

Tomas Goltz

Teräsulokeparvekkeiden suunnittelu- ja asennusohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

28.3.2016

Tekijä(t) Otsikko	Tomas Goltz Teräsulokeparvekkeen suunnittelu- ja asennusohje
Sivumäärä Aika	40 sivua 28.3.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennetekniikka
Ohjaaja(t)	Senior Advisor Päivi Ihalmo, Optiplan Oy Suunnittelija Ville Sikanen, Optiplan Oy Lehtori Aarne Seppänen, Metropolia AMK
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Optiplan Oy:lle sekä NCC:lle. Insinöörityön tavoitteena oli tehdä NCC:n kehittämälle teräsulokeparvekkeen kannatinosalle selkeä ja käytännönläheinen suunnittelu- ja asennusohje.</p> <p>Työn tuloksena syntyi kaksi erillistä suunnittelu- ja asennusohjetta Optiplan Oy:n ja NCC:n käyttöön.</p> <p>Koska NCC-parvekeosan suunnittelu- ja asennusohje on salattu liikesalaisuuden säilyttämiseksi, käsittelee tämä työ teräsulokeparvekkeiden suunnittelua yleisellä tasolla.</p> <p>Insinöörityön tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuutta, internetlähteitä sekä haastatteleamalla asiantuntijoita.</p> <p>Teräsulokeparvekkeiden etu betonisiin parvekkeisiin verrattuna ovat niiden keveys, nopea asentaminen ja vapaampi sijoittelu julkisivussa. Tästä syystä teräsulokeparvekkeiden valinta rakennuksen parvekejärjestelmäksi on hyvä ja edullinen vaihtoehto. Teräsulokeparveke ei eroa suunnittelun osalta paljoakaan muiden ulokkeellisten rakenteiden suunnittelusta.</p>	
Avainsanat	Teräsulokeparveke, suunnitteluohje, asennusohje

Author(s) Title Number of Pages Date	Tomas Goltz Planning and Installation Instructions for Steel Cantilever Balcony 40 pages 28 March 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructor(s)	Päivi Ihalmo, Senior Advisor, Optiplan Oy Ville Sikanen, Structural Planner, Optiplan Oy Aarne Seppänen, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences
<p>This study was done for Optiplan Ltd and for NCC. The goal of this thesis was to compile clear and practical planning and installation instructions for NCC steel cantilever balcony.</p> <p>As a result, two different sets of planning and installation instructions were produced for Optiplan Ltd and NCC.</p> <p>Because planning and installation instructions for NCC steel cantilever balcony are confidential to protect trade secrets, this thesis considers planning and installation instructions of a steel cantilever balcony in general.</p> <p>The research methods in this thesis were literature review, internet review and specialist interviews.</p> <p>The advantages of steel cantilever balcony over a concrete balcony are its lightness and fast installation. In addition, they can be installed more freely on the building's facade. For this reason, steel cantilever balcony is a good alternative for a building's balcony system. Planning a steel cantilever balcony is not that different from planning other cantilever structures.</p>	
Keywords	Steel cantilever balcony, planning instructions, installation instructions

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ulokeparveke	2
2.1	Toimintatapa	3
3	Suunnittelun lähtökohdat	4
3.1	Suunnittelun kulku	4
3.2	Ympäristöolosuhteet	6
3.3	Teräksen ominaisuuksia	6
3.4	Kuormat	8
3.5	Parvekkeen koko	10
4	Rasituksien tarkastelut	12
4.1	Kiinnitysosan rasitukset	12
4.2	Pultit ja aluslevy	14
4.3	Erisuuntaisten voimien yhteisvaikutus	15
4.4	Laatastoon kohdistuva kuormitus	17
4.5	Seinille kohdistuvat rasitukset	19
4.6	Parvekkeen taipuma	21
4.7	Betonipeite	23
5	Muut tarkastelut	25
5.1	Palonkesto ja -suojaus	25
5.2	Jatkuvan sortuman estäminen	26
5.3	Kylmäsillat	27
5.4	Värähtely	29
5.5	Vedenpoisto	30
6	Asennus	32
6.1	Työturvallisuus	32
6.2	Kiinnikeosan asennus	33
6.3	Nostot	33
6.4	Laadun varmistus	35

7 Yhteenveto

37

Lähteet

38

1 Johdanto

NCC on kehittänyt parvekeosan, joka on tarkoitettu kannattelemaan teräsrakenteista ulokeparveketta kantavasta laatastosta. Tämän insinööriyön tarkoituksena on laatia mahdollisimman selkeä ja käytännönläheinen malliohje, joka ohjaa NCC-parvekeosan käyttöä suunnittelu- ja asennustyössä.

Insinööriyön tavoitteena on saada mahdollisimman yksiselitteinen ja käytännön suunnittelutyötä ohjaava suunnitteluohje sekä laatia asennustapaohje, jossa on määritetty ne asiat, jotka työmaalla on otettava huomioon parveketta asennettaessa.

Suunnittelu- ja asennusohjeen laatimisen lähdemateriaalina käytettiin parvekeosalle jo laadittuja käyttöohjeita, laskelmia ja kokemuksia liittyen parvekeosan suunnitteluun ja asentamiseen. Parvekeosaa on jo käytetty muutamassa NCC:n kohteessa.

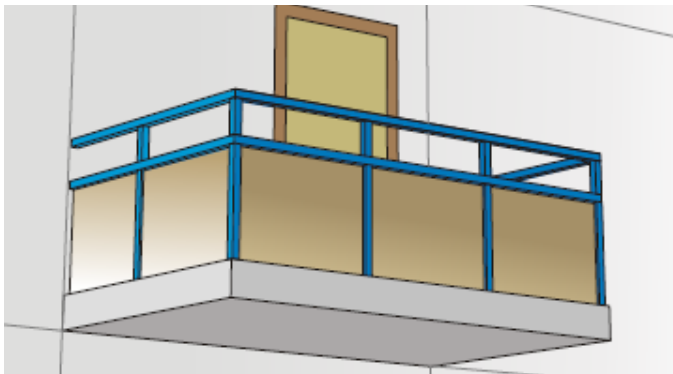
Työn tilaajana on Optiplan Oy joka tarjoaa asunto-, toimitila ja korjausrakentamisen kokonaissuunnittelupalveluita. Rakenne-, elementti-, LVI-, automaatio- ja arkkitehtisuunnittelun lisäksi Optiplan tarjoaa ympäristö- ja energiapalveluja. Yritys työllistää tällä hetkellä yli 220 henkilöä. Optiplan Oy on NCC:n omistama suunnittelutoimisto. NCC (Nordic Construction Company) on rakennus- ja kiinteistökehitysalan johtavimpia ja suurimpia yrityksiä pohjoismaissa. NCC on Suomessa ainoa rakennusliike, jolla on monialainen suunnittelutoimisto omistuksessaan

Tämän insinööriyön tuloksena on NCC-parvekeosan suunnittelu- ja asennusohje. Koska tämän insinööriyön tulokset ovat salattuja, tässä raportissa käsitellään teräsulokeparvekkeiden suunnittelua ja asennusta yleisellä tasolla. Tämä raportti on tehty tukemaan itse insinööriyön sisältöä.

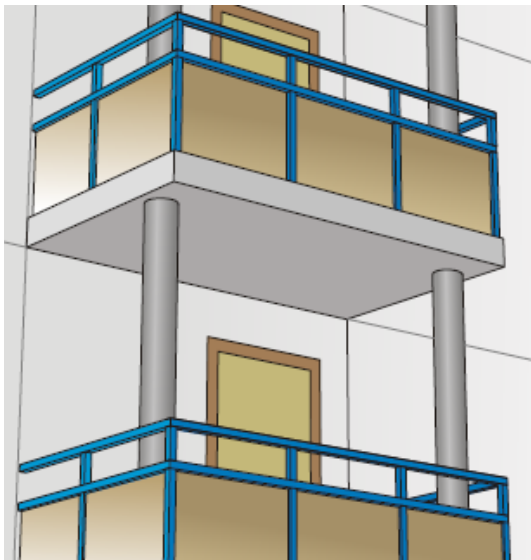
Tämän raportin sisältö on rajattu koskemaan teräsulokeparvekkeiden suunnittelua, toimintaperiaatteita ja asennusteknisiä asioita.

2 Ulokeparveke

Nimensä mukaisesti ulokeparveke (kuva 1) on parveke, joka on rakennuksesta ulkoneva rakenne, jonka kannatus tapahtuu ulokeparvekkeille vakioituilla kannatusratkaisuilla tai teräsprofiileilla. Teräsulokeparvekejärjestelmien etu muihin parvekejärjestelmiin verrattuna on niiden vapaampi sijoittelu julkisivuilla sekä niiden keveys. Teräsulokeparvekkeet eivät myöskään tarvitse muita rakenteita kannattelemaan parvekkeelta tulevia kuormia kun taas itsekantavissa parvekejärjestelmissä (kuva 2) kannatus tapahtuu sekä ulkoseinän että pilarin kautta. [1.]



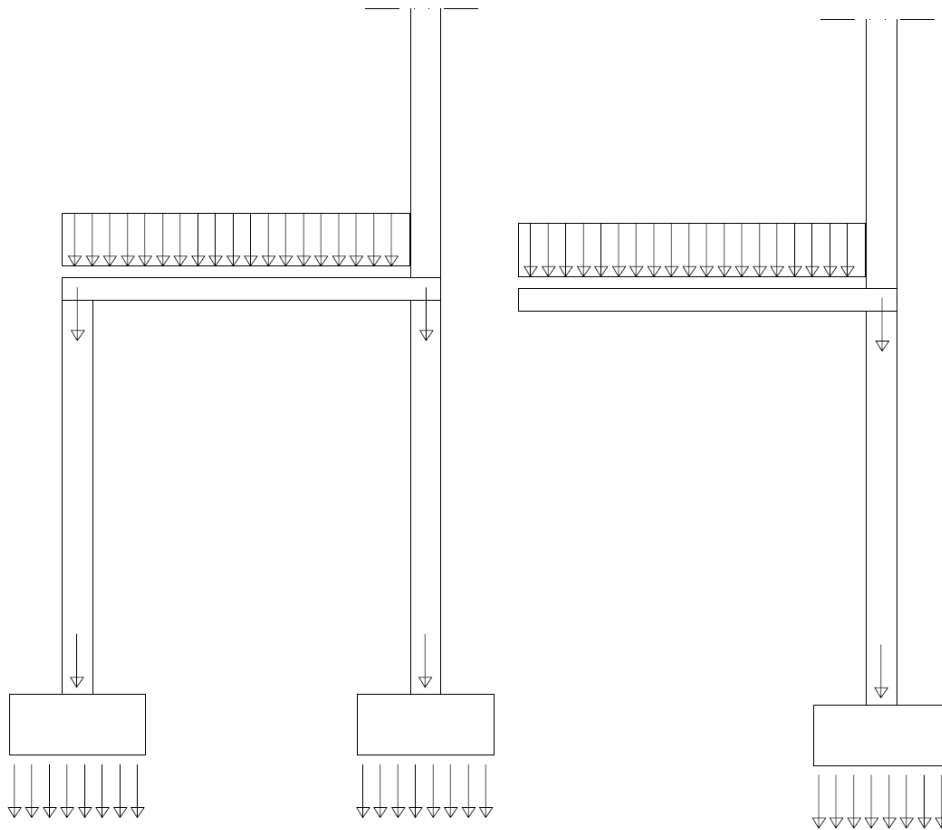
Kuva 1. Ulokeparveke [1.]



