

Ulokeparvekeratkaisujen tekninen toteutus ja kustannusvaikutukset

Tuomas Tantu

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2020
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tekijä(t) Tanttu, Tuomas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä huhtikuu 2020
	Sivumäärä 48	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Ulokeparvekeratkaisujen tekninen toteutus ja kustannusvaikutukset		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Jukka Konttinen, Hannu Haapamaa		
Toimeksiantaja(t) Ville Kupiainen / NCC Suomi Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen taustalla oli tarve selvittää Jyväskylässä sijaitsevalle JVA Pellonreunan työmaalle kustannustehokkain parveke- ja tuentakokonaisuus. Tutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa eri ratkaisuista tulevia kohteita varten.</p> <p>JVA Pellonreunan kohteessa rakenneratkaisuna käytettiin betoniparvekelaattaa liitettynä ulokeparvekeraudoitteella parvekkeen kohdalla sijaitsevaan kuorilaattaan. Vertailuun otettiin mukaan myös betoniulokeparvekkeen liittäminen kololaattaan, kuitubetonilaatta, ripustettu parveke sekä itsekantava parveke. Työnaikaista tuentaa vaativien parvekeratkaisujen tuentakustannukset laskettiin kahdella eri tuentaratkaisulla.</p> <p>Työssä tehtiin vertailutaulukko, johon laskettiin kohteen materiaali- ja työmenekit sekä selvitettiin tarjousten perusteella materiaali- ja tuentakalustokustannukset. Vertailutaulukon avulla saatiin tieto, mistä eri toteutustapojen kustannukset koostuvat sekä lopullinen kustannusvertailu.</p> <p>Esimerkkikohteessa toteutettu ratkaisu betoniulokeparveke liitettynä ulokeparvekeraudoitteella kuorilaattaan oli kustannustehokkain vaihtoehto ulokeparvekeratkaisusta, kun tuentana päällekkäisillä parvekkeilla oli Multiprop-tuenta ja ylhäällä sijaitsevat parvekkeet tuettiin tukitorneilla. Itsekantava parveke olisi kuitenkin tullut edullisemmaksi, mikäli se olisi ollut mahdollista toteuttaa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) parvekkeet, betonielementit, ulokeparveke		
Muut tiedot <i>Liitteet 1,2,3,4,5,6 ja 7 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17 ja 20, yrityksen liike- tai ammatillisalaisuus. Salassapitoaika kymmenen (10) vuotta, salassapito päättyy 2.10.2029.</i>		

Author(s) Tanttu, Tuomas	Type of publication Bachelor's thesis	Date April 2020
	Number of pages 48	Language of publication: Finnish
		Permission for web publication: x
Title of publication Technical implementation and cost effects in different cantilever balcony solutions		
Degree programme Construction and Civil Engineering		
Supervisor(s) Konttinen, Jukka; Haapamaa, Hannu		
Assigned by Kupiainen, Ville / NCC Suomi Oy		
<p>Abstract</p> <p>Study was based on the need to find the most cost-effective balcony and support package for the JVA Pellonreuna site in Jyväskylä. The goal of the study was to gather information on different solutions for future projects.</p> <p>On the JVA Pellonreuna site, a concrete balcony slab was used as the structural solution, connected to a shuttering slab with reinforcements. In addition, connecting the concrete balcony slab to a recessed slab, a fiber concrete slab, a hung balcony and a self-supporting balcony was included in the comparison as well. The support costs of balcony solutions that require support during the construction process were calculated by using two different support solutions.</p> <p>The material and labor costs of the target were calculated and marked to a computation table. The material and support equipment costs were studied based on tenders. The computation table provided information on the cost structure of different balcony solutions and the final cost comparison.</p> <p>The most cost-efficient balcony solution was the cantilever concrete balcony which was connected to a shuttering slab with reinforcements. When Multiprop support was used for balconies in the same vertical line and the upper balconies were supported with support towers. This solution was also used on JVA Pellonreuna site. The self-supporting balcony would have been cheaper if it had been feasible.</p>		
<p>Keywords (subjects)</p> <p>balconies, precast concrete, cantilever balcony</p>		
<p>Miscellaneous Confidential information must be marked clearly stating which appendixes are confidential and what the confidentiality is based on and how long the period of secrecy is. For example: Appendixes 1,2,3, 4,5,6 and 7 are confidential and they have been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17 and 20: business or professional secret. Period of secrecy is ten years and it ends 2.10.2029.</p>		

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Työn tavoitteet	3
1.2	Työn rajaus	4
2	Parveketyypit ja kannatus.....	5
2.1	Ulokeparveke.....	6
2.2	Itsekantavat parvekkeet	8
2.3	Ripustetut parvekkeet	8
3	Parvekkeiden rakenneratkaisut	9
3.1	Betoniparvekelaatta	9
3.1.1	Kuorilaatta-ulokeparvekeraudoite-betoniparvekelaatta.....	10
3.1.2	Kololaatta-ulokeparvekeraudoite-betoniparvekelaatta	12
3.1.3	Betoniparvekelaatan asennus	13
3.2	Kuitubetonilaatta.....	14
3.3	Ripustettu valmisparveke	16
3.4	Itsekantava parveke.....	18
4	Ulokeparvekkeiden työnaikainen tuenta.....	21
5	Esimerkkihankke JVA Pellonreuna	27
6	Kustannusvertailu.....	31
7	Johtopäätökset.....	34
8	Yhteenveto.....	37
	Lähteet	39

Kuviot

Kuvio 1.	Parveketyypit	5
Kuvio 2.	Schöck Isokorb KXT-lämmöneristyslementti.....	6
Kuvio 3.	Schöck IDock-järjestelmän työvaiheet	7
Kuvio 4.	Ulokeparvekelaatta Schöck Isokorb KXT- liitososalla.....	10
Kuvio 5.	Periaatekuva liittolaatan ja ontelolaatan liitoksesta.....	11
Kuvio 6.	Periaatekuva kuitubetonilaatan kannatuksesta.....	15
Kuvio 7.	Periaatekuva ripustetun parvekkeen kannatuksesta	17
Kuvio 8.	Periaatekuva itsekantavan parvekkeen sidonnasta rakennuksen runkoon ..	19
Kuvio 9.	MultiProp tuenta	22
Kuvio 10.	Holvituenta	23
Kuvio 11.	Kuvassa ensimmäisenä 8. kerroksen tukitorni ja viimeisenä 6. kerroksen tukitorni.....	24

Kuvio 12. Variokit-tuenta	25
Kuvio 13. Betonin lujuuden kehitys.....	27
Kuvio 14. Havainnekuva JVA Pellonreunan E- ja F-taloista.....	28
Kuvio 15. Raudoitettu kuorilaatta	29
Kuvio 16. Vasemmalla tukitornilla tuettu laatta ja oikealla MultiProp-tuennalla tuettu parvekelinja	30

Taulukot

Taulukko 1. Parvekeratkaisujen keskeisimmät huomioitavat asiat.....	38
---	----

1 Johdanto

NCC on ruotsalainen rakennus- ja kiinteistöalan yritys. Yritys kehittää ja rakentaa asuntoja ja liikekiinteistöjä sekä rakentaa julkisia rakennuksia ja teollisuuslaitoksia. Opinnäytetyö tehtiin NCC Suomi Oy:n Keski-Suomen alueyksikölle.

Opinnäytetyössä vertaillaan JVA Pellonreunan kerrostalokohteeseen eri ulokeparvekeratkaisuja ja niiden kustannusvaikutuksia. Tarkoituksena ei ollut vertailla eri toimijoiden kustannuseroja vaan eri rakenneratkaisuista aiheutuvia kustannuksia. Vertailuun otettiin mukaan myös itsekantava parvekerakenne ja ripustettu valmisparveke, jotta saatiin nämäkin ratkaisut mukaan tulevia kohteita ajatellen.

JVA Pellonreunaan sisältyy kaksi betonielementtirunkoista 8-kerroksista taloa, joissa asuntoja on yhteensä 89 kappaletta. Ulokeparvekkeita JVA Pellonreunan taloissa on kaikkiaan 56 kappaletta. Valtaosa parvekkeista on sijoitettu pystysuoriin linjoihin, mutta kohteeseen sisältyy myös yksittäisiä korkealla sijaitsevia parvekkeita. Työssä tutkittiin, mikä ratkaisu olisi työmaatoteutuksen ja materiaalien kannalta kustannustehokkain ratkaisu ja mitä vaikutuksia eri ratkaisuilla on risteäviin työvaiheisiin.

Työssä hyödynnettiin Jyväskylän alueella tarjouslaskennassa olleiden kohteiden tarjouksia eri rakenneratkaisuille sekä pyydettiin tarjoukset vaihtoehtoisille toteutustavoille. Näiden avulla laskettiin kustannukset JVA Pellonreunan kohteelle. Tämän työn kirjallisessa osuudessa ei käsitellä kustannustietoja, vaan ne ovat salassa pidettävässä liiteaineistossa.

1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on parantaa toimeksiantajan kustannustehokkuutta ulokeparvekeratkaisujen toteutuksessa ja selvittää mikä olisi kokonaistaloudellisesti

paras rakenne- ja tuentakokonaisuus JVA Pellonreunan kaltaisessa kohteessa. Kohteesta riippuen muuttujia on paljon ja tässä työssä on tavoitteena ottaa kantaa mitkä tekijät puoltavat mitäkin toteutusvaihtoehtoa. Tavoitteena on, että tutkimusta voidaan hyödyntää tulevien kohteiden laskentaan, suunnittelun ohjaukseen sekä työmaatoteutukseen.

