

OPINNÄYTETYÖ



TYÖMAALTA SISÄTILOIHIN

Betonin mahdollisuudet kalustemuotoilussa

Tekijä: Jenni Kääriäinen

Koulutusala: Kulttuuriala	
Koulutusohjelma: Muotoilun koulutusohjelma	
Työn tekijä: Jenni Kääriäinen	
Työn nimi: Työmaalta sisätiloihin - Betonin mahdollisuudet kalustemuotoilussa	
Päiväys: 15.5.2014	Sivumäärä/Liitteet: 56
Ohjaaja: Ari Tarvainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t): -	
Tiivistelmä: Betoni on yleistynyt sisustusmateriaalina 2010-luvulla ja voidaan jo puhua sisustustrendistä. Suomessa betonia on käytetty sisätiloissa lähinnä pintamateriaalina, mutta markkinoilla on alkanut näkymään kysyntää myös betonisille kalusteille ja sisustustuotteille, jotka ovat vielä melko harvinaisia Suomessa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia eri tekniikoita joilla betonia voidaan muokata kalustemuotoilun tarpeisiin sekä tutustua sen ominaisuuksiin ja eri muotoihin. Aihetta lähestyttiin tuotekehityksen näkökulmasta. Tutkimuksen tarkoituksena oli syventää opinnäytetyön tekijän tietämystä betonista ja kehittää ammatillista osaamista. Tutkimuksen pohjalta suunniteltiin betoninen irtokaluste, josta valmistettiin prototyyppi.	
Avainsanat: Kalustemuotoilu, betoni, kuitubetoni, kaluste, prototyyppi	

Field of Study: Culture			
Degree Programme: Degree Programme in Design			
Author: Jenni Kääriäinen			
Title of Thesis: From Site to Inside - The Possibilities of Concrete in Furniture Design			
Date:	15.5.2014	Pages/Appendices:	56
Supervisor: Ari Tarvainen			
Client Organisation /Partner: -			
Abstract: Concrete has become a common material in interior design in 2010s and this phenomenon can be described as an interior design trend already. In Finland concrete has been used mostly as a surface material, but the market is demanding for concrete furniture, which are still quite rare in Finland. This thesis discusses the different techniques used to manipulate concrete for the demands of designing concrete furniture and it also explores its attributes and forms. The subject was approached from the aspect of product development. The meaning of the thesis is to increase author's knowledge of concrete and to advance her professional know-how. Concrete furniture was designed based on this research, and a prototype was made.			
Keywords: furniture design, concrete, fiber concrete, furniture, prototype			

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	7
1.1	Kysyntä ja tarjonta.....	7
1.2	Miksi betoni?	10
2	Betoni.....	12
2.1	Historia	13
2.1.1	Betoni suomalaisessa arkkitehtuurissa	13
2.1.2	Betoni kalustemuotoilussa.....	16
2.2	Raaka-aineet	19
2.2.1	Sideaineet.....	20
2.2.2	Runkoaine	20
2.2.3	Vesi.....	20
2.2.4	Lisäaineet.....	20
2.3	Betonin valmistaminen	21
2.3.1	Valmisbetoni.....	21
2.4	Betonimassan ominaisuudet	22
2.4.1	Notkeus.....	22
2.4.2	Koossapysyvyys.....	22
2.4.3	Tiivistyvyys.....	23
2.4.4	Ilmapitoisuus	23
2.5	Kovettuneen betonin ominaisuudet.....	24
2.5.1	Paino.....	24
2.5.2	Puristuslujuus	24
2.5.3	Tiiviys.....	24
2.5.4	Säilyvyys.....	25
2.5.5	Pakkasenkesto	25

2.6	Betoni ja kestäväkehitys.....	25
3	Erilaiset betonit	27
3.1	Korkealujuusbetoni.....	27
3.2	Kuitubetoni.....	28
3.3	Kangasbetoni.....	29
3.4	Valokuitubetoni	30
3.5	Papercrete.....	30
4	Tekniikat.....	32
4.1	Valaminen	32
4.2	Muotit.....	32
4.2.1	Muotin materiaali	33
4.2.2	Muotinirrotusaineet	34
4.3	Tukirakenteet	34
4.3.1	Raudoitus	34
4.3.2	Hiilikuitukangas.....	35
4.3.3	Suora betoni tekniikka	35
4.4	Pinnan käsittely	36
4.4.1	Tuoreet pinnat.....	36
4.4.2	Kovettuneet pinnat.....	38
4.5	Värijääminen.....	38
4.5.1	Väribetonipinnat	38
4.5.2	Pintavärjätyt betonipinnat.....	39
4.6	Graafinen betoni.....	40
5	Suunnitteluprosessi.....	41
5.1	Suunnittelun lähtökohdat	41
5.2	Muotokieli.....	41
5.3	Ideointi ja luonnostelu.....	42
5.4	Lopullinen tuote	45
5.5	Prototyyppi	46
6	Yhteenveto	50

7	Lähteet ja tuotetut aineistot.....	51
7.1	Kaaviot	51
7.2	Kuviot	51
7.3	Kuvat.....	51
7.4	Lähdeluettelo.....	54



1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan betoniin ja tutkitaan sen ominaisuuksia sekä syvennytään tekniikoihin joilla sitä voidaan muokata kalustemuotoilun tarpeisiin. Erityisesti uudemmissa tekniikoista ja materiaaleista ei löydy suomenkielistä kirjallisuutta tai lähdetietoa, ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota sitä yhteen.

Tutkimusta lähestyttiin tuotekehityksen kannalta, ja sen pohjalta suunniteltiin betoninen irtokaluste. Rakennus-teollisuus kehittää jatkuvasti uusia tekniikoita ja tapoja käyttää betonia, ja niitä on alettu hyödyntämään myös kalustemuotoilussa. Tämän opinnäytetyöprosessin aikana suunnitellussa kalusteessa pyrittiin hyödyntämään näitä innovaatioita. Kalusteesta valmistettiin prototyyppi, jonka avulla tutkittiin sen toiminnallisuutta ja mittasuhteita.

1.1 Kysyntä ja tarjonta

Betoni löysi tiensä suomalaisiin koteihin 2010-luvulla. Ensimmäisen kerran sitä nähtiin vuoden 2012 Asuntomessuilla Tampereella, jossa betonia oli käytetty lattia- ja seinäpintoissa. Nämä pinnat jakoivat mielipiteitä ja niitä joko rakastettiin tai vihattiin. Betonia nähtiin myös vuoden 2013 Asuntomessuilla Hyvinkäällä, jossa pinnat olivat saaneet seurakseen yksittäisiä betonisia kalusteita, kuten pöytiä ja penkkejä. Tällöin kuitenkin betoni sai osakseen enemmän ihailua kuin inhoa, ja onkin alettu puhua sisustustrendistä.



KUVA 1. Fruit-sohvapöytä (Design Studio Paulsberg 2011.)

Betonisten kalusteiden kysyntä on lähtenyt kasvuun. Suomessa tarjonta on kuitenkin vielä vähäistä, ja suurin osa sisustusliikkeistä löytyvistä betonisista kalusteista ja sisustustuotteista on tuotu ulkomailta. Lisäksi suomalaiset muotoilijat eivät ole vielä kiinnostuneet betonin mahdollisuuksista ja kotimainen tuotanto on hyvin vähäistä. Suurin osa suomalaisista kodeista löytyvistä betonisista kalusteista on yksittäiskappaleita ja ne on tehty mittatilaustyönä. Deko-lehden maaliskuun 2014 numeron Palaset-artikkelissa Joanna Ekberg kuvailee puun, betonin ja niukan väripaletin yhdistelmää täydelliseksi liitoksi. Kuitenkin artikkelissa listattuja betonisia tuotteita ovat ainoastaan kukkaruukut sekä alun perin puutarhaan tarkoitettu Vepsäläisen Beta-ruokapöytä.



KUVA 2. Solidification-penkki (Studio Markunpoika 2010.)

Suomalaisten suunnittelemat betoniset irtokalusteet ovat vielä harvinaisia. Vuonna 2010 Jyväskylästä lähtöisin oleva Studio Markunpoika valmisti Solidification-penkin betonikankaasta, joka kuitenkin jäi uniikiksi tuotteeksi (Markunpoika 2010.) Vuonna 2013 Iittala lanseerasi markkinoille Leimu-valaisimen, jonka jalka on valmistettu betonista. Vaikka Iittala on suomalainen yritys, Lampun suunnittelija on kuitenkin norjalaissyntyinen Magnus Pettersen.



KUVA 3. Leimu-valaisin (Magnus Pettersen studio 2013.)

Ulkomailta tarjontaa löytyy paremmin. Esimerkiksi käsintehtyihin tuotteisiin erikoistuneelta yhdysvaltaiselta Etsy-sivustolta löytyy 3 206 erilaista betonista esinettä hakusanalla concrete. (Etsy 2014.) Tarjolla on kaikkea tuoleista koruihin ja astioihin. Hinnat vaihtelevat muutamasta kymmistä tuhansiin euroihin. Vaikka hintahaitari onkin laaja, laadukkaasta tuotteesta joutuu maksamaan. Lisäksi betonille ominainen paino, nostaa postituskulut hyvinkin korkeiksi EU:n ulkopuolelta tilattaessa.

Useat betoni-trendin perässä kulkevat sisustusintoilijat ovatkin päättäneet täydentää tarjontaan jäävän aukon alkamalla valmistamaan betonisia tuotteita itse. Tekemään on lähdetty yrityksen ja erehdyksen kautta ja lopputuloksia jaetaan innokkaasti sisustusblogeissa. Useat bloggaajat antavat neuvoja ja kertovat omia kokemuksiaan siitä kuinka valmistetaan esimerkiksi uusimman muodin mukainen betoninen tuikkukuppi tai maljakko. Melkein 1 500 lukijaa tavoittava Kotipalapeli-blogin kirjoittaja Rilla Tervonen kertoo 18. helmikuuta 2014 kirjoittamassaan merkinnässä valmistamastaan betonisesta valaisimesta. Alkuperäinen suunnitelma ei ole onnistunut, mutta periksi ei anneta ennen kuin haluttu valaisin on saatu valmistettua.

Valmisbetonin hyvä saatavuus ja halpa hinta kannustavat ihmisiä kokeilemaan betonisten tuotteiden valmistusta itse. 25 kilon säkki valmisbetonia maksoi K-raudassa maaliskuun 2014 lopulla 6,20 euroa (K-rauta 2014.) Muotteina voidaan käyttää lähes mitä vain mikä kestää betonin painon. Kuitenkin monimutkaisempia ja suurempia tuotteita on hankala valmistaa ilman tarvittavaa tietotaitoa sekä koneita, ja valmisbetoni ei ole tarpeeksi lujaa ohuiden ja kevyiden muotojen valamiseen.

Tämä jättääkin selkeän aukon betonisten kalusteiden tarjontaan Suomen markkinoilla. Etenkin pieniä kevyitä kalusteita, kuten tuoleja ja sohvapöytiä, ei ole ollenkaan tarjolla, sillä sisustusliikkeistä löytyy lähinnä valaisimia ja ruokapöytiä. Laadukkaille kotimaisille kalusteille olisi varmasti kysyntää, jos niitä vain valmistettaisiin.



KUVA 4. Beta-ruokapöytä (Vepsäläinen Oy 2013.)

1.2 Miksi betoni?

Itse innostuin betonista talvella 2012. Etsin erilaisia pintamateriaali ratkaisuja märkätiloihin ja törmäsin betonisiin seiniin ja lattioihin Designbetonin nettisivuilla. Rakastuin materiaaliin minimalistiseen ja persoonalliseen ilmeeseen. Vaikka betoni on harmaata ja joidenkin mielestä jopa tylsää, mielestäni betoninen pinta herättää huomiota ja on mielenkiintoinen yksityiskohta sisustuksessa. Betoni on kaunista ja ajatonta ja se sopii hyvin nykyaikaiseen ja moderniin sisustukseen.

Kun pohdin opinnäytetyöni aihetta, päätin että haluan suunnitella design-kalusteen. Suurin osa opintojeni aikana suunnittelemistani kalusteita ovat olleet käytännönläheisiä ja ne ovat olleet tarkoitettu jollekin tietylle käyttäjäryhmälle, kuten vanhuksille tai lapsille. Halusin suunnitella jotakin joka puhtaasti edusti omaa estetiikkaani ja täydentää portfolioni nykyistä sisältöä. Jätin tietoisesti hankkimatta asiakkaan opinnäytetyölleni, koska ajattelin että asiakas saattaisi rajoittaa suunnitteluani ja voisin joutua toteuttamaan hänen visiotaan omani sijasta.