Kuva 2. Itsekantava parveke [1.]

2.1 Toimintatapa

Ulokeparvekkeet on suunniteltu siten, että parvekkeelta tulevat leikkausvoima- ja momenttirasitukset siirretään rakennuksen kantavalle rungolle, josta ne kulkeutuvat rakennuksen perustuksille.



Kuva 3. Itsekantavan parvekkeen ja ulokeparvekkeen kuormien jakaantuminen [2.]

Yleisemmissä pilari-laatta- tai pieliseinä-laatta-järjestelmissä parvekkeelta tulevat kuormat jakaantuvat ulkoseinille ja pilarin/pieliseinien kautta suoraan perustuksille. Ulokeparvekkeiden kannatus tapahtuu aina kantavasta välipohjalaatasta. Kuvassa 3 nähdään ulokeparvekkeen ja itsekantavan parvekkeen kuormien jakaantuminen. [1.]

Teräsulokeparvekkeiden kannatinosat asennetaan kantavaan laatastoon siten, että ulkoseinään jää näkyville ne kohdat, joihin parveke-elementti asennetaan. Parveke-elementin asennus voidaan suorittaa jälkiasennustyönä, mikä tarkoittaa tässä tapauksessa sitä, että muut rakenteet ja pinnoitustyöt voidaan tehdä täysin valmiiksi ennen elementin asennusta. [3.]

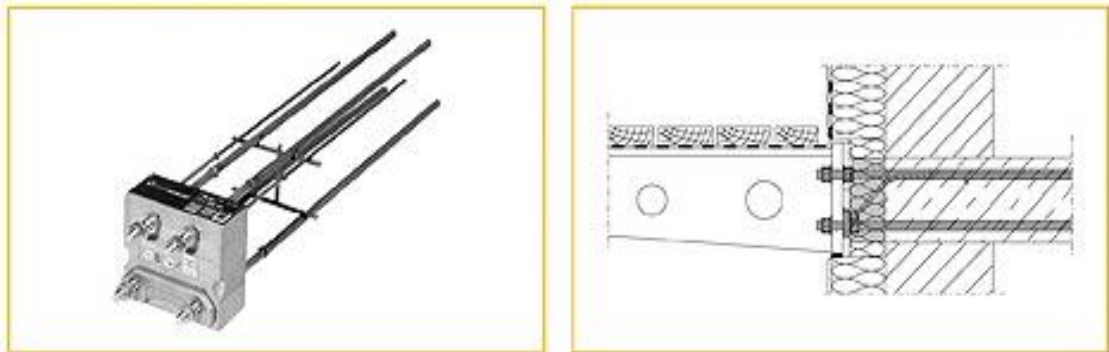
3 Suunnittelun lähtökohdat

SFS-EN 1990 mukaan, jotta rakenteet kestävät luotettavasti koko niille suunnitellun käyttöikänsä ajan, tulee ne suunnitella ja toteuttaa siten, että ne kestävät kaikki niihin kohdistuvat rasitukset. Rakenteet tulee myös suunnitella siten, että ne kestävät riittävän vaaditun ajan tulipalotilanteessa, eikä rakenteille saa aiheutua vaurioita onnettomuustilanteessa kohtuuttoman paljon. [4.]

3.1 Suunnittelun kulku

Suunnittelu aloitetaan valitsemalla teräsulokeparvekkeen kiinnitysjärjestelmä ja keräämällä lähtötietoja parvekkeeseen kohdistuvista kuormitus- ja ympäristörasituksista. Parveketta kannattelevien rakenteiden mitoittamiseen vaikuttavat esimerkiksi se, että tuleeko ulokeparveke asuin- vai toimistorakennukseen, lasitetaanko parvekkeet, kohdistuuko parvekkeeseen sen oman painon lisäksi tuuli- tai lumikuormaa ja miten lämpötilan vaihtelu ja kosteus vaikuttavat. [3.]

Kun kuormitukset on selvitetty, lasketaan kiinnitysosaan parvekkeelta tulevat rasitukset. Teräsulokeparvekkeen kiinnitysosan tehtävänä on siirtää kyseiset rasitukset kantaville rakenteille.



Kuva 4. Kiinnitysosa (Schöck Isokorb) [5.]

Teräsulokeparvekkeiden kiinnitysosat ovat valmistajasta riippumatta samankaltaisia. Kuvassa 4 on esitetty Schöck Isokorb -kiinnitysosa.

Rasitusten siirtyessä kantavalle laatastolle tarkistetaan, että laatasto kestää siihen kohdistuvat vääntö- ja leikkausrasitukset. Seinille tarkastellaan pystysuuntaisista voi-

mista aiheutuvat rasitukset. Yleensä parvekkeiden ollessa pystysuuntaisesti samassa linjassa, parvekkeilta tulevat rasitukset osuvat alapuolisen parvekkeen seinän ovi- tai ikkuna-aukkojen kohdalle. Tämä tulee huomioida seinärakenteiden mitoituksessa. [3.]

Parvekkeen taipuma on yleensä käyttäjämukavuuteen vaikuttava mitoitus, mutta jos parveke lasitetaan, parvekkeen liiallisesta taipumasta saattaa tulla määräävä mitoittava tekijä vaadittavien asennustoleranssien vuoksi. Käyttäjämukavuuteen vaikuttaa myös parvekkeen värähtely, jonka taajuudelle asetetaan tiettyjä vaatimuksia eurokoodeissa. [4.]

Parvekerakenteille, kuten myös muille rakenteille, asetetaan paloteknillisiä vaatimuksia joiden mitoitus suoritetaan eurokoodien mukaisesti. Vaatimuksia ovat muun muassa vaatimusluokan R30 täytyminen ja palon leviämisen estäminen. Paloluokista ja määräyksistä kerrotaan Suomen rakentamismääräyskokoelman E1 osassa. [6.]

Koska ulokeparveke sidotaan kantaviin rakenteisiin, parvekettä kannatteleva kiinnitysosa lävistää seinärakenteen eristävän kerroksen. Tällöin tarkastellaan rakennukseen aiheutuva kylmäsilta ja sen vaikutukset rakennuksen toimintaan. [7.]

Rakenteiden turvallisen toimivuuden varmistamiseksi parvekkeille tulee suorittaa jatkuvan sortuman tarkastelu. Jatkuvan sortuman tarkastelulla varmistetaan se, ettei jonkin osan vaurioitumisesta koidu vaaraa käyttäjille tai ympäristölle. [8.]

Koska parveke sijaitsee rakennuksen ulkopuolella, siihen kohdistuu jatkuvasti kosteusrasituksia. Jotta parvekkeelle ei kerääny vettä ja aiheuta kosteusrasituksia, vesi tulee ohjata hallitusti parvekkeelta pois vedenpoistojärjestelmän avulla. [1.]



Kuva 5. Suunnittelun kulku

Kuvassa 5 on esitetty suunnittelun prosessi yleisellä tasolla. Kun kaikki tarkastelut on suoritettu ja rakenteellinen toimivuus todettu, siirrytään työteknilliseen suunnitteluun. Tässä vaiheessa suunnitellaan se, miten parvekettä kannatteleva järjestelmä asennetaan ja toteutetaan käytännössä.

3.2 Ympäristöolosuhteet

Parvekkeiden suunnittelussa tulee huomioida parvekkeisiin kohdistuvat säärasitukset, joista merkittävimmät ovat kosteus ja lämpötilavaihtelut. Kosteudesta aiheutuu suojaamattomalle teräkselle korroosion uhka, mikä tarkoittaa sitä, että teräksestä syöpynyt osa häviää käytöstä samalla alentaen tämän kestävyyttä.

Lämpötilavaihteluista aiheutuu teräkselle lämpölaajenemista. Lämpölaajenemisesta voi aiheutua rasituksia parvekkeen kiinnikkeosille. Parvekkeeseen kohdistuva lämpölaajeneminen huomioidaan asennus- ja liikuntavaroille, jotka sallivat parvekkeen pienet liikkeet. Rakennuksen ulkoseinässä kiinnikeosan ympärille jätetään yleensä 15–20 mm liikuntavara. [3.]

Tuulikuorma vaikuttaa avonaiseen ulokeparvekkeeseen jokaisesta suunnasta. Mikäli ulokeparveke lasitetaan, kuomat ovat tällöin lähinnä sivuttaisia. Tuuli on parvekkeeseen rasittavan kuorman lisäksi viihtyisyyteen vaikuttava tekijänä, mihin voidaan myös vaikuttaa lasittamalla parveke. [9.]

Parvekkeen viihtyisyyteen vaikuttaa tuulisuuden lisäksi meluhaitat. Meluhaittoihin voidaan vaikuttaa kiinnittämällä huomiota parvekkeiden sijoitteluun ja lasittamalla parvekkeet. Myös akustisilla levyillä voidaan pienentää meluhaittoja. [9.]

Parvekkeisiin kohdistuvia ympäristörasituksia voidaan pienentää suojaamalla ne esimerkiksi lasituksella. Lasituksella suojataan parvekkeen rakenteita lumelta, jäältä ja vesisateelta. Suojauksella saadaan pidennettyä rakenteiden käyttöikää sekä huoltovälejä. [1.]

3.3 Teräksen ominaisuuksia

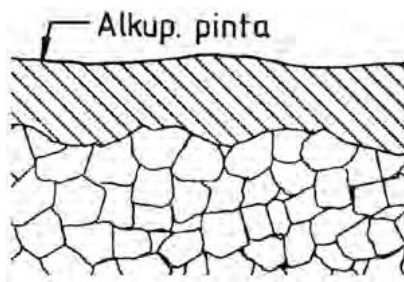
Teräksen jalostamisen myötä on opittu tuntemaan teräksen hyviä ominaisuuksia ja hyödyntämään niitä rakentamisessa. Teräs tarjoaa kestävästä materiaalista myös arkkitehtonisia vaihtoehtoja. Teräksellä, kutein muillakin rakennusmateriaaleilla, on myös huonoja ominaisuuksia. Teräsulokeparvekkeiden suunnittelussa huomioidaan teräksen ominaisuuksista enimmäkseen korroosio, haurastuminen ja lämpötilojen vaikutus. [10.]

Teräksen eräitä hyviä puolia ovat

- keveys
- homogeenisyys
- teräsrakenteita voidaan toteuttaa pitkillä jänneväleillä
- nopea asennus
- lujuus.

Teräksen huonoja puolia ovat

- korroosio
- korkean lämpötilan vaikutus ominaisuuksiin
- kalleus
- haurastuminen.



Kuva 6. Korroosion eteneminen [10.]

Ympäristörasituksista riippuen teräs ruostuu (kuva 6) vuodessa noin 0,05–0,2 mm. Teräksen korroosioon vaikuttavat muun muassa emäksisyys, hapot, ilman rikkiyhdisteet ja kosteus. Syöpymisnopeuteen vaikuttaa lämpötila. Teräs ruostuu hitaammin kylmässä kuin lämpimässä. Syöpymisnopeutta voidaan hidastaa pinnoittamalla teräksiset osat esimerkiksi sinkillä tai korroosionestomaaleilla. [10.]