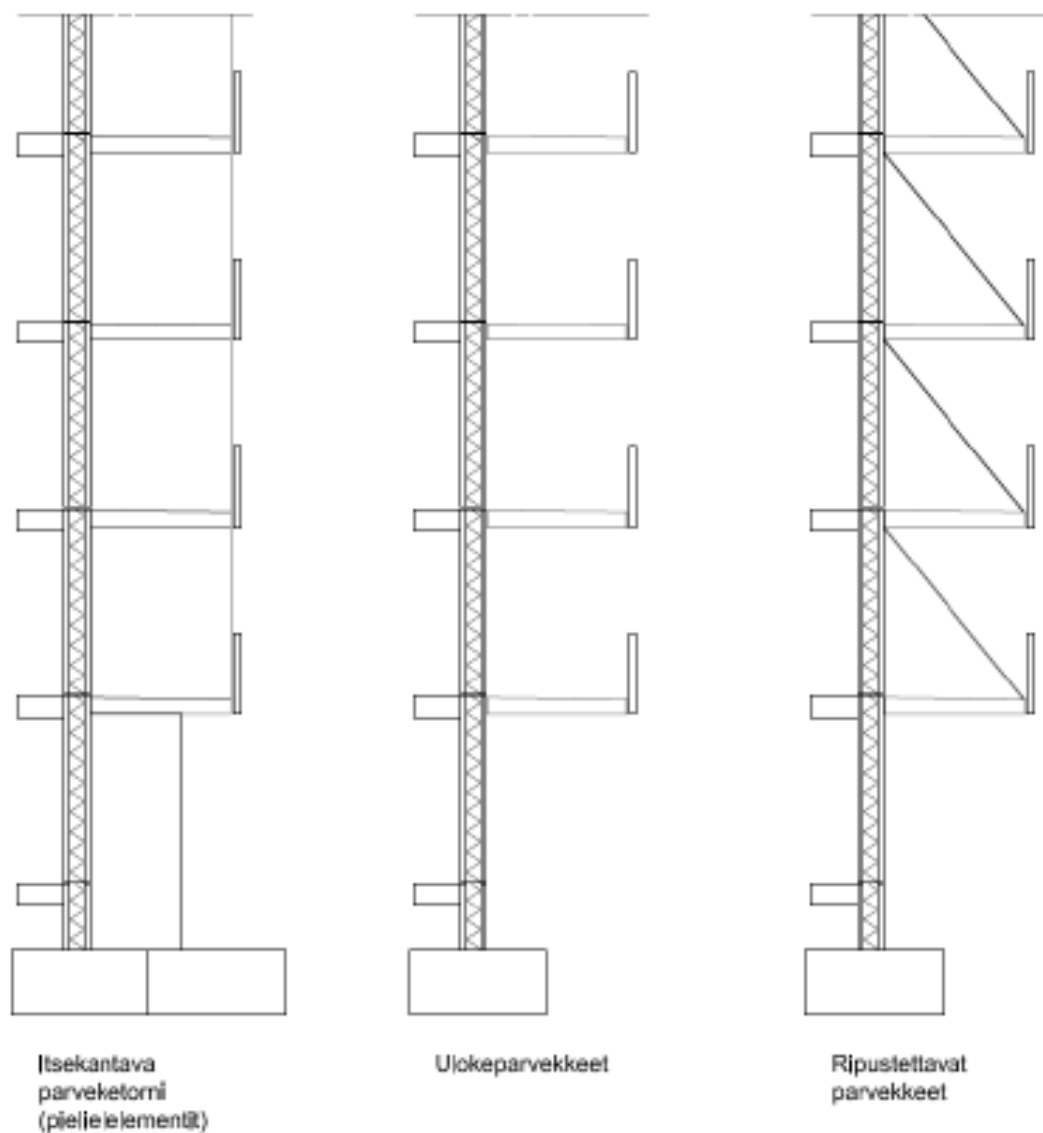
1.2 Työn rajaus

Työssä tutkittiin viittä eri rakennevaihtoehtoa sekä kahta eri tuentaratkaisua JVA Pellonreunan parvekekokonaisuudelle ja selvitettiin mikä näistä olisi kustannusten kannalta järkevin toteutustapa. Työssä välipohjaratkaisuksi vertailuun otettiin mukaan toteutus kuorilaatalla, kololaatalla tai ohuemmalla ontelolaatalla niiden parvekeratkaisujen osalta, jotka vaativat kiinnityksen välipohjarakenteeseen. Työssä ei huomioida muuttuvien olosuhteiden, kuten sään vaikutusta toteutukselle, vaan asiaa tutkitaan vakio-olosuhteissa. Olosuhteet vaikuttavat esimerkiksi paikallavaletun betonin lujuuden kehitykseen ja tätä kautta tuentakaluston vuokra-aikaan. Tässä työssä betonin lujuuden kehityksen oletetaan tapahtuvan +5 °C betonille.

Kokonaiskustannuksiin vaikuttavat eri parvekeratkaisuista aiheutuvat materiaali-, työ- ja tuentakalustokustannukset. Tuentakaluston mahdollisia työkonetta vaativia siirtoja ei oteta laskelmissa huomioon. Työssä vertailuun otettiin mukaan myös itsekantavaparveke sekä ripustettu parveke, vaikka tutkittavassa kohteessa näitä ei olisi voitu toteuttaa. NCC on kehittänyt oman teräsulokeparvekkeen, mutta tämä vaihtoehto rajattiin työn ulkopuolelle. Tässä työssä ei oteta kantaa sisäänvedettyihin parvekeratkaisuihin, eikä JVA Pellonreunan parvekkeisiin tehtyihin sivuseinärakenteisiin ja lasituksiin. Suuressa kohteessa tuentakaluston keventäminen jälkituennaksi säästäisi kustannuksissa, mutta tässä työssä oletetaan tuennan olevan sama koko työvaiheen ajan.

2 Parveketyypit ja kannatus

Parvekkeiden rakennejärjestelmät ryhmitellään niiden rakennemallin ja sijoittelun mukaan. Parvekejärjestelmissä käytettäviä rakennemalleja ovat itsekantavat parvekkeet, ulokeparvekkeet sekä ripustetut parvekkeet. (Ks. kuvio 1.) Parvekkeet jaetaan niiden sijoittelun perusteella sisäänvedettyihin- ja rungon ulkopuolisiin parvekkeisiin. Parvekkeen koko määrittää puhutaanko pitkistä parvekkeista vai pienparvekkeista (Betonielementtiparvekkeet 2010, 3-4.)

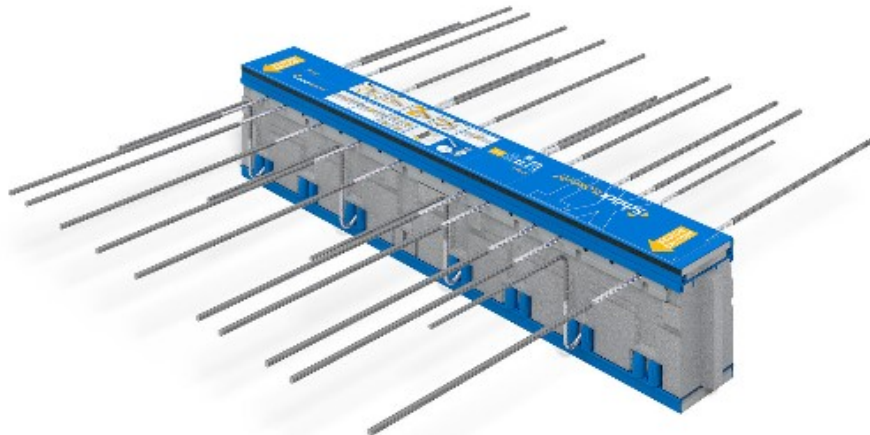


Kuvio 1. Parveketyypit (Betonielementtiparvekkeet 2010, 3)

2.1 Ulokeparveke

Ulokeparveke on parveketyyppi, jossa ei ole pystyrakenteita ja sen sijoittelu julkisivulla on vapaampaa kuin itsekantavilla parvekkeilla. Ulokeparvekkeita on mahdollista toteuttaa myös yksittäisinä parvekkeina. Ulokeparvekkeen kannatus tehdään kantavasta välipohjalaatastosta. Kannatus voidaan toteuttaa vakioituilla kannatusratkaisuilla, jotka ovat lämpötekniisesti järkeviä ratkaisuja varsinkin isoissa parvekkeissa. Toisena vaihtoehtona kannatukselle on toteuttaa se teräsprofiileilla, mutta nämä aiheuttavat isoja kylmäsiltoja eristekerroksen läpi. Ulokeparvekkeen syvyyttä rajoittaa mitoituksessa taipuma ja värähtely. (Betonielementtiparvekkeet 2010, 17-18.)

Tässä opinnäytetyössä ulokeparvekkeille tutkitaan kahta vaihtoehtoista kannatustapaa. Vaihtoehtoina ovat JVA Pellonreunassa käytetty kuvion 2 mukainen Schöck Isokorb KXT-ankurointijärjestelmä, joka liitetään kuorilaattaan tai kololaattaan tehtävään paikallavaluun, ja kuitubetonilaatan kanssa käytettävä tapauskohtaisesti suunniteltava teräsosa.



Kuvio 2. Schöck Isokorb KXT-lämmöneristyslementti (Isokorb-lämmöneristyslementit N.d.)

Schöck Isokorb KXT-ankkurointijärjestelmällä varustettu betoniparvekelaatta on mahdollista liittää jälkiasenteisena Schöck IDock-järjestelmään. (Ks. kuvio 3.) Schöck IDock-liitososa kiinnitetään välipohjan raudoituksen yhteydessä paikalleen ja valetaan välipohjaan kiinni.

Schöck IDock-järjestelmän etuna on, että parvekelaatat voidaan jälkiasentaa ja niitä voidaan kuormittaa jo vuorokauden kuluttua asennuksesta. Tämä vaihtoehto mahdollistaa siis lyhyemmän vuokra-ajan tuentakalustolle (Schöck suunnitteluohje 2018, 6.) Tämä vaihtoehto on kuitenkin rajattu kustannusvertailun ulkopuolelle.

Asennusvaihe 1



IDock®-elementti asetetaan paikalleen ja kiinnitetään raudoitukseen. Tarvittava yläraudoitus sijoitetaan kohtisuoraan IDock®-kouruelementtiin nähden ja samansuuntaisesti IDock®-reunaelementin kanssa.

Asennusvaihe 2



IDock®-elementti kiinnitetään niin, ettei se nouse ylöspäin betonilaatan valun aikana. Reuna- ja kouruelementit poistetaan betonilaatan kovettuttua.

Asennusvaihe 3



Kun kourut on puhdistettu, Schöck Isokorb®-osalla varustettu parveke-elementti asetetaan kouruihin. Kouruissa on runsaasti säätötoleranssia optimaalista liitosta varten.

Asennusvaihe 4



Kourut täytetään valumassalla ja annetaan kovettua. Ulkolämpötilasta ja voimien muodostumisesta riippuen parvekkeen täysi kuormituskapasiteetti saavutetaan 24 tunnin kuluttua.

Kuvio 3. Schöck IDock-järjestelmän työvaiheet (Schöck esite- jälkiasennetut betoniparvekkeet 2018)

2.2 Itsekantavat parvekkeet

Itsekantavan parvekkeen sijoittelussa on rajoitteita, sillä niiden asennus on tehtävä päällekkäin alimman parvekkeen linjaan. Itsekantavan parvekkeen tuenta tapahtuu perustuksista, joko pilareilla tai pieliseinillä. Lisäksi parvekkeet tuetaan kerroksittain rakennuksen runkoon. Pilarit toteutetaan yleisesti yhden kerroksen korkuisina, mutta pilareita voidaan tehdä myös useamman kerroksen korkuisina, jos ne sijoitetaan laatan ulkopuolelle. Tässä parvekeratkaisussa voidaan myös yhdistää erilaisia kannatustapoja. Parvekkeen sivut voidaan tukea pilareilla tai pieliseinillä ja takareuna tai toinen sivu tuetaan rakennuksen runkoon. (Betonielementtiparvekkeet 2010, 16.)

Yleisesti kiinnitys runkoon tehdään ruostumattomasta teräksestä valmistetulla parvekesaranalla, joka sallii rakenteelle aiheutuvat pakkoliikkeet. Kiinnitys voidaan tehdä myös tapauskohtaisesti mitoitetulla teräsosalla, mutta lämmöneristeen läpäisevät teräsosat on valmistettava aina ruostumattomasta teräksestä. Kiinnitysosien vaikuttavia tekijöitä ovat mm. vaakavoimien suuruus, pakkoliikkeet, asennukseen liittyvät tekijät sekä kustannukset. Pakkoliikkeitä aiheuttavat mm. perustusten epätasaiset painumat ja lämpö- sekä kosteusliikkeet. Etuna tällä parveketyyppillä ovat käyttömahdollisuudet ulkoseinätyypistä ja runkojärjestelmästä riippumatta. (mt.)

2.3 Ripustetut parvekkeet

Ripustettujen parvekkeiden edut ovat samat kuin ulokeparvekkeilla, mutta parvekelaatta kannatetaan ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla vetotangoilla tai pieliseinillä. Vetotangot ankkuroidaan rakennuksen kantavaan runkoon. Parvekelaattaan vetotangot kiinnitetään teräsprofiilin avulla, jossa on valmiit vetotangon kiinnitysosat. Parvekelaatta tuetaan takareunasta teräsosien avulla, joko rakennuksen runkoon tai kantavaan sisäkuoreen. Vetotangot on mahdollista sijoittaa parvekkeen ulko- tai sisäpuolelle. Vetotangoissa käytetään ruostumatonta terästä,

jotta saavutetaan riittävä palonkesto ilman palosuojamaalausta
(Betonielementtiparvekkeet 2010, 19.)

3 Parvekkeiden rakenneratkaisut

Tässä kappaleessa tutkitaan parvekkeiden rakenneratkaisuja. Vertailuun otettiin mukaan betoniparvekelaatta, kuitubetonilaatta, ripustettu valmisparveke ja itsekantava parveke.

3.1 Betoniparvekelaatta

Betoniparvekelaatta on teräsbetonista valmistettu elementti, jonka paksuus kiilamallisena on yleensä 220 mm ohuimmassa reunassa. Kuppimallisen laatan paksuus on 240 tai 260 mm. Vedenpoistojärjestelmä määrittää laatan yläpinnan muotoilun. Suositeltavin vaihtoehto on etureunaan kallistettu kiilalaatta. Kiilalaatta mahdollistaa varmemman kosteusteknisen toimivuuden ja helpomman työmaatekniikan. (Betonielementtiparvekkeet 2010, 20.) Elementtitehtaalla laataan asennetaan ulokeparvekeraudoite, jonka avulla parvekelaatta liitetään työmaalla välipohjarakenteeseen. (Ks. kuvio 4.)



