

**ESIJÄNNITETYN KUORILAATAN
KUSTANNUSTEHOKKUUS JA MARKKINOINTI**

Kauppinen Juhani

Opinnäytetyö
Tekniikka ja Liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Veli Juhani Kauppinen	Vuosi	2016
Ohjaaja	Juhani Angelva		
Toimeksiantaja	YBT Oy		
Työn nimi	Esijännitetyn kuorilaatan kustannustehokkuus ja markkinointi		
Sivu- ja liitemäärä	39 + 0		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla esijännitetyn kuorilaatan taloudellista kilpailukykyä yleisemmin käytössä olevaan ontelolaataan. Vertailussa tarkastellaan materiaalisia kustannuksia, rakenneratkaisujen ominaisuuksia ja kuivumisaika-arvioita. Hintavertailun tarkoituksena on selvittää, millainen hintaero saadaan toteutettaessa 1 m² rakenneosaa vertailtavilla menetelmillä.

Neliömetrin aluetta tarkasteltaessa saatiin kuorilaatan hinnaksi 63,00 euroa ja ontelolaatan hinnaksi 69,20 euroa. Näihin hintoihin ei ole laskettu mukaan mahdollisia laattojen vaatimia kavennuksia. Vertailukohteissa on käytetty samaa pintavalubetonia ja harjateräsverkkoa. Hintaero muodostui pääosin ontelolaatan vaatimasta saumaustyöstä sekä vaadittavasta äänieristyksestä.

Työssä tuodaan ilmi myös molempien vertailukohteiden kuivumisaika-arviot ja tapa, jolla arviot voidaan laskea. Kuivumisaikoja tarkasteltaessa kuorilaattarakenne kuivuu hitaammin, koska pintabetoni kuivuu vain yhteen suuntaan. Samoissa olosuhteissa kuivumisaikojen ero on keskimäärin yksi viikko. Asennusvaiheessa kuorilaattarakenne on noin kaksi kertaa nopeampi, koska laatta on leveämpi ja erillistä saumavalua tai saumateräksistöä ei tarvita.

Työssä on lisäksi esitelty esijännitetyn kuorilaatan ominaisuuksia, työstettävyyttä sekä käyttömahdollisuuksia. Lisäksi tarkastellaan työturvallisuuden toteutusta kuorilaatan valmistuksesta pystytykseen asti ja perehdytään betonin ekologisiin ominaisuuksiin sekä betonirakenteiden elinkaareen.

Avainasanat Kuorilaatta, kustannusvertailu, markkinointi,
kuivumisaika

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Civil Engi-
neering

Author	Veli Juhani Kauppinen	Year	2016
Supervisor	Juhani Angelva		
Commissioned by	YBT Oy		
Subject of thesis	Financial Efficiency and Marketing of a Thin-shell slab		
Number of pages	39 + 0		

The goal of this final thesis was to compare the financial competitiveness of a thin-shell slab to the more commonly used hollow core slab. The purpose was to compare the cost of materials, benefits of use and the drying time of the both structural solutions. The reason for this comparison was to find out the average cost of an area of 1m² with both of the solutions.

This thesis also discussed the drying time calculations for both of the solutions and the explanations how to calculate them. In comparison the thin-shell slab takes a longer time to dry out mostly because the structure can dry out only in one direction. Under the same conditions the difference between the drying times is one week. The thin-shell slab is half faster to install because of the caulking work is not needed.

When comparing the area of 1m² the cost of the thin-shell slab was 63,00 €/m² and the cost of the hollow core slab was 69,20 €/m². These costs do not include the cost of narrowing the slabs. The concrete and the rebar are the same in both of the solutions. The difference between these costs consisted mostly from the caulking work and the soundproofing for the hollow core slab. This thesis also explains the features, workability and the affordance of a thin-shell slab. It also explains the implementations of the safety at work of the thin-shell slab from the manufacture to the constitution. The ecological quantities and the life cycle of concrete were also examined.

Key words

thin-shell slab, cost comparison, drying time, marketing

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 VERTAILULASKELMAT	7
2.1 Vertailulaskelmien tarkoitus	7
3 VERTAILUKOhteET JA NIIDEN OMINAISUUDET.....	9
3.1 Esijännitetty kuorilaatta	9
3.2 Ontelolaatta	11
3.3 Rakennusosalaskelma.....	13
3.3.1 Kuorilaatan yksikköhinnat	15
3.3.2 Ontelolaatan yksikköhinnat	15
3.4 Kuivumisajat	16
3.4.1 Kuorilaatan kuivumisaika-arvio	17
3.4.2 Ontelolaatan kuivumisaika-arvio	19
3.5 Yhteenveto vertailukohteista.....	21
4 KUORILAATAN MARKKINOINTI.....	24
4.1 Markkinoinnin kohdentaminen	24
4.2 Kuorilaatan ominaisuudet	25
4.3 Betonin ekologisuus.....	30
4.4 Työturvallisuus.....	32
4.5 Markkinoinnissa huomioitavat asiat	34
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	36
6 LÄHTEET	38

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

EPS-levy	EPS on paisutettua polystyreenimuovia (expanded polystyrene), jota käytetään kestävyytensä ja lämmöneristettävyytensä ansiosta laajasti rakennusteollisuudessa. (Finnfoam 2015)
REI60	Merkintöjen R, REI, RE, EI, E jälkeen ilmoitettavalla luvulla esitetään palonkestävyysaika minuutteina, esim. EI 60. Näin muodostuva merkintä on rakennusosan paloluokka. Merkintää voidaan tarvittaessa täydentää tunnuksella M. (Parok 2015)
SFS-EN 1168	Ontelolaattoja ja niiden CE-merkintää koskee yhdenmukaistettu eurooppalainen tuotestandardi SFS-EN 1168. (Eurokoodi 2015)

1 JOHDANTO

Tämä opinnäyteyö on tehty YBT Oy:lle, jonka toimiala on betonisten valmisosien valmistus ja pystytys. Työn tarkoituksena on tuoda esille esijännitetyn kuorilaatan kilpailukyky muihin yleisemmin käytössä oleviin vastaaviin rakenteisiin verraten sekä kuorilaatan käytöstä tulevia etuja.

Työ on jaettu kahteen eri osioon. Ensimmäisessä osiossa vertaillaan esijännitetyn kuorilaatan ja yleisemmin käytössä olevan ontelolaatan ominaisuuksia, kustannuksia sekä rakenteen kuivumisaikoja. Tällä pyritään tuomaan esille kuorilaatan kilpailukyky ja kustannustehokkuus. Laattojen kustannusvertailu suoritetaan yksikköhinnoinnoin 1 m² osalta.

Toisessa osiossa perehdytään kuorilaatan ominaisuuksiin, työstettävyyteen ja käyttömahdollisuuksiin syvemmin, sekä esitellään muutamia kohteita joissa kuorilaattarakennetta on käytetty. Lisäksi pyritään rajaamaan se kohderyhmä, jolle kuorilaatan käytön etuja tulisi tuoda ilmi, jotta sen käyttö suomalaisessa rakentamisessa yleistyisi.

YBT Oy aloitti esijännitetyn kuorilaatan valmistuksen uutena tuotteena helmikuussa 2015. Kuorilaatta on vähäisessä käytössä Suomessa, mutta sen käyttö on yleistä Euroopassa ja muissa Pohjoismaissa. Vähäinen käyttö Suomessa johtuu siitä, että rakennuskulttuuria on erittäin vaikea muuttaa, koska yleensä suositaan niitä menetelmiä ja rakenneratkaisuja, jotka ovat olleet käytössä myös aikaisemmin. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

2 VERTAILULASKELMAT

2.1 Vertailulaskelmien tarkoitus

Rakennushankkeen johto- ja suunnittelutehtävissä toimivan henkilön työ on suurelta osalta päätösten tekemistä. Yleensä yksittäisten päätösten teko on vastausten esittämistä seuraaviin kysymyksiin: mikä on ongelma, mitkä ovat vaihtoehdot ja mikä vaihtoehto on paras. Usein päätös joudutaan tekemään nopeasti aikaisempaan kokemukseen ja ammattitaitoon perustuen. Monet ratkaisut ovat kuitenkin niin tärkeitä ja merkittäviä, että vain järjestelmällisesti laaditut vertailulaskelmat antavat pohjan ongelman ratkaisulle. Päätöksen tueksi laaditut vertailulaskelmat sisältävät vain selvästi mitattavissa olevat suureet, kuten kustannukset. Näiden lisäksi vaihtoehdon valintaan vaikuttavat olennaisesti harkinnanvaraiset tekijät, joita ei voida mitata selvillä mittayksiköillä. Niiden merkityksen ei tarvitse olla vähäinen. (Ekonovaara, Haveri & Jeskanen 1994, 108.)