Teräs laajenee lämpötilan nousun myötä, mistä aiheutuu teräkseen muodonmuutoksia. Lämpötilan noustessa teräksen kimmokerroin ja lujuus pienenevät. Lämpötilannousu saattaa aiheuttaa myös teräkseen jännityksiä ja halkeilua. Kriittisenä lämpötilana rakenteiden mitoituksessa pidetään 600 °C:sta. Teräs menettää täysin kantokykynsä 1000 °C:sta. Mitä alhaisempi hiilipitoisuus teräksellä on, sitä paremmin se kestää nopeaa lämpötilannousua. [10.]

Lämpötilan laskiessa teräs kovenee, jolloin siihen voi syntyä haurastumismurtumia. Haurastumismurtumisessa teräksen iskusitkeys alenee ja murtuminen voi tapahtua hyvin äkillisesti pienilläkin kuormituksilla. Haurastumiseen voidaan vaikuttaa valitseamalla iskusitkeydeltään hyvä teräs. [10.]

3.4 Kuormat

Ulokeparvekejärjestelmän kestävyys todennetaan murtorajatilamitoituksella käyttämällä kuormille osavarmuuskertoimia ja kuormitusyhdistelmiä. Osavarmuuskertoimien tarkoitus on kasvattaa kuormien suuruutta ja pienentää materiaalien kestävyyttä, jolloin mitoituksesta saadaan riittävä varmuus. [4.]

Murtorajatilan kuormitusyhdistelmän yleinen muoto voidaan esittää SFS-EN 1990 [4.] mukaan

$$1,15K_{FI}G_{kj,sup} + 0,9G_{kj,inf} + 1,5K_{FI}Q_{k,1} + 1,5K_{FI} \sum_{i>1} \psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (1)$$

missä

$G_{kj,sup}$ on pysyvän kuorman ominaisarvon yläraja

$G_{kj,inf}$ on pysyvän kuorman ominaisarvon alaraja

$Q_{k,1}$ on määräävän muuttuvan kuorman ominaisarvo

$Q_{k,i}$ on samanaikaisesti vaikuttavan muun muuttuvan kuorman ominaisarvo

K_{FI} on kuormakerroin

$\psi_{0,i}$ on muuttuvan kuorman yhdistelykerroin

Pysyviin kuormiin parvekkeella lasketaan kaikki kuormat, jotka rasittavat parvekettä jatkuvasti. Pysyviä kuormia ovat rakenteen omapaino ja mahdolliset kiinteät laitteet. Muuttuvia kuormia ovat tuuli-, ja lumikuormat sekä hyötykuormat. Edellä oleville kuormille käytetään osavarmuuskertoimia ja tehdään murtorajatilamitoituksessa erilaisia

kuormitusyhdistelmiä, joiden tarkoituksena on tarkastella rakenteen toimivuutta eri rasi-
tustilanteissa. [4.]

Hyötykuorma huomioi mm. ihmisistä tulevat kuormat ja sen arvona käytetään parveke-
rakenteille $2,5 \text{ kN/m}^2$. Parvekkeiden kaiteen hyötykuormana on suositeltua käyttää ar-
voa $0,5 \text{ kN/m}$. Tuuli- ja lumikuorman kuuluvat muuttuviin kuormiin ja niiden ominaisar-
vot lasketaan SFS-EN 1991-1-3 ja 1991-1-4 mukaisesti. [4.]

Parvekkeen värähtelyt, siirtymät ja vauriot tarkastellaan käyttörajatilamitoituksessa,
jossa tutkitaan rakenteen toimivuuteen, esteettisyyteen ja käyttäjämukavuuksiin liittyviä
asioita. Käyttörajatilamitoituksessa tutkitaan parvekkeen normaalia käyttöä ja siitä syn-
tyviä rasituksia tavallisella ja pitkäaikaisella kuormitusyhdistelmällä. [4.]

Käyttörajatilan ominaisyhdistelmäyhdistelmä on SFS-EN 1990 [4.] mukaan

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{1,i} Q_{k,i} \quad (2)$$

missä tekijät on esitelty murtorajatilassa

Onnettomuustilannetarkastelussa tutkitaan rakenteiden kestävyyskäsitteitä, kun jostakin on-
nettomuustilanteesta aiheutuu suuria rasituksia kantaville rakenteille. Tällainen onnet-
tomuustarkastelu tehdään esimerkiksi kantavalle pilarirakenteelle, johon kohdistuu ajo-
neuvon törmäys. Onnettomuustilannetarkastelussa käytetään onnettomuuskuormaa,
joka määritellään eurokoodin SFS-EN 1990-standartissa. [4.]

Onnettomuustilanteiden kuormitusyhdistelmä on SFS-EN 1990 [4.] mukaan

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + (\psi_{1,1} \text{ tai } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (3)$$

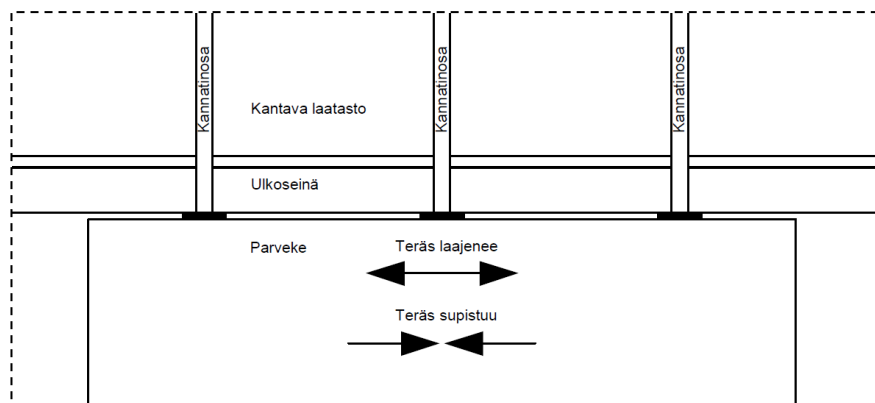
missä

A_d on onnettomuuskuorman mitoitusarvo

3.5 Parvekkeen koko

Teräsulokeparvekkeiden kokoon vaikuttaa rakenteellisista syistä parvekkeella vaikuttavien kuormien lisäksi parvekkeen lämpöliikkeet ja teräsosien väsyminen sekä parvekkeen taipuma. Suomen oloissa lämpötila voi vaihdella $+30\text{ °C}$ ja -30 °C välillä, mistä aiheutuu lämpölaajenemisen takia lisärasituksia ulokeparvekettä kannatteleville teräsosille. [3.]

Kiinnikeosat ja parveke-elementti muodostavat yhden kokonaisuuden asennuksen jälkeen. Lämpötilan vaihtelu aiheuttaa parveke-elementin teräsosien laajenemista (lämpötila nousee) tai supistumista (lämpötila laskee) (kuva 7). Tästä aiheutuu lähinnä sivuttaisia momentti- ja leikkausrasituksia parvekkeen kiinnitysosaan. Sivuttaissuuntaisten rasitusten vaikutus tarkastellaan vertaamalla niitä kiinnikeosan sivuttaissuuntaisiin momentti- ja leikkauskapasiteetteihin. Kiinnikeosan liikkeitä varten jätetään sen ympärille liikuntavara, jolla sallitaan pienet liikkeet. [3.]



Kuva 7. Teräksen laajeneminen ja supistuminen

Kiinnikeosien liikkeiden ollessa suuria, saattaa sen seurauksena tiivistysmassa repeytyä kiinnikeosan ympäriltä. Kun tiivistysmassa on repeytynyt eikä enää toimi sille tarkoitetulla tavalla, repeämäkohdista voi siirtyä seinärakenteille kosteutta ja muita epäpuhauksia. [3.]

Parvekerakenteita väsyttävällä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa teräsrakenteeseen vaikuttavat jännitykset vaihtelevat. Jännitysten vaihtelu tapahtuu esimerkiksi siten, että teräsulokeparvekettä kuormittavan pysyvän kuorman lisäksi vaikuttaa tuulikuorma, joka hetkellisesti ja vaihtelevalla voimakkuudella painaa parvekettä alaspäin, sivulle tai nostattaa parvekettä. Väsyminen rakenteissa tapahtuu pienien alkusäröjen

kautta, jotka kasvavat kuormituksen vaikutuksesta ja etenevät samalla heikentäen teräksen kestävyyttä. [11.]

Väsymislujuuden todentaminen hitsatuille teräsrakenteille tarkistetaan SFS-EN 1993-1-9 [12] mukaisesti siten, että jännitysvaihteluvälit eivät ylitä arvoja

normaalijännityksille

$$\Delta\sigma \leq 1,5 * f_y \quad (4)$$

leikkausjännityksille

$$\Delta\tau \leq 1,5 * \frac{f_y}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

missä

f_y on teräksen nimellinen myötöraja [N/mm²]

Lisäämällä teräsulokeparvekkeen kannattimia parveketta rasittavat kuormat saadaan jaettua useampaan kohtaan, mikä pienentää yksittäiseen kiinnikeosaan kohdistuvia rasituksia. Kuitenkin kiinnikeosia lisäämällä tulee useampia kohtia, joihin edellä mainittu teräksen lämpölaajenemisesta aiheutuvat rasitukset kohdistuvat. [3.]

Tällöin teräsulokeparvekkeen koon mitoittavaksi tekijäksi muodostuvat lähinnä lämpölaajenemisesta aiheutuvat rasitukset. Parvekkeisiin tehdään liikuntasaumot kun lämpölaajenemisen aiheuttamat rasitukset ovat suuret. Tällöin parveke koostuu käytännössä muutamasta pienemmästä parvekkeesta. [3.]

Parvekkeen ulokkeen pituus määräytyy lähinnä kiinnikeosan kestävyyksistä ja parvekkeen taipumasta. Parvekkeen taipuma käsitellään tarkemmin kohdassa 4.6.

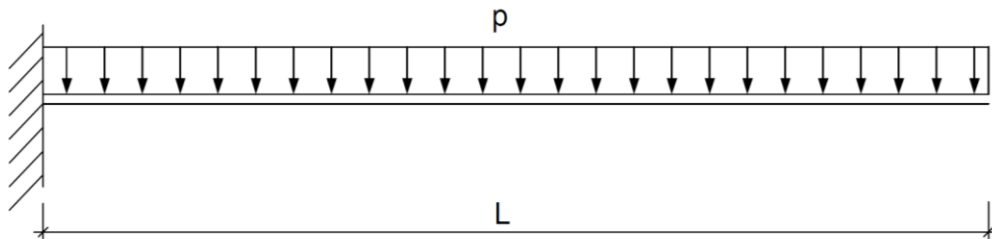
Teräsulokeparvekkeella tulee olla vähintään kaksi pistettä, joista sitä kannatellaan. Kiinnikeosien keskinäiset minimietäisyydet määrittelevät, kiinnikeosasta riippuen, parvekkeen minimikoon. [3.]