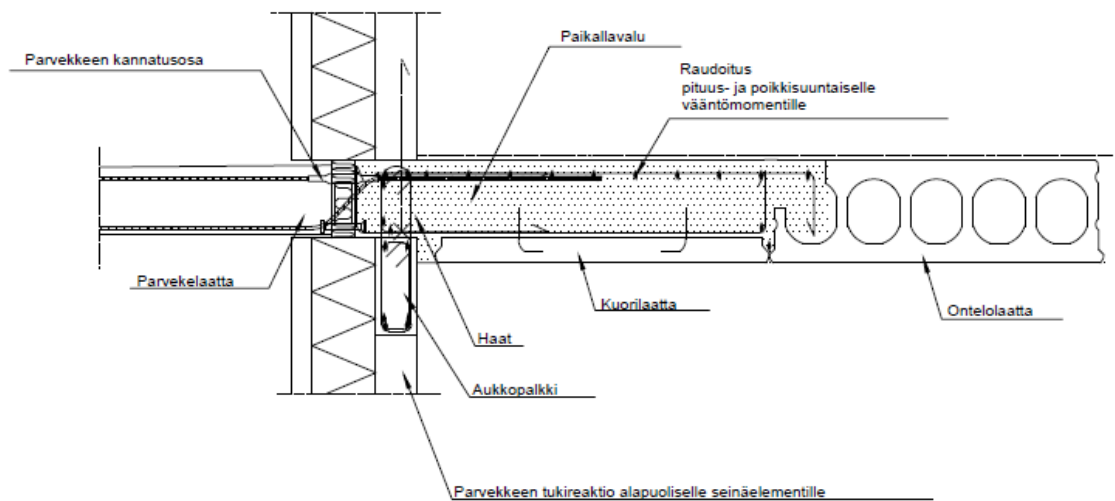
Kuvio 4. Ulokeparvekelaatta Schöck Isokorb KXT- liitososalla (JVA Pellonreuna valokuvat 2019)

3.1.1 Kuorilaatta-ulokeparvekeradoite-betoniparvekelaatta

Kuorilaatta tarkoittaa ohutta esijännitettyä umpilaattaelementtiä. Kuorilaatta toimii käytännössä muottina paikallavalettavalle betonille. Paikallavalu ja kuorilaatta toimivat liittorakenteena, jonka pääraudoitus sijaitsee kuorilaatassa. Paikallavalu liitetään kuorilaattaan ansaiden avulla, jotka toimivat myös laatan nostolenkkeinä. Vakioleveys kuorilaatalle on 1200 mm. (Kuorilaatat, N.d.)

Parvekelaatan liitokselle kuorilaattaan on asetettu tiettyjä rajoituksia. Parvekelaatan suurin sallittu leveys saa olla 2200 mm ja suurin pituus 6000 mm. Ulokeparveketta kannattelevan kuorilaatan suurimmaksi jänneväliksi sallitaan enintään 9600 mm. Kokonaispaksuudeksi laatastolle ilman pintarakenteita tulee 370 mm. Ulokeparvekkeen sijaitessa laatan päädysässä, suositellaan kuorilaatan käyttöä (Parma ontelolaatat 2018, 37.)

Kuorilaatan pintavalu ankkuroidaan rakennesuunnittelijan määrittämällä tavalla viereisen ontelolaatan avattuun onteloon alla olevan periaatekuvan 5 mukaisesti.



Kuvio 5. Periaatekuva liittolaatan ja ontelolaatan liitoksesta (Parman ontelolaatastot suunnitteluohje 2018, 37)

Parveke- ja kuorilaattojen työnaikaisesta tuennasta on huolehdittava rakennesuunnittelijan laatimien ohjeiden mukaisesti. Tuenta vaaditaan niin kauan, kunnes paikallavalettu betoni on saavuttanut riittävän lujuuden. Yleensä vaaditaan vähintään 60% nimellislujuudesta, ellei suunnitelmissa mainita toisin (Betonirakenteiden työmaatoteutus 2019, 108.) Rakenteen katsotaan kuitenkin toimivan liittorakenteena vasta, kun paikallavalu on saavuttanut nimellislujuudestaan 80% (Betonirakenteiden työmaatoteutus 2019, 299). Kuorilaattojen työnaikainen tuenta estää laattojen taipumista, kiertymistä ja hammastusta (Kuorilaatat, N.d).

Ulokeparvekeraudoitteella toteutetussa ratkaisussa parvekkeen tukireaktion on siirryttävä alapuoliselle seinärakenteelle. Poikkeustapauksissa voi olla mahdollista siirtää tukireaktio tai osa siitä laatastolle (Parma ontelolaatastot 2018, 37.)

Ulokeparvekeraudoitteena käytetään valmista liitososaa. JVA Pellonreunassa kannatusratkaisuna käytetty Schöck Isokorb KXT-ankkurointijärjestelmä siirtää ulokeparveke-elementille kohdistuvat momentti- ja leikkausvoimat rakenteisiin. Ankkurointijärjestelmässä on ultrakestävästä betonista valmistettu puristus pala, joka ottaa vastaan kannatusratkaisulle kohdistuvaa puristusvoimaa (Isokorb lämmöneristuselementit, N.d.) Puristuspalan keskimääräinen puristuslujuus on 122 MPa (Schöck Isokorb varmennettu käyttöseloste BY 5 B EC2 nro 10 KXT ja QXT). Eristekerroksen läpi menevät teräsosat on valmistettava ruostumattomasta teräksestä. (Betonielementtiparvekkeet 2010, 18.)

3.1.2 Kololaatta-ulokeparvekeraudoite-betoniparvekelaatta

Ontelolaatta on esijännitetty elementti, jonka pituussuunnassa kulkevat rakennetta keventävät ontelot. Ontelolaatan lujuus on yleensä C40-C70 MPa.

Elementtisuunnittelu.fi sivuston mukaan ontelolaatoista käytetään esimerkiksi merkintää O37, jossa numero tarkoittaa laatan korkeutena tässä tapauksessa 370 mm. Parman mukaan vastaava laatta nimetään merkinnällä P37. Kylpyhuoneiden rakenteita varten on kehitetty laattatyypit, joihin on mahdollista tehdä syvennyksiä kallistusvaluja ja talotekniikkaa varten. (Ontelolaatat N.d.) Tätä laattatyyppiä kutsutaan kololaataksi ja sen merkinnän perään tulee kirjain K.

Laataan tehtävän syvennyksen korkeus vaihtelee tapauskohtaisesti. Syvennyksen leveys on 1200 mm tai 600 mm laatan poikittaissuunnassa. Syvennyksen sijainti ja pituus on pituussuunnassa vapaasti valittavissa. Maksimipituudeksi syvennykselle suositellaan kolmea metriä (mt.)

Ulokeparvekkeen kohdalle suositellaan kuorilaattaa, mutta kylpyhuonesyvennetyn ontelolaatan käyttö on mahdollista erikoistapauksissa. (Parma ontelolaatat 2018, 37.)

Ulokeparvekkeesta aiheutuva momentti muodostaa vaakasuoran voimaparin, jossa yläreunaan aiheutuu vetoa ja alareunaan puristusta. Yläreunaan aiheutuva veto

ankkuroidaan parvekkeen kannatusosan vetoteräksillä laatastoon tehtävään paikallavaluun ja alareunan puristus siirtyy kannatusosan välityksellä laatastolle. Voimapari aiheuttaa reunimmaisille laatoille myös vääntöä, pystysuuntaisen ja poikittaisen taivutuksen lisäksi. Ontelolaatan vääntökestävyys on ainoastaan ala- ja yläkannasten varassa. Rakenteen toiminnan kannalta on olennaista, että reunimmaisten laattojen paikallavalu sekä poikittainen rauditus ankkuroidaan täyskorkeaan ontelolaattaan. Tämä jakaa vääntörasitusta useammalle laatalle (Häyrinen 2012.)

Käytettäessä reunimmaisina laattoina kololaattoja P37K ja syvennys on vain parvekkeen pituudella, väännön osalta määrääväksi tekijäksi muodostuu syvennyksen ulkopuolisen ontelopoikkileikkauksen vääntökestävyys. Kuorilaatalla tehdyssä rakenteessa taas paikallavalettu umpipoikkileikkaus ulottuu koko jännevälin matkalle ja rakenteella on näin ollen parempi vääntökestävyys. Näistä syistä ulokeparvekkeen kohdalla suositellaan käytettäväksi kuorilaattaa raskaiden ulokeparvekkeiden kohdalla (mt.)

Kololaatalla toteutettu välipohjarakenne ei vaadi työnaikaista tuentaa (Heikkinen 2020).

3.1.3 Betoniparvekelaatan asennus

Parvekelaatan asennuksessa on huomioitava toimituksen ajankohta työmaalle, jotta ylimääräiseltä välivarastoinnilta vältytään. Välivarastointi aiheuttaa ylimääräisiä nostoja ja vaatii varastointitilaa. Lisäksi parvekkeen asentaminen suoraan paikalleen vähentää mahdollisia materiaalivaurioita (Rompassaari 2020.)

Asennettavien parvekelaattojen kohdalle kasataan tuentakalusto valmiiksi ennen elementtien toimitusta. Laattoihin asennetaan mahdollisuuksien mukaan putoamissuojaus ennen niiden asennusta. Parveke-elementti nostetaan työmaalla tuentakaluston päälle ja tuetaan paikalleen niin, että valupaine tai muut asennukseen liittyvät työvaiheet eivät pääse liikuttamaan laattaa pois oikealta

paikaltaan. Parvekkeen liitos välipohjaan raudoitetaan rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan (mt.)

Laattojen sijainti on syytä tarkistusmitata ennen valua ja varmistaa suunnittelijan määrittämä esikorotuksen suuruus. Jälkikäteen asennettavat parvekelasitukset eivät salli suuria mittapoikkeamia parvekelinjoissa. Mikäli työ tehdään talviaikaan, on huomioitava välipohjalaatan lämmitys ja lumen sekä jään poisto valettavalta alueelta. Valun jälkihoidosta, kuten suojauksesta ja lämmityksestä on myös huolehdittava. (mt.)

3.2 Kuitubetonilaatta

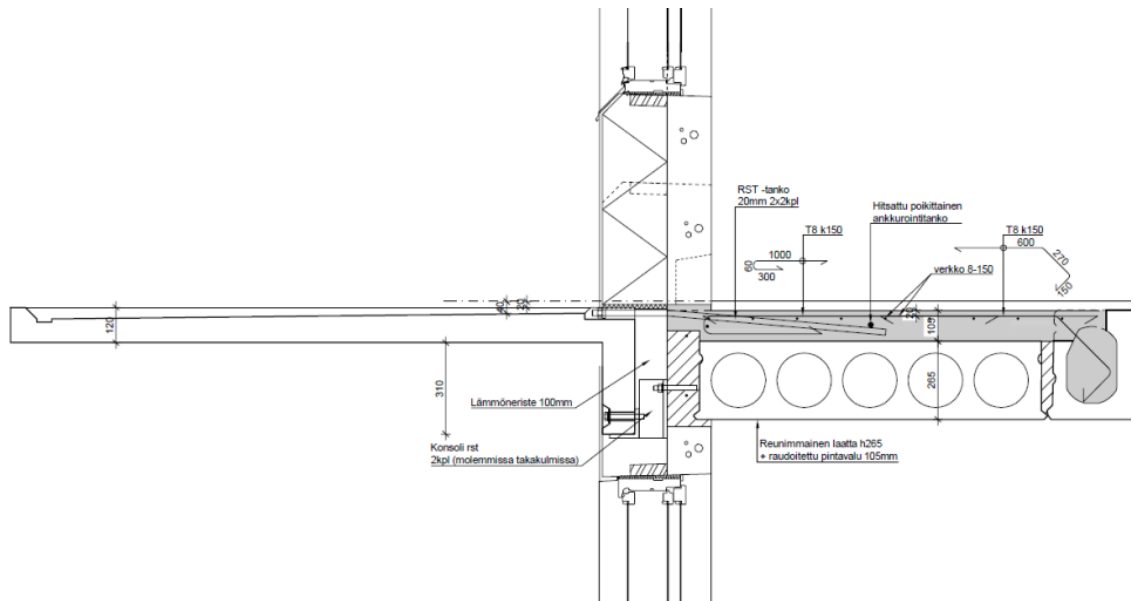
Tanskalainen Hi-Con A/S valmistaa ultrakorkealuuskuitubetonisia elementtejä. Ultrakorkealuuskuitubetonin etuna on mahdollisuus hyödyntää ohuempia rakenteita, jolloin omapainot jäävät pieniksi. Pienet omapainot puolestaan mahdollistavat suuremmat pinta-alat parvekelaatoille. Parvekelaattojen lujuuksi valmistaja ilmoittaa 140 MPa. Parvekkeen etuna nähdään myös asennettavuus ilman työnaikaista tuentaa. (Hi-Con parvekkeet, N.d.)