Kun mietin materiaali vaihtoehtoja, päädyin betoniin, koska halusin suunnitella jotakin uniikkia. Puu, muovi ja metalli ovat perinteisiä kaluste materiaalivaihtoehtoja, mutta

niiden käyttäminen ei olisi tuonut opinnäytetyöhöni ollenkaan uutta näkökulmaa. Betonin käyttö on vielä melko harvinaista, mutta sillä on hyvät tulevaisuudet näkymät. Lisäksi halusin syventää tietämystäni tästä materiaalista.



2 BETONI

Betoni on keinotekoinen kivi, jota tehdään liimaamalla toisiinsa erikokoisia kivirakenteita. Liima valmistetaan sementistä ja vedestä. Betonin ominaisuuksia voidaan muunnella käyttämällä erilaisia lisäaineita. (Uusitalo 2012.)

Betoni on maailman käytetyin rakennusmateriaali, koska se on luja, pitkäikäinen, energiaa säästävä, turvallinen ja edullinen. Betonia on käytetty rakennusteollisuudessa jo satoja vuosia, mutta se on yleistynyt kalustemateriaalina vasta viime vuosikymmenellä. (Betoniteollisuus ry 2013.)

Betonilla on runsaasti hyviä ominaisuuksia: se on luja ja kestävä ja paloturvallisempaa kuin esimerkiksi puu. Betonia on helppo muokata ja se eristää ääntä. Betoni on myös terveellinen materiaali, koska se ei homehdu. (Riuttamäki 2009.)



KUVIO 1. Betonin hyvät ja huonot puolet (Kääriäinen, perustuen Betoniteollisuus ry 2013.)

2.1 Historia

Betonin kehitys alkoi 100-luvulla eaa antiikin Roomassa, jolloin kehitettiin opus caementicum, roomalainen betoni. Roomalaiset käyttivät sementissään potsolaania, joka on punertavaa hiekan näköistä vulkaanista tuhkaa. Aluksi betonia käytettiin kalliimpien materiaalien sijasta hyöty- ja kaupallisissa rakennuksissa sekä infrastruktuurin, kuten laiturien ja vesikourujen, rakentamiseen. Vähitellen kuitenkin huomattiin betonin mahdollisuudet ja siitä tuli tärkeä osa roomalaista arkkitehtuuria. Tunnetuin betonista valmistettu antiikin aikainen rakennus lienee ollut Pantheon, joka rakennettiin 120 – 124 jaa. (Väisänen 2010, 6.)



KUVA 5. Pantheon (Shutterstock s.a.)

Nykyaikainen betoni syntyi 1700-luvulla. Vuonna 1759 valmistuneen Eddystonen majakan katsotaan olleen nykyaikaisen betonirakentamisen ensimmäinen virstapylväs. Sementti patentoitiin 1796 ja sitä alettiin tuottaa suuressa mittakaavassa Englannissa vuonna 1824. Englannista betoni levisi Keski-Eurooppaan ja sieltä lopulta Suomeen 1856. Nykyisin käytetty Portlandsementti keksittiin vuonna 1844. (Väisänen 2010, 8.)

2.1.1 Betoni suomalaisessa arkkitehtuurissa

Betonia käytettiin ensimmäisen kerran Suomessa vuonna 1856 valmistuneen Saimaan kanavan rakentamiseen. Suomen ensimmäinen sementtitehdas avattiin Saviolle vuonna 1869. Portlandsementtiä oli tuotu Suomeen jo aikaisemmin ja Savion tehtaan tarkoitus oli korvata tuontitavara kotimaisella tuotteella. Savion tehtaan tuotanto oli

kuitenkin pienimuotoista, ja se suljettiin 1890-luvun alussa. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989, 8.)

Teräsbetonin keksiminen 1800-luvun lopulla mahdollisti paloturvallisemmat ja kestävämmät rakenteet, ja sillä alettiin korvata puupalkkeja sekä kappaholveja. Ensimmäinen teräsbetonista valmistettu rakennus Suomessa oli Viipurin suomalainen tyttökoulu, joka valmistui vuonna 1905. Luultavasti Suomen rakennustaiteellisesti merkittävin teräsbetonirakenteista tehty rakennus on Helsingin rautatieasema, joka valmistui 1900-luvun alussa. Kuitenkin 1800 - 1900-luvun vaihteessa betonia käytettiin pääasiassa tehtaiden, verstaiden, varastojen, voimaloiden ja infrastruktuurin rakentamiseen. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989.)

1930-luvulla funktionalismi rantautui Suomeen, joskin sotien vuoksi uudisrakentaminen oli vähäistä. Kuitenkin betoni yleistyi sairaaloiden rakennusmateriaalina, ja esimerkiksi Alvar Aallon suunnittelema Paimion parantola valmistui vuonna 1933. Betonia hyödynnettiin myös urheilurakennuksissa, kuten Helsingin kesän 1940 peruuntuneita kesäolympialaisia varten rakennetuissa soutu-, uima- ja Olympiastadionissa. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989, 10 - 14.) 1930-luvusta lähtien betoni on ollut Suomen yleisin rakennusmateriaali. (Väisänen 2010, 10.)



KUVA 6. Paimion Parantola (Docomomo Suomi Finland Ry s.a.)

1940-luku oli jälleenrakentamisen aikaa ja Suomessa oli pula rakennusmateriaaleista ja työvoimasta. Rakentamista haluttiin standardisoida ja elementtirakentaminen nousi

suosioon. (Väisänen 2010, 11.) Pääomat suunnattiin pääasiassa tehtaiden ja voimalaitosten rakentamiseen. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989, 28.)

1950-lukua on pidetty arkkitehtuurin kultakautena, ja suomalaiset arkkitehdit niittivät mainetta kansainvälisesti Alvar Aallon johdolla. 50-luvulla Suomi teollistui ja ihmiset muuttivat kaupunkeihin, mikä aiheutti asuntopulan ja tarpeen uusille teollisuus- ja liikerakennuksille sekä kouluille ja kirkoille. Myös Helsingin katukuva uudistui vuonna 1952 järjestettävien Olympialaisten vuoksi. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989, 30.) Asuntopulaa pyrittiin ratkaisemaan rakentamalla lähiöitä. Aikansa maineikkain lähiö oli Espoon Tapiola, joka oli 15 000 asukkaalle perustettu puutarhakaupunki. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989, 34.)



KUVA 7. Helsingin Olympiastadion (Suomen Urheilumuseo säätö 1952.)

1960 -1970-lukujen huono arkkitehtuuri leimasi betonin, ja negatiiviset mielenyhtymät näkyvät vielä tänäkin päivänä ihmisten asenteissa betonia kohtaan. Tuon aikakauden rakennuksia luonnehdittiin julkisuudessa ankeiksi ja laatikkomaisiksi. Massatuotannolla pyrittiin vastaamaan yhteiskunnalliseen muutokseen ja tarpeeseen joka seurasi suuresta kaupunkeihin suuntautuvasta muuttoliikkeestä. Tästä seurasi se että asuintaloja rakennettiin mahdollisimman nopeasti ja halvalla ja asuntojen esteettisyys sekä ympäristö jätettiin toisarvoiseksi. Lisäksi negatiivista kuvaa lisäsi vanhojen yksityiskohtaisten rakennusten purkamisen kaupunkikeskustoissa ja niiden korvaaminen betonisilla kolosseilla. (Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry 1989, 49,50.)

2.1.2 Betoni kalustemuotoilussa

Betonisia irtokalusteita on alettu valmistamaan vasta 1900-luvun loppupuolella, kun muotoilijat alkoivat omaksua rakennusteollisuutta varten kehitettyjä uusia materiaaleja ja tekniikoita. Betoniset kalusteet ovat yleistyneet vasta 2000-luvulla.

1900-luvun alkupuolella keksijä Thomas Edison haaveili omakotitaloista, joissa kaikki kalusteista itse rakennukseen oli valmistettu betonista muottiin valamalla. Ajatus idean takana oli se että myös köyhimmillä kansalaisilla olisi varaa omaan kotiin. Edisonin taloja ei kuitenkaan valmistettu kalliiden muottikustannusten vuoksi. Lisäksi ihmiset eivät halunneet asua taloissa, jotka oli suunniteltu köyhille. (Takala 2014.)

1950-luvulla perinteisiä rakennustuotteita kuitubetonista valmistava sveitsiläinen yritys, Eternit, alkoi tehdä yhteistyötä sveitsiläisen teollisen muotoilijan Willy Guhlin kanssa. Yhteistyön tuloksena syntyi kuitubetonista valmistettuja kukkaruukkuja ja puutarhakalusteita. (Eternit 2014.) Kuuluisin kaluste oli Guhlin vuonna 1954 suunnittelema Loop-tuoli, joka muodostuu yhtenäiseen silmukkaan taivutetusta kuitubetonilevystä. Erityistä arvostusta se sai minimalistisesta, modernista ja jopa veistoksellisesta muotokielestään. (Kilic 2013.)



KUVA 8. Loop-tuoli (Swiss Pearl s.a.)

Monet ensimmäisistä betonikalusteista oli tarkoitettu enemmänkin taideteoksiksi kuin käyttötavaroiksi. Vuonna 1980 sveitsiläinen Stefan Zwicky teki oman betonisen versionsa Le Corbusierin, Pierre Jeanneretin ja Charlotte Perriandin kuuluisasta LC2 Grand Confort-nojatuolista. Hän nimesi sen leikkisästi *Homage a Corbu, grand*

confort, sans confort eli Kunnianosoitus Corbusierille, erittäin mukava, ilman mukavuutta. Zwicky halusi heijastaa työllään menneisyyttä sekä tulevaisuutta – muotokieli oli sama kuin 1920-luvulla suunnitellussa LC2-tuolissa, mutta materiaali valinnat futuristisia. (MaterialSource 2013.)



KUVA. 9. Homage a Corbu (Zwicky 1980.)

Ruotsalainen muotoilija Jonas Bohlin taas järkytti ruotsalaista taidemaailmaa vuonna 1981 asettamalla näytteille betonista ja metallista valmistetun Concrete-tuolin. Tuoli oli alun perin tarkoitettu osaksi installaatiota, ja sitä pidettiin täydellisenä esimerkkinä ruotsalaisesta postmodernismista. (Beckman 1998.)



KUVA. 10. Concrete-tuoli (Scandinavian Design s.a.)

2000-luvulla on alettu uusiokäyttää teollisia rakennuksia ja muuttaa niitä loft-tyylisiksi asunnoiksi. (Talotarinat 2013-2-2.) Inspiraatiota sisustukseen alettiin hakea minimalismista ja industrialismista, ja koteihin haluttiin urbaania ja teollista tunnelmaa. (Sheppard 2011.) Betoni sopi tähän tarkoitukseen täydellisesti.

Varhaisemmat betonikalusteet olivat inspiroituneet betoniarkkitehtuurista ja ne olivat joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta massiivisia, raskaita ja staattisia. 2000-luvulla kehitettiin erilaisia komposiittibetoneita sekä tekniikoita, jotka mahdollistivat kevyemmät rakenteet. Betonisia kalusteita alettiin valmistaa suuressa mittakaavassa 2010-luvulla, jolloin vanha muotokieli sai väistyä uusien orgaanisempien ja kevyempien muotojen tieltä. Etenkin 2010-luvun betonisten kalusteiden muotoilulle oli ominaista rikkoo betonille ominaista muotokieltä.

Saksalaisen suunnittelutoimisto Paulsberg tuli kuuluisaksi vuonna 2011 Spurt-tuolistaan. Juoksuun pyrähtävän ihmisen muotokielestä inspiroitunut tuoli on valmistettu hiilikuitukankaalla vahvistetusta betonista. Tuoli on ergonomisesti muotoiltu ja siten se rikkoo betonisten kalusteiden perinnettä.



KUVA 11. Spurt-tuoli (Design Studio Paulsberg 2011.)