Vertailulaskelmien tarkoituksena on esittää vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannukset ja mahdolliset tuotot, joiden avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä niiden keskinäisestä kannattavuudesta ja taloudellisuudesta. Lisäksi tarkoituksena on myös pienentää niiden tekijöiden lukumäärää, joiden huomioon ottaminen jää harkinnanvaraiseksi, sekä ohjata päätöksentekijä huomioimaan ne tekijät, jotka vaativat harkintaa. Vertailulaskelmat eivät saa muodostua itsetarkoitukseksi. Ne on nähtävä osana päätöksentekoprosessia, joka voidaan jakaa ongelman määrittelyyn, toimintavaihtoehtojen etsimiseen ja kehittämiseen, vaihtoehtolaskelmien suorittamiseen, harkinnanvaraisten tekijöiden huomioimiseen ja lopullisen järjestyksen määrittämiseen ja päätöksen tekoon. (Ekonovaara ym. 1994 109.)

Vertailulaskelmissa on syytä käyttää samaa nimikkeistöä ja hinnoitteluperusteita kuin kustannuslaskennassa, yrityksessä sovittujen toimintatapojen mukaisesti.

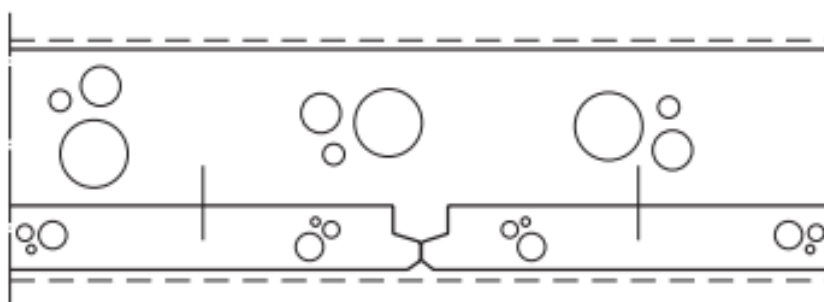
Hinnoitteluperiaatteen mukaan on hinnoittelussa käytettävä arvonlisäverottomia hintoja. Täten varmistetaan vertailukelpoisuus myös hinnoitteluun ja jälkilaskentaan. Laskelmien laajuuteen liittyvänä pääperiaatteena on se, että laskelmissa huomioidaan kaikki kustannukset, jotka aiheuttavat eroja eri vaihtoehtojen välillä. (Ekonovaara ym. 1994 109.)

3 VERTAILUKOhteET JA NIIDEN OMINAISUUDET

3.1 Esijännitetty kuorilaatta

Kuorilaatta on ohut, esijännitetty umpilaattaelementti, joka toimii muottina paikalle valettavalle betonille. Lopullisessa tilanteessa kuorilaatta toimii pääraudoituksen sisältävänä liittorakenteena yhdessä päällevalun kanssa. Kuorilaattaelementissä on ansaat, joilla varmistetaan työsauman toimivuus päällevalun kanssa. Kuorilaatta ei tarvitse erillistä saumaraudoitusta ja ansaita voidaan käyttää myös laattaelementin nostamiseen. Seuraavassa kuviossa (kuvio 1) esitetään kuorilaatan poikkileikkaus. (Betoniteollisuus ry 2015a.)

Kuorilaattojen yleisimmät käyttökohteet ovat teollisuus ja asuinrakennukset sekä pysäköintitalot. Kuorilaattojen yhteydessä rakennusten runkojärjestelmänä voidaan käyttää kantavat seinät-, pilaripalkki- tai pilarilaatta- järjestelmää. Pintavalulla laatasto sidotaan liittorakenteeksi. Kuorilaatta soveltuu erinomaisesti käytettäväksi betoni-betoni liittorakenteen osana. Alapohjassa käytettäviin kuorilaattoihin voidaan kiinnittää lämmöneristys valmiiksi tehtaalla. (Betoniteollisuus ry 2015a.)



Kuvio 1. Kuorilaatan ja pintavalun läpileikkaus. (Rakennustieto 2016)

Kuorilaatan vakioleveys on yleensä 1200 mm, mutta YBT Oy:n valmistaman kuorilaatan standardileveys on 2400 mm, eli leveydeltään kaksi kertaa suurempaa. Tarvittaessa voidaan käyttää myös kavennettuja laattoja. Kuorilaattojen vakiopaksuudet ovat 100, 120 ja 150 mm. Kantavuuden tai palonkestoajan vaatiessa laattaelementti voidaan tarvittaessa valmistaa 160 mm paksuna. Pintalaatan paksuus vaihtelee 100-200 mm välillä. Maksimijänneväli on noin 10 m. (Betoniteollisuus ry 2015b.)

Kuorilaatan päälle valettavan paikallavalun raudoituksen suunnittelee kohteen rakennesuunnittelija. Raudoitus suunnitellaan samoja periaatteita noudattaen kuin tavallisessa paikallavalussa. Poikkeuksena se, että kuorilaatan pituussuuntaiset jänniteteräket korvaavat rakenteen pääraudoituksen pääkantosuunnassa, mikä vähentää työmäärää ja nopeuttaa valmistusta. (Betoniteollisuus ry 2015a.)

Kuorilaatan ja laataston kokonaispaksuutta valittaessa tulee ottaa huomioon laataston jänneväli, laatastoon kohdistuvat kuormat, reikien vaikutukset sekä se, että suurten reikien kohdalta kaikki kuormat siirtyvät reikien levyisiltä kaistoilta viereisille ehjille laattakaistoille. Putkistojen kohdalla jälkivalun minimipaksuus on 40 mm. Laatastossa on suositeltavinta käyttää mahdollisimman paljon ehjiä laattoja. Tarvittaessa laattoja voidaan kaventaa, mutta suositeltu minimileveys on 400 mm. Kavennetut laatat sijoitetaan laataston reunoihin siten, ettei leikattuun reunaan jää viistettä. (Betoniteollisuus ry 2015a.)

Esijännitetty kuorilaatta täyttää REI60-palonkestovaatimuksen ilman erillistoimenpiteitä. Suuremmat palonkestoajat saavutetaan suojaamalla laatan alapinta paloeristyksellä tai mitoittamalla laatta vaadittavalle palonkestoajalle. Tällöin laatan paksuus ja jänniteterästen suojabetonikerros kasvavat. Kuorilaatoista voidaan tehdä ulokkeita raudoittamalla pintabetonia ja raudoitus toteutetaan, kuten paikallavalettavissa laatoissa. (Betoniteollisuus ry 2015a.)