Suomessa kuitubetoniparvekkeita on käytetty muutamissa kohteissa, mutta NCC:n toteuttamissa kohteissa näitä ei vielä ole käytetty. Kuitubetonilaattoja on yleisemmin käytetty LO-Rakenteiden teräsrunkoisten parvekkeiden laattoina. Maailmalla ulokeparvekkeita on toteutettu jo huomattavasti enemmän.

Laatoissa käytettävä korkealuuskuitubetoni on teräskuiduilla vahvistettua komposiittia eli CRC (Compact Reinforced Composite). Tässä betonissa sitkeys saavutetaan suurella määrällä lyhyitä, jäykkiä ja vahvoja kuituja (CRC Technology, N.d).

Hi-Con-parvekkeet ja niissä käytettävät teräskannakkeet suunnitellaan tapauskohtaisesti, jotta jokaiseen kohteeseen löydetään niihin parhaiten soveltuvat

ratkaisut (Manninen 2020). Kuviossa 6 esitetty periaatekuva laskelmissa käytetystä ratkaisusta.



Kuvio 6. Periaatekuva kuitubetonilaatan kannatuksesta (Manninen 2020)

Ontelolaatta-teräskannake-kuitubetonilaatta

Käytettäessä kuitubetonilaattaa ulokeparvekkeena, reunimmaisena ontelolaattana parvekkeen kohdalla käytetään P27, muun ontelokentän ollessa P37. Matalan ontelolaatan päälle asennetaan rauditus ja parvekkeen vaatimat teräsosat. Parvekkeen kiinnityksen vaatima rauditus ankkuroidaan matalan laatan vieressä sijaitsevan P37-laatan puhkaistuun onteloon. Ontelolaatan pintavalu toteutetaan samalla tavalla kuin betoniparvekelaatan kanssa. Kuitubetonista valmistetut parvekelaatat ovat jälkiasennettavia ja työn aikaista tuentakalustoa ei vaadita.

Kuitubetonilaatan asennus

Hi-Conin parveketoimitus sisältää kannakkeiden ja ulokeparvekkeiden suunnittelun, toimituksen sekä asennuksen. Asennus sisältää myös elementtien nostokaluston.

Parvekkeiden teräskannakkeet asennetaan paikalleen rakennuksen runkovaiheen yhteydessä. Tämä mahdollistaa parvekelaatalle jälkiasennuksen sekä asennuksen ilman tuentakalustoa, kun välipohjarakenne on saavuttanut riittävän lujuuden. Parvekeovien ja -ikkunoiden asennus sekä paikallamuurattavan julkisivun työt on mahdollista tehdä ennen laatan asennusta (Hicon schock animation, N.d.) Tämä mahdollistaa esimerkiksi muuraustelineiden teon suoraan seinälinjaan, kun parvekelaattoja ei ole vielä asennettu. Keskimäärin asennusryhmä asentaa parvekkeita noin 8-12 kappaletta työvuorossa.

3.3 Ripustettu valmisparveke

Eri valmistajilla on erilaisia kannatustapoja ripustetuille parvekkeille. Parvekkeet voidaan kannattaa esimerkiksi suoraan rakennuksen kantavasta rungosta tai runkoon kiinnitetystä teräspilareista. Tässä työssä vertailtavaksi ratkaisuksi valittiin LO-Rakenteen teräsrunkoinen kevytparveke ripustettuna ratkaisuna. Kevytparvekkeiden etuna on jälkiasennettavuus ja betonilaattoja pienemmät omapainot.

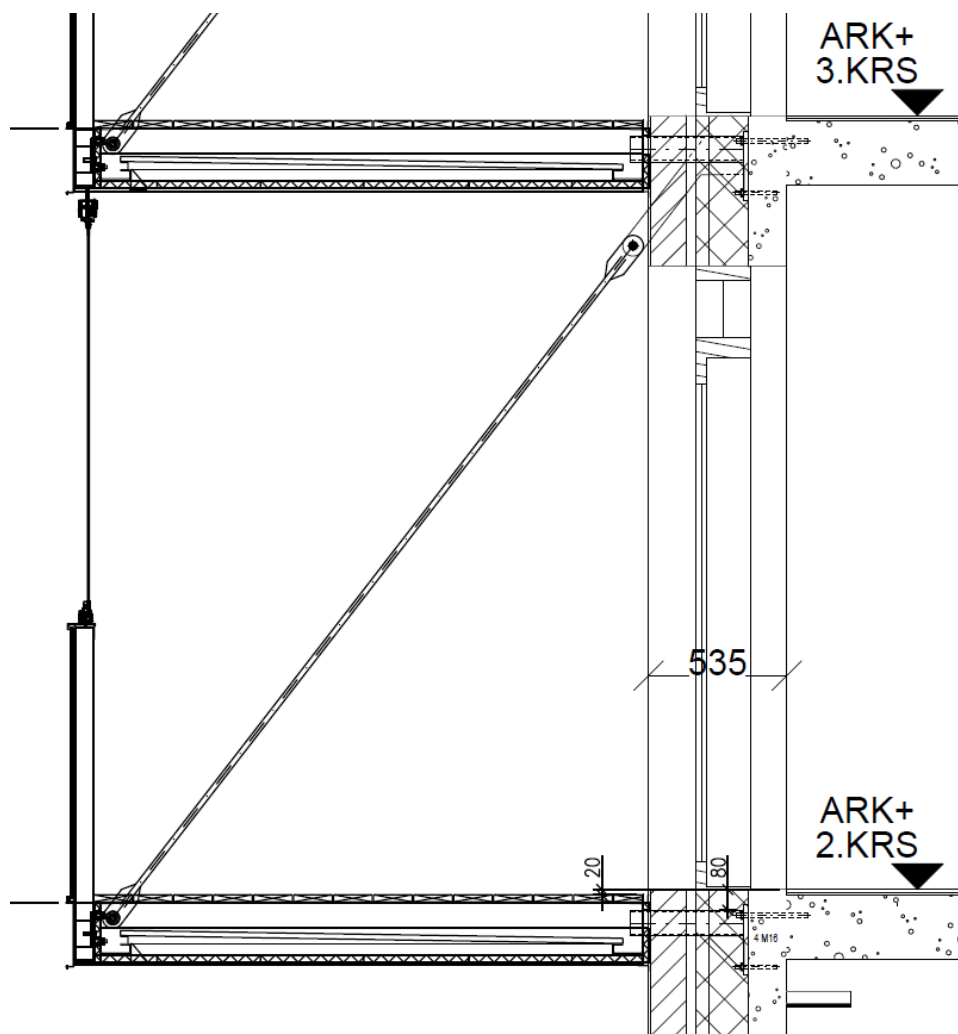
LO-Rakenteen Frame- ja Producta-parvekejärjestelmissä kantavana rakenteena toimii ruudukon mallinen teräsrunko, joka perustuu särmättyyn reunaprofiiliin.

Kevytparvekkeiden lattiamateriaalina on komposiittiterassilankku ja Frame-parvekejärjestelmässä myös korkealujuuskuitubetonilaatan käyttö on mahdollista. Parvekelaattojen omapaino on Producta-parvekkeella n. 1,0 kN/m² ja korkealujuuskuitubetonilaatalla toteutetulla Frame-parvekkeella n. 2,5 kN/m² (Karimies 2020.)

Parvekkeen suunnittelussa on keskitytty sen asennettavuuteen, monikäyttöisyyteen, kiinnittämiseen erilaisiin runkorakenteisiin ja asennustoleranssien kasvattamiseen. Muotoiltu reunaprofiili mahdollistaa joustavan käytön kaiteiden ja vetotankojen kiinnitykselle ja lisäksi profiili toimii sadevesijärjestelmän osana. Parvekejärjestelmä on tarkoitettu uudisrakentamiseen, mutta sen käyttö on mahdollista myös

korjausrakentamisessa. Frame-parveke voidaan toteuttaa ripustettuna-, ulokkeena- tai itsekantavana ratkaisuna (Frame-parveke N.d.)

”Ripustetun kevytparvekkeen kannatuksiksi rungosta riittää 150mm paksu julkisivun sisäkuorielementti, joka sidotaan vetoteräksillä parvekettä kannattavien konsolien kohdalta ontelolaattavälipohjaan” (Karimies 2020). Periaatekuva parvekkeen kannatuksesta on esitetty kuviossa 7.



Kuvio 7. Periaatekuva ripustetun parvekkeen kannatuksesta (Karimies 2020)

Kevytparvekkeiden asennus

LO-Rakenteen parveketoimitukseen sisältyy suunnittelu, valmistus sekä asennus nostoineen. Parvekkeen konsolit kiinnitetään kemiallisilla ankkureilla sisäkuorielementtiin ennen julkisivun muuraustöitä. Parvekelaatat kiinnitetään muuraustöiden jälkeen ennalta asennettuihin konsoleihin (Karimies 2020.)

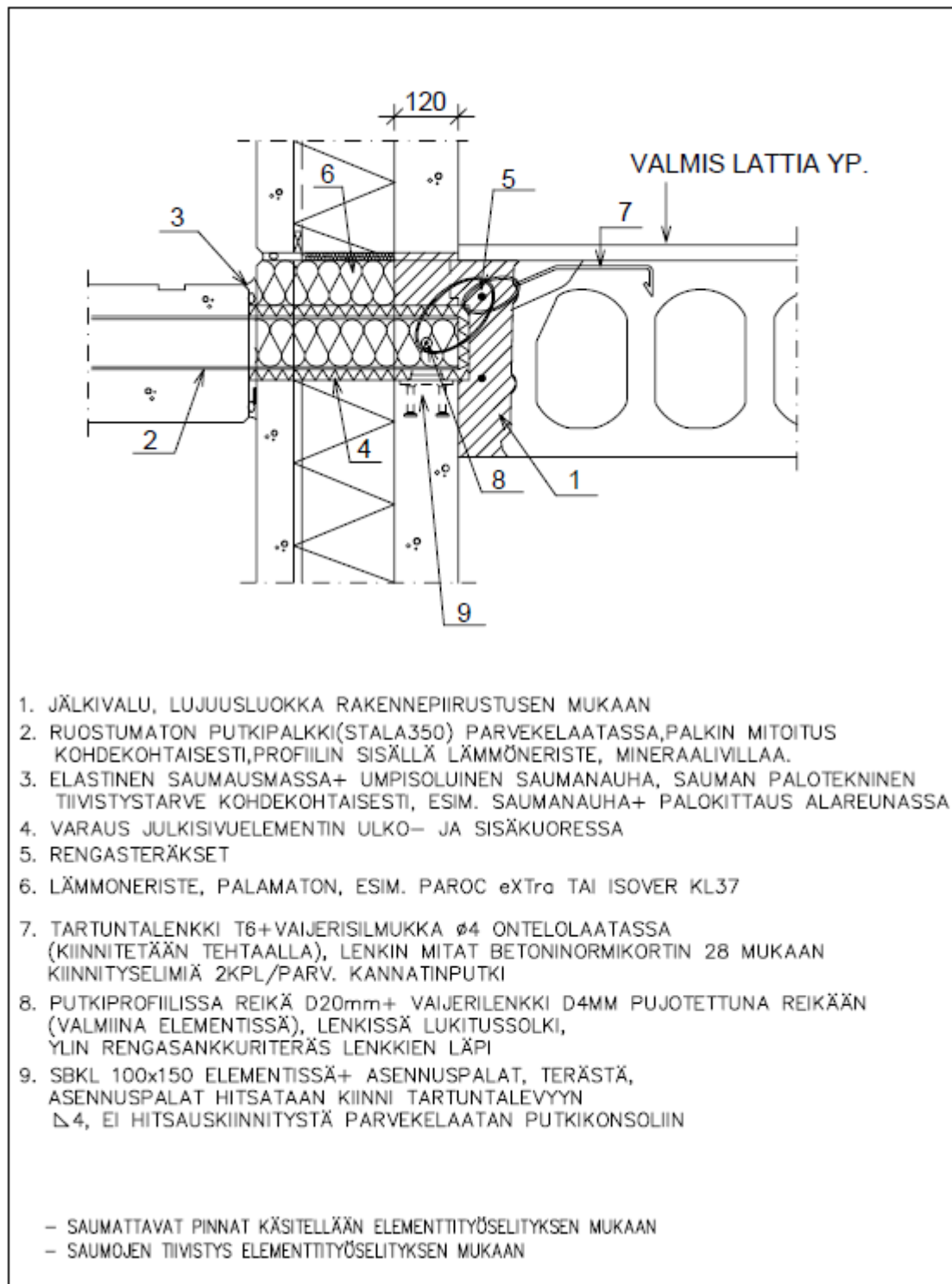
Ripustetut kevytparvekkeet eivät vaadi työnaikaista tuentaa ja jälkiasenteisina niistä ei aiheudu haittaa risteäville työvaiheille.