4 Rasituksen tarkastelut

4.1 Kiinnitysosan rasitukset

Ulokeparvekkeen kiinnitysosaan vaikuttavat rasitukset tulee tarkistaa ja varmistaa, että kiinnikeosa kestää siihen kohdistuvat rasitukset. Kiinnitysosaan kohdistuu momentti- ja leikkausrasitusta parvekkeelle tulevasta kuormasta.

Kun etsitään ulokeparvekkeeseen vaikuttavaa suurinta leikkaus- ja momenttivoimaa, se syntyy kun parvekkeella on omapainon lisäksi hyötykuorma, lumikuorma ja tuulikuorma jotka painavat uloketta yhdessä alaspäin.



Kuva 8. Ulokeparvekkeen staattinen malli

Ulokeparvekkeen staattinen malli on kuvan 8 mukainen. Kiinnitysosaan vaikuttava momentti ulokkeelle lasketaan tekniikan kaavaston [13] mukaan kaavasta

$$M = \frac{1}{2} * p * L^2 \quad (6)$$

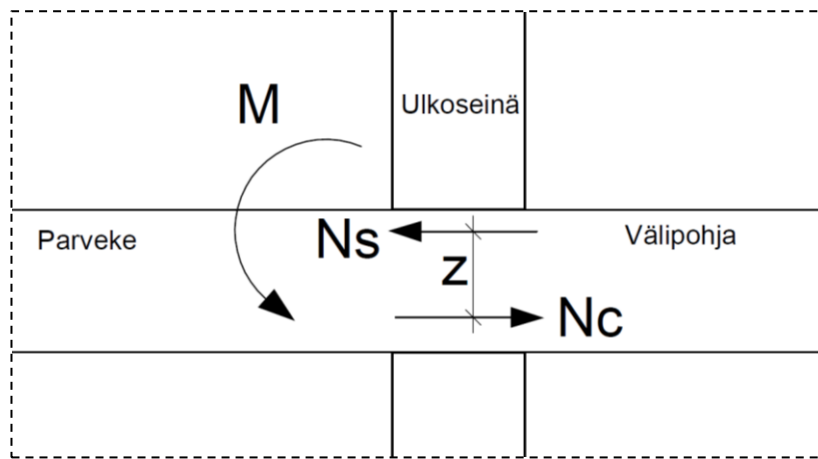
ja leikkausvoima kaavasta

$$V = p * L \quad (7)$$

missä

p on vaikuttava kuorma ulokeparvekkeella [kN/m]

L on ulokeparvekkeen pituus [m]



Kuva 9. Momentista syntyvä voimapari

Ulokeparvekkeeseen aiheutuva momenttirasitus siirtyy voimaparina laatastolle, jossa laatan yläpintaan muodostuu vetoa ja alapintaan puristusta kuvan 9 mukaisesti. Tämä tarkoittaa kiinnitysosan kohdalta sitä, että siihen kohdistuu myös vetovoima. [3.]

Voimaparin suuruus voidaan laskea kaavasta

$$N_c = N_s = \frac{M}{z} \quad (8)$$

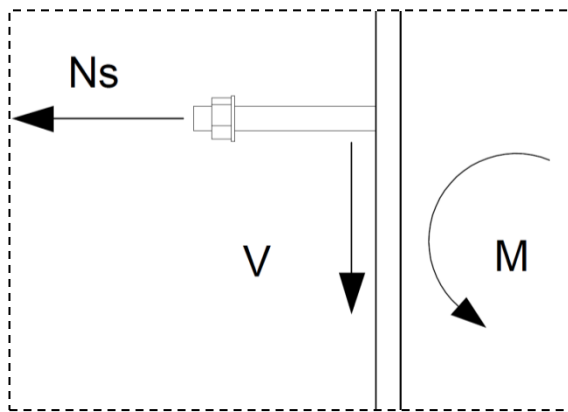
missä

M on kiinnikeosaan vaikuttava momentti [kNm]

z on vaakavoimaparin välinen etäisyys [m]

Sivuttaissuunnassa vaikuttavia kuormia ovat lähinnä tuulikuormasta ja teräksen lämpölaajenemisesta aiheutuvat rasitukset. Sivuttaissuuntaiset rasitukset parvekkeelle ja kiinnitysosalle lasketaan samoilla periaatteilla kuten pystysuuntaiset rasitukset.

4.2 Pultit ja aluslevy



Kuva 10. Rasitukset pulttiin ja aluslevyyn

Koska parveke-elementti kiinnitetään sitä kannatteleviin kiinnikeosiin, samat rasitukset siirtyvät kiinnikeosan pultteihin. Pulteille tulee tarkastella vetovoimasta N_s ja leikkauksesta V tulevat rasitukset. Aluslevylle tarkastellaan taivutusrasitus. Pulttien ja aluslevyjen mitoitus on riippuvainen siitä, minkälainen kiinnikejärjestelmä on ja miten kiinnikeosa siirtää kuormia. Kuvassa 10 tarkastellaan tyypillistä teräsulokeparvekkeiden kiinnikeosamallia. [3.]

Vetokestävyys yksittäiselle pultille leikettä kohden voidaan laskea SFS-EN 1993-1-9 [14] mukaan kaavasta

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} \quad (9)$$

missä

k_2 on kerroin

f_{ub} on pultin vetomurtolujuuden nimellisarvo [N/mm^2]

A_s on ruuvin jännityspoikkipinta-ala [mm^2]

γ_{M2} on osavarmuusluku

Leikkauskestävyys yksittäiselle pultille leikettä kohden voidaan laskea SFS-EN 1993-1-9 [14.] mukaan kaavasta

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} \quad (10)$$

missä

α_v on kerroin

A on ruuvin jännityspoikkipinta-ala [mm²]

Liitoksen päätylevyn taivutuskestävyys voidaan laskea SFS-EN 1993-1-9 [14.] kaavasta

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r * F_{tr,Rd} \quad (11)$$

missä

$F_{tr,Rd}$ on ruuvirivin r tehollisen vetokestävyyden mitoitusarvo

h_r on puristuskeskiön ja ruuvirivin r välinen etäisyys

r on ruuvirivin numero

4.3 Erisuuntaisten voimien yhteisvaikutus

Vaikka ulokeparveke kantaa enimmäkseen sille kohdistuvia yläpuolisia kuormia, siihen aiheutuu kuitenkin ajoittain sivuttaisia rasituksia tuulen vaikutuksesta. Sivuttaisen tuuli-kuorman suuruuteen vaikuttaa parvekkeen sivun pinta-ala johonka tuuli kohdistuu. [3.]

Parvekettä ylhäältä ja sivusuunnasta rasittavan voiman yhteisvaikutus tulee huomioida suunnittelussa. Kun kiinnitysosaan kohdistuu taivutusta kahden akselin suhteen, tarkistetaan SFS-EN 1993-1-1 [15] mukaan ehto

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^{\beta} \leq 1 \quad (12)$$

missä

$M_{y,Ed}$ on taivutusmomentin mitoitusarvo y-y- akselin suhteen [kNm]

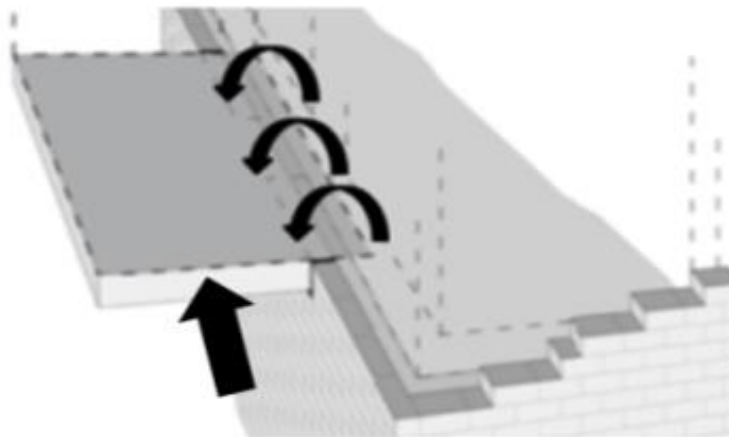
$M_{z,Ed}$ on taivutusmomentin mitoitusarvo z-z- akselin suhteen [kNm]

$M_{N,y,Rd}$ on taivutusmomenttikestävyyden mitoitusarvo y-y- akselin suhteen [kNm]

$M_{N,z,Rd}$ on taivutusmomenttikestävyyden mitoitusarvo z-z- akselin suhteen [kNm]

α on taivutuksen huomioon ottava parametri

β on taivutuksen huomioon ottava parametri

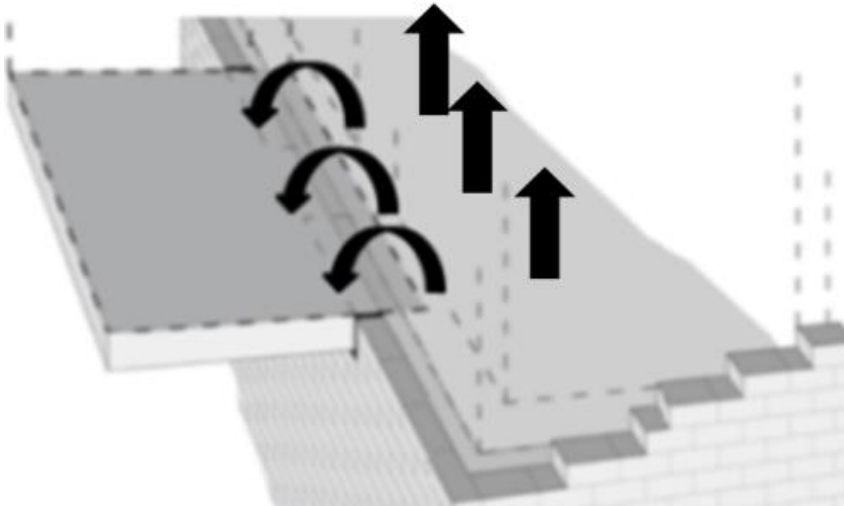


Kuva 11. Parvekkeelta aiheutuva momentti ja parvekettä sivusuunnassa rasittava voima [16.]

Kuvan 11 mukaiselle kuormitustapaukselle tarkastellaan kaava 12. Tuulikuorman lisäksi sivuttaisia rasituksia syntyy parvekkeen teräsosien lämpölaajenemisesta.

4.4 Laatastoon kohdistuva kuormitus

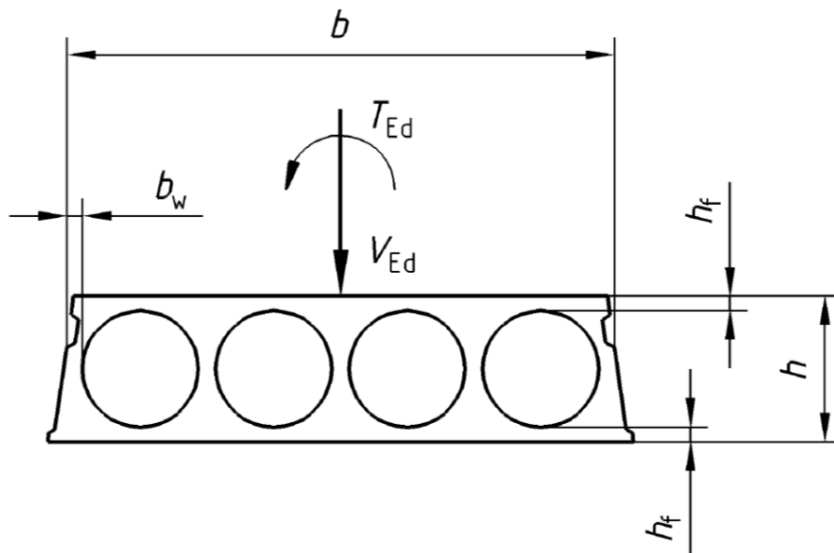
Kuten kohdassa 4.1 todettiin, ulokeparvekkeelta syntyvä momentti siirretään vaakavoimapariksi vaikuttamaan laatastion ylä- ja alapintaan, joista aiheutuu laatastion yläpintaan vetoa ja alapintaan puristusta. Kantavan laatastion yläpinta raudoitetaan suurinta vetovoimaa N_s vastaan parvekkeen kohdalta. [3.]



