

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2025

Kaisa Laine

# Selvitys EEJ-asetuksen mukaisen betonimurskeen tuotannon käyttöönotosta



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2025 | 67 sivua

Kaisa Laine

## Selvitys EEJ-asetuksen mukaisen betonimurskeen tuotannon käyttöönotosta

Koska betoni on yksi maailman käytetyimmistä rakennusaineista, aiheuttaa sen käyttö myös merkittäviä määriä jätettä. Betonijätteen uusiokäyttö on ollut jo vuosia mahdollista, mutta vuonna 2022 astui voimaan ensimmäinen kansallinen ei enää jätettä -asetus (EEJ-asetus), joka mahdollistaa yhä monipuolisemman betonijätteen hyödyntämisen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää EEJ-asetuksen asettamat vaatimukset sekä Savon Kuljetus Oy:n mahdollisuudet ryhtyä tuottamaan asetuksen mukaista betonimursketta. Samalla selvitettiin prosessista aiheutuvia kustannuksia, hyötyjä ja haasteita, jonka tarkoituksena oli luoda kattava käsitys prosessin soveltamisesta yrityksen liiketoimintaan.

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jossa hyödynnettiin erityisesti Suomen lainsäädäntöä. Teoreettista tietoa täydennettiin haastattelemalla EEJ-prossin sertifiointia tuottavan toimijan edustajaa.

Tulosten perusteella Savon Kuljetus Oy:llä on hyvät edellytykset EEJ-asetuksen mukaisen betonimurskeen tuotannon aloittamiseen. Ennen toiminnan aloittamista yrityksen kannattaa kuitenkin kartoittaa mahdollisia yhteistyökumppaneita niin kierrätysmateriaalin saatavuuden kuin valmiin tuotteen myynnin osalta.

Asiasanat:

EEJ-asetus, betonimurske, uudelleenkäyttö, ympäristölupa

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and Environmental engineering

2025 | 67 pages

Kaisa Laine

## Report on the implementation of concrete aggregate production in accordance with the EoW regulation

As concrete is one of the most widely used building materials in the world, its use also creates a lot of concrete waste. The reuse of concrete waste has been possible for years but in 2022 the first national end-of-waste (EoW) regulation became effective, enabling even more diverse utilization of concrete waste.

The goal of this thesis was to clarify the requirements of the EoW regulation and possibilities of Savon Kuljetus Oy to start to produce concrete in accordance with the regulation. At the same time the costs, benefits and challenges related to this process were clarified, aiming to create a comprehensive understanding of the application of the process to business.

The thesis was carried out as a literature review utilizing especially Finnish legislation. Theoretical information was supplemented by interviewing a representative of the operator that produce the certifications of the EoW process.

Based on the results, Savon Kuljetus Oy has good preconditions to start producing concrete aggregate in accordance with the EoW regulation. However, before starting operations, the company should survey potential partners, both in terms of the availability of recycled materials and the sale of the finished product.

Keywords:

EoW regulation, concrete aggregate, reuse, environmental permit

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>2 Tutkimusmenetelmät</b>	<b>8</b>
<b>3 Betoni</b>	<b>10</b>
3.1 Betonin päästöt	11
3.2 Betonijäte ja -murske	12
3.3 Betonimurskeen valmistusprosessi	13
<b>4 Lainsäädäntö</b>	<b>15</b>
4.1 Ympäristönsuojelulaki 527/2014	15
4.2 Jätelaki 646/2011	16
4.3 MARA-asetus 843/2017	18
<b>5 EEJ, ei enää jätettä</b>	<b>20</b>
5.1 EEJ-asetus 466/2022	20
5.1.1 Jätteen luokittelun päättymisen arviointiperusteet	21
5.1.2 Laadunvarmistusjärjestelmä	23
5.1.3 Betonijätteen vastaanotto	24
5.1.4 Näytteenotto	25
5.1.5 Ilmoitus- ja raportointivelvollisuus	26
5.2 EEJ-betoni	27
5.3 Betonimurskeen luokittelu	28
5.4 Sertifiointiprosessi	29
<b>6 Toiminnan nykytila</b>	<b>31</b>
6.1 Betonin kestävä kehitys	31
6.2 Toiminta tällä hetkellä	32
6.3 Maa-ainesalueet	33
6.4 Kustannukset tällä hetkellä	36
<b>7 Käyttöönoton tulokset</b>	<b>39</b>
7.1 EEJ-betonin kustannukset ja hinnoittelu	39
7.1.1 Sertifiointin kustannukset	39

7.1.2 Muut kustannukset	40
7.1.3 Betonimurskeen myynti ja vastaanottaminen	42
7.2 Hyödyt	43
7.3 Haasteet	45
<b>8 Lopuksi</b>	<b>47</b>
<b>Lähteet</b>	<b>51</b>

## Liitteet

- Liite 1. Haastattelukysymykset.
- Liite 2. EEJ- ja MARA-betonin vertailu.
- Liite 3. Betonimurskeen myyntihinnat.
- Liite 4. Betonijätteen vastaanottohinnat.

## Kuvat

Kuva 1. Jätteen etusijajärjestys (Lassila & Tikanoja 2023).	17
Kuva 2. EEJ-menettelyn vaatimukset.	27

## Taulukot

Taulukko 1. Savon Kuljetus Oy:n betonimurskettä käsittelevät maa-ainesalueet, suurin sallittu käsittelymäärä vuosittain ja ympäristöluvan voimassaoloaika.	35
Taulukko 2. Maa-ainesalueiden vakuutuksista aiheutuneet kustannukset.	36
Taulukko 3. Näytteenotosta ja sen analysoinnista aiheutuvat kustannukset.	37
Taulukko 4. Betonimurskeesta saatava tuotto.	42

# 1 Johdanto

Betoni on yksi maailman suosituimmista rakennusmateriaaleista sen ainutlaatuisten ominaisuuksien, kuten lujuus ja pitkäikäisyys, sekä edullisen hinnan vuoksi. Suomessa tuotetaan betonia noin 5 miljoonaa kuutiometriä vuosittain. (Betoni n.d. a.) Käytöstä poistettu betonirakenne muuttuu automaattisesti betonijätteeksi, jota kertyy Suomessa noin 2,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa eli puolet betonin tuotantomäärästä. (Betoni n.d. b.) Uuden betonin valmistamisen on arvioitu aiheuttavan 2,5 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä, mikä voidaan nähdä suurena hidasteena vuoden 2035 hiilineutraaliustavoitetta silmällä pitäen (Rakennusteollisuus 2024). Tämän vuoksi betonin uudelleenkäyttö on keskeistä sekä jätteen määrän vähentämiseksi että rakentamisesta syntyvien ilmastovaikutusten pienentämiseksi.