3.4 Itsekantava parveke

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan itsekantavana parvekkeena rakennetta, jossa parvekkeen etulaita on tuettu teräspilareilla ja takareuna tukeutuu rakennuksen kantavaan sisäkuoreen. Teräspilarit tehdään yhden kerroksen korkuisina ja parvekelaatat asennetaan pilarien päälle. Itsekantavan parvekkeen etuna on, että työnaikaista tuentaa ei tarvita, eikä parvekerakenne vaikuta välipohjan rakenneratkaisuun.

Alimman kerroksen pilarit on kiinnitettävä momenttijäykästi, mikäli pilarit sijaitsevat törmäysalttiilla paikalla ja pilareiden perustusten on liityttävä rakennuksen jatkuvaan anturaan (Betonielementtiparvekkeet 2010, 17.) Anturoiden sekä alimpien kerrosten pilarien mitoituksessa on huomioitava, että kuormat kertyvät koko parvekelinjan korkeudelta. Parvekkeiden jäykistys toteutetaan ankkuroimalla parvekelaatat kerroksittain rakennuksen runkoon ulkoseinän lävistävillä kiinnikkeillä.

Tässä opinnäytetyössä tutkittavassa ratkaisussa parvekelaatan kiinnitys kantavaan runkoon tapahtuu putkiprofiileilla. Putkiprofiilit sidotaan välipohjalaatastoon tartuntalenkkien ja rengasterästen avulla. (Ks. kuvio 8.)



Kuvio 8. Periaatekuva itsekantavan parvekkeen sidonnasta rakennuksen runkoon (Huttunen 2020)

JVA Pellonreunan kaltaisessa kohteessa kuitenkin ylhäällä sijaitsevat yksittäiset tai muutaman parvekkeen korkuiset linjat on toteutettava ulokeparvekkeena tai ripustettuna parvekkeena. Tämän työn kustannusvertailussa tutkitaan kokonaisuutta, jossa pystysuorat alhaalta alkavat linjat toteutetaan itsekantavana rakenteena ja ylhäältä alkavien parvekkeiden rakenneratkaisuna on kuorilaatta-ulokeparvekeraudoite-betoniparvekelaatta.

Rakenneratkaisu ulokeparvekkeille vaatii ylhäältä alkaville linjoille kuorilaattojen tuennan perustuksista asti sekä tuennan parvekelaatoille. Tuenta-aika on kuitenkin lyhyempi kuin kokonaan ulokeparvekkeilla tehtävässä kokonaisuudessa.

Itsekantavan parvekkeen asennus

Parvekelaattaa kannattelevat pilarit asennetaan saman kerroksen rungon yhteydessä ja pilarit tuetaan elementtitiilla pystysuoraan oikeille paikoilleen. Pilareiden asennuksessa on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä käyttämään nostoankkureita, jotka olisi mahdollista irrottaa ilman nousua kaiteiden yläpuolelle. Tällä varmistetaan työvaiheen työturvallisuus. Mikäli nostoraksit on käytävä irrottamassa pilarin päästä, työssä on käytettävä turvalajaita. Asennuksen jälkeen teräspilarit valetaan täyteen rakennebetonilla ja valunyhteydessä asennetaan tartuntateräkset seuraavan kerroksen pilareita varten (Huttunen 2020.)

Kantavassa sisäkuorielementeissä on valmiit syvennykset laattaelementin liitososien kohdalla. Näille kohdilla on myös kiinnityslevyt, joiden päälle asennetaan korokepalat. Mahdollisia kustannuksia voi aiheutua, jos elementeissä olevat syvennykset eivät ole täysin parvekekannakkeen kohdalla tai syvennykset ovat niin ahtaat, että niitä joudutaan suurentamaan raudoituksen mahdollistamiseksi. Kohteesta riippuen rakennesuunnittelija on voinut määritellä asennuspalat hitsattavaksi kiinni tartuntalevyihin. Hitsaus aiheuttaa lisää työtä asennukseen ja vaatii elementeissä olevien eristeiden huolellisen suojauksen. Nämä työt aiheuttavat lisää asennuskustannuksia (mt.)

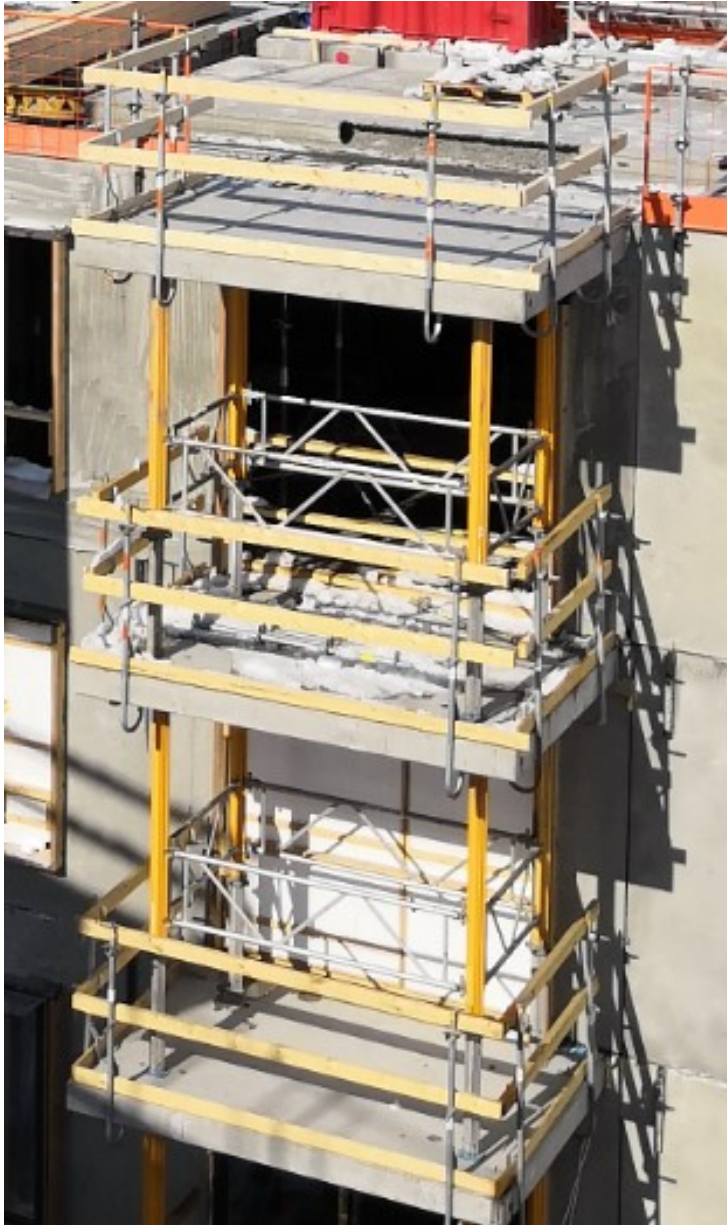
Ennen parvekelaattojen asennusta on varmistettava, että eristettä on koko puukon matkalla. Mikäli eristettä ei ole riittävästi, rakenteeseen pääsee muodostumaan kylmäsilta. Parvekelaattaan asennetaan mahdollisuuksien mukaan kaiteet maassa ennen sen paikalleen nostoa (mt.)

Parvekelaatta nostetaan pilareiden päälle ja sen kiinnitykset rakennuksen runkoon sekä eristykset tehdään rakennesuunnittelijan määrittelemien suunnitelmien mukaisesti.

4 Ulokeparvekkeiden työnaikainen tuenta

Välipohjaan liitettävät ulokeparvekkeet vaativat työnaikaisen tuennan, kunnes parvekerakenne on saavuttanut riittävän lujuuden sille kohdistuvia kuormia vastaan. Tuennassa on huomioitava työnaikainen kuormitus, joka aiheutuu ylempien kerrosten kuormista. Myös parvekkeelle aiheutuvat työnaikaiset lumikuomat on huomioitava tuentakaluston mitoituksessa. Parvekkeista tulevat kuormitukset on johdettava rakennuksen perustuksiin. Tuennoissa on huomioitava rakennesuunnittelijan määrittelemä esikorotus.

Tässä työssä tutkitaan kahta Perin tarjoamaa tuentaratkaisua JVA Pellonreunan ulokeparvekkeille. Päällekkäisille parvekkeille tuentaratkaisuna on Multiprop-holvituenta, jossa MRK-kehien avulla on kasattu parvekekohtaiset tukitornit. MRK-kehät sitovat yksittäiset holvituet yhdeksi paketiksi. Ylimmän laatan kuormat siirtyvät holvitukien välityksellä alapuoleiselle laatalle ja tästä taas alempiin tuentoihin. (Ks. kuvio 9.)



Kuvio 9. MultiProp tuenta (JVA Pellonreuna valokuvat 2019)

Multiprop-tukitornit on mahdollista kasata maassa valmiiksi, yhden laatan kannattelevaksi kokonaisuudeksi, joka nostetaan nosturilla alemman kerroksen laatan päälle. Työturvallisuuden kannalta parempi ratkaisu on maassa kasaaminen, mutta tornit on mahdollista kasata myös asennuspaikalla. Tässä vaihtoehdossa on huomioitava putoamissuojaus joko kaiteilla tai turvavaljailta. Maassa kasaaminen on

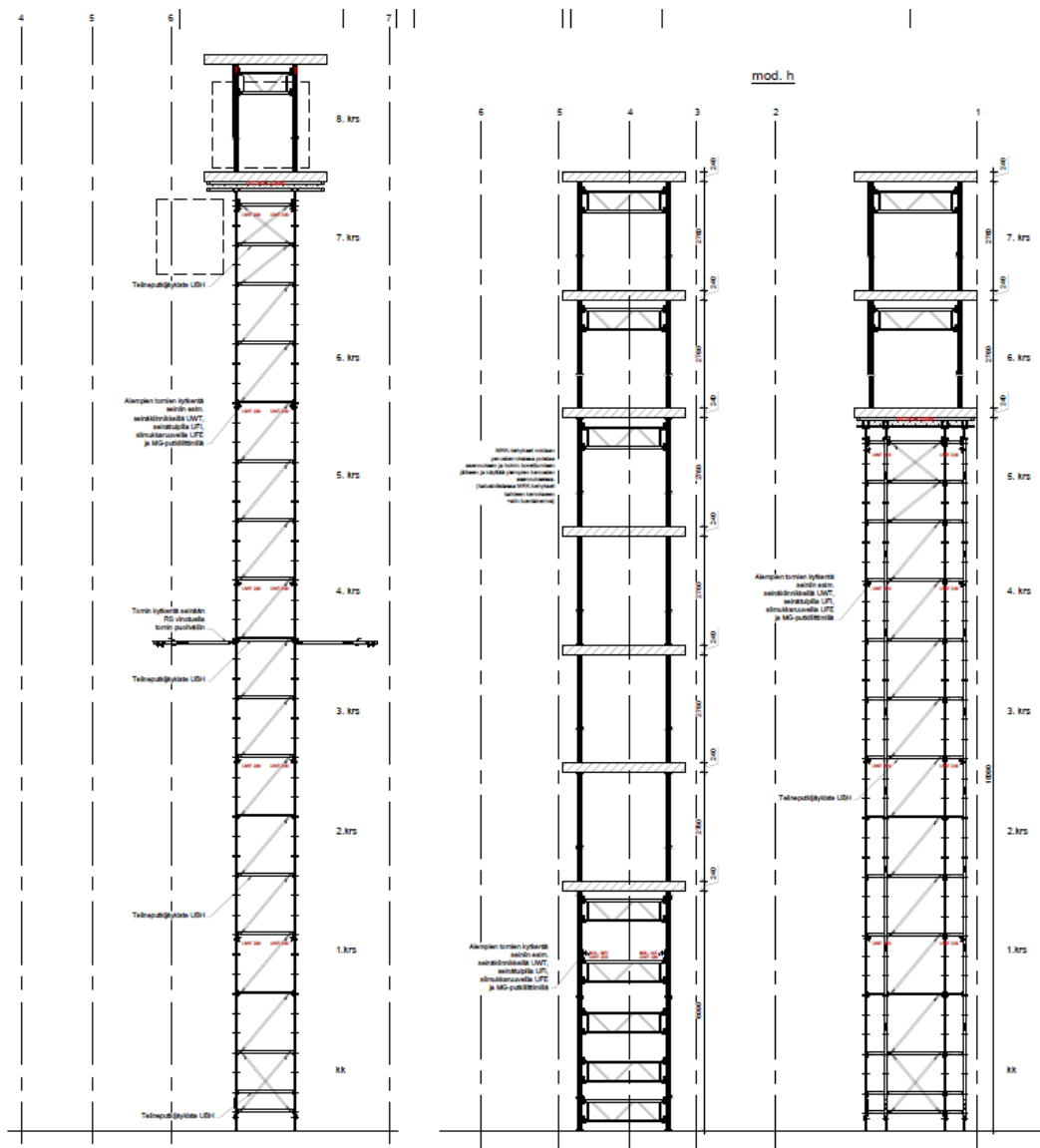
myös kustannustehokkaampi tapa toimia ja sillä voidaan välttää ylimääräisiä tuentakaluston välivarastointeja työkohteessa.