Kuva 12. Laatastolle aiheutuva rasitus [16.].

Betoni kestää paremmin puristusta kuin vetoa ja näin ollen puristukselle ei tarvita erityisempää lisäraudoitusta. Ulokeparvekkeelta tuleva kuormitus pyrkii nostamaan laatastion kuvan 12 mukaisesti. Parvekkeen aiheuttama nostava voima tasapainotetaan laatastion omalla painolla. Kohde kohtaisesti tulee tarkistaa, että laatastolla on tarpeeksi suuri kuorma nostavan voiman tasapainottamiseksi. Tämä aiheuttaa sen, että seinään kohdistuva pystyvoima on suurempi. [3.]

Jos kiinnikeosa asennetaan kolo- tai kuorilaattaan, kiinnike ankkuroidaan laatastion kiinni, minkä jälkeen sen päälle valetaan betonimassa. Betonivalun ja kolo- tai kuorilaa-
tan välinen sauma tulee varmistaa, jotta se kestää siihen tulevan leikkausrasituksen. [3.]



Kuva 13. Ontelolaattaan kohdistuva vääntö ja leikkaus [17.]

Kun parvekkeelta tuleva momentti siirtyy laatastolle, laataston reunalla olevaan ontelolaattaan aiheutuu vääntöä mikä pyrkii kuvan 13 mukaisesti pyörittämään sitä. Ontelolaatan mitoitus väännölle ja leikkaukselle tehdään standardien SFS-EN- 1168+A3 ja SFS-7016 mukaisesti. [17.]

Leikkauksen ja väännön vaikuttaessa samanaikaisesti, lasketaan leikkauskestävyys kaavasta

$$V_{Rdn} = V_{Rd,c} - V_{ETd} \quad (13)$$

kun, vääntömomentin aiheuttama leikkausvoima on

$$V_{ETd} = \frac{T_{Ed}}{2b_w} * \frac{\sum b_w}{b - b_w} \quad (14)$$

ontelolaatoille ja

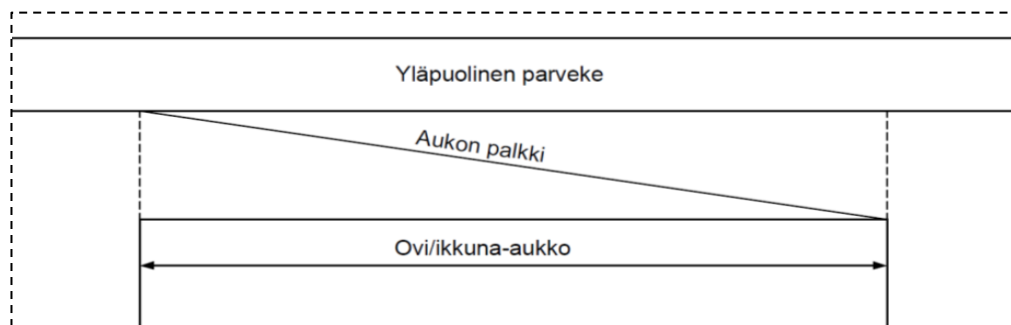
$$V_{ETd} = T_{Ed} * \frac{\left(3 + 1,8 * \frac{b}{h}\right)}{b} \quad (15)$$

massiivilaatoille missä

$V_{Rd,c}$	on standardin SFS-EN 1992-1-1:2004 kohdan 6.2.2 mukainen leikkauskestävyyden mitoitusarvo [kN]
V_{Ed}	on vääntömomentin aiheuttaman leikkausvoiman mitoitusarvo [kN]
T_{Ed}	on vääntömomentin mitoitusarvo tarkasteltavassa poikkileikkauksessa [kNm]
b_w	on reunauuman leveys laatan painoakselin korkeudella [m]
$\sum b_w$	on uumien leveyksien summa painopisteakselin korkeudella [m]
b	on ontelolaatan leveys [m]

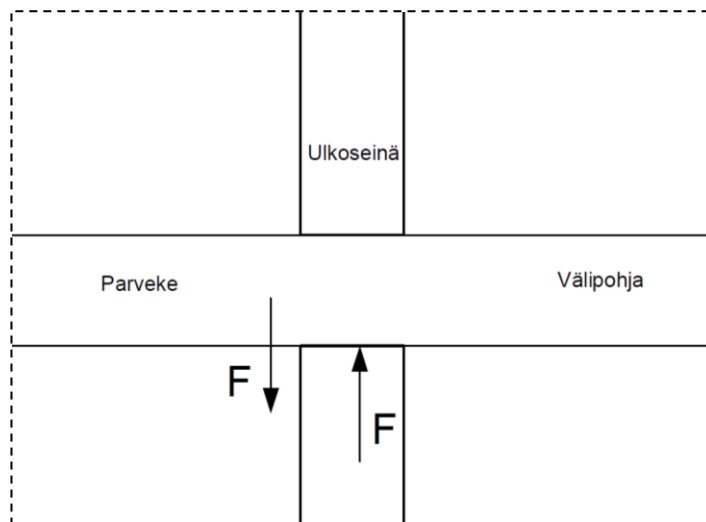
4.5 Seinille kohdistuvat rasitukset

Parvekkeelta kohdistuu ulkoseinän kantavaan rakenteeseen pystysuuntainen voima, joka on ulokeparvekkeen aiheuttaman tukireaktion suuruinen, jota tarkastellaan seinien mitoituksessa.



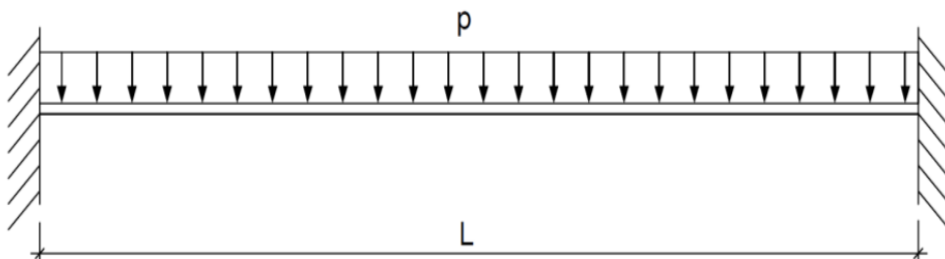
Kuva 14. Ovi-/ikkuna-aukon palkki

Parvekkeet ovat yleensä pystysuuntaisesti samassa linjassa ja tällöin parvekkeelta tulevat kuormat kohdistuvat alapuolisen parvekkeen ovi- tai ikkuna-aukkoon kuvan 14 mukaisesti.



Kuva 15. Pystysuuntaiset voimat

Kuvassa 15 esitetään parvekkeelta syntyvä pystysuuntainen voiman vaikutus pystyrakenteille. Kuvan 14 tilanteessa mitoitetaan seinän oven ja ikkunan yläpuolinen osa seinän sisäisenä palkkina. Mitoitus tapahtuu samojen kaavojen mukaisesti kuin teräsbetonipalkin laskemisessa.



Kuva 16. Oviaukon palkin staattinen malli

Tasaisesti kuormitetun yksiaukkoisen jäykästi tuetun palkin (kuva 16) kentän momentti saadaan kaavasta

$$M = \frac{pL^2}{24} \quad (16)$$

ja tuella oleva momentti saadaan kaavasta

$$M = \frac{pL^2}{12} \quad (17)$$

sekä taipuma palkin keskellä

$$y = \frac{p}{24EI}(x^4 - 2Lx^3 + L^2x^2) \quad (18)$$

missä

p on ovi-/ikkuna-aukon palkkia rasittava tasainen kuorma [kN/m]

L on ovi-/ikkuna-aukon palkin pituus [m]

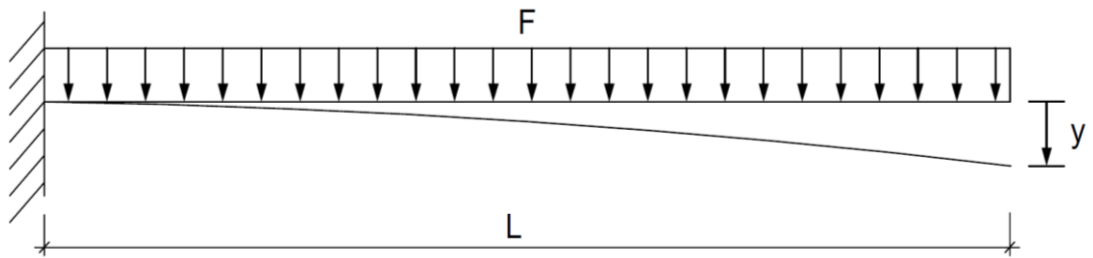
E on kappaleen kimmokerroin [MPa]

I on kappaleen jäyhyysmomentti [m⁴]

Parvekkeelta kohdistuu yläpuoliseen seinärakenteeseen nostavaa voimaa ja alapuoliseen rakenteeseen puristusvoimaa. Koska yläpuoliseen seinärakenteeseen kohdistuu ylöspäin nostavaa voimaa, varsinkin ylemmissä kerroksissa tulee varmistaa, ettei parvekkeelta pääse syntymään niin suurta nostovoimaa, että se kykenisi nostamaan seinärakennetta ylöspäin. Tällaisessa tilanteessa seinärakenne ankkuroidaan alempaan seinärakenteeseen.

4.6 Parvekkeen taipuma

Parvekkeen taipumaan vaikuttavien kuormien suuruus määritellään käyttörajatilassa. Kun parvekkeen taipumaa tarkastellaan, tulee ottaa huomioon mahdollisen parvekelasituksen vaatimat asennus- ja liikuntavarat. [18.]



Kuva 17. Kuormasta aiheutuva taipuma

Ulokkeellisen rakenteen taipuman (kuva 17) kaava on tekniikan kaavaston [13] mukaan

$$y(x) = \frac{FL^3}{24EI} \left[3 - 4 \left(\frac{x}{L} \right) + \left(\frac{x}{L} \right)^4 \right] \quad (19)$$

ja suurin taipuma ulokkeen päässä on

$$y_{max} = \frac{FL^3}{8EI} \quad (20)$$

missä

y on taipuma [m]

x on tarkasteltavan pisteen sijainti ulokkeen vapaasta päästä [m]

F on ulokkeeseen vaikuttava kokonaiskuorma [kN]

E on kappaleen kimmokerroin [MPa]

I on kappaleen jäyhyysmomentti [m⁴]

L on ulokkeen pituus [m]

Ulokepalkin taipuman raja-arvoksi asetetaan 1993-1-1 [15] kansallisessa liitteessä

$$\frac{L}{150} \quad (21)$$

Ulokeparvekkeen taipumaan vaikuttaa myös alapuolinen rakenne. Jos parvekkeen alla on ovi- tai ikkuna-aukko, parvekkeen taipumassa huomioidaan myös aukkopalkin taipuma.