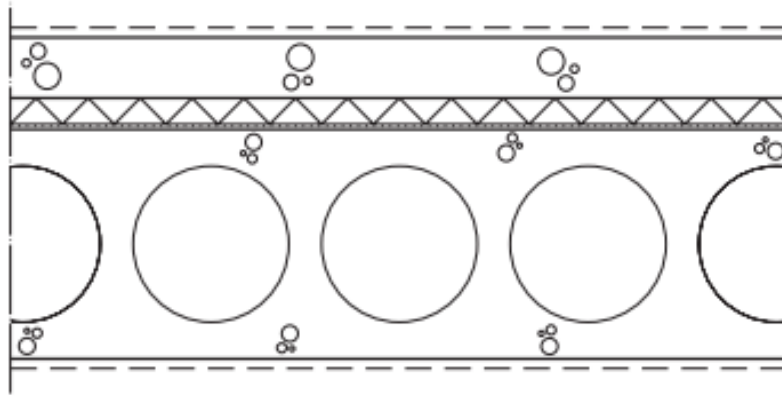
Yleensä kuorilaatat tuetaan alapuolelta siihen asti, että laatan päälle tehtävä paikallavalu on kuivunut. Työnaikaisen tuennan avulla estetään laattojen hammastus, taipuminen ja kiertyminen, sekä varmistetaan työnaikainen kantokyky. Tuennan avulla voidaan lisätä laataston halkeilukestävyyttä ja pienentää lopputilanteen taipumia. (Betoniteollisuus ry 2015a.)

3.2 Ontelolaatta

Ontelolaatta on yleisimmin käytössä oleva elementtilaattatyyppi, jota käytetään betonirunkoisissa rakennuksissa. Yleisimmät käyttökohteet ovat asuin-, liike- ja teollisuusrakennusten ala-, väli- ja yläpohjissa. Ontelolaattojen tuotestandardi on SFS-EN 1168. (Betoniteollisuus ry 2015c.)

Ontelolaatat ovat esijännitetyjä laattaelementtejä, joita on kevennetty laatan pituussuunnassa kulkevilla onteloilla. Ontelolaatan läpileikkaus näkyy kuviossa 2. Ontelolaattojen valmistukseen käytetään C40-C70 lujuuden omaavaa betonia. Laatat valetaan liukuvaluna pitkien teräksisten valupetien päälle ontelolaattojen valmistukseen tarkoitetulla valukoneella. Valussa käytettävä massa on niin jäykkää, että valukoneen muotoilema ja tiivistämä laatta säilyttää alustalla muotonsa ilman erillisiä muottilaitoja. (Betoniteollisuus ry 2015c.)

Onteloiden korkeus, määrä ja muoto vaihtelevat ontelolaatan korkeuden mukaan. Ontelolaattojen vakioleveys on 1200 mm ja ontelolaattoja käyttämällä on mahdollista päästä aina 20 metrin jänneväleihin asti. Käytettävän laatan valintaan vaikuttaa pääasiallisesti kantavuus, mutta asuinrakennuksissa on tärkeää huomioida myös äänieristys. (Betoniteollisuus ry 2015c.)



Kuvio 2. Lämpöeristys ontelolaatasta kelluvalla pintalaatalla.
(Rakennustieto oy 2016)

Ontelolaattojen palonkesto on kuorilaatan tavoin ilman erillistoimenpiteitä REI60. Laatat voidaan suunnitella tarvittaessa myös palonkestoajaksi REI90 tai REI120. Näitä kutsutaan palolaatoiksi. Pidempien palonkestovaatimusten yhteydessä käytetään ontelolaattojen alapuolista paloneristystä. Ontelolaattoja voidaan käyttää myös pystyyn tai vaakaan asennettuina kantavina paloseininä. Tällöin molempiin pintoihin asennetaan punokset. Kantavana ja osastoivana seinänä käytettävän ontelolaatan paksuus on yleensä 265 mm. Tällä saavutetaan REI120 palonkestoajaksi ilman lisäeristystä. (Betoniteollisuus ry 2015c.)

Ontelolaatoista valmistetut laatat pyritään suunnittelemaan siten, että ehjiä, 1200mm leveitä ontelolaattoja käytetään mahdollisimman paljon. Runkoa suunniteltaessa tulisi pyrkiä M12 kerrannaiseen mitoitukseen. Jos mitoituksesta poiketaan, joudutaan laattoja kaventamaan. Laattoja kavennettaessa tulee huomioida se, että kavennus tehdään onteloiden kohdalta. Kavennettuun laattaan tulee jäädä kaksi ehjää kannasta. Laattatyypistä riippuen minimileveys määräytyy näiden kolmen kannaksen pohjalta. Yleensä suositeltava minimileveys on 400mm. Laatat keskitetään siten, että kavennettu laatan reuna sijoitetaan laataston reunalle ulko- tai väliseinän viereen. Edullisinta on, jos

kaventaminen tehdään siten, että molemmat puoliskot sahatusta laatasta voidaan hyödyntää. (Betoniteollisuus ry 2015c.)

Ontelolaatoilla voidaan toteuttaa ulokkeita, esimerkiksi parvekkeiden tai erkereiden kohdalla. Tällöin käytetään yläpunoslaattaa, jossa tehtaalla laatan yläpintaan sijoitetaan tarvittava punostus. Lyhyet ulokkeet voidaan toteuttaa myös työmaalla tehtävällä yläpinnan lisäraudoituksella. Rauditus asennetaan joko laattojen saumoihin ja pintabetoniin tai molempiin. Jos lisäraudoitus asennetaan pintabetoniin, tulee se ankkuroida laatastoon. (Betoniteollisuus ry 2015c.)

3.3 Rakennusosalaskelma

”Rakennusosalaskelmaa käytettäessä määräluettelo on eritelty rakennusosina. Rakennusosa hinnoitellaan rakennusosaan liittyvien suoritteiden avulla. Rakennusosalaskelma on kustannuslaskelma, missä määrät on eritelty ja hinnoiteltu rakennusosina.” (Ekonovaara ym. 1994, 74.)

Lopullisten kustannusten tarkastelussa on tärkeää ottaa huomioon kaikki rakenteen osat ja niiden hinnat. Näin varmistetaan, että tulokset ovat vertailukelpoisia. Tässä vertailussa käytetään yhden neliömetrin kokoista rakenneosaa. Vertailtavat kohteet ovat 120 mm kuorilaatta sekä 200 mm ontelolaatta. Kumpaankin vertailtavaan kohteeseen tulee 100 mm pintavalu, 5 mm paksu teräsverkko ja kannattimet. Lisäksi ontelolaattaan on laskettava mukaan 100 mm paksu EPS-levy, joka toimii askeläänieristeenä. Tarkkaa hinnoittelua on vaikea tehdä, koska materiaalien hinnat riippuvat tavaran toimittajasta. (Ekonovaara ym. 1994, 76.)

Taulukossa 1 vertaillaan molempien laattojen työvaiheiden arvioitua aikaa. Vertailuyksikkönä käytetään työmiestuntia. Työmenekit on saatu Ratu – kortiston aikataulukirjasta. Taulukosta nähdään yhden laatan tai neliömetrin työvaiheen vaatima aika. Kappalemääriä tarkasteltaessa on muistettava, että kuorilaatta on kaksi kertaa ontelolaattaa leveämpi, joten vertailtavassa ajassa saadaan kaksi kertaa enemmän valmista laatastoa.

Taulukko 1. Laattojen työvaiheiden aikamenekit. (Rakennustieto 2016.)

Työvaihe	Kuorilaatta	Ontelolaatta
Mittaus	0,13 tth/kpl	0,13 tth/kpl
Laatan asennus	0,27 tth/kpl	0,31 tth/kpl
Saumarauhoitus	-	0,025 tth/m ²
Saumaubetonointi	-	0,11 tth/m ²
Äänieristys	-	0,04 tth/m ²
Rauhoitus	0,5 tth/100 kg	0,7 tth/100 kg
Pintabetoni	0,2 tth/m ³	0,2 tth/m ³
Yhteensä	1,10 tth	1,515 tth

Käytettäessä työtuntihintana esimerkiksi 30,00€ sosiaalikuluneen saadaan kuorilaatan työmenekkihinnaksi 33,00 € /kpl ja ontelolaatan työmenekkihinnaksi 45,45 €/ kpl. Työvaiheiden aikamenekkejä laskettaessa on huomioitava, että yksiköt vaihtuvat työvaiheesta riippuen.

