



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Kerrostalon parvekeanturoiden rakenteelliset tarkastukset

Kuormitusyhdistelmät

Armas Silin

Opinnäytetyö

Marraskuu 2017

Rakennustekniikka

Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikka

Talonrakennustekniikka

SILIN ARMAS:

Parvekeanturoiden rakenteelliset tarkistukset

Kuormitusyhdistelmät

Opinnäytetyö 65 sivua, joista liitteitä 13 sivua

Marraskuu 2017

Korjausrakentaminen Suomessa on viime vuosikymmenellä kasvanut merkittävästi ja tällä hetkellä korjausrakentaminen ylittää uudisrakentamisen rahassa mitattuna. Kerrostalon peruskorjauksen yhteydessä uusitaan usein myös parvekkeet. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää peruskorjattavan kerrostalokohteen parvekkeiden uusimismahdollisuus käyttäen vanhoja perustuksia. Tavoitteena oli myös laatia laskentapohja Wise Group Finland Oy:lle. Laskentapohjaa on tarkoitus jatkossa käyttää parveketornista anturoille tulevien kuormien laskentaan.

Työn alussa käydään läpi parvekkeiden historiaa Suomessa, parvekkeiden käyttötarkoitusta ja tarpeellisuutta sekä erilaisia parveketyyppejä. Opinnäytetyön tutkimusosiossa tarkastellaan kerrostalokohteen parvekkeiden korjaus- ja uusimisprosessia sekä erilaisia vaihtoehtoja toteuttaa parvekkeiden uusiminen. Lisäksi työssä käydään läpi kerrostalokohteesta laadittu kuntotutkimusraportti, josta kävi ilmi parvekkeiden korjaustarve. Opinnäytetyössä laadittiin Excel-laskentapohja, jonka avulla anturoille tulevat kuormat saattoi laskea. Laskentapohjan laadintaa varten työssä selvitetään myös maanvaraisten ja paalutettujen anturoiden mitoituksen kulku ja Suomessa käytettävät normit (standardit).

Lopputuloksena saatiin Eurokoodin mukainen laskentapohja, jota käytettiin korjauskohteen parvekeanturoiden tarkistukseen. Tämä laskentapohja tuli Wise Group Finland Oy:n korjausosaston käyttöön Laskentapohja nopeuttaa ja helpottaa uusittavien parvekkeiden soveltavuuden tarkistamista vanhojen anturoiden päälle. Laskentapohjaa voidaan käyttää apuna vertailulaskelmia tehtäessä. Laskentapohjaa voi jatkossa täydentää, mikä entistä enemmän parantaa suunnitteluprosessia.

Asiasanat: parvekeanturat perustukset korjausrakentaminen

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building construction

ARMAS SILIN:

Structural analyses of balcony foundation
Load combinations

Bachelor's thesis 65 pages, appendices 13 pages
November 2017

Renovation construction in Finland has increased significantly in the last decade and currently renovation construction exceeds new construction in monetary terms. The renovation of the block houses often means the renovation of the balconies. When renovating the apartment building, also balconies are often renovated. The goal was also to create a spreadsheet application for Wise Group Finland Oy. The spreadsheet application is intended to calculate the load coming from the balcony tower to the footing.

At the beginning of the report, the history of balconies in Finland, the use of the balconies and the need for different types of balconies were studied. In the research part of the Thesis, the process of repairing and renovating of the balconies of the apartment building, as well as a variety of options for renovating the balconies were studied. In addition, a study report of the apartment building was surveyed, which showed the need for renovation of the balconies. In the thesis, an Excel spreadsheet was created that could calculate the loads on the footings. For the compilation of the calculation base, the design of the ground and pile footings and the norms (standards) used in Finland were also studied. As a result, a Eurocode -based spreadsheet was elaborated, which was used for checking the correction of the footings. This application has been taken into usage by Wise Group Finland Oy Repair Department. The spreadsheet application will accelerate and simplify the checking of the applicability of renewable balconies onto the old footings. The spreadsheet application can be used to make compare calculations. 'The application can be updated in the future, which will further improve the design process.

Key words: balcony foundation renovation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PARVEKKEET.....	7
2.1	Miksi parvekkeita rakennetaan	7
2.2	Parvekkeiden suurennus	9
2.3	Parveketyypit	10
2.4	Anturat perustusten osana	12
2.4.1	Maanvaraiset anturat	12
2.4.2	Paaluperustukset.....	12
3	KORJAUSHANKE JA KOHTEEN TIEDOT	13
3.1	Kohteen yleistiedot	13
3.2	Hankesuunnitelma	13
4	KORJAUTARPEEN SYYT.....	14
4.1	Kuntotutkimus	14
4.2	Kuntotutkimusraportin selostus	15
4.3	Kuntotutkimusraportin yhteenveto	18
4.4	Parvekkeiden uusimisen syyt.....	19
5	VANHAT RAKENTEET.....	20
5.1	Lähtötiedot.....	20
5.2	Rakenteiden kuvaus	20
5.2.1	Parveketornin rakenteet.....	20
5.2.2	Perustukset	24
5.1	Kohteessa käynti	25
6	POHJAOLOSUHTEET.....	29
6.1	Vanhat pohjatutkimukset	29
6.2	Lisäpohjatutkimusten tarve.....	30
7	PARVEKKEIDEN UUSIMISEN VAIHTOEHDOT.....	31
7.1	Vaihtoehdot ja niiden edut ja haitat	31
7.2	Valittu vaihtoehto	32
7.3	Tarkistettavat vaihtoehdot.....	33
7.3.1	Vaihtoehto 1: Betoniset pieliseinät ja suurennetut laatat	33
7.3.2	Vaihtoehto 2: Teräspilarit ja suurennetut betonilaatat	33
7.3.3	Teräspilarit (Koteloidut) ja liittorakenteinen laatta (Hyväksytty toteuttavaksi)	33
7.3.4	Vaihtoehto 4: Betoniset pieliseinät ja puulaatta.....	33
8	PERUSTUSTEN RAKENTEELLINEN MITOITUS.....	34
8.1	Vaatimukset / laki / normit	34

8.1.1 Eurokoodi.....	34
8.1.2 Vanhat normit.....	34
8.2 Kuormat	35
8.3 Seuraamusluokka	36
8.4 Rasitusluokat ja käyttöikä	37
8.5 Maanvaraisen anturan toimintaperiaate ja sen mitoitus.....	39
8.6 Paaluanturan toimintaperiaate ja sen mitoitus	40
8.7 Murtorajatila	40
8.8 Mitoitusehdon tarkistus.....	41
9 EXCEL -LASKENTAPOHJA	43
9.1 Laskentapohjan kuvaus	43
9.2 Laskentapohjan tiedoston nimi	44
9.3 Laskentapohjan rakenne	44
9.4 Välilehdet.....	45
9.4.1 Lähtötiedot	45
9.4.2 Välilaskut	46
9.4.3 Data	48
9.4.4 Vuokaavio	48
10 LOPPUTULOS / YHTEENVETO.....	49
11 POHDINTA.....	50
LÄHTEET.....	51
LIITTEET	53
Liite 1. Muutosvaihtoehtojen lähtötiedot	53
Liite 2. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 0: Alkuperäiset parvekkeet	55
Liite 3. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 1: Betoniset pieliseinät ja suurennetut betoniset laatat	57
Liite 4. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 2: Teräspilarit (Koteloidut) ja suurennettu betoninen betonilaatta.....	59
Liite 5. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 3: Teräspilarit (Koteloidut) ja liittorakenteinen suurennettu laatta.....	61
Liite 6. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 4: Betoniset pieliseinät ja suurennettu puulaatta	63
Liite 7. Laskelmatulokset. Vertailutaulukot.....	65

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on kerrostalon peruskorjauksen yhteydessä uusittavien parvekkeiden perustusten rakenteelliset tarkastukset. Aihe opinnäytetyöhön tuli Wise Group Finland Oy:ltä.

Työn tarkoituksena on tutkia elementtirakenteisen kerrostalon parvekkeiden anturoita ja niiden säilyttämistä, kun parvekkeet uusitaan. Tutkimuksen tarve perustuu siihen, että taloyhtiö suorittaa talon peruskorjauksen ja parvekkeet on tarkoitus korjata tai uusita. Työssä tutkitaan anturoiden kantavuutta ja soveltuvuutta uusittaville parvekkeille. Tutkimus toteutettiin vanhoihin rakennepiirustuksiin ja kuntotutkimusraporttiin tutustumisella, asiantuntijoiden konsultoinnilla sekä rakenteellisella mitoituksella.

Tavoitteena oli laatia laskentapohja, jonka avulla voi tarkastaa anturoille parveketornista tulevat kuormat. Laskentapohjan tekeminen rajattiin siten, että laskentapohjalla tarkastellaan vain TB-rakenteisia itsekantavia parvekkeita (pieliseinäisiä parvekkeita). Lisäksi tavoitteena oli laskentatyökalun avulla selvittää parveketornille tulevat vaakasuuntaiset kuormat, jotta parvekkeen kiinnittäminen talon runkoon voitaisiin mitoittaa. Tarkoituksena oli myös mahdollisesti luoda yksinkertaistettu tarkistustyökalu maapohjan kantavuuden selvittämiseksi. Laskentatyökalu tuli Wise Group Oy:n korjausrakentamisen osaston käyttöön.

Opinnäytetyössä käytettiin seuraavia menetelmiä:

- Kirjallisuuskatsaus
- Tutustuminen korjauskohteen rakennepiirustuksiin ja kuntotutkimusraporttiin
- Suunnittelijoiden haastattelut
- Rakenteelliset mitoitukset

2 PARVEKKEET

2.1 Miksi parvekkeita rakennetaan

Parveke on paikka, jossa voi nauttia tuulesta ja auringosta ja oleskella ulkoilmassa ikään kuin ihminen olisi omakotitalon pihalla. Parvekkeella voi ottaa aurinkoa, mikäli ilman-suunta sen sallii, lueskella kirjoja, harrastaa liikuntaa. Parvekkeelle voi istuttaa kasviksia, eli järjestää pienimuotoisen puutarhan kesän ajaksi. Suomessa parvekkeet olivat harvinaisia ennen 1930-lukua. Parvekkeita oli vain yksittäisissä kerrostalon asunnoissa tai ei ollenkaan. Parvekkeiden yleistymisestä huolimatta vasta 1960-luvulla parvekkeet alettiin rakentaa kaikkiin kerrostalon asuntoihin. K. Saarikangas on kuvaillut parvekkeiden yleistymistä kirjassaan seuraavasti:

”1930-luvun alun töölöläisfunkista leimaavat kulmiin sijoitetut tai ulkonevat erkkeri-ikkunat, jotka tuovat asuntoihin paljon valoa, sekä parvekkeet, jotka toimivat sisä- ja ulkotilan välittäjänä. Tuberkuloosin hoidossa korostuneet parvekkeet ja terassit nousivat yhdeksi modernin arkkitehtuurin ulkoisista tunnusmerkeistä. Ajatus asunnosta parantolana näkyi arkkitehtonisesti selvimmän ikkunoiden sijoittamisessa ja parvekkeissa, jotka korostivat raittiin ilman ja auringonvalon merkitystä. Parvekkeet olivat harvinaisia ennen 1930-lukua rakennetuissa asunnoissa, mutta vakiintuivat 1930-luvun lopulta lähtien. Parvekkeet ja ulostyöntyvät huoneet ikkunoineen lähensivät sisä- ja ulkotilaa toisiinsa, toivat ulkoilman asunnon sisälle.” (Saarikangas K. Asunnon muodonmuutoksia, s.178)

Parvekkeen tarkoitus oli tarjota asukkaille mahdollisuus oleskella ”omalla pihalla”, vaikka asunto sijaitisi kaupungissa. Omaan pihaan tottuneille ja maalta muuttaneille ihmisille sekä myös kaupunkilaisille parveke tarjosi paikan rentoutua ja nauttia ulkoilmasta ilman tarvetta lähteä esimerkiksi puistoon. Parvekkeen olemassaolo saattaa mahdollisesti myös helpottaa omakotitalosta muuttaneita ihmisiä sopeutumaan kerrostalossa elämiseen.

Parveke on käytännössä puoliyksityinen tila, johon on näköyhteys naapurikiinteistöistä, kadulta sekä mahdollisesti myös naapuriparvekkeista. Parvekkeen tarjoama yksityisyys riippuu pitkälti parvekkeen sijainnista ja rakenteesta. Betonielementeistä rakennetut parvekkeet antavat suurimman yksityisyyden suojan, mutta samalla estävät näkymiä ja

vähentävät auringonvalon määrää. Nykyaikaiset lasitetut parvekkeet tarjoavat esteettömät näkymät ja omaa yksityisyyttä voi lisätä esimerkiksi verhojen avulla.

Parvekkeiden käyttö keskittyy kesäkuukausiin. Talvella, ottaen huomioon Suomen sääolosuhteet, parvekettä käyttävät yleensä tupakoitsijat ja lasitetuissa parvekkeissa voi mahdollisesti pitää myös lemmikkejä.

Uusissa taloissa parvekkeet ovat isoja ja niiden avulla halutaan kasvattaa asunnon arvoa. Esimerkkinä viime vuosina valmistuneesta kerrostalosta ja parvekkeista on kuvassa 1.



KUVA 1: Nykyaikaisen kerrostalon lasitetut parvekkeet, Tampere.

Nykyrakentamisessa rakennusoikeus käytetään täysmääräisesti ja parvekkeilla saadaan myytyä asukkaille kylmät lisäneliöt, jotka ovat suurimman osan vuodesta käyttämättä. Parveke on rakenteellisten ominaispiirteidensä takia erityistä huomiota vaativa rakennusosa talon peruskorjauksessa. Parvekkeiden käyttöaste on alhainen Suomen olosuhteissa, mutta lasituksella parvekkeiden käyttöastetta saadaan kasvatettua. Myös infrapunalämmittimiä voidaan tietyin rajoituksin käyttää parantamaan parvekkeella oleskelun mukavuutta.

Etelä Euroopan maissa, kuten Espanjassa, parvekkeita on paljon enemmän kuin Suomessa, mutta lähes kaikki niistä ovat tyypiltään ranskalaisia parvekkeita (Kuva 2).



KUVA 2: Parvekkeita asuinkerrostalossa, Madrid, Espanja. 10/2017

2.2 Parvekkeiden suurennus

Parvekkeiden suurennus talon peruskorjauksen yhteydessä voi olla järkevä ja hyödyllinen toimenpide. Lisäkerrosrakentaminen on jo tuttu tapa saada remonttikustannukset hoidettua uusien tilojen vuokratuloilla tai myyntivoitolla. Myös parvekkeen pinta-alan kasvaessa asunnon arvo kasvaa. Uudistusten yhteydessä on syytä tarkastella huolellisesti myös rakennuksen arkkitehtuuria, sillä parvekkeet ovat olennainen ja merkittävä osa rakennuksen julkisivua.

Betonista valmistettujen parvekkeiden suunniteltu käyttöikä on yleensä 50 vuotta, mutta vedeneristyksellä ja sateelta suojauksella on iso merkitys (RT 18-10922, Kiinteistön tekniset käyttöiät). Parvekkeiden peruskorjauksessa on hyvin todennäköistä, että kantavat laattarakenteet joudutaan purkamaan, ja jos kyseessä on maasta tuettu parveke,

usein on purettava myös pieliseinät. Pieliseinät ovat usein pahemmassa kunnossa kuin muut parvekkeen osat. (Jani Hietakangas, Korjausrakentamisen kurssi, kevät 2016)

Kirjassa ”kerrostalot 1880-2000 Arkkitehtuuri korjaustekniikka korjaaminen” sanotaan seuraavaa: ”Joskus parvekkeet voivat olla niin pahoin vaurioituneet, että voi olla järkevämpää rakentaa ne kokonaan uudestaan kuin lähteä paikkaamaan vanhoja. Rakennustaiteellisesti arvokkaissa kohteissa on uusittaessakin otettava lähtökohdaksi alkuperäinen parvekerakenne ja siinä käytetyt materiaalit, koska parvekkeet vaikuttavat merkittävästi koko julkisivun ilmeeseen. Jos sen sijaan halutaan kohentaa ankean elementtitalon yleisilmettä, raskaiden pieliseinien ja betonikaiteiden korvaaminen muilla ratkaisuilla antaa julkisivulle aivan uuden ulkoasun, samalla voidaan myös harkita parvekkeiden suurentamista ja pienimmistä asunnoista puuttuvien parvekkeiden lisäämistä. (kerrostalot 1880-2000 Arkkitehtuuri korjaustekniikka korjaaminen, Rakennustieto Oy, 2006, s.171). Parvekkeiden suurentamisella voidaankin parantaa asuntojen mukavuustasoa.

2.3 Parveketyypit

”Parveke voi olla sijoitettu rakennuksen rungon sisäpuolelle (sisään vedetty parveke), osittain rungon sisälle, rungon sisäkulmaan (kulmaparveke) tai rakennuksen ulkopuolelle.” (RT 86-10563, s3).

Rakenteellisen toimivuuden perusteella parvekkeet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- Pieliparveke (erillinen parveketorni, joka tukeutuu maapohjaan)
- Vaipasta tuettu parveke (ulokkeena toimiva parveke, riippuparveke)
- Sekalainen tuentatapa

Parvekkeet voidaan jakaa kannatustavan ja rakenteen mukaan. Eri aikakausina on ollut omia, yleisimmin käytettyjä rakennetyyppejä. Yleisin parvekelaattojen rakennusaine on teräsbetoni. Myös kokonaan teräsrakenteisia parvekkeita rakennetaan, mutta ne eivät ole yleisiä. Terästä käytetään myös betonisten laattojen yhteydessä vetotangoissa, kaiderakenteissa ja kiinnitysosissa. Puun käyttö on vähäistä (lukuun ottamatta puukerrostaloja). Tiiltä käytettiin aiemmin tiilivuorattujen kerrostalojen parvekekaiteissa, nykyisin käyttö parvekerakenteissa on vähäistä. (RT 86-10563, s.2).

Betonirakenteiset parvekkeet jaetaan kannatustavan mukaan seuraavasti:

- Välipohjasta ratakiskolla tai muototeräksellä kannatettu parveke. Kyseessä on yleensä ulokeparveke. Voi olla myös sisäänvedetty ja julkisivun mittainen nauhparveke. Parvekelaatta on yleensä paikallavalettu, mutta voi olla myös elementtirakenteinen. Tällai-

nen parveke oli tyypillinen 1900-luvun alkupuolella, mutta rakennetta on käytetty jonkin verran aina 1970-luvulle asti.

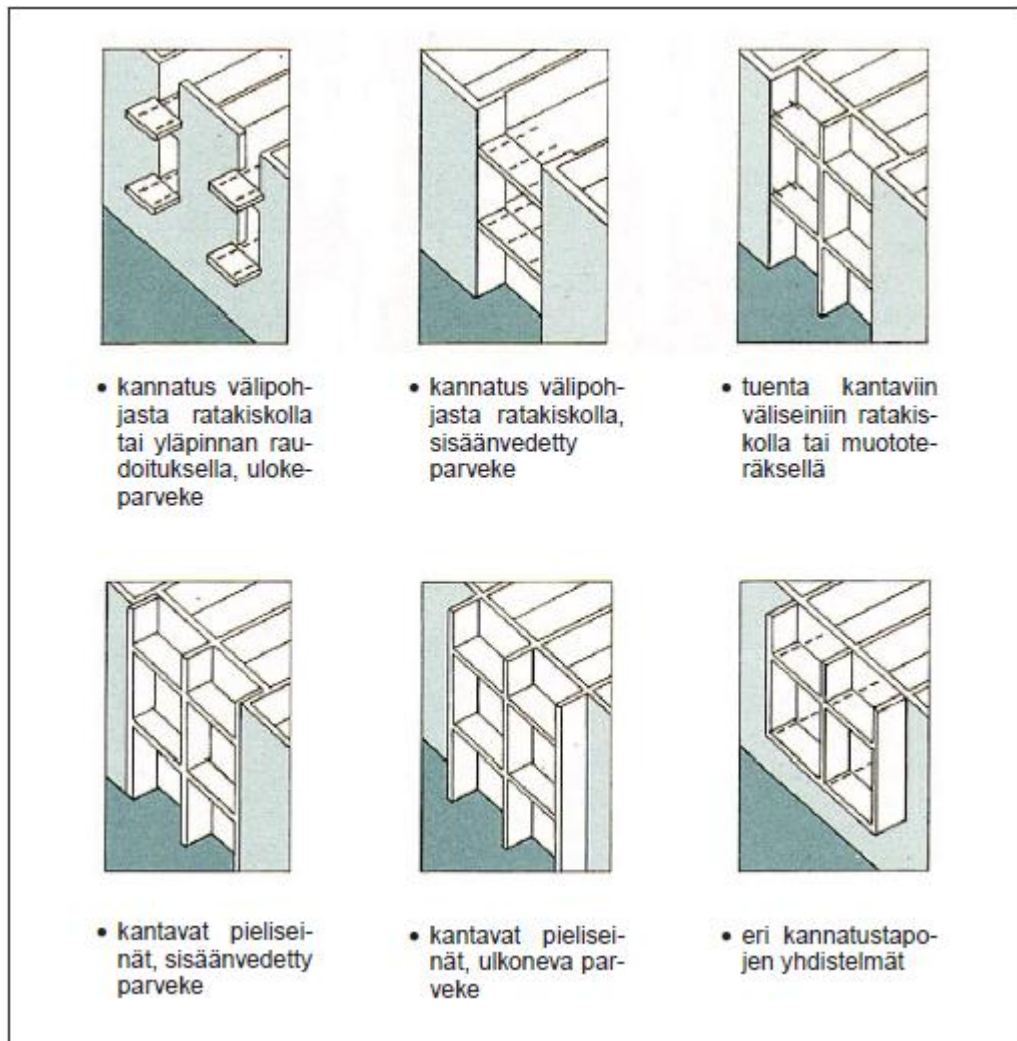
–Kantaviin väliseiniin lyhyillä rataakiskoilla tai muototeräksillä tuettu rakenne. Rakennetta on käytetty paikalla tehdyn osaelementti- ja täyselementtirakennuksen sisäänvedetyissä parvekkeissa.