Taipumaan vaikuttaa myös kiinnikeosan jäykkyys. Mitä jäykempi ulokeparvekkeen kiinnitysosa on, sitä vähemmän kiinnitysosa pääsee kiertymään parvekkeen suuntaan ja vaikuttaa parvekkeen taipumaan. [3.]

Taipumaa voidaan myös kompensoida tekemällä esikoroitus parvekkeeseen. Esikoroituksessa parveke asennetaan siten, että ulokkeen vapaa pää on hieman korkeammalla kuin kiinnitetty pää. Kun kuormaa kertyy parvekkeelle, se painaa samalla parvekkeen vapaan pään oikeaan korkoon. [3.]

4.7 Betonipeite

Ulokeparvekkeen kiinnitysosat asennetaan kantavaan laatastoon. Tätä varten laatastossa täytyy olla riittävän suuri varauskolo kiinnitysosan ankkuroitumista varten. Kiinnitysosan päälle tuleva betonipeitteen paksuus määritellään eurokoodin SFS-EN 1992-1-1 kansallisen liitteessä ympäristön rasituksen mukaan. [19.]

Betonipeitteen nimellisarvo määritellään SFS-EN 1992-1-1 [19] mukaan

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (22)$$

missä

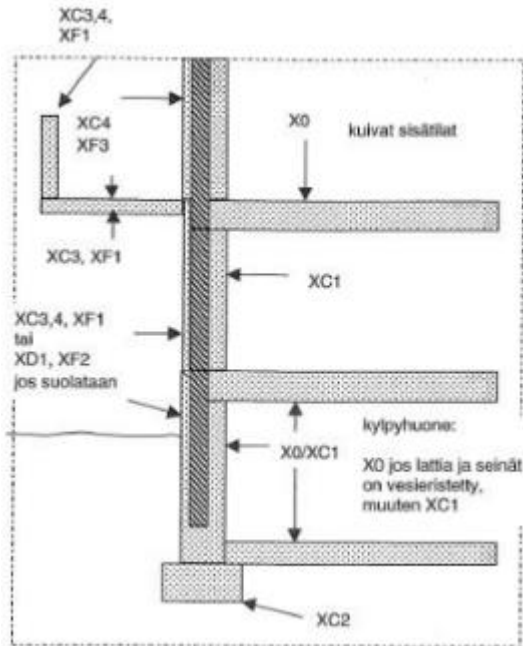
Δc_{dev} on muottia vasten valettaessa 10 mm

c_{min} on vähintään $\left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \\ \text{tangon halkaisija} \end{array} \right.$

missä $c_{min,dur}$ valitaan taulukosta 1

Taulukko 1. $c_{\min,dur}$:n määrittäminen [19.]

Ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvo vaatimus $c_{\min,dur}$ [mm.]				
Kriteeri	Rasitusluokka SFS-EN 1992-1-1 kansallinen liite taulukko 4.3N (FI)			
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4
Betoniteräs	10	10	20	25
100 v. suunnittelun käyttöikä			+5	+5
Lujuusluokka \geq	C20/25 -5	C30/37 -5	C35/45 -5	C35/45 -5



Kuva 18. Rasitusluokan määrittäminen [20.]

Kuvassa 18 on esitetty rakenteiden rasitusluokat. Kuvasta nähdään, että seinä- ja parvekerakenteet kuuluvat samoihin rasitusluokkiin.

5 Muut tarkastelut

5.1 Palonkesto ja -suojaus

Rakenteille tehdään palomitoitustarkasteluita, joilla varmistetaan rakenteiden kestävyys tulipalon sattuessa. Rakennuksille ja rakenteille määritellään niiden käytön mukaan paloluokat P1, P2 ja P3. Paloluokilla määritellään kantaville rakenteille vähimmäisaika, kuinka kauan niiden tulee kestää sortumatta tulipalon sattuessa. [6.]

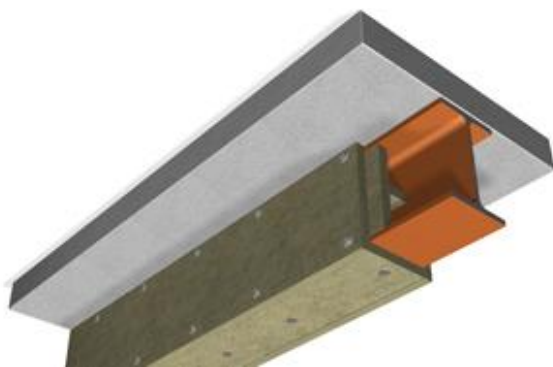
P1-luokan rakennuksen tulee kestää sortumatta koko tulipalotilanne. P2-luokan rakennus voi paloteknisesti olla hieman luokkaa 1 huonompi. P3-luokan rakennukselle ei aseteta palonkestävyyden suhteen erityisiä vaatimuksia. [6.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman E1 mukaan

Ulkoseinät ja parvekkeet on rakennettava niin, että palo ei leviä niiden kautta vaaraa aiheuttavalla tavalla [6].

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa E1 kerrotaan myös, että parvekkeille vaaditaan puolet kerroksen kantavien rakenteiden palonkestovaatimuksesta. Asuinkerrosten kantavien rakenteiden kuuluessa yleensä vaatimusluokkaan R60, tarkoittaa tämä, että parvekkeiden vaatimusluokka on R30. Tässä luokassa parvekkeen tulee säilyttää kantokykynsä palon aikana 30 minuuttia. [6.]

Palon leviämisen estämiseksi on suunnittelussa ja rakentamisessa kiinnitettävä erityistä huomiota parvekkeen ulkoseinän läpäisevien osien tiivistämiseen. Parvekkeiden toimivuuden varmistamiseksi palon aikana suoritetaan palotekninen mitoitus lähinnä parvekkeen liitosten toimivuuteen, koska ne ovat parvekkeen heikoin kohta. [1.]



Kuva 19. Teräksen palosuojaus villalla [22.]

Teräsrakenteiden palomitoitukseen vaikuttaa suuresti teräksen ominaisuudet korkeissa lämpötiloissa. Tästä syystä kantavat teräsrakenteet tulee yleensä palosuojata. Teräsrakenteiden palonsuojaukseen on useita erilaisia tapoja. Yleisimmin teräsrakenteiden palonsuojauksessa käytetään erilaisia palonsuojausmaaleja tai koteloimalla teräsrakenteet palonsuojauslevyillä kuten kipsilevyillä tai palonkestävällä villalla (kuva 19). [21.]

SFS-EN 1993-1-2 [23] mukaan teräsrakenneosien oletetaan kestävän tulipalotilanteessa ajan t kun

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t} \quad (23)$$

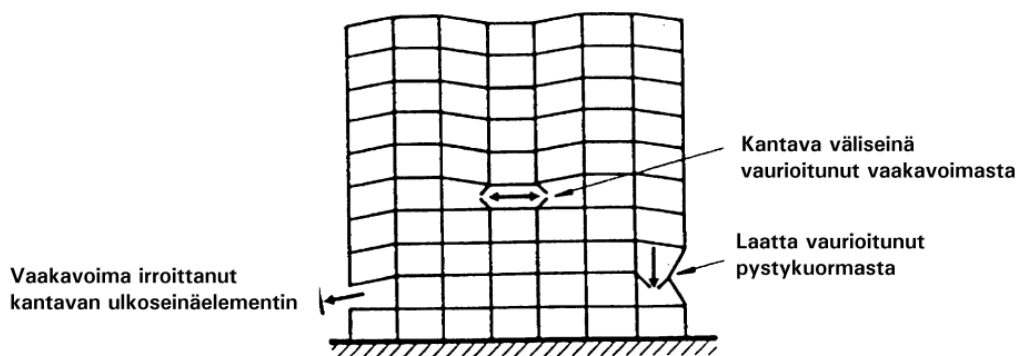
missä

$E_{fi,d}$ on palotilanteessa kuormien vaikutusten mitoitusarvo

$R_{fi,d,t}$ on palotilanteessa ajan hetkellä t teräsrakenneosan vastaava kestävyysmitoitussarvo

5.2 Jatkuvan sortuman estäminen

Jatkuvalla sortumalla tarkoitetaan sellaista tilannetta, jossa rakennuksen jokin kantava rakenne vaurioituu ja menettää kantokykynsä samalla synnyttäen viereisille rakenteille lisäkuormitusta, mitä ne eivät pysty kannattelemaan romahtamatta myös itse. Tällaisia tilanteita varten rakenteet suunnitellaan siten, että ne siirtävät kuormat hallitusti muille rakenteille minimoiden vauriot. [8.]



Kuva 20. Onnettomuudesta aiheutuvia vaurioita [8.]

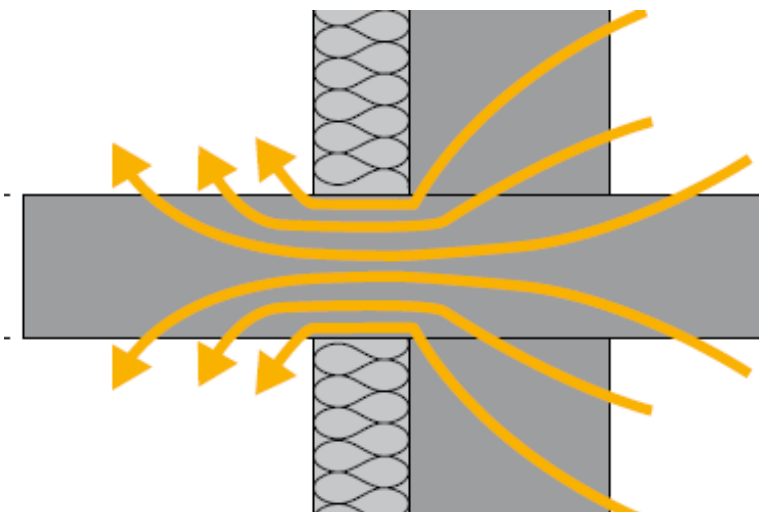
Kuvassa 20 on havainnollistettu tilannetta, jossa kantavasta rungosta vaurioituu rakenteita ja minkäläinen vaikutus siitä seuraa. Ulokeparvekkeella vastaavanlainen tilanne voi syntyä, mikäli jokin parvekettä kannattelevista kiinnikkeistä vaurioituu ja menettää kantokykynsä onnettomuustilanteessa. Tällöin vaurioituneelle kiinnikkeelle tarkoitetut kuormat siirretään viereisille kiinnikkeille siten, että ne kestävät niihin kohdistuvat ylimääräiset rasitukset.

Paikallisen vaurion syntyminen voidaan estää mitoittamalla rakenteet onnettomuuskuormille ja vahvistamalla kiinnikkeet näiden kuormien mukaisesti. Ulokeparvekkeiden tapauksessa tällainen menettely voi johtaa epätaloudellisiin ratkaisuihin. Toinen ratkaisu on vaurion leviämisen rajoittaminen esimerkiksi kiinnittämällä parveke useammasta kohdasta kantaviin rakenteisiin ja jakamalla kuormaa useammalle kiinnikkeelle. [8.]

