



# Elementtirakenteisen parveke- tornin uusiminen

Ilari Alavilo

OPINNÄYTETYÖ  
Joulukuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talorakennustekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talonrakennustekniikka

ALAVILO, ILARI:

Elementtirakenteisen parveketornin uusiminen

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 17 sivua  
Joulukuu 2020

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusittavat elementtirakenteiset parveketornit Helsingissä sijaitseviin vuonna 1971 valmistuneisiin asuinkerrostaloihin. Opinnäytetyössä perehdyttiin ulkobetonirakenteeseen kohdistuvien rasitusten ja vaurioiden tutkimiseen sekä parveketornien uusimiseen vaadittavien rakenneteknisen suunnittelun vaiheisiin. Opinnäytetyön suunnitteluosiossa suunniteltiin Eurokoodeja ja voimassa olevia ohjeistuksia sekä määräyksiä käyttäen parveketorneista aiheutuvat kuormitukset, uusittavat parvekeperustukset ja elementtien liitososat. Opinnäytetyöhön kuului myös uusittavien elementtirakenteisten parveketornien mallielementtipiirustusten laatiminen. Laskelmat ja mallielementtipiirustukset ovat esitetty liitteissä.

Opinnäytetyön kohteena oleva Koivikkotie 5 on Helsingin kaupungin omistama neljän kerrostalon kerrostaloyhtiö. Kohteessa tehdään parveketornien uusimisen lisäksi julkisivusaneerausta, vesikaton uusimista, salaojien korjaamista, piha-alueiden uusimista, hissikuilun laajentamista sekä muita sisätilojen korjaustoimenpiteitä. Kerrostalot ja nykyiset parveketornit ovat perustettu joko kallionvaraisesti tai maanvaraisesti. Opinnäytetyössä käsitellään päämääräisesti maanvaraisesti perustettujen parveketornien uusimista.

Parveketornit suunniteltiin ulkonäöltään ja mitoiltaan alkuperäisten mukaisiksi. Opinnäytetyössä hyödynnettiin vanhoja alkuperäisiä rakennepiirustuksia sekä aiemmin tehtyjä kuntotutkimuksia. Opinnäytetyössä tehdyt laskelmat on toteutettu Mathcad Prime Express laskentasovelluksella ja piirustukset ovat laadittu AutoCAD 2020 ohjelmistolla. Opinnäytetyössä tehtyjen suunnitelmien ja laskelmien perusteella aiotaan toteuttaa uusittavat parvekerakenteet.

---

Asiasanat: elementtirakenteinen, parveketorni, korjausrakentaminen

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Building Construction

ALAVILO, ILARI:  
Renewal of a prefabricated balcony tower

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 17 pages  
December 2020

---

The purpose of this thesis was to design renewable prefabricated balcony towers for residential apartment buildings completed in 1971 in Helsinki. The aim of the work was to investigate the stages of structural design required for the investigation of stresses and damage caused to the outdoor concrete structure and for the renewal of balcony towers. In the planning part of the thesis, the loads caused by the balcony towers, the renewable balcony foundations and the connecting parts of the elements were designed on basis of the Eurocode standards and current guidelines and regulations. The thesis also included the preparation of model element drawings of renewable prefabricated balcony towers. Calculations and model element drawings are presented in the appendices.

Koivikkotie 5, the subject of the thesis, is a block of flats owned by the city of Helsinki. In addition to the renovation of the balcony towers, the renovation includes facade renovations, rooftop renewal, drainage renewal, courtyard renovations, widening of the elevator shaft and other interior repair measures. The apartment buildings and the balcony towers have either rock or ground bearing foundations. In this study, the focus was primarily on ground bearing foundations.

The balcony towers were designed to match the originals in appearance and dimensions. In the thesis, old original structural drawings were utilized, as well as previous condition studies. The calculations made in the thesis were made with the Mathcad Prime Express calculation application and the drawings were produced with AutoCAD 2020 software. The balcony towers are planned to be renewed based on the plans and calculations made in the thesis.

---

Key words: prefabricated, balcony tower, renovation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	BETONIRAKENTEISEN PARVEKKEEN RASITUKSET JA VAURIOITUMISET .....	7
2.1	Rasitukset .....	7
2.1.1	Kosteuden aiheuttamat rasitukset .....	7
2.1.2	Kemialliset rasitukset.....	8
2.1.3	Lämpötilavaihtelun aiheuttamat rasitukset.....	11
2.2	Vauriot.....	11
2.2.1	Pintavauriot .....	11
2.2.2	Terästen korroosiovauriot.....	12
2.2.3	Pakkasrapautuminen.....	13
2.3	Muita korjaustarvetta aiheuttavia tekijöitä .....	15
2.3.1	Kosteustekniset virheet ja puutteet.....	15
2.3.2	Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet .....	16
3	KOHTEEN TAUSTATIETOJA.....	18
3.1	Kohteesta lyhyesti .....	18
3.2	Aiemmat toimenpiteet .....	18
3.3	Kohteen korjaustoimenpiteet.....	19
4	PARVEKETORNIEN KUNTOTUTKIMUKSET .....	21
4.1	Silmämääräisesti tehdyt tutkimukset .....	21
4.2	Betonirakenteiden tutkimukset .....	24
4.2.1	Karbonatisoitumissyvyys ja terästen betonipeitepaksuus... 26	
4.3	Laboratoriotutkimukset.....	27
4.3.1	Kloridipitoisuus .....	27
4.3.2	Vetokokeet .....	28
4.3.3	Mikrorakenne.....	30
4.4	Tutkimustulosten loppukäsittely .....	31
5	RAKENNETEKNINEN SUUNNITTELU .....	33
5.1	Elementtirakenteiset parveketornit yleisesti .....	33
5.2	Uusittavien parvekkeiden suunnittelu.....	34
5.3	Purkutyö.....	34
5.4	Suunnittelun lähtötiedot.....	35
5.5	Kuormitukset .....	38
5.5.1	Parveketornin omapaino ja hyötykuormat .....	38
5.5.2	Lumikuorma.....	38
5.6	Uusittavat perustukset.....	39

5.6.1 Törmäyskuorma.....	39
5.7 Elementtisuunnittelu.....	40
5.8 Parvekeliitososat.....	40
5.9 Parvekekaiteet.....	40
5.10 Vedenpoisto.....	40
5.11 Palomitoitus.....	41
5.12 Parvekelaatan pinnoitus.....	41
5.13 Parvekepielien pinnoitus.....	42
6 POHDINTA.....	44
LÄHTEET.....	45
LIITTEET.....	46
Liite 1. Parveketornin kuormitukset.....	46
Liite 2. Parveketornin lumikuorman määrittäminen.....	48
Liite 3. Parveketornin anturan suunnittelu.....	50
Liite 4. Rakennepiirustukset.....	58

## 1 JOHDANTO

Betonirakenteisten parvekerakenteiden suunniteltu käyttöikä on yleensä 50 vuotta. Käyttöikänsä loppuun tullessa rakenteiden toimivuutta ja kestävyyttä tulisi tarkistaa kuntotutkimusten avulla. Mikäli rakenteet ovat asianmukaisesti rakennettuja ja hyvin huollettuja, on mahdollista, että rakenteet ovat hyvinkin käytökelpoisessa kunnossa suunnitellun käyttöiän jälkeenkin. Säännöllisillä korjaustoimenpiteillä saadaan säilytettyä alkuperäistä rakenteen kuntotasoa, tai parantamaan sitä rakenneteknisesti tai ulkonäöllisesti. Parvekkeiden uudelleenrakentamista harkitaan yleensä silloin kun rakenteiden vauriot ovat sen verran laajalle edenneitä, että perusteellisilla paikkakorjauksilla ei saada parvekkeiden kuntotasoa alkuperäiseen tai nykymääräysten vaatimaan tasoon.

Parvekerakenteiden uudelleenrakentaminen on yleensä huomattavasti kalliimpi ja työläämpi toimenpide verrattuna perusteelliseen paikkakorjaukseen. Tästä syystä tulisi huolehtia hyvissä ajoin parvekerakenteiden kunnosta ja rakenneteknisestä toimivuudesta, jotta saadaan hyödynnettyä rakennettua rakennetta mahdollisimman pitkään. Kuntotutkimusten avulla saadaan hyvin arvioitua ja ennaltaehkäistyä vaurioita mitä voi kohdistua parvekerakenteisiin.

Kuntotutkimuksessa tarkastellaan tutkittavan rakenteen kuntoa ja mahdollista korjaustarvetta. Kuntotutkimuksessa kerrotaan tutkitun rakenneosan vaurioista, niiden syistä, laajuudesta ja vaikutuksista sekä todennäköisistä tulevista vaurioista ja seuraamuksista mikäli vaurioita ei korjata. Parvekkeiden kuntotutkimusten yhteydessä tehdään yleisimmin myös julkisivujen kuntotutkimus samalla, koska yleisimmin parvekerakenteita uusitaan julkisivukorjausten yhteydessä.

Opinnäytetyössä olevan kohteen elementtirakenteiset parveketornin ovat päätetty uusiksi kokonaan peruskorjauksen yhteydessä. Työssä tarkastellaan betonirakenteisten parvekerakenteiden rasituksia ja niistä johtuvia vaurioita, kohteeseen tehtyjä kuntotutkimuksia ja uusien elementtirakenteisten parveketornien ja siihen liittyvien rakenteiden rakennesuunnittelua. Rakennesuunnittelussa on käytetty eurokoodien määräyksiä ja voimassa olevia suunnitteluohjeistuksia sekä valmistajien antamia ohjeistuksia.

## **2 BETONIRAKENTEISEN PARVEKKEEN RASITUKSET JA VAURIOITUMISET**

Tässä kappaleessa käsitellään yleisimpiä ulkotilassa olevien betonirakenteiden rasituksia ja niistä johtuvia vaurioitumisia.

### **2.1 Rasitukset**

Ulotetut elementtiparvekkeet ovat etenkin säälle ja muille ulkona vallitseville rasituksille alttiina. Nämä rasitukset heikentävät etenkin pitkän aikavälin myötä betonirakenteen ominaisuuksia. Yleisimpiä rasitustekijöitä parvekerakenteisiin ovat lämpötila, kosteus, kloridi-, hiilidioksidi-, tuuli- sekä pakkasrasitus. Rasitustekijöiden vaikutukseen vaikuttavat merkittävästi rakennuksen maantieteellinen sijainti, ympäristö, korkeus sekä ilmansuunnat. Yleisimmin rasituksista aiheutuvat vauriot ovat aluksi ulkonäöllisiä, mutta mikäli niihin ei puututa, niin niistä voi aiheutua merkittäviä turvallisuusriskejä rakennuksen käyttäjille. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 14).

#### **2.1.1 Kosteuden aiheuttamat rasitukset**

Kosteudesta aiheutuvat rasitukset ovat yleensä rakennuksen betonirakenteiden pahimpia rasitustekijöitä. Suurimmat kosteusrasitusta aiheuttavat kosteuslähteet ovat sade, ulkoilman kosteus sekä pinnoille tiivistyvä kosteus. Muita kosteusrasitusta aiheuttavia kosteuslähteitä ovat sisäilman kosteus, maaperän kosteus, rakennuksessa käytettävä vesi ja erilaiset vuotovedet. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 16).

Suomessa betonirakenteisiin kohdistuva sadevesien aiheuttamaan kosteusrasitukseen vaikuttaa tuleva sateen tai rännän määrä sekä tuulen nopeus ja suunta sateen aikana. Rannikkoalueilla vuotinen sadeveden ja rännän määrä on huomattavasti korkeampi kuin mitä muualla sisämaassa. Myös tuulen määrä rannikkoalueilla on huomattavasti korkeampi, joten kaikkiansa rannikkoalueilla ulkotiloissa sijaitsevilla betonirakenteille kosteusrasitus on suurempi. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 17).

Ilmanmuutoksella on myös todistettusti vaikutusta betonirakenteiden kosteusrasitukseen. Ilmastomuutos aiheuttaa sademäärän lisääntymistä sekä tuulen nopeuden kasvamista mitkä lisäävät rakenteen kokonaista kosteusrasitusta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 17).

Parvekelaattojen yläpinnat joutuvat kovaan kosteusrasitukseen, koska niihin kohdistuva lumesta ja sadevedestä aiheutuva kosteusrasitus vallitsee pitkänkin aikaa. Parvekkeiden tausta- ja pieliseinät ovat myös jatkuvasti alttiina kosteusrasitukselle viistosateista. Parvekerakenteet voivat altistua ylimääräiselle kosteusrasitukselle vedenpoiston puutteiden, virheellisesti asennettujen laasti-saumojen tai pellitysten myötä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18).

Ulottetut parvekerakenteet ovat yleensä kokonaan kylmiä, minkä seurauksesta rakenteen läpi ei kulje lämpövirtaa mikä kuivattaisi rakennetta, mitä taas betonirakenteisissa ulkoseinärakenteissa tapahtuu. Tämän takia kylmään betonirakenteeseen kertynyt vesi ja kosteus imeytyy kapillaarisesti betoniin ja haihtuu pois kuivina ajanjaksoina. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18).

Parvekkeiden betonirakenteita voidaan suojata ylimääräiseltä lumi- ja vesisaateen aiheuttamilta kosteusrasituksilta parvekkeiden lasituksella. Nykyään yleisimmin etenkin huoneistoparvekkeisiin asennetaan parvekelasitus parvekere-montin yhteydessä, tuuletusparvekkeisiin ei yleensä tehdä parvekelasitusta.

### **2.1.2 Kemiaalliset rasitukset**

Betonin sideaineena toimiva sementti valmistetaan kuumentamalla kalkkipitoista kiviainesta sementtiuunissa korkeassa lämpötilassa, niin että kiviaineksen sisältämät mineraalit sulavat ja reagoivat keskenään. Tämän prosessin myötä kalkkikiveen sitoutunut hiilidioksidi vapautuu ilmaan. Kovettuneen sementtikiven sisältämät mineraalit ovat hyvin emäksisiä. Ilmassa oleva hiilidioksidi on taas hapan kaasu, mikä pyrkii neutraloimaan emäksisiä yhdisteitä, kuten tässä tapauksessa sementtikiveä. (Hiilidioksidin sitoutuminen betoniin, Concrete Solutions, <https://concretesolution.fi/karbonatisoituminen/>).

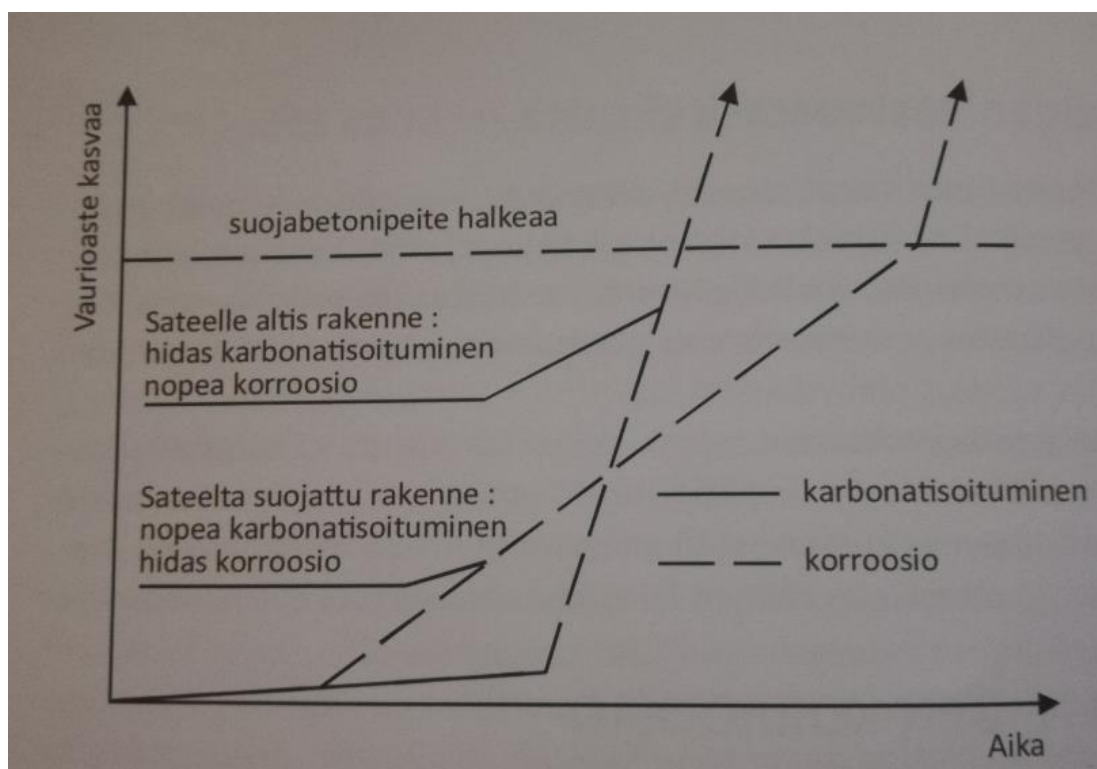


Ilman sisältämä hiilidioksidi tunkeutuu betoniin mikä aiheuttaa betonin neutraloitumista tai yleisimmin tunnetusti karbonatisoitumista. Karbonatisoituminen etenee vähitellen rintamana betonin pinnasta alkaen. Nämä kemialliset reaktiot, jotka aiheuttavat betonin neutralisoitumista tapahtuvat karbonatisoitumisvyöhykkeessä, johon kulkeutuu rakenteen sisältä hydroksideja ja ulkopuolelta ilman sisältämää hiilidioksidia. Karbonatisoitumisen etenemisnopeus riippuu enimmäkseen betonin diffuusiovastuksesta hiilidioksidin tunkeutumista vastaan, betonirakenteen ympäröivän ilman hiilidioksidipitoisuudesta ja karbonatisoituvan aineen kokonaismäärästä. Myös betonirakenteessa olevat halkeamat lisäävät hiilidioksidin tunkeutumista rakenteeseen, mutta vain paikallisesti. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18-19).

Betonin kosteuspitoisuus ja huokosrakenne vaikuttavat merkittävästi siihen, miten nopeasti ilman hiilidioksidi pääsee tunkeutumaan betoniin. Betonin huokosrakenteen ja tiiveyden merkittävimmät vaikuttavat tekijät ovat betonin vesi-sementtisuhde ja hydratoitumisaste. Karbonatisoituminen hidastuu mitä pitemmälle rakennetta se on edennyt, koska hiilidioksidin pääsy karbonatisoitumisvyöhykkeelle vaikeutuu. Tämän takia karbonatisoituminen on jatkuvasti hidastuva prosessi ja ulkorakenteissa, joissa ilman hiilidioksidipitoisuus on melko alhaista, se voi pysähtyä lähes kokonaan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 19).

Karbonatisoituvan aineen, betonirakenteissa yleisimmin kalsiumhydroksidin, määrän kasvu betonissa hidastaa karbonatisoitumista. Tämän takia sementtimäärän kasvaessa karbonatisoitumisnopeus pienenee betonirakenteessa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 20).

Betonirakenteisiin kohdistuva jatkuva kosteusrasitus nopeuttaa betonirakenteen terästen korroosiota, ja hidastaa betonin karbonatisoitumista. Jatkuvalle kosteudelle altistumisesta johtuva rasitus nopeuttaa merkittävästi terästen korroosiota ja siten aiheuttaa lyhyemmässä aikavälissä rakenteellisia vaurioita verrattuna kuivassa olosuhteessa olevaan betonirakenteeseen (kuva 1). Toisaalta hyvin kuivissa olosuhteissa, joissa suhteellinen kosteus on alle 30% karbonatisoituminen pysähtyy, koska karbonatisoitumista voi tapahtua vain betonin sisällä olevassa vesiliuoksessa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18).



KUVA 1. Korroosion vaiheet kuivissa ja kosteissa olosuhteissa, muuttujana vain saderasitus. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019,18).