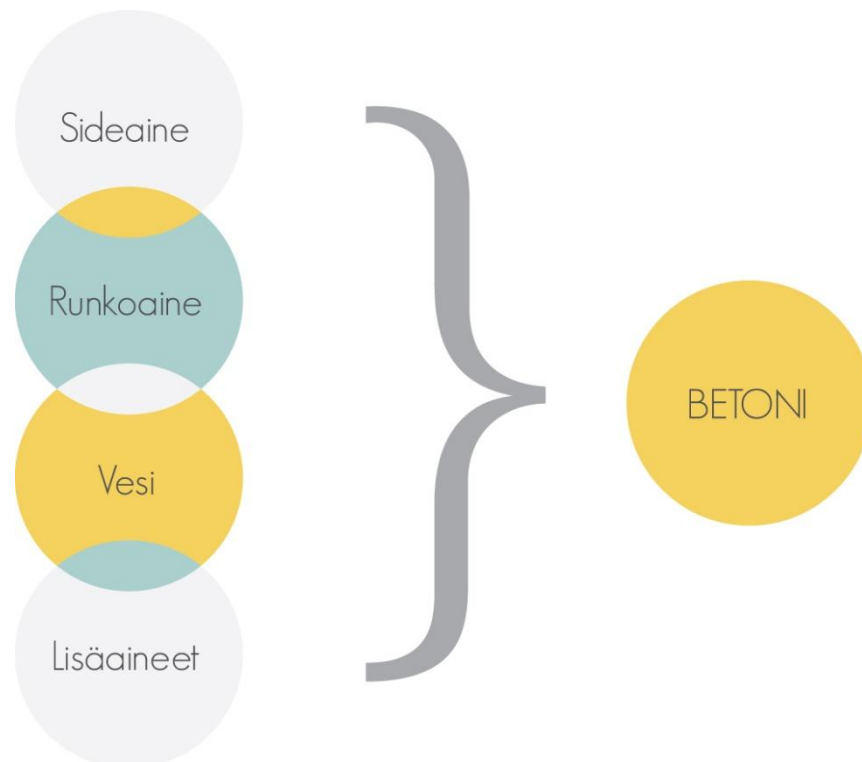
2011 saksalainen suunnittelija Florian Schmid suunnitteli sarjan tuoleja ja penkkejä, jotka oli valmistettu kangasbetonista. Tuolien kangasmainen pinta luo illuusion pehmeydestä ja lämmöstä, ja reunoihin käytetty tikkaus menetelmä syventää sitä. Tämä luo vahvan kontrastin betonille ominaisten kovuuden ja kylmyyden kanssa. (Schmid 2014.)



KUVA 12. Stitching concrete (Shcmid 2011.)

2.2 Raaka-aineet

Betoni muodostuu eri aineiden kovettumisreaktion seurauksena. Betonin raaka-aineet ovat runkoaine, vesi, sideaine ja mahdolliset lisäaineet, kuten väripigmentit tai kuidut. Betonin ominaisuudet riippuvat valmistusteniikoista sekä eri aineiden suhteista ja ominaisuuksista. (Uusitalo 2012, 9.)



KUVIO 2. Raaka-aineet (Kääriäinen 2014, perustuen Uusitalo 2012, 9.)

2.2.1 Sideaineet

Sideaine reagoi veden kanssa saaden aikaan betonin kovettumisreaktion. Tavallisin sideaine on sementti ja muita harvemmin käytettyjä aineita ovat masuunikuona ja nykyaikaiset potsolaanit, lehtotuhka ja silika. (Väisänen 2010, 15.) Sideaineen tarkoituksena on ympäröidä ja yhdistää runkoaine sekä täyttää sen välissä oleva tyhjä tila. (Uusitalo 2012, 10.)

Sementin raaka-aineita ovat kalkkikivi, kvartsi ja savi. Raaka-aineet jauhetaan ja poltetaan uunissa, jossa niiden rakenne hajoaa veden ja hiilidioksidin poistuessa. Reaktiossa syntyy pääasiassa kaliumsilikaateista muodostuneita klinkkerimineraaleja, joista sementti jauhetaan. (Betoniteollisuus ry 2013.) Jauheeseen lisätään kipsiä ja muita seosaineita halutun koostumuksen saavuttamiseksi. (Uusitalo 2012, 10.)

2.2.2 Runkoaine

Runkoaine on murskattua kiviainesta ja se on noin 70 % betonin tilavuudesta. Raekoko voi vaihdella 0,02 – 16 mm välillä. Karkeinta kiviainesta on murske tai luonnonsora, hienointa taas hiekka. Runkoaineena voidaan käyttää myös murskattua betonia. (Betoniteollisuus ry 2013.)

Käytetyn runkoaineen tulee olla tarkoitukseen soveliasta. Rapautunut tai vieraita aineita sisältävä runkomateriaali voi heikentää betonin ominaisuuksia. (Uusitalo 2012, 18.)

2.2.3 Vesi

Vesi reagoi sementin kanssa ja aiheuttaa betonin kovettumisreaktion. Ilman vettä betoni ei olisi työstettävissä. Betonin valmistukseen käytetyn veden tulee olla vapaa epäpuhtauksista. Tavallinen hanavesi soveltuu betonin valmistamiseen. (Uusitalo 2012, 18.)

2.2.4 Lisäaineet

Lisäaineilla vaikutetaan betonin ominaisuuksiin. Lisäaineet jaotellaan seuraaviin ryhmiin: notkistimet, tehonotkistimet, kiihdyttimet, hidastimet, huokoistimet, tiivistysaineet ja injektioaineet. Esimerkiksi notkistimet lisäävät betonin notkeutta ilman

että siihen tarvitsee lisätä enemmän vettä tai hidastimet hidastavat betonin kovettumista ja lisäävät näin työaika. (Uusitalo 2012, 25.)

2.3 Betonin valmistaminen

Aluksi yhdistetään betonimassan osa-aineet siten, että betonimassa täyttää sille asetetut vaatimukset. Aineet pyritään suhteuttamaan niin että päästään haluttuun lopputulokseen käyttämällä sementtiä mahdollisimman vähän. (Uusitalo 2012, 41.)

Aineet voidaan sekoittaa joko sekoittimessa tai käsin. Käsin sekoittaessa pienet määrät voidaan sekoittaa sangossa tai tynnyrissä. Aluksi mitataan tarvittava runkoaines ja sementti ja sekoitetaan huolellisesti. Seokseen lisätään tarvittava vesimäärä ja sen annetaan imeytyä muutamia minutteja. Massa tulee sekoittaa huolella, kunnes se on tasavärinen ja -laatuinen. (Uusitalo 2012, 42, 43.)

Itse valmistettu betoni on yleensä heikkolaatuisempaa kuin tehtaalla tehty ja sitä tulisi käyttää vain pienissä ja vähäpätöisissä betonikohteissa. Esimerkiksi epäpuhtaudet pääsevät helpommin betonimassaan ja heikentävät sen ominaisuuksia. (Uusitalo 2012, 41.)

2.3.1 Valmisbetoni

Valmisbetoni tehdään valmisbetonilaitoksilla ja sen laatua valvotaan tarkoin. Pieniä valukohteita varten voidaan hankkia säkkeihin pakattua kuivasekoitetta, johon on mitattu valmiiksi sideaine ja kiviainekset oikeaan suhteeseen. Käyttäjän tarvitsee lisätä vain vesi ja betonimassa on käyttövalmista. (Uusitalo 2012, 48.)

2.4 Betonimassan ominaisuudet



KUVIO 3. Ominaisuudet (Kääriäinen 2014, perustuen Uusitalo 2012.)

2.4.1 Notkeus

Notkeus tarkoittaa betonimassan kykyä mukautua valumuotin muotoihin. Mitä monimuotoisempi ja yksityiskohtaisempi muotti, sitä notkeampaa massan tulee olla. Notkeutta voidaan säädellä lisäaineilla tai sementtiliiman määrällä. Betonista ei kannata tehdä sen notkeampaa kuin tarve vaatii, sillä notkea massa kutistuu enemmän, vaatii enemmän sementtiä ja erottuu helpommin kuin jäykkä betoni. (Uusitalo 2012, 27.)

2.4.2 Koossapysyvyys

Koossapysyvyydellä tarkoitetaan betonin kykyä pysyä tasalaatuisena valmistuksen ja betonoinnin välillä. Mikäli aineosat erottuvat, betonin laatu huononee ja voi vaihdella eri kohdissa rakennetta. Yleisintä on se että vesi nousee pintaan ja raskaammat runkoainekset painuvat pohjalle. (Uusitalo 2012, 30.)

Erottumiseen vaikuttavat tekijät ovat massan notkeus ja runkoaineen rakeisuus. Myös pitkä aika valmistuksen ja käytön välillä tai väärin valmistettu betonimassa voivat johtaa erottumiseen. (Uusitalo 2012, 30.)

Erottuminen voidaan ehkäistä valmistamalla betoni oikeaoppisesti ja käyttämällä se heti valmistuksen jälkeen. Koossapysyvyyttä voidaan myös parantaa joissakin tapauksissa lisäämällä siihen lisähuokoistusaineita. (Uusitalo 2012, 30.)

2.4.3 Tiivistävyys

Tiivistävyydellä tarkoitetaan betonin kykyä täyttää muotti niin että siihen ei jää tyhjää tilaa. Hyvin tiivistävässä betonimassassa on mahdollisimman vähän ilmahuokosia. Betoni ei tiivisty itsestään vaan siihen käytetään täryttimiä. Pienissä valuissa muottia voidaan ravistella ilmakuplien poistamiseksi. Notkea betoni tiivistyy paremmin kuin jäykkä. Tiivistävyyttä voidaan parantaa oikean kokoisella raekoolla. (Uusitalo 2012, 30.)



KUVA 13. Ilmakuplien aiheuttamia huokosia (Outside the Fray 2012.)

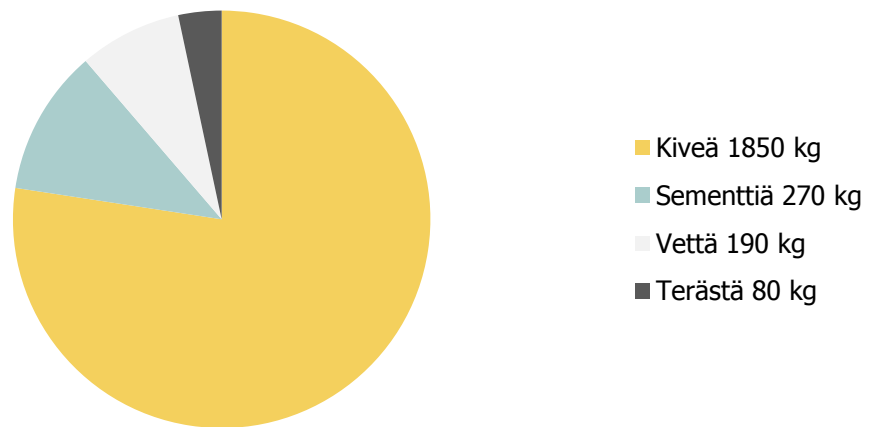
2.4.4 Ilmapitoisuus

Ilmapitoisuus tarkoittaa tiivistetyn betonin massan sisältämää ilmamäärää, joka tuoreessa betonimassassa on noin 4 – 5 %. Ilma on betonin seassa huokosina, jotka tekevät sen hauraaksi ja pienentävät lujuutta. Ilmanmäärä on riippuvainen eri aineiden suhteista sekä sekoitus tavasta. (Uusitalo 2012, 32.)

2.5 Kovettuneen betonin ominaisuudet

2.5.1 Paino

Kuutio tavanomaista raudoitettua betonia painaa noin 2400 kiloa, ja sen paino jakaantuu seuraavasti:



KAAVIO 1. Betonin paino(Kääriäinen, perustuen Väisänen 2010, 19.)

2.5.2 Puristuslujuus

Betonilla on hyvä puristuslujuus, mutta sen vetolujuus on vain 1/10 sen puristuslujuudesta. Betoni jaetaan eri luokkiin sen lujuuden mukaan. Korkealujuusbetonin lujuus on parempi kuin tavallisen betonin. (Väisänen 2010, 19.)

Lujuuteen vaikuttaa pääasiassa vesisementtisuhte, sementinlaatu ja betonin ikä. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat sementtiliiman määrä, runkoaineen rakeisuus, runkoaineiden muoto ja pinnan laatu sekä massan sekoitusaika. (Uusitalo 2012, 36.)

2.5.3 Tiiviys

Betonin on huokoinen aine, joten se ei ole täysin vesitiivistä. Tiiviys riippuu betonimassan aineitten suhteista ja siitä että runkoaine koostuu eri raekooista oikeassa suhteessa. Valettaessa massan tulee olla tarpeeksi notkeaa, että se täyttää muotin mahdollisimman hyvin. Lisäksi betonin tulee kovettua kunnolla ja prosessissa ei saa syntyä halkeamia. Paras tapa tehdä betonista vesitiivistä on pinnoittaa se. (Väisänen 2010, 19.)

2.5.4 Säilyvyys

Betonin lujuus heikkenee yli 250 asteen lämpötilassa. Kuitenkin betoni hajoaa vasta 1000 asteen lämpötilassa, ja on siksi hyvin paloturvallinen materiaali. Betonin säilyvyyteen vaikuttavat betonin lujuus, raudoituksen betonipeite, vedenpitävyys, huokosjako, minimisideainemäärä, kloridipitoisuus ja kiviaineksen laatu. (Väisänen 2010, 19.)