–Kantaviin pieliseiniin tuettu parveke. Voi olla joko sisäänvedetty tai ulkoneva. Parvekkeet muodostavat rungon ulkopuolelle, runkoon sitomalla jäykistetyin, omilla perustuksilla seisovan tornin. Tämä on 1970-luvun yleisin parveketyyppi.

–Kantavien väliseiniä päistä kannatettu parveke. Oli yleinen teräsrakenteisena 1950-luvun lopulla. Betonirakenteisena yhtenä elementtinä kokeiluja oli 1960-luvulla.

–Ulkoseinän läpi jatkuvaan teräsbetoni-laattaan tai palkkeihin tuettu parvekelaatta. On käytetty uivien välipohjien yhteydessä 1960-luvulta alkaen enimmäkseen rivitaloissa. Parvekelaatta on valettu yksikerroksisena vesitiiviistä betonista.”(RT 86-10563, s.2).

Erilaisia parvekkeiden kannatustapoja on esitetty kuvassa 3.



KUVA3: Parvekkeiden kannatustapoja (RT 86-10563, s.2).

2.4 Anturat perustusten osana

Antura voi olla joko maanvarainen tai paaluille tukeutuva. Anturaperustukset voivat olla tyypiltään joko pitkänomaisia tai pilarianturoita.

2.4.1 Maanvaraiset anturat

Maanvaraisen anturan tehtävänä on jakaa rakennuksesta tulevat kuormat isommalle pinta-alalle, jotta maapohjan kantavuuskyky ei ylity. Tarvittaessa anturan koon suurentamisella voidaan saada painumat pienimmäksi.

”Maanvaraisten anturoiden leveys mitoitetaan yläpuolisten kuormien ja perustamistason alapuolelle olevan maan kantavuuden mukaan. Maanvaraisten anturoiden yksityiskohdalliset perustamistasot määritetään pohjatutkimuksen perusteella.” (RT 81– 10486. 1992, 8.) Monesti rakennuspohjassa pitää tehdä massanvaihto kantavuuden parantamiseksi. Peruskallion päälle tiivistetty murskepeti on kantavuudeltaan erinomainen ratkaisu niissä rakennuskohteissa missä se on mahdollista.

2.4.2 Paaluperustukset

Jos rakennuskohteen pohjaolosuhteet ovat rakennuksen perustamiselle huonosti soveltavia, voidaan koko rakennus tai sen osa perustaa paaluja käyttäen. Tällöin paalujen yläpäät sidotaan paikallavaluanturoilla. Tässä tapauksessa anturat toimivat palkkina ja niiden tehtävänä on välittää rakennuksesta tulevat kuormat paaluille. Palkki täyttää tyhjät välit paalujen välissä, koska rakennusteknisten ja kustannussyiden takia ei ole järkevää asentaa tiheää paaluriviä rakennuksen alle. Tällöin anturat ikään kuin kasaavat seinistä tulevat kuormat ja siirtävät ne paaluille. Toinen tärkeä syy anturoiden käytölle paaluperustusten yhteydessä on se, että paalutyö ei voida suorittaa millin tarkasti. Siksi paalujen päälle on valettava antura, jonka avulla saadaan aikaan siisti ja tasainen alusta rakennukselle.

3 KORJAUSHANKE JA KOHTEEN TIEDOT

3.1 Kohteen yleistiedot

Opinnäytetyössä tarkasteltu Asunto-osakeyhtiö Oy koostuu kahdesta elementtirakenteisesta kerrostalosta. Talojen rakennusvuosi on 1976 ja ne sijaitsevat Kirkkonummella. Molemmat talot ovat 4-kerroksisia. Asuntoja kerrostaloissa on yhteensä 66. Ensimmäinen kerros on maantasossa, joten siinä ei ole kannatettuja parvekelaattoja. Ylimmän kerroksen parvekkeissa on katot.

”Parvekkeet ovat betonielementtirakenteisia parveketorneja. Huoneistoparvekkeiden etuosan kaide on betonia sekä osin terästä ja lasia. Osassa parvekkeita on parvekelasitukset. Rakennusta ei ole kaavallisesti suojeltu.” (Hankesuunnitelma, Wise Group Finland Oy).

3.2 Hankesuunnitelma

Korjauskohteen hankesuunnitelman ovat laatineet yhteistyössä arkkitehti- ja rakennussuunnittelija ja se sisältää mm. seuraavat osatehtävät:

- Alkuperäisten suunnitelma-asiakirjojen läpikäynti
- Kuntotutkimuksien läpikäynti
- Rakennuskohteeseen tutustuminen paikan päällä ja rakenteiden silmämääräinen arviointi kohteessa
- Alustava neuvottelu Kirkkonummen kaupungin rakennusvalvontavirastossa
- Hankesuunnitelman laatiminen parvekkeiden, julkisivujen sekä liittyvien rakennusosien korjausvaihtoehdoista.

”Hankesuunnittelussa määritetään taloyhtiön hallituksen kanssa yhteistyössä korjauksen periaateratkaisut, joiden perusteissa on huomioitu tekniset korjaustarpeet, korjaustöiden taloudellisuus sekä niiden vaikutukset kiinteistön elinkaareen huomioiden myös liittyvien rakennusosien ja järjestelmien kunnossapito.” (Hankesuunnitelma, Wise Group Finland Oy)

4 KORJAUTARPEEN SYYT

4.1 Kuntotutkimus

Hankesuunnitelman mukaan suunnittelun aikana on asiantuntijoilla ollut käytettävissä kiinteistön alkuperäisiä arkkitehtipiirustuksia sekä kuntotutkimusraportti (Ositum Oy, Julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimus 18.8.2010). Lisäksi hankesuunnittelun aikana julkisivuille tehtiin täydentävä kuntotutkimus (Wise Group Finland Oy 27.3.2017).

Kohteessa suoritettiin julkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimus. Parvekkeiden kunnan tutkimisella selvitettiin niiden nykykunto. RT-kortissa on yleistasolla määritetty, miten kuntoarvio täytyy tehdä.

Rakenteiden vaurioista selvitetään:

- vaurioiden syyt
- vaurioiden laajuus (paikallinen, laaja, ...)
- vaurioitumisen aste (alkava, pitkälle edennyt, ...)
- vaurioiden etenemisennuste
- vaurioiden vaikutukset nykytilanteessa ja vaurion edetessä.

Kunnon tutkimisen vaiheet ovat:

- Taustatietojen selvitys, korjaushistoria
- Silmämääräinen tarkastelu, kuntoarvio

Kuntotutkimus:

- Kenttätutkimus
- Laboratorioanalyysit

Korjauskohteen taustatietojen selvitys on aina välttämätöntä. Taustatietojen selvitys ja silmämääräinen tarkastelu ovat rakenteen kunnan tutkimisen ensimmäiset vaiheet. Nämä vaiheet ovat riittäviä ainoastaan pienemmissä ja paikallisissa vaurioissa. Suuremmissa korjaustoimenpiteissä ja peruskorjauksissa alkuvaiheen tarkastelut johtavat useimmiten erikoisvälineitä ja asiantuntemusta vaativaan kuntotutkimukseen. (RT 86-10618, s.2)

Korjauskohteen hankesuunnitelman mukaan rakennuksen parvekkeet ovat rakennuksen ikäisiä, 38 vuotta vanhoja. Hankesuunnitelmassa todetaan, että RT-kortiston mukaan korjauskohteen parvekkeiden käyttöikä on 40 vuotta (Taulukko 1).

TAULUKKO 1: Keskimääräiset käyttöiät (RT 18-10922, Kiinteistön tekniset käyttöiät) ja Asunto-osakeyhtiön rakennuksen osien iät. (Hankesuunnitelma, Wise Group Finland Oy)

Tunnus	Tila/rakenne/järjestelmä	Keskimääräinen tekninen käyttöikä	Tilan/rakenteen/järjestelmän ikä (Aikaväli edelliseen kokonaisvaltaiseen korjaukseen)
	Julkisivut		
1241	Pinnoitettu betoni	50 vuotta	38 vuotta
1242	Ikkunat, puuikkuna (karmit, puitteet, lasit)	50 vuotta 5...15 vuotta huoltomaalausväli	38 vuotta
1243	Puiset ulko-ovet (Karmi, ovilevy, lasi)	40 vuotta 5...15 vuotta huoltomaalausväli Käyntisovitus	38 vuotta
	Ulkotasot		
1251	Parvekkeet, ei vedeneristystä	40 vuotta 10...20 vuotta huoltomaalausväli	38 vuotta
	Vesikatot		
1263	Kumibitkumivesikate, 2-kerroskato	30 vuotta	6 vuotta

4.2 Kuntotutkimusraportin selostus

Kohteessa suoritettiin kuntotutkimus vuonna 2010. Kuntotutkimuksen tekijä on Ositum Oy. Parvekerakenteissa huomattiin vaurioita. Vauriot ovat normaalivaurioita tämän ikäisille parvekkeille.

Kuntotutkimusraportissa todetaan:

”Kiinteistön julkisivujen yleiskunto on tyydyttävä. Elementtien reunoissa ja nurkissa havaittiin paikoin lieviä rapautumia. Merkittäviä elementtien käyrityksiä ja hammersuoksia ei havaittu. Julkisivupinnoilla havaittiin yksittäisiä terästen korroosion aiheuttamia vaurioita. Julkisivuelementtien saumat ovat halki ja reikäiset, joten kosteutta pääsee seinärakenteeseen. Parvekelaattojen alapinnoilla havaittiin paikallista maalin hilseilyä ja reuna-alueilla vuotojälkiä. Vedenpoisto on hoidettu kallistuksin etureunalle, johon vesi lammikoituu. Parvekelaattojen yläpinnan maalit hilseilevät yleisesti, uusintamaalaukset on tehty vanhojen kerrosten päälle, joten tartunta on jäänyt heikoksi. Betonin karbonatisoituminen ei ole saavuttanut teräsvyyttä ja teräskorroosion aiheuttamia vaurioita ei havaittu. Pieliseinien ulkopintojen kosteusrasitus on korkea, joten maalin hilseily on yleistä. Pieliseinien pinnoilla havaittiin yleisesti kuivumiskutistuman aiheuttamaa verkkohalkeilua ja paikallista pintarapautumaa. Kaidepinnoilla havaittiin yksittäisiä ruosteisia teräksiä ja yläpinnan maalin hilseilyä. Ohuthietutkimuksen huokosrakennearvion perusteella elementtien betonit eivät ole pakkasenkestäviä. Ohuthienäytteissä ei havaittu pakkasrapautumaa. Vähäisistä huokostäytteistä ei ole haittaa betonien säilyvyydelle. Julkisivujen, parvekelaattojen ja -pielien näytteissä on kuivumiskutistumaperäistä säröilyä. Vetolujuuskokeiden perusteella parvekepielissä on rapautumaa.”

(Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

”Parvekkeita on yhteensä 33 kpl, joista 20 kpl on lasitettu. Parvekerakenteiden yleiskunto on tyydyttävä.” (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

”Parvekelaattojen yläpinnassa on useita pinnoitekerroksia, jotka hilseilivät laajalti etenkin etureunan tuntumasta (kuva 15). Uudet pinnoitukset on tehty puhdistamattomalle alustalle vanhojen kerrosten päälle, joten tartunta on jäänyt heikoksi. Muutamien parvekkeiden lattioita on laatoitettu. Parvekelaattojen vedenohjaus on hoidettu loivin kallistuksin etureunalle kaiteen lävistävään vedenpoistoputkeen. Kallistukset ovat etureunalla heikot, joten vesi lammikoituu reunoille. Laatan sivut ja takareuna on korotettu ja kynnyistä oven edessä on useita senttejä. Parvekelaattojen alapinnoissa on pinnoite. Alapinnoilla havaittiin paikoin lievää maalin hilseilyä (kuva 16). Parvekelaatan ja pieliseinän liitoksessa havaittiin paikoin kalkkivuotoa merkinä kosteusrasituksesta (kuva 17). Teräskorroosion aiheuttamia vaurioita ei alapinnoilla havaittu.

”Pieliseinät ovat pinnoitetut. Pieliseinissä havaittiin pakkasrapautumiseen viittaavaa

verkkohalkeilua ja pintarapautumaa (kuva 18, 19). Pieliseinien sisäpinnoilta parvekelaatan liitoksesta (kuva 20) sekä yleisesti ulkopinnoilta (kuva 21) maalit hilseilivät. Pieliseinien kosteus- ja pakkasrasitus on korkea. Pieliseinien terästen korroosio on halkaissut ja lohkaissut betonipintoja etureunoilta ja osin pieliseinien saumoista (kuva 22, 23). Pieliseinien liitoksiin on jätetty asennusaikaisia vaneripalasia, jotka kosteutta kerätessään ovat paikallisesti lohkaisseet betonia.” (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

”Kaiteen alaosa on maalattua teräsbetonia. Lasittamattomien parvekkeiden kaiteiden ulkopinnoilla on sammalta merkinä kosteusrasituksesta (kuva 24). Kaiteiden yläpinnoilta maali on hilseillyt paikallisesti (kuva 25). Kaidepinnoilla havaittiin yksittäisiä ruosteisia teräksiä / ruostejälkiä. Kaiteiden käsijohteet ovat maalattua terästä, joissa havaittiin vähäisiä pinnoitevaurioita. Kaideputkiin on oikeaoppisesti porattu vedenpoisto-/ tuuletusreiät, joten putkeen kondensoitunut kosteus ei ole vaurioittanut terästä. Parvekekaiteiden korkeus on 1000 mm:ä teräksisen käsijohteen yläpintaan.” (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Kuvassa 4 on esitetty kuntotutkimuksessa suoritettujen kokeiden tulokset.

Rakenneosa	Betonipeite pääosin min-max/ka [mm]	Betonin karbonatsoi- tumissyvyys [mm]	Teräksistä korroosio- vyöhykkeessä [%]
Julkisivuelementit	ulkopinta 7-63/37 sisäpinta -	up 7-30/15 sp 0-25/6	<1 -
Parvekelaatat	yläpinta - alapinta 17-54/30	yp 0-9/1 ap 6-35/12	- 0
Pieliseinät	7-67/33	1-25/9	<1
Kaiteet	ulkopinta 14-63/29 sisäpinta 11-38/21	up 3-12/4 sp 0-7/3	0

KUVA 4: Raudoituksen betonipeitteen paksuudet ja betonin karbonatsoitumissyvyudet (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Parvekelaatat

”Parvekelaattojen alapinnassa betonin karbonatsoituminen on edennyt keskimäärin 12 mm:ä. Terästen betonipeitteet alapinnassa ovat keskimäärin 30 mm:ä. Laskennallisesti teräksiä ei ole korroosiovyöhykkeessä. Teräskorroosion aiheuttamia vaurioita ei havaittu.” (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Pieliseinät

”Pieliseinien betonien karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 9 mm:ä. Terästen betonipeitteet ovat keskimäärin 33 mm:ä. Laskennallisesti teräksiä ei ole korroosiovyöhykkeessä. Teräskorroosion aiheuttamia vaurioita havaittiin yleisesti etureunoissa, joista teräskorroosio on halkaissut / lohkaissut betonipeitteet.” (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Kaiteet

”Kaiteiden betonien karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnassa keskimäärin 4 mm:ä ja sisäpinnassa keskimäärin 3 mm:ä. Terästen betonipeitteet ovat ulkopinnassa keskimäärin 29 mm:ä ja sisäpinnassa keskimäärin 21 mm:ä. Laskennallisesti teräksiä ei ole korroosiovyöhykkeessä. Kaidepinnoilla havaittiin yksittäisiä ruosteisia teräksiä.” (Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Kuntotutkimuksessa ei selvitetty rakennuksen perustusten kuntoa.

4.3 Kuntotutkimusraportin yhteenveto

Kuntotutkimusraportissa todetaan että parvekekorjaukset ovat ajankohtaisia 3 vuoden kuluessa.

Parvekelaatat

- Parvekelaattojen yläpinnan pinnoitteiden, rapautumien poisto, kallistuskorjaukset ja uusi vedeneristyspinnoitus
- Vedenpoistoputket tulee uusia
- Parvekelaattojen alapinnan pinnoitteet tulee poistaa, ylitasoittaa ja suojapinnoittaa sisältäen mahdolliset ruosteisten terästen esiin piikkauksen, puhdistuksen ja ruostesuojauksen sekä muiden vauriokohtien laastipaikkauksen

Pieliseinät

- Pieliseinien pinnoitteiden ja rapautumien poisto, ruosteisten terästen esiin piikkaus, puhdistus, ruostesuojaus, laastipaikkaus, ylitasoitus ja suojapinnoitus
- Pieliseinien rapautumien osalta tulee varautua valukorjauksiin

Kaiteet

- Kaiteiden pinnoitteet tulee poistaa, ylitasoittaa ja suojapinnoittaa sisältäen mahdolliset ruosteisten terästen esiin piikkauksen, puhdistuksen ja ruostesuojauksen sekä muiden vauriokohtien laastipaikkauksen
- Lasittamattomien parvekkeiden kaiteiden yläosan pellitys
- Teräksisten käsijohteiden huoltomaalaus”

(Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Anturat

Kuntotutkimukseen ei kuulunut anturoiden tarkastelua. Tässä opinnäytetyössä anturoiden tarkastelussa käytetään rakennuksen suunnitelmapiirustuksista saatuja tietoja sekä kohdekäynneillä tehtyjä havaintoja.

4.4 Parvekkeiden uusimisen syyt

Taloyhtiö ei ole suorittanut toimenpiteitä parvekkeille 3 vuoden aikana kuntotutkimuksesta. Vaurioiden laajuuden vuoksi parvekkeiden korjaus voisi tulla jopa kalliimmaksi kuin parvekkeiden purkaminen ja korvaaminen kokonaan uusilla parvekkeilla. Ja vaikka parvekkeille suoritettaisiin perusteelliset korjaukset, niin vanhat betoniset osat jäisivät paikoilleen. Tämä ei olisi kestävä ratkaisu, sillä 70-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa on käytetty betonia, jonka pakkasenkestävyys on heikko johtuen liian vähäisestä huokostimen käytöstä. Tämän vuoksi pakkasrapautuminen on iso ongelma kyseisen aikakauden taloissa. Vanhojen rakenteiden säilyttäminen ei siten ole kannattavaa, sillä 5-10 vuoden kuluttua korjauksesta taloyhtiölle voisi jälleen syntyä kustannuksia samojen parvekkeiden korjausten takia.

Toinen syy puoltaa nykyisten parvekkeiden purkamista on se, että uudet parvekkeet voidaan rakentaa suuremmiksi ja siten parantaa asumismukavuutta.

5 VANHAT RAKENTEET

5.1 Lähtötiedot

Heikki Aronen toimii tässä hankkeessa rakennesuunnittelun projektipäällikkönä. Häneltä sain käyttööni lähtötiedot opinnäytetyötä varten. Myös Excel-laskentapohjamalli tuli Heikki Aroselta. Lisäksi sain Jukka Perämaalta 3D -mallin parvekkeesta. Opinnäytetyön lähtötietoja ovat:

- Rakennuksen ARK- piirustukset
- Rakennuksen RAK- piirustukset
- Kuntotutkimusraportti
- Hankesuunnitelma
- Periaateratkaisutaulukko
- 3D-parvekemalli (ArchiCad)
- Excel-laskentapohjamalli

5.2 Rakenteiden kuvaus

Rakenteet on kuvattu kuntotutkimuksessa. Kuntotutkimuksessa kerrotaan julkisivurakenteista ja parvekerakenteista.