Tällä opinnäytetyöllä tavoitellaan betonin uudelleenkäytön tuotannon lisäämistä Savon Kuljetus Oy:n toiminnassa. Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää mahdollisuuksia EEJ-betonin (ei enää jätettä -betoni) tuotannon käyttöönotosta ja luoda yritykselle mahdollisimman helpoksi toiminnan laajentaminen betonin uudelleenkäyttöön EEJ-asetuksen mukaisesti. Näin Savon Kuljetus Oy:n asiakas voi hyödyntää kierrätysmateriaalista valmistettua betonimursketta ilman ylimääräisiä lupamenettelyjä tai ilmoituksia murskeen käytöstä tietyllä hyödyntämispaikalla. EEJ-mursketta saa käyttää kuten luonnon kiviainesta, kunhan sen tuotanto ja ominaisuudet täyttää asetuksen vaatimukset.

Suomessa on määritely rakennus- ja purkujätteen vuosittaiseksi kierrätys- ja uudelleenkäyttöasteeksi 70 paino-% syntyneestä jätteestä. Hyödyntämisaste on kuitenkin viime vuosina ollut vain 50–60 %, kun mukaan lasketaan kaikki vuodessa syntynyt rakennus- ja purkujäte. (Ympäristöministeriö n.d. c.) Betonijätteen uudelleenkäyttö tukee tätä tavoitetta, mutta myös hidastaa ilmastonmuutoksen vaikutuksia, vähentää hiilidioksidipäästöjen syntymistä ja laskee tarvetta neitseellisten raaka-aineiden louhimiselle.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Suomen GPS-Mittaus Oy (SGM), joka on erikoistunut muun muassa mittaukseen, mallinnukseen ja laadunvalvontaan.

Vuonna 1993 perustettu yritys on osa Savon Kuljetus -konsernia, jonka emoyhtiönä toimii Savon Kuljetus Oy. (Suomen GPS-Mittaus Oy n.d.) Savon Kuljetus Oy on vuonna 1965 perustettu monialayhtiö, jonka palveluihin kuuluu kiviaines-, kuljetus-, logistiikka- ja infrastruktuurialan osaamista. Yritys toimii pääosin Savossa ja Pohjois-Karjalan alueella, ja sen tavoitteena on parantaa sekä asiakkaiden että alihankkijoiden kilpailukykyä tuottamalla laadukkaita palveluita tarpeiden mukaisesti. (Savon Kuljetus Oy n.d. a.)

Opinnäytetyössä tarkastellaan eräitä Savon Kuljetus Oy:n omistamia maa-ainesalueita sekä mahdollisuuksia EEJ-menettelyn sertifiointiin. SGM ja Savon Kuljetus Oy toimivat jo nyt tiiviissä yhteistyössä erityisesti laadunvalvonta- ja ympäristöpalveluiden osalta, joten EEJ-betonin tuotannon käyttöönotto on luontevaa toteuttaa yhteistyössä. Lisäksi SGM hoitaa esimerkiksi ympäristö- ja maa-aineslupa-asioita molemmille yrityksille, mikä tukee yhteistyötä myös opinnäytetyön kannalta.

Työssä hyödynnetään alan kirjallisuutta, erityisesti Suomen lainsäädäntöä sekä Valtioneuvoston asetuksia. Näiden lisäksi tietoperustaa on laajennettu haastattelemalla alan toimijaa. Kirjallisuutta verrataan konkreettisiin kokemuksiin, joiden myötä tunnistetaan hyötyjä ja haasteita EEJ-asetuksen mukaisesta prosessista.

Opinnäytetyön keskeisimpiä tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Millaiset ovat kohdeyrityksen mahdollisuudet EEJ-betonin käyttöönottoon?
2. Mitä EEJ-sertifiointi ja sen ylläpito vaativat?
3. Onko EEJ-sertifiointin hankkiminen kannattavaa, millaisia hyötyjä ja kustannuksia se aiheuttaa?

Tavoitteena on koota EEJ-asetusta ja -betonia koskeva tieto sellaiseksi kokonaisuudeksi, että se auttaa yritystä tekemään päätöksen EEJ-betonin tuotannon suhteen. Näin Savon Kuljetus Oy voi kehittää omaa toimintaansa kohti sekä Suomen että betoniteollisuuden ympäristötavoitteita. Tätä edesautetaan luomalla erillinen ohje, jolla varmistetaan, että yritys toimii EEJ-asetuksen velvoittamalla tavalla.

## 2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön keskeinen teoriaosuus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena, jossa tarkoituksena on yhdistää olemassa olevaa kirjallisuutta tietyn haasteen näkökulmasta. Tässä opinnäytetyössä haasteena toimii EEJ-betonin tuotannon käyttöönoton menettelyt ja vaatimukset sekä käyttöönoton kannattavuus.

Tietoperusta koostetaan tutustumalla Suomen lainsäädäntöön ja Valtioneuvoston asetuksiin, joiden myötä rakennetaan vertailupohja tarkastella selvitystyön kohteen kannalta oleellisinta EEJ-asetusta. Luvussa 4 käsitellään ympäristönsuojelu- ja jätelakia sekä niin kutsuttua MARA-asetusta. Nämä ovat tärkeässä roolissa EEJ-asetuksen syntymisen ja tulkinnan kannalta, johon syvennytään luvussa 5. Jotta lukija voi ymmärtää EEJ-betonimurskeen keskeisiä ominaisuuksia niin maarakentamisalalla kuin ympäristön näkökulmasta, esitellään luvussa 3 tavallinen betoni, sen ominaisuuksia ja siitä aiheutuvaa ympäristökuormitusta. Nämä ovat oleellinen syy siihen, miksi betonin EEJ-asetus on luotu ja miksi sen käyttöönottoa nyt tarkastellaan.

Kirjallisuuskatsauksen ohella opinnäytetyössä toteutetaan haastattelu, jonka tavoitteena on syventää kirjallisuudesta saatavaa tietoa. Haastateltavana on sertifiointeja suorittavan tahon Kiwa Oy:n edustaja. Tarkoituksena on monipuolistaa kirjallisuudesta saatavaa tietoa sekä saada läheisesti aiheen kanssa työskentelevän ammattilaisen näkemys. Samalla voidaan tunnistaa yleisiä haasteita, joita myös Savon Kuljetus Oy:n tulee huomioida, mikäli ryhtyvät tuottamaan EEJ-betonimursketta.

Haastattelu toteutetaan Teams-yhteydellä ja tehdään puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Siinä tavoitteena on suunnitella etukäteen kysymyksiä aiheesta, mutta jättää myös tilaa tarkentaville kysymyksille. Tällöin haastateltavan ja haastattelijan välille on mahdollista syntyä keskustelua, joka syventää aiheeseen ja monipuolistaa saatavaa aineistoa. (Spoken Oy 2017.) Haastattelua johdattelevat kysymykset ja keskustelunavaukset löytyvät liitteestä 1.

Opinnäytetyössä on hyödynnetty niin Savon Kuljetus Oy:n kuin SGM:n verkkokansioita ja toimintajärjestelmän dokumentteja laajentamaan käsitystä Savon Kuljetus Oy:n betonin murskauksen nykytilasta. Tämän lisäksi selvitetään valmiin betonimurskeen myyntihintoja sekä betonijätteen ostohintoja alan toimijoilta heidän verkkosivuiltaan ja sähköpostitse kysymällä.