2.5.5 Pakkasenkesto

Pakkasenkestolla tarkoitetaan betonin kykyä kestää toistuvien jäätymisten ja sulamisten rasitus. Pakkasvaurioita syntyy kun betonin huokosiin imeytyy vettä, joka jäätyessään laajenee noin 9 %. (Uusitalo 2012, 37.)

Betonista saadaan pakkasenkestävää tekemällä siitä huukoista lisäaineen avulla. Huokoisuus antaa jäätyvälle vedelle tilaa laajeta, ja estää näin betonin mahdollisen halkeilun. Betonia voidaan valaa jopa -20 asteen lämpötilassa, mutta se edellyttää joitakin erikoisjärjestelyjä. (Väisänen 2010, 20.)



KUVA 14. Pakkasvaurioita betonissa (Popular Mechanics 2008.)

2.6 Betoni ja kestäväkehitys

Betoni on ominaisuuksiltaan luja, pitkäikäinen, energiaa säästävä ja turvallinen materiaali. Betonin elinkaaren aikana eniten energiaa kuluu betonin valmistukseen, josta suurin osa käytetään sementin polttamiseen. (Betoni 2013.) Betoniteollisuus

kehittää jatkuvasti toimintatapojaan esimerkiksi tehostamalla tuotantoa, vaihtoehtoisilla energianlähteillä ja suodattamalla pölypäästöjä. Sementti teollisuus aiheuttaa noin 6 % kiinteiden ihmisen aiheuttamien hiilidioksidilähteiden päästöistä. (Väisänen 2010, 21.)

Betonirakenteet vaativat vähän huoltoa ja ovat pitkäikäisiä. (Betoniteollisuus ry 2013.) Massiivisena rakenteena betoni varaa ja tasaa lämpöä, säästäten näin energiaa ja sen tuottamia päästöjä arkkitehtuurissa. Betoni onkin erittäin elinkaariedullinen materiaali. (Väisänen 2010, 21.)

Betoni voidaan kierrättää murskaamalla se ja käyttämällä runkoaineena tai maarakentamiseen. Betonin hiilidioksidi päästöjä voidaan vähentää korvaamalla sementti vaihtoehtoisilla sideaineilla, kuten lentotuhkalla tai masuunikuonalla. Tällä hetkellä kuitenkin vaihtoehtoisten sideaineiden tuotanto on pienimuotoista. (Väisänen 2010, 21.)



KUVA 15. Ylijäämä kangasbetonista valmistettu Trash Cube-jakkara (Le Moigne 2010.)

Betoni on pitkäikäinen materiaali ja rakenteen säilyminen säästää ympäristöä. Oikean koostumuksen ja eri aineiden suhteen löytäminen lisää materiaalin käyttöikä. Oikein suunniteltu toimiva ja kaunis tuote koetaan säilyttämisen arvoiseksi. (Väisänen 2010, 21.)

3 ERILAISET BETONIT

Tässä osiossa syvennyttään erilaisiin betoneihin, jotka soveltuvat erityisesti kalusteiden valmistukseen.

3.1 Korkealujuusbetoni

Korkealujuusbetoni on lujaa, iskunkestävää ja pitkäikäistä ja se soveltuu paikalleen valukohteisiin kuten tasoihin, pöydänkansiin ja altaisiin. Korkealujuusbetoni on kevyempää kuin tavallinen betoni, mutta vaatii silti raudoituksen. (Sisustusbetoni Oy 2014.) Korkealujuusbetoni jäykistyy nopeasti, mikä tulee ottaa huomioon valun aikana. (Rudus 2014.)



KUVA 16. Tuuka 2 –pöytä (Made in Hyperborea s.a.)

3.2 Kuitubetoni

Kuitubetoniin on lisätty kuituja, joiden tarkoituksena on lujittaa sen rakennetta. Yleisimmät betonin seassa käytetyt kuidut ovat teräs-, muovi- tai lasikuidut. Kuidut parantavat betonin vetolujuutta, kulutuksenkestävyyttä, palonkesto-ominaisuuksia ja koossapysyvyyttä. Vaikutus riippuu sekoitettavasta kuitutyypistä ja kuidun materiaalista. Teräskuidut lisäävät lujuutta kun taas muovikuidut rajoittavat halkeilua betonissa. Kuituja voidaan sekoittaa lähes kaikkiin valmisbetonilaatuihin valmistuksen yhteydessä. (Rakentaja.fi 2012.)

Kuidun muoto ja koko vaikuttavat oleellisesti kiinnittymiseen ja toimintaan betonissa. Tartuntapinta on sitä suurempi, mitä pidempiä kuidut ovat ja esimerkiksi kuidun kihartaminen aaltomaiseksi parantaa sen ominaisuuksia. (Rakentaja.fi 2012.)

Kuitubetoni soveltuu erityisesti ohuihin rakenteisiin ja teräviin kulmiin. (Väisänen 2010, 37.) Kuitubetonin suurin hyöty on se että tavanomainen raudoitus voidaan jättää kokonaan pois, jolloin kappaleen paino putoaa huomattavasti. (Rakentaja.fi 2012.)

Kuitubetoni on monipuolista ja sitä voidaan käyttää eri tavoin. Kuidut voidaan esimerkiksi sekoittaa betonijauheeseen, joka laitetaan kankaasta valmistettuun pussimaiseen muotiin. Tämän jälkeen pussi suljetaan, asetetaan haluttuun muotoon ja kastellaan. Kun betoni on kuivunut, kangas poistetaan ja jäljelle jää betoninen kaluste. (NAFA Singapore 2013.)



KUVA 17. Pussiteknikalla valmistettu jakkara (Tjiang 2013.)

Kuitubetoni voidaan myös työstää ohueksi levyksi, jonka jälkeen se asetellaan ja painellaan muotin päälle. Muotti antaa betonille muodon, johon se jää kuivuttuaan. Tällä tekniikalla voidaan valmistaa tuotteita, joiden rakenne on tasapaksuinen. (RAL9011 2010.)



KUVA 18. Altaan valmistus kuitubetoni levystä (Eternit s.a.)

3.3 Kangasbetoni

Kangasbetoni on kangasmaista materiaalia, jonka välissä on sementtiä. Kangas asetetaan haluttuun muotoon, jonka jälkeen se kastellaan. Kosteana kangasbetonia voidaan vielä muokata pari tuntia, jonka jälkeen se kovettuu. Kangasbetoni on veden ja tulen kestävä ja yhtä lujaa kuin tavallinen betoni. (Hynes 2009.)

Kangas on aina koettu pehmeäksi, joustavaksi ja lämpimäksi. Kangasbetoni luo illuusion tästä, mutta kosketettaessa voidaan huomata että se onkin lujaa, kovaa ja kylmää kuten betoni. Tämä luo materiaaliin mielenkiintoisen kontrastin.



KUVA 19. Kangasbetoni (Liszewski 2009.)

3.4 Valokuitubetoni

Valokuitubetoni valmistetaan valamalla korkealujuusbetonia ohuista valokuiduista valmistetun verkon päälle. Tämä mahdollistaa sen että betonin takana oleva valonlähde näkyy kuituja pitkin ja antaa läpikuultavuuden mielikuvan. (Pesonen 2010.) Valokuidut eivät heikennä betonin lujuusominaisuuksia. (Tieteen kuvalehti 2004.)

Valokuitubetonia käytetään lähinnä tehokeinona seinissä, ja sitä ei ole hyödynnetty kalustemuotoilussa lähes ollenkaan. Valokuitubetoni voisi kuitenkin sopia esimerkiksi pöydänkansiin tai valaisimiin.



KUVA 20. Valokuitubetoni (Gizmag 2006.)

3.5 Papercrete

Papercrete on betonia, johon on lisätty luonnonkuituja, kuten paperimassaa, hampua tai puuvillaa. Suurin osa betonista voidaan korvata kierrätetyillä kuiduilla, kuten vaikkapa sanomalehdellä tai pahvilaatikoilla, mikä tekee materiaalista ympäristöystävällistä ja edullista. Kuidut vahvistavat betonin rakennetta ja keventävät

sitä huomattavasti. Materiaalina papercrete on paloturvallinen ja helposti muokattavissa. (Makepapercrete.com 2014.)

Papercraten valmistusta ei ole standardisoitu, joten sen käyttö vaatii kokemusta. Lisäksi Papercreten ominaisuuksia ei ole tutkittu pitkällä aikavälillä, joten ei voida olla varmoja, kuinka kestävä se loppujen lopuksi on. Koska papercrete on puupohjaista, se tulisi suojata kosteudelta esimerkiksi maalaamalla, sillä se voi muista betoneista poiketen homehtua. (Makepapercrete.com 2014.)



KUVA 21. UnPølished collection Papercretestä (Scheepers 2011.)

4 TEKNIIKAT

4.1 Valaminen

Betonimassa valetaan muottiin, jonka avulla sille annetaan muoto. Betoni tulisi kaataa muottiin mahdollisimman tasaisesti ilmakuplien välttämiseksi. Kun muottia ravistelee, ilmakuplat nousevat pintaan. Massaan jääneet ilmakuplat näkyvät kovettuneessa betonissa huokosina. (Skote 2009, 19.)

Hyvä valujälki saadaan aikaiseksi kun betonin ei anneta kovettua liian nopeasti. Massa tulisi pitää kosteana, esimerkiksi suojaamalla se muovilla tai kostuttamalla suihkepullolla. Jos betoni kuivuu liian nopeasti, se voi halkeilla. Valun pinta voi vaikuttaa kovalta jo muutaman tunnin kuluttua, mutta betonin kuivuminen jatkuu useita viikkoja. Kovettumisprosessiin vaikuttaa lämpötila, ilmankosteus, betonin laatu, muotin materiaali sekä valun koko. (Skote 2009, 19.)



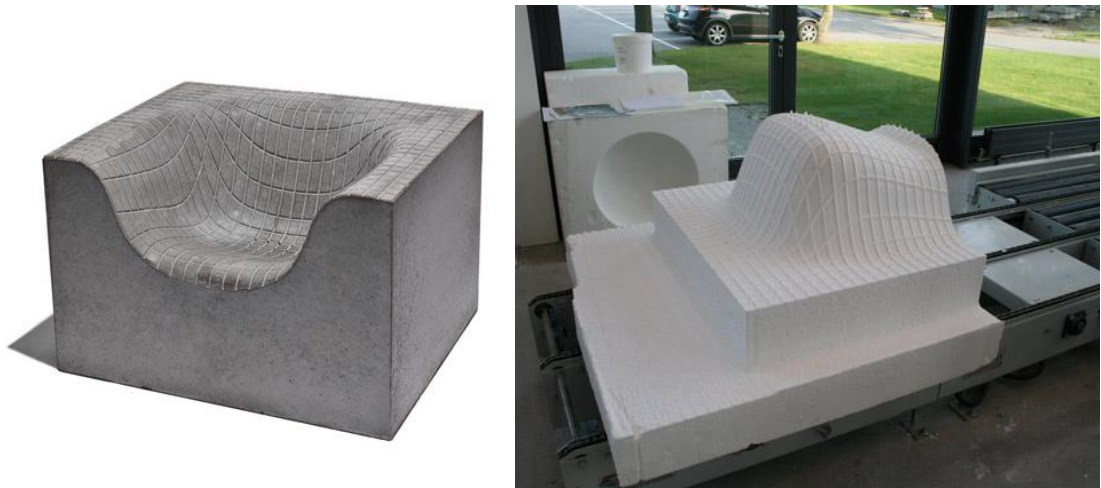
KUVA 22. Penkin valanta (Contemporist s.a.)

4.2 Muotit

Valettaessa betoni on juoksevaa, ja muotin avulla sille annetaan muoto, johon se kovettuu. Betoni kopioi muotin tarkasti ja toistaa negatiivina muotin muodon ja

pinnan. Muottia valittaessa tulee ottaa huomioon rakenteen muoto, muotin rakenne ja lujuus, muotin betonia vasten oleva pinta ja muotin koottavuus, purettavuus ja mahdollinen uudelleenkäyttö. (Väisänen 2010, 24.)

Tavallisesti muotti irrotetaan valun jälkeen, jotta sitä voidaan käyttää uudelleen, mutta se voi olla myös kertakäyttöinen siten, että se tuhoutuu purettaessa tai se voidaan myös jättää osaksi pysyvää rakennetta. (Väisänen 2010, 24.)



KUVA 23. Concrete things-istuin ja sen muotti (Komplot 2009.)

4.2.1 Muotin materiaali

Muotteja voidaan valmistaa muun muassa muovista, puusta, metallista, kankaasta tai pahvista. Valettaessa tulee ottaa huomioon että muotti kestää betonin painon ja kosteuden. Esimerkiksi tietyn tyyppiset pahvit saattavat liueta valettaessa. (Skote 2009, 14.)