Kuitenkin keskeisin asia tässä mitoituksessa on vahinkojen minimointi ja turvallisuuden maksimointi. Ulokeparvekkeilla on kuitenkin suhteellisen pieni todennäköisyys joutua onnettomuustilanteeseen, mutta se ei kuitenkaan ole mahdotonta.

5.3 Kylmäsilat

Kylmäsilalla tarkoitetaan rakennuksessa sellaista kohtaa, jossa lämpövirtaus on paikallisesti suurempi kuin viereisillä alueilla. Esimerkiksi jos eriste asennetaan seinään teräksisellä kiinnikkeellä, kiinnikkeestä syntyy paikallinen kylmäsilta, joka siirtää lämpöä eristeen läpi. [7.]



Kuva 21. Lämpövirtaus kylmäsilan kautta [7.]

Samankaltainen ilmiö syntyy, kun kiinnitetään ulokeparveke rakennukseen. Parveketta kannatteleva kiinnitysjärjestelmä kulkee rakennuksen ulkoseinän läpi laatastolle (kuva 21) synnyttäen paikallisen kylmäsilan, jossa lämpöhäviö on suurempi kuin viereisillä alueilla. Kylmäsilat ovat ongelmallisempia talvella kuin kesällä, koska talvella rakennuksen sisälämpötilan ja ulkolämpötilan ero on suurempi. [7.]

Rakentamismääräyskokoelmassa osassa C4 todetaan kylmäsiltojen osalta seuraavaa

2.3.1

Rakenteessa olevat ja sille ominaiset säännöllisesti toistuvat kylmäsilat otetaan huomioon, kun todetaan lämmönläpäisykerroin vaatimuksenmukaisuus. Tämä koskee mm. siteitä, kannaksia sekä tuki- ja runkorakenteita, jotka ovat rakenteelle tyypillisiä koko sen edustamalla vaipan alueella. [24.]

2.3.2

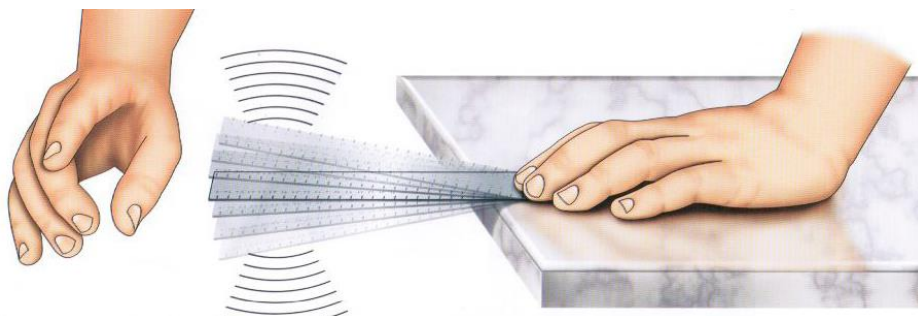
Rakennuksen vaippaan eri syistä tehtäviä yksittäisiä kylmäsiltoja ei tarvitse ottaa huomioon laskettaessa lämmönläpäisykerroin. Yksittäisen kylmäsilan voi muodostaa ala- tai välipohjan ja ulkoseinän liittymä, parvekkeen kannatus, alapohjan puhkaiseva pilari, rakenteeseen sijoitettu talotekniikan komponentti yms. erikseen suunniteltu ja toteutettu yksittäinen ratkaisu. [24.]

Kylmäsilta voi paikallisesti alentaa rakenteen lämpötilaa, kuten esimerkiksi ulkoseinän pintaa. Kun ilman lämpötila laskee, kylmille pinnoille voi tiivistyä vettä. Kylmäsiltojen vuoksi ulkoseinän läpäisevän ulokeparvekkeen kiinnitysjärjestelmän kokoa pyritään minimoimaan. [7.]

5.4 Värähtely

Värähtelyllä tarkoitetaan kappaleen jaksollista liikettä, jossa kappale liikkuu edestakaisin sen alkuperäisen ja ääriasennon välillä. Esimerkki värähtelylle on, kun suora viivain asetetaan pöydän reunaa vasten kuvan 22 mukaisesti ja napautetaan toinen pää liikkeelle. [25.]

Kun viivaimen pöytälevyn ulkopuoleiseen päähän kohdistetaan alaspäin suuntautunut voima, viivaimen sisäinen voima pyrkii palauttamaan tämän alkuperäiseen asentoonsa. Kun voima viivaimen päästä poistetaan äkillisesti, huomataan viivaimen liikkuvan edestakaisin alkuperäiseen asentoonsa nähden. [25.]



Kuva 22. Viivaimen värähtely [26.]

Edellä mainittu esimerkki viivaimesta (kuva 22) on täysin samanlainen, joskaan ei yhtä radikaali, tapaus, kun tutkitaan ulokeparvekkeessa tapahtuvaa värähtelyä. Parvekkeella värähtelyn voi aiheuttaa muun muassa kävely tai tuuli. Värähtely voi kulkeutua rakenteita pitkin huoneistoihin, mikä voi vaikuttaa asumisviihtyvyyteen. [11.]

Värähtelymitoitus suoritetaan käyttörajatilamitoituksella sen ollessa lähinnä käyttäjämukavuuteen vaikuttava tekijä. Värähtelyn taajuudelle asetetaan teräsnormikortti 11:sta raja-arvoksi 8 Hz, jota suuremmaksi se ei saa kasvaa. [27.]

Eurokoodin 1991-1-4 [28] mukaan ulokkeelle voidaan taivutusvärähtelyssä esittää ominaistajuuden laskemiseksi yksinkertaistettu kaava

$$n_1 = \frac{1}{2\pi} * \sqrt{\frac{g}{x_1}} \quad (24)$$

missä

g on maan vetovoiman kiihtyvyys [9,81 m/s²]

x_1 on suurin siirtymä [m]

5.5 Vedenpoisto

Parvekelaatalle tuleva sadevesi tulee johtaa hallitusti pois vedenpoistoputkien avulla siten, että se johdetaan maahan asti pois rakenteista. Vedet tulee johtaa pois hallitusti, jottei vesi kerääntynä mihinkään rakennuksen osaan aiheuttaen esimerkiksi kosteusvahinkoja laatan ja ulkoseinän liitoskohtaan. Vaikkei vesi pääsisi kulkeutumaan rakenteisiin asti, se saattaa pakkasen myötä jäättyä ja aiheuttaa vahinkoja sitä kautta. [1.]



Kuva 23. Sisäpuolinen vedenpoisto [29.]

Veden poistaminen hallitusti parvekkeelta on järkevää toteuttaa johtamalla koko parvekelinjan vedet yhden syöksytorven kautta, mikä voi kulkea joko parvekelaattojen läpi tai kokonaan parvekkeiden ulkopuolella (kuva 23). [1.]



Kuva 24. Ulkopuolinen vedenpoisto [30.]

Ulkopuolista vedenpoistoa (kuva 24) ei suositella käytettäväksi, koska se likaa julkisivua epätasaisesti ja aiheuttaa alapuolisille rakenteille kosteusrasitusta. Parvekkeen yläpinta tulee muotoilla siten, ettei parvekkeen mihinkään kohtaan pääse kertymään vettä. Parvekkeen kallistus on yleensä 1:80. [1.]

6 Asennus

6.1 Työturvallisuus

Ulokeparvekkeen asennustyö tulee suunnitella siten, ettei työn aikana pääse syntymään vaaratilanteita. Betonista tehtyjen parvekelaattojen asennuksessa käytetään väliaikaisia tuentoja kannattelemaan laattaa asennuksen aikana, mikä pienentää asennusaikaisia riskejä. Teräksisten parvekelaattojen asennus on nopeampaa kuin betonisten ja väliaikaistuennan tarve riippuu lähinnä parvekkeen koosta, mutta niiden asentamiseksi tarvitaan henkilönostimia ja asennustoleranssit ovat pieniä. Teräsulokeparvekkeiden asennustyössä on siis muutamia tekijöitä, jotka tekevät niiden asentamisesta haastavampia. [31.]

Työturvallisuuslain 10§ mukaan

Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. [32.]

Käytännössä 10§ tarkoittaa sitä, että teräsulokeparvekkeen turvallisesta asentamisesta vastaa rakennustyömaan työnjohtaja. Työnjohtajan velvollisuus on varmistaa, että asennuksen suorittavan ryhmän asennukseen käytettävä kalusto ja suojarusteet ovat soveltuvia, jotta asennustyö voidaan suorittaa turvallisesti.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuuden 14§ todetaan nostotyövälineistä

Rakennustyössä käytettävien koneiden, nostureiden ja muiden nostolaitteiden, nostoapuvälineiden, telineiden, siirrettävien muottien, väliaikaisten tukien, henkilönsuojainten ja muiden laitteiden rakenne ja kunto on rakennustyömaalla todettava käyttötarkoitukseen sopiviksi ja niitä koskevien vaatimusten mukaisiksi. [33.]

Jotta parvekkeiden asennustyö suoritetaan turvallisesti, tulee aina ennen työn aloitusta käydä jokainen työvaihe läpi yhdessä asennusryhmän kanssa. Tällöin jokaiselle on selvää, miten pitää toimia missäkin työvaiheessa.

6.2 Kiinnikeosan asennus

Teräsulokeparvekkeen kiinnitysosan asennus tapahtuu projektikohtaisten suunnitelmien mukaisesti. Kiinnikeosa asennetaan, kiinnitysjärjestelmästä riippuen, kolo- tai kuorilaataan joko ennen laataston asennusta tai sen jälkeen.



Kuva 25. Schöckin teräsulokeparvekejärjestelmä [34.]

Koska teräsulokeparveke-elementin asennus tapahtuu jälkiasennuksena, tulee kiinnikeosan asentamisessa olla erityisen tarkka. Teräsulokeparveke asennetaan muutamalla kiinnikkeellä (kuva 25), jotka ankkuroidaan kantavaan rakenteeseen. Tästä syystä kiinnikeosien sijainnit on mitattava hyvin tarkasti oikeille paikoille. Mikäli kiinnikeosa asennetaan huolimattomasti, parvekkeen asennus saattaa estyä mittapoikkeamien vuoksi.

Ulokeparvekkeen kiinnikeosan kiinnitystä varten kantavaan laatastoon asennetaan lisäraudoitteet, jotka ankkuroidaan laatastoon. Lisäraudoitteen tarkoitus on ottaa vastaan ulokeparvekkeelta tuleva vetorasite ja ankkuroida kiinnikeosa laatastoon. [3.]

6.3 Nostot

Teräsulokeparvekkeet ovat yleensä valmiita elementtejä, jotka voidaan asentaa rakennuksen runkoon kiinni jälkiasennuksena. Asennustyöt ovat yleensä yksinkertaisia ei-

vätkä vaadi muuta kuin parvekkeen kiinnittämisen seinässä oleviin kiinnitysosiin, mikä tapahtuu yleensä mutteri-pulttikiinnityksellä.