Opinnäytetyön rinnalle rakennetaan ohje laadunvarmistusjärjestelmään, jonka avulla yrityksen on mahdollista kehittää toimintaansa helpommin.

Laadunvarmistusjärjestelmän ohjeen avulla Savon Kuljetus Oy voi tarkemmin seurata konkreettisia vaiheita, joita EEJ-prosessi vaatii samalla ollen askeleen lähempänä sertifiointia. Ohjeen tarkoituksena ei ole olla valmis sertifioidava laadunvarmistusjärjestelmä, vaan käsikirja siitä, miten varsinainen laadunvarmistusjärjestelmä pitää toteuttaa, jotta se kelpaa sertifioidavaksi. Ohje pitää sisällään tietoa niin EEJ-asetuksesta kuin Savon Kuljetus Oy:n maan-ainesalueista, mutta myös ohjeita siitä, miten järjestelmää tulee vielä täyttää, jotta se vastaa EEJ-asetuksen velvoitteisiin. Ohje laadunvarmistusjärjestelmään on toimitettu toimeksiantajalle, mutta se ei ole osana opinnäytetyötä.

### 3 Betoni

Maailmanlaajuisesti betoni on yleisimmin käytetty rakennusmateriaali, ja maailmassa sitä valmistetaan vuodessa noin 10 miljardia kuutiometriä. Suomen vuosittainen betonin tuotantomäärä on noin 5 miljoonaa kuutiometriä, ja sitä hyödynnetään niin talonrakentamisessa kuin infrarakentamisessa, jossa betonista tehdään muun muassa siltoja, tunneleita, rautateitä ja perustuspaaluja. Käyttökohteita on lukuisia, ja betonia voidaan käyttää kaikenlaisten rakennusten rakentamisessa. Lähes kaikki rakennuksille tehdyt perustukset ja maanvastaiset rakenteet on tuotettu betonista. (Betoni n.d. c.)

Betoni valmistetaan luonnonmateriaaleista, ja sen pääraaka-aineina käytetään sementtiä, kiviainesta ja vettä. Veden ja sementin reagoidessa keskenään syntyy luja mineraali, joka muodostaa kiviaineksen kanssa kovan rakennusmateriaalin. Erilaisilla lisäaineilla voidaan vaikuttaa valmiin betonin ominaisuuksiin, kuten väriin ja lujittumisen nopeutumiseen. Tavallisesti betonin lujittuminen alkaa noin 2–4 tunnin kuluttua sen valmistuksesta. (Betoni n.d. d.)

Sementti kattaa 8–16 paino-% valmiista betonista ja on kriittisessä roolissa reagoidessaan kiviaineksen kanssa sitoen seoksen lujaksi kokonaisuudeksi (Betoni n.d. e). 1800-luvun alussa Joseph Aspdin kehitti maailman yleisimmän ja käytetyimmän sementtityypin, portlandsementin, jossa pääraaka-aineena on kalkkikivi (Betonitieto n.d.). Sementti valmistetaan luonnonmineraaleista, lähinnä nimenomaan kalkkikivestä saatavasta kalsiumkarbonaatista ( $\text{CaCO}_3$ ), mutta myös esimerkiksi piioksidista ( $\text{SiO}_2$ ), rautaoksidista ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ja alumiinioksidista ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). (Finnsementti n.d.)

Sementin raaka-aineet jauhetaan ja kuumennetaan yli  $1400^\circ\text{C}$ :n lämpötilassa, jossa mineraalit alkavat sulamaan ja reagoimaan keskenään. Samalla kalkkikiveen sitoutunut hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ) vapautuu ilmaan, eli kalsinoituu, ja aiheuttaa suuren osan betonin hiilidioksidipäästöjä. Sementtiuunissa osittain sulaneita tuotteita kutsutaan sementtiklinkkereiksi, jotka ovat isorakeisia ja muistuttavat olomuodoltaan soraa. Klinkkerit siirretään varastoon, kunnes ne jauhetaan jauhemaiseksi kuulamylyssä. (Finnsementti n.d.)

### 3.1 Betonin päästöt

Betonin valmistaminen aiheuttaa Suomen kaikista kasvihuonepäästöistä noin 2,5 %, joista suurimman osan aiheuttaa sideaineena käytettävä sementti. Koska betoni on lähes korvaamaton rakennusaine, on ratkaisut päästöjen vähentämiseen löydyttävä betonista itsestään. (Rakennusteollisuus 2024.)

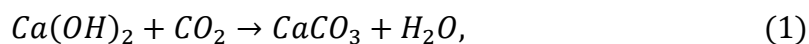
Sementtiä voidaan valmistaa hyödyntämällä siinä kalkkikiven lisäksi myös muita seosaineita, kuten lentotuhkaa tai masuunikuonaa. Näillä on huomattavasti tavallista sementtiä pienemmät hiilidioksidipäästöt, joten korvaamalla näillä kalkkikiveä päästöjä voidaan vähentää jopa 90 %. Tällöin betoni eroaa tavallisesti tuotetusta betonista ominaisuuksiltaan muun muassa omaamalla korkeamman loppulujuuden. (Betoni n.d. f.)

Kalsinoituessa sementin valmistukseen käytettävä kalkkikivi palaa korkeassa lämpötilassa, jolloin ilmaan vapautuu hiilidioksidia. Mikäli sementti valmistetaan kalkkikivestä, on kalsinointi välttämätön reaktio. Hiilidioksidipäästöjä voidaan siis vähentää korvaamalla kalkkikiveä vaihtoehtoisilla raaka-aineilla. Myös kiinnittämällä huomiota polttoainevalintoihin, joita kalkkikiven kuumentamiseen hyödynnetään, voi kokonaispäästöjä vähentää merkittävästi. (Mattila 2019.)

Nykyään on kehitteillä täysin sementittömiä betonin kaltaisia rakennusaineita, joiden sideaineena voi toimia esimerkiksi luonnonkivet, kuten kaoliinisavi tai jotkin teollisuuden sivuvirtamateriaalit. Euroopassa on meneillään myös testauksia täysin päästöttömän portlandsementin tuotannosta, joissa on hyödynnetty vapautuvan hiilidioksidin talteenottoa tai sen varastointia johonkin sopivaan mineraaliin. (Betoni n.d. f.)

Sekä sementtön betoni, täysin päästötön sementti että kalkkikiven korvaaminen muilla raaka-aineilla ovat hiilidioksidipäästöjen kannalta tavallista betonia ympäristöystävällisempiä valintoja. Tulevaisuudessa betonirakentaminen toimii enenevässä määrin ilmastonmuutosta torjuvana keinona, sillä päästöjen vähenemisen lisäksi betonirakenteet sitovat ilmassa olevaa hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) karbonatisoitumalla. (Betoni n.d. f.) Karbonatisoituessaan betonin sisältämä kalsiumhydroksidi Ca(OH)<sub>2</sub> pyrkii reagoimaan ilmassa olevan hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) kanssa, jolloin hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) sitoutuu pysyvästi betonin rakenteisiin

(Concretesolution n.d.). Se toimiiikin vastareaktiona kalsinoinnille ja tapahtuu kaavan 1 mukaisesti (Concretesolution 2020):



jossa

$\text{Ca(OH)}_2$  on kalsiumhydroksidi

$\text{CO}_2$  on hiilidioksidi

$\text{CaCO}_3$  on kalsiumkarbonaatti

$\text{H}_2\text{O}$  on vesi.

Karbonatisoituminen laskee betonin pH-arvoa altistaen erityisesti betonirakenteissa kiinni olevia teräselementtejä korroosiolle (Punkki 2021.) Ominaisuus tulee huomioida jo rakenteiden suunnitteluvaiheessa. Reaktion nopeuteen voidaan vaikuttaa betonin laatutekijöillä, kuten tiiviydelle ja kalsiumhydroksidin määrällä. Nopeutta voidaan rajoittaa valmistamalla betonirakenne mahdollisimman tiiviiksi, jolloin hiilidioksidi ei pääse tunkeutumaan rakenteeseen yhtä nopeasti. (Betonitieto n.d.)

### 3.2 Betonijäte ja -murske

Betonirakenteet ovat pitkäkestoisia ja pärjäävät kohtuullisen vähällä kunnossapidolla, mikäli ne on valmistettu ja rakennettu oikein (Betoni n.d. g). Elinkaaren päässä oleva betonirakenne puretaan yleisimmin murskaamalla, jolloin purkut tuotteena syntyy betonijätettä. Myös betonituotteiden valmistuksen yhteydessä syntyvä ylijäämäbetoni lasketaan betonijätteeksi. Betonijätettä voidaan kuitenkin kierrättää, jolloin edistetään kiertotaloutta sekä luonnonvarojen kestävä ja pitkäaikaista hyödyntämistä. (Betoni n.d. b.)

Betonijätettä syntyy Suomessa arviolta noin 2,5 miljoonaa tonnia, josta jo lähes 80 % voidaan kierrättää. Murskatuista betonirakenteista erotellaan metalliromu sekä muu seassa ollut materiaali, joka pääsääntöisesti voidaan käsitellä rakennusjätteenä materiaalien vaatimalla tavalla. Koska betoni on kivipohjainen

materiaali, ei se itsestään sisällä ympäristölle haitallisia aineita. Mikäli sellaisia on kuitenkin betoniin imeytynyt sen käytön aikana, täytyy koko materiaali poistaa käytöstä ja loppusijoittaa sille määrätyllä tavalla. (Betoni n.d. b.)

Suurin osa betonijätteestä murskataan ja käytetään maarakentamisessa betonimurskeena. Sillä voidaan korvata luonnonkivimateriaaleja, kuten kalliomursketta ja soraa, jolloin vähennetään neitseellisen raaka-aineen hyödyntämistä. Teknisiltä ominaisuuksiltaan betonimurske on suoraan verrattavissa luonnonmateriaaleihin. Sen sisältämän reagoimattoman sementin ansiosta se on uudelleen lujittuva rakennusaine, joten sillä on luonnonkiviainekseen verrattuna jopa parempi kantavuus. Näin ollen betonimursketta voidaan levittää ohuempia kerroksia, jolloin säästetään niin raaka-aineita kuin materiaalien kuljetustarvetta. (Betoni n.d. b.)

Betonimurske on purkubetonista murskattu CE-merkitty tuote.

Rakennustuoteasetus 305/2011 määrittelee, millaisilla edellytyksillä tuote voi saada CE-merkinnän. Rakennustuotteiksi lasketaan sellaiset rakennuksen osat, jotka ovat kiinteä osa valmista rakennusta. Näin ollen tuoretta betonia ei voida CE-merkitä, sillä se ei ole kiinteä osa rakennusta, toisin kuin esimerkiksi kovat betonielementit. (Betonitieto n.d.) CE-merkinnällä varmistetaan, että merkittyjen tuotteiden ominaisuudet ilmoitetaan aina samalla tavalla, joko harmonisoidun tuotestandardin (hEN) tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) mukaisesti. Näin niitä voidaan vertailla samassa viitekehyksessä ja ovat samalla tavoin sovellettavissa ympäri Eurooppaa. Mikäli tuotteelle on määritelty harmonisoitu tuotestandardi, on CE-merkintä pakollinen. (Ympäristöministeriö n.d. a.)

CE-merkintöjen eri tasot jaetaan AVCP-luokkiin, jotka kertovat, kuinka laajasti tuotteen laadunvalvonta on tapahtunut. Kiviainekset, jotka ovat vaativassa käytössä, tarvitsevat AVCP-luokan 2+. Tämä edellyttää sertifioitua laadunvarmistusjärjestelmää sekä tuotestandardin noudattamista. (Kiwa n.d.)

### 3.3 Betonimurskeen valmistusprosessi

Betonirakenteen käsittelyyn vaikuttavat muun muassa sen ominaisuudet sekä nykyinen ja tuleva käyttötarkoitus. Betonirakenteita purkaessa prosessiin ja

laatuun vaikuttavat myös purkukohteen kunto, purkutarkkuus sekä koko toimintoketjun toiminta. Mikäli purkubetonia halutaan käyttää uudelleen esimerkiksi betonimurskeena, on keskeisessä osassa betonirakenteen lajitteleva purkaminen. Tällöin voidaan varmistaa, että hyötykäyttöä haittaavat elementit, kuten muovi, puu ja eristeet, erotellaan huolellisesti rakenteista ennen varsinaista betonin purkua. (Pajukallio ym. 2011, 71.) Tämä mahdollistaa niin betonin laaja-alaisen jatkokäytön kuin myös muiden purkukohteessa esiintyvien materiaalien kierrätyksen.

Purkukohteissa betoni on usein kosketuksissa haitta-aineisiin, joita ei purkamisen yhteydessä voida erotella. Tällainen kontaminaatio tapahtuu esimerkiksi pinnoitteista, joista betoni imee itseensä haitta-aineita. Purkubetonin seassa olevat mineraaliset aineet, kuten laasti, kipsi ja tiilet, vaikuttavat purkubetonin ominaisuuksiin sekä ympäristökelpoisuuteen. Näiden erottaminen betonista on haasteellista, mutta magneetin avulla voidaan erottaa magneettiset metallit betonimurskeen seasta murskauksen yhteydessä. (Pajukallio ym. 2011, 71–72.)

Jotta purkubetonista, eli betonijätteestä, saadaan käyttökelpoista betonimursketta, on sitä käsiteltävä. Prosessi koostuu yleensä jätteen talteenotosta, kuljetuksista, jätteen vastaanotosta, välivarastoinnista, murskeen valmistuksesta, sen välivarastoinnista ja toimituksesta käyttäjälle. (Pajukallio ym. 2011, 72.) Tärkeä osa prosessia on laadunvarmistus, sillä mikäli valmis betonimurske ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, se pysyy jätteenä eikä sitä voida uudelleen käyttää. Betonin murskaaminen voi tapahtua eri tavoin riippuen halutusta raakoosta sekä käytössä olevasta laitteistosta. Myös tässä on huomioitava asetusten määrittelemät rajoitukset, sillä esimerkiksi EEJ-asetuksen (466/2022, 9 §) mukaisesti betonimurskeen nimellisraekoko saa olla enintään 90 mm. Asetus myös määrittelee, että purkukohteen purkaminen tulee tehdä lajittelevana purkamisena, jolloin mahdollisimman laajasti jo käytettyä materiaalia voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää asiaankuuluvasti (466/2022, 5 §).

## 4 Lainsäädäntö

Tässä luvussa käsitellään työn kannalta oleellisia lakeja, joiden pohjalta ja joihin verraten voidaan esittää betonimursketta käsittelevä EEJ-asetus (ei enää jätettä -asetus). Luvussa otetaan katsaus ympäristösuojelulain 527/2014, jätelain 646/2011 ja MARA-asetuksen 843/2017 keskeisiin sisältökohteisiin.

### 4.1 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Ympäristönsuojelulaki 527/2014 astui voimaan vuonna 2014, ja sillä on pyritty vastaamaan EU:n lainsäädäntöön sekä saattamaan Euroopan parlamentin ja neuvoston teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi osaksi kansallista lainsäädäntöä (Eduskunta.fi 2014). Ympäristönsuojelulain (527/2014, 1 §) tavoitteena on ehkäistä ja vähentää ympäristön pilaantumista, päästöjä sekä näistä aiheutuvia vaaroja. Lailla pyritään monimuotoisen ja kestäväen ympäristön sekä luonnonvarojen kestäväen käytön turvaaminen. Ympäristövaikutusten arvioinnin tehostaminen ja kansalaisten osallistumismahdollisuuksien parantaminen ovat myös lainpiiriin kuuluvia tavoitteita.

Lakia sovelletaan sellaiseen toimintaan, josta voi seurata ympäristön pilaantumista. Lisäksi sitä sovelletaan sellaiseen toimintaan, jossa syntyy tai käsitellään jätettä. Toiminnanharjoittajan on aina oltava selvillä toiminnastaan aiheutuvista ympäristövaikutuksista ja -riskeistä sekä niiden hallinnasta ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista riippumatta siitä, koskeeko laki suoraan toimialaan. (527/2014, 2 §.)

Ympäristönsuojelulaissa (527/2014, 27 §) määritellään, että sellaiselle toiminnalle, josta aiheutuu ympäristön pilaantumisen vaaraa, on hankittava ympäristölupa. Ympäristönsuojelulaissa määritellään, mikä viranomaisen myöntää ympäristöluvan toiminnalle (Ympäristö 2022a). Ympäristönsuojelulain (527/2014, 27 §, liite 1) mukaan jätteiden ammattimainen tai laitospäinen käsittely vaatii toimiakseen ympäristöluvan. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (2014/713, 1 §) tarkentaa ympäristönsuojelulakia

määrittelemällä jätteiden ammattimaisen tai laitospäivän käsittelyn koskemaan muun muassa betonin muuta käsittelyä kuin sijoittamista kaatopaikalle.

Ympäristönsuojelulaissa (52/2014, 31–32 §) on esitetty kuitenkin poikkeuksia, jolloin ympäristölupaa ei tarvita, vaikka kyseessä on jätteiden ammattimainen tai laitospäivän käsittely. Toiminta tulee aina järjestää niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä mahdollisimman suurilta osin. Ympäristöön ja viemäriverkostoon aiheutuvat päästöt on rajoitettava mahdollisimman vähäisiksi. Luvanvaraisessa toiminnassa tulee hyödyntää parasta saatavilla olevaa tekniikkaa ja tehostettava energiankäyttöä. Laki velvoittaa toimijan riittävään asiantuntemukseen ja viranomaisraportointiin. (527/2014, 6–8 §.)

#### 4.2 Jätelaki 646/2011

Jätelainsäädäntö Suomessa on seurausta Euroopan unionin (EU) jätelainsäädännön kehityksestä. Tietyiltä osin Suomessa jätelainsäädäntö on kuitenkin tiukempaa ja laajempaa kuin EU-säädökset. (Ympäristöministeriö n.d. b.) Suomen jätelain (646/2011, 1–2 §) tavoitteena on kiertotalouden ja luonnonvarojen kestävä käytön edistäminen. Samalla pyritään vähentämään jätteen määrää ja sen haitallisuutta sekä ehkäisemään jätteistä ja jätehuollosta syntyvää vaaraa tai haittaa niin terveydelle kuin ympäristölle. Jätelain avulla pyritään varmistamaan toimiva jätehuolto ja ehkäisemään roskaantumista.

Jätelain (646/2011, 5–5 a §) mukaisesti jätettä on sellainen aine tai esine, joka on poistettu, aiotaan poistaa tai on velvoitettu poistamaan käytöstä. Laki määrittelee myös sivutuotteen, jolloin se ei ole enää jätettä. Sivutuote syntyy jonkin toisen tuotteen tuotantoprosessin yhteydessä, ja (646/2011, 5–5 a §):

1. sen jatkokäytöstä on varmuutta;
2. sitä voidaan käyttää sellaisenaan tai se vaatii ainoastaan tavanomaisen teollisen käytännön mukaisia muutoksia;
3. se syntyy olennaisena osana alkuperäisen tuotteen tuotantoprosessia; sekä
4. sen käyttö täyttää tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset eikä käytöstä aiheudu vaaraa tai haittaa.

Jätelain (646/2011, 5 b §) muutoksen myötä siihen sisällytettiin vuonna 2021 määritelmä jätteeksi luokittelun päättymisestä. Määritelmän mukaan jäte ei ole enää jätettä, jos sitä käytetään erityisiin tarkoituksiin, sille löytyy olemassa olevat markkinat tai kysyntää ja se täyttää käyttötarkoitukselleen ominaiset tekniset vaatimukset ja on vastaavanlaisiin tuotteisiin sovellettujen säännösten ja standardien mukainen. Lisäksi tuotteen käytöstä ei saa aiheutua vaaraa eikä haittaa terveydelle tai ympäristölle.

Valtioneuvoston asetuksella voidaan asettaa myös tarkempia säännöksiä ja edellytyksiä tietyn jätelajin soveltamisesta jätteeksi luokittelun päättymiseen. Tapauskohtaisesti myös ympäristölupaviranomainen voi tehdä päätöksen jätteeksi luokittelun päättymisestä. Päätöksenteossa tulee kuitenkin huomioida laissa esitellyt edellytykset, joiden mukaan jäte ei ole enää jätettä sekä otettava huomioon muun muassa materiaaleja koskevat epäpuhtauksien raja-arvot sekä mahdollisesti aiheutuvat vaarat tai haitat. Ennen materiaalin saattamista markkinoille, tulee myös varmistaa, että se noudattaa kemikaali- ja tuotelainsäädäntöä. (646/2011, 5 b §.)

Jätelaki velvoittaa, että jätteen etusijajärjestystä (kuva 1) tulee mahdollisuuksien mukaan noudattaa kaikessa toiminnassa (Lassila & Tikanoja 2023).



Kuva 1. Jätteen etusijajärjestys (Lassila & Tikanoja 2023).

Ensisijaisena tavoitteena on vähentää syntyvän jätteen määrää sekä sen haitallisuutta. Mikäli jätteen syntyä ei kuitenkaan voida ehkäistä, pitää se valmistella uudelleenkäytettäväksi, jolloin materiaali tai tuote voidaan hyödyntää uudelleen sellaisenaan. Uudelleenkäytön jälkeen materiaali kierrätetään, jolloin siitä voidaan valmistaa jotain uutta. Etusijajärjestyksen mukaisesti jätteen elinkaaren neljäs vaihe on muu hyödyntäminen, jossa sitä voidaan käyttää esimerkiksi energianlähteenä. Vasta tämän jälkeen jätteen matka jatkuu loppukäsittelyyn, jonne pitäisi päätyä ainoastaan sellainen materiaali, jota ei voida hyötykäyttää eikä kierrättää. (646/2011, 8 §; Lassila & Tikanoja 2023.) Esimerkki tällaisesta jätteestä on asbestijäte, jota esiintyy erityisesti vuosien 1950–1980 rakennusten purkujätteessä (Jätekukko n.d.).

Jätelain (646/2011, 13–14 §, 118 §) yksi tavoitteista on, ettei jätteestä tai jätehuollosta aiheudu terveydelle, saati ympäristölle haittaa tai vaaraa. Jätettä ei saa myöskään hylätä eikä sitä saa käsitellä hallitsemattomasti. Yleisesti jätehuollossa on periaate, että hyödynnetään ympäristön kannalta parasta tekniikkaa ja käytäntöjä. Valtioneuvoston asetuksella voidaan myös antaa tarkempia säännöksiä jätteestä aiheutuvien vaarojen tai haittojen ehkäisemiseksi. Lisäksi toiminnanharjoittajan tulee pitää kirjaa syntyvistä jätteistä, mikäli toiminta täyttää laissa esitellyt vaatimukset.

#### 4.3 MARA-asetus 843/2017

Lainsäädännön avulla on pyritty edistämään jätteiden hyödyntämistä maarakentamisessa. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017, eli MARA-asetus, on annettu ympäristönsuojelulain 527/2014 ja jätelain 646/2011 nojalla ja sen tarkoituksena on edistää jätteiden hyötykäyttöä suunnitelmallisessa maarakentamisessa sekä siihen liittyvässä jätteiden väliaikaisessa varastoinnissa. Maarakentaminen nähdään suunnitelmallisena, mikäli se pohjautuu lupaan, lakisääteiseen suunnitelmaan, ilmoitusmenettelyyn tai kunnan rakennusjärjestykseen ja rakentaminen toteutettaisiin huolimatta siitä, löytyykö siihen soveltuvaa jätettä vai ei. Asetus koskee laitos- tai ammattimaista hyödyntämistä, ja sen soveltamisalaan kuuluvat myös liikenneviranomaisen toimesta suunnitellut

teiden ja ratojen perusparannus- tai kunnostushankkeet sekä metsäautoteiden suunnitelmallinen rakentaminen. (Ympäristö 2022b.) MARA-asetuksen (834/2017, liite 1) mukaisesti sen soveltamisala kattaa betonimurskeen, kevytbetoni- ja kevytsorajätteet. Näiden hyödyntäminen on sallittua teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa sekä väylä- ja kenttärakenteissa.

MARA-asetuksen (843/2017, 1 §, 4 §) tarkoituksena on jätteiden hyödyntämisen helpottaminen määrittelemällä sille edellytykset, jotta toimintaa varten ei enää tarvita ympäristönsuojelulain mukaista ympäristölupaa. Mikäli jätettä halutaan hyödyntää ilman ympäristölupaa, tulee sen täyttää MARA-asetuksessa esitetyt tiukat raja-arvot haitta-aineille sekä erinäiset laadunhallinnalliset periaatteet ja vaatimukset. Asetus esittää vaatimuksia sekä enimmäiskerrospaksuuksille, haitallisten aineiden liukoisuuksille ja pitoisuuksille, että etäisyydestä pohjaveteen. Jos hyödyntämipaikan sijainti ja materiaali ei täytä näitä vaatimuksia, tarvitaan ympäristölupa.

Hyödynnettäessä ja varastoitaessa jätettä MARA-asetuksen mukaisesti, tulee toiminnanharjoittajan tehdä rekisteröinti-ilmoitus valtion valvontaviranomaiselle. Ilmoituksen tulee sisältää oleelliset tiedot niin jätteestä, jätteen ja hyödyntämipaikan haltijasta, hyödyntämipaikan sijainnista ja käyttötarkoituksesta, jätteen luovuttajasta, laadunvarmistusjärjestelmästä kuin ajankohdasta, jolloin jätettä hyödynnetään maarakentamiseen. (843/2017, 5 §.)

## 5 EEJ, ei enää jätettä

Ei enää jätettä -menettely on yksi keino vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja näin edistää kiertotaloutta. Uudelleenkäyttämällä samoja materiaaleja voidaan pidentää niiden elinkaarta ja lisätä resurssitehokkuutta. Luku käsittelee ensimmäistä kansallista ei enää jätettä -asetusta, sen asettamia vaatimuksia ja asetuksen mukaista betonimursketta.

### 5.1 EEJ-asetus 466/2022

EEJ-asetus eli Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista 466/2022, on vuonna 2022 voimaan tullut asetus, jonka myötä betonimurskeen jätestatuksesta on mahdollista luopua (Betoni 2022). Kun tuote ei ole enää jätettä, ei sitä tarvitse myöskään kohdella siten, miten jätelaki velvoittaa jätteitä kohdeltavan. EEJ-asetus luo kolmannen keinon hyödyntää betonijätettä ympäristöluvan ja MARA-asetuksen ohelle.

EEJ-asetus (466/2022, 1 §) on säädetty ympäristölain ja jätelain nojalla. Sitä sovelletaan sellaiseen valmistajaan, jolla on olemassa ympäristölupa betonijätteen murskaustoimintaan tai toiminnassa murskataan betonijätettä Valtioneuvoston asetuksen 858/2018 (Valtioneuvoston asetus kiinteän betoniaseman ja betonituotetehtaan ympäristönsuojeluvaatimuksista) nojalla.