Valitun materiaalin pinta vaikuttaa betonipinnan tekstuuriin ja värisävyyteen. Karkea muottipinta tekee betonista tummemman kuin sileä, koska valo siroaa paremmin himmeästä pinnasta. Huokoinen pinta imee vettä ja muuttuu tummemmaksi kuin kuiva pinta. (Väisänen 2010, 27.)

Sahatavaramuottipinta on perinteinen vaihtoehto. Pinnan tekstuuriin vaikuttaa sahauksen jälki sekä käytetty puulaji. Sileämpi pinta saadaan jos puutavara höylätään tai hiekkapuhalletaan. Oksankohtiin jää tummempi jälki, koska ne imevät enemmän vettä. Lautamuotti tulee kastella hyvin, jotta se ei ime kosteutta betonimassasta. Se tulee myös käsitellä muotiniirrotusaineella, jotta muotti irtaantuu mahdollisimman helposti.

Saumoista tulee tehdä tiiviitä, jotta betoni ei vuoda muotista ulos. Puupohjaiset muottipinnat, kuten vaneri ja lastulevy, tulisi käsitellä jollakin suojaavalla aineella, koska ne imevät voimakkaasti vettä. (Väisänen 2010, 27.)

Teräs sopii toistuviin rakenteisiin, koska muottien käyttökerta määrä on suuri. Teräsmuotilla saadaan aikaiseksi suuria yhtenäisiä sileitä pintoja. (Väisänen 2010, 27.)

Kangasmuoteilla saadaan aikaan huokosettomia kangasmaisia pintoja, koska ilma pääsee kankaan läpi. Tämä parantaa myös pinnan tiiveyttä sekä säilyvyyttä. Eri kankaat käyttäytyvät eri tavoin, joten valua tulisi kokeilla etukäteen. Kankaisen muotin laatu voi kärsiä jos sillä tehdään useita valuja. (Väisänen 2010, 27.)

Muoviset ja elastiset muotit sopivat pinnoille, joissa on voimakkaita kuvioita ja pienet päästökulmat. Valupinta on sileä. (Väisänen 2010, 27.)

4.2.2 Muotiniirrotusaineet

Muotiniirrotus aineet estävät betonin vaurioitumista muotin purkamisen aikana sekä veden imeytymistä muotteihin. Irrotusaine ruiskutetaan ohuena kerroksena muottipintoihin ennen uutta valua. Pinnan tulisi olla tasainen, koska epätasaisuus voi aiheuttaa väri vaihteluja. (Väisänen 2010, 31.)

Muotiniirrotusaineita ovat muun muassa lisäaineilla täydennetyt mineraaliöljyt, kemiallisesti aktiiviset muotiniirrotusaineet, vesiöljy-emulsiot, kasvisöljypohjaiset muotiniirrotusaineet ja vedettömät kasvisöljyt. (Väisänen 2010, 31.)

4.3 Tukirakenteet

4.3.1 Raudoitus

Raudoitusta käytetään vahvistamaan betonin lujuutta. Pelkästään betonista valettujen rakenteiden vetomurtolujuus on hyvin pieni verrattuna sen puristelujuuteen. Raudoituksen avulla saadaan vaadittava lujuus etenkin vaakasuoriin kantaviin rakenteisiin. Yleisimpiä raudoitukseen käytettyjä metalleja ovat harja- ja ruostumatonteräs. (Petemark Reinforcement LTD. 2014.)

Raudoitus lisää betonisen rakenteen painoa ja paksuutta. Raudoitus ruostuu jos se pääsee kosketuksiin veden ja ilman kanssa. Tämän vuoksi metalliset tukirakenteet pitää suojata 3 – 4 senttimetrin paksuisella betonikerroksella. (Krowas 2011.) Betonia

voidaan tukea myös kuiduilla, jolloin raudoitusta ei tarvita. Myöskään pienien tai tukevien esineiden raudoitus ei ole tarpeellista.

4.3.2 Hiilikuitukangas

Hiilikuitukangas toimii kuin raudoitus ja se tukee betonin rakennetta ja lisää sen lujuutta. Ero on kuitenkin siinä että hiilikuitukangas ei ruostu, joten betonia tarvitaan vähintään 2 millimetrin paksuinen kerros kankaan molemmille puolille. Tämä mahdollistaa hyvinkin ohuet mutta kestävät rakenteet sekä orgaaniset muodot. (Krowas 2011.)

Hiilikuitukangas sopii kalusteisiin, joihin halutaan mahdollisimman ohuita rakenteita. Hiilikuiturunkoisten kalusteiden valmistus on kuitenkin aikaa vievää, sillä ne täytyy valmistaa käsin. Vaiva on kuitenkin sen arvoista, sillä lopputulos on ilmava, orgaaninen ja kevyt.



KUVA 24. Im park-penkki hiilikuitukangas tukiranteella (Design Studio Paulsberg s.a.)

4.3.3 Suora betoni tekniikka

Suora betoni tekniikalla voidaan valmistaa esine ilman valua. Kalusteen sisälle tehdään rautainen tukirakenne teräksestä. Rakenne peitetään metalliverkolla, jonka jälkeen esineen reunat ja ohuet rakenteet peitetään nopeasti kuivuvalla betonilla. Tämän jälkeen muut osat peitetään tavallisella kuivahkolla valmisbetonilla. Betoninpinta pidetään kosteana kunnes viimeistely, kuten hionta, on valmis. (Sthresley 2008.)

Suora betoni tekniikka soveltuu hyvin yksittäisten tuotteiden valmistukseen. Tarvittavat materiaalit ovat helposti saatavissa myös Suomesta ja muottikustannuksia ei tule

laisinkaan. Tekniikka on kuitenkin työläs ja esimerkiksi hionta aikaa vievää. Lisäksi kostean betonin kiinnittäminen pystysuoriin ja ylösalaisin oleviin rakenteisiin on hankalaa.

4.4 Pinnan käsittely

4.4.1 Tuoreet pinnat

Betonin pintaa voidaan käsitellä vielä ennen massan jähmettymistä ja tällä saadaan aikaiseksi vaihtelevia tekstuureita. Tasaisen lopputuloksen aikaansaamiseksi työmenetelmien ja materiaalien tulisi olla samat prosessin alusta loppuun. (Väisänen 2010, 50.)

Betonin pintaa voidaan hiertää ja oikaista joko puu- tai teräslevyn avulla. Liian voimakas hiertäminen voi nostaa vettä pintaan. Teräslevyn lopputulos on tasaisempi kuin puulevyn. (Väisänen 2010, 50.)

Telaaminen ja töpöttely tehdään hiertämisen jälkeen. Telaus jättää kevyen struktuurin ja yhdenmukaistaa vaihtelevia pintoja himmeiksi. Telauksen lopputulokseen vaikuttaa telaamisen ajankohta, käsittelyjen lukumäärä sekä telan tyyppi. Töpöttelyllä saadaan aikaiseksi rappausta muistuttava pinta. Se tehdään harjalla tuoreelle tai 1-2 tunnin ikäiselle pinnalle. (Väisänen 2010, 50.)

Kun pinta on hierretty, se voidaan harjata teräs- tai kuituharjalla. Harjaukkuviot vaihtelevat sen mukaan millaista harjaa käytetään sekä betonin kovuusasteen ja koostumuksen mukaan. (Väisänen 2010, 50.)

Betoniliima voidaan pestä betonin pinnasta painepesurilla, jos betonin seassa käytetään lisäaineena pintahidastinta. Pesu poistaa sementtiliiman ja paljastaa käytetyn runkoaineen. (Väisänen 2010, 50.) Pesubetonin väri aikaansaadaan pääasiassa kiviaineksella, ja siksi värisävyn kesto on erittäin hyvä. (Suomen betoniyhdistys 1994, 33.) Kun sementtiä poistetaan alle 2 mm, puhutaan hienopestystä pinnasta. Kun sitä poistetaan yli 2 mm, puhutaan taas pestystä pinnasta. (Väisänen 2010, 50.)



Harjattu



Pesty



Hienopesty



Telattu



Puuhierretty



Töpötetty



Teräshierretty



Pintahidastimella käsin kuvioitu ja hienopesty pinta

KUVA 25. Erilaisia tuoreena käsiteltyjä pintoja (Väisänen 2010.)

4.4.2 Kovettuneet pinnat

Betonin pintaa voidaan vielä muokata kovettumisen jälkeen erilaisilla tekniikoilla. Hiekkapuhallus poistaa sementtiä, paljastaa huokosia ja kuluttaa kiviaineksen sameaksi. (Suomen betoniyhdistys, 1994, 43.) Hiomalla saadaan taas kiiltävä pinta. Betonia voidaan pestä suolahapolla, joka poistaa sementtiliimaa ja hienoainesta. Lopputulos jäljittelee sään vanhentamaa pintaa. (Väisänen 2010, 54.)

Pinta voidaan käsitellä myös erilaisilla pinnoitteilla, kuten maalilla tai pinnoittaa vaikkapa keraamisilla laatoilla tai luonnonkivillä. Kun halutaan kosteutta kestävä lopputulos, betoni tulisi käsitellä kalkki-, sementti- tai silikaattipohjaisella maalilla. (Väisänen 2010, 54.)

Kovettunutta pintaa voidaan myös veistää, murtaa ja lohkoa. Tämä on kuitenkin aina sitä hankalampaa, mitä pitempään betoni on ehtinyt kovettua. (Väisänen 2010, 54.)

4.5 Värjäminen

Betonin voidaan värjätä kahdella tavalla: joko betonimassaan lisätään kiviaineksia ja pigmenttejä valmistuksen yhteydessä, tai sen pinta käsitellään valamisen jälkeen. (Väisänen 2010, 57.)

4.5.1 Väribetonipinnat

Väribetoni valmistetaan läpivärjäämällä betoni valmistuksen yhteydessä pigmenteillä ja kiviaineksella. Pohjana käytetään yleensä valkosementtiä. Väribetonin sävyyn vaikuttaa valamisen ja betonin laatu, pigmenttien määrä, kovettumislämpötila ja ilmankosteus. Väri voi vaihdella kuivumisen aikana, ja lopullinen sävy voidaankin tietää varmasti vasta noin kuukauden kuluttua valamisesta. (Väisänen 2010, 57.)



KUVA 26. Bullet -lamput pigmentti värjätystä betonista (Studio Itai Bar-on 2013.)

4.5.2 Pintavärjätetyt betonipinnat

Lasuuribetoni on lopputulokseltaan läpikuultava, ja saadaan aikaiseksi lisäämällä betoniin rauta- tai kuparijauhetta. Kuivumisen jälkeen betoni käsitellään kemikaaleilla, kuten hapoilla, jotka saavat aikaan värimuutoksen. Lasuuribetonin sävyt vaihtelevat ohrasta ruskeaan ja turkoosista siniseen. (Väisänen 2010, 57.)

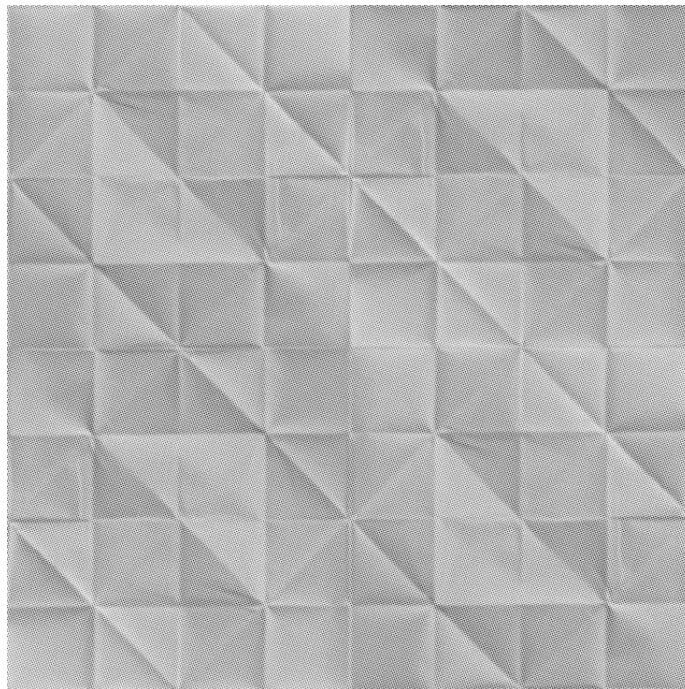


KUVA 27. Happovärjätty betonilattia (Designbetoni s.a.)

Betoni voidaan värjätä myös ruskeaksi imeyttämällä siihen kemikaaleja, jotka reagoivat sementin kanssa. Värimuutos ei vaikuta kiviainekseen. (Väisänen 2010, 57.)

4.6 Graafinen betoni

Graafinen betoni on menetelmä, jolla haluttu kuva voidaan toistaa betonin pintaan hyvinkin tarkasti. (Mölsä 2005.) Kuvio painetaan kalvolle pintahidastinaineella, jonka jälkeen sen päälle valetaan betonia. Kun hidastinaine pestään pois, kuva paljastuu. Kuvio muodostuu hienopesupinnan ja puhdasvalupinnan välisenä kontrastina. (Graphic Concrete 2014.) Erilaiset painotekniikat mahdollistavat joko osittain tai kauttaaltaan pintahidastetun kalvon valmistuksen. Myös erittäin tarkkojen kuvioiden, kuten tekstin, valmistus on mahdollista. (Mölsä 2005.)



KUVA 28. Graafisella betoni tekniikalla valmistettu pinta (Graphic Concrete 2014.)

5 SUUNNITTELUPROSESSI

5.1 Suunnittelun lähtökohdat

Taustatutkimukseni aikana kiinnostuin eniten kuitubetonista ja valitsin sen tuotteeni materiaaliksi sekä suunnitteluni lähtökohdaksi. Kuitubetoni mahdollistaa kevyet ja orgaaniset muodot sekä ilmavat rakenteet, jotka sopivat erinomaisesti yhteen oman estetiikkani kanssa. Lisäksi päätin säilyttää betonille ominaisen harmaan värin omassa tuotteessani, sillä halusin että materiaali on pääosassa. Koska en ottanut projektiini asiakasta, sain suunnittelun kannalta vapaat kädet.

Kun olin päättänyt materiaalin, rajasin vaihtoehtoja ennen luonnostelun ja ideoinnin aloittamista. Halusin suunnitella kalusteen joka olisi toteutettavissa realistisesti esimerkiksi muotonsa tai kokonsa puolesta. Lisäksi kalusteen tuli olla tarpeeksi yksinkertainen jotta pystyisin toteuttamaan prototyypin minulla olevan ajan, materiaalien, taitojen ja tilojen puitteissa. Halusin myös tehdä siirrettävän tilaa säästävän irtokalusteen, joka sopisi esimerkiksi pienen asuntoon. Tällaisia kalusteita ei ole vielä juurikaan saatavilla Suomen markkinoilla, joten uskon että kevyille irtokalusteille olisi kysyntää. Rajasin lopulta vaihtoehdot penkkiin, valaisimeen ja jakkaraan.

5.2 Muotokieli

Tahdoin suunnitella tuotteen, joka kuvastaa omaa estetiikkaani ja visiotani muotoilijana. Lähdin hakemaan kalusteeni muotoa geometrisistä muodoista eli ympyröistä, neliöistä ja kolmioista. Innostuin myös suunnitteluprosessin aikana paperitaitoksista, koska suunnittelin toista projektia varten origameista inspiroituneen penkin. Tahdoin suunnitella ajattoman mutta modernin kalusteen, jonka muotokieli on minimalistinen ja selkeä, jotta sen mielenkiintoinen valmistusmateriaali, betoni, nousee paremmin esille. Halusin myös korostaa kuitubetonille ominaista ilmavuutta ja keveyttä luomalla ohuita rakenteita.



KUITUBETONI

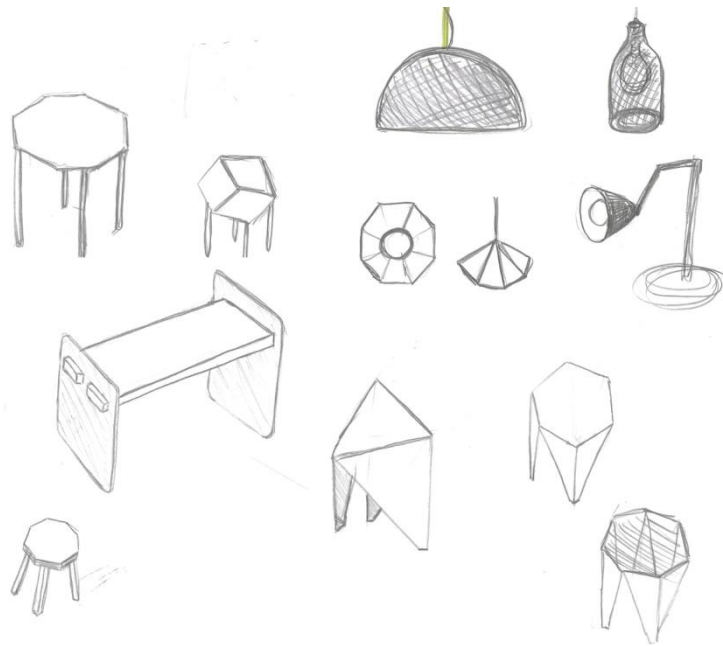


KUVA 29. Tunnelmataulu (Kääriäinen 2014.)

5.3 Ideointi ja luonnostelu

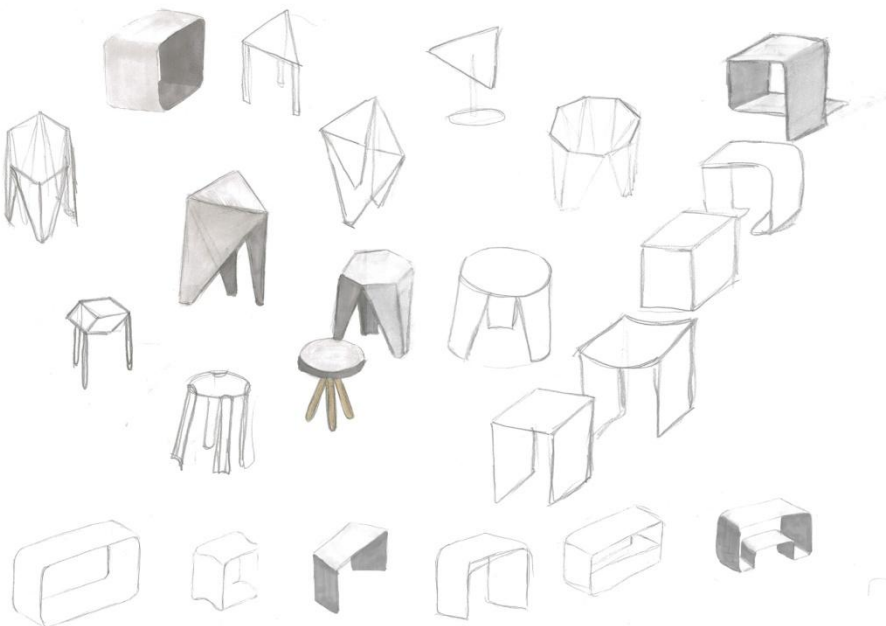
Kun olin rajannut aiheen, lähdin luonnostelevaan tuotettani. Aluksi tutkin muotoa eri kalusteryhmissä. Ensimmäisten luonnosten jälkeen rajasin valaisimet pois, koska betonisia valaisimia on markkinoilla jo runsaasti, ja koin että valaisin ideani olivat liian

tavanomaisia. Keskityin myös pelkästään betoniin tuotteisiin ja jätin ensimmäisissä luonnoksissa näkyvät puiset jalat pois lähes kokonaan.



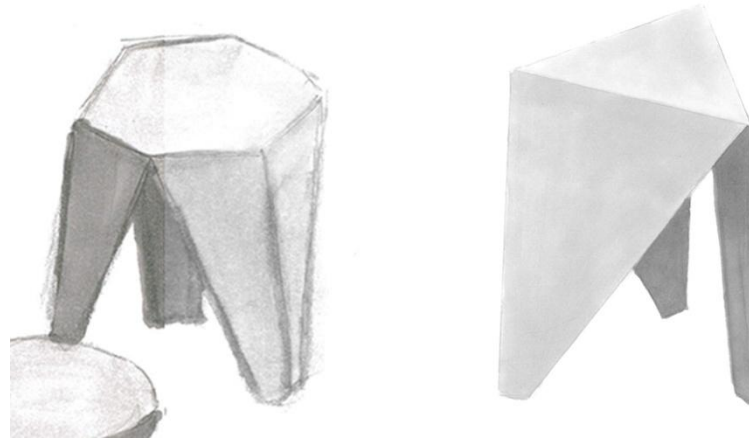
KUVA 30. Ensimmäisiä luonnoksia (Kääriäinen 2014.)

Toisen luonnostelukerran jälkeen päätin rajata myös penkit pois ja keskittyä pelkästään jakkariihin. Päätökseen vaikutti se että jakkara olisi helpompi valmistaa kuin penkki ja minulla oli parempia ideoita jakkaran muotokielestä, kuin penkistä.



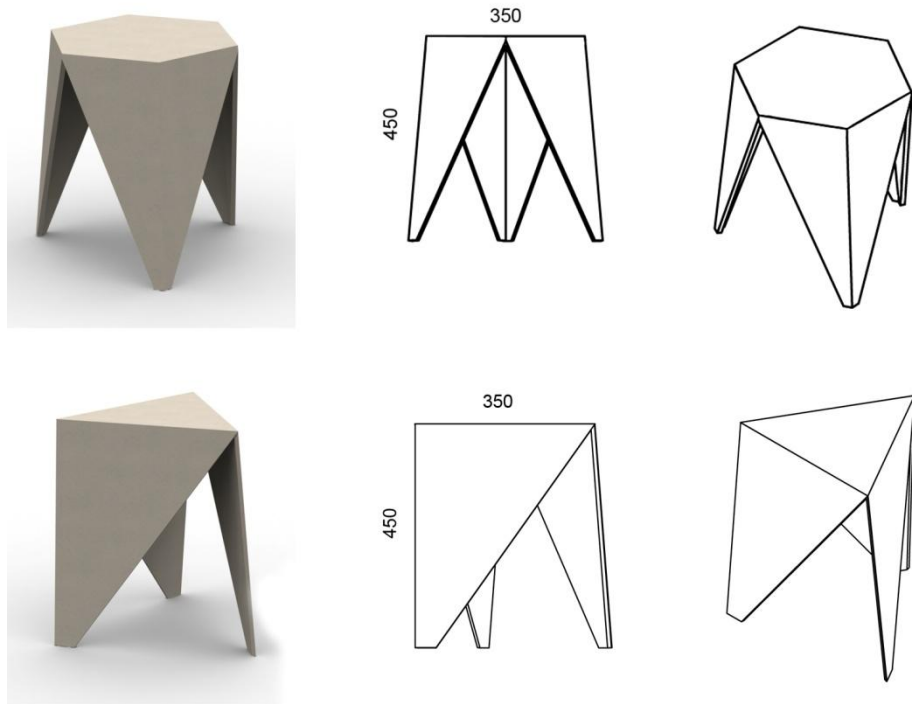
KUVA 31. Toisen luonnosteluvaiheen satoa (Kääriäinen 2014.)

Kaksi jakkoramallia nousi minun ja ohjaavanopettajani suosikeiksi, ja tein molemmista mallinnukset ja mittapiirrokset Solidworks -mallinnusohjelmalla.



KUVA 32. Mallinnettavaksi valitut jakkarat (Kääriäinen 2014.)

Mallinnuksen tarkoituksena oli testata jakkaroitten mittasuhteita ja kulmaa, jolla jalat kiinnittyvät runkoon. Mitat valittiin jakkaroitten standardi mitoituksen mukaan - korkeus on 450 mm ja istuimen halkaisija 350 mm molemmissa tuoleissa. Tuolin materiaalin paksuudeksi valittiin 6 mm, joka on mahdollista toteuttaa kuitubetonin avulla. Jalat ulkonevat 5 astetta, jotta jakkarat olisivat pinottavia.



KUVA 33. Rendaukset ja mittapiirrokset molemmista jakkaroista (Kääriäinen 2014.)

5.4 Lopullinen tuote

Lopulliseksi tuotteeksi karsiutui jakkara, jossa on kolmion muotoinen kanssi. Koin että tämä versio edusti parhaiten minua muotoilijana, ja ohjaavaopettajani oli samaa mieltä. Jakkaran nimeksi tuli Fold eli Taitos.



KUVA 34. Fold-jakkarat (Kääriäinen 2014.)

Fold-jakkara sopii pieniin kaupunkiasuntoihin, ja sitä voidaan käyttää joko istuimena tai pöytänä. Malli on tilaa säästävää, sillä jakkara on pinottava. Ilmeeltään jakkara on moderni ja minimalistinen ja sen muotokieli on inspiroitunut paperitaitoksista.



KUVA 35. Fold-jakkarat pinossa (Kääriäinen 2014.)

Fold-jakkaran yksinkertainen muoto mahdollistaa jatkokehityksen, ja jakkaran ympärille voidaan suunnitella kokonainen tuoteperhe. Esimerkiksi suurentamalla mallia ja muokkaamalla mittasuhteita voitaisiin toteuttaa pöytä. Monistamalla jakkaroita vierekkäin saataisiin taas toteutettua penkki.