3.3.1 Kuorilaatan yksikköhinnat

1200 mm paksun kuorilaatan KL-120 vertailuhinta on 45,00 €/m² tehtaalla ilman arvonlisäveroa. Kuorilaatan kavennukset eivät nosta neliöhintaa, koska ne voidaan tehdä vähennyksenä jo ennen valmistusta. Laatan päälle tulevan betonin hinta on 150,00 €/m³ ja pintavalun paksuus on 100 mm, joten hinnaksi tulee 15,00 €/m². Pintavaluun tulee 5 mm paksu harjateräsverkko, jonka neliöhinta on 3,00 €/m². Kuorilaatasto asennetaan puskuun, joten erillistä saumavalua tai saumateräksiä ei tarvita. Kuorilaatan kokonaiskustannukseksi tulee 63,00 €/m².

3.3.2 Ontelolaatan yksikköhinnat

Vertailussa käytettävän 200 mm paksun ontelolaatan P20 tehdashinta on 35,00 €/m². Lisäksi mahdollisista kavennuksista tuleva kustannus on 18,00 €/jm. Taulukossa 1 olevaan loppusummaan ei ole laskettu kavennuksia. Jotta saadaan vaadittu äänieristys, on laatan päälle asennettava 100 mm EPS-levy, jonka hinta on 6 €/m². Pintavaluun tulevan betonin hinta on 150,00 €/m³ ja valun paksuus on 100 mm, joten hinnaksi tulee 15,00 €/m². Pintalaatta raudoitetaan 5 mm harjateräsverkolla, jonka hinta on 3,00 €/m². Teräsverkko tarvitsee kannattimet, joita tulee 1 kpl/m² ja maksavat 0,20 €/kpl. Ontelolaatan saumavalun kustannukset ovat noin 10 €/m² ilman arvonlisäveroa. Saumavalun kustannukseen lasketaan saumateräkset, saumabetoni ja valutyöt. Kokonaiskustannukseksi ontelolaatalle rakennusosineen saadaan 63,20 €/m² ilman EPS-levyä, ja mikäli levy tulee rakenteeseen, saadaan loppusummaksi 69,20 €/m². Taulukossa 2 on vertailtu rakenteiden yksikköhintoja.

Taulukko 2. Laattarakenteiden yksikköhinnat

	Kuorilaatta	Ontelolaatta
Laatan neliöhinta (m ²)	45,00 €	35,00 €
Kavennushinta (jm)	-	(18,00 €)
Äänieristelevy (m ²)	-	6,00 €
Pintavalun betoni (m ²)	15,00 €	15,00 €
Pintavalun teräsverkko (m ²)	3,00 €	3,00 €
Teräsverkon kannattimet (kpl)	-	0,20 €
Saumaus (jm)	-	10,00 €
Yhteensä	63,00 €	69,20 €

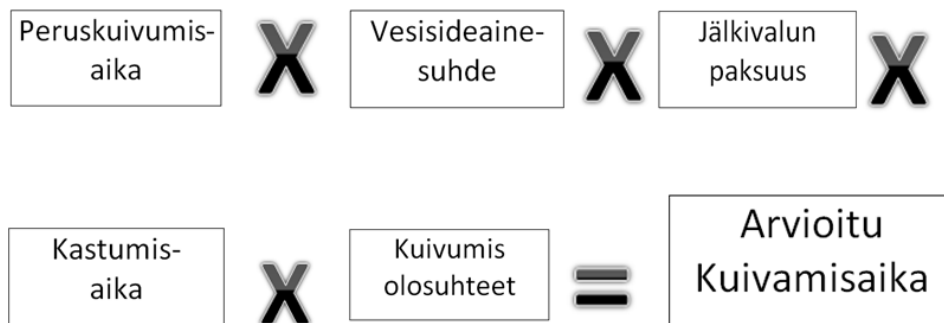
3.4 Kuivumisajat

Normaalin betonin kuivuminen on muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna suhteellisen hidasta ja riippuvainen monesta eri tekijästä, kuten betonin ominaisuuksista, rakenneratkaisusta ja kuivumisolosuhteista. Useimmissa rakennuskohteissa betonin kuivuminen tahdittaa merkittävästi sisävalmistusvaihetta ja vaikuttaa siten koko rakentamisaikatauluun. Sisätyövaihe pyritään suunnittelemaan siten, että työt sujuvat jouhevasti betonin kuivumisen ohella.

Yleisimmille betonirakenteille voidaan laatia kuivumisaika-arviot, kun rakenneratkaisu ja tavoitekosteus ovat tiedossa. Muuttujina voidaan käyttää betonin ominaisuuksia (vesisementtisuhte, sementtilaatu, runkoaineen maksimiraekoko, notkeus, lisäaineet jne.), rakenneratkaisua ja kuivumisolosuhteita (kastumisaika, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). Kuivumisaika-arvioiden perusteella voidaan myös määrittää, millaiset olosuhteet kohteeseen tulee luoda, jotta kuivuminen tapahtuisi tavoiteaikataulun mukaisesti. (Merikallio 2002, 32)

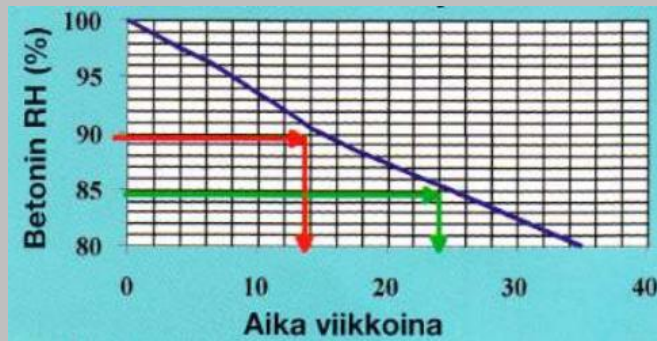
3.4.1 Kuorilaatan kuivumisaika-arvio

Kuorilaattarakenne kuivuu sekä ylös- että alaspäin. Kuoren tiivyydestä johtuen kuivuminen alaspäin on kuitenkin yleensä ylöspän tapahtuvaa kuivumista vähäisempää (Merikallio 2002, 46). Kuorilaatan kuivumisaika-arvion kertoimet saadaan kuviosta 3.



Kuvio 3 Kuorilaatta + jälkivalu Peruskuivumisaika-arvio (Merikallio 2002, 46.)

Arvot kertoimille tulevat peruskuivumiskäyrästä (kuvio 4) sekä taulukosta 3. Taulukoista saadut kertoimet lasketaan käyttämällä edellämainittua kaavaa. Tämän avulla saadaan laskettua lopullinen kuivumisaika-arvio.



Kuvio 4. Kuorilaatan peruskuivumis aika (Merikallio 2002, 46.)

Taulukko 3. Kuorilaatan kuivumisarvion kertoimet
(Merikallio 2002, 46.)

Vesidenainesuhde (V/S)	Kerroin
0,7	1
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

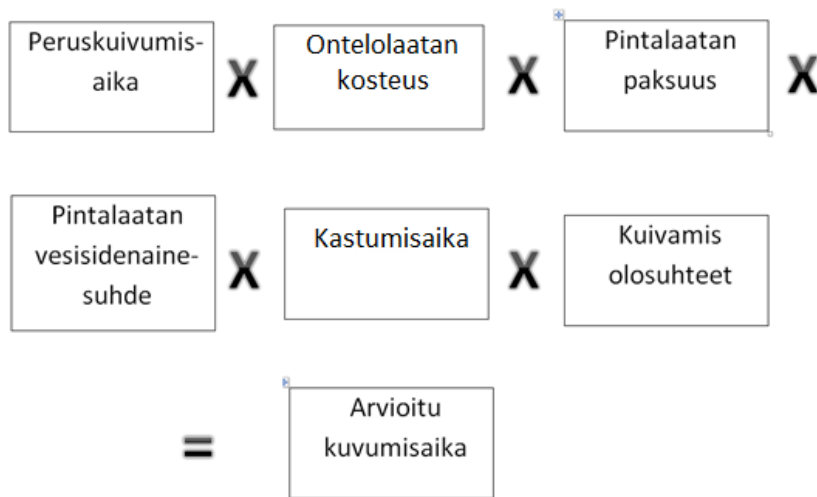
Rakenteen Paksuus (mm)	Vesidenainesuhde			
	0,7	0,6	0,5	0,4
140	1,0	1,0	1,0	1,0
160	1,2	1,2	1,2	1,2
190	1,3	1,2	1,2	1,1

RH (%)	Olosuhteet Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9

Kastuminen	Vesisidenainesuhde			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1	0,9	0,9	0,8
Kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
Kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5

3.4.2 Ontelolaatan kuivumisaika-arvio

Ontelolaatasta ja pintabetonivalusta muodostuvan rakenteen kuivumiseen vaikuttaa merkittävästi rakenteen kastuminen, pintabetonivalun ominaisuudet sekä kuivumisolosuhteet (Merikallio 2002, 51). Ontelolaatan sekä pintavalun kuivumisaika-arvioon vaikuttavat tekijät saadaan kuviosta 5.



