslehti.fi/2020/01/barometri-kaupunkilaisten-suosikki-on-uusi-asunto-lasitetulla-parvekkeella-ja-omalla-saunalla/>

Rakennusteollisuus RT ry, 2023. Asuntokanta. Verkkosivu. Viitattu 18.05.2023. <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Asuntomarkkinat/Asuntokanta/>

Rakennusteollisuus RT ry, n.d. Korjausvelka. Verkkosivu. Viitattu 21.5.2023 <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Korjausvelka/>

Rakennustieto Oy. 2020. KOR 2020 Korjausrakentamisen kustannuksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakentajain kalenteri 1965. Helsinki: Rakentajain kustannus Oy.

RIL 201-1-2017 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. 2019. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry

RT 103087 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo. 2019. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 03.06.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 103253 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK 18. 2020. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 03.06.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 103569 Kaiteet ja käsijohteet. 2023. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 03.06.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 03.06.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 18-11220 Asunto-osakeyhtiön korjaushankkeen hankesuunnittelu. 2016. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 03.06.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 82-10603 Julkisivun korjaustarpeen arviointi. 1996 RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 12.05.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 82-10604 Betonijulkisivut, korjausrakentaminen. 1996. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 12.05.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

RT 86-10618 Parvekerakenteet korjausrakentaminen. 1996. RT-kortisto. Rakennustieto Oy. Viitattu 14.05.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://kortistot.rakennustieto.fi/>

Schöck Bauteile GmbH, 2015. Rakennusfysiikan käsikirja - rakennusten kylmäsiilat. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.08.2023. <https://www.schoeck.com/fi/ladat-tavat-dokumentit/eyJYXRIZ29yeSI6eylxMCI6MTB9fQ>

Schöck Bauteile GmbH, 2023. Schöck Isokorb® RT tyyppi SK. Verkkosivu. Viitattu 20.08.2023. <https://www.schoeck.com/fi/rt-tyyppi-sk>

Seppänen, K. toimitusjohtaja. 2023. Rakennusliike Seppänen Oy. Haastattelu 03.08.2023. puhelinhaastattelu.

SFS-EN 1993-1-1 Teräsrakenteiden suunnittelu osa 1-1. 2005. Suomen Standarditoimistoliitto SFS ry. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.08.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://sfs.fi/>

SFS-EN ISO 12944-2 Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokittelu. 2017. Suomen Standarditoimistoliitto SFS ry. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.08.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://sfs.fi/>

Suomen rakentamismääräyskokoelma. B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset. 1978. Helsinki: Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto.

TOPTEN -rakennusvalvonnat. 117 B Eri palo-osastoihin kuuluvien aukkojen pystytäisyys ulkoseinällä yli 2-kerroksisissa rakennuksissa. 2021. Pdf-tiedosto. Viitattu 04.08.2023. <https://www.toptenrava.fi/asp2/haku.aspx?hakuhto=top-ten&s=56>

Viitala, T. 2012. 150 vuotta kiskoja ja ratapölkkyjä. Liikenteen suunta. Liikenneviraston T&K -lehti 1/2022. s. 7-11. Viitattu 14.08.2023. https://vayla.fi/documents/25230764/0/1_2012.pdf/79710e99-348b-4f7c-9655-e26ef7b524cf

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2004. Tutkimusselostus RTE4098/04. Pdf-dokumentti. Viitattu 12.08.2023.

Väylävirasto. 2021. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 11 Radan päällysrakenne. Pdf-dokumentti. Viitattu 5.7.2023. <https://ava.vaylapiivi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto>

Wegelius, E. A., Lippa, A. & Ruso, R. 1953. Talonrakennustekniikan käsikirja osa 1. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Kirjamies.

Woodia Oy. 2023. Puuparvekkeet betoni- ja puukerrostaloihin. Verkkosivu. Viitattu 30.7.2023. <https://woodia.fi/parvekkeet/>

YMA 1007/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten käyttöturvallisuudesta. 2017. Ympäristöministeriö. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171007>

YMA 477/2014. Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista. 2014.

[https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=477%2F](https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=477%2F2014)

[2014](https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=477%2F2014)

YMA 848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta.

2017. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170848>