5.5 Prototyyppi

Tahdoin toteuttaa prototyypin lopullisesta tuotteesta, koska se kertoo enemmän kalusteen rakenteista, mittasuhteista, käytännöllisyydestä ja toimivuudesta kuin pelkkä visualisointi. Alun perin ajatuksena oli tehdä malli betonista, mutta idea kariutui käytännön ongelmiin. Kuitubetoni on Suomessa vielä melko harvinainen materiaali, eikä sitä ole juurikaan saatavilla. Lisäksi minulta puuttui vaadittavat työkoneet, aika ja asiantuntemus toteuttaa kaluste.

Lopulta päädyin valmistamaan prototyypin MDF-levystä, joka pinnoitettiin Betonin DIY betonipinnoitteella. Harkinnassa oli myös vaneri-levy, mutta se osoittautui liian taipuisaksi halutussa paksuudessa. Malli toteutettiin 1:1 koossa, jotta mallin toimivuutta pystyttiin kokeilemaan käytännössä. Prototyypissä pyrittiin noudattamaan alkuperäisen suunnitelman mittoja, mutta joitakin poikkeuksia jouduttiin tekemään väärän materiaalin vuoksi. Malliin jouduttiin lisäämään tukisarjat ja materiaalia jouduttiin paksuntamaan 6 millistä 12 milliin, koska MDF-levy ei ole yhtä lujaa ja kestäväää kuin betoni.



KUVA 36. Prototyypin osat sahattuna (Kääriäinen 2014.)

Prototyypin valmistaminen paljasti MDF-levyn ja vanerin heikkoudet betoniin verrattuna. Rakenne, joka olisi tukeva ja kestävä betonista valmistettuna, vaati tukisarjat kun se valmistettiin MDF-levystä. Lisäksi samanlainen virtaviivaisuus ja saumattomuus kuin betonissa ei ole mahdollista levymateriaalien kanssa työskennellessä. Lisäksi jakkara vaatii tuplasti paksummat rakenteet kestääkseen istujan painon.



KUVA 37. Prototyyppi koottuna ja valmiina pinnoitetta varten (Kääriäinen 2014.)

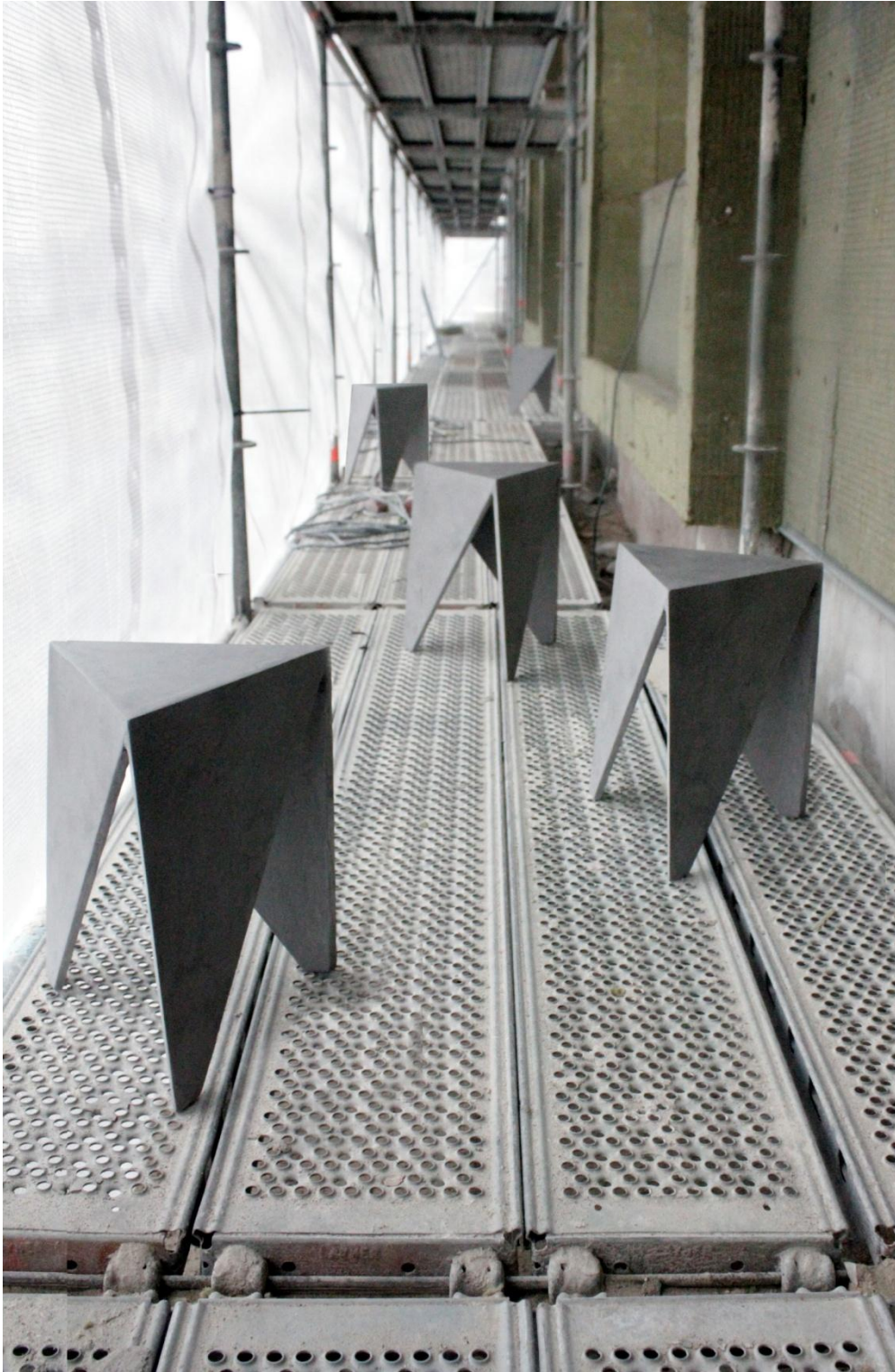
Vaikka valmistusmateriaalin suhteen jouduttiin tekemään kompromissi, olen tyytyväinen lopulliseen prototyyppiin. Tuolin mittasuhteet ovat hyvät, ja siinä on miellyttävää istua. Lisäksi malli toimii yhtä hyvin luonnossa kuin visualisoinneissa.

Ainoa parannettava osuus prototyypissä olisi sen tekninen valmistaminen. En ole aikaisemmin käyttänyt betonipinnoitetta, ja läheltä tarkasteltuna voidaan havaita kauneusvirheitä, kuten naarmuja ja muita epätasaisuuksia. En ole myöskään työskennellyt juurikaan pajalla, joten prototyypin kokoamisen kanssa oli ongelmia, joskin sain sen lopulta kasaan kunnialla.



KUVA 38. Valmis prototyyppi (Kääriäinen 2014.)

Prototyypin kuvausympäristöksi valittiin työmaa, jossa betonia on käytetty perinteisesti. Kuvauspaikkana toimi Turon-talon remonttia varten pystytetyt rakennustelineet.



KUVA 39. Ryhmä Fold-tuoleja (Kääriäinen 2014.)

6 YHTEENVETO

Koen että opinnäytetyöprosessini oli onnistunut ja saavutin tavoitteet, jotka olin asettanut itselleni. Tutkimus auttoi laajentamaan tietämystäni betonista ja tuki ammatillista oppimistani. Tutkimuksen toteuttaminen ennen suunnitteluprosessia konkretisoi minulle sen mitä on mahdollista valmistaa betonista ja tuki suunnittelutyötäni. Vaikka en päässytäkään tekemään betonista kalustetta nyt, uskon että tämän opinnäytetyön tekeminen voi mahdollistaa sen tulevaisuudessa.

Opinnäytetyöni pääpaino oli tutkimuksella ja tuotesuunnittelu tuli toissijaisena. Vaikka en laittanutkaan niin paljon aikaani itse tuotteen suunnitteluun, on se silti mielestäni toimiva ja onnistunut. Oli vapauttavaa suunnitella tuotetta pelkästään omasta näkökulmasta ja ilman rajoitteita. Toisaalta kritiikin puute voi olla heikkous, mutta tuotteeni oli lopulta niin yksinkertainen että en nähnyt sitä ongelmana. Lisäksi sain prosessin aikana palautetta ohjaajaltani ja uskon sen olleen riittävää.

Suurin ongelma opinnäytetyöprosessini aikana oli aikataulut. Jouduin tekemään opinnäytetyöni samanaikaisesti harjoitteluni kanssa, joten esimerkiksi pajatyöskentely oli hankalaa aikatauluttaa, koska olin töissä pajojen aukioloaikana. Olisin myös halunnut tehdä kokeiluja betonin kanssa, mutta valitettavasti aika ei vain riittänyt. Nämä ongelmat olisi voitu välttää, jos olisin suunnitellut opintoni niin että minun ei olisi tarvinnut tehdä harjoittelua ja opinnäytetyötäni samanaikaisesti.

Yhteistyökumppanista tai asiantuntijasta olisi ollut hyötyä opinnäytetyöni kannalta. Etenkin prototyypin valmistusvaiheessa olisin tarvinnut apua, neuvoja tai suhteita joilla olisin päässyt käsiksi uudempiin materiaaleihin. Suomesta ei löydy pelkästään betonisiin kalusteisiin erikoistunutta tahoa, mutta uskon että esimerkiksi betonin kanssa työskentelevistä rakennusyrityksistä olisi voinut saada käytännönneuvoja sekä apua materiaalien hankintaan.

Loppujen lopuksi olen tyytyväinen opinnäytetyöhöni ja toivon että saan myös tulevaisuudessa työskennellä betonin parissa. Uskon että tämä prosessi on parantanut minun valmiuksiani toimia muotoilijana ja auttanut minua tutustumaan uuteen materiaaliin.

7

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

7.1 Kaaviot

KAAVIO 1. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014, perustuen VÄISÄNEN, Päivi 2010. Betonin paino. Alkuperäinen lähde: Betoni – Perustietoa arkkitehtiopiskelijalle. 2. painos. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy. Saatavissa: http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/julkaisut/Betoni_web2.pdf

7.2 Kuviot

KUVIO 1. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014, perustuen BETONITEOLLISUUS RY 2013. Betonin hyvät ja huonot puolet. Alkuperäinen lähde saatavissa: www.betoni.com

KUVIO 2. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014, perustuen UUSITALO, Jukka, IHANAMÄKI, Jouko, RAJALA, Raimo, VALLIN, Olavi 2012. Raaka-aineet. Alkuperäinen lähde: Betonityöt. 9. painos. Tampere: Tammerprint Oy.

KUVIO 3. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014, perustuen UUSITALO, Jukka, IHANAMÄKI, Jouko, RAJALA, Raimo, VALLIN, Olavi, 2012. Ominaisuudet. Alkuperäinen lähde: Betonityöt. 9. painos. Tampere: Tammerprint Oy

7.3 Kuvat

KUVA 1. DESIGN STUDIO PAULSBERG 2011. Fruit-sohvapöytä [valokuva]. Saatavissa: <http://www.paulsberg.co/en/homepage/>

KUVA 2. STUDIO MARKUNPOIKA 2010. Solidification-penkki [valokuva]. Saatavissa: <http://www.markunpoika.com/>

KUVA 3. MAGNUS PETERSEN STUDIO 2013. Leimu-valaisin [valokuva]. Saatavissa: www.magnuspetersen.com

KUVA 4. VEPSÄLÄINEN OY 2013. Beta-ruokapöytä [valokuva]. Saatavissa: <http://www.vepsalainen.com>

KUVA 5. SHUTTERSTOCK [s.a.]. Pantheon [valokuva]. Saatavissa: <http://www.shutterstock.com/blog/2012/09/70-incredible-photographs-of-italy/>

KUVA 6. DOCOMOMO SUOMI FINLAND RY [s.a.]. Paimion Parantola [Valokuva]. Saatavissa: <http://www.docomomo-fi.com/>

KUVA 7. SUOMEN URHEILUMUSEO SÄÄTIÖ 1952. Helsingin Olympiastadion [valokuva]. Saatavissa: www.urheilumuseo.fi

KUVA 8. SWISS PEARL [s.a.]. Loop tuoli [valokuva]. Saatavissa: http://www.garden-styling.ch/product_guhl_stuhl

KUVA 9. ZWICKY, Stefan 1980. Homage a Corbu [valokuva]. Saatavissa: [www.http://stefanzwicky.ch](http://stefanzwicky.ch)

KUVA 10. SCANDINAVIAN DESIGN [s.a.]. Concrete tuoli [valokuva]. Saatavissa: <http://www.scandinaviandesign.com/jonasbohlin/0301/400/betong.jpg>