Kuvio 5. Ontelolaatta + pintabetonivalu Peruskuivumisaika–arvio (Merikallio 2002, 51.)

Kertoimet saadaan peruskuivumiskäyrästä (kuvio 6) sekä taulukosta 4.

Taulukoista saadut kertoimet lasketaan käyttämällä edellämainittua kaavaa, lisäämällä siihen taulukoista saadut arvot.



Kuvio 6. Ontelolaatan peruskuivumisaika. (Merikallio 2002, 51)

Taulukko 4. Ontelolaatan ja pintabetonivalun kuivumisarvion kertoimet (Merikallio 2002, 51.)

Ontelolaatan kosteus (RH%) ennen pintavalua	Kerroin
Alle 90%	1,0
90-95%	1,1
Yli 95%	1,5

Vesisidenainesuhde (V/S)	Kerroin
0,7	1,0
0,6	0,7
0,5	0,5

Pintabetonivalun paksuus (mm)	Vesisidenainesuhde (V/S)		
	0,7	0,6	0,5
50	0,8	0,7	0,7
70	1,0	0,8	0,8
90	1,2	1,1	1,1
100	1,5	1,3	1,3

RH (%)	OLOSUHTEET			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1	0,9

Kastuminen	Vesisidenainesuhde		
	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	0,9	0,9	0,8
Kosteassa yli 2 viikkoa	1	1	1

3.5 Yhteenveto vertailukohteista

Vertailun tarkoituksena oli tuoda esille erot kuorilaatan ja ontelolaatan välillä, sekä neliömääräinen yksikköhinta molemmille. Vertailussa pyrittiin karsimaan ne tekijät, jotka monesti jäivät harkinnanvaraisiksi. Laatat muistuttavat monella tavalla toisiaan; sekä rakenteeltaan, että käyttötarkoitukseltaan. Molemmat laatat täyttävät tarvittavat paloturvallisuusvaatimukset ilman erillistoimenpiteitä ja kumpikin laatta voidaan suunnitella ja toteuttaa korkeille paloluokituksille. Ulokelaatat, kuten esimerkiksi kerrostalojen parvekkeet, toteutetaan molemmilla laatoilla lisäämällä pintabetonin raudoitusta. Joissakin tapauksissa ulokkeita tehdessä joudutaan ontelolaattaa käytettäessä valmistamaan tehtaalla yläpunoslaatta, jossa laatan yläpintaan on sijoitettu tarvittava punostus. Laattojen eroavaisuudet ilmenivät eniten rakennepaksuudessa, laatan omassa äänieristyksessä, sekä laattojen työstettävyydessä.

Kuorilaatta on vertailukohteista rakennepaksuudeltaan ohuempi, ja massiivisen rakenteensa vuoksi sillä on parempi äänieristyskyky. Työstettävyydeltään eroavaisuudet muodostuvat saumaustöistä, lisä-äänieristyksestä, rakenteen koosta ja laattojen kavennuksesta. Ero saumauksessa johtuu siitä, että sekä kuorilaatat että kuorilaatasto asennetaan puskuun, joten erillistä saumausvalua ja saumateräksiä ei tarvita, kuten ontelolaatassa. Kuorilaatta ei myöskään yleensä tarvitse lisättyä äänieristystä, joka joissain tapauksissa joudutaan ontelolaattaan asentamaan. Lisäksi laataston tekeminen on kuorilaatalla nopeampaa, koska laatan valmistusleveys on kaksi kertaa suurempi.

Rakennusosalaskelmassa pyrittiin käyttämään mahdollisimman samankaltaisia arvoja, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Vertailukohteina olivat 120 mm kuorilaatta ja 200 mm ontelolaatta. Kumpaankin laattaan tulee yhtä paksu pintavalu sekä harjateräsverkko. Ontelolaatta tarvitsee lisäksi harjateräsverkon kannattimet ja EPS-levyn äänieristeeksi. Vertailukohteiden lopullisiksi hinnoiksi saatiin kuorilaatalle 63,00 €/m² ja ontelolaatalle 69,20 €/m². Ontelolaatan hinta ilman lisä-äänieristettä on 63,20 €/m². Lisäksi, mikäli ontelolaatta pitää kaventaa, on kavennuksen juoksumetrihintaa noin 10 €/m².

Betonin kuivumisaika on oleellinen osa rakentamisaikataulun suunnittelua. Kuivumisaika-arvioiden perusteella voidaan suunnitella aikataulu seuraaville rakenteille, ja yleensä sisävalmistusvaihe pyritäänkin toteuttamaan siten että työt sujuvat jouhevasti betonin kuivumisen ohella. Aikataulun suunnittelua helpottaa betonirakenteiden kuivumisaika-arvio, josta saadaan selville, milloin betonirakenne on tarpeeksi luja seuraavia rakenteita varten. Rakenteiden kuivumisaika-arvioihin vaikuttavat kummassakin vertailtavassa kohteessa samat tekijät, eli betonin ominaisuudet ja kuivumisolosuhteet. Samaa betonia ja samoja kuivumisolosuhteita käytettäessä on ontelolaatan kuivumisaika-arvio hieman nopeampi, johtuen rakenteen ominaisuuksista. Tämän eroa kuorilaatta kuitenkin yleensä korvaa asennusvaiheen nopeudella.

Vertailussa kustannusten osalta kuorilaatta tulee neliökohtaisesti halvemmaksi ja ontelolaatalla on hieman nopeampi kuivumisaika-arvio käytettäessä samoja olosuhteita. Kummassakaan tapauksessa erot eivät olleet kovin suuret, joten ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten lisäksi myös hinta ja kuivumisaika ovat molemmilla laatoilla lähes samat.

4 KUORILAATAN MARKKINOINTI

4.1 Markkinoinnin kohdentaminen

Kuorilaatan markkinointi kannattaa kohdentaa sellaiselle ryhmälle, jonka kautta tieto laatan ominaisuuksista sekä sen käyttö voivat lisääntyä. Esijännitetyn kuorilaatan käyttö on erittäin vähäistä Suomessa. Euroopassa ja muissa Pohjoismaissa käyttö on huomattavasti yleisempää. Syynä tähän on luultavimmin rakentamisen kulttuuri ja tapa käyttää vanhoja, pitkään käytössä olleita menetelmiä. Rakentamisen tapakulttuuria on vaikeaa yrittää muuttaa, koska yleensä rakentaessa käytetään menetelmiä, joita on käytetty aikaisemmin. Kuorilaatan hyötyjä, taloudellisuutta ja käytön etuja kannattaisi aluksi tuoda esille useille rakennesuunnittelijoille ja suurille rakennusalan yrityksille, sekä myöskin rakennusalan insinöörikouluttajille.