Holvin tuenta toteutettiin Multiflex-holvituennalla. (Ks. kuvio 10.) Yhden parvekkeen tuentaan sisältyi ontelolaattakentän jännevälin pituuden mukaan yksi tai kaksi tuentayksikköä. Yhteen tuentayksikköön sisältyi kaksi holvitukea asennustuilla ja yksi palkki. Holvituet on asennettava kerroksittain samaan linjaan ja kuormat johdettava perustuksille. Rakennesuunnittelija määrittää vaadittavan tuennan määrän. Holvituennat puretaan parvekkeiden tuentojen kanssa samanaikaisesti ylhäältä alkaen.



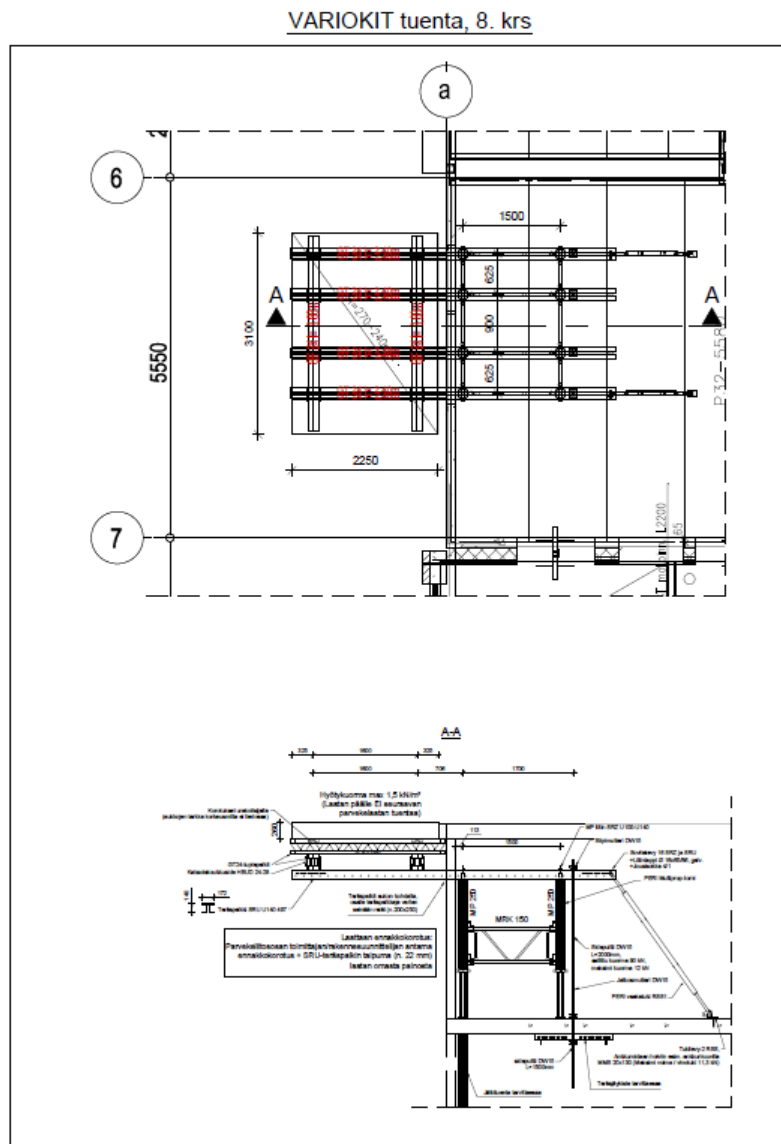
Kuvio 10. Holvituenta (JVA Pellonreuna valokuvat 2019)

Korkealle sijaitseville parvekkeille tuentavaihtoehtoja on kaksi. Ensimmäinen ja esimerkkityyppömaalla käytetty ratkaisu on tukitornit. (Ks. kuvio 11.) Tukitornit kasataan perustuksista aina asennettavaan laattaan asti ja sidotaan väliltä rakennuksen runkoon. Tällä menetelmällä tuettavia parvekkeita kohteessa oli molemmissa taloissa kahdella parvekelinjalla. Matalampi tukitorni kasattiin perustuksista viidennen kerroksen kattoon ja korkeampi 7. kerroksen kattoon. Näiden yläpuolella olevat laatat tuettiin Multiprop-tuennalla. Tuentakalusto täytyy pitää paikallaan niin kauan, että ylin laatta on saavuttanut vaaditun lujuuden.



Kuvio 11. Kuvassa ensimmäisenä 8. kerroksen tukitorni ja viimeisenä 6. kerroksen tukitorni (NCC urakka-asiakirjat 2018)

Toisena toteutusvaihtoehtona korkealla sijaitseville parvekkeille oli Perin tarjoama Variokit. (Ks. kuvio 12.) Tässä tuennassa välipohjan päälle kasataan Multiprop-tukitorni, jonka päälle asennetaan ikkuna-aukosta läpimenevät ja parvekelaatan alle ulottuvat teräspalkit. Teräspalkit ankkuroidaan elementtitukien avulla välipohjaan. Teräspalkkien päälle tehdään riittävät korotukset ristikkäisillä palkeilla, jotta parvekelaatta saadaan asennettua oikeaan korkoon. Tuennan korossa on huomioitava rakennesuunnittelijan määrittämä esikorotus.



Kuvio 12. Variokit-tuenta (NCC urakka-asiakirjat 2018)

Jokaiselle tuettavalle laatalle on tehtävä oma Variokit-tuenta, koska kuormitus ja painumat lasketaan yhden parvekelaatan painolle. Tuentakalustoa on mahdollista kierrättää, kun laatat ovat saavuttaneet riittävän lujuuden (Huhdanpää 2020.)

Tässä opinnäytetyössä ei laskennallisesti huomioida tuentakaluston kierrätystä, sillä taloja rakennetaan yhtä aikaa ja kaikki Variokit-tuennat tulevat 5.- 8. kerrokseen.

Lujuuden kehitys ja määrittäminen

Betonin lujuuden kehitykseen ja sen nopeuteen vaikuttavat tekijät ovat koostumus ja säilytysolosuhteet. Betonin koostumukseen vaikuttavat rakennesuunnittelijan määrittelemät kovettuneen betonin ominaisuudet lujuuden, säilyvyyden ja suunnittelun kannalta. Lujuudenkehitykseen vaikuttavat käytetty sementtilaatu, seosaineet, vesi-sementtisuhte, lisäaineet sekä käytetty kiviaines.

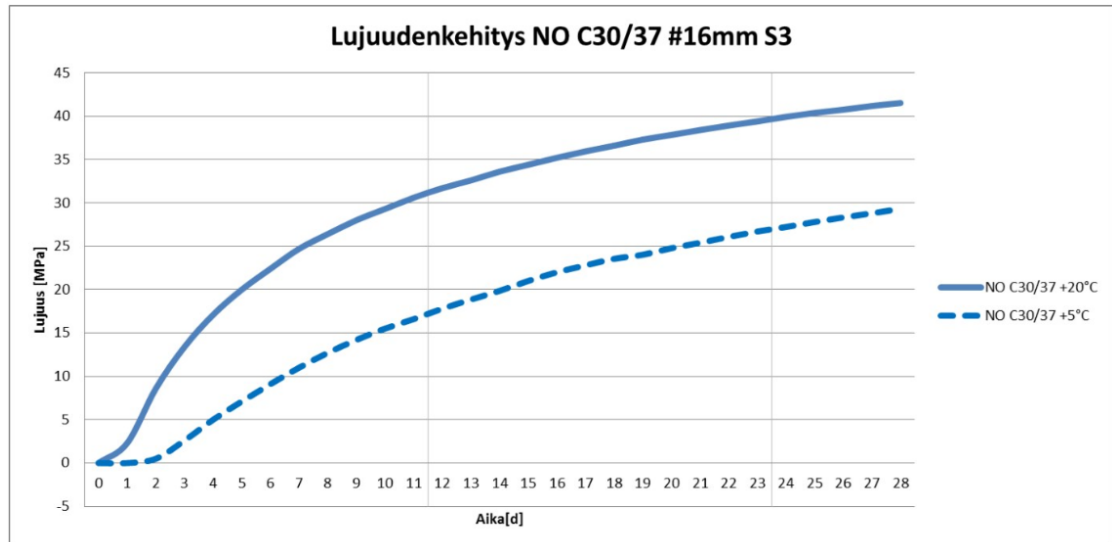
Säilytysolosuhteista betonin lujuudenkehityksen kannalta tärkeimmät ovat betonin lämpötila ja riittävä kosteus. Betonin lämpötilaan vaikuttavia tekijöitä ovat betonin koostumus, massan lämpötila, rakenteen koko ja sääolosuhteet. (Betonirakenteiden työmaatoteutus 2019, 104-105.)

Ennen tuentakaluston purkua täytyy luotettavasti todeta, että valettu betoni on saavuttanut riittävän lujuuden sille kohdistuvia rasituksia vastaan. Betonin on saavutettava yleensä vähintään 60% nimellislajuudesta, ellei suunnitelmissa ole toisin mainittu. (Betonirakenteiden työmaatoteutus 2019, 108.)

Betonin lämpötilaa seuraamalla pystytään määrittämään laskennallisesti betonin lujuudenkehitys. Lämpötilan mittaus on suoritettava oletetusti rakenteen kylmimmästä kohdasta, jossa lujuuden kehitys on hitainta. (Betonirakenteiden työmaatoteutus 2019, 106.)

JVA Pellonreunan työmaalla parvekkeiden kohdalla käytettävissä kuorilaatoissa betoniksi oli määritelty C30/37, XC2, #16mm, S3. Parvekelaatan tuennan poisto ja kuormitus sallittiin, kun betoni oli saavuttanut vähintään C25/30 lujuuden.

Valuihin asennettiin lämmityskaapelit ja lämpötila-anturit sillä kyseisessä kohteessa työtä suoritettiin talvella. Tässä työssä ei oteta kantaa, tapahtuuko betonointityö talvi- vai kesäaikaan. Tuentakaluston vuokra-aika määräytyy ylimmän kuorilaatan paikallavalun lujuuden kehityksen mukaan ja tässä työssä se on laskettu kuvion 13 mukaisesti +5 asteiselle betonille.



Kuvio 13. Betonin lujuuden kehitys (Lumme 2017, 6)

5 Esimerkkihankke JVA Pellonreuna

JVA Pellonreunan rakennushanke sisältää E- ja F-talojen rakentamisen sekä erillisellä LPA-alueella sijaitsevan pysäköintirakennuksen ja pihojen rakentamisen. Rakennuksien perustukset on paalutettu ja kantavana runkona toimii teräsbetonelementit. Rungon villoitus ja paikallamuurattu julkisivu on tehty sääsuojan alla. Välipohjana rakennuksissa on ontelolaattakenttä ja parvekkeiden kohdalla kuorilaatat, joiden päälle on tehty paikallavalu. Porrashuoneissa välipohjana on massiivilaatat (NCC urakka-asiakirjat 2018.) Alla havainnekuva JVA Pellonreunan taloista. (Ks. kuvio 14.)



Kuvio 14. Havainnekuva JVA Pellonreunan E- ja F-taloista (NCC urakka-asiakirjat 2018)

Molemmissa rakennuksissa on kellarikerros, 7 asuinkerrosta ja ullakotila, jossa sijaitsevat IV-konehuoneet ja kerhotilat. E-rakennuksessa on 41 asuntoa ja F-rakennuksessa 48 asuntoa. Ulokeparvekkeita kohteessa on molemmissa taloissa 28 kappaletta ja ne on sijoitettu kolmelle julkisivulle. Yhdellä julkisivulla parvekkeet on toteutettu sisäänvedettyinä (mt.)

JVA Pellonreunan kohteessa ulokeparvekkeet on toteutettu betoniparvekelaatoilla, jotka on liitetty ulokeparvekeraudoitteen avulla välipohjaan. (Ks. kuvio 15.)

Kuorilaatoilla toteutettu ratkaisu vaatii parveke- ja kuorilaatoille työnaikaisen tuennan, kunnes kuorilaatan päälle tehty paikallavalu on saavuttanut riittävän lujuuden. Käytännössä tämä tarkoittaa tuennan poistamista vasta siinä vaiheessa,

kun linjan ylimmät laatat ovat saavuttaneet riittävän lujuuden. Molemmissa taloissa kolmen parvekelinjan alimmat laatat on tuettu teräspilareilla perustuksiin.



Kuvio 15. Raudoitettu kuorilaatta (JVA Pellonreuna valokuvat 2019)

JVA Pellonreunan työmaalla tuentakalustona käytettiin Perin Multiprop-tuentaa päällekkäin sijoitetuissa parvekkeissa ja ylemmistä kerroksista alkaville linjoille alimman laatan alle kasattiin Perin Up Flex-tukitornit. (Ks. kuvio 16.) Kuorilaatat tuettiin Perin holvituentaratkaisulla.



Kuvio 16. Vasemmalla tukitornilla tuettu laatta ja oikealla MultiProp-tuennalla tuettu parvekelinja (JVA Pellonreuna valokuvat 2019)

Suunnittelun perusteet

Asemakaava määrittää yleensä minkä tyyppisiä parvekkeita kohteessa tulee käyttää. Parveketyypin valintaan voi ohjata myös mahdollisesti rakennuksen vieressä sijaitseva kulkuväylä, jolloin itsekantavaa rakennetta ei voida toteuttaa. Kohteen pääsuunnittelijalla voi olla vaikutusta lopulliseen toteutustapaan, sillä esteettiset tekijät vaikuttavat usein valittuun ratkaisuun.

Esimerkiksi Jyväskylän asemaakaavassa on seuraava maininta esimerkkituotteen tontilla. ”AK-korttelissa erillisiä koko rakennuksen korkuisia maahan tuettuja parveketorneja ei sallita. Ulokeparvekkeet tulee toteuttaa ns. ripustettuina” (Jyväskylän asemakaava 2017). Kohteen pääsuunnittelija ei kuitenkaan halunnut rakennuksiin vetotangollista ratkaisua.

6 Kustannusvertailu

Haasteena kustannusvertailuille oli hintojen määrittäminen. Tarjouksia eri kohteisiin pyrittiin kokoamaan mahdollisimman lyhyeltä ajanjaksolta, jotta hinnat olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia. Jossain tarjouksissa esimerkiksi parvekelaattojen hinta saattoi olla huomattavasti edullisempi kuin muilla tarjoajilla. Tästä huolimatta koko hankkeen kustannusten kannalta tulee edullisemmaksi ottaa koko rakennuksen elementtitoimitus kalliimman parvekelaatan hinnan antaneelta tarjoajalta.

Materiaalimenekit laskettiin JVA Pellonreunan piirustusten pohjalta kaikille eri rakenneratkaisuille. Kustannuksista koottiin vertailutaulukko, jossa oli huomioitu jokaisesta ratkaisusta aiheutuvat materiaali-, työ- ja tuentakustannukset. Vertailussa käytetyt yksikköhinnat tarkistettiin vielä ennen lopullista vertailua yhdessä laskentapäällikön kanssa.

Ripustetusta ratkaisusta ja toteutuksesta kuitubetonilaatalla ei yksikköhintoja ollut saatavilla. Tarjoukset saatiin paikalleen asennettuina JVA Pellonreunan kohteeseen. Tarjouksiin sisältyi suunnittelu, valmistus, kuljetukset sekä asennukset nostoineen.

Elementtien materiaalikustannukset

Betoniparvekelaattojen materiaalikustannuksissa valittiin useiden eri tarjousten pohjalta vertailukelpoinen yksikköhinta eri parvekelaatoille. Ulokeparvekelaattojen hinta on esimerkiksi kalliimpi kuin itsekantaville parvekelaatoille. Kustannuseroa aiheuttaa mm. liitososista. Itsekantavissa sekä ripustetuissa parvekkeissa huomioitiin myös seinäelementeille parvekkeen kannatuksesta aiheutuvat lisäkustannukset.

Välipohjarakenne

Kuorilaatoilla ja kololaatoilla tehtävässä rakenteessa kustannukset muodostuivat lähes samoiksi, mutta kustannukset aiheutuivat eri asioista. Kuorilaatoille kustannuksia aiheuttavat esimerkiksi suuremmat työ- ja materiaalimenekit sekä rakenteen vaatima holvituenta. Rauditusmäärät molemmilla rakenteilla ovat lähes samat, mutta kuorilaattojen valuihin betonia- ja betonointityötä kuluu kaksinkertainen määrä. JVA Pellonreunassa kuorilaattojen työmenekki oli n. 16 % suurempi kuin kololaatoilla ja materiaalikustannukset n. 8 %. Yksikköhinnaltaan kololaatta ja siihen sisältyvät kylpyhuonesyvennykset nostavat kololaatan hinnan kuorilaattaan verrattuna kuitenkin lähes kaksinkertaiseksi.

Muut materiaalikustannukset

Itsekantavilla parvekkeilla materiaalikustannuksia muihin rakenteisiin verrattuna aiheutuu parvekkeen etureunaa tukevista teräspilareista ja näiden täyttövalusta. Ulokeparvekkeissa Schöck-liitososien väliin jäävät kolot aiheuttavat pienen lisäkustannuksen villoituksen osalta.

Työkustannukset

Vertailussa käytettiin samaa tuntityöhintaa kaikille työkustannuksia aiheuttaville työvaiheille. Työkustannuksia aiheutuu mm. elementtien asennuksesta, raudoituksista ja valutöistä. Kustannuksissa huomioitiin eri rakenneratkaisuista

johtuvat työvaiheet ja työmenekit. Parvekekattojen vedeneristystöihin laskelmissa ei otettu kantaa.

Tuentakustannukset

Kustannuslaskennassa vertailussa on mukana kokonaisuus, johon sisältyy Perin Multiprop-parveketuenta, holvituenta sekä ylhäällä sijaitseville parvekkeille Up Flex-tukitornit. Laskennallisesti oletetaan työn etenevän niin, että kalusto otetaan työmaalle kahdessa erässä. Ensimmäinen erä käsittää tuentakaluston 5. kerroksen kattoon asti ja toinen erä tästä ylöspäin. Ensimmäinen erä on työmaalla 54 vuorokautta ja koko kalusto tämän jälkeen 100 vuorokautta. Ajassa on huomioitu molempien talojen eteneminen kerros, joka toinen viikko ja tämän jälkeen ylimpien kerrosten laattojen lujuudenkehityksen vaatima aika. Laskennallisesti ajassa on huomioitu myös kaluston kasaamiseen, purkamiseen ja pakkaamiseen kuluva aika.

Vaihtoehtoisena toteutustapana on muuten vastaava Perin tuenta kokonaisuus, mutta ylhäältä alkavien parvekelinjojen laatat tuetaan tukitornien sijaan välipohjalaatasta Perin Variokit-tuennalla. Variokit-tuennalle kestoksi laskettiin myös 100 vuorokautta.

Kuorilaatalla ja betoniulokeparvekkeella toteutettavassa rakenteessa tuentakalusto tukitorniratkaisulla aiheuttaa vuokrien ja töiden kanssa kokonaiskustannuksista n. 17 %. Variokit-ratkaisulla tuennasta aiheutuvia kustannuksia tulee n. 20 %. Variokit-tuennassa työn osuus jää pienemmäksi kuin tukitornilla, mutta vuokrahinta on merkittävästi tukitornia suurempi.

Kololaatalla toteutettavassa ratkaisussa vastaavat luvut ovat tukitornille n. 14 % ja Variokit-tuennalle n. 17 %.

Toteutustapojen kustannusvertailu

Ulokeparvekeratkaisuista kustannustehokkaimmaksi vaihtoehdoksi vertailun perusteella tulee toteutus kuorilaatta-ulokeparvekerautoite-betoniparvekelaatta, kun tuentana käytetään UpFlex- tukitorneja. Lähes samaan lopputulokseen päästiin vaihtamalla kuorilaatan tilalle kololaatat. UpFlex- tukitornit aiheuttavat Variokit-ratkaisua suuremmat työkustannukset, mutta vuokra on niin merkittävästi pienempi, että tämä vaihtoehto tulee edullisemmaksi toteuttaa.

Kuitubetonilaatalla kokonaiskustannukset nousivat 194 % korkeammaksi kuin JVA Pellonreunassa toteutetulla ratkaisulla. Ripustetulle kevytparvekkeelle vastaava luku oli 176 %. Kuitubetonilaatalle ja ripustetulle kevytparvekkeelle tarjoukseksi saatiin vain kokonaisuus, joka sisältää parvekkeet asennettuina. Tarkkaan ei siis pystytä määrittelemään aiheutuuko suuremmat kustannukset materiaalin vai työn osuudesta. Kumpikaan vaihtoehto ei vaadi kuitenkaan työnaikaista tuentaa, joten tuentakaluston asennus- ja vuokratkustannuksia tämä ratkaisu ei aiheuta.

Mikäli kohteessa olisi mahdollista toteuttaa päällekkäiset parvekkeet itsekantavina ja ulokkeina ainoastaan ylimmät yksittäiset ja ylhäältä alkavat linjat, kustannuksista olisi mahdollista säästää 19 %.

7 Johtopäätökset

Kuorilaatalla toteutetussa ratkaisussa holvituennat aiheuttavat pitkäkestoista haittaa sisäpuolen työvaiheille. Holvituennat on pidettävä alimmissa kerroksissa paikallaan, kunnes ylimpien kerrosten valut ovat saavuttaneet riittävän lujuuden. Välipohjien toteutusratkaisua suunnitellessa on huomioitava, että kololaatoilla resursseja saadaan tästä työvaiheesta nopeammin irti toisiin työvaiheisiin. Kuorilaatta on taas yleisempi toteutus menetelmä, joten siitä löytyy mahdollisesti kokemusta kololaattaa enemmän.

Kustannuksiltaan vaihtoehtoissa ei ole merkittävää eroa. Kuorilaatalla sekä kololaatalla tehdyssä ratkaisussa paikallavalujen kuivumisajat on myös huomioitava esimerkiksi lattioiden pintarakenteita aikatauluttaessa. Kololaatta voi mahdollisesti aiheuttaa suurempia suunnittelukustannuksia, sillä sen käyttö välipohjarakenteena parvekkeiden kohdalla on todettava tapauskohtaisesti. Parvekelaattojen koko voi myös rajoittaa kololaattojen käyttöä. Kololaatan etuna kuorilaattaan on, että se ei vaadi työnaikaista holvituentaa.

Tärkeää on myös huomioida parveke-elementtien oikea aikainen toimitus, jotta välivarastoinnilta vältytään ja runkotyöt pääsevät etenemään suunnitellussa aikataulussa. Mikäli elementtejä joudutaan kuitenkin varastoimaan kohteessa, on näiden kanssa oltava huolellinen, etteivät liitososat pääse vaurioitumaan ja ettei elementteihin tule ylimääräisiä kolhuja tai jälkiä. Elementit on varastoitava asennusjärjestyksen mukaisesti. Työturvallisuuden parantamiseksi olisi pyrittävä asentamaan parvekelaattoihin kaiteet maassa valmiiksi ennen asennusta.

Mikäli liitos kuorilaatan ja parvekelaatan välillä tehdään Shcöck Isokorb KTX-järjestelmällä tai vastaavalla toisen valmistajan tuotteella, tarkoittaa tämä, että laattojen asennus on tehtävä samanaikaisesti kyseisen kerroksen välipohjan asennuksen kanssa. Runkotyön yhteydessä asennettavat parvekelaatat aiheuttavat tässä kohteessa haittaa esimerkiksi muuraustelineiden teolle ja voi aiheuttaa tätä kautta kustannusvaikutuksia.