5.2.1 Parveketornin rakenteet

Kuntotutkijan mitaamat parvekkeiden koot.

”Elementtirakenteiset asuinparvekkeet (33 kpl) tukeutuvat pieliseiniin ja rakennuksen runkoon. Parvekelaatan vahvuus on 120...150 mm:ä. Reunakorotusta on takareunalla 50 mm:ä ja sivuilla 50...70 mm:ä. Pintavalua ei ole. Parvekekaide ja –laatta ovat yhtä elementtiä. Laatan mitat ovat 3600 mm x 1650 mm.

Kaiteiden korkeus on 1000 mm:ä, josta betonikaidetta laatan yläpinnasta mitattuna on 650 mm:ä.

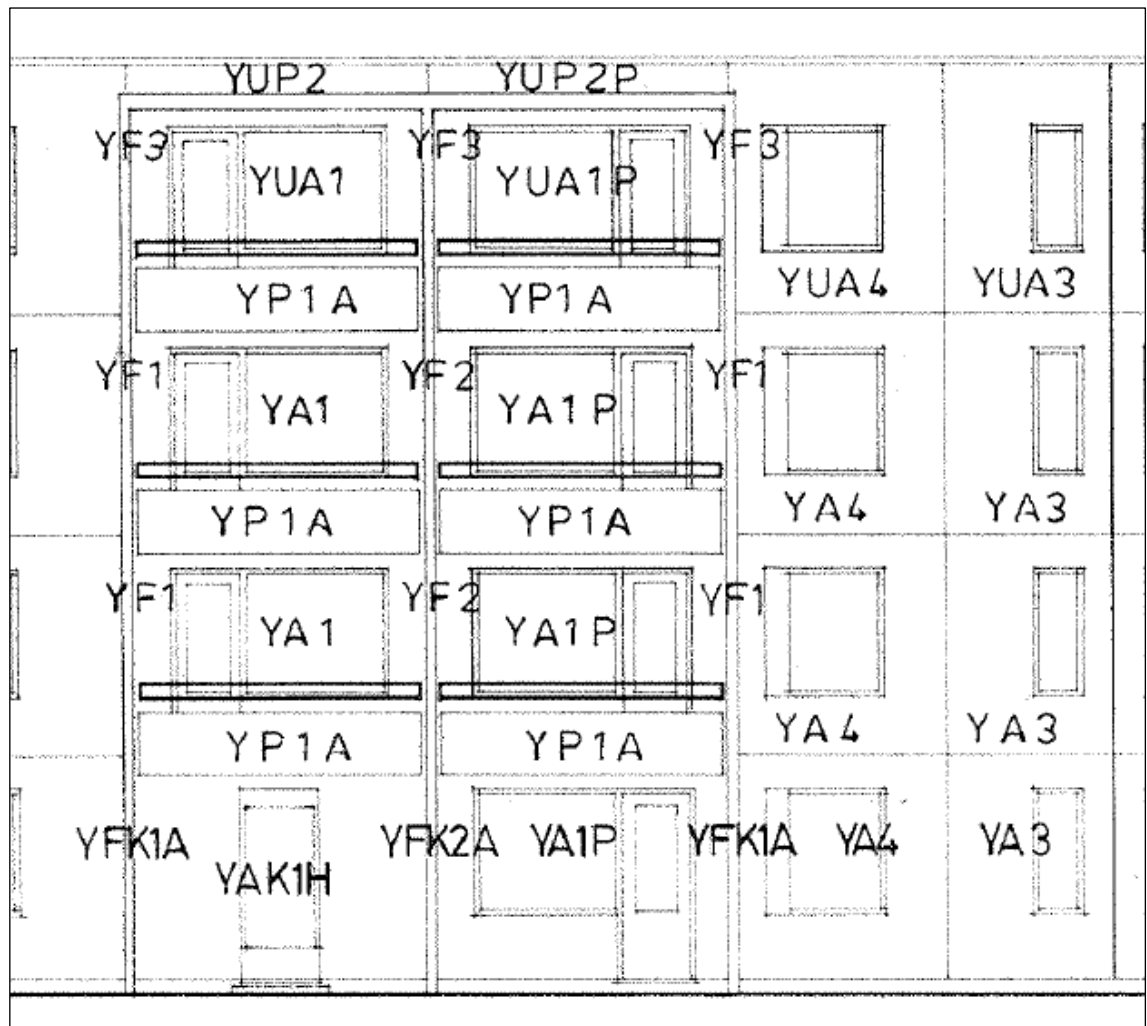
Maalipintaisten pieliseinien leveys on 1700 mm:ä ja vahvuus on noin 160 mm:ä.

Huoneiston ja parvekkeen välisessä seinässä on sandwich-elementti.”

(Kuntotutkimusraportti, Ositum Oy)

Elementtijako

Kuvassa 5 on esitetty elementtijako julkisivulle, josta voidaan hahmottaa parveketornin ja sen rungon rakenteen koostumus.

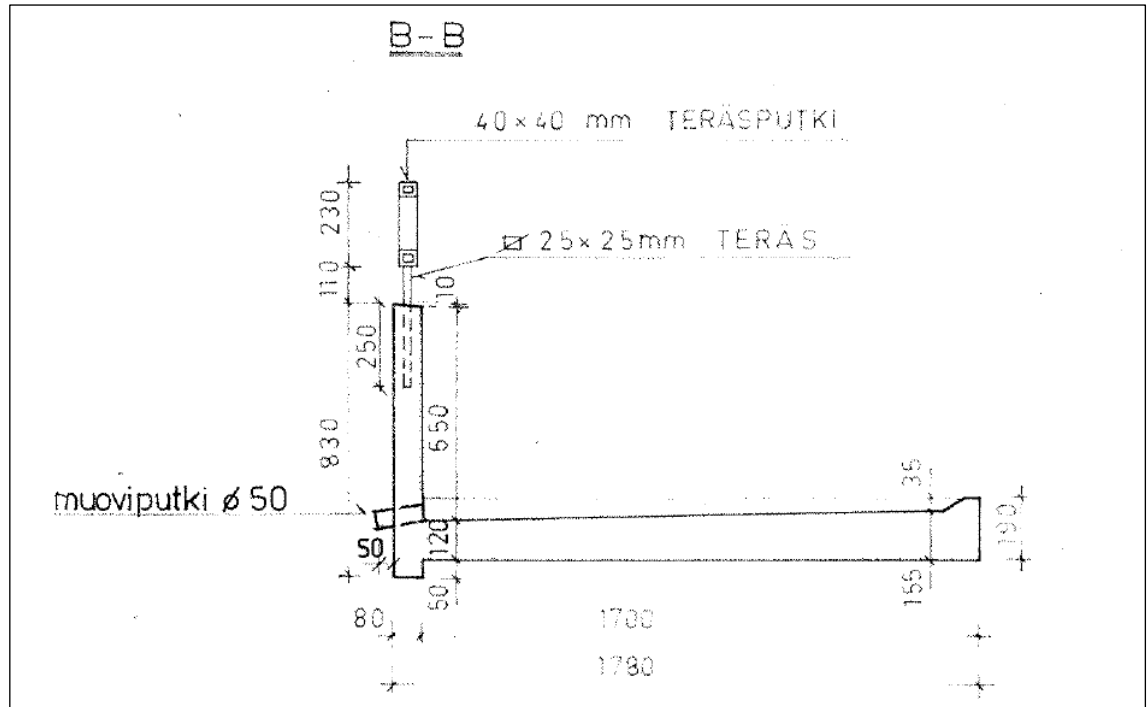


KUVA 5: ELEMENTTIKAAVIO, JULKISIVU (RAK-9 piirustus)

Keskimmäiset pieliseinät YF2 ja YF2A ovat yhtenäisiä kahdelle parvekkeelle. Tästä voidaan heti päätellä, että keskimmäinen tuki on pahimmassa rasituksessa, joten sen alla olevan anturan tarkistus täytyy tehdä ensin.

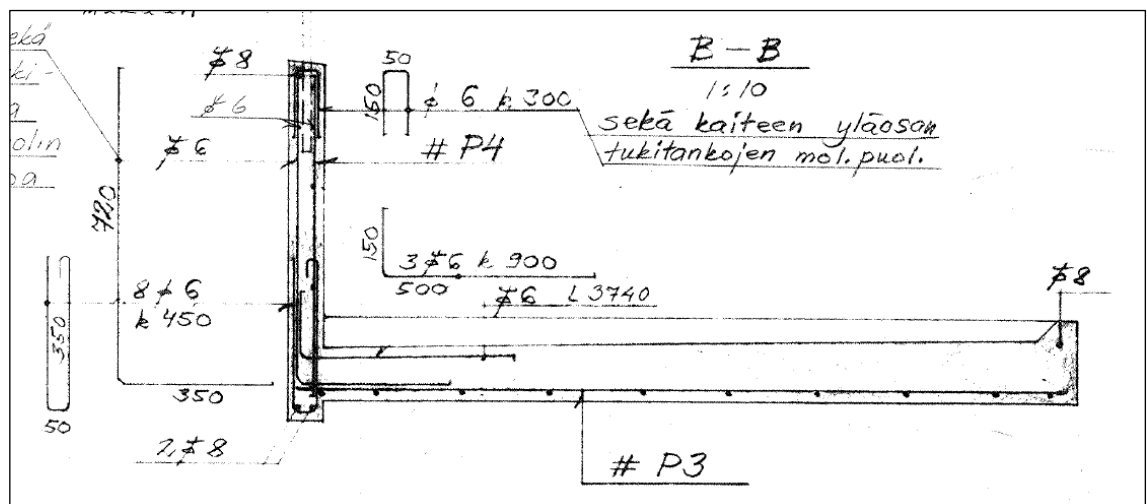
Parvekelaatat

Kuva 6 esittää parvekelaattaelementin YP1A poikkileikkauksen. Kaide on valettu laatan kanssa yhtenäisenä elementtinä. Käytännössä tämä vaikuttaa positiivisesti rakenteiden kunnan säilyvyyteen ja vähentää työvaiheiden määrää työmaalla.



KUVA 6: Parvekelaattaelementti YP1A (RAK-58-piirustus)

Kuva 7 esittää laattaelementin raudoituksen. Kaiteen alareunassa on raudoitukset, jotka toimivat vetoteräksinä. Niiden avulla on lisätty jäykkyyttä ja taivutuskestävyyttä lattialaatalle, mikä vähentää rakenteen värähtelyominaisuuksia ja estää ylimääräisten halkeamien syntyä laatussa.



KUVA 7: Parvekelaatan YP1A poikkileikkaus, rauditus (RAK-54-piirustus)

Rakennepiirustuksesta RAK-58 selviää myös laattaelementin tilavuus ja paino:

Laatan pinta-ala = 6,2m²

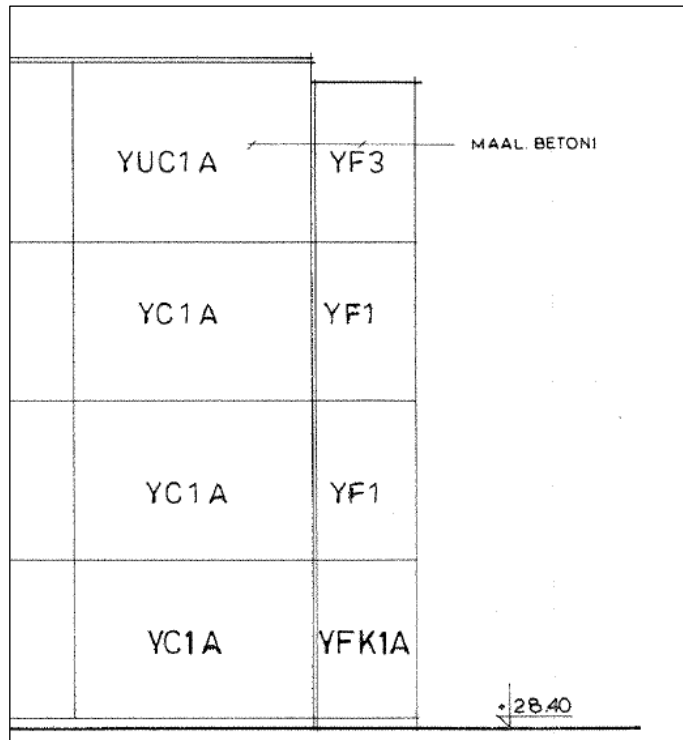
Kaiteen alaosan ala= 2,96m²

Paino = 2,6t

Betonia= 1,08m³.

Pieliseinät

Pieliseinäelementit YFK1A... YF3 on esitetty piirustuksessa RAK-10 (kuva 8).



KUVA 8: pielielementtikaavio (RAK-10 piirustus)

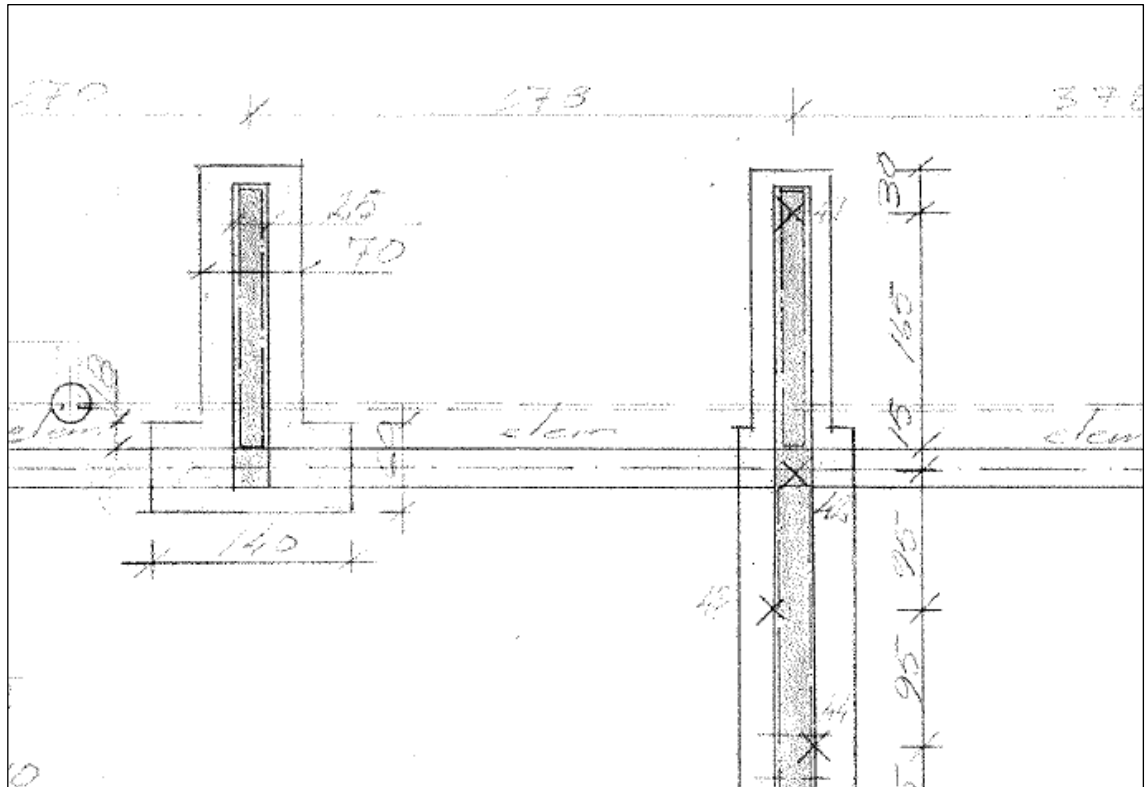
Rakennepiirustuksista RAK-62, RAK-63 ja RAK-64 saadaan pielielementtien painot (Taulukko 2). Painoja voidaan käyttää koko parveketornin omanpainon laskennassa.

TAULUKKO 2: Pieliseinäelementtien painot.

Elementti, koodi	Paino, kg
YFK1A	1820
YF1	1820
YF3	1770

5.2.2 Perustukset

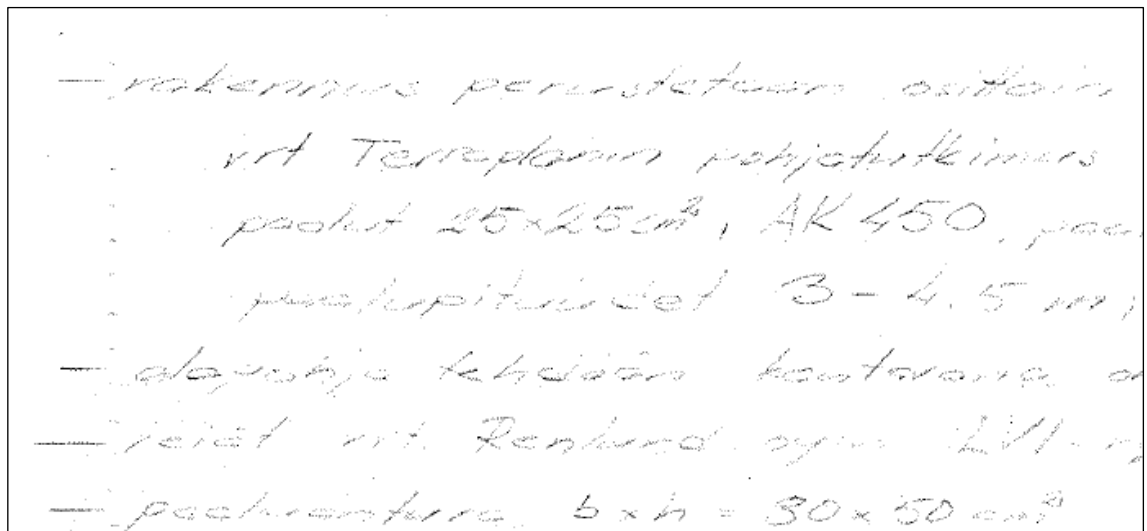
Vanhoista piirustuksista selvisi, että osa rakennuksesta on perustettu maanvaraisesti ja osa paaluperustuksiin. Perustuspiirustuksen osa näkyy kuvasta 11.



KUVA 11: Kerrostalon perustukset (RAK-1 piirustus)

Edellä mainitusta kuvasta näkyy anturoiden päämitat ja paalujen numerot sekä sijainnit (merkitty ruksilla). Huomionarvoista on se, että vasemmalla reunalla näkyvä maanvarainen antura ja oikeapuolinen paalutettu antura ovat saman parveketornin perustuksia. Tämä vaikuttaa oudolta ratkaisulta, sillä tässä tapauksessa on iso riski painumaero muodostumiselle liian suureksi. Tämä kohta vaati erityistä tarkastelua, kun tarkistetaan uusien parvekkeiden kuormien vaikutus vanhoille anturoille.

Samasta perustuspiirustuksesta saatiin perustiedot pohjarakennus suunnitelmista (Kuva12).



KUVA 12: Osakuva perustuspiirustuksen selitystekstistä (RAK-1)

Perustuspiirustuksen selitystekstin selvennys:

-rakennus perustetaan osittain anturoille, osittain teräsbetonipaaluille

vrt Terraplanin pohjatutkimus No 1413: $G_{maa\ sall} = 25 \text{ kp/cm}^2$ ($25 \text{ kp/cm}^2 = 250 \text{ kPa}$)

paalut $25 \times 25 \text{ cm}^2$, AK450, paalutettaessa väh. 2 viikon ikäisiä.

paalupituudet 3-4,5 m, $P_{sall} = 36 \text{ tn}$ ($36 \text{ tn} = 360 \text{ kN}$), kun paalun pituus enemmän kuin 5m, _____

-alaphoja tehdään kantavana ontelolaatoista

-reiät

-paaluantura $b \times h = 30 \times 50 \text{ cm}^2$

paalujen yläpäät +27.20

-paalut 1-40,50 _____

Rakennustyöselostuksessa käytettiin vanhoja paine- ja kuormien yksiköitä.

Jotta tarkistettujen rakenteiden kestävyys saatiin paremmin vertailukelpoisiksi nyky- menetelmin ja yksiköiden kanssa, muunnettiin vanhat yksiköt nykyaikana käytettäviin.

Painemuunnoskaava: $1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$ (RakMk B7, Betonirakenteiden rajatilamitoitus, 1977, sivu 4). Paalujen sallitut kuormat oli ilmoitettu tonneina, joten ne muunnettiin kilo Newtoniksi: $1 \text{ tn} = 10 \text{ kN}$.