Kaikki rakentaminen alkaa suunnittelusta, joten rakennesuunnittelijat olisivat hyvä kohderyhmä, jolle kuorilaatan etuja kannattaa tuoda esille. Esimerkkilaskelmien avulla voidaan tuoda ilmi kuorilaatan kilpailukyky muihin rakenneratkaisuihin verrattuna. Rakennesuunnittelijoilla on suuri vaikutus kaikkeen uudisrakentamiseen, ja mikäli kuorilaatan hyödyt saataisiin esille sitä kautta, voisi laatan käyttö lisääntyä huomattavasti. Suunnittelijoiden kautta tietämys jatkuisi suunnittelupalveluita tilaaville rakennusyrityksille. Täten suunnittelijat voivat vaikuttaa myönteisesti kuorilaatan käyttöön ja lisätä tietoisuutta laatan eduista.

Rakennusalan yrityksille tuotetta kannattaisi markkinoida laatan käytön hyötyjen ja työstettävyyden pohjalta. Laatan ominaisuuksista kannattaa tuoda esiin muun muassa laataston nopea rakennusvaihe, saumaustöiden poisjääminen ja ohut rakennepaksuus. Myös taloudellinen kilpailukyky ja rakenneosien hinta on merkittävä tekijä rakenneratkaisua valittaessa. Lisäksi tietoisuutta kuorilaatan eduista olisi hyvä lisätä jo koulutusasteella; ammattikorkeakoulutuksessa ja yliopistollisessa arkkitehtien koulutusohjelmassa. Tämä edellyttäisi alan opettajien tietoisuuden lisäämistä ja perehdytystä kuorilaatan käyttöön ja

ominaisuuksiin. Koulutusvaiheessa saatua tietoa hyödynnetään myöhemmin työelämässä ja tämä voi vaikuttaa positiivisesti kuorilaatan käyttöön.

4.2 Kuorilaatan ominaisuudet

YBT Oy:n valmistama esijännitetty kuorilaatta soveltuu teollisuus- ja asuinrakentamiseen sekä monikerroksisiin parkkihalleihin. Kuorilaattaa voidaan käyttää sekä ala-, väli-, että yläpohjarakenteena. YBT Oy valmistaa kuorilaattaa 80 mm:stä aina 180 mm:iin asti. Massiivisen rakenteensa ansiosta kuorilaatalla saadaan hyvä kantavuus pienilläkin rakennepaksuuksilla ja ohuellakin laattalla voidaan toteuttaa pitkiä jännevälejä. Ohut rakenne välipohjassa mahdollistaa suuremman huonekorkeuden kantavuudesta tinkimättä, mikä on haluttua uudisrakentamisessa. Ohuempia laattoja käytettäessä rakenne voidaan joutua tukemaan alapuolelta siihen asti, että pintavalu on kuivunut ja liittorakenne on valmis. Työnaikaisella tuennalla estetään laattojen hammastus, taipuminen ja kiertyminen, sekä varmistetaan työnaikainen kantokyky. Tukemalla laatat voidaan lisätä laataston halkeilukestävyyttä ja pienentää lopputilanteen taipumia. Paksummilla laatoilla ei kuitenkaan alapuoleista tuentaa tarvita. Taulukosta 5 ilmenee kuorilaatan maksimijännevälit eri laattojen ja pintavalujen paksuuksilla. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

Taulukko 5. Kuorilaatan maksimijännevälit (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

LAATTA	PINTAVALU	KOKONAIS-PAKSUUS	JÄNNEVÄLI ILMAN TUENTAA	A1	C1	D2	A1 TUETTU	C1 TUETTU	D2 TUETTU
180	180	360	8200	8800	8800	8800	9900	9900	9800
180	150	330	8300	9100	9100	9100	9800	9800	9700
180	130	310	8500	9400	9400	9400	9700	9700	9600
180	100	280	8800	9900	9900	9700	9600	9600	9500
150	180	330	7400	7500	7900	7900	9100	9100	9100
150	150	300	7600	7800	8300	8300	9000	9000	9000
150	130	280	7700	8200	8600	8500	9000	9000	8900
150	100	250	8000	8500	9000	8900	8900	8900	8700
120	180	300	6200	6800	6800	6700	8100	8100	8100
120	150	270	6400	7200	7200	7200	8100	8100	8000
120	130	250	6500	7400	7400	7400	8000	8000	7900
120	100	220	6800	7900	7900	7800	7900	7900	7800

Massiivisen rakenteen vuoksi kuorilaattaan ei tarvitse lisätä äänieristystä asuinrakennuksissakaan. Ohuellakin rakennepaksuudella kuorilaatta saavuttaa Suomen rakentamismääräyskokelman osassa C1 vaadittavan äänieristyksen ja meluntorjunnan tasot. Nämä tasot ovat asuinhuoneistojen väliselle ilmanäänieristysluvulle vähintään 55 dB ja asuinhuoneistojen väliselle askeläänitasoluvulle enintään 53 dB.

Kuorilaatta on standardimitaltaan 2400 mm leveä eli kaksi kertaa yleisimmin käytössä olevia laattoja leveämpi. Tämän ansiosta asennustyö työmaalla on kaksi kertaa nopeampaa. Laattoja asennettaessa käytetään yleensä nosturia, ja koska työ on nopeampaa, pienenevät myös nosturin käytöstä koituvat kustannukset. Lisäksi laattoja asentavan työryhmän toiminta nopeutuu ja seuraavien kuorilaattarakenteiden päälle tulevien rakenteiden tekeminen voidaan aloittaa nopeammin. Kuorilaatan pintavalu tapahtuu suoraan laatan päälle, joten muottityöt ovat erittäin vähäiset. Joissain tapauksissa muotteja ei tarvita ollenkaan, mikä nopeuttaa merkittävästi työvaihetta. Pintavalu yhdistyy laatan ansaiden avulla laatastoon ja yhdessä ne muodostavat kantavan

rakenteen ilman erillistä lisäraudoitusta. Pintavalun paksuus vaihtelee 100 mm:stä aina 180 mm:iin asti, riippuen laatan paksuudesta ja kantavuuden tarpeesta. Lisäksi pintalaattaa valaessa voidaan jo huomioida tarvittavat laskut, esimerkiksi kylpyhuoneen ja saunan lattiakaivojen kohdalla. Tällöin erillisiä kaatoja ei tarvitse tehdä, vaan ne ovat valmiina pintalaatassa. Tämä nopeuttaa pintavaiheen työskentelyä merkittävästi. Myös eritasoiset lattiat on mahdollista tehdä muuttamalla pintavalun paksuutta. Kuorilaattaan voidaan tehdä läpivientien vaatimat rei'itykset jo tehtaalla laatan valmistuksen yhteydessä. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

Laatastossa läpivientien vaatimat reiät pyritään sijoittamaan punosten väliin ja mahdollisimman kauas toisistaan. Alle 150 mm halkaisijaltaan olevat reiät voidaan tehdä myös työmaalla. Suositeltavaa kuitenkin on suunnitella rei'itykset mahdollisimman kauas toisistaan ja tehdä läpiviennit valmiiksi jo elementin valmistuksen yhteydessä. Myös kuorilaattojen saumaustyö on erittäin nopeaa, koska laatat asennetaan puskuun, joten erillistä saumavalua tai saumateräksiä ei tarvita. Nämä säästävät työmaalla sekä ajassa, jonka saumaustyö vaatii, että materiaalikustannuksissa. Kuorilaatan yksityiskohtien suunnittelu suoritetaan EN 1992-1-1 luvun 10 ja sen alakohtien suunnitteluvaatimukset täyttävästi. Leikkausliitoksen tarkastelut paikallavalubetonin ja kuorilaatan välillä suoritetaan kimmoteorian mukaista leikkausvuota käyttäen. Kuitenkaan leikkausliitoksen kestävyyttä ei tarvitse tarkistaa, mikäli kuorilaatassa on ansaat. Kuorilaatat suunnitellaan käyttörajatilassa alapinnastaan halkeilemattomaksi. Laatastoa suunniteltaessa ja valmistettaessa tulee ottaa huomioon, että elementtien välillä esiintyvä hammastus aiheutuu pääasiassa laattojen ikäerosta. Vierekkäin tulevat laatat pyritäänkin valmistamaan samanaikaisesti. Myös asennustuilla voidaan hallita mahdollista hammastusta. (Suomen betoniyhdistys 2016a, Suomen betoniyhdistys ry 2012, 260.)