Parvekelaatan liittäminen välipohjaan Schöck IDock-järjestelmällä mahdollistaa parvekkeiden jälkiasennuksen ja lyhyen parvekelaatan tuenta-ajan. Tämä ratkaisu vaatii kuitenkin holville vastaavan työnaikaisen tuennan kuin laatan liittäminen suoraan välipohjaan Schöck Isokorb KXT-liitososalla. Tuenta vaaditaan, kunnes ylimmätkin paikallavalut ovat saavuttaneet riittävän lujuuden. Lisäksi JVA Pellonreunan kaltaisessa kohteessa parvekkeet olisi asennettava mahdollisimman nopeasti paikalleen, jotta risteävät työvaiheet, kuten ikkuna-asennukset ja pintalattiatyöt pääsevät etenemään. Tällä ratkaisulla ei siis saavuteta etua

esimerkiksi julkisivumuurausta varten tehtäviä telineitä ajatellen. Suurimman hyödyn tästä vaihtoehdosta saa lyhyemmästä parvekelaattojen tukikaluston vuokra-ajasta, ja kaluston kierrättäminen olisi mahdollista, jos parvekkeita ei asenneta molempiin taloihin yhtä aikaa.

Ulkopuolella tukitornit aiheuttavat haittaa JVA Pellonreunassa julkisivutöille sekä E-talon polkupyöräkatoksen rakentamiselle, joka sijaitsee kahdeksannessa kerroksessa olevan yksittäisen parvekkeen alapuolella. Toteutukseltaan kalliimmalla Variokit-ratkaisulla pystytään välttämään polkupyöräkatoksille ja maanrakennustöille aiheutuvat haitat, mutta muuraustelineille aiheutuvalta haitalta tälläkään ratkaisulla ei pystytä välttymään.

Laskelmissa ei ole otettu huomioon muuraustelineille aiheutuvaa haittaa ja siitä aiheutuvaa kustannusvaikutusta parvekkeista johtuen. Jälkiasennettavat parvekkeet mahdollistaisivat muuraustelineiden teon suoraan seinälinjaan eikä parvekkeita tarvitse kiertää telineillä. Tästä voisi mahdollisesti saada kustannussäästöä aikaiseksi.

Tuenta-ajan kesto vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin ja sen muuttuessa voi kalustoa kierrättämällä saada säästöä aikaan. Myös muutokset vuokrahinnoissa voivat vaikuttaa merkittävästi tuentatavan valintaan.

Kuitubetonilaatta vaatii liitososien valun välipohjaan. Välipohjarakenne toteutetaan muuta ontelokenttää ohuemmilla laatoilla ja rakenne vaatii paikallavalun. Tässäkin vaihtoehdossa kuivumisajat aiheuttavat haittaa muille työvaiheille.

Parvekerakenteen valintaan liittyy siis paljon muuttuvia tekijöitä. Rakenne- ja tuentaratkaisu on mietittävä aina tapauskohtaisesti. Kustannuksia aiheuttaa myös asennusajankohta niillä ratkaisuilla, jotka vaativat paikallavaluja. Mikäli laattojen asennus tapahtuu talviaikaan, kustannuksia aiheutuu esimerkiksi paikallavalujen lämmityksestä. Silloin jokin vaihtoehtoinen ratkaisu voi tulla edullisemmaksi toteuttaa kohteesta riippuen. Myös eri toimijoiden tarjoamissa tuotteissa voi olla

vallitsevan markkinatilanteen mukaan hintaeroja. Parvekerakenteen valinnassa ja toteutustavassa on syytä painottaa myös työturvallisuutta.

Tutkimusta voisi viedä pidemmälle selvittämällä Schöck:in IDock-järjestelmällä aiheutuvat tuenta kustannukset sekä tutkimalla, kuinka paljon muuraustelineille aiheutuvat haitat lisäävät kokonaiskustannuksia.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyössä perehdyttiin erilaisiin parvekeratkaisuihin ja niistä aiheutuviin kustannuksiin. Työssä selvitettiin parveke- ja tuentaratkaisujen perusteita sekä vaikutuksia muihin työvaiheisiin. Parvekerakenteiden perusteita selvitettiin tutustumalla aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja työohjeisiin. Kustannustietoa etsittiin saaduista tarjouksista sekä pyydettiin vaihtoehtoisiin ratkaisuihin hintatietoa parvekkeiden toimittajilta.

Vertailussa mukana olivat välipohjarakenteen toteuttaminen kuori- ja kololaatoilla sekä ulokeparvekelaatoista betoniparvekelaatta ja kuitubetoniparvekelaatta.

Tutkimukseen otettiin mukaan myös parvekerakenteen toteutus itsekantavana sekä LO-Rakenteen ripustettu ratkaisu. Taulukossa 1 on esitetty eri parvekeratkaisujen keskeisimmät huomioitavat asiat.

Eri rakenneratkaisut aiheuttavat risteäviin työvaiheisiin erilaisia haittoja. Ei voida yleistää, mikä rakenneratkaisu on kokonaisuuden kannalta paras, vaan asiaa on tarkasteltava aina tapauskohtaisesti.

Taulukko 1. Parvekeratkaisujen keskeisimmät huomioitavat asiat

	ASENNUS	TYÖNAIKAINEN TUENTA	HAITAT RISTEÄVILLE TYÖVAIHEILLE	KUSTANNUKSET (MATERIAALI+TYÖ)*
KUORILAAATTA-ULOKEPARVEKERAUDOITE-BETONIPARVEKELAATTA UP FLEX TUENTA	Rungon yhteydessä.	Työnäikainen tuenta laatoille ja välipohjalle.	Haittaa sisäpuolen työvaiheille tuennasta ja valutoista. Haittaa ulkopuolelle muuraustelineille. Haittaa maanrakennustöille.	1
KUORILAAATTA-ULOKEPARVEKERAUDOITE-BETONIPARVEKELAATTA VARIOKIT TUENTA	Rungon yhteydessä.	Työnäikainen tuenta laatoille ja välipohjalle.	Haittaa sisäpuolen työvaiheille tuennasta ja valutoista Haittaa ulkopuolelle muuraustelineille.	+3,5 %
KOLOLAATTA-ULOKEPARVEKERAUDOITE-BETONIPARVEKELAATTA UP FLEX TUENTA	Rungon yhteydessä.	Työnäikainen tuenta laatoille.	Haittaa sisäpuolen työvaiheille valutoista. Haittaa ulkopuolelle muuraustelineille. Haittaa maanrakennustöille	+1,2 %
KOLOLAATTA-ULOKEPARVEKERAUDOITE-BETONIPARVEKELAATTA VARIOKIT TUENTA	Rungon yhteydessä. Kiinnikkeet rungon yhteydessä. Laatat jälkiasennettavat.	Työnäikainen tuenta laatoille.	Haittaa sisäpuolen työvaiheille valutoista. Haittaa ulkopuolelle muuraustelineille.	+5 %
KUITUBETONILAAATTA	Kiinnikkeet ennen juoksisuurausta. Laatat jälkiasennettavat.	Ei työnäikäistä tuentaa.	Ei merkittävää haittaa.	+194 %
RIIPUSTETTU KEVYTPARVEKE	Kiinnikkeet ennen juoksisuurausta. Laatat jälkiasennettavat.	Ei työnäikäistä tuentaa.	Ei merkittävää haittaa.	+175,8 %
ITSEKANTAVA PARVEKE	Rungon yhteydessä.	Tukeutuu runkoon ja pilareihin.	Haittaa muuraustelineille.	-18,9 %

*Kustannuksia verrataan toteutettuun ratkaisuun kuorilaatta-ulokeparvekeraudoite-betoniparvekelaatta. Vertailuarvona käytetään 1.

Lähteet

Betonielementtiparvekkeet. 2010. Elementtisuunnittelu.fi. Betoniteollisuus Ry.
Viitattu 21.11.2019. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/parvekkeet>.

Betonielementtiparvekkeet pdf-tiedosto

BY71/RIL 149-2019. 2019. Betonirakenteiden työmaatoteutus. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Viitattu 22.11.2019

CRC Introduction. N.d. Esittely CRC Tecnologyn verkkosivuilla. Viitattu 29.12.2019.
<http://www.crc-tech.com/Default.aspx?ID=197>

Frame-parveke. N.d. LO Parvekkeen verkkosivuilla. Viitattu 24.2.2020.
<http://www.loparveke.fi/mallisto/frame/>

Heikkinen, T. 2020. Välipohjarakenne ulokeparvekkeen kohdalla. Sähköpostiviesti 14.1.2020. Välipohjarakenteet.

Hi-Con parvekkeet. N.d. Parvekkeet Hi-Con verkkosivuilla. Viitattu 29.12.2019.
<https://www.hi-con.fi/tuotteet/parvekkeet>

Hicon schock animation. N.d. Video LO Parvekkeen verkkosivuilla. Viitattu 29.12.2019. <http://www.loparveke.fi/mallisto/hicon/>

Huhdanpää, P. 2020. JVA Pellonreuna. Sähköpostiviesti 2.1.2020. Tietoa Variokit-tuennasta.

Huttunen, T. 2020. Itsekantavan parvekkeen kannatus. Sähköpostiviesti 23.1.2020. Periaatekuva kannatuksesta.

Huttunen, T. 2020. Työpäällikkö. NCC Suomi Oy. Haastattelu 23.1.2020

Häyrinen, P. 2012. Kololaatan P27K ja P37K käyttö ulokeparvekkeen yhteydessä. Lausunto Parma Oy:lle. Viitattu 19.1.2020

Isokorb-lämmöneristys-elementit. N.d. Schöck Isokorb KXT:n tuotetiedot Schöckin verkkosivuilla. Viitattu 29.12.2019. <https://www.schoeck.fi/fi/isokorb>

JVA Pellonreuna valokuvat. 2019.

Jyväskylän asemakaava. 2017. Asemakaavamääräykset Pellonreuna Jyväskylän karttapalvelun verkkosivuilla 22.12.2017. Viitattu 21.11.2019. <https://kartta.jkl.fi/IMS/?layers=Asemakaava&cp=6903968,486858&z=2>.

Karimies, M. 2020. Frame-parvekkeet. Sähköpostiviesti 4.2.2020. Tietoa kevyt parvekkeista.

Kuorilaatat. N.d. Elementtisuunnittelu.fi verkkosivuilla. Viitattu 29.12.2019. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat>

Manninen, J. 2020. Ulokeparvekkeet. Sähköpostiviesti 16.1.2020. Hi-Con-parvekkeet.

NCC urakka-asiakirjat. 2018.

Ontelolaatat. N.d. Elementtisuunnittelu.fi verkkosivuilla. Viitattu 6.1.2020. <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>

Parman ontelolaatat. 2018. Suunnitteluohje. Viitattu 22.11.2019. https://parma.fi/userassets/uploads/2018/12/parma_ontelolaatatot_suunnitteluohje_2018-1.pdf.

Lumme, P. 2017. Talvibetonointi-koulutus 2017. Betonin ominaisuudet talvella. Rudus.fi. Viitattu 16.1.2020. <https://www.rudus.fi/ohjeet/talvibetonointi-koulutus-2017#>

Rompasaari, P. 2020. Vastaava työnjohtaja. NCC Suomi Oy. Haastattelu 7.1.2020.

Schöck IDock esite- Jälkiasennetut betoniparvekkeet. 2018. Ladattavat dokumentit Schöckin verkkosivuilla. Viitattu 29.12.2019. <https://www.schoeck.fi/fi/ladattavat-dokumentit/eyJjYXRlZ29yeSI6eyl4Ijo4fX0>

Schöck Isokorb varmennettu käyttöseloste BY 5 B EC2 nro 10 KXT ja QXT. 2013. Ladattavat dokumentit Schöckin verkkosivuilla. Viitattu 10.3.2020. https://www.schoeck.fi/view/5341/Schoeck_Isokorb_varmennettu_kaeyttoeseloste_BY_5_B_EC2_nro_10_KXT_ja_QXT%5B5341%5D.pdf

Suunnitteluohje EC2 Schöck Isokorb KXT-E ja IDock. 2018. Liitososien käyttöohje Schöckin verkkosivuilla. Viitattu 29.12. https://www.schoeck.fi/view/7136/Schoeck_Isokorb_KXT_E_ja_IDock_liitososien_kaeyttoehje_Eurokoodi_2%5B7136%5D.pdf