5.1 Kohteessa käynti

Kohteessa käytiin tutustumassa 10/2017. Paikan päällä tehty tarkastelu ja rakenteiden kunnon toteaminen tehtiin kuntotutkimusraportin tueksi. Rakennuksesta ja sen ympäris-

töstä otettiin valokuvia korjaussuunnittelun avuksi. Niin kuin aiemmin kerrottiin, taloyhtiö koostuu kahdesta kerrostalosta. Käynnin aikana huomattiin, että molempien rakennusten seinät ja parvekkeiden pieliseinät ovat osittain rapautuneet ja paikoin raudoitukset ovat näkyvissä (Kuvat 13,14,15,16)



KUVA 13: Halkeama pieliseinässä



KUVA 14: paljastettu raudoite



KUVA 15: Parveketorni



KUVA 16: Rapautunut pieliseinän pinta

Käynnin aikana huomattujen vaurioiden ja parvekkeiden yleiskunnon perusteella voitiin todeta, että kyseisen kohteen parvekkeet eivät vastaa nykyajan tarpeisiin asumisen mukavuusmielessä. Naapuritalo on saman ikäinen kerrostalo ja siihen oli tehty parvekkeiden peruskorjaus viimevuosina. Kuvasta 17 voidaan nähdä, että talon parvekkeet ovat uudistuksessa suurennettu ja siten asumismukavuus on parantunut. Asunnon omistajille tämä tarjoaa mahdollisuuden myydä tai vuokrata asunnot korkeampaan hintaan.



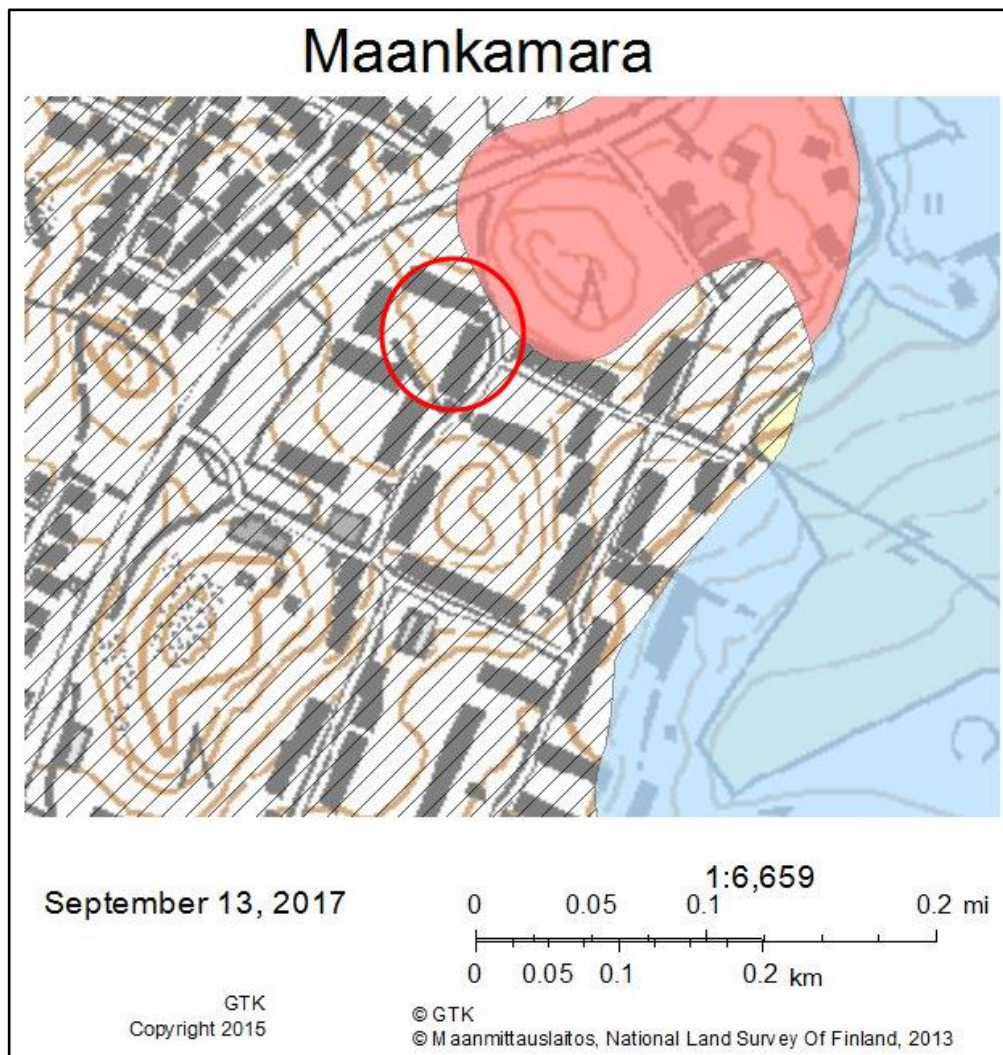
KUVA 17: Korjauskohteen naapuritalon uusitut parvekkeet, 10/2017.

6 POHJAOLOSUHTEET

6.1 Vanhat pohjatutkimukset

Geologian tutkimuskeskuksen ylläpitämillä verkkosivuilta (www.gtk.fi) on mahdollista hankkia vanhoja pohjatutkimustietoja, jotka on koottu usean eri tuottajan pohjatutkimusaineistoista. Palvelu toimii verkkosivupohjaisesti ja palvelun karttapohjaan on tallennettu pohjatutkimustietoja eri rakennuskohteista ympäri Suomea.

Yritin alustavasti hakea karkeita tietoja kohteen maaperästä sivuston Pohjatutkimukset-palvelun avulla. Kohteesta ei kuitenkaan ollut pohjatutkimustietoa saatavilla (Kuva 18).



KUVA 18: Geologian tutkimuskeskuksen Pohjatutkimukset-palvelun kautta haetut tiedot kohteesta.

Kohteessa oli suoritettu pohjatutkimuksia ennen rakentamista. Raportit niistä eivät kuitenkaan ole säilyneet Kirkkonummin rakennusvalvonnan arkistossa, mikä selvisi, kun kävin tutkimassa piirustuksia arkistosta.

6.2 Lisäpohjatutkimusten tarve

Suunnittelijoiden kanssa käytiin keskustelu, jossa todettiin, että uusille pohjatutkimuksille ei ollut tarvetta. Syynä tähän oli se, että projekti ei vielä edennyt niin pitkälle, että tutkimuksia tarvittaisiin.

7 PARVEKKEIDEN UUSIMISEN VAIHTOEHDOT

7.1 Vaihtoehdot ja niiden edut ja haitat

Projektin pääsuunnittelijana toimii Jukka Perämaa. Haastattelin häntä opinnäytetyötä varten ja kysyin eri vaihtoehdoista mitä kohteeseen oli harkittu. Hän oli pohtinut seuraavia parvekkeiden uusimisvaihtoehtoja:

- TB parveke, täysin samanlainen kuin ennen
- TB parveke, suurennettu (Ulottuvuus talon julkisivusta kasvaa)
- Teräsparveke pilarirungolla
- Puinen parveke

Taloyhtiölle on myös ehdotettu lisäparvekkeiden rakentamista: ”Olen ehdottanut taloyhtiökokouksessa parvekkeiden rakentamista sellaisiin asuntoihin, joissa niitä nyt ei ole. Näissä taloissa yksiöt ovat ilman parvekkeita. Olen miettinyt, että silloin yksiöissä ainoa sijoituspaikka parvekkeille olisi keittiön ulkoseinä.” (Jukka Perämaa, 3.4.2017)

Tähän Taloyhtiö Oy ei vielä ole antanut lopullista vastausta. Mutta selvää on, että olemassa olevat parvekkeet korvataan uusilla, isoimmilla parvekkeilla.

Naapurikiinteistössä on aiemmin suurennettu parvekkeet julkisivuremontin yhteydessä. Esimerkki suurennetuista parvekkeista näkyy kuvassa 19.



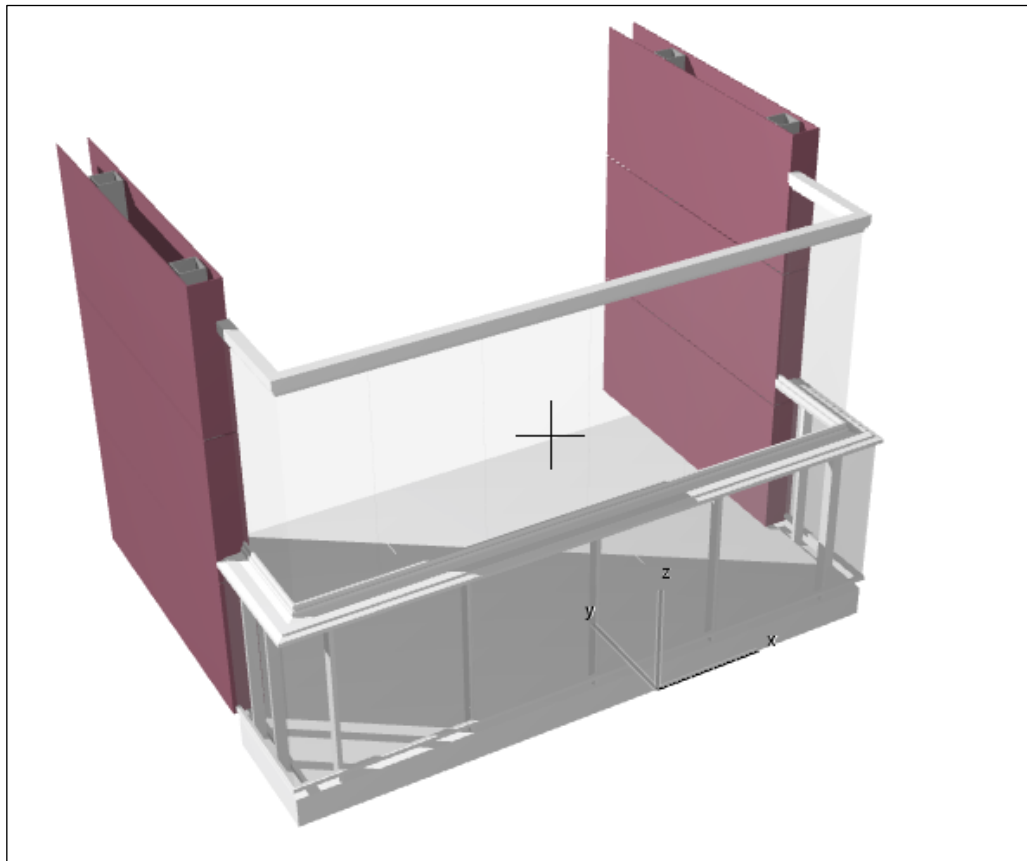
KUVA 19: Naapurikiinteistön suurennetut parvekkeet.

Parvekkeiden uusimisessa on otettava huomioon ulkonäön lisäksi paloturvallisuus. Vie-rekkäiset, eri asuntoihin kuuluvat parvekkeet täytyy erottaa palokatkoseinällä. Paloeris-tysvaatimuksista on kerrottu RakMK E1 julkaisussa (E1, Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta).

Wise group Finland Oy:n korjausosaston arkkitehdit ovat selvittäneet, että parvekkeiden suurenus on mahdollinen ja asemakaavaan ei vaadita muutoksia.

7.2 Valittu vaihtoehto

Kohteen arkkitehdin ja taloyhtiön keskustelujen jälkeen saatiin päätös, että parvekkeet suurenetaan ja niiden runkomateriaali on pääsääntöisesti teräs. Laatat ovat betoni/teräs liittorakenteita ja pieliseinä koostuu teräspilarirungosta ja kuitulevykotelosta. Kuvassa 20 on esitetty ehdotettu vaihtoehto, jonka taloyhtiö on lopuksi hyväksynyt toteuttavaksi. Päättävöitteena parvekkeiden suurentamisessa oli parveketornin oman painon minimoin-ti. Jos uusien parvekkeiden omapaino on pienempi kuin vanhojen, on todennäköisem-pää, että uudet suurennetut parvekkeet voidaan rakentaa ilman perustusten vahvistamis-ta.



KUVA 20: Ehdotettu parvekeratkaisu (Wise Group Finland Oy, elokuu 2017)

7.3 Tarkistettavat vaihtoehdot

Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli selvittää eri parvekeratkaisujen vaikutus vanhoihin anturoihin. Sitä varten piti selvittää eri parvekerakenteiden omapainot ja niiden aiheuttamat kuormat anturoille ja rakennukselle. Alla listatuille vaihtoehdoille laskettiin kuormitusyhdistelmät laskentapohjan avulla. Laskuissa käytetyt lähtötiedot on esitetty liitteessä 1. Laskelmien tulokset on esitetty liitteessä 2 (Alkuperäiset parvekkeet) ja liitteissä 3 – 6 (Uusimisvaihtoehdot).

7.3.1 Vaihtoehto 1: Betoniset pieliseinät ja suurennetut laatat

Tämä on selkeästi raskain vaihtoehto omapainoltaan, jolloin uuden parvekkeen omapainosta tulee suurempi verrattuna vanhaan rakenteeseen.

7.3.2 Vaihtoehto 2: Teräspilarit ja suurennetut betonilaatat

Teräspilareilla saadaan aikaan kevennystä parveketornin rungolle. Betoniset laatat tarjoavat käyttömukavuutta, sillä ylimääräisiä värähtelyjä ei pääse syntymään kun parveke-laattalla kävellään. Teräspilarit muuttavat kuormien jakautumistavan anturoille. Pieliseinä vaihtoehdossa kuormat ovat tyypiltään viivakuormia, kun taas tässä vaihtoehdossa kuormat ovat lähes pistemäisiä.

7.3.3 Teräspilarit (Koteloidut) ja liittorakenteinen laatta (Hyväksytty toteuttavaksi)

Teräspilareilla ja teräsrakenteisilla laatoilla saadaan aikaan kevyt runko parveketornille. Teräksinen runko on nopea asentaa, mutta laatta saattaa vaikuttaa epämiellyttävältä kävellessä sen päällä värähtelyn takia. Myös rungon palonkestävyys ja eristävyys täytyy varmistaa. Lisäksi pilarit välittävät voimat pienille alueille jolloin anturoiden kuormitus on erilainen verrattuna pieliseinäratkaisuun.

7.3.4 Vaihtoehto 4: Betoniset pieliseinät ja puulaatta

Puulaatoilla saadaan aikaiseksi pienempi rakenteen omapaino verrattuna TB-laattaan. Vähentyneestä kuormasta johtuen pieliseinien uusimista ei tässä vaihtoehdossa välttämättä tarvitse tehdä. Värähtely ja palonkestävyys täytyy kuitenkin erikseen tarkistaa.

8 PERUSTUSTEN RAKENTEELLINEN MITOITUS

8.1 Vaatimukset / laki / normit

Kantaviin rakenteisiin liittyvät lait ja asetukset sekä eurokoodien kansalliset liitteet ympäristöministeriön ohjeineen on kerätty rakentamismääräyskokoelman osaan ”Rakenteiden lujuus ja vakaus”, joka on otettu käyttöön 1.1.2017 alkaen.

8.1.1 Eurokoodi

Eurokoodit ovat 17.6.2014 annetun ympäristöministeriön asetuksen mukaan ensisijainen kantavien rakenteiden suunnittelujärjestelmä Suomessa (Suomen Rakennusmääräyskokoelma, <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>).

8.1.2 Vanhat normit

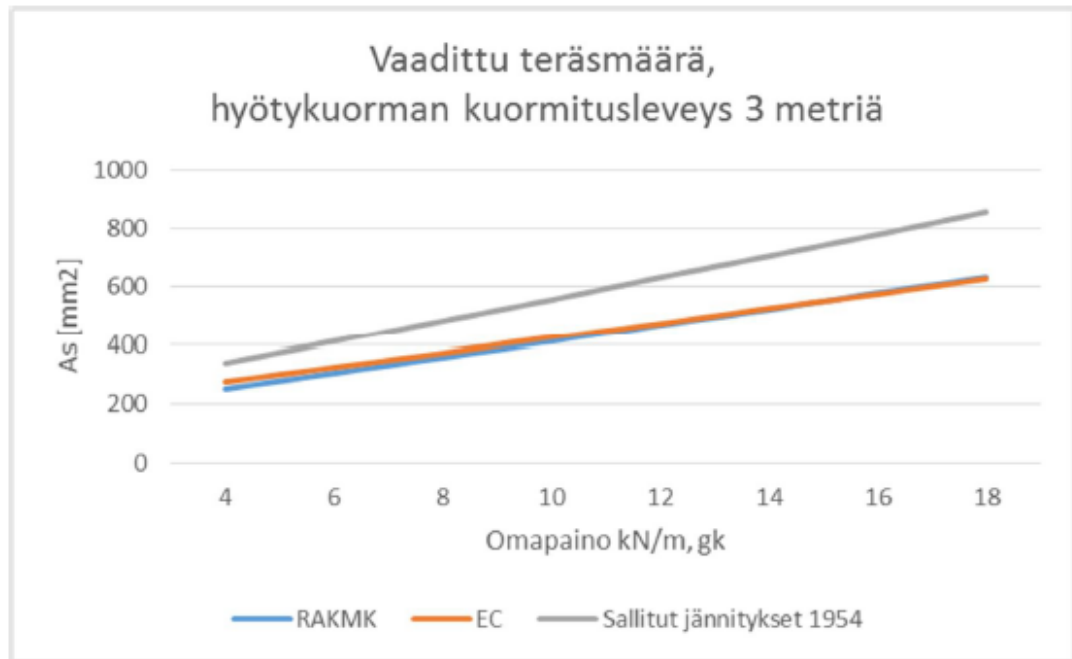
Vuoden 1975 alussa perustettiin Suomen rakennusmääräyskokoelma.

RakMK B3 Pohjarakennus - määräys tuli voimaan 1.7.1976.

RakMk B7 Betonirakenteiden rajatilamitoitus -määräys tuli voimaan 12.9.1977.

Opinnäytetyössä käsiteltävän rakennuksen rakentamisvuosi on 1976. Talon rakenteet on mitoitettu sallittujen jännitysten menetelmällä.

Tässä opinnäytetyössä ei tehdä tarkasteluja vanhojen mitoitustapojen mukaan; on hyvin todennäköistä, että Eurokoodin mukaan laskemalla rakenteille saadaan suuremmat kestävydet kuin vanhoilla menetelmillä on todettu. Tämä perustuu siihen, että rakennuksen betonilaatu oli huokosmäärää lukuun ottamatta hyvä. Lisäksi rakenteet oli mitoitettu silloisella voimassa olleella sallittujen jännitysten menetelmällä, mikä antoi 25% suuremman teräsmäärän kuin nykyisillä RakMK tai Eurokoodilla laskettuna saadaan. Tämä on todettu esimerkiksi Jens Martinin opinnäytetyössä (Jens Martin, Kiinteistöjen kehittäminen, Prosessit ja tutkimukset, opinnäytetyö, 2016). Vertailu erilaisilla mitoitusohjeilla saaduista vaadituista teräsmääräistä on esitetty kuvassa 21.



KUVA 21: Vaadittu teräsmäärät eri mitoitusmenetelmillä laskettuina (Jens Martin, opinnäytetyö 2016)

8.2 Kuormat

Anturoihin kohdistuu suuria kuormia, sillä koko rakennuksen paino välitetään pohjamaalle anturoiden avulla. Rakennuksen painon lisäksi anturat välittävät pohjamaalle rakennukseen kohdistuvat hyöty-, tuuli- ja lumikuormat.

Kerrostalon rakenteiden mitoituksessa tulee käyttää seuraavia kuormien ominaisarvoja:

- Rakenteen omapaino
- Hyötykuormat; asuintiloissa ja parvekkeilla
- Kaidekuorma
- Tuulikuorma
- Lumikuorma

Tuulikuorman ominaisarvo selvitetään erikseen tapauskohtaisesti. Tuulikuorman arvo tässä tapauksessa valittiin karkeasti, sillä tässä tapauksessa rakenteille tehdään kokonaistarkastelu, jossa tuulikuorman osuus kokonaiskuormasta ei ole merkittävä. Mitoituksessa käytetty tuulikuorman ominaisarvo on $0,9\text{kN/m}^2$ valittiin harjakorkeuden perusteella, $z=14\text{m}$ (harjakorkeus saatiin laskemalla yhteen elementtien korkeudet ja sokkelin korkeus).

Lumikuorma selvitettiin paikkakunnan perusteella. Myös kattomuoto otettiin laskennassa huomioon. Lumikuorman vaikutus oli huomioitava, sillä ylimmän kerroksen parvek-

keella on tasakatto. Tapauksessa, jos kattoa ei olisi, ei lumikuormaa olisi otettu huomioon, sillä lumikuorman ja hyötykuorman yhtäaikainen esiintyminen ei ole mahdollinen parvekelaatoilla. Toisaalta, jos kohde sijaitsee alueella, jossa lumikuorman arvo on suurempi kuin hyötykuorman arvo, on lumikuorma mitoittava kuorma. Myös RIL-201-1-2011 ottaa kantaa määräävistä kuormista. ”Määräävissä kuormitustapauksissa yhdistetään sellaisten kuormien arvot, joiden voidaan katsoa esiintyvän samanaikaisesti” (RIL-201-1-2011, s.37)

Taulukkoon 3 on listattu mitoituksessa käytettävät kuormat. Kuormien valinnassa on käytetty seuraavia asetuksia ja suunnitteluohjeita: Ympäristöministeriön asetus (4/16 2016) rakenteiden tilavuuspainoa, omaa painoa ja rakennusten hyötykuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-1, Ympäristöministeriön asetus (6/16 2016) lumikuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-3 sekä RIL 201-1-2017.

TAULUKKO 3: Parvekkeiden rakenteiden mitoituksessa käytettävät hyötykuormien ominaiskuormat.

Kuorman tyyppi	Arvo	Yksikkö
Hyötykuorma, tasainen	2,5	kN/m ²
Kaidekuorma, viivamainen (vaakakuorma)	0,5	kN/m
Tuulikuorma (karkea arvo, z=14m, maastoluokka III)	0,55	kN/m ²
Lumikuorma, Espoo (kattomuotokerroin ei ole otettu huomioon)	2,5	kN/m ²

8.3 Seuraamusluokka

Rakenteet luokitellaan kolmeen eri seuraamusluokkaan riippuen mahdollisen vaurion aiheuttamien seuraamusten perusteella. Seuraamusten vakavuuteen ja suunnittelutehtävän vaativuuteen vaikuttavat useat tekijät, kuten rakennuksen koko ja käyttötarkoitus, rakennuspaikka ja sen lähiympäristö, rakenteiden mittasuhteet ja ominaispiirteet. Täten sekä seuraamusten vakavuus, että suunnittelutehtävän vaativuus tulee arvioida tapauskohtaisesti. Esimerkiksi urheiluhallin ja varastohallin suunnittelutehtävät voivat molemmissa tapauksessa olla vaativat, mutta mahdolliset seuraamukset voivat urheiluhallin tapauksessa olla suuria, kun taas varastohallissa keskisuuria. Suunnittelutehtävän vaativuusluokat on esitetty ympäristöministeriön ohjeessa suunnittelutehtävien vaativuus-

luokista, YM1/601/2015 (RakMK, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet, s.9).

Eurokoodien osalta seuraamislukitus esitetään rakenteiden suunnitteluperusteita koskevan standardin SFS-EN 1990 kansallisissa valinnoissa. Kyseessä olevassa asetuksessa on lisäksi esitetty erikoisrakenteiden, kuten mastojen, piippujen, siilojen ja säiliöiden seuraamislukitus. Tietyn seuraamislukituksen rakennus tai rakenne voi sisältää eri seuraamislukitukseen kuuluvia rakenteita, jolloin esimerkiksi koko rakennuksen seuraamislukitus voi olla eri kuin jonkin yksittäisen rakenneosan (RakMK, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet, s.9).

Eurokoodeissa rakenteen vaurioitumisen seuraamukset otetaan suunnittelussa huomioon seuraamislukituksen kautta siten, että epäedullisten kuormien osavarmuusluvut kerrotaan standardin SFS-EN 1990 mukaisella kuormakertoimella K_{FI} . Suurten seuraamusten luokassa CC3 kuormien osavarmuusluku on tällöin 10 % suurempi ja vähäisten seuraamusten luokassa CC1 10 % pienempi kuin keskimmaisessa luokassa CC2. Muita suunnittelujärjestelmiä käytettäessä voidaan soveltaa vastaavaa menettelyä. (RakMK, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet, s.9).

Kohteen rakennus on tavanomainen 4-kerroksinen kerrostalo. Eurokoodin SFS-EN 1990 kansallisen liitteen avulla saadaan selville seuraamislukitus. Kansallinen liite on selostettu Suomen rakennusmääräyskokoelman ohjeissa. Seuraamislukitus on tässä tapauksessa CC2 ja K_{FI} -kerroin 1,0. (RakMK, Rakenteiden lujuus ja vakaus, Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet, Taulukko 6a. Seuraamislukituksen määrittely rakennuksille ja rakenteille).

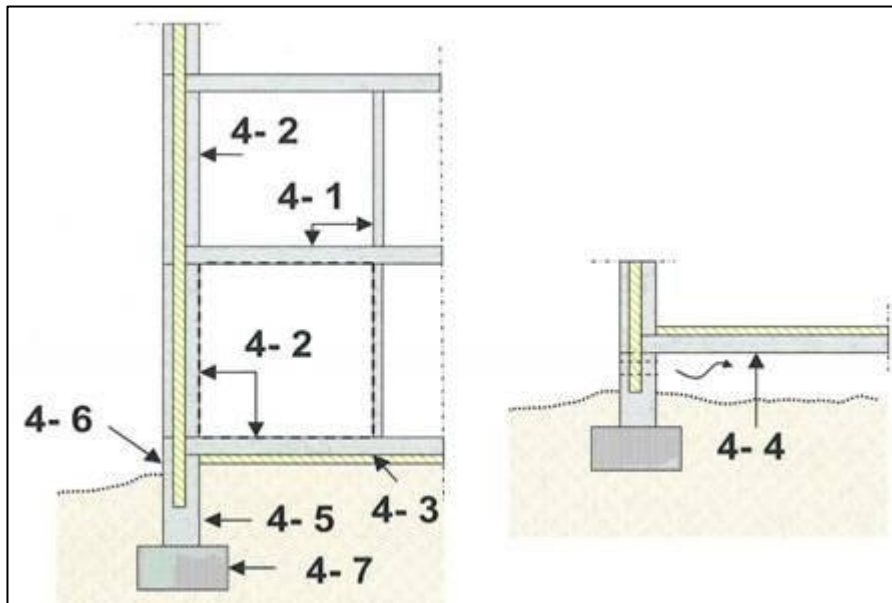
8.4 Rasitusluokat ja käyttöikä

Anturat ovat joko kokonaan tai osittain maanalaisia rakenteita. Ne ovat alttiit ankarille olosuhteille: ympäröivä täyttömaa on aika usein kostea ja jos anturat ovat lähellä maapintaa, niin lämpötilavaihtelut nolla asteen ylä- ja alapuolella aiheuttavat pakkasrapautumista betonipinnoille. Tämän lisäksi anturaan voi kohdistua suolarasitusta, jos rakennuksen vieressä kulkee tie, jota suolataan talvella. Ympäristöolosuhteet aiheuttavat betonirakenteeseen fysikaalisia ja kemiallisia rasituksia, jotka ajan mittaan johtavat betonin karbonisoitumiseen ja samalla raudoitusterästen korroosioon. Anturoissa karbonisoituminen ei kuitenkaan etene samalla nopeudella kuin avoimessa ilmassa olevien

rakenteiden pinnoissa, sillä maa-aines läpäisee ilmaa huonosti. Betonin karbonisoituminen (emäksisyyden väheneminen) tapahtuu, kun emäksinen betoni reagoi ilman hiilidioksidin kanssa.

Rasitusluokka ja käyttöikä otetaan huomioon suunnittelun yhteydessä, sillä näillä kahdella mitoituskriteerillä on vaikutusta betonimassaan, betonipeitteen paksuuteen ja rauditukseen. Rakennuspaikalla vallitsevat ympäristöolosuhteet määräävät betonin rasitusluokat. Betonirakenteen rasitusluokat valitaan rakenteeseen kohdistuvien korroosio- ja rasitusten perusteella, ja ne vaikuttavat betonin seos- ja lisäaineiden sekä betonin vähimmäislujuuden valintaan. Rasitusluokat ja niitä koskevat suunnitteluohjeet on esitetty julkaisuissa SFS-EN206:2014, ja by 51.

Anturat ja perustukset mitoitetaan usein 100 vuoden käyttöiälle, vaikka maanpäälliset rakenteet mitoitettaisiin 50 vuoden käyttöiälle. Tämä johtuu siitä, että perustuksia on vaikeampi korjata tai uusia kuin maanpäällisiä rakenteita.



KUVA 22: Rakenneosien tunnukset rivi- ja kerrostalojen rungossa (by51, 2007)

Rakenne-osa	Rasitusluokkayhdistelmä	Selite
4-1	X0	Välipohjat ja seinät (kuivat sisätilat)
4-2	XC1	Ulkoseinä, sisäkuori (kuivat sisätilat). Kosteat sisätilat, esim. kosteuseristämättömät pesutila yms. rakenteet
4-3	XC1	Alapohja, eristeen päällä
4-4	XC3	Alapohja, tuulettuva rakenne
4-5	XC2	Sokkeli, sisäkuori, maan alla
4-6a	XC3,4; XF1	Sokkelin ulkokuori
4-6b	XC3,4; XD1; XF2	Sokkelin ulkokuori, suolarasitus ¹⁾
4-7	XC2	Antura

¹⁾ Sokkelin ulkokuoreen voidaan katsoa kohdistuvan suolarasituksia, kun se sijaitsee suolattavan tien välittömässä läheisyydessä (etäisyys tiehen < 2 m).

KUVA23: Rakenneosat ja rasitusluokkayhdistelmät (By51, 2007)

By51 mukaan kohteen anturoiden mitoituksessa käytetään rasitusluokkaa XC2. Anturan lopulliseen säilyvyyteen vaikuttavat suunnittelun lisäksi rakennustyön laatu ja toteutuneet ympäristöolosuhteet ja kuormitukset.

8.5 Maanvaraisen anturan toimintaperiaate ja sen mitoitus

Maanvaraisen anturan ensisijainen tarkoitus on jakaa rakennuksesta tulevat piste- ja viivakuormat isommalle maapohjan pinta-alalle. Sen avulla pienennetään rakennuksen painumaa ja syntyvä pohjapaine saadaan pienemmäksi verrattuna maapohjan kantavuuskestävyyteen. Toinen asia, mikä saavutetaan anturan käytöllä, on se, että antura tarjoaa tasaisen rakennusalustan perusmuurin ja seinien rakentamiselle. Tällöin perusmuurilla on allaan varma tuenta eikä haitallisia kallistumisia pääse syntymään rakennusvaiheessa epätasaisen maan takia. Antura ottaa vastaan myös vaakakuormia ja momenttikuormia, joita voi syntyä tuulikuormasta ja muista vaakakuormista sekä rakenteiden epäkeskeisyydestä.

Maanvaraisen anturoiden mitoituksen ensimmäinen vaihe on rakenteen geotekninen mitoitus (by203, 1995). Geoteknisen mitoituksen perusteella valitaan sopivan kokoinen antura, jonka jälkeen antura mitoitetaan teräsbetonirakenteena.

Anturoiden mitoituksessa tarkistetaan ensin syntyvän pohjapaineen suuruus. Pohjapaine saadaan laskettua, kun tiedossa on anturan mitat ja anturalle tulevat uudet kuormat. Pohjapaineen laskemisessa käytetään Eurokoodin mukaisia geoteknisen tarkastelun kuormitusyhdistelmiä.

Tarkistukset tehdään murtorajatilassa (kantavuuden laskenta) ja käyttörajatilassa (painumat).

Pitkänomaisen maanvaraisen anturan voidaan olettaa toimivan ulokepalkkina sokkelin molemmissa puolissa. Symmetriset ulokepalkit mitoitetaan taivutukselle. Kuormana käytetään silloin geoteknisessä mitoituksessa laskettua sallittua pohjapainetta murtorajatilassa. Mikäli sallittu pohjapaine on laskettu käyttäen Eurokoodin mukaisia varmuuskertoimia, voidaan käyttää suoraan tätä arvoa mitoituksessa (Juha Niemi, keskustelu s-postissa).

8.6 Paaluanturan toimintaperiaate ja sen mitoitus

Jos paalut ovat rivissä ja antura on pitkänomainen, tehdään anturan mitoitus palkkina. Riippuen siitä monta paalua on rivissä anturan alla voi antura (palkki) olla joko yksiaukkoinen tai jatkuva. Jos paalut on asennettu ryhmään ja niiden päällä on antura, pyritään mitoituksessa aikaansaamaan rakenne, jossa paalut ovat kaikissa kuormitustilanteissa puristuksessa. Tällöin mitoitus tapahtuu leikkaukselle ja lävistykselle.

8.7 Murtorajatila

Periaate murtorajatilatarkastelussa on saavuttaa riittävä varmuus maapohjan ja rakenteiden murtumista vastaan rakentamisen ja rakennuksen käytön aikana. Eurokoodi 7:n murtorajatilamitoituksessa käytetään mitoitusarvoja, jotka saadaan käyttämällä ominaisarvoja yhdessä osavarmuuslukujen kanssa. Käyttörajatilatarkastelu tehdään ominaisarvojen ja kuormayhdistelykertoimien yhdistelyllä ja tarkoituksena on todeta, etteivät rakenteiden sallitut painumat, painumaerot, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset ylitä sallittuja rajoja. (SFS-EN 1997-1. 2009. Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS, s.56.) Eurokoodissa on kolme erilaista mitoitustapaa, joista geoteknisessä suunnittelussa käytetään Suomessa mitoitustapoja 2 ja 3. Tässä työssä on kyseessä maanvaraisen anturan ja paaluanturan mitoitus, jolloin mitoituksessa käytetään mitoitustapaa 2. Osavarmuuslukuja käytetään kuormille tai kuormien vaikutukselle kuormayhdistelmää laskiessa. Myöhemmissä vaiheissa maan kestävyydelle käytetään omia osavarmuuslukuja, mutta nämä tarkastelut on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle. Osavarmuuslukujen käyttö tarkoittaa sitä, että kuormia kasvatetaan ja kestävyiksiä heikennetään. Mitoitustapa 2 sisältää kaksi hieman

erilaista menettelyä, jotka ovat DA2 ja DA2*. Käytettäessä tapaa DA2 kuormien ominaisarvot kerrotaan osavarmuusluvuilla heti mitoituslaskennan alussa, jolloin laskenta tehdään mitoitusarvoilla. DA2*-menetelmässä laskenta tapahtuu toisinpäin: ominaisarvoja ja osavarmuuslukuja käytetään vasta lopussa murtorajatilaehto tarkistettaessa. DA2*-menetelmässä on myös kiinnitettävä erityistä huomiota perustuksen vakavuuden varmistamiseen. (RIL 207-2009. 2009. Geotekninen suunnittelu, eurokoodin EN 1997-1 suunnitteluohje. Helsinki: Hansaprint Oy. s.53.). Tapauksessa, jos perustuksiin vaikuttava vaakakuorma ei ole mitoituksessa mukana, laskentatavat DA2 ja DA2* antavat samanlaiset tulokset. Tässä opinnäytetyössä on tilanne, jossa ei ole vaakakuormaa, joka vaikuttaisi anturoihin. Tämän vuoksi Excel-laskentapohjaa laadittaessa on käytetty laskentatapaa DA2. Myöhemmin tilaaja voi tarvittaessa päivittää laskentapohjaa lisäämällä siihen laskentatavan DA2*, mikäli tähän ilmenee tarvetta.

Kuormayhdistelmissä pysyvät, muuttuvat ja onnettomuuskuormat yhdistellään yhteiseksi kuormavaikutukseksi osavarmuuskertoimien γ ja kuormien yhdistelykertoimien Ψ avulla. Suomessa käytettävät yhdistelykertoimet eri rakennuksille on annettu Eurokoodin kansallisissa liitteissä. Perustusten kantokestävyyden laske-
miseksi käytetään kuormayhdistelmiä 6.10a ja 6.10.b.

$$1,15K_{FI}G_{kj,sup} + 0,9G_{kj,inf} + 1,5K_{FI}Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum \psi_{0,i} Q_{ki} \quad (\text{yht. 6.10b})$$

$$1,35K_{FI}G_{kj,sup} + 0,9G_{kj,inf} \quad (\text{yht. 6.10a})$$

Yhtälöissä käytetyt merkit:

- KFI = kuormakertoimen suuruus (riippuu seuraamusluokasta)
- $G_{kj,sup}$ = pysyvän kuorman ominaisarvo, epäedullinen vaikutus
- $G_{kj,inf}$ = pysyvän kuorman ominaisarvo, edullinen vaikutus
- $Q_{k,1}$ = ensimmäinen muuttuva kuorma
- $Q_{k,i}$ = muut muuttuvat kuormat
- $\Psi_{0,i}$ = kuormien yhdistelykertoimet.

8.8 Mitoitusehdon tarkistus

Pohjapaineen (MRT ja KRT) selvittämisen jälkeen pitää sitä verrata rakennuksen suunnitelmissa mainittuun pohjapaineeseen. Jos pohjapaine ylittyy, pitää miettiä toimenpiteitä. Toimenpiteenä voidaan suorittaa uudet pohjatutkimukset ja siten määrittää tarkemmin sallittu pohjapaine. Vuonna 1976 tehdyissä pohjatutkimuksissa sallittu pohjapaine valittiin todennäköisesti melko karkein tavoin riippuen pohjatutkimuksen laajuudesta.

Jos syntyvä pohjapaine ei ylitä suunnitelmissa esitettyä sallittua pohjapainetta, voidaan anturoiden rakenteellista tarkastelua jatkaa.

Anturoiden rakenteellinen kestävyys tarkistetaan eurokoodilla. Laskelmiin otetaan rakennepiirustuksista saadut tiedot anturoista: mitat ja betonilaatu. Betoniterästen laatu ja koko saadaan myös rakennepiirustuksista. Vaikuttavaksi voimaksi otetaan isompi arvoista: uusi tuleva pohjapaine tai suunnitelmissa mainittu sallittu pohjapaine. Kuormitusyhdistelmää ei tarvitse enää laskea, koska sallitun pohjapaineen selvittämisessä kuormat yhdistettiin käyttäen varmuuskertoimia.

9 EXCEL -LASKENTAPOHJA

9.1 Laskentapohjan kuvaus

Opinnäytetyökeskusteluissa ilmeni, että Wise Group Finland Oy:n vastaavissa projekteissa anturoiden tarkistukset hoidettiin ennen sillä tavalla, että parvekkeista tulevia uusia kuormia verrattiin vanhoihin kuormiin. Periaatteena oli, että jos uusien parvekkeiden paino ei ylittänyt vanhojen parvekkeiden painoa, uusien parvekkeiden suunnittelu viettiin eteenpäin. Jos haluttiin kuitenkin rakentaa isommat parvekkeet vanhojen tilalle, jouduttiin tekemään hankekohtaiset laskennat anturoista. Laskennat olivat joka hankkeessa erilaiset ja myös eri suunnittelijoiden käyttämät laskentatavat vaihtelivat. Laskujen verrattavuus oli huono ja niiden hyötykäyttö oli matala muissa projekteissa.

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda Excel-pohjainen laskentatyökalu parveketornien kuormien laskentaan. Sen avulla laskelmat saadaan yhteen muotoon ja niitä voi hyödyntää seuraavien projektien alustavissa suunnitelmissa.

Alustavat rajaukset laskentapohjalle olivat seuraavat:

- Parvekkeet ovat kannatettu TB pieliseinillä
- Kuormat lasketaan kokonaan betonista tehdyille parvekkeille
- Käytettävä tuulikuorman arvo lasketaan erillään

Laskentatyökalulla on mahdollisuus laskea, minkä tyyppiset kuormat tulevat anturoille ja niiden suuruudet. Laskentatyökalu antaa myös rakennuksen runkoon aiheutuvan vaakakuorma, joka tulee parveketornista. Viimeksi mainittua kuormaa tarvitaan kiinnikkeiden mitoittamiseen.

Muiden materiaalien käyttö runkomateriaalina on otettu kuitenkin huomioon laskentapohjassa. Jos parveketornin osien materiaali ei ole betoni, pitää materiaalin omapaino (tiheys) syöttää laskentapohjaan. Tämä mahdollistaa muustakin kuin betonista rakennettävien parveketornien tarkastelun.

Kun laskentapohja valmistui 21.9.2017, tehtiin sille välitarkastus Wise Groupin toimesta. Tarkastuksen kommenttien perusteella tein Exeliin tarvittavat muutokset, muun muassa lisäksi Exeliin pilari-vaihtoehdon pieliseinän lisäksi.

Laskentapohja annettiin Wise Group Finland Oy:n käyttöön ja se on kaikkien yrityksen työntekijöiden saatavilla. Laskentapohjaa säilytetään yhteisessä kansiossa josta sen voi kopioida projektikansioon tai omaan työskentelykansioon ja nimetä uudelleen.

Excel-laskentapohjan tueksi kehitetään käyttöohje. Käyttöohje kertoo laskentapohjan ominaisuuksista, mitoitustavoista ja rajoituksista. Käyttöohje on PDF-formaatissa.