YBT Oy:n valmistama kuorilaatta on paljon käytössä Pohjois-Ruotsissa. Esimerkiksi Luleån KV Kajan on erittäin näyttävä rakennus, jonka julkisivun muotoilu muistuttaa laskettelurinnettä. Kuviossa 7 nähdään rakenteen

ulkomuoto ja tapa, jolla kuorilaattarakenteen muokattavuutta on hyödynnetty muotoilun suhteen.



Kuvio 7. Luleå Kv Kajan rakennusvaiheessa. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

Luleån Kajaniin vietiin YBT:ltä 150 mm paksua kuorilaattaa 6765 m² ja 180 mm paksua 2228 m². Loput kuorilaatat toimitettiin YBT:n Ruotsin osakkuusyhtiön, Prefabmästarna Sverige AB:n toimesta. Kajanin kattorakenteessa toteutettiin laskettelurinnemäinen ulkomuoto (kuvio 8), joka on näyttävä lisä rakenteen ulkomuotoon. Kokonaisuudessaan Kajan on yksi Luleån näyttävimmistä rakennuksista.



Kuvio 8. Kv Kajanin katto rakennusvaiheessa. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

Toinen merkittävä kohde jossa YBT:n valmistamaa kuorilaattaa käytetään on Kirunan uusi kaupungintalo. Kohteessa käytetään 60 mm paksua laattaa, jota ei ole esijännitetty. Laatan arvioitu menekki on noin 10 000 m². Kaupungintalo on edelleen rakenteilla, joten tarkkoja neliömääriä ei voida vielä sanoa. Kuviossa 9 ilmenee rakennuksen suunniteltu ulkoasu, josta nähdään kaupungintalon pyöreä muotoilu.



Kuvio 9. Kiirunan kaupungintalo.

(Kiruna Kommun <http://www.kiruna.se/Stadsomvandling/Nya-Kiruna/Kristallen-Kirunas-nya-stadshus/>)

4.3 Betonin ekologisuus

Betoni on rakennusmateriaalina erittäin ekologinen koko elinkaarensa ajan. Betonirakennukset säästävät massiivisuutensa ja tiiveytensä vuoksi energiaa rakennushetkestä purkuun asti. Betonin raaka-aineet ovat helposti saatavilla ja valmistusteknologia on yksinkertainen. Betonin pääraaka-aineet ovat sementti, vesi ja kiviaines. Sementti valmistetaan pääasiassa kalkkikivestä, joka on yksi yleisimmistä kivilajeista maailmassa. Kiviaines on yleensä paikallista, joten sitä

ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja ja sitä on saatavissa rajattomasti lähes kaikkialla. (Betoniteollisuus ry. 2007)

Betoniteollisuudessa voidaan hyödyntää muun teollisuuden jätteeksi menevää ylimääräistä sivutuotetta, kuten lentotuhkaa, masuunikuonaa ja silikaa. Betoni on ympäristökuormituksiltaan erittäin ekotehokas rakennusmateriaali koko elinkaarensa ajan. Lisäksi betoni on yksi taloudellisimmista rakennusmateriaaleista. Sementin kuljettaminen ja valmistus kuluttaa energiaa noin 4500-5000 MJ/sementtitonni ja hiilidioksidipäästöjä aiheutuu 700-800 kg/t. Kemiallinen hiilidioksidipäästö kompensoituu osittain rakenteen käytön aikana, koska betonirakenne reagoi ilman hiilidioksidin kanssa. Tätä kutsutaan betonin karbonatisoitumiseksi. (Betoniteollisuus ry. 2007)

Pitkällä aikavälillä sementin valmistuksessa kalkkikivestä irronneesta hiilidioksidista saadaan ilmakehästä sitoutettua takaisin noin neljännes. Betonissa ei ole terveydelle tai ympäristölle vaarallisia aineita. Betonin päästöt sisäilmaan ovat erittäin vähäiset, joten betonia käyttämällä päästään rakennuksen pintamateriaalien päästöluokituksen parhaimpaan M1-luokkaan. Raudoitettun betonirakenteen ympäristöystävällisyyttä arvioitaessa tulee ottaa huomioon rakenteen koko elinkaari. Se sisältää betonin osa-ainesten valmistuksen, rakenteen valmistuksen, käytön huollon, purkamisen ja mahdollisen osien tai materiaalien kierrätyksen ympäristövaikutukset. Massiivisuutensa ansiosta betoni kuluttaa rakennuksen lämmitysenergiaa 5–15 % vähemmän kuin vastaava kevytrakenteinen rakennus. Lisäksi betonirakenteilla on pitkä käyttöikä, joka lisää betonin ekotehokkuutta. (Betoniteollisuus ry. 2007)

Rakennuksen elinkaariedullisuutta voidaan arvioida elinkaariaikaisilla kokonaiskustannuksilla ja tuotoilla. Kustannuksiin kuuluvat rakentamis-, käyttö ja ylläpito-, perusparantamis-, muutos-, ja purkukustannukset sekä rahoituskulut. Erityisesti käyttö- ja perusparantamiskulujen osalta betonirakennus on muita edullisempi pitkän käyttöikänsä ansiosta. Käyttökustannuksiin kuuluvat mm. energia, vuosihuollot, vakuutusmaksut ja

keskeytyskustannukset, mikäli rakennusta ei voida käyttää korjauksen aikana, esimerkiksi vesivahingon tai tulipalon jälkeen. Betonirakennuksen suunniteltu käyttöaika ulottuu aina 200 vuoteen asti. (Betoniteollisuus ry. 2007)

4.4 Työturvallisuus

”Työturvallisuus on aina ollut meillä prioriteetti numero yksi” kertoi YBT Oy:n toimitusjohtaja Juha Alapuranen. Ybt Oy aloitti kuorilaatan valmistuksen helmikuussa 2015 Ylitornion tehtaalla. Kuorilaatta valmistetaan aina suunnittelusta asennukseen asti YBT:n toimesta. Kuviossa 10 nähdään valmiita kuorilaattoja YBT:n Ylitornion tehtaalla. Tuotteiden korkean laadun ohella on tärkeimpänä asiana työturvallisuus. Työturvallisuus varmistetaan antamalla kaikille työntekijöille asianmukainen koulutus sekä perehdyttäminen työhön. Tapaturmat ja onnettomuudet pyritään ennakoimaan ja ennaltaehkäisemään. Kuorilaattaa valmistavalla ammattitaitoisella henkilöstöllä on elementtien valmistus- ja asennustöiden ammattipassi, joka varmistaa, että laatat valmistetaan laadukkaasti ja turvallisesti. Kaikki elementit kuljetetaan vaihtolavallisella erikoiskuljetuskalustolla, joka takaa suuretkin elementtitoimitukset ajallaan ja kalusto takaa kuljetusvaiheen turvallisuuden. Toimitusvarmuus varmistetaan seinäelementtien kuljetukseen ja varastointiin suunnitellulla lavajärjestelmällä. Työmaalle toimitetut elementit voidaan varastoida lavoilla, mikä takaa vakaan ja turvallisen välivarastointialustan elementeille asennukseen asti. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)



Kuvio 10. Kiirunan kaupungintaloon meneviä valmiita kuorilaattoja.

(Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

Asennettaessa kuorilaattoja mahdollisia riskejä muodostavat nostotyöt, työkonet ja korkealla työskentely. Kuorilaattoja asennettaessa ja siirreltäessä työmaalla on tärkeää huolehtia siitä, että nostokalusto on riittävää ja asianmukaisesti huollettua. Nostot tehdään asianmukaisella kalustolla ja tarkastetuilla nostovälineillä. Alle 5,75 tonnia painavat kuorilaatat voidaan nostaa suoraan laatassa olevista ansaista (kuvio 11). Yli 5,75 tonnia painaviin laattoihin asennetaan erilliset nostoelimet. Hyväksytyt nostokohdat on merkitty laattoihin maalaamalla.” Tämä varmistaa sen, että nosto tapahtuu turvallisesti ja irtoamisriski saadaan minimoitua. Pienen rakennepaksuuden vuoksi kuorilaatan nosto ja siirto on helpompaa kuin paksummilla rakenneratkaisuilla.



Kuvio 11. Kuorilaatan ansaat. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

Kuorilaattarakenteeseen voidaan jo maassa asentaa turvakaiteet, jotka estävät putoamisen korkeissa työkohteissa. Tämä poistaa myös putoamisriskin kaiteiden asennusvaiheessa. Kun kuorilaatasto on asennettu paikoilleen, ovat kaiteet jo valmiina ja pintalaatan valu voidaan aloittaa. Kuorilaattojen asennus on ammattitaitoiselta ja koulutetulta työryhmältä nopeaa laatan leveyden ja puskusaumauksen ansiosta. Saumaton yhteistyö nosturin kuljettajan sekä asennusryhmän välillä takaa työn laadun ja toteutuksen turvallisesti. (Alapuranen, J. 2016; Alapuranen, M. 2016.)

4.5 Markkinoinnissa huomioitavat asiat

Kuorilaattaa markkinoitaessa olisi hyvä tuoda taloudellisuuden ohella ilmi myös sen erittäin joustava työstettävyys, sekä edut, joita saadaan rakennusvaiheessa kuorilaattaa käytettäessä. 2400mm leveällä laatalle tulee rakennekerros valmiiksi noin kaksi kertaa nopeammin. Puskusauma tekee laataston tekemisestä nopeaa, eikä erilliseen saumukseen kulu aikaa eikä materiaaleja. Rakennusvaiheen nopeus mahdollistaa seuraavien rakenteiden teon aloittamisen nopeammin, sekä pienentää nostotyöstä aiheutuvia kustannuksia.

Työturvallisuutta lisää mahdollisuus asentaa reunalaattojen kaiteet jo maassa, mikä poistaa putoamisriskin kaiteiden asennusvaiheessa työskenneltäessä korkealla.

Massiivisen ja umpinaisen rakenteensa ansiosta kuorilaatta ei ole millään tavalla sääaltis. Kuorilaatta on paloturvallinen, sekä se täyttää vaadittavat askel- ja ilmajärjestelmien luokitukset yleensä ilman lisätoimenpiteitä. Kuorilaatan massiivinen rakenne mahdollistaa korkean kantavuuden ohuellakin rakennepaksuudella, mikä mahdollistaa suuremman huonekorkeuden, mikä nykyaikaisessa uudisrakentamisessa on toivottua. YBT Oy:n valmistaman esijännitetyn kuorilaatan laadun takaa koulutettu henkilökunta aina tehtaan valmistusvaiheesta elementtien pystytykseen asti.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli vertailla esijännitetyn kuorilaatan ja Suomessa yleisemmin käytössä olevan ontelolaatan ominaisuuksia, kustannuksia ja kuivumisaikoja, sekä tuoda esiin kuorilaatan ominaisuuksia ja käytön etuja. Kustannusvertailu suoritettiin yhden neliömetrin kokoiselle rakenteelle. Hinnoittelussa huomioitiin kummankin laattarakenteen kaikki rakenneosat.

Kustannusvertailun perusteella kuorilaatta tulisi 6,20 euroa halvemmaksi neliön osalta kuin ontelolaatta. Tarkka hinnoittelu kohteille on kuitenkin vaikeaa, koska hinnat itse laattojen ja muiden rakenteiden vaadittujen materiaalien hinnat vaihtelevat tavarantoimittajasta riippuen. Vertailussa saadut hintatiedot ovat Ybt Oy:ltä saatuja. Kuivumisaika-arvio on ontelolaatalla noin viikon nopeampi kuin kuorilaatalla. Kuorilaatta voittaa ajallisesti kuitenkin sekä asennusnopeudessa, että saumaustöiden vaatimassa ajassa. Ominaisuuksiltaan rakenteen ovat hyvin samankaltaisia, mutta käyttötarkoituksesta riippuen kummallakin rakenteella on omat etunsa.

Toisena tavoitteena oli tuoda esiin tapoja, joilla kuorilaattaa kannattaisi markkinoida ja kenelle se tulisi kohdistaa. Parhaat kohteet, joille kuorilaatan käytön etuja pitäisi tuoda ilmi ovat rakennesuunnittelijat, rakennusyrietykset sekä rakennusalan opettajat. Näitä kanavia käytettäessä voisi tietoisuus kuorilaatan eduista lisääntyä huomattavasti. Kuorilaatan eduista kannattaisi tuoda esille sen ajallinen hyöty rakennusvaiheessa, sen monipuolinen työstettävyys ja muokattavuus, sekä kilpailukykyinen hinta. Suomalaista rakennuskulttuuria ja rakennustapoja on erittäin vaikeaa yrittää muuttaa ja uusiin rakenneratkaisuihin suhtaudutaan yleensä kriittisesti, mikä on poikkeuksellista, sillä yleensä Suomi pyrkii olemaan edelläkävijä kaikessa.

Kuorilaatan vähäinen käyttö Suomessa johtunee tietoisuuden vähäisyydestä, mikä työtä tehdessä ilmeni siten, että lähdetietoa oli melko vähän. Työtä aloittaessani en itsekään ollut tietoinen kuorilaatan ominaisuuksista tai sen hyödyistä. Työtä tehdessä ja lähdetietoja tutkiessa kuitenkin sain hyvän

käsityksen laatan ominaisuuksista ja käytön eduista. Mielestäni esijännitetty kuorilaatta on erittäin kilpailukykyinen rakenneratkaisu nykyisten yleisemmin käytössä olevien rinnalla sekä taloudellisesti, ajallisesti että ominaisuuksiensa perusteella.

LÄHTEET

Alapuranen M.; Alapuranen J. 2015-2016. Opinnäytetyö Email juha@ybt.fi , mika@ybt.fi 04.02.2016.

Betoniteollisuus ry 2007. Betonirakenteiden ympäristöominaisuudet. Viitattu 7.1.2016. <http://www.betoni.com/tietoa-betonista/betoni-ja-kestava-kehitys#>.

- 2015a. Elementtisuunnittelu. Kuorilaatat. Viitattu 18.12.2015 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat#top>.

- 2015b. Elementtisuunnittelu. Kuorilaatat. Kuorilaatastojen mitoituskäyrät. Viitattu 19.12.2015 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/kantokykykayrat/kuorilaatat>.

- 2015c. Elementtisuunnittelu. Ontelolaatat. Viitattu 22.12.2015 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>.

Ekonoavaara E., Haveri H., Jeskanen P., 1994. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki : Rakennustieto Oy.

Eurokoodi. 2015. Ontelolaatat. Viitattu 07.01.2016 www.betoni.com/Download/22236/BET0804_s_64-67.pdf.

Finfoam. 2015. Eristeet. Viitattu 20.12.2015. <http://www.finfoam.fi/tuotteet/ff-eps/>.

Haahtela Y., Kiiras J., 2013 Talonrakennuksen kustannustieto.

Kiruna Kommun 2016. Kirunas nya stadhus viitattu 20.3.2016 <http://www.kiruna.se/Stadsomvandling/Nya-Kiruna/Kristallen-Kirunas-nya-stadshus/>.

Merikallio T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Parok. 2015. Paloluokitus. Viitattu 19.12.2015. http://www.paroc.fi/knowhow/palo/paloluokitus?sc_lang=fi-FI.

Rakennustieto Oy 2016. Ratu KI-6028 Aikataulukirja 2016.

Suomen Betoniyhdistys ry & Teräsrakenneyhdistys ry. 2012. Liittorakenteiden suunnittelu ja mitoitus. 1. painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy.