



Eetu Mäenpää

# Hukkabetonin ja -raudoitteiden uudelleentuotteistaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

1.9.2023

## Tiivistelmä

Tekijä(t): Eetu Mäenpää  
Otsikko: Hukkabetonin ja -raudoitteiden uudelleentuotteistaminen  
Sivumäärä: 34 sivua + 0 liitettä  
Aika: 1.9.2023

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto  
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennus tekniikka  
Ohjaaja(t): Simo Hoikkala; valvoja, Merja Masalin; ohjaaja

---

Opinnäytetyö kertoo mahdollisuudesta uudelleentuotteistaa ylijäämäbetoni ja -raudoite. Ylijäämäbetonilla tarkoitetaan betonimassaa, joka jää valujen jälkeen valamatta betonimylyyn. Tarkoituksena oli saavuttaa toimiva kokonaisuus, joka voidaan jatkossa ottaa käytäntöön yrityksessä omaksi tuotelinjastoksi.

Tuotevalikoiman tarkoituksena on yrityksen imagon parantaminen vastuullisuudessa, sekä julkisen kuvan kohentaminen uusilla kierrätysmateriaaleista valmistetuilla tuotteilla. Yrityksenä Porvoon Maske Oy on vastuullinen ja eettisiä periaatteita tarkasti vaaliva -ja noudattava yritys. Se pyrkii kaikessa toiminnassaan estämään ympäristön vahingoittumisen, sekä jätteiden ja päästöjen syntymisen. Porvoon Maske Oy on toiminut 30 vuotta teollisessa kunnossa- ja ylläpidossa, ja siltä löytyy myös oma betonielementtutuotanto, josta saa laadukkaasti ja vastuullisesti tuotettuja CE- ja FI-sertifioituja betonielementtejä. Porvoon Maske Oy pyrkii minimoimaan rakentamisesta aiheutuvat negatiiviset ympäristövaikutukset, sekä estämään niitä tapahtumasta, jos niiden estäminen on muuten mahdotonta.

Avainsanat: Hukkabetoni, betoni, raudoitus, ekologisuus, ekologinen betoni, vihreä betoni, uudelleen tuotteistaminen

## Abstract

Author(s): Eetu Mäenpää  
Title: Reproduction of Waste Concrete and Reinforcement  
Number of Pages: 34 pages + 0 appendices  
Date: 1 August 2023

Degree: Bachelor of Construction Management  
Degree Program: Construction Management  
Specialisation option: Building construction technology  
Instructor(s): Simo Hoikkala, Title (Senior Lecturer)  
Merja Masalin, Title (Project Manager)

---

The thesis describes the possibility of re-productizing surplus concrete and reinforcement. Surplus concrete refers to the mass of concrete that remains uncast in a concrete mixer after casting. The aim would be to achieve a functional entity that can be implemented in the company as its own product line in the future. The product range also aims to improve the company's image in terms of responsibility, as well as to improve the public image with new products made from recycled materials. As a company, Porvoon Maske Oy is a responsible company that carefully cherishes and adheres to ethical principles. In all its activities, it strives to prevent damage to the environment, as well as the generation of waste and emissions. Porvoon Maske Oy has been operating in industrial maintenance and maintenance for 30 years, and it also has its own precast concrete production, which provides high-quality and responsibly produced CE- and FI-certified precast concrete elements. As a company, Porvoon Maske Oy strives to at least minimize the negative environmental impacts caused by construction and prevent them from occurring if it is otherwise impossible to prevent them.

Keywords: Waste concrete, concrete, reinforcement, ecology, ecological concrete, green concrete, reproduction.

## Sisällys

1	Johdanto	5
2	Hukkabetonin ja -raudoitteiden uudelleentuotteistaminen	7
2.1	Betoni ja ekologinen betoni yleisesti	7
2.1.1	Miten määritellään ekologinen betoni	9
2.2	Ylijäämäbetoni eli hukkabetoni	11
2.3	Hukkabetonin ja -raudoitteiden määrät yrityksessä	13
2.4	Mihin hukkabetoni ja -raudoite tällä hetkellä menee yrityksessä?	14
2.5	Uudelleentuotteistamisen tuomat edut ja hyödyt	15
3	Betonin ja raudoitteiden toimittajat	16
3.1	Ruskon betoni	16
3.2	Rudus	17
3.3	Celsa Steel Service	18
4	Tuotteiden suunnittelu ja vaihtoehtoisia tuotteita	19
4.1	Kuluttajille suunnattuja tuotteita	20
4.2	Kaupungeille ja kunnille suunnattuja tuotteita	21
5	Valmistusprosessi	22
5.1	Muotin valmistaminen	23
5.2	Raudoitteiden valinta ja valaminen	25
5.3	Lopputuote	26
5.4	Valmiit tuotteet ja niiden markkinointi	27
6	Tulevaisuuden suunnitelmat, tuotekehitys ja yhteenveto	29
	Lähteet	30
	Ohjeita ja standardeja	33
	Ratu- kortistot:	34

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on saavuttaa toteutuskelpoinen, ekologisesti valmistettu tuotevalikoima hukkabetonista ja -raudoitteista. Suunnitelma tuotevalikoimasta toteutetaan teoreettisesti Porvoon Maske Oy:lle, sen betonielementti-tuotannon yhteyteen. Tarkoituksena on saavuttaa toimiva kokonaisuus, joka voidaan ottaa käytäntöön yrityksessä omaksi tuotelinjastoksi. Tuotteiden valmistuksessa hyödynnetään myös alueella muutoin syntyviä hukkamateriaaleja, niiltä osin kuin sitä pystytään, esimerkiksi muoteissa tai muissa valmistusprosesseissa sekä eri osavaiheissa käyttämään, tai tuotteissa itsessään. Tuotevalikoiman tarkoituksena on myös yrityksen imagon parantaminen vastuullisuudessa, sekä julkisen kuvan kohentaminen uusilla kierrätysmateriaaleista valmistetuilla tuotteilla. Tätä kokonaisuutta tukee muun muassa se, että tuotteiden valmistuksessa huomioidaan esimerkiksi leikki- ja muut puisto- tai virkistysalueet. Koulujen pihat ja muut lapsien tai nuorten kehitystä oleellisesti tukevat vapaa-ajan alueet.

Yrityksenä Porvoon Maske Oy on vastuullinen ja eettisiä periaatteita tarkasti vaaliva ja noudattava yritys. Se pyrkii kaikessa toiminnassaan estämään ympäristön vahingoittumisen, sekä jätteiden ja päästöjen syntymisen. Porvoon Maske Oy on toiminut 30 vuotta teollisessa kunnossa- ja ylläpidossa sekä siltä löytyy myös oma betonielementtituotanto, josta saa laadukkaasti ja vastuullisesti tuotettuja CE- ja FI-sertifioituja betonielementtejä. Yrityksenä Porvoon Maske Oy pyrkii vähintäänkin minimoimaan rakentamisesta aiheutuvat negatiiviset ympäristövaikutukset, sekä estämään niitä tapahtumasta, jos niiden estäminen on muuten mahdotonta. Yritys pyrkii jatkuvasti kehittämään uusia mahdollisuuksia omaan tuotantonsa ylijäämämateriaalien hyödyntämiseksi, sekä niistä uusien tuotteiden luomiseksi, jolloin hävikkimateriaalille kuten hukkabetonille ja -raudoitteille annetaan uusi elämä.

Tuotevalikoima on tärkeä saada suunniteltua valmiiksi, jotta tuotteistaminen päästään toteuttamaan mahdollisimman nopeasti. Toimiva tuotanto on todella tärkeä osa yrityksen toimivuutta ja myös kannattavuutta hukkabetonin ja -raudoitusten vähentämiseksi. Määrät ovat kohtuullisen suuria vuositasolla pienelle yritykselle kuten Porvoon Maske Oy, vaikka ne eivät mittakaavassa suuria olekaan, jos tarkastellaan rakennusteollisuudessa yleisesti suurimpien betonielementtejä valmistavien yritysten hukkabetonin määriä. Määrät ovat kuitenkin pienemmälle yritykselle merkittäviä, ja aiheuttavat täten myös hävittämisen osalta suuria kustannuksia. Unohtamatta ympäristövaikutuksia tai yrityksen kilpailukykyä vähähiilisessä tuotannossa ja tuotevalikoimassa. Tuotteissa tulee esille myös yrityksen vastuullisuus materiaaleissa kierrätyksessä ja ympäristöasioihin liittyen. Myös se, että ekologisesti hukkamateriaaleista valmistetuilla tuotteilla pystytään tukemaan ja auttamaan esimerkiksi nuorten ja lasten kehitystä on todella merkittävää. Tuotteilla saadaan myös viihtyisyyttä puistoalueisiin ja muihin virkistysalueisiin.



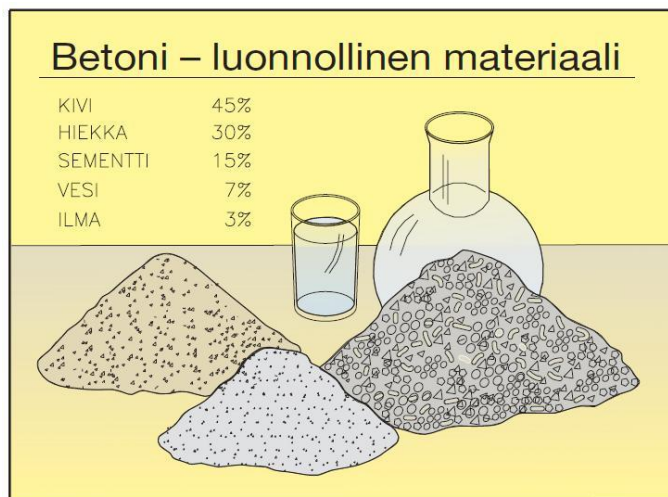
## 2 Hukkabetonin ja -raudoitteiden uudelleentuotteistaminen

### 2.1 Betoni ja ekologinen betoni yleisesti

Betoni on yleisesti käytetty rakennusmateriaali, joka koostuu sideaineesta, kuten sementistä, hiekasta, kiviaineksesta ja vedestä. Pääasiassa kaikki raaka-aineet ovat luonnon materiaaleja. Sideaine, yleensä sementti, toimii liimaavana aineena, joka sitoo yhteen hiekan ja kiviaineksen. Kun vesi lisätään seoksen joukkoon, syntyy kemiallinen reaktio, joka kovettaa betonin ajan myötä. Betonilla on erinomaiset mekaaniset ominaisuudet, kuten lujuus, kestävyys ja paloturvallisuus, minkä vuoksi sitä käytetään laajasti rakennus- ja infraprojekteissa, kuten rakennusten, siltojen ja teiden rakentamisessa. Betonilla on myös hyvä kyky kestää kosteutta ja sään vaihteluita, mikä tekee siitä pitkäikäisen ja kestävä materiaalin. Betonin koostumusta voidaan muunnella eri käyttötarkoitusten mukaan. Esimerkiksi lisäämällä erilaisia lisäaineita, kuten kuituja tai kemiallisia lisäaineita, betonin ominaisuuksia voidaan muokata. Betonilla on myös hyvä lämmönvarauskyky, mikä tekee siitä käyttökelpoisen lämpöä varaavissa rakenteissa.

Betoni valmistetaan yleensä rakennustyömaalla tai valmisbetonitehtaalla. Seos valmistetaan seoksen aineiden tarkkaan määriteltujen suhteiden mukaan. Sideaineena käytetään yleisimmin sementtiä, joka reagoi veden kanssa muodostaen kovettuvan massan. Sementin lisäksi betonissa käytetään hiekkaa, joka antaa massalle rakenteellista kestävyttä, sekä kiviainesta, joka antaa sille lujuutta. Vesi toimii reaktion laukaisijana ja varmistaa sementin kovettumisen. Betonin valmistusprosessi koostuu seoksen sekoittamisesta ja seoksen kaatamisesta muottiin tai rakenteeseen. Sen jälkeen betonin annetaan kovettua ja saavuttaa haluttu lujuus. Kovettumisen aikana betoni tarvitsee kosteutta säilyttääkseen optimaalisen kovettumisolosuhteet. Tämä voidaan saavuttaa kostuttamalla betonipinta tai käyttämällä erilaisia suojamateriaaleja, kuten muoviva-

kosteussumutusta. Betonin kovettumisaika vaihtelee riippuen käytetystä seoksesta ja ympäristön olo suhteista. Tämä on otettava huomioon myös uudelleen tuotteistamisessa, mikäli hukkabetonista valettavat tuotteet ovat betonin rasitus- ja lujuusluokalta vaativalla tasolla. Esimerkiksi kulutuksen ja pakkasenkestävyyden osalta. [1], [2], [9], [10.]



Kuva 1 Betoni on luontainen materiaali, joka koostuu puhtaasti luonnon omista raaka-aineista. Tämän takia betoni on hyvin ekologinen ja kestävä rakennusmateriaali [2]

Kun betoni on kovettunut, se muodostaa vahvan ja kestävä rakenteen. Betonilla on erinomaisia ominaisuuksia, kuten puristuslujuus, joka tekee siitä sopivan esimerkiksi rakennusten perustuksiin ja pylväisiin. Betonirakenteet ovat myös paloturvallisia ja kestävät hyvin kemiallisia rasituksia. Betonia voidaan muotoilla eri tavoin, mikä antaa suunnittelijoille ja rakentajille suuren vapauden luoda erilaisia muotoja ja rakenteita. Betonin käyttö on laajaa ja sitä voidaan hyödyntää monissa eri rakennustyypeissä, kuten taloissa, silloissa, teillä ja vesirakenteissa. Betonin kestävyys ja monipuolisuuden ansiosta se soveltuu hyvin erilaisiin sääolosuhteisiin ja ympäristöihin. [2.]

Betonin lämmönvarauskyky on myös merkittävä etu. Betonirakenteet voivat varastoida lämpöä ja vapauttaa sitä asteittain ajan mittaan. Tämä ominaisuus auttaa säästämään energiaa rakennusten lämmityksessä ja jäädytyksessä. Yhteenvetona voidaan sanoa, että betoni on kestävä, monipuolinen ja

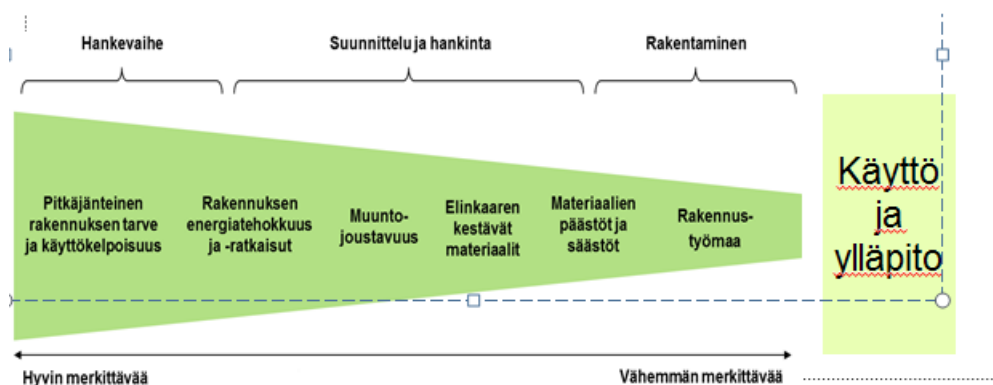


ympäristöystävällinen rakennusmateriaali. Sen paloturvallisuus, kestävyys kemiallisessa ympäristössä ja muotoiltavuuden mahdollisuudet tekevät siitä houkuttelevan vaihtoehdon erilaisiin rakennusprojekteihin. Betoni on pitkäikäinen ja vaatii vähemmän korjauksia ja uudelleenrakentamista, mikä edistää kestävä kehitystä. Betonin valmistusprosessi on suhteellisen ympäristöystävällinen, ja sen kierrätettävyys mahdollistaa materiaalin uudelleenkäytön. Lisäksi betonin lämmönvarauskyky auttaa säästämään energiaa rakennusten lämmityksessä ja jäädytyksessä. Betonin hyvät ääneneristysominaisuudet puolestaan vähentävät melua ja parantavat asumismukavuutta. Betonirakenteet voivat kestää vuosikymmeniä, mikä vähentää tarvetta korjauksiin ja uudelleenrakentamiseen. [1], [2], [3], [4.]

### 2.1.1 Miten määritellään ekologinen betoni

Ekologinen betoni on betonin muunnelma, joka on suunniteltu vähentämään ympäristövaikutuksia ja lisäämään kestävyttä. Se pyrkii minimoimaan hiilijalanjäljen ja resurssien käytön betonin valmistusprosessissa. Yksi tapa saavuttaa ekologisuutta betonissa on korvata osa perinteisestä sementistä ympäristöystävällisemmillä materiaaleilla. Esimerkiksi lentotuhkaa, joka on lämpövoimaloiden sivutuote, voidaan käyttää osittain sementin korvaajana. Tällä tavoin vähennetään sementin tuotannon aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Muita vaihtoehtoisia materiaaleja betonin valmistuksessa voivat olla esimerkiksi lasijauhe, kalkki tai kuonajauhe. Toinen keino ekologisen betonin valmistuksessa on käyttää kierrätettyjä materiaaleja. Esimerkiksi betonijätettä voidaan murskata ja käyttää uudelleen betonin valmistuksessa. Tämä vähentää luonnonvarojen kulutusta ja jätemääriä. Kierrätysmateriaalien käyttö voi myös parantaa betonin ominaisuuksia, kuten kestävyttä ja lujuutta. Lisäksi ekologisen betonin valmistuksessa on tärkeää kiinnittää huomiota energiatehokkuuteen. Energiatehokkaat tuotantomenetelmät ja -laitteet voivat vähentää betonin valmistuksessa tarvittavan energian määrää. Esimerkiksi uusien teknologioiden, kuten energian talteenoton ja aurinkoenergian käytön, käyttö voi auttaa vähentämään betonin valmistuksen ympäristövaikutuksia. [1], [5], [6.]

Betonin valmistusprosessi on jo itsessään kokonaisuudessaan suhteellisen ympäristöystävällinen. Mikä tekee siitä myös siltä osin ekologisen materiaalin. Sementin valmistuksessa syntyvä hiilidioksidi pystytään sitomaan betonin kovettumisen aikana, mikä vähentää sen hiilijalanjälkeä. Valujen yhteydessä aiheutuva hukkabetonia on mahdollisuus kierrättää edelleen esimerkiksi uudelleen tuotteistamalla. Betonijätteestä voidaan esimerkiksi valmistaa mursketta tai käyttää sitä raaka-aineena uuden betonin valmistuksessa. Tämä auttaa vähentämään luonnonvarojen kulutusta ja jätteen määrää.



Kuva 2 Betoni rakentamisen erivaiheiden merkitys ympäristövaikutuksiin. [7]

Rakennusten suunnittelussa voidaan panostaa energiatehokkuuteen, lämmön ja ilmanvuodon vähentämiseen sekä hyvään eristykseen, jolloin betonin tarvetta voidaan osaltaan vähentää. Lisäksi betonin pitkäikäisyyteen ja kestävyys tuuli panostaa, jotta rakennukset tai betonista valmistetut tuotteet eivät vaadi jatkuvaa uusimista tai korjaamista. Tämä vähentäisi ekologisen betonin elinkaarensa aikana aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä entisestään. [5], [6.]

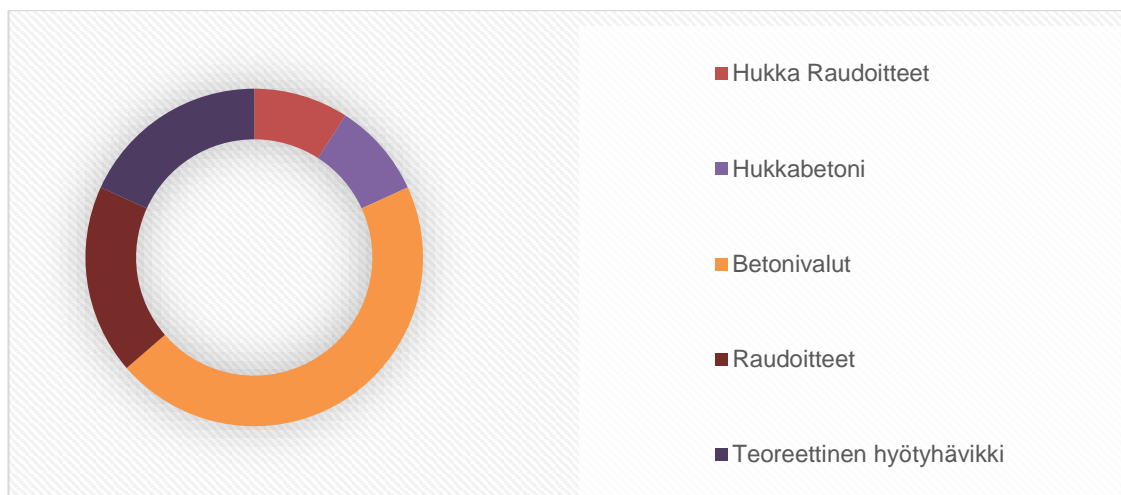


Kuva 3 Betonirakenteiden elinkaaren ympäristövaikutukset. Rakennusteollisuus.fi [7]

## 2.2 Ylijäämäbetoni eli hukkabetoni

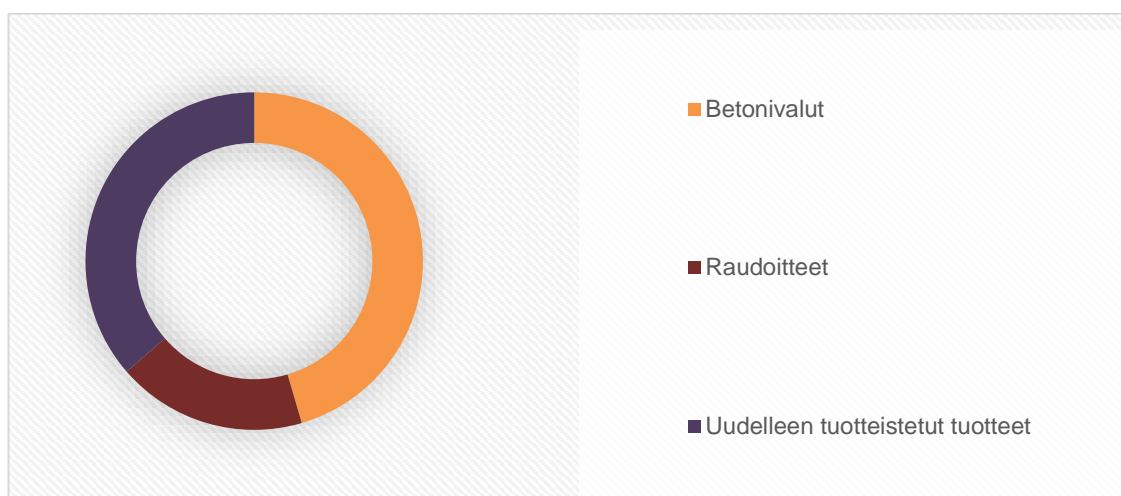
Hukkabetonilla tarkoitetaan valmista betonimassaa, joka jää ylimääräiseksi jonkun tarkoitetun valukokonaisuuden jälkeen. Esimerkiksi, jos tilauksessa on  $5 \text{ m}^3$  ja valun suorittamisen jälkeen autoon jää  $0,5 \text{ m}^3$  betonimassaa, voidaan kyseistä massaa kutsua nimellä ylijäämäbetoni tai hukkabetoni. Hukkabetonin hyödyntäminen ja uudelleen tuotteistaminen on monilla yrityksillä käytännössä tälläkin hetkellä ja osana sekä yhtä, että useampaa suurta prosessia.

Hukkabetonin uudelleen tuotteistaminen vaatii kuitenkin yrityksiltä suhteellisen paljon panostamista. Ja jopa oman linjaston tai tuotekehittely organisaation perustamista. Alla olevalla kuviolla voidaan teoreettisesti ja keskiarvallisesti havainnoida yhden valukerran hukkabetonin ja -raudoitteiden määrä. Lisäksi kuvio havainnollistaa hyötyhävikin, joka voitaisiin saada käyttöön hukkabetonin ja -raudoitteiden uudelleentuotteistamisen avulla. Teoreettinen hyötyhävikki kuvastaa kaaviossa sitä mahdollisuutta vähimmäisarvallisesti, joka voidaan saada taloudellisesti hyötykäyttöön yritykselle. [8.]



Kuvio 1. Hukkabetonin ja -raudoitteiden teoreettinen vähimmäisosuus havainnoituna yllä olevaan kaavioon.

Optimaalisin tilanne olisi tuotteistamisen jälkeen se, että teoreettinen hyötyhävikki korvaisi kokonaisuudessaan yllä olevasta kaaviosta hukkaraudoitteiden sekä -betonin lohkot.



Kuvio 2. Hukkabetonin ja -raudoitteiden uudelleen tuotteistamisen jälkeinen tuotanto. Kuvio esittää teoreettisesti optimaalisinta tilannetta uudelleen tuotteistamisen jälkeen.

On kuitenkin tärkeää huomioida, että betonin valmistusprosessi vaatii sementin tuotantoa, joka aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä. Tästä syystä onkin tärkeää pyrkiä käyttämään mahdollisimman ympäristöystävällisiä sementtilaatuja ja

optimoimaan betonin valmistusprosessi energiatehokkaasti. Lisäksi betonin kierrätysprosessi voi olla haastavaa ja vaatii erityisiä laitteita ja prosesseja. Betonin kierrätysaste vaihtelee alueittain ja riippuu saatavilla olevista infrastruktuureista ja resursseista. Mielestäni tulevaisuudessa on tärkeää jatkaa tutkimusta ja kehitystä betonin ympäristövaikutusten vähentämiseksi entisestään. Esimerkiksi kestävämpiä sementtivaihtoehtoja tutkitaan aktiivisesti, ja pyritään kehittämään uusia tapoja hyödyntää betonijätettä entistä tehokkaammin. Ekologisen betonin käytön edut ovat moninaiset. Sen avulla voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä ja luonnonvarojen kulutusta. Lisäksi ekologinen betoni voi olla yhtä kestävää ja laadukasta kuin perinteinen betoni, joten käyttöön ei liity kompromisseja rakennusten lujouden tai kestävyuden osalta.[1], [2], [8.]

*Suomen betoni- ja sementtiteollisuuden toimijat ovat onnistuneet leikkaamaan vuosikymmenen aikana päästöjä lähes 25 prosenttia vuoteen 1990 verrattuna. Betonin ilmastovaikutuksia pyritään hillitsemään monin eri tavoin ja toimijat ovat tehneet kehitystyötä tuotantoteknologian ja tuotekehityksen edistämiseksi. Siksi Suomessa betoniteollisuuden päästöt ovat selvästi pienemmät kuin Euroopassa yleisesti. [13.]*

### 2.3 Hukkabetonin ja -raudoitteiden määrät yrityksessä

Porvoon Maske Oy:n hukkabetonin tai raudoitteiden määrä ei ole rakennusteollisuuden mittakaavassa suurimmasta päästä. Mutta määrät ovat kuitenkin merkittäviä niin ympäristön kuin taloudellisenkin näkökulman kannalta katsottuna. Keskimäärin yrityksessä valetaan joka toinen päivä ja raudoitteita katkaistaan ja taivutetaan lähes joka päivä. Betonimassan hukkamäärät vaihtelevat 200–1000 litran välillä. Tämä siis joka toinen päivä. Keskimääräisesti elementtituotannossa syntyvä hukka on arviolta vain noin 30 % yrityksen todellisesta hukkabetonin kokonaismäärästä. Joten tämän takia tuotteiden monimuotoisuus on osittain sidottuna kokoon, joka määritellään litroissa.

Raudoitteita tehdään tuotannossa joka päivä. Joten raudoitteiden hukkamäärät ovat prosentuaalisesti betonin hukkamääriä suuremmat. Vaikka

valmistusprosessissa pyritäänkin todella tarkasti huomioimaan hukkarauotteiden syntymistä, niin määriä on vaikea pienentää syntyvistä määristä. Tämä johtuu pääsääntöisesti siitä, että valmisterästä on saatavilla vain kahdessa eri mittassa. Hukkarauoitetta toimitetaan sulattamolle jatkojalostukseen Porvoon Revanssi Oy:lle. [19.]

Tuotteiden suunnittelussa on huomioitava myös niiden jatkojalostusmahdollisuus. Taloudellisin ja ekologisin tuote olisi sellainen tuote, jonka muotin voisi ottaa työmaalle ja valujen yhteydessä täyttää hukkabetonilla. Työmailla toimivan muotin tulisi olla muunneltavissa kokonsa puolesta 100–1000 l välillä. Tuotteen tulisi olla helposti siirreltävässä ja varastoitavissa, jotta sen valmistusprosessin jälkeinen hiilijalanjälki säilyisi mahdollisimman pienenä loppusijoituspaikkaansa asti. [8.]

## 2.4 Mihin hukkabetoni ja -raudoite tällä hetkellä menee yrityksessä?

Tämänhetkinen tilanne hukkabetonin ja -raudoitteiden osalta ei ole optimaalisin taloudellisuuden kuin ympäristönkään puolesta. Tuotannon puolella jäävästä hukkabetonista valetaan tällä hetkellä punsseja, eli toiselta nimeltään painoja. Painojen määrä on vakio ja yhteen valmiiseen painoon kuluu noin 400 l hukkabetonia. Aikaisemmin yrityksessä on tehty muutamia penkkien jalkoja sekä laattoja, mutta tuotteiden kyseisten tuotteiden osalta valmistaminen on sittemmin jätetty pois. [8.]



Kuva 4 ja 5 hukka betonista ja -raudoitteista valmistettuja painoja.

## 2.5 Uudelleentuotteistamisen tuomat edut ja hyödyt

Ensinnäkin betonin uudelleentuotteistaminen edistää ympäristönsuojelua. Tämänhetkisessä maailmantilanteessa vihreiden arvojen noudattaminen on varsinkin rakennusalan yrityksille jopa elinehto. Koska betoni on maailman toiseksi eniten käytetty materiaali ja sen tuotannossa syntyvä hiilijalanjälki on huomattava, yrityksiä on kiinnitettävä niistä valmistamiinsa tuotteisiin entistä enemmän huomiota hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Tuotteiden brändäyksessä on näytävä ekologisuus ja yrityksen panostus ympäristövastuuseen. Betonin uudelleenkäyttö vähentää tarvetta uuden betonin valmistukseen, jolloin vähennetään luonnonvarojen kulutusta ja energian käyttöä. Lisäksi betonin tuotannossa syntyvä hiilidioksidipäästöjen määrä pienenee, varsinkin silloin, kun uudelleenkäytetyn ja tuotteistetun betonin osuus kasvaa. Näin ollen betonin uudelleentuotteistaminen auttaa vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja hidastamaan ilmastonmuutoksen etenemistä. [2], [3.]

On myös tutkitusti todistettu, että betonin uudelleentuotteistamisella on taloudellisia etuja. Rakennusteollisuudessa suuri osa kustannuksista kuluu materiaalien hankintaan, ja betoni on yksi kalleimmista rakennusmateriaaleista raudoitteiden lisäksi. Uudelleen käytettäessä hukkabetonia ja -raudoitteita niiden valmistuksen kustannukset jäävät pois, mikä voi tuoda merkittäviä säästöjä yritykselle. Lisäksi betonin uudelleenkäyttö saattaa tarjota uusia työmahdollisuuksia esimerkiksi betonin, sekä raudoitteiden uudelleentuotteistamisen ja kierrätyksen uudelta linjastolta. Tämä voi luoda paikallista työllisyyttä ja edistää yrityksen taloudellista kasvua. [2], [4], [11.]

Kuluttajille ja myös yrityksille betonin uudelleentuotteistaminen edistää kestävä kehitystä ja kiertotaloutta. Kiertotaloudessa pyritään minimoimaan resurssien haaskausta ja tuottamaan mahdollisimman vähän jätettä. Betonijäte on yleensä suuri uhka ympäristölle, mutta sen hyödyntäminen uudelleen osana rakennusmateriaaliketjua auttaa pitämään materiaalit kierrossa ja vähentämään jätteiden määrää. Uudelleentuotteistamisen myötä betonijäte muuttuu arvokkaaksi resurssiksi, joka voidaan hyödyntää rakentamisen eri vaiheissa. Lisäksi

uudelleen tuotteistaminen vähentää tarvetta luonnonvarojen kulutukselle ja raaka-aineiden tuonnille.

On myös tärkeätä huomioida, että betonin uudelleen tuotteistaminen edistää niin rakennusten kuin betonituotteidenkin kestävyyttä ja eliniän pidentämistä. Uudelleen käytettäessä betonia rakennusmateriaalina on mahdollista luoda kestävämpiä ja vähemmän alttiita ympäristön vaikutuksille olevia rakenteita. Hukka-betonista valmistetut elementit, kuten pöydät ja tuolit, voidaan irrottaa ja uudelleenkäyttää eri kohteissa. Tämä tarjoaa joustavuutta ja mahdollisuuden rakentaa kestävämpiä ja muunneltavampia tuotteita tai rakennuksia tulevaisuutta varten. [1], [11.]

Kaiken kaikkiaan betonin uudelleentuotteistamisella on monia merkittäviä hyötyjä. Se auttaa suojelemaan ympäristöä, vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, tarjoaa taloudellisia etuja ja edistää kestävästä kehityksestä sekä kiertotaloutta. Betonin uudelleentuotteistaminen on askel kohti kestävämpää ja resurssitehokkaampaa tulevaisuutta rakentamisessa.

### **3 Betonin ja raudotteiden toimittajat**

#### **3.1 Ruskon betoni**

Ruskon betonin sementtitehdas sijaitsee kohtuullisen lähellä Porvoon Maske Oy:n tuotantotiloja. Heidän käyttämät tehtaot käyttävät vihreää energiaa tuotannossaan. Betonin valmistamisessa pyritään valmistamaan mahdollisimman tehokkaasti ja vähäpäästöisesti laadukasta betonimassaa. Lyhyen toimitusmatkan takia myös kuljetuksista aiheutuvat hiilidioksidipäästöt pystytään minimoimaan.



Ruskon Betoni on luonut markkinoille RB Clean tuoteperheen betonimassoille. Niiden luvataan tutkitusti vähentävän betonirakentamisessa syntyviä hiilidioksidipäästöjä parhaimmillaan yli puolella. Tuotteet on luotu siten, että tuoteperheeseen kuuluu lähestulkoon kaikki normaali rakentamisessa käytettävät betonimassa laadut. Ruskon Betoni Etelän RB CLEAN -betonien käyttämät sideaineet ovat sellaisia sementtilaatuja, joiden valmistuksen hiilidioksidipäästöt ovat huomattavasti perinteisiä sementtejä alhaisemmat.

RB Infran Hollolan tehtaalla valmistetaan kestäviä ja ympäristöystävällisiä tuotteita infrarakentamiseen. Kaikki infratuotteet valmistetaan kotimaassa luonnollisia materiaaleja käyttäen ja ne ovat täysin kierrätettäviä. Valmistusprosessi betonituotetehtaallamme on vastuullinen ja energiaystävällinen. [12.]

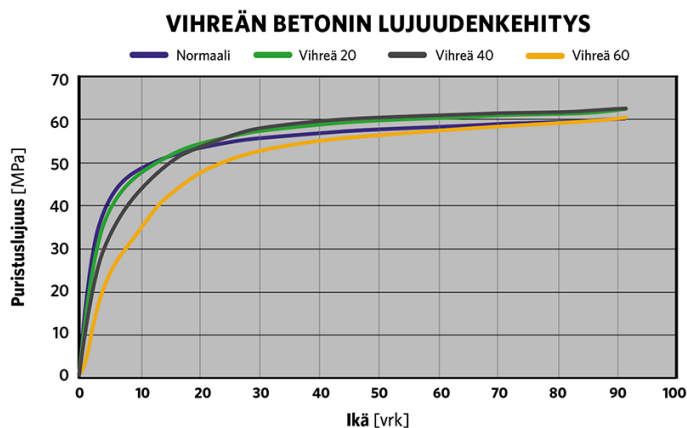
## 3.2 Rudus

*Kotimainen sementtiteollisuus on tehnyt merkittäviä edistysaskeleita sementin päästöjen pienentämiseksi. Rudus käyttää betonin valmistuksessa ainoastaan kotimaista sementtiä.*

Ruduksen Vihreä Betoni tarjoaa rakentajille vähähiilisen vaihtoehdon betonin lujuudesta tinkimättä. Sen resepti on tehty pienempää ympäristökuormaa ajatellen, kuitenkin betonin muut erinomaiset ominaisuudet säilyttäen.

Vihreä Betonin CO<sub>2</sub>-päästö voi olla 15, 30, 45 tai jopa 60 % matalampi kuin vastaavalla normaalilla betonilaadulla. Vaikka Vihreä Betonin päästösäästö on suuri, lopputuloksena on kuitenkin normaalin lujuusluokan betoni. Hyvää on myös Vihreä Betonin pieni kuivumiskutistuma ja nopea kuivuminen.

Vihreä Betonia on saatavilla kaikissa rasitusluokissa, kaikkialla Suomessa. Erinomainen apu vihreimmän betonilaadun valinnassa on Ruduksen BetoPlus-palvelu. Sen avulla voidaan arvioida betonirakenteiden lujuuden- ja lämmönkehitystä erilaisissa valuolosuhteissa jo ennen valua.



Kuva 5 Ruduksen vihreän betonin lujuuden kehitys kaavio.

Kun tarkastellaan yrityksessä syntyvää hukkabetonia ja -raudoituksia, voidaan suoraan todetta, että kyseessä on tarkoitus kierrättää ekologista betonia edelleen. [13.]

### 3.3 Celsa Steel Service

Yrityksen ensisijainen harjaterästen eli raudoitteiden toimittaja on Celsa Steel Service Oy, jonka raaka-aineet teräksille tulevat Norjan Mo i Ranan terästehtaalta ja valssaamosta. Kyseinen tehdas on luokitellusti yksi maailman ympäristöystävällisimmistä teräksen tuottajista. Tehtaan käyttämien raaka-aineiden ilmastomuutosta kuvaava luku on vain 421 kg CO<sub>2</sub> ekv/tn. Celsa Steel Service on saanut alalle harvinaisen ympäristöselosteen EPD:n, jossa näkyy kaikkien heidän tuotteidensa hiilijalanjäljet eritellysti. [18.]



Kuva 6 Celsa Steel on aktiivinen ympäristön huomioon ottava yritys, joka on laskenut tarkasti EPD-sertifikaatin avulla tuotteilleen tarkan hiilijalanjäljen.

## 4 Tuotteiden suunnittelu ja vaihtoehtoisia tuotteita

Kun suunnitellaan betonista valmistettua tuotetta esimerkiksi ajatuksena leikkipuistoon, on tärkeää ottaa huomioon sekä tuotteen turvallisuus että ympäristövaikutukset. Ekologisen betonin käyttö on hyvä vaihtoehto tässä tapauksessa. Sillä ekologinen betoni on ympäristöystävällisempi vaihtoehto perinteiselle betonille, koska se voi sisältää esimerkiksi kierrätysmateriaaleja tai uusiutuvia raaka-aineita.

Ensimmäisenä aloin pohtimaan tuotteita. Mikä olisi hyvä betonituote leikkipuistoon tai virkistysalueelle? Tuote voisi olla esimerkiksi betoninen istutusalusta tai penkki. Näitä tuotteita voidaan valmistaa ekologisesta betonista, joka on kestävä ja kestää hyvin sään vaihteluita. Betoniset istutusalustat tarjoavat vakaan ja tasaisen pohjan kasveille, ja penkit tarjoavat mukavan istumapaikan leikkipuistoon tai virkistysalueen käyttäjille. Halusin kuitenkin ajatuksena yhdistää tuotteen jotakin, joka tukee lasten tai nuorten kehitystä. Esimerkiksi leikkipuistoon valittavien tuotteiden on kuitenkin läpäistävä osaltaan niille määrätyt standardit ja rakennustekniset ehdot. Muun muassa rakenteellinen kestävyys on osoitettava uusille välineille joko laskelmin tai standardissa SFS-EN1176-1 esitettyin testein, kun taas yleisesti pihakalusteiden ja -varusteiden perustamisesta on ohjeita ohjekortissa RT89-10640 Aluevarusteidenperustamistavat. [3.]

Taulukko 1. Tuotevalikoimataulukkoesimerkki ja niiden betonointiin ja raudoittamiseen tarvittavat materiaalmäärät.

<b>Tuote</b>	<b>Betonin -ja raudoitteen määrä</b>
Pöytä elementti	100–1000 l
Tuoli tai penkki elementti	50–300 l
Tulisija elementti	50–500 l
Pelipöytä elementti	100–1500 l
Ruukut, pilarit, pylväät	50–300 l
<b>Määrät yhteensä</b>	<b>350–3600 l</b>

Koska betoni itsessään on kestävä ja monipuolinen materiaali, voidaan sitä käyttää moniin erilaisiin rakennus- ja rakenneteknisiin tarpeisiin, joille vaaditaan hyviä kestävyysominaisuuksia ja pitkää käyttöikää. Betonin monipuolisuus mahdollistaa eri muotojen ja pintojen valmistamisen, mikä lisää tuotteiden käyttömahdollisuuksia ja siten myös laajentaa itse tuotevalikoimaa. Betonista voidaan valmistaa monenlaisia ja erikokoisia tuotteita, lähes mitä tahansa. Ja osittain tästä syystä tuotteiden valikoiminen voi olla omalta osaltaan hyvinkin haastavaa. Valikoinnin rajana on mielikuvitus. Tuotantoon otettavien tuotteiden valintoihin vaikuttavat myös muut huomioon otettavat asiakokonaisuudet kuten esimerkiksi kysyntä ja tarjonta.

#### 4.1 Kuluttajille suunnattuja tuotteita

1. Tulisija: Tulisija betonista on yleensä ulkotulisija, joka rakennetaan betonista. Betonista tehdyt tulisijat ovat kestäviä ja niitä voidaan käyttää

esimerkiksi ulkotiloissa kuten pihalla tai terassilla. Betonista valmistettu tulisija voi olla esimerkiksi avotuli- tai grilli, johon voidaan lisätä erilaisia lisävarusteita kuten savustuspönttö tai paistopinta. Toisinaan tulisija betonista voi olla myös koristeellinen elementti pihapiirissä. Lisäksi betonista valmistettu tulisija voidaan suunnitella ja rakentaa mittatilaustyönä asiakkaan toiveiden ja tarpeiden mukaan, joten tuotteella on osittain rajaton jatkojalostusmahdollisuus.

2. Pöytä ja penkki: Betonipöytä ja -penkki sopivat erityisen hyvin ulkotiloihin, kuten terasseille, pihoille ja puutarhoihin. Betonikalusteet voivat olla myös massiivisia ja tuoda arkkitehtonista tyyliä ulkotiloihin. Ne voidaan valmistaa eri muodoissa ja kokoluokissa, joten ne sopivat erilaisiin tiloihin ja tarpeisiin, sekä ovat täten myös muokattavissa. Betonituotteita voi myös maalata tai pinnoittaa eri värisiksi, jolloin saadaan lisää vaihtoehtoja sisustukseen tai käyttötarkoitukseen.

## 4.2 Kaupungeille ja kunnille suunnattuja tuotteita

1. Betonitiilet: Betonitiilet ovat kestäviä, ääntä eristäviä ja paloturvallisia. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi seinien, jalkakäytävien ja patioiden rakentamiseen. Betonitiilet ovat yleisesti saatavilla erikokoisina ja eri pintakäsittelyvaihtoehtoina. Tämä muotti olisi myös mahdollista pitää mukana työmailla.
2. Betonipylväät: Betonipylväitä käytetään usein sähkölinjojen ja muiden joihin tukemiseen. Ne voivat olla erikokoisia ja eri muotoisia riippuen tukitarpeesta. Betonipylväät ovat erittäin kestäviä ja pitkäikäisiä, ja ne kestävät hyvin erilaisia sääolosuhteita.
3. Betoniporsaat ja -kaiteet: Betonista voidaan valmistaa myös portaita ja kaiteita. Betoniporsaat ovat erittäin kestäviä ja ne kestävät hyvin kulutusta ja sääolosuhteita. Betonikaiteet voivat olla erimuotoisia ja koristeellisia, ja ne tarjoavat sekä turvallisuutta että visuaalisia elementtejä.

## 5 Valmistusprosessi

Haluan luoda yrityksessä syntyvällä hukkabetonilla ja -raudoitteilla jotakin sel-laista, joka soveltuu osaltaan lasten ja nuorten kehityksen tukemiseen. Näin voi-daan yhdistää sekä kuluttajille että kaupungeille ja kunnille suunnatut tuotteet. Tuotteiden valintaan vaikuttaa myös useat eri asiat tämän lisäksi. Esimerkkinä valintaan vaikuttavista seikoista ovat muun muassa tietyiltä tuotteilta vaaditut standardit sekä sertifikaatit. Sertifikaatit tietyn tuotteen valmistamiseen saattavat olla yritykselle haastavia tai taloudellisesti kalliita investointeja. Varsinkin jos tuotetta ei ole vielä erikseen lanseerattu yrityksen tuotantoon. Tästä hyvänä esi-merkkinä voidaan pitää lasten leikkipuistoihin suunnattuja tuotteita, joiden vaati-mukset standardien, sekä läpäistävien sertifikaattien osalta ovat todella mittavia moniin muihin tuotteisiin nähden.

Valmistuksessa tuotteistetaan hukkabetonista ja -raudoitteista betoninen pöytä ja penkki. Ne ovat tuotteita, jotka sopivat sekä puistoihin tai koulunpihoihin. Ja on myös muunneltavissa eri käyttötarkoituksiin.

Betoniset pöydät ja penkit ovat myös helppohoitoisia. Betoni kestää hyvin kos-teutta eikä vaadi paljon huoltoa. Ne voi pyyhkiä puhtaaksi kostealla liinalla tai pestä esimerkiksi painepesuria käyttäen ja tarvittaessa pinnan voi suojata erilai-silla pinnoitteilla. Lisäksi niitä voidaan pinnoittaa ja niihin voidaan maalata erilai-sia kuvia. Tarkoituksena olisikin saada toteutettua sellainen tuoteryhmä, johon voisi toteuttaa erilaisia kuvia, jotka edistäisivät osaltaan nuorten kehitystä. Tam-möisiä kuvia on esimerkiksi erilaiset pelit, kuten shakki, tammi tai othello. Myös

jonkinlaiset leikkimistä mahdollistavat pinnat olisivat hyviä. Esimerkkinä voisi olla automatto-tyylinen maalaus.



Kuva 7 Esimerkkikuvat puistoihin suunn-  
tuista pelipöydistä [14], [17]

Betonikalusteiden huomioonotettava etu on myös niiden paino. Betonipöytä ja -penkki pysyvät tukevasti paikoillaan, eivätkä ne helposti kallistu tai kaadu tuulisessa säässä. Tämä tekee niistä turvallisia vaihtoehtoja ulkotiloihin ja esimerkiksi lasten leikkipuistoihin tai koulun pihoihin. Betonisia pöytiä tai penkkejä on myös vaikeampi vahingoittaa tai vandalisoida eli hajottaa, verrattuna esimerkiksi puisiin tai muovisiin vaihtoehtoisiiin tuotteisiin. Täten niiden säilyvyys ja pitkäkestoisuus iällisesti on erinomainen.

## 5.1 Muotin valmistaminen

Betonielementtien muottien valmistaminen on kriittinen vaihe betonielementtien valmistuksessa. Se on myös osaltaan joskus monimutkainen prosessi, joka vaatii tarkkaa suunnittelua, huolellista materiaalivalintaa ja tarkkaa työskentelyä. Muotti on käytännössä rakenteellinen kehikko tai muotti, joka määrittää valetavan betonielementin lopullisen muodon ja mitat. Tässä tapauksessa pyritään valmistamaan sellaiset muotit, jotka ovat mahdollisimman yksinkertaisia ja

helposti muunneltavissa olevia. Muottien tulee olla jatkojalostamisen kannalta sellaisia, jotka on myös helppo kuljettaa ja siirtää paikasta toiseen. Myös kokonsa puolesta muottien tulee olla mahdollisimman kompakteja, jotta ne eivät ole tiellä työmailla, tai että ne eivät kokonsa puolesta rajoita työmaan omaa tilan käyttöä.

Yleisesti betonielementtien muotit voidaan valmistaa monista eri materiaaleista, kuten teräksestä, puusta tai betonista, riippuen kyseisen betonielementin suunnittelusta ja käyttötarkoituksesta. Tuotteista pyritään tekemään mahdollisimman ekologisia valmistusprosessista alkaen, joten kierrätysmateriaalien käyttö myös valmistettavissa muoteissa pyritään maksimoimaan. On tärkeää varmistaa, että muotti on kestävä, toimiva ja turvallinen. Hyvin tehty muotti takaa korkealaatuisen betonielementin, joka täyttää suunnittelun vaatimukset ja kestää aikaa.

Ensimmäinen vaihe muotin valmistuksessa on suunnittelu. Suunnitteluprosessiin kuuluvat perusteelliset analyysit, kuten virtausanalyysi ja mittaus, joiden avulla määritetään tarvittavat mitat ja muodonmuutokset sekä tarvittavat määrät hukkarautaa ja -betonia. Suunnittelun aikana otetaan huomioon myös mahdolliset tekniset rajoitukset, budjetti ja ajankohtaiset standardit ja määräykset. Standardit ja määräykset tuotteille määräytyvät sen mukaan, mikä tuote on kyseessä. Tämä suunnitteluvaihe on tärkeä ja hyvin olennainen, koska oikein suunniteltu muotti takaa betonielementin korkean laadun ja toimivuuden. Ja myös osaltaan tuotteen kestävyuden. Huonosti suunniteltu ja valmistettu muotti voi aiheuttaa vakavia puutteita valmiissa tuotteessa, jotka eivät läpäise määrättyjä standardeja tai annettuja vaatimuksia.

Kun suunnittelu on valmis, seuraava vaihe on muotin valmistusmateriaalien valinta. Yleisin materiaali muottien valmistuksessa on teräs. Teräsmuotit ovat kestäviä, helposti muodostettavia ja pystyvät tukemaan korkeaa betonikuormitusta. Teräs tarjoaa myös joustavuutta muottien muotoilussa, mahdollistaen monimutkaisempien betonielementtien valmistuksen. Toisaalta puumateriaali on myös suosittu, erityisesti pienempien betonielementtien valmistuksessa. Puu on helposti saatavilla oleva materiaali ja se on kevyt ja helppo muovautua haluttuun muotoon. Koska tässä tapauksessa kyse on niin kutsutuista prototyypeistä,



valmistetaan muotit ensimmäisiin tuotteisiin puumateriaaleja käyttäen. Mikäli tuotteita ruvetaan valmistamaan enemmän, rakennetaan uudet valmiit muotit teräksestä, sen kestävyys ja ekologisuus takia. [4], [5], [6.]

## 5.2 Raudoitteiden valinta ja valaminen

Valituissa tuotteissa lujuuden puolesta raudoitukseksi riittää halkaisijaltaan 8–10 mm harjateräs. Tarvittaessa voidaan käyttää astetta paksumpaa 12 mm harjaterästä. Tartuntoihin tai maahan juottamisessa voidaan käyttää erillisesti myös niin kutsuttuja weldoja tai peruspultteja. Raudoitukseen valitaan hukkarauodoista sopivat raudoitteet ja pätkät, joista saadaan toteutettua mahdollisimman vähäisellä työllä ja vaivalla tarvittavat raudoitteet tuotteisiin. Valmiiksi taivutetut raudat ja raudoitteiden osat hitsataan häkeiksi ennen muottiin asettamista. Suojaetäisyyksinä muottiin nähden voidaan käyttää sertifikaattien vaatimia ja määräämiä etäisyyksiä.



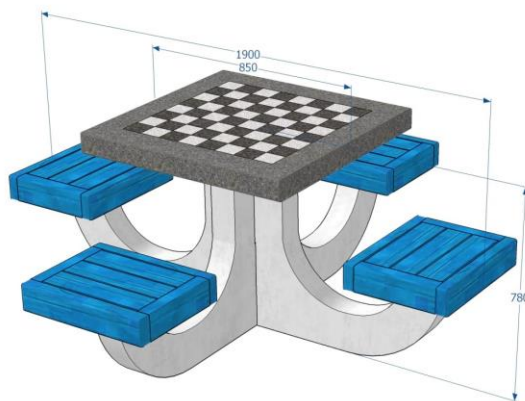
Kuva 8 Raudoitteiden valinta ja häkin rakentaminen [19]

Kun muotti on rakennettu ja rauditus on saatu valmiiksi muottiin, betonia voidaan alkaa valamaan, jonka jälkeen sen annetaan kovettua haluttuun muotinpurkulujuuteen. Hukkabetonia käytettäessä on mahdollista, että valmis tuote tulaa valamaan usealla eri valukerralla. Mikäli kokonaismäärä tuotteessa on enemmän kuin yhden valukerran hukkabetonin määrä. Tuote on kuitenkin silloin

valmis kokonaisuudessaan, kun valukertojen hukkabetonia on saatu tuotteen muottiin tarpeeksi. Eli muotti on saatu valettua täyteen.

Huomioitavaa valuprosessissa on kuitenkin se, että myös kovettumisprosessin aikana muotin tulee kestää korkeaa betonikuormitusta ja tarjota riittävä tuki betonielementille. Puumuotteja on myös valvottava tarkasti, jotta ne eivät taipuisi tai vaurioituisi betonin painosta. Kun betoni on kovettunut, muotti voidaan poistaa betonielementistä. Muotin poistaminen on tarkkaa työtä, jotta betonielementti ei vaurioitu tai muodonmuutos ei tapahdu. Betonielementti voi sitten joutua jälkikäsittelyyn, kuten maalaamiseen tai pinnoittamiseen, ennen kuin se voidaan asentaa tai käyttää lopullisessa rakenteessa. Suunnitellussa pöydässä maalaus ja pinnoitus tehdään tuotteen muotista irrottamisen jälkeen. Maalaus toteutetaan käyttäen erilaisia sapluunoita, joilla pystytään tarkasti pinnoittamaan ja tuottamaan haluttua kuvaa. Kuvan tai maalauksen painaminen valmiiseen tuotteeseen tullaan ulkoistamaan niitä tekeväälle yritykselle. [1], [4.]

### 5.3 Lopputuote



Kuva 9 Havaintokuva siitä, miltä lopputuote voisi näyttää. Maalaukset, värit tai pöytään painettavat kuvat ovat tilaajan päätöksestä riippuvia.

Käytetty hukkabetoni ja -raudoitteiden määrät ovat kyseisessä tuotteessa; 150 l betonia ja 35 kg raudotteita.

## 5.4 Valmiit tuotteet ja niiden markkinointi

Yrityksen lanseeraamat hukkabetonista syntyvien betonituotteiden markkinointi tulee perustumaan vahvasti asiakkaiden tarpeiden ja odotusten toteuttamiseen. Betonituotteet voidaan valmistaa eri ominaisuuksilla ja muodoilla, jotta ne sopivat mahdollisimman hyvin erilaisiin käyttötarkoituksiin. Mutta kaikki tämä on riippuvaa myös suuresti tuotekehittelyn laajuudesta. Markkinoinnin maksimaalisen hyödyn saavuttamiseksi on tärkeää tunnistaa asiakkaiden tarpeet ja tarjota tuotteita, jotka täyttävät nämä tarpeet. Esimerkiksi suuret jämärakenteiset betonituotteet tarjoavat tuntua kestävydestä ja luetettavuudesta, kun taas arkkitehtonisesti muotoillut betonituotteet lisäävät visuaalista kiinnostavuutta.

Markkinointiviestintä on tärkeä osa betonituotteiden markkinointia. Yrityksessä toimivien tuotteiden suunnittelijoiden on tavoitettava potentiaaliset asiakkaat ja viestittävä tuotteiden eduista ja ominaisuuksista. Tämä voidaan tehdä eri kanavien kautta, kuten esimerkiksi mainosten, verkkosivustojen ja sosiaalisen median kautta. Markkinointiviestinnän on oltava selkeää ja informatiivista, jotta asiakkaat voivat tehdä tietoisia päätöksiä betonituotteiden hankinnasta.

Markkinoinnin lisäksi betonituotteiden laatu ja luotettavuus ovat ratkaisevia tekijöitä asiakkaiden valinnoissa. Tuotteen kautta luotettavuutta saavutetaan myös yritykselle. Nykypäivänä varsinkin ekologisuus on todella tärkeä osa tuotetta. Asiakkaille on annettava selkeä kuva siitä, että tuote on ekologisesti valmistettu ja tuotettu alusta loppuun asti. Ja materiaalit ovat kierrätettyjä ja ympäristöystävällisesti tuotettuja. Laadukkaiden betonituotteiden valmistamiseksi ja toimittamiseksi betonin valmistajilla on oltava hyvä ymmärrys raaka-aineiden laadusta, prosessien tehokkuudesta ja valmiiden tuotteiden laadunvarmistuksesta. Betonituotteiden markkinoinnissa on tärkeää myös kestävä kehityksen huomioiminen. Ympäristöystävälliset ja kestävät rakennusmateriaalit ovat yhä tärkeämpiä asiakkaiden valinnoissa. Betonin valmistajien ja jälleenmyyjien on viestittävä betonituotteiden ympäristöystävällisyydestä ja kestävästä ominaisuuksista. Vaikka tuote muutoin olisikin kokonaan valmistettu vihreästä hukkabetonista, joka jo itsellään täyttää kaikki tarvittavat kriteerit ja ominaisuudet. Kierrätetyllä betonilla

ja vähäpäästöisillä tuotantomenetelmillä voidaan todistetusti vähentää betonituotteiden ympäristövaikutuksia huomattavasti. Tämän takia on tärkeää, että yritys käyttää sellaisia betonin valmistajia, kuten esimerkiksi Porvoon Maske Oy käyttää tuotannossaan. Sellaisia valmistajia, joiden betoni on jo tehtaalta lähtiessään niin laadullisesti kuin tuotannollisestikin niin kutsuttua vähäpäästöistä vihreää betonia.

Betonituotteiden markkinoinnin haasteisiin kuuluu myös kilpailu muiden rakennusmateriaalien kanssa. Puu, metalli ja muovituotteet kilpailevat samoista markkinoista betonituotteiden kanssa. Betonituotteiden valmistajien ja mahdollisten jälleenmyyjien on osattava korostaa betonin etuja kilpailijoihin verrattuna, kuten kestävyttä ja luotettavuutta. Vaikka betoni itsessään onkin materiaali, joka on kestävä ja luotettava, on yrityksen siitä huolimatta pystyttävä myös osaltaan tarjoamaan asiakkaille lisäarvoa, kuten teknistä tukea ja suunnittelupalveluita, myymistään betonituotteista.

Kaiken kaikkiaan betonituotteiden markkinointi on aina keskeinen osa betonin valmistajien ja jälleenmyyjien liiketoimintaa. Markkinointi perustuu asiakkaiden tarpeiden ymmärtämiseen, tehokkaaseen markkinointiviestintään, laadukkaiden tuotteiden valmistukseen ja toimitukseen sekä kestäväan kehitykseen. Kilpailu rakennusmateriaalimarkkinoilla on kovaa, ja betonin valmistajien ja jälleenmyyjien on jatkuvasti kehitettävä markkinointistrategioitaan, jotta he voivat säilyttää kilpailuedun ja houkutella asiakkaita betonituotteisiin.

## 6 Tulevaisuuden suunnitelmat, tuotekehitys ja yhteenveto

Vaikka rakennusteollisuuden näkymät ovatkin kohtuullisen synkät tällä hetkellä, niin uusien ekologisten ja kestävien tuotteiden markkinarako ei ole kuitenkaan katoamassa. Tai näin ainakin itse jaksan uskoa. Betonituotteiden tulevaisuuden näkymät ja tuotekehitys ovat rakennusalan tilanteesta riippumatta kohtuullisen lupaavia. Tämä johtuu muun muassa siitä, että betonituotteet ovat olennainen osa rakennusalaa ja niiden kysyntä kasvaa jatkuvasti maailmanlaajuisesti muun muassa väestönkasvun ja kaupungistumisen myötä. Yksi keskeinen trendi betonituotteiden tuotekehityksessä on jo muutamia vuosia ollut kestävä kehityksen ja ympäristöystävällisyyden huomioiminen. Betonin tuotantoprosessi aiheuttaa merkittäviä päästöjä, joten kestävä betonin kehittäminen on hyvin tärkeää. Esimerkiksi uusia betonin sekoitusmenetelmiä ja raaka-aineiden hyödyntämistä tutkitaan jatkuvasti, jotta päästöjä voitaisiin vähentää.

Tällä hetkellä yksi todella tärkeä kehityskohde on betonituotteiden keveys ja muunneltavuus. Kevyet ja ohuet betonirakenteet ovat käytännöllisiä ja taloudellisia, ja ne tarjoavat uusia mahdollisuuksia arkkitehtuurille, kuin myös betonin tuotteistamiselle. Esimerkiksi betonin lujuutta voidaan parantaa erilaisilla lujitteilla, kuten lasikuidulla tai hiilikuidulla. Uudet mahdollisuudet kevyiden betonirakenteiden osalta antavat myös yrityksen hukkabetonin tuotekehittelylle uusia mahdollisuuksia varsinkin kuluttajille suunnattujen tuotteiden osalta, mutta myös kaupungeille ja kunnille suunnattujen tuotteiden kohdalla.

Älykkäiden materiaalien ja teknologioiden käyttö betonissa on myös nouseva trendi. Esimerkiksi itsekorjaavat betonit, jotka pystyvät paikkaamaan pieniä halkeamia itsestään, voivat lisätä rakenteiden kestävyyttä ja vähentää ylläpitokustannuksia. Lisäksi betonituotteet voidaan integroida älykkäisiin järjestelmiin, kuten IoT (Internet of Things), mikä tuo mukanaan uusia ominaisuuksia ja toiminnallisuutta. Tällaisia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia tulee jatkossa

hyödyntää myös yrityksen omassa hukkabetonituotteiden kehityksessä. Teollisuudessa yleistyvät bio-orgaaniset betonituotteet luovat uusia kehitysideoita tuotteiden valmistuksessa. Esimerkiksi NCC on kehittänyt IoT-tekniikan avulla ratkaisuja, joilla pystytään reaaliaikaisesti seuraamaan rakennusaikaisia ulko- ja sisäolosuhteita, sekä erilaisia ominaisuuksia betonissa, kuten esimerkiksi kosteutta ja lujuuden kehitystä. Kyseisen tekniikan hyödyntäminen tulevaisuudessa hukkabetonista ja -raudoitteista valmistetuissa tuotteissa synnyttää uudenlaisen kustannustehokkaan ja älykkään menetelmän muun muassa betonin aikataulun mukaisen kuivumisen varmistamiseksi, sekä rakenteellisten kosteusvaurioiden välttämiseksi. [20.]

Lisäksi betonituotteiden ulkonäköön ja muotoiluun kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Betoni ei enää ole pelkästään harmaa ja tylsä materiaali, vaan sitä voidaan muotoilla ja pintakäsitellä lukuisilla eri tavoilla. Esimerkiksi pintakuvioidut tai värilliset betonituotteet tarjoavat uusia mahdollisuuksia arkkitehtoniselle suunnittelulle. Tuotteista voidaan suunnitella entistä enemmän puistoihin tai ulkoilualueisiin sopivia ympäristöön muovautuvia käyttöesineitä.

Kaiken kaikkiaan betonituotteiden tulevaisuus näyttää lupaavalta, rakennusalan tämänhetkisestä lievästä taloudellisesta ahdingosta huolimatta. Tuotekehityksen ja hukkamateriaalien uudelleentuotteistamisen avulla betonista voidaan tehdä ympäristöystävällisempää, kevyempää, älykkäämpää, houkuttelevampaa ja ekologisempaa. Tämä avaa uusia mahdollisuuksia betonin käytölle rakennusteollisuudessa ja tarjoaa lisäarvoa niin suunnittelijoille, rakentajille kuin loppukäyttäjillekin. Yrityksen tuotekehityksen osalta tämä raportti on vasta aloitus tuotelinjaston kehitykselle ja ideoiden toteuttamiselle. Lopullisten tuotteiden suunnittelu, sekä muottien valmistaminen vaatii vielä lisää resursseja ja pientä viimeistelyä niin suunnittelun kuin tuotteistamisenkin osalta. Uskon, että yrityksellä tulee olemaan lähitulevaisuudessa hukkabetonille ja -raudoitteille kuluttajaystävällinen tuotevalikoima, joka takaa ekologisemman ja kestävämmän vaihtoehdon monille jo markkinoilla olemassa oleville tuotteille.

## **Lähteet**

1. By 201 Betonitekniikan oppikirja 2018, Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki 2023  
  
By 211 Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja -osa 1 2013  
  
By 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2016, Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki 2023  
  
By 65 Betoninormit 2016. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki 2023
2. Betonitieto verkkosivu, [www.Betoni.com](http://www.Betoni.com); Luettu 1.9.2023
3. Rakennustiedon verkkosivu, RT- kortisto, <https://rt-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/> Luettu 27.10.2023
4. Betonitiedon oma verkkosivu, [www.betonitieto.fi](http://www.betonitieto.fi) Luettu 25.10.2023
5. Rakennustiedon verkkosivu, [www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi) Luettu 2.10.2023
6. Rakennustarkastuksen verkkosivu, <https://www.rakennustarkastusyhdistys.fi/ekologista-betonia-etsimassa/> Luettu 1.9.2023
7. Rakennusteollisuuden verkkosivu, <https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/> Luettu 5.9.2023
8. Porvoon Maske Oy:n verkkosivu, [www.maske.fi](http://www.maske.fi) Luettu 28.10.2023
9. Sikaflex Oy:n verkkosivu, <https://fin.sika.com/fi/rakentaminen/betonilisa-aineet.html> Luettu 3.10.2023
10. Kivifaktan verkkosivu, <https://kivifaktaa.fi/suomea-rakentamassa/sementi/> Luettu 6.10.2023

11. Kivifaktan verkkosivu, [https://kivifaktaa.fi/wp-content/uploads/2017/02/Betoni-ja-ymparisto\\_2015.pdf](https://kivifaktaa.fi/wp-content/uploads/2017/02/Betoni-ja-ymparisto_2015.pdf) Luettu 6.10.2023
12. Ruskon Betoni Oy:n verkkosivu, [www.Ruskonbetoni.fi](http://www.Ruskonbetoni.fi) Luettu 13.10.2023  
  
[Ruskon Betoni Etelä - Ruskon Betoni Etelä tuo markkinoille ympäristöystävällisen betonituoteperheen \(ruskonbetonietela.fi\)](#) [Ruskon Betoni Etelä - Ruskon Betoni Etelä tuo markkinoille ympäristöystävällisen betonituoteperheen \(ruskonbetonietela.fi\)](#)
13. Rudus Oy:n verkkosivu, [www.rudus.fi](http://www.rudus.fi) Luettu 13.10.2023
14. Encho Enchev verkkosivu, <https://www.etebg.net/> Luettu 21.10.2023
15. Cembureau:n verkkosivu, <https://cembureau.eu/library/reports/2050-carbon-neutrality-roadmap/> Luettu 27.10.2023
16. Sikaflex Oy:n verkkosivu, <https://fin.sika.com/fi/rakentaminen/betonilisa-aineet.list.html/inspiraatiot/betonin-kierratys.html> Luettu 9.10.2023
17. Leikkiturvan verkkosivu, <https://leikkiturva.fi/> 1.9.2023
18. Celsa Steel Servicen:n verkkosivu, [www.celsa-steel-service.fi](http://www.celsa-steel-service.fi) Luettu 25.10.2023
19. Revanssi Oy:n verkkosivu, [Revanssi Oy - Materiaalin vastaanotto](#) Luettu 13.10.2023
20. NCC Oy:n verkkosivu, [IoT-pohjainen betonin kuivumisolosuhteiden hallinta | NCC](#) Luettu 23.10.2023



## Ohjeita ja standardeja

(1.1) RunkoRYL 2000 (RT 14-10652). Rakennustietosäätiö. Helsinki 1998

(1.2) Rakennustöiden laatu RTL 2017 2016 (Ratu KI-6029)

(1.5) By 203 Betonitekniikan oppikirja. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki 2007

(1.6) By 206 Raudoitustyöt. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki 2007

(1.7) By 210 Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki 2007

(1.8) SFS-EN 1176-1:2017 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat Osa 1: Yleiset turvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. 2017.

(1.9) SFS-EN 1176-2:2017 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Osa 2: Keinut. Lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. 2017.

(1.10) SFS-EN 1176-3:2017 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Osa 3: Liukumäet. Lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. 2017.

(1.11) SFS-EN 1176-4:2017 Playground equipment and surfacing. Part 4: Additional specific safety requirements and test methods for cableways. 2017. (Suomenkielistä soveltamisalaa ei ole saatavissa.)

(1.12) SFS-EN 1176-5 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Osa 5: Karusellit. Lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. 2008.

(1.13) SFS-EN 1176-6:2017 Playground equipment and surfacing. Part 6: Additional specific safety requirements and test methods for rocking equipment. 2017. (Suomenkielistä soveltamisalaa ei ole saatavissa.)

(1.14) SFS-EN 1176-7 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Osa 7: Ohjeita asennuksesta, tarkastuksesta, huollosta ja ylläpidosta. 2008.

(1.15) SFS-EN 1176-10 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Osa 10: Suljetut leikkivälineet. Lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. 2008.

(1.16) SFS-EN 1176-11 Leikkikenttävälineet ja turva-alustat. Osa 11: Kolmiulotteiset kiipeilyverkot. Lisäturvallisuusvaatimukset ja testimenetelmät. 2014.

Rakenteellinen kestävyys on osoitettava uusille välineille joko laskelmin tai standardissa SFS-EN1176-1 esitettyintestein

#### **Ratu- kortistot:**

1. Ratu KI-6016 Rakennustöiden laatu 2009. Rakennustieto Oy. Helsinki 2008
2. Ratu S-1191 Rakennustyön materiaalilisät ja –hukat. Rakennustieto Oy. Helsinki 2000
3. RT 89-10966 (KH 86-00430, Infra 61–710058) Ulkoleikkipaikat
4. RT 103084 Päiväkodin ja perusopetuksen tilat. Ulkotilojen suunnittelu
5. RT 103083 Päiväkotien suunnittelu
6. RT 89-10966 Ulkoleikkipaikat
7. RT96-10938 Koulurakennus, yleissuunnittelu
8. RT96-10939 Koulurakennus, tilasuunnittelu
9. RT 09-10884 Esteetön liikkumis- ja toimimisympäristö
10. RT89-10640 Aluevarusteiden perustamistavat
11. RT 21-10880 Kyllästetty puutavara. 2006. 4 s.

**Muuta Kirjallisuutta:**

- 1 Esteetön perhepuisto ja liikuntapolku. Tujula, P. et al. Liikuntapaikkajulkaisu 85. Opetusministeriö, 2003
- 2 Esteettömyys kouluissa – opas suunnittelijoille ja henkilökunnalle. Helsinki kaikille -projekti. 2008.
- 3 Esteetön perhepuisto ja liikuntapolku. Tujula, P. et al. Liikuntapaikkajulkaisu 85. Opetusministeriö, Rakennustieto Oy. 2003.
- 4 Esteetön rakennus ja ympäristö – Suunnitteluopas. Kilpelä, N. Rakennustieto Oy 2019. <https://www.ym.fi/fi-FI/haku?n=25247&d=1&s=Esteet%C3%B6n+rakennus+ja+ymp%C3%A4rist%C3%B6>
- 5 Koulupihan mahdollisuudet -opas. Sassi, P. Mannerheim Lastensuojeluliitto. 2003.