Lopulliset rajaukset laskentapohjalle olivat seuraavat:

- Parveke on kannatettu TB pieliseinillä tai pilareilla
- Kuormat lasketaan kokonaan betonista tehdyille parvekkeille betonin ominaispainolla. Muuta rakennusmateriaalia kuin betonia käytettäessä materiaalin ominaispainot syötetään Exeliin
- käytettävä tuulikuorman arvo lasketaan erillään
- keskimääräinen lumikuorma lasketaan erillään

9.2 Laskentapohjan tiedoston nimi

Excel-tiedoston nimi koostuu projektinumerosta ja laskelmaa kuvaavasta sanasta sekä lisäksi laskelman numerosta. Esimerkiksi: WISE_B99.parvekekuormat_v0.5_01.xls, jossa on projektinnumero, laskentapohjan kuvaus, versio ja laskun numero. Osat on eroteltu alaviivoin. Yhtenäisen tiedostojen nimeämistavan avulla tiedostot pysyvät järjestyksessä ja jatkossa oikea tiedosto saadaan nopeasti avattua. Nimeämistapa helpottaa tiedoston etsimistä projektinumerolla, jos se on välitetty esimerkiksi sähköpostitse tai muistitikulla.

9.3 Laskentapohjan rakenne

Laskentapohja on Excel-tiedosto (.xls), joka sisältää useamman välilehden. Tilaa oli toivonut, että erityyppiset lähtötiedot ja erilaiset laskuvaiheet sekä apuarvot ovat aina eri välilehdellä. Välilehti-koostumus oli alun perin seuraava:

- Lähtötiedot (laskelman kansilehti)
- Rakenteet ja kuormat
- Maaperätiedot
- Maanvaraisen anturan kestävyys
- Paaluanturan kestävyys.
- Laskenta
- Data

Ohjaaja myös tarkensi, että välilehtien kesken tietojen siirron tulisi tapahtua automaattisesti, eli käyttäjällä ei pitäisi olla tarvetta kopioida saatuja välituloksia yhdestä paikasta toiseen.

Vaatumuksena oli myös se, että lähtötiedot ja lopputulokset olisi mahdollisuus tulostaa A4-kokoiselle paperille. Itse laskuja ei tulosteta, mutta osa väliarvoista piti olla näkyvisissä.

Lopullinen välilehtirakenne on:

- Lähtötiedot ja tulokset
- Välilaskut
- DATA
- Vuokaavio

9.4 Välilehdet

Tulostetut laskelmat on esitetty liitteissä 2-6 ja laskelmien lopputulokset on koottu yhteen taulukkoon, joka on liitteessä 7. Tässä kappaleessa kuvataan keskeiset asiat välilehdistä.

9.4.1 Lähtötiedot

”Lähtötiedot”-välilehden yläreunassa esitetään projektinnumero, kohteen yleistiedot, suunnittelijat ja päivämäärä. Tulostettaessa tämä välilehti toimii laskelman kansilehtenä, siksi sen sisällön pitää olla ytimekäs ja selkeä. Lisäksi lehdessä on yrityksen logo.

Alempana on osa, jossa kuvataan parveketornin rakenne. Käyttäjällä on mahdollisuus valita eri osien materiaalit. Tapauksessa, jos materiaalina on betoni, elementin oma paino saadaan laskettua automaattisesti. Jos käyttäjä on valinnut materiaaliksi ”Muu, oman painon suorasyöttö”, pitää materiaalin ominaispaino syöttää osan vieressä olevaan kent-

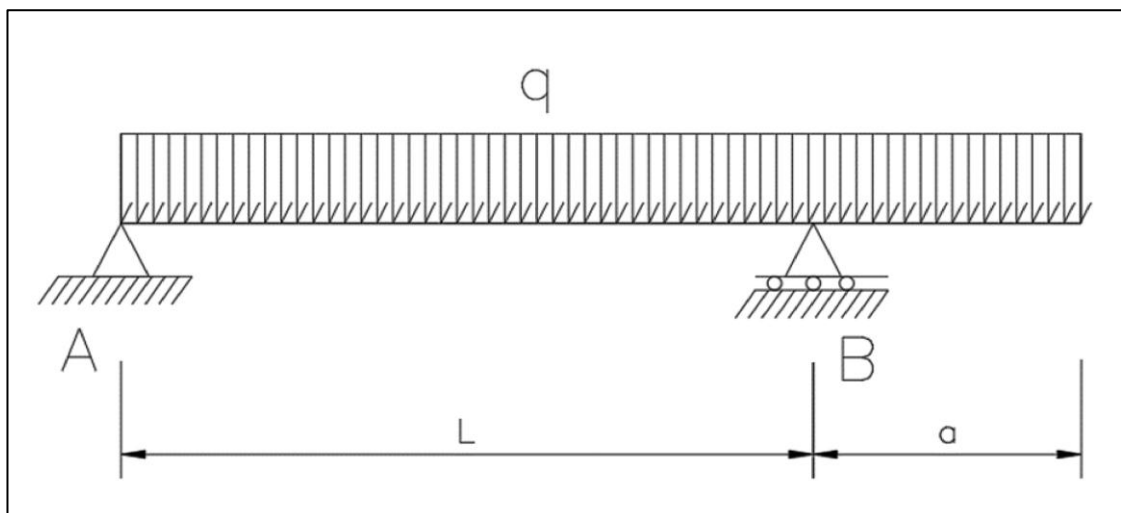
tään. Tässä välilehdessä syötetään myös parvekkeen mitat. Tietojen syöttämisen helpottamiseksi Excelissä on havainnollistava kuva, jossa on selitetty käytettävien arvojen merkitykset. Lopuksi hyöty-, lumi- ja kaidekuormille annetaan arvot vastaavissa kentissä.

9.4.2 Välilaskut

Tässä välilehdessä on esitetty laskut välivaiheineen. Laskut on tehty käyttäen matemaattisia kaavoja ja logiikkakaavoja.

Pilarin paikalla on suuri merkitys pilarianturan laskennassa. Työn alussa oletuksena pidettiin, että pilari ottaa aina $\frac{1}{4}$ osan lattian kuormasta. Se oli hyvä lähtökohta, mutta lopussa huomattiin tämän oletuksen huonot puolet. Esimerkiksi, jos pilari sijaitsee parvekkeen sivun keskellä, tulee pilarille silloin puolet parvekelaatan kuormasta ja sen päällä olevasta kuormasta. Vielä epäedullisempi vaihtoehto on, jos pilari on lähempänä rakennuksen seinää, kuin parvekkeen etureunaa. Tällöin tukireaktio pilarin kohdalla on isompi kuin puolet parvekkeen kuorma.

Pilarin sijainnin avulla voidaan laskea tarkasti pilarianturalle tulevat kuormat. Määrittely tapahtuu tukireaktiokaavalla, jolloin parvekelaatan reunaosuus voidaan olettaa toimivan palkkina, joka on vapaasti tuettu molemmista päistä. Vaikka laatan liitos rakennuksen olisi jäykkä, silti lasku suoritetaan siten, että tämäkin liitos on nivelellinen. Tällöin ollaan varmallalla puolella ja laskenta on lyhyempi. Tässä tapauksessa tämän karkean laskentatavan tarkkuus on riittävä. Tilanne on esitetty Kuvassa 24.



KUVA 24: Ulokkeellinen vapaasti tuettu 1-aukkoinen palkki ja tasainen kuorma.

Tukireaktio B saadaan laskettua kaavalla (1):

$$B = \frac{q}{2L}(L + a)^2, \quad (1)$$

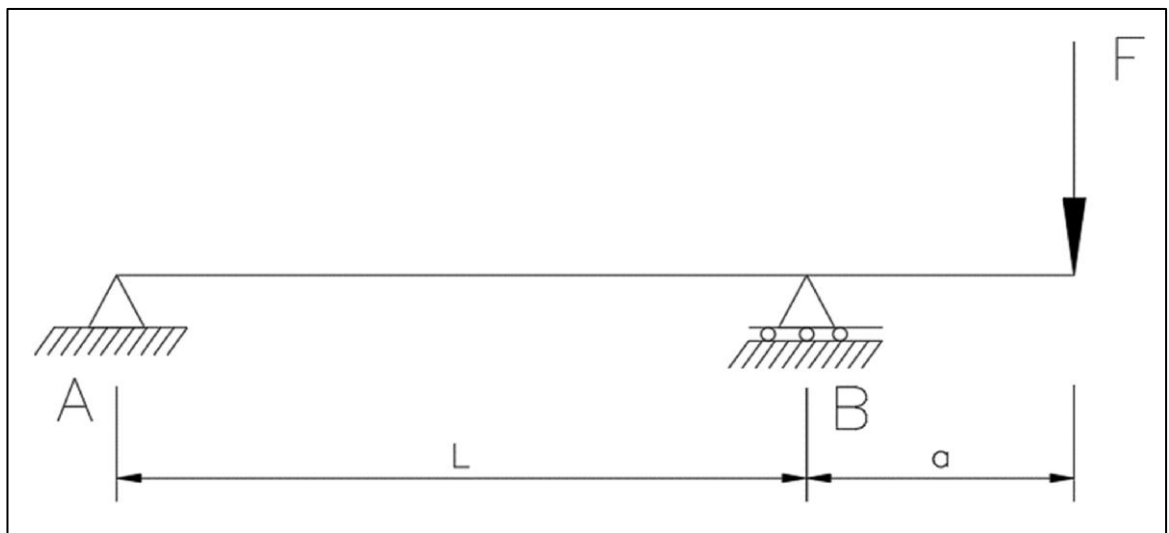
jossa:

- B on tukireaktio tuen B kohdalla [kN]. Tässä laskentapohjassa se vastaa pilarille tulevaa kuormaa
- q on tasaisen kuorman suuruus [kN/m]
- L on tukiväli [m]
- a on uloke-osuus [m].

Parveketilanteessa käsitellään neliökuormia. Kaavaan (1) pitää syöttää viivakuorma, siksi neliökuorma voidaan jakaa parvekkeen leveydellä, joka on tässä tapauksessa yhtä suuri kuin kaavassa (L+a).

Kaiteen omapaino käsitellään erikseen, tilanne on näytetty kuvassa 25. Kaiteen kuormasta syntyvä tukireaktion pilarin kohdalla saadaan laskettua kaavalla (2)

Suurin osa laskuista tehtiin välivaiheineen, jotta laskentapohjaa olisi jatkossa helpompi muokata. Samalla tämän laskennan esitystavan avulla saatiin laskentapohjan tekoprosessista havainnollisempi, kuin se olisi ilman auki kirjoitettuja laskuja.



KUVA 25: Ulokkeellinen vapaasti tuettu 1-aukkoinen palkki ja pistekuorma.

Kaavasta (2) saadaan tukireaktio B:n arvo.

$$B = \frac{F(L + a)}{L}, \quad (2)$$

jossa:

- B on tukireaktio tuen B kohdalla [kN]. Tässä laskentapohjassa se vastaa pilarille tulevaa kuormaa
- F on pistekuorman suuruus [kN]
- L on tukiväli [m]
- a on uloke-osuus [m].

Vaikuttavan voiman F arvo tässä tapauksessa on yhtä suuri kuin parvekekaiteen oman painon arvon puolikas.

9.4.3 Data

Tässä välilehdessä on syötettynä erilaisia arvoja, joihin käyttäjän ei ole tarkoitus koskea laskennan aikana, eli tämä on apuvälilehti.

9.4.4 Vuokaavio

Tässä välilehdessä käydään läpi pikaisesti laskentapohjan käyttö. Käyttäjän on alussa suositeltavaa tutustua vuokaaviossa esitettyihin asioihin. Siinä on esitetty periaate, jonka mukaan ohjelma toimii ja minkä standardin mukaan kuormayhdistelmät lasketaan. Siinä on myös selitetty yksityiskohtaisesti mitä tapahtuu, kun käyttäjä valitsee jonkun vaihtoehtoista välilehdessä ”Lähtötiedot”.

10 LOPPUTULOS / YHTEENVETO

Opinnäytetyön lopputulokseksi saatiin Excel-laskentapohja parvekekuormien laskentaa varten. Laskentapohjan tekemisen aikana olin yhteydessä Wise Groupin suunnittelijoihin ja pyrin ottamaan kaikki toiveet ja mielipiteet huomioon, sillä kokeneiden suunnittelijoiden näkökulma on aina tärkeä.

Ohjelman avulla tarkistettiin kohteen parvekkeiden anturoiden kuormitus alkuperäisillä parvekkeilla ja uusilla parvekkeilla. Laskelman perusteella voitiin todeta, että vanhoista parvekkeista anturoille tulevat kuormat ovat kokonaisuudessaan suuremmat kuin ehdotetun vaihtoehdon parvekkeista tulevat kuormat. Laskentatulokset on esitetty litteissä 3 ja 4.

Laskentapohja on tullut WiseGroup Finland Oy:n korjausosaston käyttöön. Sitä varten pidettiin palaveri, jossa opinnäytetyön tekijä esitteli laskentatyökalun yrityksen suunnittelijoille. Opinnäytetyössä saatu laskentatyökalu antaa tulokseksi anturoille tulevat kuormat. Nämä arvot voidaan syöttää erilliseen laskentapohjaan ja siellä anturat mitoitetaan tarkasti ottaen huomioon maaperän ominaisuudet.

Opinnäytetyötä tehtäessä on tullut muutoksia sekä opinnäytetyöaiheeseen että laskentapohjaan. Aihe muuttui siten, että anturoiden rakenteelliset tarkistukset jätettiin pois. Alunperin olemassa olevat anturat piti myös mitoitaa uusille kuormille, mutta projekti ei vielä ollut edennyt näin pitkälle, eikä suunnitteluun tai opinnäytetyön ohjaukseen oltu vielä varattu resursseja tältä osin. Lisäksi yrityksellä on käytössään laskentapohjia, joiden avulla saa tarkistettua anturoiden kestävyudet.

Samalla, kun aiheesta tuli suppeampi, laajennettiin laskentapohjan ominaisuuksia. Tällöin kokonaislaajuus on melko sama, mutta paino on pääosin Excel-laskentapohjassa. Opinnäytetyöraportissa käydään kuitenkin läpi anturoiden mitoitusperiaate ja esitetään anturoita koskevat mitoitusohjeet.

11 POHDINTA

Opinnäytetyössä päästiin suurelta osin asetettuihin tavoitteisiin. Opinnäytetyössä laadittu laskentapohja otettiin suunnittelijoiden käyttöön ja sitä voi käyttää tulevilla projekteilla parvekekuormien laskentaan. Opinnäytetyön tekeminen ja yhteistyö Wise Groupin kanssa toimi erittäin hyvin. Pystyin myös hyödyntämään työkokemustani ja koulussa saamiani tietoja opinnäytetyön ja laskentapohjan laadinnassa.

Maanvaraisten parvekkeiden uusimisessa saadaan aikaan säästöjä, kun vanhat perustukset voidaan säilyttää. Tämä kuitenkin edellyttää uusien parvekekuormien laskentaa ja perustuksien kantavuuksien analysointia. Nykyaikaiset rakenneratkaisut mahdollistavat kevyempien parvekkeiden rakentamisen, mikä mahdollistaa parvekkeiden koon kasvattamisen aiheuttamatta kuitenkaan kuormien kasvamista.

Laskentapohjan laadinnassa pyrin heti alusta lähtien siihen, että tuleva laskentapohja olisi visuaaliselta ilmeeltään mahdollisimman paljon samannäköinen kuin muut Wise Groupin käytössä olevat laskentapohjat. Tämä selkeästi parantaa käyttäjäystävällisyyttä. Laskentatyökalun tekemisessä otin huomioon myös tietojen virhesyöttöjen mahdollisuuden, esimerkiksi Exceliin on moneen paikkaan lisätty erilaisten lähtötietojen ja valittujen laskentavaihtoehtojen tarkastuksia. Tämä selkeästi vähentää laskuvirheitä, joita tulee silloin tällöin kiireisissä projekteissa.

Laskentapohjaa on jatkossa mahdollista muokata ja täydentää. Esimerkiksi anturalle tulevien kuormien epäkeskeisyyden huomioiva laskentakaava olisi hyvä lisätä. Tällä hetkellä sitä ei voi laskea, koska oletuksena on että kaikki vaakakuormat viedään kiinnikkeillä rakennukseen. Kuorman epäkeskeisyys on tarpeellinen tieto geoteknisessä mitoituksessa ja se aiheuttaa myös suuremman mitoituskuorman anturan rakenteelliselle mitoitukselle. Toinen lisäominaisuus, joka olisi tarpeellinen, olisi toisen pilarin lisääminen parveketornin rakenteeseen lähelle rakennuksen julkisivua, sekä tämän pilarin sijaintiasetukset. Joskus parvekkeet on rakennettu siten, että kuormat on viety pilareilla perustuksiin ilman että edes osa kuormista olisi välitetty rakennuksen seinän kautta. Kolmas tarpeellinen lisäys olisi ylimmän parvekkeen katon mittojen määrittely. Oletuksena ohjelma laskee, että katto on samanmuotoinen ja samankokoinen kuin parvekkeiden lattialaatat. Käytännössä katto saattaa kuitenkin olla erikokoinen kuin lattialaatat.

LÄHTEET

Geologian tutkimuskeskus, Maankamara, Tiedot haettu 13.09.2017.
www.gtk.fi/maankamara

Jani Hietakangas, Korjausrakentamisen kurssi, kevät 2016

Jens, M. 2016 Kiinteistöjen kehittäminen, Prosessit ja tutkimukset, opinnäytetyö

Kulutusosuuskuntien keskusliito, insinööriosasto, 1976, Rakennepiirustukset

Neuvonen, P. 2006. Kerrostalot 1880-2000 Arkkitehtuuri korjaustekniikka korjaaminen, Rakennustieto Oy.

Ositum Oy, Julkisivu- ja parvekerakenteiden kuntotutkimus 18.8.2010, kuntotutkimusraportti

Rakennustietosäätiö. 1995. RT 86-10563 Parvekerakenteet

Rakennustietosäätiö. 1996. RT 86-10618 Parvekerakenteet. Korjausrakentaminen

Rakennustietosäätiö. 2008. RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot

Saarikangas, K. 2002. Asunnon muodonmuutoksia. Puhtauden estetiikka ja sukupuoli modernissa arkkitehtuurissa. Suomalaisen kirjallisuuden seura. Vammala: Vammalan kirjanpaino Oy.

Suomen betoniyhdistys ry. 2007. by 51. Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu.

Suomen betoniyhdistys ry. 1995. by 203 Betonirakenteiden perusteiden oppikirja.

Suomen Rakennusinsinöörien Liito RIL ry. 2009. RIL 207-2009. Geotekninen suunnittelu, eurokoodin EN 1997-1 suunnitteluohje. Helsinki: Hansaprint Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien Liito RIL ry. 2011. RIL 201-1-2011 Osa 0. Suunnittelu-
perusteet ja rakenteiden kuormat. Eurokoodi. Helsinki: Hansaprint Oy.

Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2009. SFS-EN 1997-1. Eurokoodi 7: Geotekninen
suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt. Helsinki: Hansaprint Oy.

Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2016. SFS-EN 206:2014 + A1:2016 Betoni. Määrit-
tely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus

Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Luettu 14.09.2017.
<http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2016. Ympäristöministeri-
ön asetus (4/16) rakenteiden tilavuuspainoa, omaa painoa ja rakennusten hyötykuormia
koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-1.

Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2016. 6/16 Ympäristömi-
nisteriön asetus lumikuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standar-
dia SFS-EN 1991-1-3.

Ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2011. E1, Ympäristöminis-
teriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta

Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2016. Rakenteiden lujuus
ja vakaus, Kantavien rakenteiden suunnitteluperusteet

Wise Group Finland Oy. 2017. Täydentävä kuntotutkimus

Wise Group Finland Oy. 2017. Hankesuunnitelma

LIITTEET

Liite 1. Muutosvaihtoehtojen lähtötiedot

Vaihtoehto 0: Alkuperäiset parvekkeet

Rakenneosien mitat, materiaalit ja omapainot:

Rakenneosa	Mitta (mm)	Materiaali	Osan omapaino (kN)
Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)	3500	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Lattialaatan leveys	1780		
Lattialaatan paksuus	160		
Kerroskorkeus	2800	-	-
Pieliseinän leveys	1780	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Pieliseinän paksuus	160		
Kaiteen korkeus	850	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Kaiteen paksuus	80		
Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin)	0	-	-

Vaihtoehto 1: Betoniset pieliseinät ja suurennetut betoniset laatat

Rakenneosien mitat, materiaalit ja omapainot:

Rakenneosa	Mitta (mm)	Materiaali	Osan omapaino (kN)
Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)	3500	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Lattialaatan leveys	2280		
Lattialaatan paksuus	160		
Kerroskorkeus	2800	-	-
Pieliseinän leveys	1780	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Pieliseinän paksuus	160		
Kaiteen korkeus	850	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Kaiteen paksuus	80		
Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin)	500	-	-

Vaihtoehto 2: Teräspilarit (Koteloidut) ja suurennetut betoniset betonilaatat

Rakenneosien mitat, materiaalit ja omapainot*:

Rakenneosa	Mitta (mm)	Materiaali	Osan omapaino (kN)
Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)	3500	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Lattialaatan leveys	2280		
Lattialaatan paksuus	160		
Kerroskorkeus	2800	-	-
Pieliseinän leveys	-	Teräs + kuitulevy	6,0
Pieliseinän paksuus	-		
Kaiteen korkeus	-	Teräs	2,0
Kaiteen paksuus	-		
Kattorakenne	Ohjelma käyttää lattialaatan mittoja	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin)	500	-	-

Vaihtoehto 3: Teräspilarit (Koteloidut) ja liittorakenteinen suurennettu laatta

Rakenneosien mitat, materiaalit ja omapainot*:

Rakenneosa	Mitta (mm)	Materiaali	Osan omapaino (kN)
Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)	3500	Teräs+betoni	13,0
Lattialaatan leveys	2280		
Lattialaatan paksuus	160		
Kerroskorkeus	2800	-	-
Pieliseinän leveys	-	Teräs + kuitulevy	6,0
Pieliseinän paksuus	-		
Kaiteen korkeus	-	Teräs	2,0
Kaiteen paksuus	-		
Kattorakenne	-	Teräs	1,0
Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin)	500	-	-

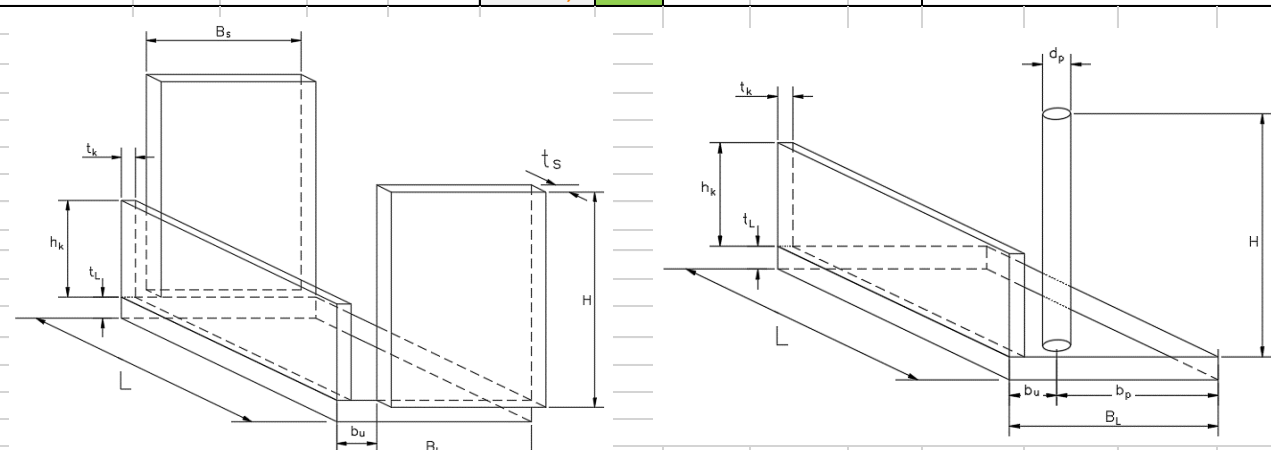
Vaihtoehto 4: Betoniset pieliseinät ja suurennettu puulaatta.

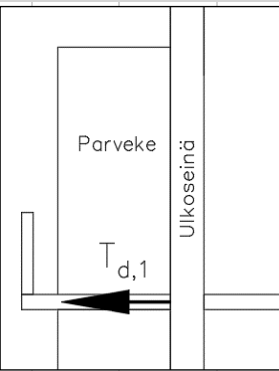
Rakenneosien mitat, materiaalit ja omapainot*:

Rakenneosa	Mitta (mm)	Materiaali	Osan omapaino (kN)
Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)	3500	Puu	6,0
Lattialaatan leveys	2280		
Lattialaatan paksuus	150		
Kerroskorkeus	2800	-	-
Pieliseinän leveys	-	Teräsbetoni	Lasketaan ohjelmalla
Pieliseinän paksuus	-		
Kaiteen korkeus	-	Puu	0,9
Kaiteen paksuus	-		
Kattorakenne	-	Puu	4,5
Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin)	500	-	-

*Parvekkeen rakenneosien omapainot on arvioitu käyttäen karkein tavoin esivalittuja rungon osia. Tapauksessa, jos materiaalina on käytetty puuta, on oletettu koko rakenneosan olevan puinen.

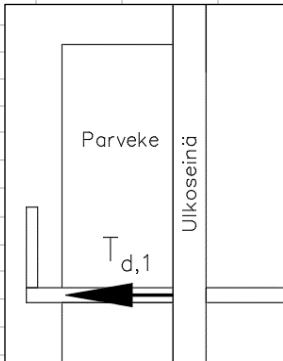
Liite 2. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 0: Alkuperäiset parvekkeet

wise GROUP				Rakennelaskelma, lähtötiedot			
				Tekijä: Armas Silin		Sivu: 1 (2)	
				Päiväys: 21.11.2017		Lähtötiedot	
Rakennuskohde:			Työ no:		Sisältö:		Sijainti:
Kirkonummi, Opinnäytetyö			Vaihtoehto 0		Parveketomin kuormat anturoille ja julkisivulle SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1		
B31 parvekekuormat anturoille							Versio 0.5
wise Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017							
Parveketornin tiedot:				Rakenteiden mitat:			
Parvekelukumäärä tomin kerroksessa	2	kpl		L =	3500	mm	Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)
Tuettujen lattiatasojen määrä	3	kpl		B _L =	1780	mm	Lattialaatan leveys
Kattorakenne	on			t _L =	160	mm	Lattialaatan paksuus
Runkojärjestelmä	Kolme pieliseinää			H =	2800	mm	Kerroskorkeus
Laatan kiinnitystapa rakennukseen	Sallittu pystysuuntainen liike			B _S =	1780	mm	Pieliseinän leveys
Kiinnikkeiden lukumäärä per 1 parv.	3	kpl		t _S =	160	mm	Pieliseinän paksuus
Huomioidaan vakauttava omapaino	Kyllä			d _p =	0	mm	Pilarin halkaisija
Parvekkeiden lattiassa on lunta	Ei			b _p =	0	mm	Pilarin etäisyys rak. seinästä
Osien materiaalit: tai painon suorasyöttö:				h _k =	850	mm	Kaiteen korkeus
Pielieinä	Betoni	G _{0,k} =	(kN)	t _k =	80	mm	Kaiteen paksuus
Lattialaatta	Betoni	G _{0,k} =	(kN)	b _u =	0	mm	Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin). Ilmoitetaan pilarin keskelle tai pieliseinän etureunaan saakka.
Kaide	Betoni	G _{0,k} =	(kN)	Tarkistus: Lattialeveys		OK	
Kattorakenne	Betoni	G _{0,k} =	(kN)				
Pilari	Betoni	G _{0,k} =	(kN)				
Betonin til.paino	25 kN/m ³						
Ominaiskuormat parvekkeille:							
Hyötykuorma, tasainen	Q _{k, hyöty}	2,5	kN/m ²				Jos lumikuorman ominaisarvo on isompi kuin hyötykuorman arvo, käytetään laskennassa lumikuorma. (RIL-201-1-2011, s.37, 6.4.6.5, Murtorajatilän kuormayhdistely: Määrittävissä kuormitustapauksissa yhdistetään sellaisten kuormien arvot, joiden voidaan katsoa esiintyvän samanaikaisesti.
Kaidekuorma, vaaka	Q _{k, kaide}	0,5	kN/m				
Tuulikuorma	Q _{k, tuuli}	0,55	kN/m ²				
Keskim. lumikuorma katon päällä	Q _{k, lumi, katto}	2	kN/m ²				
Keskim. lumikuorma lattialla	Q _{k, lumi, lattia}	2	kN/m ²	OK	Hyötykuorma laskuissa		
Sauraamuluokka	CC2						
	Kfi =	1,00	OK				
							

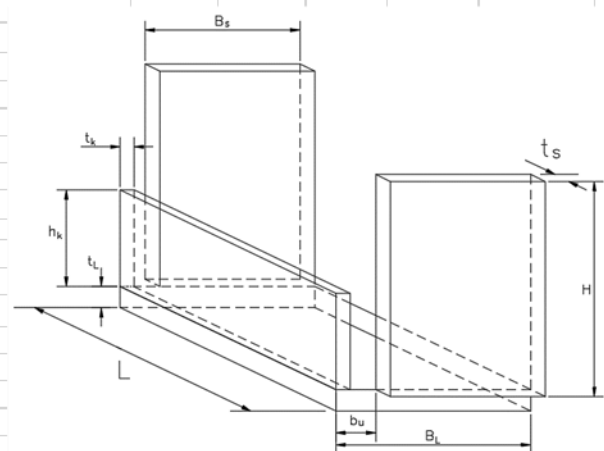
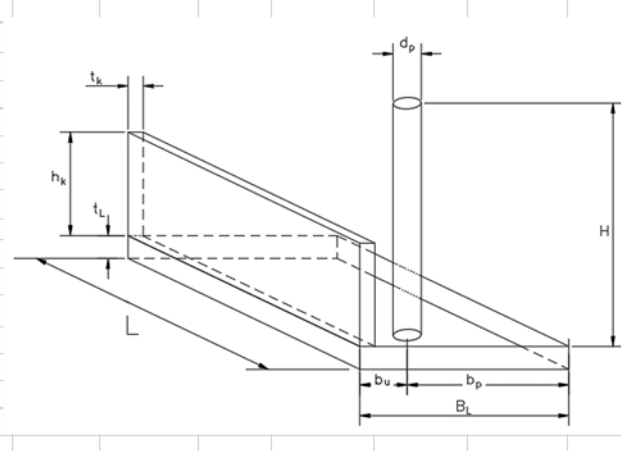
wise GROUP				Rakennelaskelma, lähtötiedot	
				Tekijä: Armas Silin	
				Sivu: 2 (2)	
				Päiväys: 21.11.2017	
				Tulokset	
Rakennuskohde:		Työ no:		Sisältö:	
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 0		Parveketornin kuormat anturoille ja julkisivulle	
				SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
				Sijainti: 0	
B31 parvekekuormat anturoille					Versio 0.5
wise Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017					
Laskeut ominaiskuormat anturoille					
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla	
$Q_{k,hyöty}$, lattia=	23,4	46,7	-	-	kN
$Q_{k,lumi}$, katto=	6,2	12,5	-	-	kN
$G_{k,op}$ =	107,6	135,5	-	-	kN
Lasketut tuulivoima ja kaidevoima ylimmän kerroksen kohdalla					
H_{k1} =	7,14	kN	(tuuli+kaidekuorma)		
Pystysuuntaisen voiman epäkeskisyyden vaikutus, ominaiskuormat					
Momenttivarsi, hyötykuorma, e (m)	$Q_{kaatuva}$	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$		
0	0	0,00	42,36	kN	
	$M_{Q,kaatuva}$	$M_{kj,sup}$	$M_{kj,inf}$		
	0,00	0,00	-37,70	kNm	
	$H_{k,2}$	$H_{k,3}$	$H_{k,4}$		
	0,00	0,00	-20,20	kN	
Laskettu ominaisvaakavoima ylimmän kerroksen kohdalla					
$H_{G,SUP}$ =	0,00	kN			
H_Q =	7,14	kN			
$H_{G,INF}$ =	-20,20	kN			
Anturan kuormitus, tulokset					
Kuormitusyhdistelmä (GEO), geotekninen mitoitus, MRT:					
Mitoitustapa DA2					
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla	
6.10b Fd=	168,2	244,6	-	-	kN
6.10a Fd=	145,3	183,0	-	-	kN
				Valittu mitoitusarvo:	
				Fd=	244,6 kN
Tuulikuorma ei huomioida anturan mitoituksessa, vaan se otetaan kokonaan runkoon kiinnittämisellä					
Sama tuuli- ja kaidekuormitus anturille ja DA2 sekä DA2* mitoitustavat antavat samat tulokset					
Runkoon kiinnityksen kuormitus, tulokset 3 kiinnityspistettä / parveke					
Kuormitusyhdistelmä, rakenteellinen mitoitus:					
Tavallinen (STR) kuormitusyhdistelmä, MRT, kokonainen kiinnityskuorma					
6.10b Td=	-7,4687	kN	Mitoitukseen otetaan suurempi arvoista		
6.10a Td=	-18,1787	kN			
			Kuorma per yksi kiinnike		
			Td,1=	-2,49	kN
"+" on pois päin rakennuksesta					
					
Joka parvekkeen kaatuminen estetään omilla kiinnikkeillä					

Liite 3. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 1: Betoniset pielseinät ja suurennetut betoniset laatat

wise GROUP				Rakennelaskelma, lähtötiedot	
				Tekijä: Amas Silin	Sivu: 1 (2)
				Päiväys: 21.11.2017	Lähtötiedot
Rakennuskohde:		Työ no:		Sisältö:	Sijainti:
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 1		Parveketomin kuomat anturoille ja julkisivulle	
				SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
B31 parvekekuomat anturoille				Versio 0.5	
wise Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017					
Parveketomin tiedot			Rakenteiden mitat		
Parvekelukumäärä tornin kerroksessa	2	kpl	L =	3500	mm
Tuettujen lattiatasojen määrä	3	kpl	B _L =	2280	mm
Kattorakenne	on		t _L =	160	mm
Runkojärjestelmä	Kolme pielseinää		H =	2800	mm
Laatan kiinnitystapa rakennukseen	Sallittu pystysuuntainen liike		B _S =	1780	mm
Kiinnikkeiden lukumäärä per 1 parv.	3	kpl	t _S =	160	mm
Huomioidaan vakauttava omapaino	Kyllä		d _p =	0	mm
Parvekkeiden lattiasa on lunta	Ei		b _p =	0	mm
Osien materiaalit tai painon suorasyöttö:			h _k =	850	mm
Pielieinä	Betoni	G _{0,k} =	t _k =	80	mm
Lattialaatta	Betoni	G _{0,k} =	b _u =	500	mm
Kaide	Betoni	G _{0,k} =	Tarkistus: Lattialeveys OK		
Kattorakenne	Betoni	G _{0,k} =			
Pilari	Betoni	G _{0,k} =			
Betonin til.paino	25 kN/m ³				
Ominaiskuormat parvekkeille:			Jos lumikuorman ominaisarvo on isompi kuin hyötykuorman arvo, käytetään laskennassa lumikuorma. (RIL-201-1-2011, s.37, 6.4.6.S, Murtorajatiilan kuormayhdistely: Määräävissä kuormitustapauksissa yhdistetään sellaisten kuormien arvot, joiden voidaan katsoa esiintyvän samanaikaisesti.		
Hyötykuorma, tasainen	Q _{k, hyöty}	2,5	kN/m ²		
Kaidekuorma, vaaka	Q _{k, kaide}	0,5	kN/m		
Tuulikuorma	Q _{k, tuuli}	0,55	kN/m ²		
Keskim. lumikuorma katon päällä	Q _{k, lumi, katto}	2	kN/m ²		
Keskim. lumikuorma lattialla	Q _{k, lumi, lattia}	2	kN/m ²	OK	Hyötykuorma laskuissa
Sauraamusluokka	CC2				
Kfi=	1,00	OK			

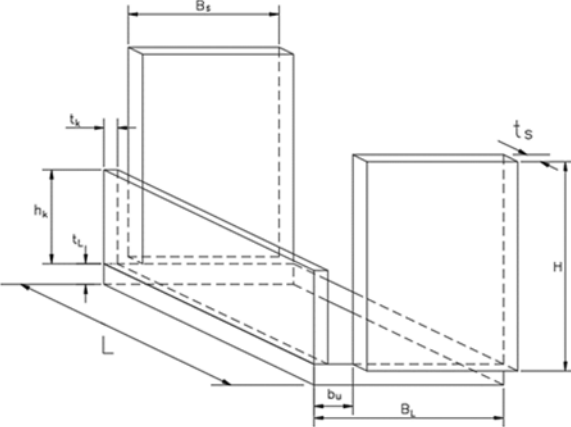
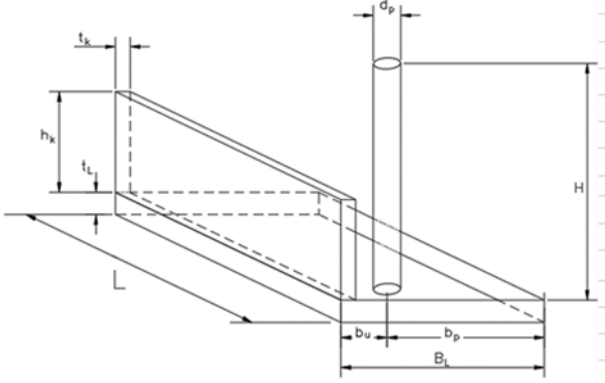
wise GROUP				Rakennelaskelma, lähtötiedot	
				Tekijä: Armas Silin	
				Sivu: 2 (2)	
				Päiväys: 21.11.2017	
				Tulokset	
Rakennuskohde:		Työ no:		Sisältö:	
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 1		Parveketomin kuormat anturoille ja julkisivulle	
				SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
				Sijainti: 0	
B31 parvekekuormat anturoille					Versio 0.5
wise Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017					
Laskeut ominaiskuormat anturoille					
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla	
Q _{k,hyöty} , lattia=	29,9	59,9	-	-	kN
Q _{k,lumi} , katto=	8,0	16,0	-	-	kN
G _{k,op} =	114,6	149,5	-	-	kN
Lasketut tuulivoima ja kaidevoima ylimmän kerroksen kohdalla					
H _{k1} =	7,14 kN	(tuuli+kaidekuorma)			
Pystysuuntaisen voiman epäkeskisyyden vaikutus, ominaiskuormat					
Momenttivarsi, hyötykuorma, e (m)	Q_{kaatuva}	G_{kj,sup}	G_{kj,inf}		
0,25	4,375	7,00	42,36	kN	Vakauttava OP ja kaatuvat voimat lasketaan vain yhdelle parvekkeelle
	M_{Q,kaatuva}	M_{kj,sup}	M_{kj,inf}		Kaatuvat voimat lasketaan käyttäen ulokkeen mitta b _u
	1,09	1,75	-37,70	kNm	Kaatuva ja vakauttava voima lasketaan maatasosta seuraavaalle kerrokselle
	H_{k2}	H_{k3}	H_{k4}		Momenttivarsi voiman laskennassa on kerroskorkeus x 1,5
	0,59	0,94	-20,20	kN	
Laskettu ominaisvaakavoima ylimmän kerroksen kohdalla					
H _{G,SUP} =	0,94 kN				
H _Q =	7,73 kN				
H _{G,INF} =	-20,20 kN				
Anturan kuormitus, tulokset					
Kuormitusyhdistelmä (GEO), geotekninen mitoitus, MRT:					
Mitoitustapa DA2					
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla	
6.10b Fd=	188,7	285,7	-	-	kN
6.10a Fd=	154,8	201,9	-	-	kN
				Valittu mitoitusarvo:	
				Fd=	285,7 kN
Tulokuorma ei huomioida anturan mitoituksessa, vaan se otetaan kokonaan runkoon kiinnittämisellä					
Tulokset ei ole tarkkoja, koska mitoitus on anturan ja DA2 sekä DA2* mitoitustavat antavat samat tulokset					
Runkoon kiinnityksen kuormitus, tulokset 3 kiinnityspistettä / parveke					
Kuormitusyhdistelmä, rakenteellinen mitoitus:					
Tavallinen (STR) kuormitusyhdistelmä, MRT, kokonainen kiinnityskuorma					
6.10b Td=	-5,51166 kN	Mitoitukseen otetaan suurempi arvoista			
6.10a Td=	-16,9131 kN				
Kuorma per yksi kiinnike					
				T _{d,1} =	-1,84 kN
" +" on pois päin rakennuksesta					
					
Joka parvekkeen kaatuminen estetään omilla kiinnikkeillä					

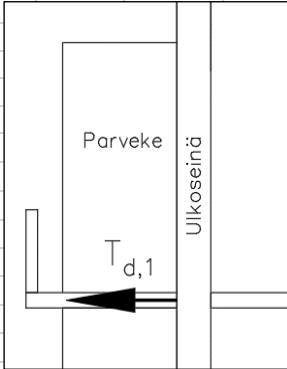
Liite 4. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 2: Teräspilarit (Koteloidut) ja suurennettu betoninen betonilaatta

wise GROUP				Rakennelaskelma, lähtötiedot	
				Tekijä: Amas Siilin	Sivu: 1 (2)
				Päiväys: 21.11.2017	Lähtötiedot
Rakennuskohde:		Työ no:		Sisältö:	Sijainti:
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 2		Parveketomin kuormat anturoille ja julkisivulle	
				SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
B31 parvekekuormat anturoille					Versio 0.5
wise GROUP Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017					
Parveketornin tiedot			Rakenteiden mitat:		
Parvekelukumäärä tornin kerroksessa	2	kpl	L =	3500	mm
Tuettujen lattiatasojen määrä	3	kpl	B _L =	2280	mm
Kattorakenne	on		t _L =	160	mm
Runkojärjestelmä	Kolme pieliseinää		H =	2800	mm
Laatan kiinnitystapa rakennukseen	Sallittu pystysuuntainen liike		B _S =	1780	mm
Kinnikkeiden lukumäärä per parv.	3	kpl	t _S =	160	mm
Huomioidaan vakauttava omapaino	Kyllä		d _p =	0	mm
Parvekkeiden lattiassa on lunta	Ei		b _p =	0	mm
Osien materiaalit			h _x =	850	mm
tai painon suorasyöttö:			t _k =	80	mm
Pielieinä	muu, painon syöttö	G _{0,k} =	6	(kN)	
Lattialaatta	Betoni	G _{0,k} =		(kN)	
Kaide	muu, painon syöttö	G _{0,k} =	2	(kN)	
Kattorakenne	Betoni	G _{0,k} =		(kN)	
Pilari	Betoni	G _{0,k} =		(kN)	
Betonin til.paino	25 kN/m ³				
Ominaiskuormat parvekkeille:			b _v =	500	mm
Hyötykuorma, tasainen	Q _{k, hyöty}	2,5	kN/m ²		
Kaidekuorma, vaaka	Q _{k, kaide}	0,5	kN/m		
Tuulikuorma	Q _{k, tuuli}	0,55	kN/m ²		
Keskim. lumikuorma katon päällä	Q _{k, lumi, katto}	2	kN/m ²		
Keskim. lumikuorma lattialla	Q _{k, lumi, lattia}	2	kN/m ²	OK	
Sauraamusluokka	CC2				
	Kfj =	1,00	OK		
			Tarkistus: Lattialeveys	OK	
			Jos lumi kuorman ominaisarvo on isompi kuin hyötykuorman arvo, käytetään laskennassa lumikuorma. (RIL-201-1-2011, s.37, 6.4.6.S, Murtorajatilän kuormayhdistely: Määraävissä kuormitustapauksissa yhdistetään sellaisten kuormien arvot, joiden voidaan katsoa esiintyvän samanaikaisesti.		
					