Kaikki betonijäte ei kuitenkaan sovellu asetuksen mukaiseen betoninkäsittelyyn, vaan EEJ-asetuksessa (466/2022, liite 1) on määritelty, millaista betonijätettä voidaan käyttää syöttöpanoksena murskaimessa. EEJ-betonimurskeeksi hyödynnettävät betonijätteet voidaan jakaa kolmeen luokkaan (466/2022, liite 1):

1. betonijäte, joka on peräisin käyttämättömästä betonista, esim. tuotannossa syntynyt ylijäämä betoni ja betoniliete;
2. betonijäte, joka on peräisin käyttämättömistä betonituotteista, esim. betonituotteita valmistavien tuotantolaitosten ylijäämä tuotteet; sekä
3. betonijäte, joka on peräisin käytetystä betonista, esim. rakennuksien purkamisesta syntyvä betonijäte.

### 5.1.1 Jätteen luokittelun päättymisen arviointiperusteet

Edellä luvussa 3.1 mainittujen betonijätteen jätteen luokittelu päättyy, mikäli ne täyttävät EEJ-asetuksessa (466/2022, 3 §) määritellyt vaatimukset ennen kuin valmistettu betonimurske saatetaan markkinoille. Vaatimuksena on, että syöttöpanoksena käytetty betonijäte, eli se betonijäte, josta EEJ-betonimurske valmistetaan, käy läpi niin sanotut hyödyntämistoimet. Lisäksi betonimurskeen täytyy täyttää kelpoisuusvaatimukset ja sille tulee olla määritelty käyttötarkoitus. Seuraavaksi nämä edellä mainittujen vaatimusten sisältö käydään läpi yksityiskohtaisemmin.

#### **Hyödyntämistoimet**

Ensimmäisenä EEJ-asetuksessa (466/2022, 2 §) määritellyssä vaatimuksessa esitetään betonijätteen läpikäymät hyödyntämistoimet. Hyödyntämistoimilla tarkoitetaan betonijätteen vastaanottoa, esikäsittelyä ja hyödyntämistä koskevia toimenpiteitä, joiden myötä betonijätteestä tehdään betonimursketta.

Mikäli EEJ-betonimurskeen valmistuksessa hyödynnetään käyttämättömiä betonituotteita tai käytettyä betonia, tulee betonijäte esikäsitellä. Esikäsitelyssä poistetaan betonijätteen sisältämät epäpuhtaudet, jotta saatu betonimurske olisi mahdollisimman laadukasta. Lisäksi betonijätteestä tulee poistaa kaikki siihen kiinnitetyt eristeet. (466/2022, 8 §.)

Esikäsitelyn jälkeen betonijäte käsitellään tulevan käyttötarkoituksen mukaisesti. Käsitellyn betonimurskeen nimellisraekoko saa kuitenkin olla maksimissaan 90 mm riippumatta siitä, mihin mursketta aiotaan käyttää. Kaikista valmistusprosessiin liittyvistä toimista, kuten betonimurskeen valmistukseen käytettävien laitteiden käytöstä ja huollosta, tulee olla selkeät ohjeet laadunvarmistusjärjestelmässä. (466/2022, 9 §.)

## Kelpoisuusvaatimukset

Kun betonimurske on käynyt läpi edellä mainitut hyödyntämistoimet, tulee sen täyttää asetuksessa taulukoidut kelpoisuusvaatimukset. Näissä otetaan kantaa betonimurskeessa ilmenevien haitta-aineiden liukoisiin ja pitoisiin sekä muihin epäpuhtauksiin. (466/2022, 12 §.) Liitteen 2 taulukoissa 1 ja 2 on esitelty määritettävät haitta-aineet sekä niiden kokonaispitoisuuksien ja liukoisuuksien raja-arvot.

EEJ- ja MARA-asetuksessa huomioon otetut haitta-aineet ovat pitkälti samat, mutta EEJ-asetuksessa raja-arvot ovat huomattavasti tiukempia. Esimerkiksi sulfaatin ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) suurin sallittu liukoisuus on 300 mg/kg EEJ-asetuksen mukaisesti, kun vastaava luku MARA-asetuksessa on 1 200–18 000 mg/kg riippuen murskeen käyttökohteesta. Lisäksi MARA-betonimurske tulee aina peittää tai päällystää, riippumatta siitä, mikä on käyttötarkoitus tai murskeen laatu.

Raja-arvojen lisäksi vaatimuksissa esitetään muille epäpuhtauksille enimmäismäärät, jotka betonimurskeessa saa ilmetä hyödyntämistoimien jälkeen. Epäpuhtauksiksi lasketaan muun muassa kalkkihiekkatiilet ja -harkot, tiilet ja tiililaatat, muut poltetut tiilet sekä kellumaton vaahtobetoni. Myös esimerkiksi savi, sekalaiset metallit, kellumaton puu, muovi, kumi, kipsilaasti, lasi ja kelluvat epäpuhtaudet kuuluvat enimmäismäärien seurantaan. Kelluvilla epäpuhtauksilla tarkoitetaan sellaisia materiaaleja, jotka ovat vettä kevyempiä. Eri materiaalien yhteenlasketuille määrille on esitetty EEJ-asetuksessa mahdolliset soveltamisalat sekä enimmäismäärät, joiden tulokset ilmoitetaan joko standardin EN 13242 tai EN 12621 mukaisesti. (466/2022, liite 3.)

## Sallitut käyttötarkoitukset

Riippuen siitä, millaista betonijätettä käytetään syöttöpanoksena ja betonimurskeen valmistusaineena, eroaa murskeiden mahdolliset käyttötarkoitukset. Käyttötarkoituksia on esimerkiksi käyttö talon-, maa- tai viherrakentamisessa kiviaineksena, käyttö valmisbetonin ja betonituotteiden

valmistamisessa sekä käyttö lannoitteena, kalkitusaineena tai kasvualustana. EEJ-asetuksessa on lueteltu tarkemmin eri syöttöbetoneille määritelmiä, milloin ja miten niitä voidaan hyödyntää. (466/2022, 14 §.)

Eri käyttötarkoituksiin osoitettuja betonimurskeita tulee myös varastoida selkeästi toisistaan erillään. Sekä betonin käsittely että varastointi tulee tehdä niin, ettei betonin laatu muutu. Mikäli laadun muuttuminen herättää epäilyksiä, tulee sen laatu tutkia uudelleen. Jos betonimurske ei täytä arviointiperusteita, käsitellään sitä jälleen jätteenä. (466/2022, 15 §.)

### 5.1.2 Laadunvarmistusjärjestelmä

EEJ-asetus (466/2022, 4 §) velvoittaa, että EEJ-betonimurskeen valmistajalla on oltava laadunvarmistusjärjestelmä, jonka avulla voidaan todentaa mursketta koskevien vaatimusten täytyminen. Järjestelmässä tulee olla nimettyinä henkilöt, jotka vastaavat sekä järjestelmästä että laadunvarmistuksen toteuttamisesta. Lisäksi sillä tulee olla sekä arviointi- että auditointisuunnitelmat.