Kosteuden hidastavasta vaikutuksesta karbonatisoitumiseen on hyvänä esimerkkinä tutkittujen parvekelaattojen jatkuvassa kosteusrasituksessa olevan yläpinnan vähäisen karbonatisoitumissyvyyden ja kuivassa tilassa olevan alapinnan korkean karbonatisoitumissyvyyden eroavaisuus. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 21).

Betonirakenteissa oleva korkea kloridipitoisuus voi käynnistää betoniterästen korroosion sellaisessakin betonissa mikä ei ole karbonatisoitunut. Etenkin elementeissä on hyvinkin saatettu käyttää betonin valmistuksessa kalsiumkloridia lisäaineena betonin kuivumisen nopeuttamiseksi. Betonirakenteeseen voi päästä klorideja myös ulkoisista lähteistä, kuten esimerkiksi jäänsulatussuoloista ja rannikkoseuduilla tuulen kuljettamasta merivedestä. Kloridikorroosio on yleisimmin pistemäistä ja voimakasta mitä ei välttämättä voida havaita vasta kuin siinä kohtaa, kun vaurioita alkaa ilmenemään. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 21).

Betonirakenteen terästen korroosion aiheuttamia rakenteellisia vaurioita käydään läpi tarkemmin myöhemmässä kappaleessa.

### **2.1.3 Lämpötilavaihtelun aiheuttamat rasitukset**

Suomen olosuhteissa olevat betonirakenteiset parvekerakenteet ovat alttiina suuriinkin lämpötilan vaihtelevuuksiin. Lämpötilan muutokset voivat aiheuttaa betonirakenteeseen ei toivottuja jännityksiä mitkä voivat vaikuttaa rakenteen hallittuun toimivuuteen. Kuitenkin alhaisen lämpötilan aiheuttamat rasitukset ovat yleisimpiä Suomen olosuhteissa. Pakkanen aiheuttaa betonin huokosissa olevan veden jäätyminen, mikä aiheuttaa huokosissa olevan veden tilavuuden laajenemista mistä aiheutuu betonin sisälle ylipainetta. Betonirakenteen sisällä oleva ylipaine saa aikaan betonin sisäisiä säröjä ja halkeamia. Tätä kutsutaan betonin pakkasrapautumiseksi. Betonirakenteet ovat alttiina muillekin rapautumista aiheuttaville tekijöille kuten ettringiittireaktion tai alkali-kiviainesreaktion aiheuttamalle rapautumiselle. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 24).

Kuitenkin pakkasrapautuminen on yleisin ja merkittävin rapautumista aiheuttava tekijä Suomen olosuhteissa olevissa betonirakenteisissa parvekkeissa ja siten tässä opinnäytetyössä keskitytään enemmän sen aiheuttamaan rasitukseen ja vaurioihin.

## **2.2 Vauriot**

Tässä osiossa käydään yleisimpiä vaurioita mitä ulkorasitukselle alttiina oleville teräsbetonirakenteille ilmenee. Suomessa yleisimmät vauriot ovat pintavauriot, betonirakenteiden pakkasvauriot sekä terästen korroosiovauriot. Vauriot, joihin ei reagoida tarpeeksi nopeasti voivat edetä siihen pisteeseen asti, että niistä tulee merkittävä turvallisuusriski rakennuksen käyttäjälle.

### **2.2.1 Pintavauriot**

Pintavaurioilla tarkoitetaan yleisimmin likaantumista ja pinnoitteen kuten maalin hilseilyä ja irtoamista. Likaantuminen ei sinänsä ole mikään merkittävä vaurio, mutta se voi indikoida tulevia vauriokohtia suunnittelu- tai rakentamisvaiheessa

tapahtuneista virheistä. Likaantuminen voi myöskin tuoda esiin kosteusrasitukseksi alttiina olevia rakenteita tai kohtia ja siten tuoda esiin mahdollisia tulevia kosteusrasituksesta aiheutuvia vaurioita. Likaantuminen johtuu yleensä rakenteiden virheellisistä vedenpoistosta tai ilman saasteista. (RT 86-10618 Parvekerakenteet korjausrakentaminen 1996, 4).

Pinnoitteen kuten maalin hilseilyä ja irtoamista havaitaan useimmiten parveke-  
laattojen ylä- ja alapinnoissa, sekä hyvin usein myös maalatuissa parvekekai-  
teissa. Maalin hilseily voi johtua vääränlaisen maalin käytöstä, auringon valon  
aiheuttamasta rasituksesta, alusrakenteen huonosta laadusta tai virheellisistä  
puhdistuksesta ja pohjakäsittelystä. (RT 86-10618 Parvekerakenteet korjausra-  
kentaminen 1996, 4).

## **2.2.2 Terästen korroosiovauriot**

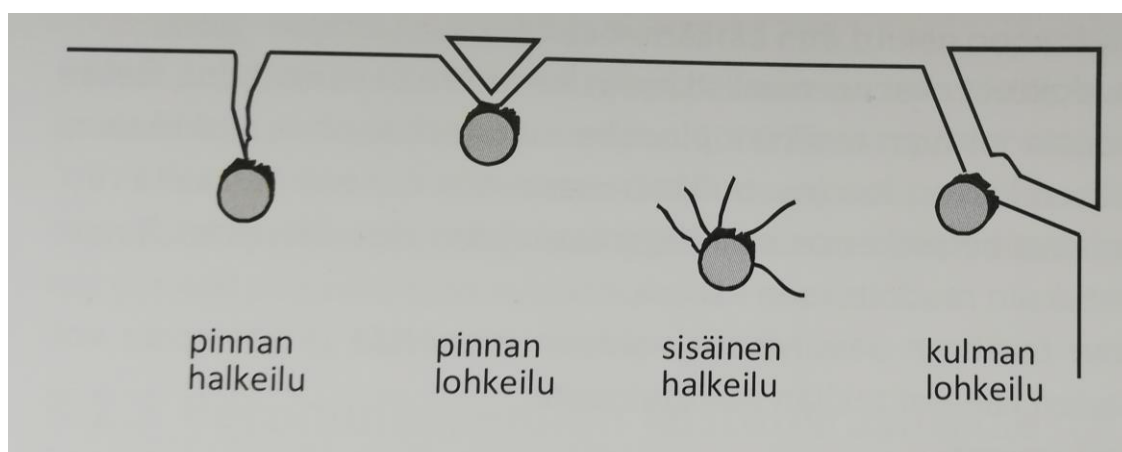
Betonin ominaisuutena oleva korkea alkalisuus suojaa hyvin betonin ympäröiviä  
raudoitteita korroosiolta. Korkean alkalisuuden takia betoniterästen pinnalle muo-  
dostuu ohut oksidikalvo, joka estää sähkökemiallisen korroosion ilmenemistä be-  
tonin raudoituksessa. Tätä ilmiötä kutsutaan myös teräksen passivoitumiseksi.  
Teräksiä suojaavan betonikerroksen riittävä paksuus ja tiiveys suojaa aggressii-  
visten aineiden kuten happojen ja kloridien pääsyä suoraan kosketuksiin betoni-  
rakenteen raudoituksen kanssa. Betonin sisällä oleva teräsrakenne voi menettää  
passiivisuutensa, minkä seurauksena korroosio voi alkaa joko betonin karbonati-  
soitumisesta tai raudoituksen ympäröivän betonin kloridien vaikutuksesta. (Beto-  
nijulkisivun kuntotutkimus 2019,17).

Korroosion käynnistymisvaiheeksi kutsutaan aikaa, jonka kuluessa betonin suo-  
jauskyky menetetään. Teräksen passivoitumisen takia terästen korroosionopeus  
on merkityksettömän pientä tässä vaiheessa. Betonin laatu, suojabetonin pak-  
suus ja ympäristöolosuhteet vaikuttavat käynnistymisvaiheen pituuteen. (Beto-  
nijulkisivun kuntotutkimus 2019,17).

Aktiivisen korroosion vaihetta sanotaan aikaa varsinaisen korroosion alkamishet-  
kestä siihen, kun rakenteen kelpoisuus on menetetty tai korjaustoimenpiteet on

aloitettava. Tässä vaiheessa korroosion etenemiseen vaikuttavat merkityksellisesti ympäristön kosteusolosuhteet sekä betonirakenteen karbonatisoituminen (kuva 1). Aktiivinen korroosiovaihe voi kestää useita vuosia, kunnes pinnallisia vaurioita on havaittavissa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019,17).

Korroosio aiheuttaa sitä, että raudoituksen pinnasta liukenee materiaalia, mikä johtaa raudoitteiden kokonaispoikkileikkausalan pienenemiseen ja täten heikentää teräsbetonirakenteen kestävyyttä ja kantavuutta. Yleensä korroosion vaikutukset ovat havaittavissa ensin raudoitetta suojaan betonikerroksen halkeamista tai lohkeamista. Tämä johtuu siitä, kun korroosiosta syntyvät korroosiotuotteet vaativat enemmän tilavuutta alkuperäiseen tilanteeseen verrattuna ja siten aiheuttavat betonipinnan halkeilua, lohkeilua ja joissain tapauksissa sisäistä halkeilua (kuva 2). (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019,17).



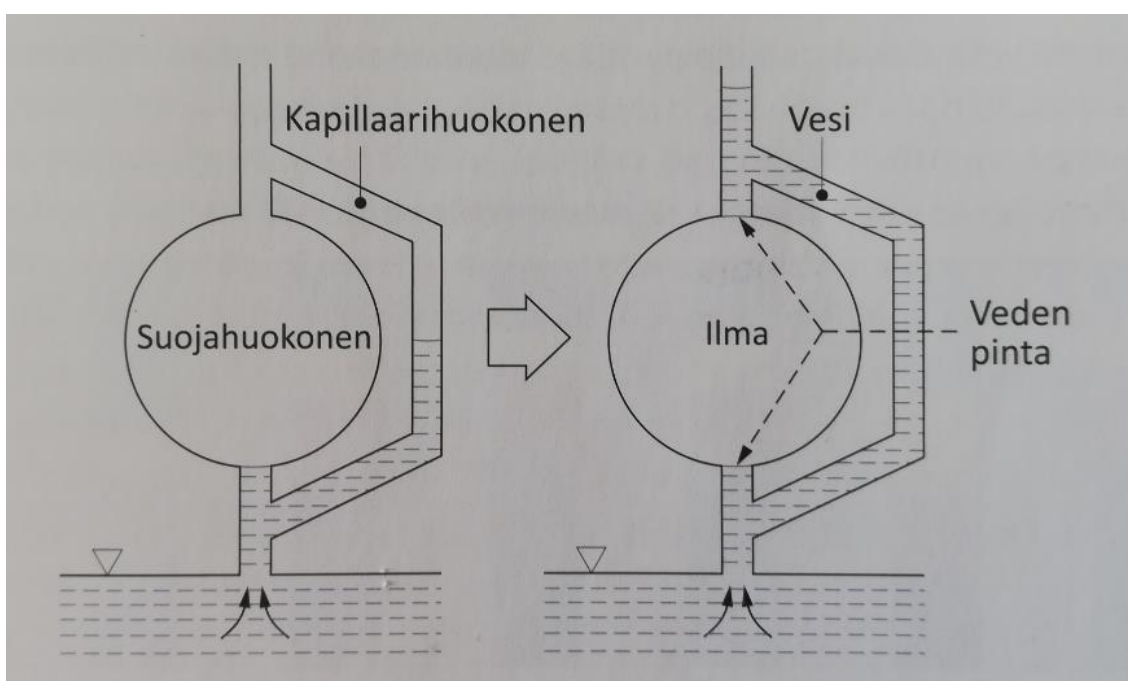
KUVA 2. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä teräsbetonirakenteissa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 18).

Korroosiovaurioista aiheutuvat betonin lohkeamiset aiheuttavat rakenteen toimivuuden heikkenemistä ja betonipinnasta lohkeavat palat tai suuremmat osat voivat pudotessaan vaarantaa rakennuksen käyttäjiä tai ohikulkijoita.

### 2.2.3 Pakkasrapautuminen

Pakkasrapautuminen aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden jäätymlaajeneman synnyttämästä ylipaineesta. Betonirakenteen huokosverkostossa oleva vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia. Jotta betonin huokosverkostossa olevan veden jäätymlaajenemisesta aiheutuva paine ei vaurioittaisi

betonia, on betonissa oltava ilmahuokosia, jotka eivät täyty vedellä ja joihin laajeneva vesi voi tunkeutua. Näitä ilmahuokokset tunnetaan paremmin nimityksellä suojahuokokset. Suojahuokokset eivät täyty vedellä kapillaarivoimien vaikutuksesta. Betonirakenteen pakkasenkestävyyden kannalta olevaa riittävän tiheää suojahuokostusta saadaan aikaiseksi ainoastaan lisäämällä lisähuokostusainetta. Vaikka betonirakenne olisi pitkäänkin jatkuvan kosteusrasituksen alaisena, niin betonirakenteen suojahuokokset pysyvät ilmatäytteisinä betonirakenteen kapillaarihuokosten takia. Betonirakenteessa oleva vesi pääsee kulkemaan suojahuokosia kapeampia kapillaarihuokosia pitkin ja pakkaslämpötilan saapuessa veden jäätymisestä aiheutuva veden ylimääräinen tilavuus pääsee tunkeutumaan suojahuokosiin (kuva 3). (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 24-25).



KUVA 3. Periaatteellinen kuva suojahuokosten ja kapillaarihuokosten toiminnasta. Vesi ei pääse kulkeutumaan suojahuokosiin veden pintajännityksen takia, ja siten suojahuokokset pysyvät ilmatäytteisinä veden imeytyessä betonin kapillaarihuokosiin. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 25).

Suojahuokosten määrä ja niiden välinen välimatka täytyy olla riittävä, jotta saadaan varmistettua betonirakenteen pakkasenkestävyys. Betonirakenteen pakkasenkestävyyteen vaikuttaa suojahuokostuksen lisäksi betonin tiiviys. Mitä alhaisempi vesi-sementtisuhte on, niin sitä vähemmän betonissa oleva jäätyvän veden määrä on. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 26).

Pakkasvaurioituminen on havaittavissa betonin säröilyinä. Betonirakenteen säröt heikentävät betonin rakenteellista lujuutta ja nopeuttavat veden imeytymistä rakenteeseen. Pakkasvaurioitujen jatkuessa lopputuloksena on betonin rapautuminen. Rapautuminen heikentää betonirakenteen veto- ja puristuslujuutta, sekä raudoitusten tartuntaa. Pitkälle edennyt rapautuminen on havaittavissa betonirakenteen pinnan halkeilemisestä, elementtien kaareutumisena ja lopulta betonin lohkeiluna. Alkavaa pakkasrapautumista ei voida havaita silmämääräisesti, vaan sen selvittämiseksi on tehtävä tarkempia tutkimuksia. Betonirakenteessa alkavan pakkasrapautumisen havaitseminen on tärkeää, jotta rasi- tusta ehkäisevät toimenpiteet voidaan aloittaa hyvissä ajoin. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 27).

Parvekerakenteissa on usein havaittavissa pakkasrapautumista, koska yleisimmin parvekerakenteissa on käytetty heikkolujuuksista betonia, etenkin pielissä ja kai- teissa. Yhdenkin pielirakenteen pitkälle edennyt rapautuminen voi aiheuttaa koko parvekerakenteen kantavuuden vaarantamista. Elementtirakenteisissa parveke- laatoissa käytetään useimmiten korkeampaa betonin lujuutta ja tiiviyyttä, joten par- vekelaatoissa betonin rapautuminen ei ole yhtä yleistä. Paikallavaletuissa uloke- parvekkeissa käytetään tosin yleensä heikompaa betonilujuutta, ja siitä syystä ne ovat enemmän alttiimpia rapautumiselle. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 31).

## **2.3 Muita korjaustarvetta aiheuttavia tekijöitä**

Tässä osiossa käsitellään vielä lyhyesti muita huomioon otettavia ulkotiloissa ole- viin betonirakenteisiin parvekeihin liittyviä korjaustarpeen aiheuttavia tekijöitä.

### **2.3.1 Kosteustekniset virheet ja puutteet**

Parvekerakenteissa yhtenä suurempana kosteusrasitteena on vedenpoiston toi- mimattomuus. Parvekerakenteissa kosteuden kulkemisen toimivuuteen vaikutta- via osia ovat mm. liitosten saumat, vedenpoistoon liittyvät rakenteet, pellitykset, mahdolliset räystäsrakenteet, betonipintojen pintakäsittelyt sekä parvekelasituk- set. Edellä mainittujen osien toimivuus ja kunto vaikuttavat merkittävästi parve- kerakenteen kosteusrasitukseen sekä kuivumismahdollisuuteen. Jotta näiden

osien toimivuus saadaan varmistettua, täytyy kiinnittää huomiota suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, että osien kiinnitykset, kallistukset ja materiaalivalinnat toteutuvat suositusten mukaisesti. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 32).

Etenkin betonirakenteisten saumamassojen vaurioituminen on yleistä. Saumavauriot aiheutuvat yleensä työvirheistä tai huonoista asennusolosuhteista. Saumamassat kovettuvat yleensä noin 15 vuoden aikana, minkä takia saumamassat ovat alttiita varioitumaan sauman liikkeestä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 33).

### **2.3.2 Terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet**

Kaikissa korjaushankkeissa tulee kiinnittää huomiota mahdollisiin käytettyihin haitta-aineisiin mitkä ovat voineet olla yleisiä rakennuksen rakentamisajankohdasta. Huomiota tulee myös kiinnittää mahdollisiin terveydelle haitallisiin aineisiin mitkä ovat voineet kehittyä ajan saatossa.

Asbesti on pitkäkuituista mineraalia, jota on käytetty useassa eri rakenneosassa sen lujittavan ja kestävyttä parantavan ominaisuuden ansiosta. Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920-1990-luvuilla ja sen käyttäminen kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Asbestia käytettiin useissa rakentamiseen liittyvissä toimenpiteissä, joten on hyvin todennäköistä, että ennen vuotta 1994 rakennetuissa rakennuksissa on jossain määrin asbestia. Asbesti on haitallista enimmäkseen pölyävien työvaiheiden aikana. Asbestipölyn voi aiheuttaa erilaisia keuhkosairauksia ja siksi etenkin purkutöissä, joissa on mahdollista altistua asbestipölylle, tulee noudattaa tarvittavia suojaustoimenpiteitä. (Asbesti, bestLab, <https://www.bestlab.fi/asbesti/>).

PCB-yhdisteet eli polyklooratut bifenyylit ja lyijy-yhdisteet ovat erittäin haitallisia ympäristömyrkyjä. PCB-yhdisteet ovat luokiteltu ihmisille mahdollisesti syöpää aiheuttaviksi aineiksi ja lyijyn on todettu aiheuttavan erilaisia hermostollisia sairauksia. Rakentamisessa etenkin saumamassoissa on käytetty PCB- ja lyijy-yhdisteitä 1950-luvulta lähtien. PCB-yhdisteitä lisättiin saumamassaan työstettävyyden parantamiseksi ja lyijyä lisättiin massan kovettamiseksi. PCB- ja lyijy-yhdisteet ovat terveydelle haitaksi enimmäkseen pölyävissä työvaiheissa, ja niiden



pääsy hengitysteihin voi aiheuttaa erilaisia terveyshaittoja. PCB-yhdisteitä käytettiin rakentamisessa vuoteen 1979 asti ja lyijyä käytettiin vuoteen 1989 asti. PCB-yhdisteiden on todettu leviävän ympäröiviin rakenteisiin mikä täytyy ottaa myös huomioon purkutöitä tehdessä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 39).