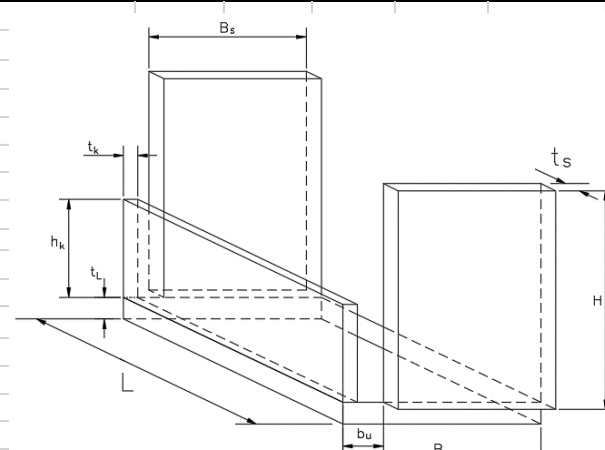
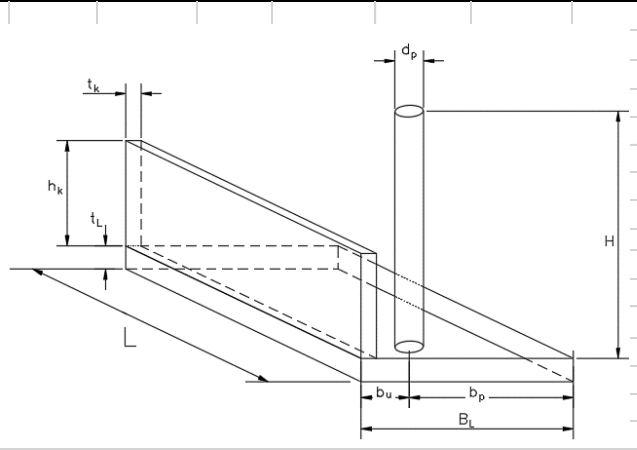
wise GROUP		Rakennelaskelma, lähtötiedot	
Rakennuskohde:		Työ no:	Sisältö:
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 2	Parveketomin kuormat anturoille ja julkisivulle SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1
B31 parvekekuormat anturoille			Sijainti: 0
Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017			Versio 0.5
Laskeut ominaiskuormat anturoille			
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä
	Pilari reunaalla		
Q _{k,hyöty} , lattia=	29,9	59,9	-
Q _{k,lumi} , katto=	8,0	16,0	-
G _{k,op} =	58,9	93,8	-
Lasketut tuulivoima ja kaidevoima ylimmän kerroksen kohdalla			
H _{k,1} =	7,14 kN	(tuuli+kaidekuorma)	
Pystysuuntaisen voiman epäkeskisyyden vaikutus, ominaiskuormat			
Momenttivarsi, hyötykuorma, e (m)	Q _{kaatuva}	G _{kj,sup}	G _{kj,inf}
0,25	4,375	7,00	21,46 kN
	M _{Q,kaatuva}	M _{kj,sup}	M _{kj,inf}
	1,09	1,75	-19,10 kNm
	H _{k,2}	H _{k,3}	H _{k,4}
	0,59	0,94	-10,23 kN
Laskettu ominaisvaakavoima ylimmän kerroksen kohdalla			
H _{G,SUP} =	0,94 kN		
H _Q =	7,73 kN		
H _{G,INF} =	-10,23 kN		
Anturan kuormitus, tulokset			
Kuormitusyhdistelmä (GEO), geotekninen mitoitus, MRT:			
Mitoitustapa DA2			
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä
	Pilari reunaalla		
6.10b Fd=	124,6	221,6	-
6.10a Fd=	79,5	126,7	-
			Valittu mitoitusarvo: Fd= 221,6 kN
Runkoon kiinnityksen kuormitus, tulokset 3 kiinnityspistettä / parveke			
Kuormitusyhdistelmä, rakenteellinen mitoitus:			
Tavallinen (STR) kuormitusyhdistelmä, MRT, kokonainen kiinnityskuorma			
6.10b Td=	3,458392 kN	Mitoitukseen otetaan suurempi arvoista	
6.10a Td=	-7,94301 kN		
			Kuorma per yksi kiinnike T _{d,1} = 1,15 kN
			"+" on pois päin rakennuksesta
			Joka parvekkeen kaatuminen estetään omilla kiinnikkeillä

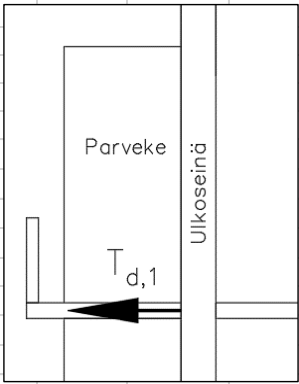
Liite 5. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 3: Teräspilarit (Koteloidut) ja liittorakenteinen suurennettu laatta

wise GROUP		Rakennelaskelma, lähtötiedot	
		Tekijä: Armas Silin	Sivu: 1 (2)
		Päiväys: 21.11.2017	Lähtötiedot
Rakennuskohde:	Työ no:	Sisältö:	Sijainti:
Kirkonummi, Opinnäytetyö	Vaihtoehto 3	Parveketorin kuormat anturoille ja julkisivulle SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
B31 parvekekuormat anturoille			Versio 0.5
wise Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017			
Parveketorin tiedot:		Rakenteiden mitat:	
Parvekelukumäärä tornin kerroksessa	2 kpl	L = 3500 mm	Lattialaatan pituus (julkisivu-suunta)
Tuettujen lattiatasojen määrä	3 kpl	B _L = 2280 mm	Lattialaatan leveys
Kattorakenne	on	t _L = 160 mm	Lattialaatan paksuus
Runkojärjestelmä	Kolme pieliseinä	H = 2800 mm	Kerroskorkeus
Laatan kiinnitystapa rakennukseen	Sallittu pystysuuntainen liike	B _S = 1780 mm	Pieliseinän leveys
Kiinnikkeiden lukumäärä per 1 parv.	3 kpl	t _S = 160 mm	Pieliseinän paksuus
Huomioidaan vakauttava omapaino	Kyllä	d _p = 0 mm	Pilarin halkaisija Ei ole pilaria
Parvekkeiden lattiasa on lunta	Ei	b _p = 0 mm	Pilarin etäisyys rak. seinästä Ei ole pilaria
Osien materiaalit:		h _k = 850 mm	Kaitteen korkeus
tai painon suorasyöttö:		t _k = 80 mm	Kaitteen paksuus
Pielieinä	muu, painon syöttö G _{0,k} = 6 (kN)	b _u = 500 mm	Lattialaatan ulkonema tuennan etureunasta (suurin). Ilmoitetaan pilarin keskelle tai pieliseinän etureunaan saakka.
Lattialaatta	muu, painon syöttö G _{0,k} = 13 (kN)	Tarkistus: Lattialeveys OK	
Kaide	muu, painon syöttö G _{0,k} = 2 (kN)		
Kattorakenne	muu, painon syöttö G _{0,k} = 1 (kN)		
Pilari	Betoni G _{0,k} = (kN)		
Betonin til.paino	25 kN/m ³		
Ominaiskuormat parvekkeille:			Jos lumikuorman ominaisarvo on isompi kuin hyötykuorman arvo, käytetään laskennassa lumikuorma. (RIL-201-1-2011, s.37, 6.4.6.S, Murtorajatilän kuormayhdistely: Määräavissä kuormitustapauksissa yhdistetään sellaisten kuormien arvot, joiden voidaan katsoa esiintyvän samanaikaisesti.
Hyötykuorma, tasainen	Q _{k, hyöty} = 2,5 kN/m ²	Hyötykuorma laskuissa	
Kaidekuorma, vaaka	Q _{k, kaide} = 0,5 kN/m		
Tuulikuorma	Q _{k, tuuli} = 0,55 kN/m ²		
Keskim. lumikuorma katon päällä	Q _{k, lumi, katto} = 2 kN/m ²		
Keskim. lumikuorma lattialla	Q _{k, lumi, lattia} = 2 kN/m ²		
Sauraamusluokka	CC2		
Kfi=	1,00 OK		
			

wise GROUP						Rakennelaskelma, lähtötiedot	
						Tekijä: Armas Silin	
						Päiväys: 21.11.2017	
						Sivu: 2 (2)	
Rakennuskohde:		Työ no:				Sisältö:	
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 3				Parveketomin kuormat anturoille ja julkisivulle SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
						Sijainti: 0	
B31 parvekekuormat anturoille						Versio 0.5	
wise Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017							
Laskeut ominaiskuormat anturoille							
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla			
Q _{k,hyöty} , lattia=	29,9	59,9	-	-	kN		
Q _{k,lumi} , katto=	8,0	16,0	-	-	kN		
G _{k,op} =	47,0	70,0	-	-	kN		
Lasketut tuulivoima ja kaidevoima ylimmän kerroksen kohdalla							
H _{k1} =	7,14	kN	(tuuli+kaidekuorma)				
Pystysuuntaisen voiman epäkeskisyyden vaikutus, ominaiskuormat							
Momenttivarsi, hyötykuorma, e (m)	Q _{k,kaatuva}	G _{kj,sup}	G _{kj,inf}			Vakauttava OP ja kaatuvat voimat lasketaan vain yhdelle parvekkeelle	
0,25	4,375	2,85	19,15	kN		Kaatuvat voimat lasketaan käyttäen ulokkeen mitta b _u	
	M _{Q,kaatuva}	M _{kj,sup}	M _{kj,inf}			Kaatuva ja vakauttava voima lasketaan maatasosta seuraavaalle kerrokselle	
	1,09	0,71	-17,04	kNm		Momenttivarsi voiman laskennassa on kerroskorkeus x 1,5	
	H _{k2}	H _{k3}	H _{k4}				
	0,59	0,38	-9,13	kN			
Laskettu ominaisvaakavoima ylimmän kerroksen kohdalla							
H _{G,SUP} =	0,38	kN					
H _Q =	7,73	kN					
H _{G,INF} =	-9,13	kN					
Anturan kuormitus, tulokset							
Kuormitusyhdistelmä (GEO), geotekninen mitoitus,MRT:							
Mitoitustapa DA2							
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla			Tuulikuorma ei huomioida anturan mitoituksessa, vaan se otetaan kokonaan runkoon kiinnittämisellä
6.10b Fd=	110,9	194,2	-	-	kN	Valittu mitoitusarvo:	
6.10a Fd=	63,5	94,5	-	-	kN	Fd= 194,2 kN	
Runkoon kiinnityksen kuormitus, tulokset 3 kiinnityspistettä / parveke							
Kuormitusyhdistelmä, rakenteellinen mitoitus:							
Tavallinen (STR) kuormitusyhdistelmä, MRT, kokonainen kiinnityskuorma							
6.10b Td=	3,810967	kN	Mitoitukseen otetaan suurempi arvoista				
6.10a Td=	-7,70158	kN					
Kuorma per yksi kiinnike							
Td,1= 1,27 kN							
"±"on pois päin rakennuksesta							
							
Lasketaan vain jos pystysuuntainen riike kiinnityksessä on sallittu (ks kohta kiinnitystapa, rivi 14)							
Valitse 1. sivulla, käytetäänkö laskuissa vakauttavaa OP, vai ei.							
Joka parvekkeen kaatuminen estetään omilla kiinnikkeillä							

Liite 6. Laskelmatulokset. Vaihtoehto 4: Betoniset pieliseinät ja suurennettu puulaatta

wise GROUP				Rakennelaskelma, lähtötiedot	
Rakennuskohde:		Työ no:		Tekijä: Armas Silin	
Kirkonummi, Opinnäytetyö		Vaihtoehto 4		Päiväys: 21.11.2017	
B31 parvekekuormat anturoille				Sisältö:	
wise GROUP Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017				Sijainti:	
Parveketornin tiedot:				Parveketornin kuormat anturoille ja julkisivulle SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1	
Rakenteiden mitat:				Versio 0.5	
Parvekelukumäärä tornin kerroksessa	2	kpl	L =	3500	mm
Tuettujen lattiatasojen määrä	3	kpl	B _L =	2280	mm
Kattorakenne	on		t _L =	160	mm
Runkojärjestelmä	Kolme pieliseinää		H =	2800	mm
Laatan kiinnitystapa rakennukseen	Sallittu pystysuuntainen liike		B _S =	1780	mm
Kiinnikkeiden lukumäärä per 1 parv.	3	kpl	t _S =	160	mm
Huomioidaan vakauttava omapaino	Kyllä		d _p =	0	mm
Parvekkeiden lattiassa on lunta	Ei		b _p =	0	mm
Osiensa materiaalit:		tai painon suorasyöttö:		h _k =	850
Pieliseinä	Betoni	G _{0,k} =		t _k =	80
Lattialaatta	muu, painon syöttö	G _{0,k} =	6	(kN)	mm
Kaide	muu, painon syöttö	G _{0,k} =	0,9	(kN)	b _u =
Kattorakenne	muu, painon syöttö	G _{0,k} =	4,5	(kN)	500
Pilari	Betoni	G _{0,k} =		(kN)	Tarkistus: Lattialeveys
Betonin til.paino	25 kN/m ³				OK
Ominaiskuormat parvekkeille:				Jos lumikuorman ominaisarvo on isompi kuin hyötykuorman arvo, käytetään laskennassa lumikuorma. (RIL-201-1-2011, s.37, 6.4.6.S, Murtorajatilän kuormayhdistely: Määrittävissä kuormitustapauksissa yhdistetään sellaisten kuormien arvot, joiden voidaan katsoa esiintyvän samanaikaisesti.	
Hyötykuorma, tasainen	Q _{k, hyöty}	2,5	kN/m ²		
Kaidekuorma, vaaka	Q _{k, kaide}	0,5	kN/m		
Tuulikuorma	Q _{k, tuuli}	0,55	kN/m ²		
Keskim. lumikuorma katon päällä	Q _{k, lumi, katto}	2	kN/m ²		
Keskim. lumikuorma lattialla	Q _{k, lumi, lattia}	2	kN/m ²	OK	Hyötykuorma laskuissa
Sauraamusluokka	CC2				
Kfi=	1,00	OK			
					

wise GROUP					Rakennelaskelma, lähtötiedot				
Rakennuskohte:					Työ no:				
					Kirkonummi, Opinnäytetyö				
Tekijä: Armas Siilin					Sivu: 2 (2)				
Päiväys: 21.11.2017					Tulokset				
Sisältö:					Sijainti:				
Parveketomin kuormat anturoille ja julkisivulle					0				
SFS-EN 1990-1-1, SFS-EN 1997-1									
B31 parvekekuormat anturoille					Versio 0.5				
wise GROUP Toteutettu opinnäytetyönä vuonna 2017									
Laskeut ominaiskuormat anturoille									
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla					
Q _{k,hyöty} , lattia=	29,9	59,9	-	-	kN				
Q _{k,lumi} , katto=	8,0	16,0	-	-	kN				
G _{k,op} =	92,3	104,9	-	-	kN				
Lasketut tuulivoima ja kaidevoima ylimmän kerroksen kohdalla									
H _{k1} =	7,14 kN	(tuuli+kaidekuorma)							
Pystysuuntaisen voiman epäkeskisyyden vaikutus, ominaiskuormat									
Momenttivarsi, hyötykuorma, e (m)	Q _{kaatuva}	G _{kj, sup}	G _{kj, inf}			Vakauttava OP ja kaatuvat voimat lasketaan vain yhdelle parvekkeelle			
0,25	4,375	1,32	34,59	kN		Kaatuvat voimat lasketaan käyttäen ulokkeen mitta b _u			
	M _{Q, kaatuva}	M _{kj, sup}	M _{kj, inf}			Kaatuva ja vakauttava voima lasketaan maatasosta seuraavaalle kerrokselle			
	1,09	0,33	-30,78	kNm		Momenttivarsi voiman laskennassa on kerroskorkeus x 1,5			
	H _{k2}	H _{k3}	H _{k4}						
	0,59	0,18	-16,49	kN					
Laskettu ominaisvaakavoima ylimmän kerroksen kohdalla									
H _{G,SUP} =	0,18 kN								
H _Q =	7,73 kN								
H _{G,INF} =	-16,49 kN								
Anturan kuormitus, tulokset									
Kuormitusyhdistelmä (GEO), geotekninen mitoitus, MRT:									
Mitoitustapa DA2									
	Pieliseinä reunaalla	Pieliseinä keskellä	Pilari keskellä	Pilari reunaalla		Tuulikuorma ei huomioida anturan mitoituksessa, vaan se otetaan kokonaan runkoon kiinnittämisellä			
6.10b Fd=	163,1	234,4	-	-	kN	Valittu mitoitusarvo:			
6.10a Fd=	124,7	141,7	-	-	kN	Fd= 234,4 kN			
Runkoon kiinnityksen kuormitus, tulokset 3 kiinnityspistettä / parveke									
Kuormitusyhdistelmä, rakenteellinen mitoitus:									
Tavallinen (STR) kuormitusyhdistelmä, MRT, kokonainen kiinnityskuorma									
6.10b Td=	-3,05049 kN	Mitoitukseen otetaan suurempi arvoista							
6.10a Td=	-14,6041 kN								
					Kuorma per yksi kiinnike				
					Td,1= -1,02 kN				
"+" on pois päin rakennuksesta									
									
Joka parvekkeen kaatuminen estetään omilla kiinnikkeillä									

Liite 7. Laskelmatulokset. Vertailutaulukot

Vaihtoehto, Nro	Kuvaus	Anturan kuormitus, MRT, kN	Vaakavoima per kiinnike*, kN (Vakautta- va omapaino on otettu hu- mioon)	Vaakavoima per kiinnike*, kN (Vakautta- va omapaino ei huomioida)
0	Alkuperäiset betoniset pieliseinät ja betoninen laatta	244,6	-2,5	+3,6
1	Betoniset pieliseinät ja suurennettut betoniset laatat	285,7	-1,9	+4,2
2	Teräspilarit (Koteloidut) ja suurennettu betoninen betonilaatta	221,6	+1,2	+4,2
3	Teräspilarit (Koteloidut) ja liittorakentein suurennettu laatta	194,2	+1,3	+4,0
4	Betoniset pieliseinät ja suurennettu puulaatta	234,4	-1,0	+3,9

*Vaakavoiman ”+”-merkkinen arvo tarkoittaa, että voiman vaikutussuunta on poispäin rakennuksesta. Kiinnikemäärä laskennassa on 3 kpl.