Ulokeparvekkeen suunnittelussa otetaan kantaa siihen, mistä pisteistä nostot tapahtuu. Suunnittelija mitoittaa parveke-elementin siten, että se kestää myös asennusaikaiset nostot ja kuormitukset. [35.]

Teräsulokeparvekkeiden asennuksessa käytetään nostoissa siihen soveltuvaa nostinta. Koska asennusryhmä työskentelee ulkoseinän vieressä ja työn edetessä kerroksesta toiseen, heidän käytössään tulee olla asennustyöhön soveltuva henkilönostin, josta asennus voidaan suorittaa turvallisesti.

Asennustyön aikana nosturinkuljettajalla tulee olla jatkuva näköyhteys asennuskohtaan ja kuuloyhteys asennusryhmään. Mikäli asennushetkellä sää on kovin tuulinen, parvekkeen noston aikana alhaalla tulee olla jonkun henkilön ohjailemassa parvekettä ohjausköyden avulla, jotta nosto ja asennus voidaan suorittaa turvallisesti. [35.]



Kuva 26. Ulokeparvekkeen asennus [36.]

Nostoissa (kuva 26) tulee varata riittävästi tilaa asennustyölle ja varmistaa ettei nostoreitillä ole mitään tiellä. Ennen nostoa tulee selvittää se, miten elementin paino jakautuu raksin haaroille ja tarvittaessa tehdä koenostoja, jotta varmistutaan, että elementti pysyy vakaana. Parveke-elementin tulee pysyä vaakatasossa koko asennusajan.

Ulokeparvekkeen nostoilte käytettävälle nostimelle tulee ennen asennustyön aloittamista olla tehtynä kunnossapitotarkastus ja pystytyspöytäkirja. Ulokeparvekkeen nosto tapahtuu ainoastaan osoitetuista nostolenkeistä. [35.]

6.4 Laadun varmistus

Teräsulokeparvekkeiden asennustoleranssien ollessa pienet on kiinnikeosien asennustyössä oltava huolellinen. Jotta teräsulokeparvekkeen jälkiasennustyöt onnistuvat, kiinnikeosien asentamiselle on suoritettava laadun varmistus.



Kuva 27. Schöck kiinnikeosan asennus [37.]

Ennen kiinnikeosien asennusta (kuva 27) tulee tarkistaa, etteivät kiinnikeosat ole vahingoittuneet. Kun kiinnikeosat ja lisäraudoitus on asennettu paikalleen, suoritetaan tarkistusmittaukset ennen betonivalua. [3.]

Betonivalu tulee suorittaa huolella täyryttäen sekä varmistaa ettei kiinnikeosa pääse liikkumaan työn aikana. Betonivalulle suoritetaan tarpeelliset jälkihoidot ja seurataan lujudenkehitystä. Kun betoni on saavuttanut suunnitelmien mukaisen lujuden, kiinnikeosa on valmis parvekkeen kuormituksille.

Ennen teräsulokeparveke-elementin asennusta suoritetaan vielä tarkistusmittaus, jotta varmistetaan, että kappaleet osuvat kohdilleen. Kun elementti on asennettu, suoritetaan viimeiset tarkistukset ennen kuin parveketta voidaan alkaa kuormittaa. [3.]

7 Yhteenveto

Tämän työn tuloksena syntyi teräsulokeparvekkeiden suunnittelu- ja asennusohje, joka käsittelee NCC-parvekeosaa ja raportti, jossa esitellään teräsulokeparvekkeen suunnittelua yleisesti. Tämä raportti toimii myös tukena NCC-parvekeosan suunnittelussa. Vaikka itse insinööriyön tarkoituksena oli tehdä NCC-parvekeosaan liittyen teräsulokeparvekkeiden suunnittelu- ja asennusohje, tämä raportti käsitteli suunnitteluun ja asentukseen liittyviä asioita yleisellä tasolla salassapitovaatimuksien vuoksi.

Teräsulokeparvekkeiden etu verrattuna betonisiin ulokeparvekkeisiin on niiden keveys ja mahdollisuus suorittaa parveke-elementin asennus jälkikäteen kun muut rakenteet on saatu tehtyä. Teräsulokeparvekkeiden asennuksessa ei tarvita myöskään samanlaisia väliaikaisia tuentoja kuten betonirakenteissa ja tämä säästää paljon aikaa sekä helpottaa työmaaoloja.

Teräsulokeparvekkeiden suunnittelu ei eroa juurikaan betonisten parvekkeiden suunnittelusta. Samat tarkastelut ja periaatteet vallitsevat kummassakin tapauksessa. Toki betonisen parvekelaatasta tulevat rasitukset ovat suuremmat ja kiinnittäminen kantavaan runkoon tapahtuu erilaisilla kiinnikeosilla.

Teräsulokeparvekkeiden suunnittelun tärkeimpiä asioita on ymmärtää se, miten parvekkeelta tulevat rasitukset siirtyvät kantaville rakenteille ja minkälaisia rasituksia kannatinosille kohdistuu.

Teräsulokeparvekkeiden kannatinosien asennuksessa tulee olla hyvin tarkka pienten asennustoleranssien takia. Asennustyön tarkkuus onkin hyvin tärkeää jokaisessa vaiheessa, sillä jo pienet poikkeamat voivat joissain tilanteissa estää parveke-elementin asentamisen.

Lähteet

- 1 Betonielementtiparvekkeet, Betoniteollisuus ry. Luettu 31.1.2016
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/Haku?term=parveke>
- 2 Jutta Karvonen, 2014, Kokeellinen selvitys teräsulokeparvekkeen ja kerrostalon elementtirungon välisestä liitoksesta, Espoo, Diplomityö
- 3 Asiantuntijalausunto, Ville Sikanen Optiplan Oy, 25.1.2016 – 4.3.2016
- 4 SFS-EN 1990, 2006, Rakenteiden suunnitteluperusteet, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 5 Schöck, Luettu 4.3.2016, http://www.schock-us.com/en_us/solutions/further-applications-304
- 6 E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennusten paloturvallisuus, Määräykset ja ohjeet, Luettu 31.1.2016, <http://www.finlex.fi/data/normit/10530-37-3762-4.pdf>
- 7 Schöck, Kylmäsiltaopas, Luettu 31.1.2016,
<http://www.schoeck.fi/fi/172?q=kylm%C3%A4siltaopas&c=sitesearch>
- 8 Betoninormikortti 23, luettu 5.2.2016,
<http://www.betoniyhdistys.fi/julkaisut/betoninormikortit.html>
- 9 Markus Halkola, Tero Sundström, Janne Ranki, 2007, Asuinkerrostalon parvekkeet, Esitelmä, Luettu 4.3.2016,
https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/134098/mod_folder/content/0/Lis%C3%A4materiaali/Vanhoja%20seminaarit%C3%B6it%C3%A4/Asuinrakennusten_parvekerakenteet_k07.pdf?forcedownload=1
- 10 Päivi Väisänen, 2007, Teräs Perustietoa arkkitehtiopiskelijoille, Espoo, TKK Arkkitehtiosasto Rakennusaineoppi
- 11 Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus, 2010, Teräsrakeneyhdistys ry
- 12 SFS-EN 1993-1-9, 2009, Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-9: Väsyminen, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 13 Tekniikan kaavasto, 2005, Hämeenlinna, Amk-Kustannus Oy
- 14 SFS-EN 1993-1-9, 2005, Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten mitoitus, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto

- 15 SFS-EN 1993-1-1, 2010, Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 16 Schöck.fi, Luettu 7.2.2016,
http://www.schoeck.fi/upload/files/download/Schoeck_Isokorb_varmennettu_ka_yttoehje_BY_5_B_EC_2_nro._10_ja_47%5B4999%5D.pdf
- 17 SFS-EN 1168+A3, 2012, Betonivalmisosat. Ontelolaatat, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 18 Markku Varis ja Pekka Vuorinen, Insinööritoimisto Finnmap Consulting Oy, Luettu 31.1.2016,
http://www.betoni.com/Download/21790/BL_2001_1_s50_55.pdf
- 19 SFS-EN 1992-1-1+A1+AC, 2015, Betonirakenteiden suunnittelu, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 20 Kuvalähde, Luettu 28.2.2016,
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13920/paikallavalettujen%20ulok_eparvekkeiden%20uusiminen.pdf?sequence=1
- 21 Theseus.fi, Elementtiparvekkeet ja niiden kannatus, Luettu 31.1.2016,
<https://www.theseus.fi/handle/10024/12410>
- 22 Kuvalähde, Paroc, Luettu 31.1.2016 http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/palo/terasrakenteiden-palosuojaus?sc_lang=fi-FI
- 23 SFS-EN 1993-1-2, 2005, Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Rakenteen palomitoitus, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 24 C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Lämmöneristys, Luettu 31.1.2016,
http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma
- 25 Fysiikka 2-3 lämpö, aallot, 2005, Jyväskylä, Tammi
- 26 Kuvalähde, Luettu 2.7.2016,
<https://www.google.fi/imgres?imgurl=http://www.therightfulrecital.com/wp-content/uploads/2013/12/ruler.jpg&imgrefurl=http://www.therightfulrecital.com/2013/12/05/ibn-al-jazaris-muqaddimah-part-7a-how-sounds-are-for-med/&h=300&w=904&tbnid=ZDCAR7B9HQpIAM:&docid=YqFisFoDajMwIM&ei=H1u3Vvu6JMa7swGUI7XADq&tbn=isch&ved=0ahUKEwi7xrvR9OXKAhXG3SwKHZRLDegQMwgaKAEwAQ>

- 27 Teräsnormikortti 11, Luettu 4.3.2016,
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/normikortit/>
- 28 SFS-EN 1991-1-4+AC+A1, 2011, Rakenteiden kuormat, Helsinki, Suomen standardisoimisliitto
- 29 RT tuotetieto, Luettu 31.1.2016,
<http://www.rtuotetieto.fi/rakennustuotteet/runkorakennustuotteet/vesikatteet/vesikatetuotteet/sadevesijarjestelmat/42342/vesiset-parvekkeen-sisapuolinen-vedenpoisto-uudisrakentamiseen>
- 30 Kuvalähde, Kouruset Oy, Luettu 31.1.2016,
<http://www.kouruset.fi/vesisettutuotteet-parvekevedenpoisto-2>
- 31 Mika Fallström, 2014, Asuinkerrostalon teräsulokeparvekkeen turvallisuus ja käyttöikä, Espoo, Diplomityö
- 32 Finlex, Luettu 31.1.2016, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- 33 Finlex, Luettu 7.2.2016, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>
- 34 Kuvalähde, Luettu 2.7.2016,
<http://www.miersconstructionproducts.co.uk/product/schock-isokorb-type-ks-concrete-to-steel-steel-to-steel/>
- 35 Elementtisuunnittelu.fi, Luettu 10.3.2016,
[http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet?term=elementin asennusohje](http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet?term=elementin%20asennusohje)
- 36 Kuvalähde, luettu 28.2.2016, <http://www.cm-rakentajat.com/parvekkeet.htm>
- 37 Kuvalähde, Luettu, 28.2.2016, <http://www.schoeck-blog.de/2015/12/einbauhilfe-fuer-isokorb-typ-ksqs-fuer-frei-ausragende-stahltraeger-an-stahlbeton/>