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, eli PAH-yhdisteet ovat monimutkaisia kulkeutuvia yhdisteitä, jotka useimmiten ovat terveydelle haitallisia. Korjausrakentamisessa törmätään PAH-yhdisteisiin useimmiten vanhojen kivihiiliterva- ja bitumi-pohjaisten rakennusosien yhteydessä, kuten esimerkiksi sokkelien, vesikattojen tai parvekkeiden vedeneristyksissä. PAH-yhdisteet kulkeutuvat ilman mukana, joten niiden purkutöissä on huomioitava riittävä hengityssuojaus ja asianmukainen jätehuolto. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 39-40).

Rakennusmateriaaleissa kasvavat bakteerit ja mikrobit ovat yleensä harvinaisia betonirakenteissa. Yleisimmin näihin voidaan törmätä betonirakenteen läheisyydessä olevan lämmöneristeen ulkopinnassa, mutta se johtuisi erittäin kovasta kosteusrasituksesta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 39).

### 3 KOHTEEN TAUSTATIETOJA

Tässä osiossa käydään läpi lyhyesti kohteen taustatietoja ja parveketornien uusimisen lisäksi pääpiirteittäin muut hankkeessa tehtävät korjaustoimenpiteet.

#### 3.1 Kohteesta lyhyesti

Koivikkotie 5 on Helsingin kaupungin asunnot Oy:n omistama vuokrataloyhtiö. Kohde muodostuu neljästä samalla tontilla sijaitsevasta samankaltaisesta asuinkerrostalosta. Kohteen rakennukset ovat valmistuneet vuonna 1971. Rakennuksissa on viisi asuinkerrosta ja kellarikerros. Rakennukset ovat nimetty aakkosittain A-D, joista rakennukset A ja B ovat maanvaraisille anturoille perustettuja ja rakennukset C ja D ovat kallionvaraisille anturoille perustettuja. Rakennuksissa C ja D on kellarikerroksissa osin kaivamatonta tilaa. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

Rakennuksissa on kantavat väliseinät ja ulkoseinät ovat osittain kantavia. Rakennusten kantavat pystyrakenteet ovat teräsbetonirakenteisia. Rakennusten välipohjat ja yläpohjalaatat ovat paikalla valettuja teräsbetonirakenteita. Asuntojen kevyet väliseinät ovat kuivien tilojen osalta levyrakenteisia ja märkätiloissa Siporex-lankkua. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

Huoneistoparvekkeet ovat omilla perustuksilla olevia elementtirakenteisia pieliseinillä kannatettuja teräsbetonirakenteisia parveketorneja. Osa parvekkeista on julkisivulinjasta sisäänvedettyjä ja osa ulkopuolisia ulotettuja parveketorneja (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus). Tässä opinnäytetyössä keskitytään päämääräisesti ulotettuihin elementtirakenteisiin huoneistoparvekkeisiin.

#### 3.2 Aiemmat toimenpiteet

Rakennuksissa olevat julkisivut ovat alun perin olleet sandwich-elementtirakenteisia. Rakennuksien julkisivuja on korjattu vuonna 1990-1991, jolloin julkisivujen päälle on tehty eristerappaus. Rakennusten vesikatteena on kevytsoraeristeinen kermikatto, johon on tehty vuonna 1990-1991 lisälämmöneristys ja uusi

kermieristys. Asuntojen kylpyhuoneita on kunnostettu useissa jaksoissa vuosina 1989-1993 ja 2003-2005. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

### **3.3 Kohteen korjaustoimenpiteet**

Kohteessa tehdään parvekkeiden uusimisen lisäksi muitakin korjaustoimenpiteitä. Kohteen piha-alueella tehdään salaojien uusimisen ja LVIS-asennusten vaatimia kaivantoja, jotka täytyvät ottaa huomioon parvekeperustusten suunnittelussa. Seinien vierustoille tehdään sepelikaistat nurmialueilla. Pihojen ja paikoitusalueiden asfaltointien pintakerrokset uusitaan, joista osa korvataan nurmikiveyksellä. Kohteen tontille tehdään myös uudet pelastustiet. Kohteen piha-alueen maastoportaita uusitaan sekä rakennetaan myös yksi uusi tupakkakatos. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

Rakennusten runkorakenteisiin tehdään LVIS-asennusten vaatimia uusia lävisyksiä sekä niiden umpeen valamista sekä palokatkoja. Alapohjiin tehdään viemärin sukituksen sekä muiden LVIS-toimenpiteiden vaatimat roiloukset ja työaukot. C- ja D-rakennusten kaivamattomat tilat puhdistetaan rakennusjätteestä sekä kantavan alapohjan alapinta hiekkapuhalletaan, paikataan ja eristetään polyuretaanieristyksellä. Rakennuksissa laajennetaan hissikuilua myös, minkä takia hissikuilujen yhteydessä olevia sivuseiniä pidennetään ja välipohjia aukotetaan hissikuilun laajentamisen vaatimassa laajuudessa. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

Rakennusten lounaisjulkisivuissa on havaittavissa laajasti halkeamia ja paikoin rapautumista, sekä pinnan irtoamista. Muiden ilmansuuntien julkisivut ovat tutkimusten perusteella hyvässä kunnossa. Aluksi harkittiin pelkästään lounaisjulkisivun eristerappauksen uusimista ja muiden julkisivupintojen pesemistä ja huolto-maalaamista, mutta tässä tapauksessa päädyttiin uusimaan kaikkien julkisivujen eristerappaukset. Julkisivujen eristerappaus puretaan ja uusitaan paksueristerappauksena mineraalivillaeristyskerroksella, sekä muut varusteet, pellitykset ja eristykset puretaan ja uusitaan. Vesikaton korotuksen takia julkisivuosuutta joudutaan myös hieman korottamaan. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

Rakennusten vesikatot ja yläpohjarakenteet puretaan kantavaan betonilaattaan saakka. Kattoa joudutaan korottamaan uusien IV-kanavien vuoksi. Kantavan yläpohjalaatan päälle asennetaan polyuretaanieriste ja muu yläpohjarakenne tehdään kevytsoraeristeisenä pintabetonilaatalla ja kumibitumikermieristeisenä. Rakennusten katolle tulee uusi elementtirakenteinen IV-konehuone, joka tuetaan kantavien väliseinälinjien kohdilta. Rakennusten räystäitä ulotetaan julkisivulinjan yli sekä kaikki vesikattoon liittyvät varusteet kuten tuuletusputket, pellitykset, kattokaivot ja räystäslinjat uusitaan. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

Asunnoissa olevien kuivien tilojen kaikki kevyet väliseinät puretaan ja uusitaan teräsrankaisina kipsilevyseininiä. Sisätiloissa olevat hormiseinät puretaan ja uusitaan elementtirakenteisina. Kylpyhuoneissa lattioiden kallistusvalut uusitaan sekä kylpyhuoneiden Siporex-seinät puretaan ja uusitaan kahi-väliseinäharkoilla. Porrashuoneissa ja muissa poistumisteillä tehdään sähköasennusten vaatimat palo-osastoinnit, sekä tehdään uudet palokatkot uusien osastovien rakenteiden läpivientien kohdilla. (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).



KUVA 4. Yleiskuva kohteen rakennuksesta (Sitowise Oy, Koivikkotie 5 rakennustapaselostus).

## 4 PARVEKETORNIEN KUNTOTUTKIMUKSET

Kohteeseen on tehty parvekkeiden osalta kuntoarvio sekä kuntotutkimus. Tutkimusten teettäjänä on molemmissa tapauksissa toiminut insinööritoimisto Raksystems Oy. Tässä kappaleessa käydään läpi tehtyjä tutkimuksia sekä käsitellään tutkimusten tuloksia.

### 4.1 Silmämääräisesti tehdyt tutkimukset

Kuntotutkimuksen perusteella parvekelaatoissa on jonkin verran taipumia ja kyseisten taipumien vuoksi kaikki parvekelaatoille kertynyt vesi ei poistu painovoimaisesti ulosheittäjiin. Parvekkeilla on hyvät kaadot laattojen syvyysuuntaisesti. Parvekkeiden vedenpoistossa ja ohjauksessa on puutteita havaittavissa. Laattojen yläpinnoissa olevissa akryylibetonipinnoitteissa ei havaittu merkittäviä vaurioita silmämääräisten tutkimusten osin.

Kuntotutkimuksessa tehtiin parvekerakenteisiin pistoluonteista tarkastelua koputtelemalla. Koputtelemalla koitettiin havaita viitteitä betonin rapautumisesta mitä ei todettu tutkittavissa rakenteissa. Täytyy kuitenkin huomioida, että koputtelemalla voidaan havaita vain pitkälle edennyt pintakerroksen rapautuminen.

Parveketornien pieliseinien pinnat ovat kuntotutkimuksen mukaan yleisesti kuluneita ja likaantuneita (kuva 5).



KUVA 5. Pielielementtien pinnoissa on havaittavissa likaantumista ja vaurioita. (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

Parvekkeissa havaittiin tutkimuksen yhteydessä kohtuullisen runsaasti näkyviä betoniteräskorroosiovaurioita piilien ja laattojen otsapinnoissa. Teräskorroosiovauriokohtia on laastipaikattu kohtuullisien laajasti jo aiemmin, mutta paikkauskohtia ei ole pinnoitettu (kuva 6). Laattojen alapinnoissa on useilla parvekkeilla syvyysuuntaisia halkeamia. Halkeamat saattavat johtua raudoitusten puutteista, kuten esimerkiksi teräkset saattavat olla liian syvällä.



KUVA 6. Parvekelaattojen otsapintoja on jonkin verran laastipaikattu ja paikkaukset irtoilevat (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

Tutkimuksessa havaittiin, että piilien ja laattojen liittymäsaumat ovat kovettuneita ja saumalinjoille on muodostunut silmämääräisesti havaittavia halkeamia, joista on aiheutunut vesivuotoja.

Tutkimuksen mukaan parvekekaiteiden maalipinnat irtoilevat ja hilseilevät paikoittain, kuitenkin merkittäviä ruostevaurioita ei ollut havaittavissa. Kaiteiden kiinnityksissä ei huomattu merkittäviä puutteita, paitsi parvekekaiteissa olevissa puuverhouksissa on havaittavissa lahovaurioita.

Tutkimuksen mukaan parvekekattojen vedenpoisto tapahtuu räystäskourujen ja syöksytorvien kautta. Kourujen ja syöksytorvien pinnat ovat haalistuneita ja kourujen sisäpinnoissa havaittiin jo alkavaa ruustumista. Kourujen ja syöksytorvien kiinnityksissä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä puutteita. Parvekekattojen pinnoitteista havaittiin irtoilemista.





KUVA 7. Yleiskuva parvekerakenteen nykyisestä kunnosta. (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

#### 4.2 Betonirakenteiden tutkimukset

Silmämääräisellä tutkimuksella ei kuitenkaan voida saada tarkkaa käsitystä raudoitteiden korroosioriskistä kokonaisuudessaan tai vaurioiden laajuudesta, vaan ainoastaan korroosiovaurioiden vähimmäismäärä voidaan selvittää silmämääräisesti. Raudoitteiden tarkempaa korroosioriskiä tulee selvittää kenttä- ja laboriotutkimuksin. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 66).

Tässä kohteessa silmämääräisen tutkimuksen lisäksi otettiin kuntotutkimuksen yhteydessä kuusi poranäytettä betonin kunnan arvioimista varten silmämääräisesti sekä laboriotutkimuksin. Tutkimuksia varten otettiin kolme näytettä pielelementeistä sekä kolme näytettä laattaelementeistä (kuva 6). Taulukossa 1 on esitetty kuntotutkimuksessa otettujen näytteiden silmämääräiset havainnot ja muut tutkimustoimenpiteet.





KUVA 6. Parvekepielestä ja -laatasta otetut poranäytteet (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

Näyte	Havainnot	Teräs ulko/yläpinnasta [mm]	Karbonatisoituminen, kantava laatta		Tutkimustoimenpiteet
			ulko/yläpinnasta [mm]	sisä/alapinnasta [mm]	
L1	näytteen pituus 156mm Ylä- ja alapinta pinnoite	Ø6/29 Ø10/118	17	33	Ohuthie alapinnasta, karbonatisoituminen
L2	näytteen pituus 159mm Ylä- ja alapinta pinnoite	-	4 – 10 7	29 – 40 33	Vetolujuus, karbonatisoituminen
L3	näytteen pituus 155mm Ylä- ja alapinta pinnoite	Ø 12 / 80, 86	4 – 13 6	15 – 26 21	Vetolujuus, karbonatisoituminen
P1	näytteen pituus 153mm Ulko- ja sisäpinta pinnoite	-	3 – 12 8	10 – 25 20	Vetolujuus, karbonatisoituminen
P2	näytteen pituus 158mm Ulko- ja sisäpinta pinnoite	-	9	12	Ohuthie ulkopinnasta, karbonatisoituminen
P3	näytteen pituus 152mm Ulko- ja sisäpinta pinnoite	-	0 – 10 3	3 – 13 8	Vetolujuus, karbonatisoituminen

TAULUKKO 1. Parvekerakenteista otetut näytteet, sekä niiden tutkimustoimenpiteet ja karbonatisoitumissyvyudet (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

#### 4.2.1 Karbonatsoitumissyvyys ja terästen betonipeitepaksuus

Teräsbetonirakenteet karbonatsoitumissyvyyden määrittämisessä tarvitsee tarkastella valmiin rakenteet betoniterästen peitepaksuutta ja karbonatsoitumissyvyyden suhdetta. Betonirakenteen peitepaksuuksia mitataan yleisimmin peitepaksuusmittareilla ja betonirakenteen karbonatsoitumissyvyyttä mitataan poranäytteestä pH-indikaattorilla.

Taulukoissa 2-3 on esitetty kuntotutkimuksessa otetuista koekappaleista mitatut karbonatsoitumissyvydet ja pinnoilta mitatut terästen betonipeitepaksuudet syvyysvyöhykkeihin jaoteltuina. Tuloksista tulee tarkastella sijaitsevatko teräkset karbonatsoituneella vyöhykkeellä. Mikäli teräkset sijaitsevat karbonatsoituneella vyöhykkeellä, niin teräskorroosion alkaminen on mahdollista. Tuloksia tarkastellessa tulee kuitenkin huomioida, että karbonatsoitumissyvyys on mitattu vähäisestä näytemäärästä, ja siten tuloksia tulee käsitellä enemmänkin suuntaa antavina tuloksina.

Syvyyalue (mm)	0 – 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	> 25
Osuus peitepaksuus-havainnoista (%)	0	0	0	1	3	96
Osuus karbonatsoitumissyvyshavainnoista (%)	0	0	0	0	33	67

TAULUKKO 2. Parvekelaattojen karbonatsoitumissyvydet, parvekelaattojen alapinnat (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

Kuntotutkimuksessa parvekelaattojen tuloksia on käsitelty seuraavasti: *Mittaus-tuloksista laskennallisesti arvioiden karbonatsoitumisrintama on saavuttanut 35,5 % betoniteräksistä parvekelaattojen alapinnoissa. Karbonatsoitumisrintama on edennyt laattanäytteissä alapinnoissa keskimäärin 29 mm syvyyteen. Laattojen alapintojen karbonatsoitumiskerroin on 4,2 ja laskennallisesti arvioiden keskimääräinen karbonatsoitumissyvyys laattojen alapinnoissa on 10 vuoden kuluttua noin 31,9 mm ja 20 vuoden kuluttua noin 34,6 mm.* Tämän tutkimuksen ja silmämääräisten havaintojen perusteella voidaan olettaa, että parvekelaattojen terästen korroosio on käynnistynyt.

Syvyysalue (mm)	0 – 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	> 25
Osuus peitepaksuus-havainnoista (%)	2	2	2	2	8	84
Osuus karbonatisoitumis-syvyyshavainnoista (%)	33	67	0	0	0	0

TAULUKKO 3. Parvekepielien karbonatisoitumissyvyudet, parvekepielien ulkopinnat (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

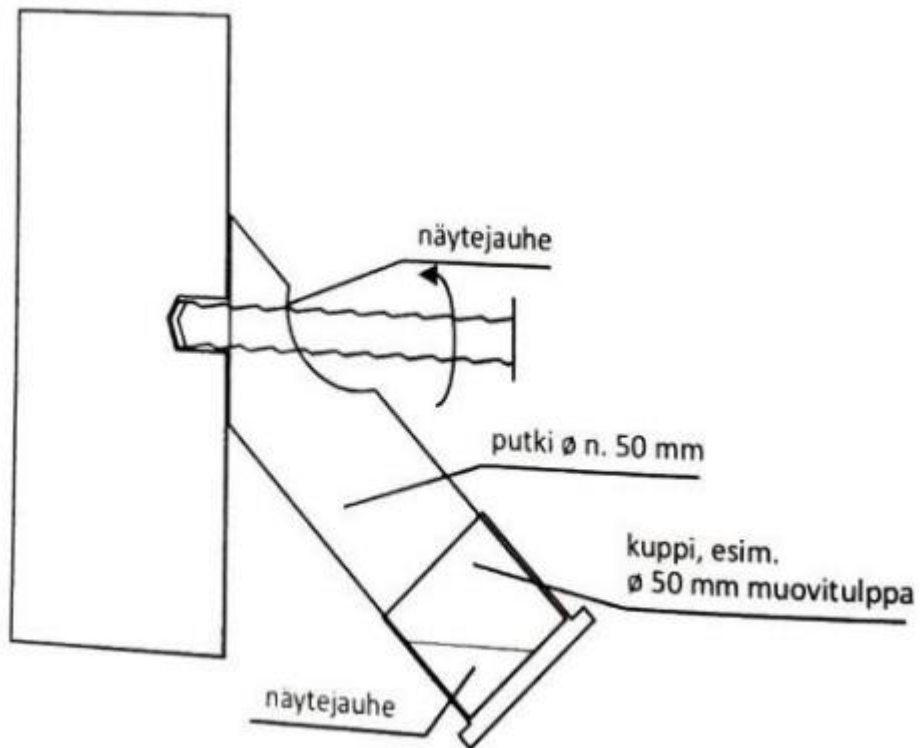
Kuntotutkimuksessa pielitelementtien tuloksia on käsitelty seuraavasti: *Mittaus-tuloksista laskennallisesti arvioiden karbonatisoitumisrintama on saavuttanut 1,8 % betoniteräksistä parvekepielien ulkopinnoissa. Karbonatisoitumisrintama on edennyt pielten ulkopinnoissa keskimäärin 6,7 mm syvyyteen. Pielten ulkopinnoissa karbonatisoitumiskerroin on 1 ja laskennallisesti arvioiden keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys pielten ulkopinnoissa on 10 vuoden kuluttua noin 7,3 mm ja 20 vuoden kuluttua noin 8 mm.* Tämän tutkimuksen ja silmämääräisten havaintojen perusteella voidaan olettaa, että pielitelementtien terästen korrosio on vain paikoittain käynnistynyt.

### 4.3 Laboratoriotutkimukset

Tämän osion tutkimukset ovat tavallisia tutkimusmenetelmiä vaativimpia, joista osa vaatii tutkimusten teettämistä laboratoriotiloissa. Kuntotutkimuksen teettäjä Raksystems Oy on tilannut suurimman osan tutkimusten tekemisistä Labroc Oy:ltä, mikä on betonin ja haitta-aineiden analysointiin erikoistunut laboratorio. Raksystems Oy on tehnyt vetolujuuden määrittämiseen vaadittavat tutkimukset.

#### 4.3.1 Kloridipitoisuus

Kloridipitoisuuden määrittämisessä otetaan tutkittavasta rakenteesta jauhenäytettä mistä saadaan laboratorio-olosuhteissa määritettyä rakenteessa oleva kloridipitoisuus. Jauhenäyte saadaan useimmiten helpoiten kerättyä poraamalla (kuva 7).