KUVA 11. DESIGN STUDIO PAULSBERG 2011. Spurt-tuoli [valokuva]. Saatavissa: <http://www.paulsberg.co/en/homepage/>

KUVA 12. SHCMID, Florian 2011. Stitching Concrete [valokuva]. Saatavissa: <http://www.florian-schmid.com/>

KUVA 13. OUTSIDE THE FRAY 2012. Ilmakuilien aiheuttamia huokosia [valokuva]. Saatavissa: <http://www.outsidethefray.com/2012/12/14-concrete-textures/>

KUVA 14. POPULAR MECHANICS 2008. Pakkasvaurioita betonissa [valokuva]. Saatavissa: <http://www.popularmechanics.com/home/improvement/outdoor-projects/4293169>

KUVA 15. LE MOIGNE, Nicolas 2010. Ylijäämä kangasbetonista valmistettu Trash Cube-jakkara [valokuva]. Saatavissa: <http://www.nicolaslemoigne.ch/en>

KUVA 16. MADE IN HYPERBOREA [s.a.]. Tuuka 2 –pöytä [valokuva]. Saatavissa: <http://www.madeinhyperborea.com/en/tuuka-2-1/>

KUVA 17. TJIANG, Supertini Yuwono 2013. Pussitekniikalla valmistettu jakkara [valokuva]. Saatavissa: <http://www.behance.net/supertini>

KUVA 18. ETERNIT [s.a.]. Altaan valmistus kuitubetoni levystä [Valokuva]. Saatavissa: <http://www.eternit.at>

KUVA 19. LISZEWSKI, Andrew 2009. Kangasbetoni [valokuva]. Saatavissa: <http://www.ohgizmo.com/2009/12/01/concrete-cloth/>

KUVA 20. GIZMAG 2006. Valokuitubetoni [valokuva]. Saatavissa: <http://www.gizmag.com/go/5093/>

KUVA 21. SCHEEPERS, Dik 2011. UnPolished collection Papercretestä [valokuva]. Saatavissa: <http://www.dikscheepers.nl/products/116-unpolished>

KUVA 22. CONTEMPORIST [s.a.]. Penkin valanta [valokuva]. Saatavissa: http://www.contemporist.com/2012/12/09/the-making-of-a-concrete-bench-by-sticks-and-stones-furniture/ss_091212_35/

KUVA 23. KOMPLOT 2009. Concrete Things-istuin ja sen muotti [Valokuvasarja]. Saatavissa: <http://www.komplot.dk>

KUVA 24. DESIGN STUDIO PAULSBERG [s.a.]. Im park-penkki [valokuva]. Saatavissa: <http://www.paulsberg.co/en/homepage/>

KUVA 25. VÄISÄNEN, Päivi 2010. Erilaisia tuoreena käsiteltyjä pintoja [Valokuvasarja]. Betoni – Perustietoa arkkitehtiopiskelijalle. 2. painos. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy. Saatavissa: http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/julkaisut/Betoni_web2.pdf

KUVA 26. STUDIO ITAI BAR-ON 2013. Bullet –lamput pigmentti värjätystä betonista [valokuva]. Saatavissa: <http://www.itaibaron.com/>

KUVA 27. DESIGNBETONI [s.a.]. Happovärjätty betonilattia [valokuva]. Saatavissa: www.designbetoni.fi

KUVA 28. GRAPHIC CONCRETE 2014. Graafisella betoni tekniikalla valmistettu pinta [valokuva]. Saatavissa: www.graphicconcrete.fi

KUVA 29. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Tunnelmataulu [kuvakollaasi]. Kollaasissa käytettyjen kuvien lähteet:

SWISS PEARL [s.a.]. Loop-tuoli [valokuva]. Saatavissa: http://www.garden-styling.ch/product_guhl_stuhl

FRIES & ZUMBÜHL 2007. Tetris [valokuva]. Saatavissa: <http://www.architonic.com/ntsht/concrete-in-architecture-3-furniture-objects/7000547>

FERMLIVING 2014. Inka poster [printti]. Saatavissa: www.fermliving.com

NOOW DESIGN 2013. Ydin jakkara [valokuva]. Saatavissa: <http://www.inoowdesign.fr/>

BOYARINCEV, Svyatoslav 2012. Origami-pöytä [valokuva]. Saatavissa: <http://www.behance.net/Svyatoslav>

ARTEK, [s.a.]. Jakkara E60 [valokuva]. Saatavissa: <http://www.artek.fi/fi/products/chairs>

STUDIO SNOWPUPPE [s.a.]. Origami lamppu [valokuva]. Saatavissa: <http://www.studiosnowpuppe.nl>

BROBERG & RIDDERSTRÅLE 2008. Muuto-lamppu [valokuva]. Saatavissa: <http://www.brda.se/>

KUVA 30. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Ensimmäisiä luonnoksia [piirros]. Kuopio: tekijän kokoelmat.

KUVA 31. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Toisen luonnosteluvaiheen satoa [piirros]. Kuopio: tekijän kokoelmat.

KUVA 32. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Mallinnettavaksi valitut jakkarat [piirros]. Kuopio: tekijän kokoelmat.

KUVA 33. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Rendaukset ja mittapiirrokset molemmista jakkaroista [3D-visualisointi ja mittapiirros]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

KUVA 34. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Fold-jakkarat [3D-visualisointi]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

KUVA 35. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Fold-jakkarat pinottuna [3D-visualisointi]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

KUVA 36. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Prototyypin osat sahattuna [valokuva]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

KUVA 37. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Prototyyppi koottuna ja valmiina pinnoitetta varten [valokuva]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

KUVA 38. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Valmis prototyyppi [valokuva]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

KUVA 39. KÄÄRIÄINEN, Jenni 2014. Ryhmä Fold-tuoleja [valokuva]. Kuopio: tekijän sähköiset kokoelmat.

7.4 Lähdeluettelo

BECKMAN, Ulf 1998-07-01. [Verkkoaineisto.] Jonas Bohlin Design Stockholm. [Viitattu 2014-03-18.] Saatavissa: <http://www.scandinaviandesign.com/jonasbohlin/more.htm>

BETONITEOLLISUUS RY 2014. [Verkkajulkaisu.] Mitä betonin valmistuksessa tapahtuu. [Viitattu 2014-03-08.] Saatavissa: <http://www.betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/mita-betonin-valmistuksessa-tehdaan>

DESIGN STUDIO PAULSBERG 2014. www-sivusto. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.paulsberg.co/>

EKBERG, Joanna 2014. Kikkailematta kaunis. Deko. 3/2014.

ETERNIT 2014. [Verkkajulkaisu.] 100 years of Eternit. [Viitattu: 2014-03-18.] Saatavissa: <http://www.eternit.ch/en/company/history/?=>

ETSY 2014. Verkkosivusto. [Viitattu 2014-04-22.] Saatavissa: <http://www.etsy.com>

GRAPHIC CONCRETE 2014. [Verkkajulkaisu.] Graafinen betoni – tuote. [Viitattu 2014-03-18.] Saatavissa: <http://www.graphicconcrete.fi/fi/company/>

HYNES, Ruth 2009-11-27. Concrete Cloth by Concrete Canvas. [Verkkoartikkeli.] De zeen magazine. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.dezeen.com/2009/11/27/concrete-cloth-by-concrete-canvas/>

KILIC, Gul 2013-03-29. [Blogi.] Eternit Loop Chair Design by Willy Guhl. [Viitattu: 2014-03-18.] Saatavissa: <http://mymagicalattic.blogspot.fi/2013/03/eternit-loop-chair-design-by-willy-guhl.html>

K-RAUTA 2014. www-sivusto. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: www.k-rauta.fi

KROWAS, Knut 2011-6-6. [Haastattelu.] Furniture Made of Concrete. Euromaxx. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: http://youtu.be/Or9ynH_0s88

MAKEPAPERCRETE.COM 2014. [Verkkajulkaisu.] What is papercrete? [Viitattu 2014-03-17.] Saatavissa: makepapercrete.com/What-is-Papercrete-.html

MARKUNPOIKA, Tuomas 2014. www-sivusto. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://markunpoika.com>

MATERIALSOURCE 2013-03-19. [Verkkajulkaisu.] Grad confort/sans confort, dommage à corbu. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.materialsource.com/cases/grand-confortsans-confort-dommage-corbu#case>

MÖLSÄ, Seppo 2005-01-20. [Verkkoartikkeli.] Graafinen betoni tuo ilmettä pintaan. Rakennuslehti. [Viitattu 2014-03-17.] Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/6725.html>

NAFA SINGAPORE 2013-10-23. [Videoklipp.] Making of an award-winning furniture collection – A'konkret. [Viitattu 2014-05-10.] Saatavissa: <http://youtu.be/d1bZMTrZ71Q>

PESONEN, R. 2010. Betoni uudessa valossa – Valokuitu tekee betonin läpinäkyväksi. Betoni 2010/4. Saatavissa: www.betoni.com/Download/22532/BET1004_15-17.pdf

PETEMARK REINFORCEMENT LTD. 2014. [Verkojulkaisu.] Betonirauditus. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.petemark.fi/betonirauditus>

PETERSEN, Magnus 2013. www-sivusto. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: www.magnuspetersen.com

RAKENTAJA.FI 2012-03-27. [Verkojulkaisu.] Kuitubetonilla lisää lujuutta. [Viitattu 2014-03-08.] Saatavissa: http://www.rakentaja.fi/artikkelit/9060/kuitubetonilla_lisaa_lujuutta.htm#.Uxr994VFGi0

RAL9011 2010-10-04. [Videoklipp.] The Making of Dune. [Viitattu 2014-05-10.] Saatavissa: <http://youtu.be/Eq8X3kQfYXs>

RIUTTAMÄKI, Maija-Riitta 2009-11-19. [Verkoartikkeli.] Betoni tuli kotiin. Helsingin Sanomat. [Viitattu 2014-05-04.] Saatavissa: <http://www.hs.fi/artikkeli/Betoni+tuli+kotiin/1135251097925>

RUDUS 2014. [Verkojulkaisu.] Erikoisbetonit. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.rudus.fi/tuotteet/betonit/erikoisbetonit>

SCHMID, Florian 2014. www-sivusto. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.florian-schmid.com/>

SHEPPARD, Stacey 2011-11-22. [Verkoartikkeli.] The Trend for Using Concrete in Interior Design. Freshome. [Viitattu: 2014-5-4.] Saatavissa: <http://freshome.com/2011/11/22/the-trend-for-using-concrete-in-interior-design/>

SISUSTUSBETONI OY 2014. [Verkojulkaisu.] Materiaalit. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.sisustusbetoni.fi/materiaalit.html>

SKOTE, Marlena 2009. Betoni on kaunista. 1. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Nemo.

SUOMEN BETONITEOLLISUUDEN KESKUSJÄRJESTÖ RY 1989. Tehdään betonista – Betoni suomalaisessa arkkitehtuurissa. Helsinki: Martinpaino Oy.

SUOMEN BETONIYHDISTYS 1994. Betonipinnat. Jyväskylä: Gummerrus kirjapaino Oy.

TAKALA, Sami 2014-01-18. [Verkoartikkeli.] Betonipiano kuulosti kamalalta. Helsingin Sanomat. [Viitattu 2014-04-22.] Saatavissa: <http://www.hs.fi/tekniikka/a1390000163595>

TALOTARINAT 2013-2-2. [Blogi.] Tapetilla nyt:betoni. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://www.asuntomessut.fi/ru/blog/talotarinat/tapetilla-nyt-betoni>

TERVONEN, Rilla 2014-2-18. [Blogi.] 2/18/2014. Kotipalapeli. [Viitattu 2014-5-5.] Saatavissa: <http://kotipalapeli.blogspot.fi/search/label/ITE%20TEHTIIN?updated-max=2014-02-20T15:10:00%2B02:00&max-results=20&start=8&by-date=false>

TIETEEN KUVALEHTI 2004. Betonilla valoa pimeään tilaan. 15/2004. Saatavissa: <http://tieku.fi/tekniikka/betonilla-valoa-pimeaan-tilaan>

UUSITALO, Jukka, IHANAMÄKI, Jouko, RAJALA, Raimo, VALLIN, Olavi 2012. Betonityöt. 9. painos. Tampere: Tammerprint Oy.

STHRESHLEY, Charles 2008. Creating Concrete Art Furniture. China: A Schiffer Nook

SUOMEN ASUNTOMESSUT 2014. [Verkojulkaisu.] Menneet messut. [Viitattu 2014-5-5.]
Saatavissa: <http://www.asuntomessut.fi/>

VÄISÄNEN, Päivi 2010. Betoni – Perustietoa arkkitehtipiskelijälle. 2. painos. Vammala:
Vammalan kirjapaino Oy. Saatavissa:

http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/julkaisut/Betoni_web2.pdf