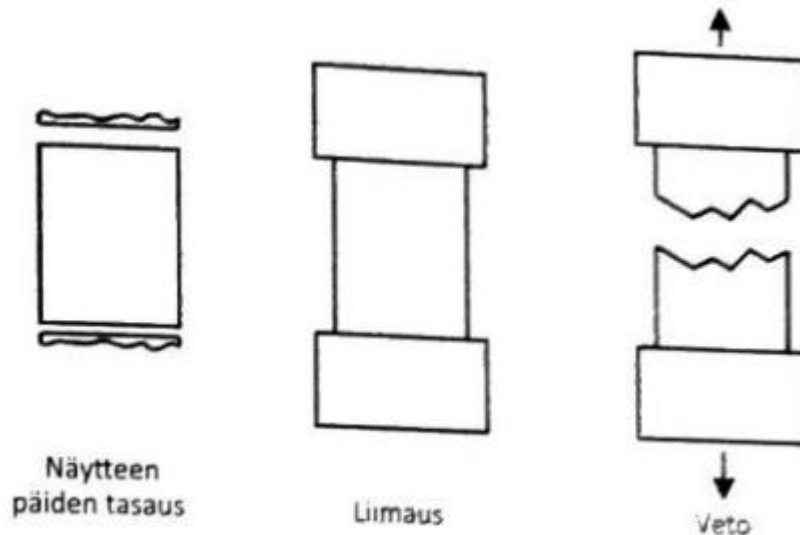


KUVA 7. Jauhenäytteen kerääminen poraamalla (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 88).

Kuntotutkimuksen mukaan kokonaiskloridipitoisuus on määritetty betonistandardin SFS-EN 14629 mukaisesti. Parvekelaatasta otetun tutkimusnäytteen kloridipitoisuus betonin painosta oli alle 0,01%. Kloridipitoisuuden kriittisenä arvona pidetään 0,03...0,07 paino-%:a (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 21). Tältä osin betoniterästen kloridikorroosioriskiä ei ole havaittavissa.

#### 4.3.2 Vetokokeet

Rapautumisen seurauksena betonirakenteeseen ilmenee mikrohalkeamia, mitkä heikentävät betonin lujuutta. Vetokokeella saadaan arvioitua betonirakenteen vetolujuutta ja täten selvitettyä onko betonirakenteessa rapautumista havaittavissa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 93). Näytteenotto tapahtuu yksinkertaistusti kuvan 8 mukaisesti.



KUVA 8. Vetokokeen vaiheet (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 93).

Kuntotutkimuksessa porattujen näytekappaleiden vetolujuudet määritettiin standardin SFS 5445 mukaisesti. Vetolujuuden tuloksen on esitetty taulukossa 4.

Tunnus	Rakenneosa	Vetolujuus [MN/m <sup>2</sup> ]	Murtokohta
L2	parvekelaatta	0,8	Alapinnasta 60mm myötäen
	uusintaveto	0,9	Alapinnasta 100mm myötäen
L3	parvekelaatta	0,8	Alapinnasta 115mm myötäen
	uusintaveto	0,7	Alapinnasta 30mm myötäen
P1	parvekepieli	2,9	Ulkopinnasta 55mm myötäen / leikaten
P3	parvekepieli	0,6	Ulkopinnasta 105mm myötäen
	uusintaveto	1,6	Ulkopinnasta 90mm myötäen

TAULUKKO 4. Parvekenäytteiden vetolujuudet (Raksystems, Kuntotutkimusraportti Koivikkotie 5).

Mikäli vetolujuuden arvo on 0,5-1,0MN/m<sup>2</sup> voidaan olettaa jonkinasteista rapautumista. Jos vetolujuus on yli 1,5MN/m<sup>2</sup> voidaan olettaa, että betonissa ei ole todennäköisesti merkittävää rapautumaa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 93).

On myös huomioitava, että vetolujuuden alhaiseen tulokseen voi vaikuttaa esimerkiksi runkoaineen laatu, betonin alhainen lujuustaso tai näytteeseen ilmentyneet halkeilut pakovoimista. Tästä syystä alhaisten vetolujuustulosten yhteydessä tehdään myös ohuthieanalyysi (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 93).

Rakenteen rapautumistilannetta voidaan arvioida myös vetokokeesta aiheutuneen murtotavan perusteella. Mikäli murto on tapahtunut pääsääntöisesti runkoainerakeiden pintoja pitkin, niin voidaan olettaa rapautumisen todennäköisyyden olevan suuri. Mutta jos näytteen murtopinta on suhteellisen suora ja suuria runkorakeita rikkova niin rakenne on todennäköisesti rapautumatonta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 93).

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että parvekelaatoissa on rapautumaa havaittavissa. Parvekepielissä ei ole vetokokeiden perusteella rapautumista havaittavissa.

#### **4.3.3 Mikrorakenne**

Betonirakenteen rapautumisen tutkimisessa perusmenetelmänä on mikrorakennetutkimus. Mikrorakennetutkimusta kutsutaan myös hietutkimuksena. Mikrorakennetutkimuksessa tarkastellaan betonin rapautumista mikroskooppisella tasolla laboratoriossa yleensä ohut- tai pintahietutkimuksella. Näistä kahdesta tutkimusmenetelmästä ohuthietutkimus antaa varmemman tuloksen kuin mitä pintahietutkimus. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 90-91).

Ohuthietutkimuksessa poratusta betoninäytteestä valmistetaan mikroskooppiset leikkeet, ohuthieet, joista voidaan tutkia betonin karbonatisoitumista, huokosrakennetta, kiteytymistä sekä pakkasvaurioita. Ohuthienäyte valmistetaan hiomalla porattu näyte n. 25...30µm ohueksi levyksi, jotta sen mikrorakennetta voidaan tarkastella paremmin (kuva 9). (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 91).





KUVA 9. Esimerkki ohuthienäytteistä. (Ohuthiekeskus, <https://www.ohuthiekeskus.fi/ohuthie-kuntotutkimuksissa>).

Mikrorakennetutkimus on suositeltavaa teettää silloin kun muilla tutkimusmenetelmillä ei ole saatu rapautumiseen viittaavaa tietoa, tai jos halutaan selvittää tarkemmin rapautumisen levinneisyys. Rapautuneesta kohdasta saadaan selvitettyä mikrorakennetutkimuksella myös tarkka syy betonirakenteen rapautumiselle. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019, 91).

Raksystemsin teettämässä kuntotutkimuksessa valittiin parvekelaatasta ja -pielestä yhden poranäytteet ohuthietutkimusta varten. Tutkimuksessa havaittiin molempien rakenteiden betonin olevan laadultaan melko tasalaatuisia, sekä tiivistyneisyydeltään melko hyvälaatuisia. Kutistumasäröilyä oli vähän havaittavissa. Sideaineen mikrorakenne oli melko tasalaatuista, sekä hydrataatioaste oli korkea. Betonin mikrorakenne viittaasi keskitasoa korkeampaan vesisementtisuhteeseen. Betonin sideaineen karbonatisoituminen oli edennyt syväälle ja parvekeleatan alapinnassa ja teräksissä on jonkin verran ruostetta havaittavissa.

#### 4.4 Tutkimustulosten loppukäsittely

Parvekerakenteista tehdyt kuntotutkimukset olivat laajuudeltaan melko rajallisia etenkin näytemäärältään, mutta käyttöiän, silmämääräisten havaintojen sekä

teetettyjen tutkimusten perusteella voidaan olettaa parvekelaatoissa olevan rapautumista sekä parvekepielissä vähintään alkavaa rapautumista. Teräskorroosiota on runsaasti näkyvissä parvekepielissä ja -laatoissa vaikkakin tutkimuksissa betoniterästen kloridipitoisuudesta johtuva korroosioriski ei korostunut. Laskennallisesti karbonatisoitumisrintama on saavuttanut 35,5% laatan alapinnan teräksistä ja 1,8% parvekepielien ulkopintojen betoniteräksistä.

Raksystemsin kuntotutkimuksessa olevana korjausehdotuksena on ollut parvekeiden uusiminen 1...3 vuoden sisällä, mikä ollaan nyt toteuttamassa tämän peruskorjauksen yhteydessä.



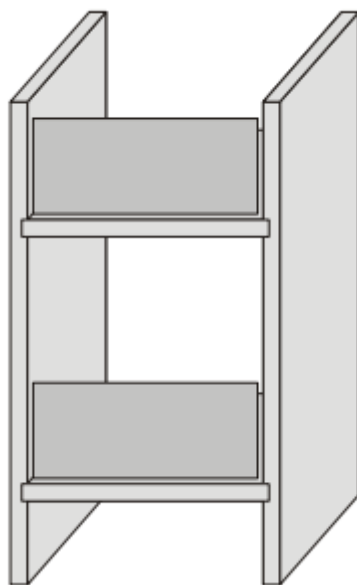
## 5 RAKENNETEKNINEN SUUNNITTELU

Tässä osiossa käydään läpi parveketornin uusimiseen liittyviä rakenneteknisen suunnittelun vaiheita.

### 5.1 Elementtirakenteiset parveketornit yleisesti

Yleisimmät parvekejärjestelmät ovat joko välipohjasta kannatetut parvekkeet, vetotangolla tai muulla ripustusjärjestelmällä tuetut parvekkeet tai itsekantavat parveketornit. Tässä opinnäytetyössä keskitytään päämääräisesti pielitelementeillä tuettuun, eli itsekantavaan parveketorniin.

Parveketorneissa parvekelaatat on kannateltu pieliseinien tai pilarien varaan, jotka on yleensä tuettu omille perustuksilleen. Sisäänvedetyt itsekantavat parvekerakenteet tuetaan useimmiten päärakennuksen kantavan seinälinjan perustuksiin. Kaiteet ovat kiinnitetty parvekelaattoihin tai pieliseiniin. Parvekekaide voidaan valata yhteen pohjalaatan kanssa tai kaide kiinnitetään laattaan tai pieliseiniin pultti- tai hitsausliitoksien avulla. Parvekekaiteet toteutetaan yleensä joko betonirakenteisena tai kevytrakenteisena kuten teräs- tai alumiinikaiteena. (Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain, Matti Haukijärvi, Julkisivuyhdistys, 2005).



KUVA 10. Periaatekuva itsekantavasta parvekkeesta (Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain, Matti Haukijärvi, Julkisivuyhdistys, 2005).

## 5.2 Uusittavien parvekkeiden suunnittelu

Parvekerakenteet ovat kantavia rakenteita ja siksi niitä suunnittelevalla rakenne-suunnittelijalla tulee olla kantavien rakenteiden suunnittelupätevyys. Betoni- ja teräsparvekkeiden suunnittelijoilla tulee olla riittävä kokemus kyseisten rakenteiden kantavien rakenneosien suunnittelusta. Korjausrakentamisessa rakenne-suunnittelijalla tulee olla riittävä kokemus korjausrakentamisesta. (Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain, Matti Haukijärvi, Julkisivuyhdistys, 2005).

Parvekkeita uusittaessa on mahdollisuus vaikuttaa parvekkeiden kokoon, ulkonäköön tai jopa tuentatapaan. Mikäli parvekkeita ollaan laajentamassa tai rakenteiden tuentatapaa tai sijoittelua ollaan muuttamassa, tulee varmistaa suunnitteluvaiheessa, että parveke saadaan kannatettua asianmukaisesti, eikä se aiheuta päällekkäisyyksiä rakennuksen muiden osien kanssa.

Tämän hankkeen yhteydessä on haluttu säilyttää rakennuksen yleinen ulkonäkö ja siten päätetty uusia parveketornit samankaltaisina mitä alkuperäiset parvekkeet ovat. Tilaajan toiveesta uusiin parvekelaattoihin asennetaan hätäpoistumislukut.

## 5.3 Purkutyö

Kohteen kaikki parveketornit puretaan ja uusitaan. Parvekerakenteiden purkaminen toteutetaan yleensä joko purkamalla parvekerakenne kokonaisina osina tai vaihtoehtoisesti paikan päällä piikkaamalla. Parvekerakenteiden purkamiseen soveltuvan purkumenetelmän valitsee suunnittelija. Urakoitsija suunnittelee ja valitsee tarkemmat purkutyömenetelmät ja siihen käytettävät kalustot. (Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain, Matti Haukijärvi, Julkisivuyhdistys, 2005).

Itsekantavissa parvekerakenteissa purettavat osat koostuvat laatasta, kaiteesta sekä pielistä tai pilareista. Kantavien pieliä tai pilarien perustusten uusimisen tarve tulee myös selvittää parvekkeen uusimista tehtäessä. Itsekantavat elementtiparvekkeet puretaan yleensä elementti kerrallaan kokonaisina. Purkutoimenpiteet aloitetaan yleensä rakennukseen liitettyjen liitososien esiin piikkaamisella.

Ennen purkutoimenpiteiden aloittamista on kuitenkin varmistettava koko parvekerakenteen stabiilisuus ja tehtävä tarvittaessa väliaikaiset jäykistävät toimenpiteet. Purettavan rakenneosan irrottamisesta mahdollisesti aiheutuvat kuormien siirtymät tulee huomioida, ja siirtää tarvittaessa väliaikaisille kuormitusrakenteille (Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain, Matti Haukijärvi, Julkisivuyhdistys, 2005).

Kantavien rakenteiden tai muuten vaarallisten purkutöiden yhteydessä on laadittava kirjallinen purkutyösuunnitelma ja purkutyöselostus. Purkutyösuunnitelman laatii urakoitsija ja purkutyöselostuksen laatii rakennesuunnittelija tai erillinen purkusuunnittelija. Purkutyöselostuksen pohjalta urakoitsija voi suunnitella purkutyöhön tarvittavan kalustuksen ja tarkemmat toimenpiteet. Purkutyöselostuksen tulisi sisältää kohdetiedot, tarkemmat tiedot vanhoista ja purettavista rakenteista, ongelmajätteiden esiintyvyys purkutöiden yhteydessä, selostuksen purkujärjestyksestä, purettavien ja alapuolisten rakenteiden kantavuudet ja tarvittaessa väliaikaiset tuentatarpeet, purkupiirustukset ja ohjeet purkumenetelmän valinnasta (Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain, Matti Haukijärvi, Julkisivuyhdistys, 2005).

Purkutyöstä syntyvät rakennus- ja purkujätteet on lajiteltava ja mahdollisuuksien mukaan hyötykäytettävä.

#### **5.4 Suunnittelun lähtötiedot**

Helsingin kaupungin rakennusvalvonnasta hankitut alkuperäiset piirustukset kohteesta sisältävät erittäin hyödyllisiä tietoja uusittavien rakenneosien suunnittelusta varten. Alkuperäisistä piirustuksista osa on haalistunut ajan myötä sen verran että niiden tulkitseminen osoittautui erittäin haastavaksi. Näissä tapauksissa voidaan hyödyntää rakenteiden selvittämiseen rakennusajankohdan määräyksiä ja suosituksia. Parvekerakenteet uusitaan nykyisten rakenteiden kaltaisiksi, joten parvekkeiden ja pielirakenteiden dimensiot pysyvät hyvin paljolti samanlaisina mitä alkuperäisissä suunnitelmissa.

Uusien betonirakenteiden suunnittelemisessa on hyvä lähteä liikkeelle selvittämällä teräsbetonirakenteen vaadittava lujuus, rakenteen suunniteltu käyttöikä, rakenteeseen kohdistuvat rasitukset ja muut huomioon otettavat tekijät. Teräsbetonirakenteen käyttöikäksi valitaan yleensä joko 50 tai 100 vuotta. Tässä kohteessa suunniteltavien parvekerakenteiden käyttöikäksi on määritetty 50 vuotta.

Seuraavaksi täytyy määrittää betonirakenteen seuraamusluokka, toteutusluokka sekä toleranssiluokka. Rakenteet luokitellaan rakenteiden vaurioiden seuraamusten perusteella kolmeen eri seuraamusluokkaan. Seuraamusluokka määritetään SFS-EN 1990 standardin mukaan, minkä mukaan uusittavat parvekerakenteet kuuluvat seuraamusluokkaan CC2. Toteutusluokka määritetään seuraamusluokkien sekä rakenteen käyttöön ja toteutukseen liittyvien riskitekijöiden perusteella. Tässä kohteessa uusittavat parvekerakenteet kuuluvat toteutusluokkaan 3. Toleranssiluokka määräytyy standardin SFS-EN 13670 mukaan kahteen luokkaan. Toleranssiluokka 1 vastaa sitä, että rakenne toteuttaa standardin EN 1992 suunnitteluoletukset sekä vaaditun varmuustason, kun taas toleranssiluokka 2 on ensisijaisesti tarkoitettu käytettäväksi pienennettyjen materiaaliosavarmuusluku- jen kanssa. Tässä kohteessa on käytetty toleranssiluokkaa 2 (Betoninormit 2016, 8-9).

Parvekkeiden teräsbetonirakenteiden rasitusluokat tulee myös selvittää hyvissä ajoin. Suunniteltavien betonirakenteiden rasitusluokkien tulee vastata mahdollisimman hyvin käyttökohteen ympäristön aiheuttamia rasituksia ja olosuhteita. Rasitusluokan oikeaoppisella valinnalla pystytään vaikuttamaan rakentamiseen liittyviin kustannuksiin merkittävästi, sillä mitä tehokkaammin betoni kestää rasituksia, niin sitä enemmän sen valmistamisesta johtuvat kustannukset kasvavat. Ylimoittamisella voi olla haitallisia rakenteen toimivuuteen, joten rasitusluokkien määrittäminen tarvitsee tehdä huolellisesti rakennekohtaisesti. Rasitusluokat jakautuvat viiteen eri rasitusmekanismiin. Rasitusmekanismien merkittävyyttä ilmaistaan rasitusluokan perässä olevalla numeraalisella arvolla (kuva 11) (Betonitekniikan oppikirja 2004, 253).

Tässä kohteessa valittiin uusittavien parvekkeiden betonirakenteiden rasitusluokiksi XC4 ja XF3.

Pääluokka	Rasitustekijä	Alaluokan merkintä	Olosuhdekuvaus
X0	Ei korroosioriskiä betonille tai raudoitteille	X0	Betoni sisätiloissa, jossa ilman kosteus on hyvin alhainen
XC	Karbonatisoituminen	XC1	kuiva tai jatkuvasti märkä
		XC2	Kostea, harvoin kuiva
		XC3	Kohtalaisen kostea
		XC4	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen
XD	Kloridien aiheuttama korrosio	XD1	Kohtalaisen kostea
		XD2	Kostea, harvoin kuiva
		XD3	Kostea ja kuiva vaihtelevat
XS	Merivedessä olevien kloridien aiheuttama korrosio	XS1	Betonia rasittavat tuulen mukana tulevat kloridit, ei suoraa kosketusta veteen
		XS2	Veden alla
		XS3	Vesirajassa ja roiskevyöhykkeellä
XF	Jäätymis-/sulamisrasitus	XF1	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
		XF3	Suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
	Jäätymis-/sulamisrasitus ja suolarasitus	XF2	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet
		XF4	Suuri vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet
XA	Kemiallinen rasitus	XA1	Kemiallisesti heikosti aggressiivinen ympäristö
		XA2	Kemiallisesti kohtalaisesti aggressiivinen
		XA3	Kemiallisesti voimakkaasti aggressiivinen ympäristö

KUVA 11. Betonirakenteiden rasitusluokat. (Betoniteknikan oppikirja 2004, 253)

Uusien parvekelaattojen on oltava kuitenkin vesitiiviitä. Erillistä vedeneristystä parvekerakenteisiin ei tarvita, jos käytetään vesitiivistä betonia. Vedenpitävässä betonissa veden tunkeutumasyvyys voi standardin SFS-EN 12390-8 esitetyn kokeen mukaan olla korkeintaan 100mm. Vedenpitävän betonirakenteen vedenpitävyys perustuu siihen, että sillä ei ole yhtenäistä huokosrakennetta mitä pitkin vesi pääsisi kulkeutumaan betonirakenteessa. (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>).

Erillisen vedeneristyksen tarve tulisi esiin, mikäli parvekkeiden alapuolella olisi lämmintä tilaa. (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>). Tämän kohteen tapauksessa erillistä vedeneristystä ei tarvita.

## 5.5 Kuormitukset

Itsekantavissa parvekerakenteissa pystysuuntaiset kuormitukset siirtyvät päämääräisesti suoraan parveketornin perustuksille. Parvekerakenteeseen kohdistuvat vaakasuuntaiset voimat siirtyvät parvekelaattoja pitkin kantavalle seinälinjalle. Parvekerakenteiden kuormitusten määrittämisessä on huomioitu parveketornin rakenneosista aiheutuva omapaino, hyöty- ja kaidekuormitus, parvekekatolle kertyvän lumikuorma, parvekkeisiin tuulikuormituksista aiheutuva vaakasuuntainen kuormittava voima sekä koska parveketornien pieliseinärakenteet ovat liikennöitävällä alueella tulee huomioida rakenteiden kestävyys onnettomuustilanteessa.

### 5.5.1 Parveketornin omapaino ja hyötykuormat

Parvekerakenteista johtuvat kuormitukset ovat tehty standardin SFS-EN 1991-1 mukaisesti. Parvekepielielementeissä olevien ikkuna-aukkojen ja laattoihin tulevien hätäpoistumislukkujen aukotuksien aiheuttamaa kuormituksen vähennystä rakenteiden omassa painossa ei ole huomioitu laskelmissa. Parvekekatolle aiheutuvan lumikuorman määrittäminen tarkastellaan kappaleessa 5.5.2.

Parveketornista perustuksille aiheutuvat omapainon ja hyötykuorman kuormitukset ja niiden määrittelyt ovat esitetty tarkemmin liitteessä 1. Parveketornista aiheutuu yhteensä käyttörajatilassa noin 145kN/m, ja murtorajatilassa noin 175kN/m kuormittavaa voimaa perustuksille. Laskelmat ovat tehty PTC Mathcad Express Prime laskentaohjelmalla.

### 5.5.2 Lumikuorma

Parvekekaton ja viereisen rakennuksen räystäään korkeusero on noin yhden metrin verran, tämän takia kinostumisesta ei laskennallisesti aiheudu ylimääräistä kinostumiskuormaa. Lumikuorma on määritetty RIL 201-1-2017 suunnitteluohjeiden mukaan ja sen tarkemmat laskutoimenpiteet on esitetty liitteessä 2. Parve-

ketornin kattorakenteille lumikuormasta aiheutuva kuormittava voima käyttöraja-tilassa on  $2.2\text{kN/m}^2$ . Laskelmat ovat tehty PTC Mathcad Express Prime laskentaohjelmalla.

## 5.6 Uusittavat perustukset

Parvekkeiden uusimisen yhteydessä uusitan myös parvekkeiden betonirakenteiset perustukset. Parvekeperustukset uusitaan maanvaraisina seinäanturoina. Alkuperäisten piirustusten mukaan pohjamaan kantavuudelle on annettu  $300\text{kN/m}^2$ , mutta peruskorjauksen yhteydessä teetettyjen maanperätutkimusten perusteella maanvaraisten parvekeanturoiden kohdalla olevan pohjamaan kantokyvyn on kuitenkin arvioitu olevan  $200\text{kN/m}^2$ . Parvekeanturat ovat suunniteltu Betoniyhdistyksen 202 BETONIRAKENTEIDEN SUUNNITTELUN OPPIKIRJA - OSA 2 mukaan. Parvekeperustuksiin kohdistuva laskennallinen kuormitus on määritetty liitteessä 1. Parvekeperustusten uusimisen suunnittelu on esitetty liitteessä 3.

Parvekkeiden pieliementit kiinnitetään perustuksiin kahdella Peikon valmistamalla SUMO 20H seinäkengällä.

### 5.6.1 Törmäyskuorma

Parvekkeiden kantavat pieliementit sijaitsevat piha-alueella missä ajoneuvot pääsevät kulkemaan. Standardin SFS-EN 1991-1 mukaan liikennöitävällä alueella sijaitsevien kantavien rakenteiden tulee kestää niihin mahdollisesti kohdistuva onnettomuuskuorma. Tämän takia perustuksen ja pieliementin liitos on suunniteltava siten että se kestää lisäksi  $75\text{kN}$ :n aiheuttaman pistemäisen hetkellisen kuormituksen. Pistemäinen kuormitus on suunniteltu sijoittuvan  $0,5\text{m}$ :n päähän liitoksesta. Seinäkenkien kestävyys onnettomuustilanteessa tarkistettiin SUMO seinäkenkien teknisen käyttöohjeen antamien raja-arvojen avulla.

## 5.7 Elementtisuunnittelu

Tilattuun työhön kuului mallielementtikuvien laatiminen, mutta itse tuotantokuvien tekeminen ei sisällynyt tilattuun työhön. Parvekelaatan, kattolaatan ja pielielementin rakennepiirustukset ovat esitetty liitteessä 4. Mallielementit ovat piirretty AutoCAD 2020 ohjelmistolla.

## 5.8 Parvekeliitososat

Parvekelaattoihin asennetaan valmistamisen yhteydessä kaksi erillistä parvekeliitososaa, mitkä sallivat laattaan kohdistuvat pystysuuntaiset liikkeet. Parvekkeisiin kohdistuvat vaakavoimat siirretään rakennuksen kantavaan seinälinjaan Peikon valmistamalla PL-20 kemiallisesti ankkuroitavilla parvekeliitososilla.

## 5.9 Parvekekaiteet

Nykyiset parvekekaiteet ovat teräsrakenteisia ja osittain puuverhoiltuja. Parvekekaiteet uusitaan levyrakenteisina valmisosakaiteina arkkitehdin suunnitelmien mukaan. Kaiteiden kiinnitys toteutetaan valmistajan mukaisten ohjeiden mukaan.

## 5.10 Vedenpoisto

Uusittavissa parvekkeissa tullaan käyttämään sisäpuolista vedenpoistojärjestelmää. Vesi johdetaan laatoissa olevien kaivojen kautta hallitusti vedenpoistoputkilla maahan. Laatan vedenpoisto toteutuu laatan kallistusten ja vedenpoistouran myötä. Parveketornin vesikaton vedenpoisto toteutetaan räystäskourujen ja erillisen vedenpoistolinjan myötä maahan.

Parvekelaattojen yläpinnan kallistukset tehdään 1:80 mukaisesti ja parvekelaatan vedenpoistouran kallistukset toteutetaan 1:100 mukaan.



## 5.11 Palomitoitus

Parvekerakenteiden palonkestovaatimus on puolet rakennuksen kantavan rungon palonkestoajasta. Palonkestovaatimus enintään 8-kerroksiselle asuinrakennuksen parvekkeen kantaville teräsbetonirakenteille on R30. Täten palonkestovaatimus tässä kohteessa on R30, joten betonirakenteiden palotekninen mitoitus ei ole normaalisti tarpeellinen (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>).

Parvekkeiden palomitoitus kohdistuu enimmäkseen liitosten toimivuuden tarkistukseen palotilanteessa (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>). Parvekkeiden läpivientien, kuten esimerkiksi vedenpoistokanavien palonkesto tulee tarkistaa tapauskohtaisesti, tämä saadaan yleensä toteutettua palokatolla varustetuilla parvekekaivoilla tai erikseen putkilinjaan kiinnitettävillä palokatkomanseteilla.

## 5.12 Parvekelaatan pinnoitus

Elementtirakenteiset parvekelaatat valetaan yleensä normaalilla harmaalla betonilla. Parvekelaatan yläpinta valmistetaan useimmiten muottipintaisena yläpinnassa olevien kallistusten ja muiden muotoilujen takia. Parvekelaatan ala- ja yläpinnan pintatyyppin valinnassa voidaan käyttää erilaisia taulukoita (kuva 12), joissa on esitetty suositeltavat pintatyyppit (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>). Tämän kohteen parvekelaattojen alapinnan pintatyyppiksi valittiin muottipinta ja yläpinnan pintatyyppiksi teräshierto.

	ALAPINTA	TELÄUS	TERÄSHIERTO	HIENOHARJAUUS	PUUHIERTO	SIENIHIERTO	HAPPOKÄSITTELY
YLÄPINTA							
MUOTTIPINTA	■	●	●	○	○		
HIENOPESU	■	●	●	○	○		
HIEKKAPUHALLUS	●	●	○	○	○		
KLINKKERI	○	○	○	○	○		
HAPPOKÄSITTELY							○

■ ERINOMAINEN  
 ● SUOSITELTAVA  
 ○ MAHDOLLINEN

KUVA 12. Esimerkki parvekelaatan pintatyypin valinnassa käytettävä taulukko (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>).

Parvekelaattojen yläpinnat voidaan käsitellä vaihtoehtoisesti epoksi-, akryyli- tai polyuretaanipohjaisilla maaleilla tai pinnoitteilla. Parvekelaatan alapinta jätetään yleensä joko kokonaan käsittelemättä tai vaihtoehtoisesti käytetään hengittäviä pinnoitteita tai maaleja, jotka mahdollistavat rakenteen sisällä olevan kosteuden läpäisemisen. (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>).

### 5.13 Parvekepielien pinnoitus

Pielielementit voidaan valaa tavallisella harmaalla sementillä, tai käyttämällä väri- tai valkobetonia. Harmaalla sementillä valaessa elementit pinnoitetaan työmaalla (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>). Pielielementtien ala- ja yläpinnan pintatyyppien valinta voidaan myös toteuttaa taulukosta katsomalla (kuva 13). Tämän kohteen pielielementtien sisäpintaan valittiin muottipinta ja ulkopintaan teräshierto.

	SISÄPINTA								
	UULKOPINTA	MUOTTIPINTA	KLINKKERI	TIILILAATTA	PUUHIERTO	SIENIHIERTO	HIENOHARJAUS	TELAUS	HAPPOKÄSITTELY
UULKOPINTA									
MUOTTIPINTA									
KLINKKERI									
TIILILAATTA									
PUUHIERTO									
SIENIHIERTO									
HIENOHARJAUS									
TELAUS									
HAPPOKÄSITTELY									
HIONTA									
HIENOPESU									
TUOREPINNOITUS									

	SISÄPINTA								
	UULKOPINTA	MUOTTIPINTA	KLINKKERI	TIILILAATTA	PUUHIERTO	SIENIHIERTO	HIENOHARJAUS	TELAUS	HAPPOKÄSITTELY
UULKOPINTA									
MUOTTIPINTA									
KLINKKERI									
TERÄSHIERTO									
PUUHIERTO									
SIENIHIERTO									
HIENOHARJAUS									
TELAUS									
HAPPOKÄSITTELY									
HIONTA									
HIENOPESU									
TUOREPINNOITUS									

■	ERINOMAINEN
●	SUOSITELTAVA
○	MAHDOLLINEN

KUVA 13. Esimerkki piellelementtien ulko- ja sisäpinnan pintatyyppien valintataulukosta (Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus Ry, <https://www.elementti-suunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>).

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyötä tehdessä onnistuin laajentamaan tietämystäni jo entuudestaan tutuista betonirakenteita rasittavista tekijöistä, sekä niiden aiheuttamista vaurioista. Kuntotutkimuksia tarkastellessa ymmärsin paremmin niiden vaikutuksen suunnittelua avustavina työkaluina.

Elementtirakenteisten parveketornien ja niihin liittyvien rakenteiden uusiminen sisältää paljon asioita, mitä niitä suunnittelevan rakennesuunnittelijan täytyy huomioida. Koin pystyväni hyödyntämään riittävästi koulutuksesta saamaani tietämystä, vaikkakin kyseiseen suunnittelutyöhön ei kuulunut elementtien tuotantokuvien laatiminen. Työpaikalla sain riittävästi ohjeistusta ja materiaalia, joiden avulla uusittavien parvekerakenteiden suunnitleminen luonnistui ilman suurempia hankaluuksia.

Tarvittavat laskennat toteutettiin päämääräisesti Mathcad Express Prime laskentaohjelmalla, ja rakennepiirustukset toteutettiin AutoCAD 2020 ohjelmistolla.

## LÄHTEET

Suomen betoniyhdistys ry. BY42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2019. 4. painos. Helsinki: By-Koulutus Oy

RT tietoväylä. RT 86-10618. Parvekerakenteet. Korjausrakentaminen. Luettu 20.9.2020

<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2086-10618>

Concrete Solutions. Hiilidioksidin sitoutuminen betoniin. Luettu 20.9.2020

<https://concretesolution.fi/karbonatisoituminen/>

bestLab Oy. Asbesti. Luettu 27.9.2020

<https://www.bestlab.fi/asbesti/>

Sitowise Oy. HEKA MAUNULA KOIVIKKOTIE 5 RAKENNUSTAPASELOSTUS

Raksystems Insinööritoimisto Oy. JULKISIVUJEN JA PARVEKKEIDEN KUNTOTUTKIMUS KOIVIKKOTIE 5

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy. Ohuthie kuntotutkimuksessa. Luettu 25.10.2020

<https://www.ohuthiekeskus.fi/ohuthie-kuntotutkimuksissa>

Julkisivuyhdistys r.y. Parvekkeet Uusiminen kokonaan tai osittain – suunnitteluohjeet. Luettu 9.11.2020

<https://julkisivuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/01/K3-Suunnitteluohjeet-Parvekkeet-Uusiminen-kokonaan-tai-ositta%E2%80%A6.pdf>

Betoninormit. 2016. Säilyvyysuunnittelu. Vaasa: Oy Fram Ab.

Betoninormit. 2016. Yleisohjeet. Vaasa: Oy Fram Ab.

Betoniteollisuus Ry. Betonielementtiparvekkeet. Luettu 9.11.2020.

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>

Suomen betoniyhdistys ry. Betoniteknikan oppikirja 2004. 6. painos. Helsinki: By-Koulutus Oy

Suomen betoniyhdistys ry. BETONIRAKENTEIDEN SUUNNITTELUN OPPIKIRJA - OSA 2 2004. 2. painos. Helsinki: By-Koulutus Oy

Elementtisuunnittelu. Suunnitteluormat. Luettu 10.11.2020

<https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/rakennuksen-jaykistys/suunnittelukuormat>

## LIITTEET

### Liite 1. Parveketornin kuormitukset

1 (2)

#### Uusista parveketorneista aiheutuva kuormitus perustukselle:

##### Kuormitustiedot

Lumikuorma  $q_{k,s} := 2.2 \frac{kN}{m^2}$

Teräsbetonin tiheys  $\rho_c := 25 \frac{kN}{m^3}$

Hyötykuorma  $q_k := 2.5 \frac{kN}{m^2}$

##### Pieliseinäelementti

Paksuus  $b_p := 160 \text{ mm}$

Korkeus  $h_p := 2800 \text{ mm}$

Leveys  $l_p := 1500 \text{ mm}$

Määrä  $n_p := 6.25$

(Tähän lisätty 0.25 joka kuvastaa anturan ja piielelementin sokkeliosuudesta johtuvaa kuormitusta)

##### Parvekelaatta

Paksuus  $b_l := 220 \text{ mm}$

Korkeus  $h_l := 1500 \text{ mm}$

Leveys  $l_l := 2840 \text{ mm}$

Määrä  $n_l := 6$

##### Pieliseinäelementin omat painot

Yhden elementin paino + saumaukset 0.5 kN

$$g_{k,p} := b_p \cdot h_p \cdot l_p \cdot \rho_c + 0.5 \text{ kN} = 17.3 \text{ kN}$$

Pystykuorma perustuksilla piielelementeistä

$$g_{k,pieli} := n_p \cdot g_{k,p} = 108.1 \text{ kN}$$

##### Parvekelaatan kuormitus

Parvekelaatasta menee osa kuormasta suoraan pystysuorana voimana piielelementille, ja pielen ulkopuolella osa aiheuttaa lisäksi vääntöä.

Parvekelaattojen lukumäärä  $n_l = 6$  (Sisältää kattolaatan)

Suora pystyvoima pielelle:

Kuormitusala  $A_{p1} := 0.5 \cdot l_l \cdot l_p = 2.1 \text{ m}^2$

Omat painot  $g_{k,p1} := A_{p1} \cdot b_l \cdot \rho_c = 11.7 \text{ kN}$

Hyöty  $q_{k,p1} := A_{p1} \cdot q_k = 5.325 \text{ kN}$

Parvekelaattojen omat painot yhteensä  $g_{k.laatta} := n_l \cdot g_{k.p1} = 70.29 \text{ kN}$

Parvekelaattojen hyötykuorma yhteensä  $q_{k.laatta} := n_l \cdot q_{k.p1} = 31.95 \text{ kN}$

### Parvekekatto

Suora pystyvoima pielelle:

Kuormitusala	$A_{pk1} := 0.5 \cdot l_l \cdot l_p = 2.1 \text{ m}^2$	(Kattolaatan omapaino huomioitu aiemmassa laskelmassa)
Omat painot (kattovarusteet)	$g_{k.pk1} := 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot A_{pk1} = 1.1 \text{ kN}$	
Lumi	$q_{k.pk1} := A_{pk1} \cdot q_{k.s} = 4.686 \text{ kN}$	

Parvekekaton omat painot:  $g_{k.katto} := g_{k.pk1} = 1.07 \text{ kN}$

Parvekekaton lumikuorma:  $q_{k.katto} := q_{k.pk1} = 4.69 \text{ kN}$

### Kaidekuorma

Kaidekuorma laatalta:  $g_{k.kaide} := 0.5 \cdot 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot l_l = 1.42 \text{ kN}$

### Kuormitusyhdistelmät perustuksille

KRT:

$$F_{d,k} := g_{k.pielii} + g_{k.kaide} + g_{k.laatta} + g_{k.katto} + q_{k.laatta} + q_{k.katto} = 218 \text{ kN}$$

MRT:

$$F_{d,q} := 1.15 \cdot (g_{k.pielii} + g_{k.kaide} + g_{k.laatta} + g_{k.katto}) + 1.5 \cdot q_{k.laatta} + 1.05 \cdot q_{k.katto} = 261 \text{ kN}$$

$$F_{d,g} := 1.35 \cdot (g_{k.pielii} + g_{k.kaide} + g_{k.laatta} + g_{k.katto}) = 244 \text{ kN}$$

$$F_d := \max(F_{d,g}, F_{d,q}) = 261 \text{ kN}$$

Metrikuorma perustuksille:

KRT:  $P_k := \frac{F_{d,k}}{l_p} = 145.024 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

MRT:  $P_d := \frac{F_d}{l_p} = 173.92 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$



## Liite 2. Parveketornin lumikuorman määrittäminen

1 (2)

## Lumikuorma, kinostuminen huomioitu

Laskennat tehty RIL 201-1-2017 mukaan

Rakennuksen leveys

$$b_1 := 22.5 \text{ m}$$

Katoksen ja räystäään korkeusero

$$h := 1 \text{ m}$$

Katoksen syvyys

$$b_2 := 1.5 \text{ m}$$

Katoksen leveys

$$b_3 := 2.5 \text{ m}$$

Katoksen pinta-ala

$$A := b_2 \cdot b_3 = 3.8 \text{ m}^2$$

Lumikuorma maassa  
(Helsinki)

$$s_k := 2.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Muotokerroin 1 (0-30 deg)

$$\mu_1 := 0.8$$

Ylemmältä katolta liukuvan  
lumen muotokerroin

$$\mu_s := 0$$

Kinostusmispituus

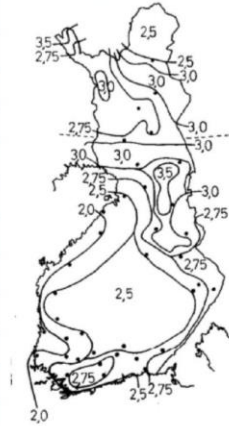
$$l_s := 2 \cdot h = 2 \text{ m}$$

Vaihteluväli

$$2\text{m} < l_s < 6\text{m}$$

Käytetään määritettyä  
kinostusmispituuttaTuulesta johtuva laskennallinen  
muotokerroin

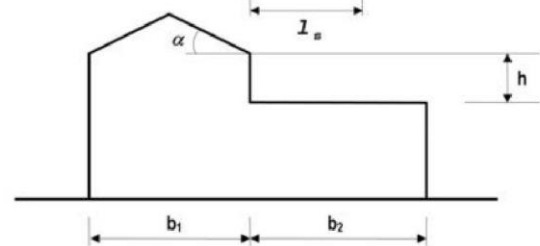
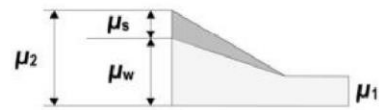
$$\mu_w := \frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h} = 12$$



Tapaus (i)

$$\mu_1$$

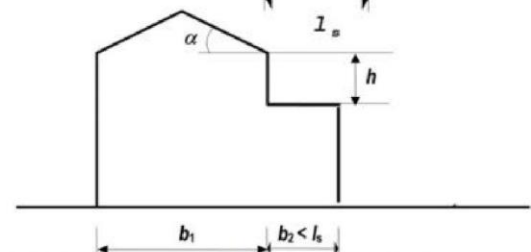
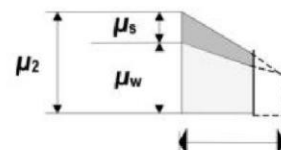
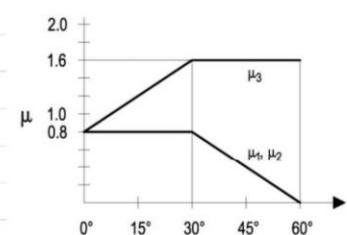
Tapaus (ii)



Tapaus (i)

$$\mu_1$$

Tapaus (ii)

Tämä [AC] kuormituskaavio <AC> tulee kyseeseen, kun  $b_2 < l_s$ 



Tuulesta johtuvan muotokerroimen raja-arvo

$$\mu_{w,max} := \max \left( 2 \frac{\frac{kN}{m^3} \cdot h}{s_k}, 0.8 \right) = 0.8$$

Tuulesta johtuva laskennallinen muotokerroin ylittää sen raja-arvon, joten käytetään tuulesta johtuvan muotokerroimen raja-arvoa

Tarkasteltavan katon pinta-ala ei ole yli 6m<sup>2</sup> joten muotokerroimen vaihteluväli on  $0.8 < \mu_w < 1.5$

Käytetty tuulesta johtuva muotokerroin osuu vaihteluväliin, joten käytetään tuulesta johtuvaa muotokerrointa 0.8

Muotokerroin 2

$$\mu_2 := \mu_s + \mu_{w,max} = 0.8$$

Lumikuorma rakennuksen vieressä

$$q_{s,max,k} := \mu_2 \cdot s_k = 2.2 \frac{kN}{m^2}$$

Lumikuorma kinostumispiduuden l.s  
päässä

$$q_{s,min,k} := \mu_1 \cdot s_k = 2.2 \frac{kN}{m^2}$$

Kinostumisesta ei aiheutu laskennallisesti ylimääräistä lumikuormaa

**Käytetään laskelmissa lumikuorman arvona 2.2kN/m<sup>2</sup>**

## Liite 3. Parveketornin anturan suunnittelu

1 (8)

Koivikkotie 5

Ilari Alavilo

**Anturan mitoitus eurokoodien mukaan, maanvarainen seinäntura**Osavarmuusluvut ja pitkäaikaistekijät

Pitkäaikaistekijät, betoni	$\alpha_{cc} := 0.85$
	$\alpha_{ct} := 1.0$
Pitkäaikaistekijät, raudoittamaton betoni	$\alpha_{cc,pl} := 0.8 \cdot \alpha_{cc}$
	$\alpha_{ct,pl} := 0.6 \cdot \alpha_{cc}$
Osavarmuusluku, betoni	$\gamma_c := 1.5$
Osavarmuusluku, betoniteräs	$\gamma_s := 1.15$

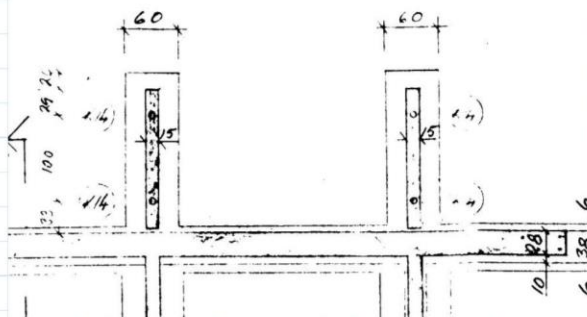
Ominaislujuudet

Betonin lieriölujuus	$f_{ck} := 30 \text{ MPa}$
Betonin keskimääräinen vetolujuus	$f_{ctm} := 2.9 \text{ MPa}$
Betonin ominaisvetolujuus	$f_{ctk} := 2 \text{ MPa}$
Betoniterästen ominaismyötölujuus	$f_{yk} := 435 \text{ MPa}$

$$f_{cd} := \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd,pl} := \frac{\alpha_{cc,pl} f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{ctd} := \frac{\alpha_{ct} f_{ctk}}{\gamma_c} \quad f_{ctd,pl} := \frac{\alpha_{ct,pl} f_{ctk}}{\gamma_c} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

Laskentalujuudet

Betonin puristuslujuuden mitoitusarvo	$f_{cd} = 17 \text{ MPa}$
Raudoittamattoman bet. puristuslujuuden mitoitusarvo	$f_{cd,pl} = 13.6 \text{ MPa}$
Betonin vetolujuuden mitoitusarvo	$f_{ctd} = 1.3 \text{ MPa}$
Raudoittamattoman bet. vetolujuuden mitoitusarvo	$f_{ctd,pl} = 0.7 \text{ MPa}$
Betoniterästen ominaismyötölujuus	$f_{yd} = 378.3 \text{ MPa}$
Betoniterästen kimmokerroin	$E_s := 200 \text{ GPa}$



LÄHTÖTIETOKUVA

**Uudet parvekerakenteet**

Pieliseinäelementti

Paksuus  $b_p := 160 \text{ mm}$

Korkeus  $h_p := 2800 \text{ mm}$

Leveys  $l_p := 1500 \text{ mm}$

Määrä  $n_p := 6.25$

Teräsbetonin  
tiheys

$\rho_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

(Tähän lisätty 0.25 joka kuvastaa sokkeliosuudesta johtuvaa kuormitusta)

Parvekelaatta

Paksuus  $b_l := 220 \text{ mm}$

Korkeus  $h_l := 1500 \text{ mm}$

Leveys  $l_l := 2840 \text{ mm}$

Määrä  $n_l := 5$

Geotekninen kantavuus

$p_G := 200 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

**Parvekerakenteiden aiheuttamat kuormitukset perustuksille**

Parvekkeista johtuvat kuormitukset laskettu aiemmassa liitteessä.

$F_{d,k} := 218 \text{ kN}$

$F_{d,q} := 265 \text{ kN}$

$F_{d,g} := 244 \text{ kN}$

Otetaan huomioon lisäksi parvekeanturoita kuormittavat täyttömaat.

Täyttömaa  $\rho_m := 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Täyttömaan syvyys (arvio)  $h_m := 1.0 \text{ m}$

Anturan ulokkeen pituus (arvio)  $c_a := 420 \text{ mm}$

$g_{k,maa} := \rho_m \cdot h_m \cdot 2 \cdot c_a \cdot l_p = 18.9 \text{ kN}$

Kuormitukset täyttömaa mukaanluettuna

KRT:  $F_{d,k} := F_{d,k} + g_{k,maa} = 236.9 \text{ kN}$

MRT:  $F_{d,q} := F_{d,q} + 1.15 \cdot g_{k,maa} = 286.735 \text{ kN}$

$F_{d,g} := F_{d,g} + 1.35 \cdot g_{k,maa} = 269.515 \text{ kN}$

$F_d := \max(F_{d,g}, F_{d,q}) = 286.735 \text{ kN}$



Metrikuorma perustuksille

$$\text{KRT: } P_k := \frac{F_{d,k}}{l_p} = 157.933 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{MRT: } P_d := \frac{F_d}{l_p} = 191.157 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Tarkistetaan voidaanko antura tehdä raudoittamattomana

Anturoiden mitoitus on toteutettu BETONIRAKENTEIDEN SUUNNITTELUN OPPIKIRJA - OSA 2, 2004 mukaan.

Anturan ja elementin liitos on nivelelliitos, joten anturaan ei kohdistu epäkeskisyyttä vaikuttavaa taivutusmomenttia

Anturan vaadittu leveys tarkastellaan käyttörajatilassa aiheutuvasta kuormituksesta:

$$B_{vaad} := \frac{P_k}{\rho_G} = 0.79 \text{ m}$$

#### Anturan paksuus

Jos anturan vaadittu leveys on pieni ( $B \leq 800$  mm tai ulokeosan pituus  $c \leq 300$  mm), voidaan antura tehdä raudoittamattomana. Anturan leveyden ollessa suurempi on taloudellisesti edullisempää käyttää raudoitusta.

### Antura voitaisiin tehdä raudoittamattomana, mutta tehdään tämän opinnäytetyön yhteydessä kuitenkin raudoitettuna.

Vaaditulla leveydellä anturan ulokkeen mitta

$$c_{vaad} := \frac{(B_{vaad} - b_p)}{2} = 314.833 \text{ mm}$$

Kutistumarautojen tai päärautojen arvioitu halkaisija:

$$\phi_{arv} := 12 \text{ mm}$$

Vaaditulla leveydellä arvioitu vaadittu anturan tehollinen korkeus ja anturan vähimmäispaksuus:

$$d_{min} := \frac{c_{vaad}}{1 + 0.3 \cdot \frac{f_{ctd}}{\left(\frac{P_d}{B_{vaad}}\right)}} = 118.698 \text{ mm}$$

4 (8)

$c_{nom} := 50 \text{ mm}$  Peitepaksuus, maata vasten valettaessa 50mm

$$h_{min} := d_{min} + \frac{\phi_{arv}}{2} + c_{nom} = 174.698 \text{ mm}$$

Valitaan anturan korkeudeksi 250mm ja leveydeksi 1.1m

### Anturan mitat

$B := 1.1 \text{ m}$  Anturan leveys, yleensä 100mm kerrannainen

$L := 1 \text{ m}$  Tarkastelukaista, yleensä mitoitetaan 1m:n tarkastelukaistana

$H := 0.25 \text{ m}$  Anturan korkeus, yleensä 50mm:n kerrannainen, min > 150mm

$B_s := b_p = 0.16 \text{ m}$  Sokkelin leveys, tässä tapauksessa sama kuin parvekepielen leveys

$c := \frac{B - B_s}{2} = 0.47 \text{ m}$  Ulokkeiden leveys, yleensä sokkeli sijoitetaan anturan keskelle

$c_{nom} := 50 \text{ mm}$  Betonin peitepaksuus (50mm maata vasten valettaessa)

$\phi_p := 12 \text{ mm}$  Pääterästen halkaisija

$d := H - c_{nom} - \frac{\phi_p}{2} = 0.194 \text{ m}$  Anturan tehollinen korkeus

### Pohjamaan kantavuus

Anturan tehokas pohjapinta-ala

$$A_{eff} := B \cdot L = 1.1 \text{ m}^2$$

Pohjapaineen suuruus

$$p_{eff} := \frac{P_k}{B} = 143.576 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Pohjamaan kantavuuden käyttöaste, tarkastellaan käyttörajatilassa

$$\frac{p_{eff}}{p_G} = 71.788\%$$

**Anturan poikkisuuntainen alapinnan vaatima taivutusraudoitus**

Anturan uloketta rasittava taivutusmomentti

$$M_{u,d} := p_{eff} \cdot \frac{B^2}{8} \cdot \left(1 - \frac{b_p}{B}\right) \cdot 1 \text{ m} = 18.557 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\mu := \frac{M_{u,d}}{L \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0.029$$

Tehollisen puristuspinnan suhteellinen korkeus

$$\beta := 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} = 0.029 \quad \text{Tarkista onko } \beta < 0,495$$

Sisäinen momenttivarsi

$$z := d \cdot \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) = 0.191 \text{ m}$$

Anturan pääterästen vaatima pinta-ala

$$A_s := \frac{M_{u,d}}{(z \cdot f_{yd})} = 256.66 \text{ mm}^2$$

Lasketaan minimirauδοitus

$$A_{s,min} := 0.26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\right) \cdot B \cdot d = 369.893 \text{ mm}^2$$

Tarkistetaan täytyykö minimirauδοituksen ehto

$$0.26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\right) = 0.0017 > 0.0013 \quad \text{OK!}$$

$$A_{s,vaad} := \max(A_s, A_{s,min}) = 369.893 \text{ mm}^2$$

**Pääraudoitus**

$$kk_p := 250 \text{ mm}$$

Rauδοitejako

$$A_p := \left(\frac{\phi_p}{2}\right)^2 \cdot \pi = 113.097 \text{ mm}^2$$

Pääraudan teräspinta-ala

$$A_{s,tod} := \frac{L}{kk_p} \cdot A_p = 452.389 \text{ mm}^2$$

Pääraudoituksen kokonaisteräspinta-ala

$$\frac{A_{s,vaad}}{A_{s,tod}} = 81.764\%$$

Pääraudoituksen käyttöaste



**Anturan pituussuuntainen kutistuma- ja jakorauδοitus**

$$A_{s,jako.min} := 0.2 \cdot A_{s,tod} = 90.478 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,jako.max} := B \cdot H \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 969.349 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = 378.261 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Jakorauδοituksen määrä on usein näiden kahden keskiarvona, mutta tässä tapauksessa käytetään  $A_{s,jako.min} + 200 \text{ mm}^2$ :

$$A_{s,jako.vaad} := \min \left( A_{s,jako.min} + 200 \cdot \text{mm}^2, \frac{A_{s,jako.min} + A_{s,jako.max}}{2} \right) = 290.478 \text{ mm}^2$$

Kutistuma ja jakorauδοituksen poikki-pinta-ala

$$\phi_{jako} := 12 \text{ mm}$$

Jakorauδοituksen halkaisija

$$kk_{jako} := 300 \text{ mm}$$

Jakorauδοituksen jako

$$A_{p,jako} := \left( \frac{\phi_{jako}}{2} \right)^2 \cdot \pi = 113.097 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,tod,jako} := \frac{B}{kk_{jako}} \cdot A_{p,jako} = 414.69 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{s,jako.vaad}}{A_{s,tod,jako}} = 70.047\%$$

**Anturan leikkausmitoitus**

$$c_{leik} := c - d = 276 \text{ mm}$$

Anturan ulokkeen pituus leikkausmitoituksessa

Leikkausrasitus

$$V_{Ed} := p_{eff} \cdot c_{leik} \cdot L = 39.627 \text{ kN}$$

Anturan leikkaukskapasiteetti

$$k := \min \left( 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}}, 2 \right) = 2$$

$$\rho := \frac{A_{s,tod}}{B \cdot d} = 0.002$$

$$f_{ck,k} := \frac{f_{ck}}{\frac{N}{mm^2}} = 30$$

$$V_{Rd,c0} := \frac{0.18}{\gamma_c} \cdot B \cdot d \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck,k})^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{N}{mm^2} = 94.89 \text{ kN}$$

Leikkauskestävyyden vähimmäisarvo anturametriä kohden

$$V_{Rd,cmin} := 0.035 \cdot B \cdot d \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{f_{ck,k}} \cdot \frac{N}{mm^2} = 115.709 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} := \max(V_{Rd,c0}, V_{Rd,cmin}) = 115.709 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = 34.247\%$$

Laatta kestää leikkausmitoituksen, hakoja ei siis tarvita



**Lopputulokset**

Anturan dimensiot

$$B = 1.1 \text{ m}$$

$$H = 0.25 \text{ m}$$

$$c = 0.47 \text{ m}$$

Pääraudoitus

$$\phi_p = 12 \text{ mm}$$

$$kk_p = 250 \text{ mm}$$

Jakoraudoitus

$$\phi_{jako} = 12 \text{ mm}$$

$$kk_{jako} = 300 \text{ mm}$$

**Käyttöasteet**

Pohjamaan kantavuuden käyttöaste

$$\frac{p_{eff}}{p_G} = 71.788\%$$

Pääraudoituksen käyttöaste

$$\frac{A_{s,vaad}}{A_{s,tod}} = 81.764\%$$

Jakoraudoituksen käyttöaste

$$\frac{A_{s,jako,vaad}}{A_{s,tod,jako}} = 70.047\%$$

Anturan leikkauskestävyys

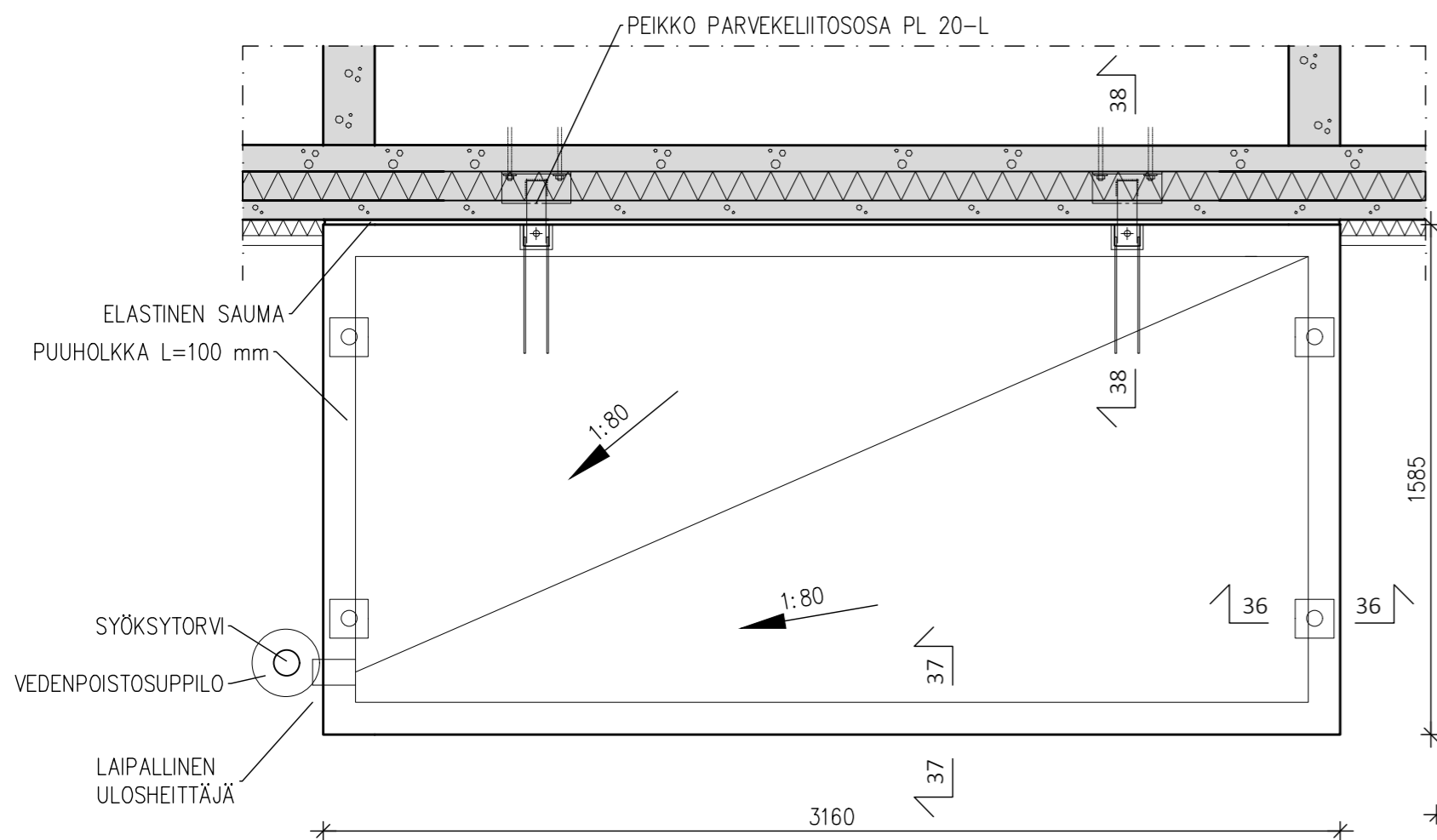
$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = 34.247\%$$

**Suunnitellut raudoitukset ja dimensiot toteutuvat.**

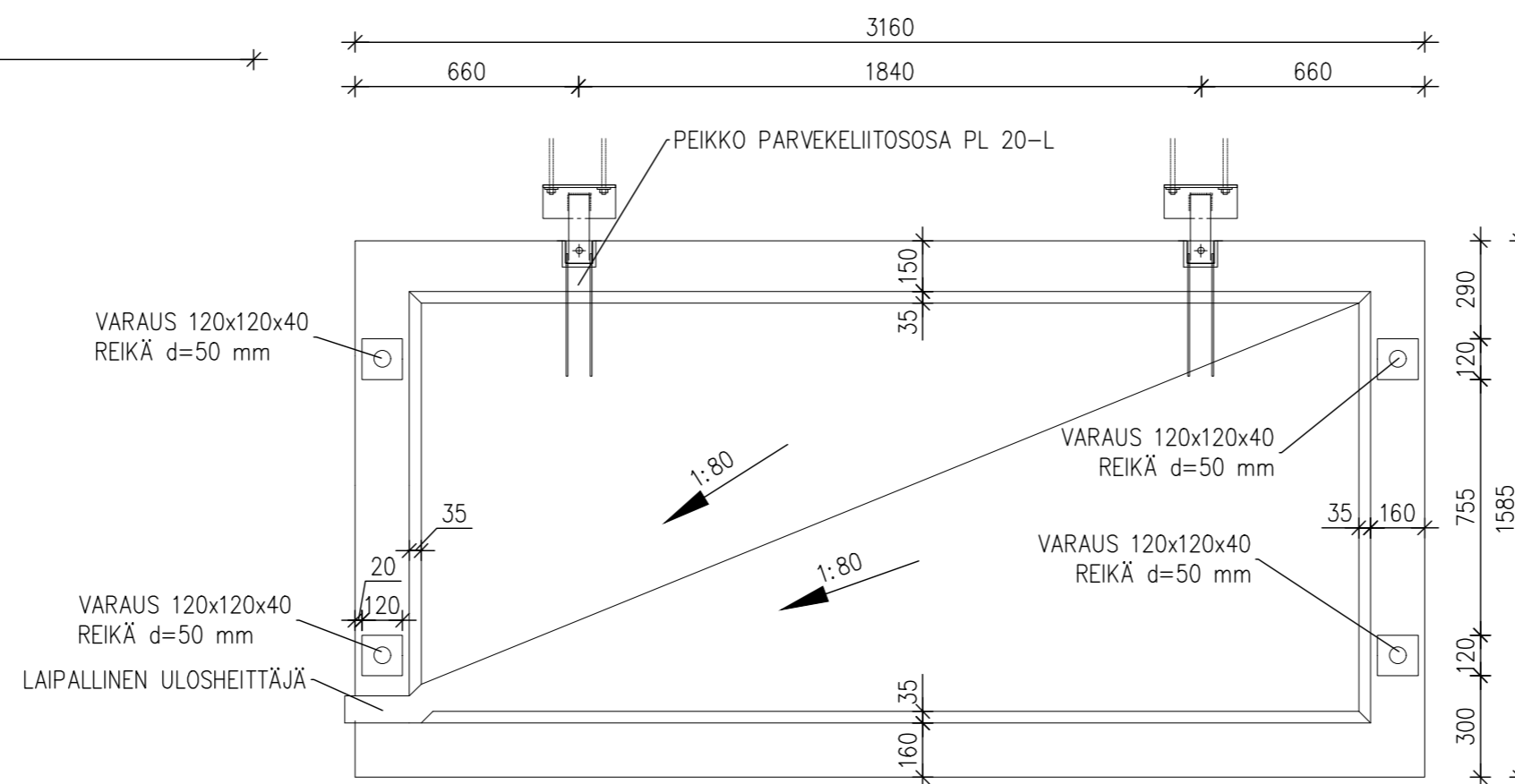
## Liite 4. Rakennepiirustukset



PARVEKEKATTOPOHJA 1:20  
PARVEKETYYPPI 1  
UUSI PARVEKE



PARVEKEKATTOELEMENTTI 1 1:20  
PARVEKETYYPPI 1



**KUORMITUKSET:** (SFS EN 1991-1) OMA PAINO  $g_k=3,5 \text{ kN/m}^2$   
KAIDEKUORMA  $q_k=1,0 \text{ kN/m}$ , KUORMALUOKKA C1  
HYÖTYKUORMA  $q_k=2,5 \text{ kN/m}^2$ , KUORMALUOKKA C1  
LUMIKUORMA  $s_k=2,75 \text{ kN/m}^2$ , OMINAISARVO MAASSA

SEURAAMUSLUOKKA: CC2

**PALOLUOKKA:** R30, ELLEI TOISIN MERKITY

**BETONIRAKENTEET:**

PAIKALLAVALU: TOTEUTUSLUOKKA: 2, TOLERANSSILUOKKA: 1 (EN 13670 + SFS 5975)  
ELEMENTIT: TOTEUTUSLUOKKA: 3, TOLERANSSILUOKKA: 2

RASITUSLUOKKA: XC4, XF3

BETONIN KÄYTTÖIKÄ: 50 VUOTTA  
BETONI: C30/37, PAKKASENKESTÄVÄ

KIVIAINEKSEN  
YLÄNIMELLISRAJA: 16 mm

BETONITERÄS: T=B500B HARJATERÄS (SFS-1300)  
(SFS-EN 10027-1) E=B600XA-1.4301 RUOSTUMATON HARJATERÄS (SFS-1259)

BETONIPEITE: A500HW/B500K:  $35 \pm 10 \text{ mm}$   
RST:  $20 \pm 10 \text{ mm}$

BETONIPINNAT (BY40): LUOKKA A

URAKOITSIJA VASTAA OLEVIENTEN RAKENTEIDEN TARKEMITTAUKSESTA.

MITA JA RAKENTEET TARKISTETTAVA

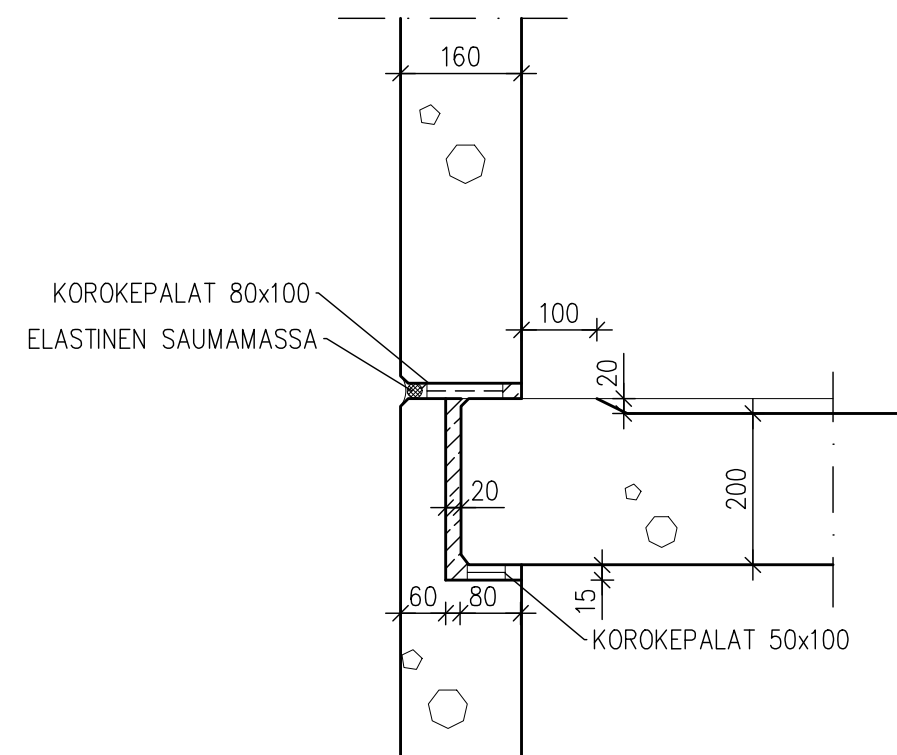
RATU: TALO A 7700  
TALO B 7701  
TALO C 7702  
TALO D 7703

Kaup./osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisen merkintöjä
28	28920	2	
Pysyvä rakennustunnus			Korkeus- ja koord. järjestelmä N2000
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji No RAKENNEPIIRUSTUS 135
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö Mittakaavat HEKA MAUNULA KOIVIKKOTIE 5 PARVEKEKATTO, POHJA JA KATTOLAATTAELEMENTTI PARVEKETYYPPI 1 1:20
00630 HELSINKI			
<b>SITOWISE</b>		Suunn.ala	Työnumero
Vuolteenkatu 2 33100 Tampere 020 747 6000 www.sitowise.com		RAK	H20176
Suunnittelija IAIa		Piir.no	Muutos 135
Tarkastaja		Tiedostojainti	
Piirtäjä IAIa	Vast.suun/Hyväksyjä DI TIMO RAISKI	Päiväys 19.10.2020	Tiedosto .dwg

## Liite 4. Rakennepiirustukset

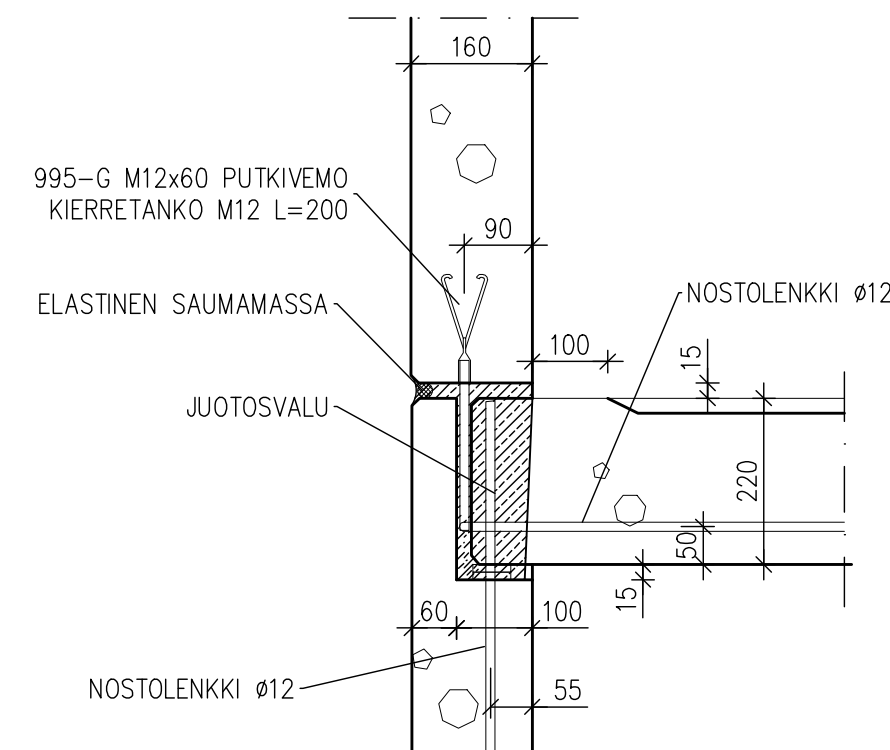
## LEIKKAUS 30–30

1:10



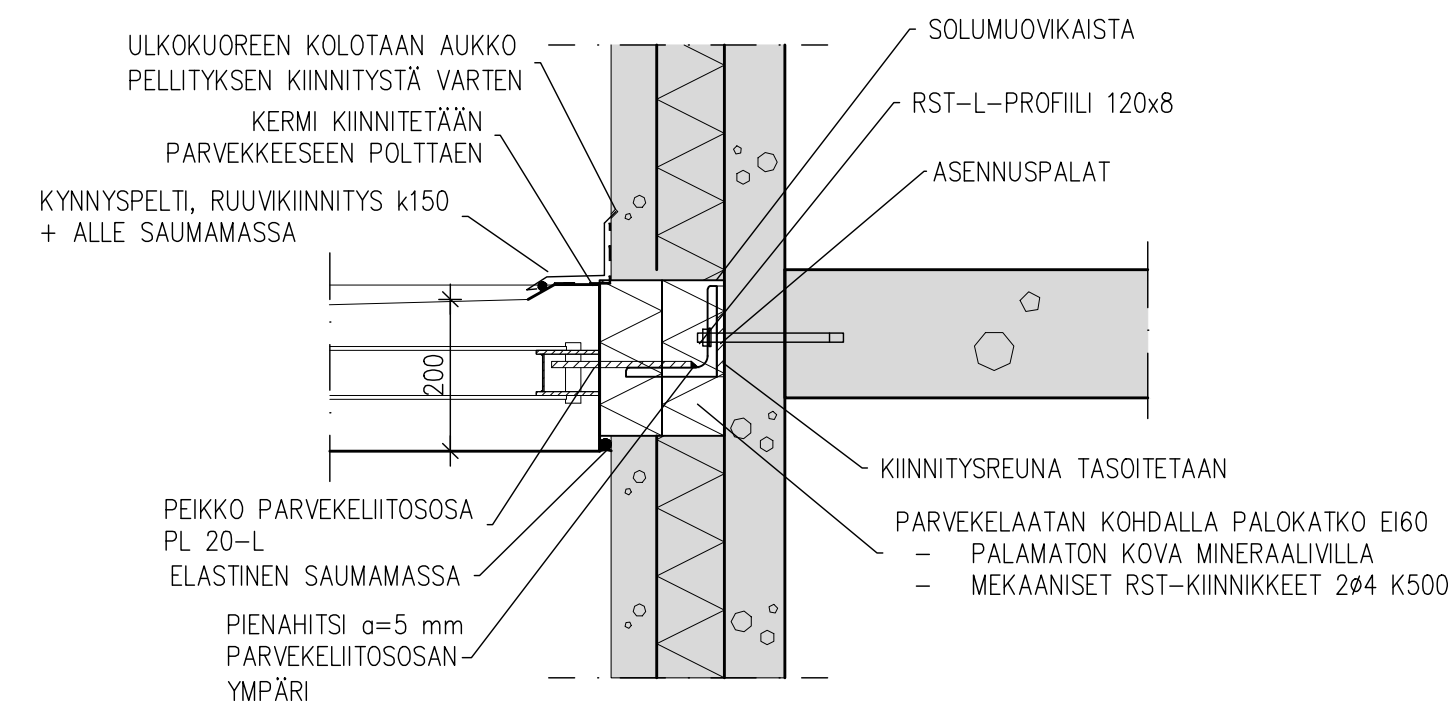
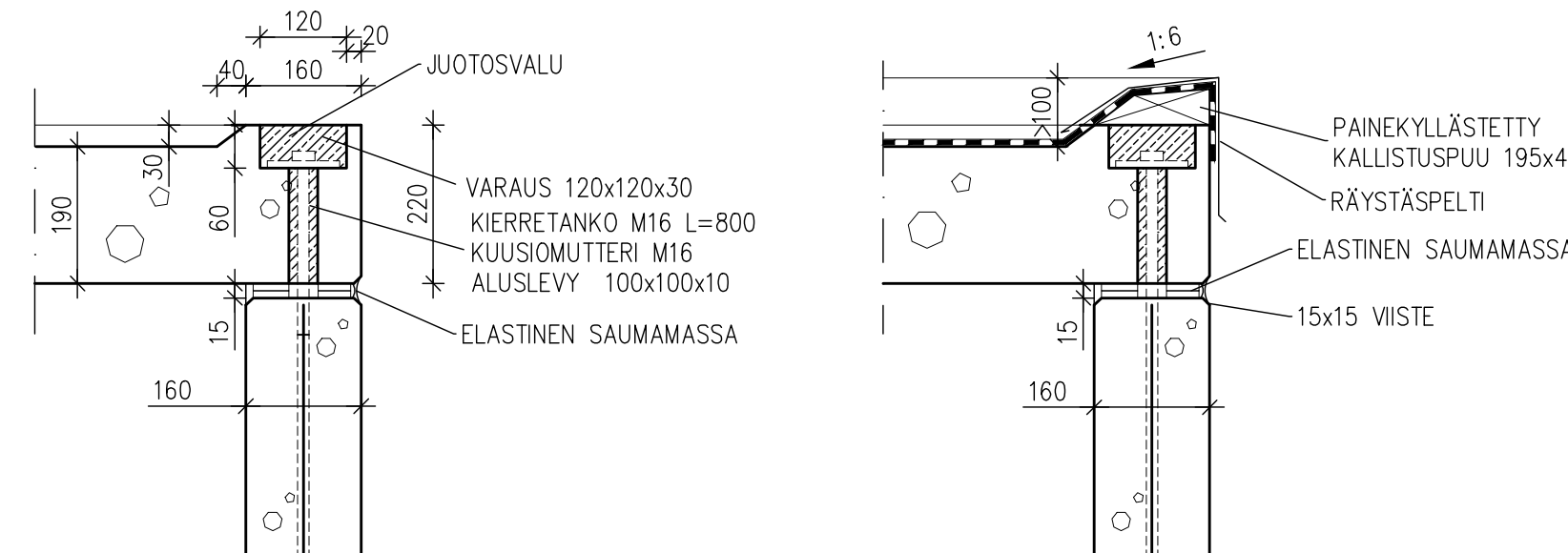
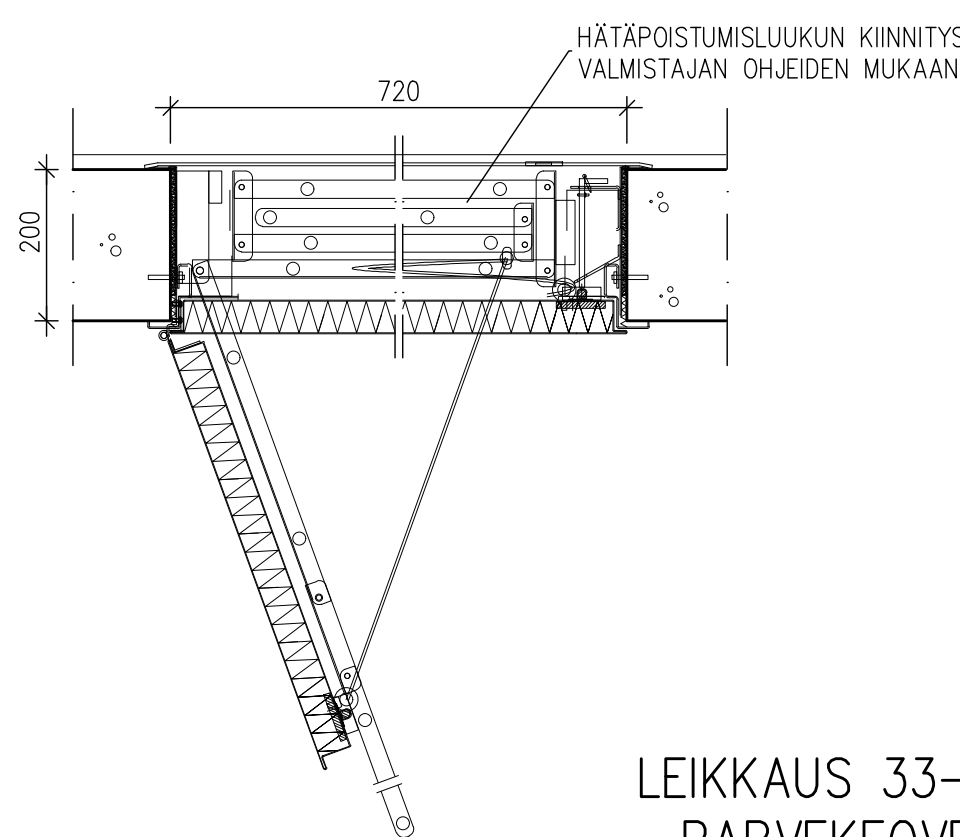
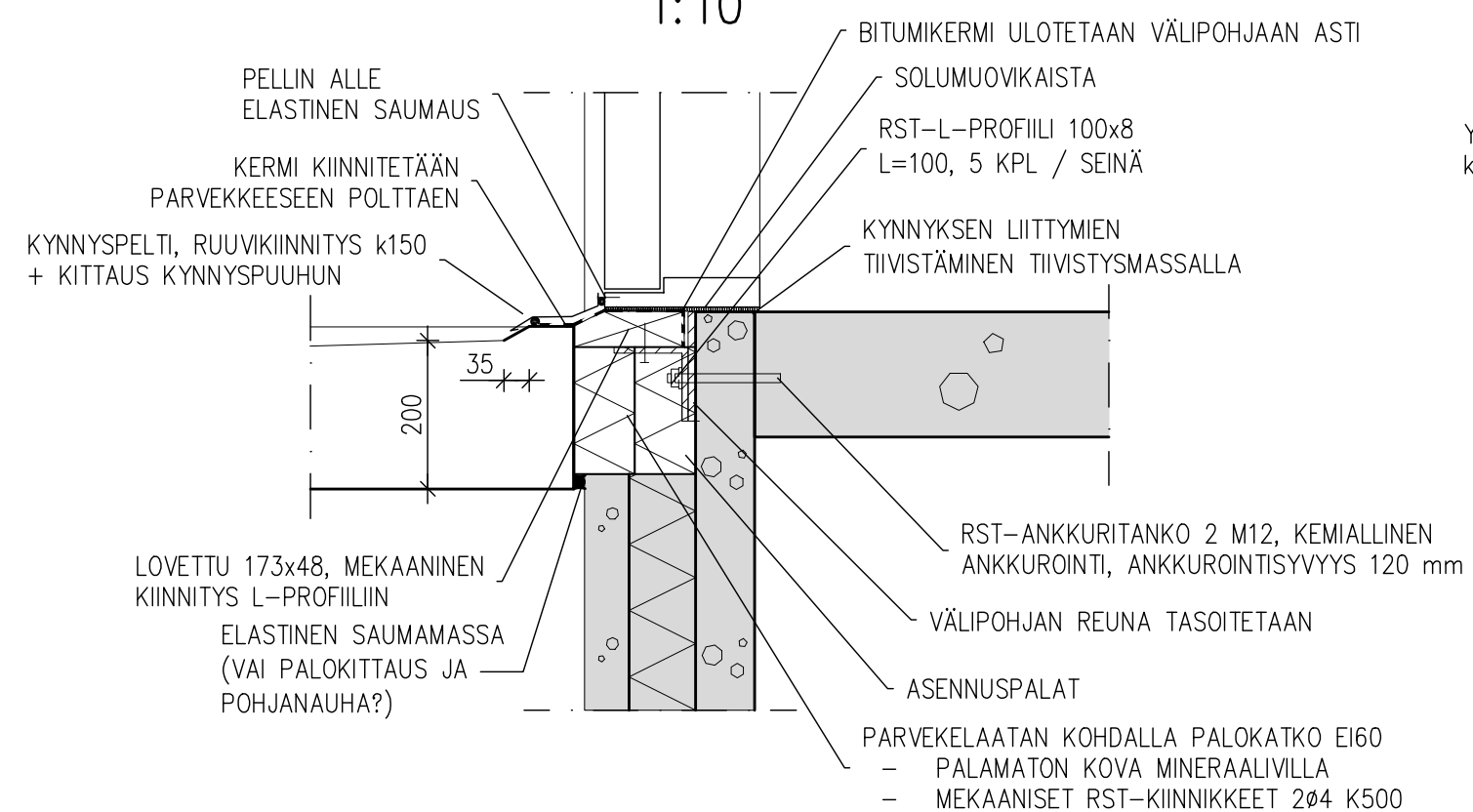
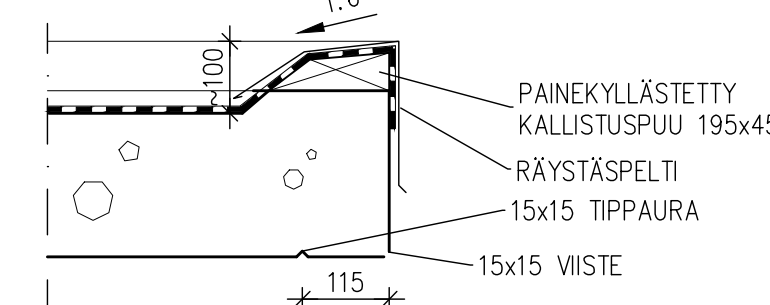
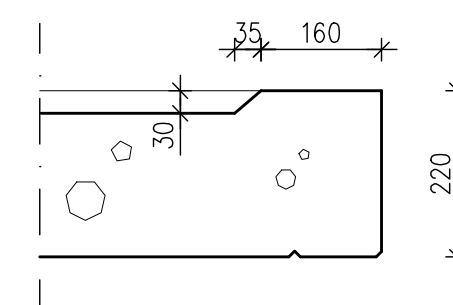
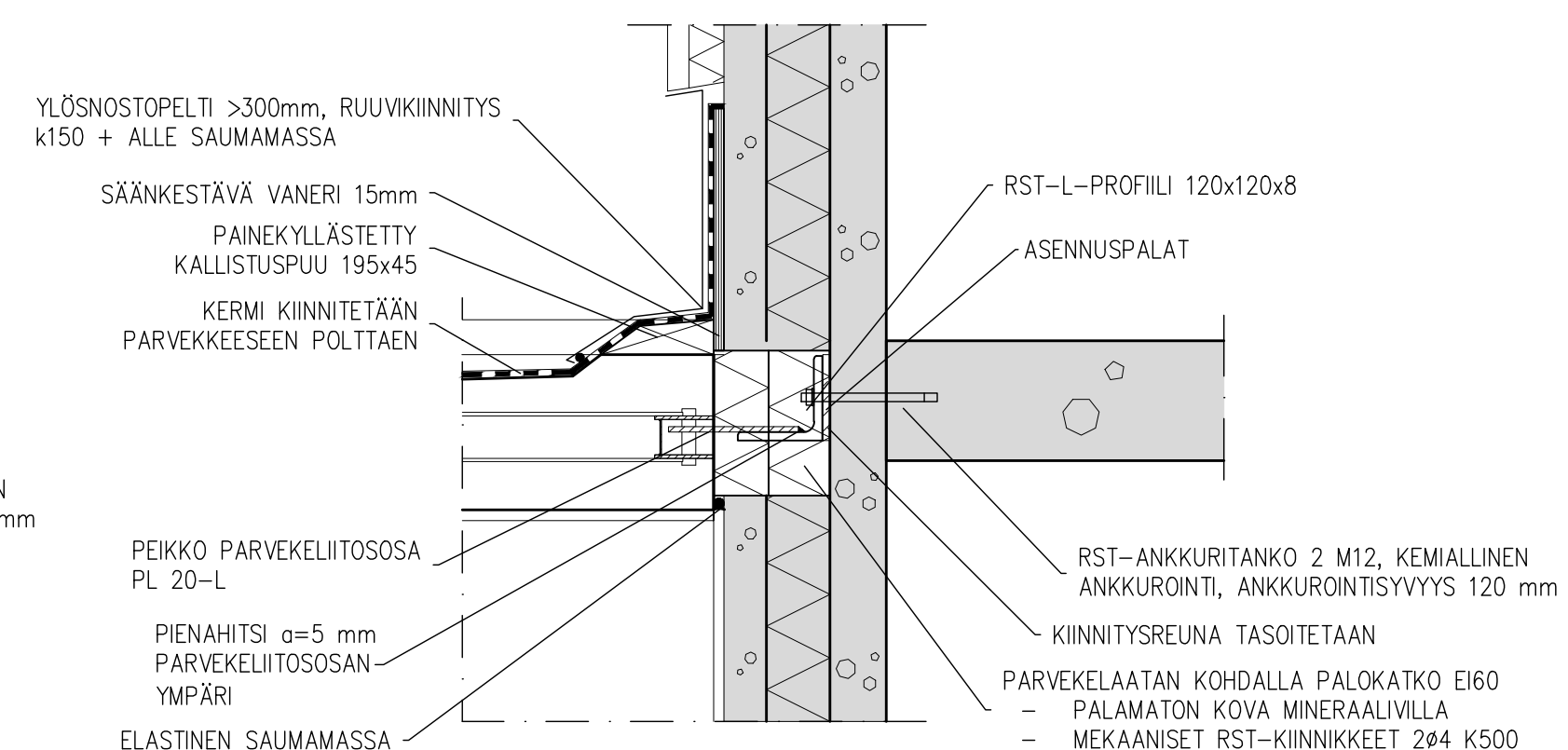
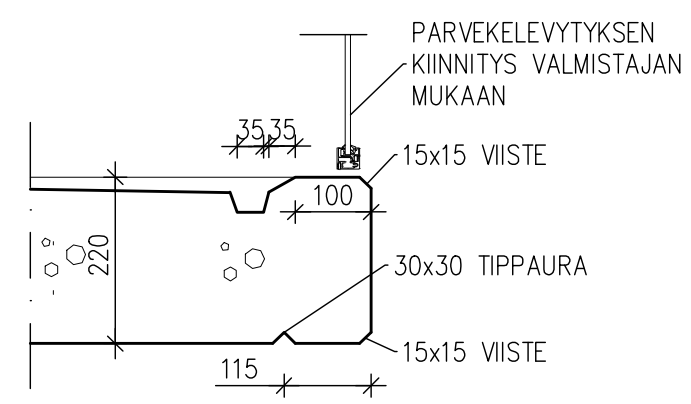
## LEIKKAUS 34–34

1:10



## LEIKKAUS 31–31

PARVEKESARANA 1:10

LEIKKAUS 36–36 1:10  
PARVEKKEEN KATTOLAATAN JA  
PIELIELEMENTIN LIITOSLEIKKAUS 32–32  
HÄTÄPOISTUMISLUUKKU 1:10LEIKKAUS 33–33 1:10  
PARVEKKEOVEN LIITOS  
PERIAATEDETALJI 1:10LEIKKAUS 37–37 1:10  
PARVEKKEEN KATTOLAATAN  
ETUREUNALEIKKAUS 38–38 1:10  
PARVEKKEEN KATTOLAATAN JA  
ULKOSEINÄN LIITOS35–35 1:10  
PARVEKELAATAN ETUREUNA

**KUORMITUKSET:** OMA PAINO  $g_k=3,5 \text{ kN/m}^2$   
(SFS EN 1991-1) KAIDEKUORMA  $q_k=1,0 \text{ kN/m}$ , KUORMALUOKKA C1  
HYÖTYKUORMA  $q_k=2,5 \text{ kN/m}^2$ , KUORMALUOKKA C1  
LUMIKUORMA  $s_k=2,75 \text{ kN/m}^2$ , OMINAISARVO MAASSA

SEURAAMUSLUOKKA: CC2

**PALOLUOKKA:** R30, ELLEI TOISIN MERKITYY**BETONIRAKENTEET:**

PAIKALLAVALU: TOTEUTUSLUOKKA: 2, TOLERANSSILUOKKA: 1 (EN 13670 + SFS 5975)  
ELEMENTIT: TOTEUTUSLUOKKA: 3, TOLERANSSILUOKKA: 2

RASITUSLUOKKA: XC4, XF3

BETONIN KÄYTTÖIKÄ: 50 VUOTTA  
BETONI: C30/37, PAKKASENKESTÄVÄ

KIVIAINEKSEN  
YLÄNIMELLISRAJA: 16 mm

BETONITERÄS: T=B500B HARIATERÄS (SFS-1300)  
(SFS-EN 10027-1) E=B600XA-1.4301 RUOSTUMATON HARIATERÄS (SFS-1259)

BETONIPEITE: A500HW/B500K:  $35 \pm 10 \text{ mm}$   
RST:  $20 \pm 10 \text{ mm}$

BETONIPINNAT (BY40): LUOKKA A

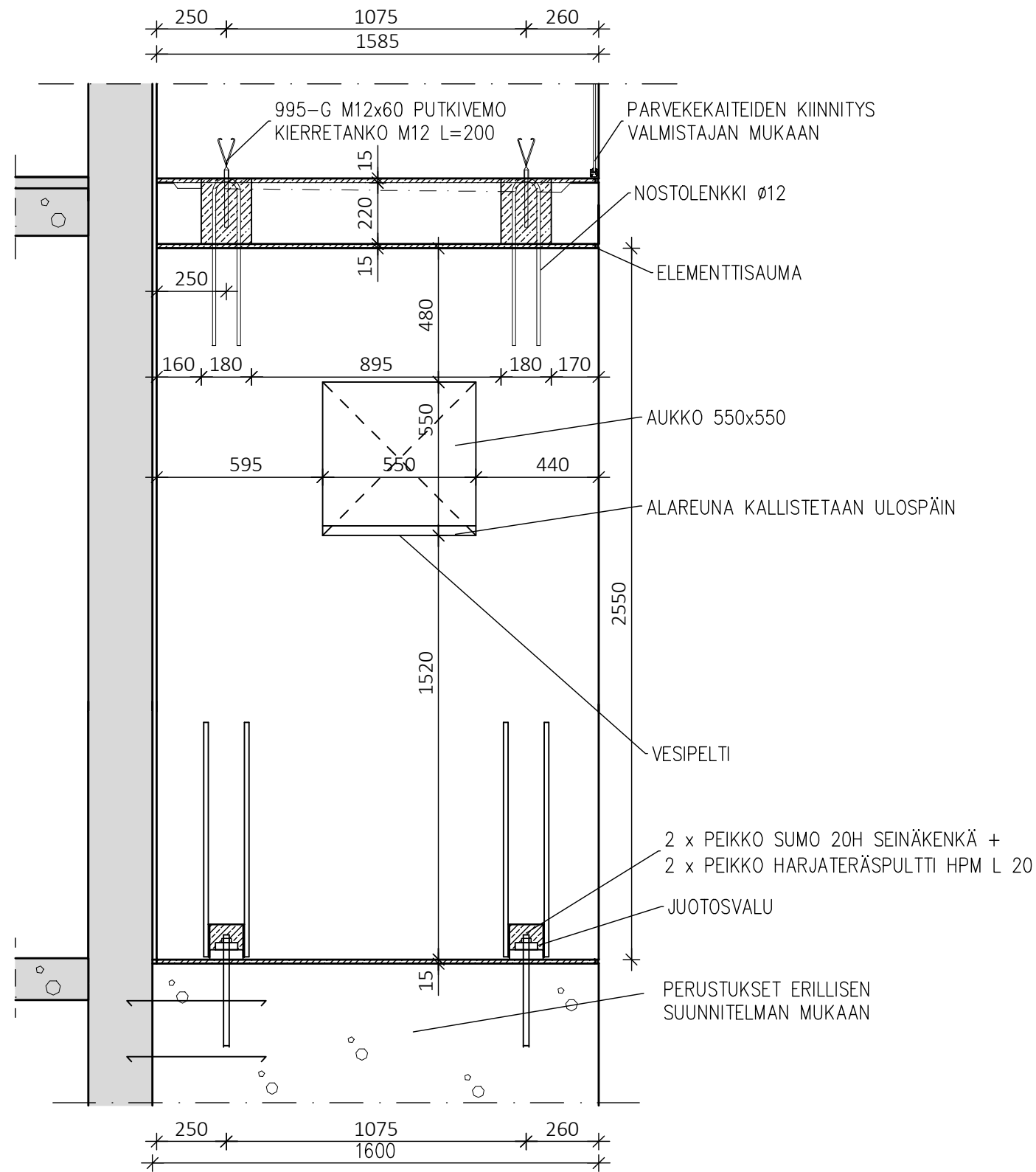
URAKOITSIJA VASTAA OLEVIEN RAKENTEIDEN TARKEMITTAUKSESTA.

## MITA JA RAKENTEET TARKISTETTAVA

RATU: TALO A 7700  
TALO B 7701  
TALO C 7702  
TALO D 7703

Kaup./osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisen merkintöjä
28	28920	2	
Pysyvä rakennustunnus	Korkeus- ja koord. järjestelmä		
	N2000		
Rakennustoimenpide	No		
PERUSKORJAUS	Rakennepiirustus		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Mittakaavat		
HEKA MAUNULA KOIVIKKOTIE 5	PARVEKELEIKKAUKSET, PARVEKETYYPPI 1		
00630 HELSINKI	1:10		
Suunnittelija	Tarkastaja	Tiedostosiaini	Muutos
IAla	IAla		
Piirtäjä	Vast.suun./Hyväksyjä	Päiväys	Tiedosto
IAla	DI TIMO RAISKI	19.10.2020	.dwg

PARVEKEPIELIELEMENTTI,  
PARVEKETYYPPI 1  
1:20



**KUORMITUKSET:**  
(SFS EN 1991-1)

OMA PAINO  
KAIDEKUORMA  
HYÖTYKUORMA  
LUMIKUORMA

$g_k=3,5 \text{ kN/m}^2$   
 $q_k=1,0 \text{ kN/m}$ , KUORMALUOKKA C1  
 $q_k=2,5 \text{ kN/m}^2$ , KUORMALUOKKA C1  
 $s_k=2,75 \text{ kN/m}^2$ , OMINAISARVO MAASSA

SEURAAMUSLUOKKA: CC2

**PALOLUOKKA:** R30, ELLEI TOISIN MERKITYY

**BETONIRAKENTEET:**

PAIKALLAVALU: TOTEUTUSLUOKKA: 2, TOLERANSSILUOKKA: 1 (EN 13670 + SFS 5975)  
ELEMENTIT: TOTEUTUSLUOKKA: 3, TOLERANSSILUOKKA: 2

RASITUSLUOKKA: XC4, XF3

BETONIN KÄYTTÖIKÄ: 50 VUOTTA  
BETONI: C30/37, PAKKASENKESTÄVÄ

KIVIAINEKSEN  
YLÄNIMELLISRAJA: 16 mm

BETONITERÄS: T=B500B HARJATERÄS (SFS-1300)  
(SFS-EN 10027-1) E=B600XA-1.4301 RUOSTUMATON HARJATERÄS (SFS-1259)

BETONIPEITE: A500HW/B500K:  $35 \pm 10 \text{ mm}$   
RST:  $20 \pm 10 \text{ mm}$

BETONIPINNAT (BY40): LUOKKA A

URAKOITSIJA VASTAA OLEVIEN RAKENTEIDEN TARKEMITTAUKSESTA.

## MITA JA RAKENTEET TARKISTETTAVA

RATU: TALO A 7700  
TALO B 7701  
TALO C 7702  
TALO D 7703

Kaup.osa/Kylä 28	Kortteli/Tila 28920	Tontti/Rno 2	Viranomaisen merkintöjä
Pysyvä rakennustunnus			Korkeus- ja koord. järjestelmä N2000
Rakennustoimenpide PERUSKORJAUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS No 132
Rakennuskohteen nimi ja osoite HEKA MAUNULA KOIVIKKOTIE 5 00630 HELSINKI			Piirustuksen sisältö PARVEKEPIELIELEMENTTI, PARVEKETYYPPI 1 Mittakaavat 1:20
Suunnittelija IAla		Tarkastaja IAla	Suunn.ala RAK
Piirtäjä IAla		Vast.suun/Hyväksyjä DI TIMO RAISKI	Työnumero H20176
			Piir.no 132
Tiedostojainti			Muutos
Päiväys 19.10.2020			Tiedosto .dwg