Laadunvarmistusjärjestelmässä tulee olla selkeät ohjeet EEJ-betonimurskeen valmistamiseen käytettävistä laitteista ja toiminnoista. Tämä pitää sisällään esimerkiksi ohjeet laitteen käytöstä sekä sen huoltamisesta. (466/2022, 9 §.)

Jotta itse laadunvarmistusjärjestelmä on vaatimusten mukainen, tulee se hyväksyttävä riippumattomalla osapuolella, jolla on Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämä pätevyys toimintaan (466/2022, 4 §). Näin voidaan vahvistaa sekä menetelmän että betonimurskeen laadullisuus.

Laadunvarmistusjärjestelmään kirjataan niin vastaanottotarkastusta kuin vastaanottokirjanpitoa koskevat ohjeet (466/2022, 6–7 §). Näytteenottoa koskevat ohjeet tulee olla kirjattuna laadunvarmistusjärjestelmään. Tämä pitää sisällään myös näytteiden esikäsittelyä ja analysointia koskevien menetelmien, välineiden ja tulosten kirjaamisen. Näistä pitää ilmetä (466/2022, 13 §):

1. näytteenottaja, tämän pätevyys, näytteenottoaika, näytteenottomenetelmä ja näytteenottoajankohta;
2. osa- ja kokoomanäytteiden määrä ja laatu;

3. kokoomanäytteiden muodostaminen ja esikäsittely;
4. näytteenotossa havaitut epäpuhtaudet sekä muut poikkeamat; sekä
5. näytteenotto-, mittaus- tai testausvälineiden käyttö, kalibrointi ja huoltaminen.

### 5.1.3 Betonijätteen vastaanotto

Ennen betonijätteen käsittelyä tulee valmistajan varmistaa betonijätteen laatu vastaanottotarkastuksella. Näin voidaan todeta, onko betonimurske vaatimusten mukaista. Mikäli tarkastuksen perusteella betonierän epäillään tai havaitaan sisältävän asbestia tai muita epäpuhtauksia, joita ei hyödyntämistoimilla voida riittävässä määrin poistaa, ei kyseistä betonierää saa käyttää betonimurskeen valmistuksessa. (466/2022, 5 §.)

Betonijätteen vastaanottotarkastuksella varmistetaan, että (466/2022, 5 §):

1. rakennuksien, rakennelmien tai rakenteiden purkamisessa syntynyt betonijäte on laadun ja puhtauden kannalta soveltuvaa murskeeksi, ja purkaminen on tehty niin, ettei betonin seassa ole muita jätteitä;
2. varastointi ja kuljetukset on tehty niin, etteivät erilaiset erät ole sekoittuneet keskenään;
3. varastoinnin tai kuljetuksen aikana betonijätteeseen ei ole sekoittunut epäpuhtauksia; sekä
4. rakennuksien, rakennelmien tai rakenteiden purkamisessa syntyneelle betonijätteelle on laadittuna siirtoasiakirja.

Vastaanottotarkastusta varten laaditaan kirjalliset ohjeet, joissa kirjataan betonijäte-erän alkuperästä, puhtauden tarkastuksesta, osa-aineiden määrien arvioinnista sekä EEJ-betoniksi kelpaamattomien erien tunnistamisesta ja hylkäämisestä. Myös syöttöpanokseksi vastaanottamista ja hylkäämistä betonijätteistä on pidettävä kirjaa. Riippumatta siitä, hylätäänkö vai hyväksytäänkö betonierä syöttöpanokseksi, tulee vastaanottokirjanpitoon kirjata tiedot vastaanotetusta betonierästä. (466/2022, 6–7 §.)

#### 5.1.4 Näytteenotto

Kun betonimurske on käynyt läpi sille määritellyt hyödyntämistoimet, eli vastaanoton, esikäsittelyn ja varsinaisen käsittelyn sekä muut tekniset toimenpiteet, on siitä otettava kokoomanäytteitä. Näillä näytteillä määritetään murskeen materiaali jakauma sekä ympäristökelpoisuus. Poikkeuksena toimii kuitenkin sellainen betonimurske, jonka syöttöpanoksessa on käytetty ainoastaan käyttämättömästä betonista peräisin olevaa betonijätettä. Tällöin murskeen voidaan olettaa vastaavan kemialliselta laadultaan sen alkuperäisen valmistajan tuottamaa betonia, eikä se silloin saa sisältää betonin pilaantumista aiheuttavia aineita. (466/2022, 10 §, liite 1.)

Ympäristökelpoisuus ja materiaali jakauma tutkitaan ottamalla betonimurskeesta vähintään kaksi kokoomanäytettä. Toisen näytteen avulla määritetään haitta-aineiden liukoisuudet sekä pitoisuudet, kun toisesta materiaali jakauma sekä muut esiintyvät epäpuhtaudet. Kokoomanäyte saa edustaa 10 000 tonnia betonimursketta tai mikäli murskeen kokonaismäärä on vähemmän kuin 10 000 tonnia, kokoomanäyte saa edustaa yhtä murskauserää. Yksi kokoomanäyte koostuu vähintään 20 osanäytteestä, joiden pitää edustaa jatkuvaa betonimurskevirtaa. Näin osanäytteistä muodostettava kokoomanäyte edustaa koko betonijäte-erää. (466/2022, 10 §.)

Haitallisten aineiden liukoisuuksia määrittäessä tulee käyttää läpivirtaustestiä standardin CEN/TS 14405 mukaisesti, kaksivaiheista ravistelutestiä standardin SFS-EN 12457-3 mukaisesti tai muuta vastaavaa menetelmää, josta saatu tulos on verrannollinen näihin standardeihin. Myös materiaali jakauman, muiden epäpuhtauksien ja kelluvien epäpuhtauksien määrittämisessä käytetään standardoituja määrittämenetelmiä tai muita teknisen spesifikaation omaavia menetelmiä, joilla saadut tulokset ovat riittäviä. Haitta-aineiden määritykset tulee teettää akkreditoitussa laboratoriossa, joka on kansainvälisten tunnustamissopimusten mukaisesti vertaisarvioinneissa todettu päteväksi. (446/2022, 11 §.)

### 5.1.5 Ilmoitus- ja raportointivelvollisuus

Valmistetusta ja markkinoille saatetusta betonimurskeesta pitää laatia vaatimustenmukaisuusilmoitus. Se on annettava jokaiselle betonimurskeen vastaanottajalle aina jokaisen betonimurske-erän mukana. Ilmoituksesta on säilytettävä jäljennös kymmenen vuotta. Vaatimustenmukaisuusilmoituksen tulee pitää sisällään (466/2022, 17 §):

1. betonimurskeen valmistaja, valmistajan yhteystiedot, allekirjoitus ja vakuutus siitä, että arviointiperusteet täyttyvät;
2. murskeen luokka ja keskeiset määritelmät sekä ominaisuudet;
3. betonimurskeen määrä erässä; sekä
4. betonimurskeen käyttötarkoitus.

Näiden tietojen lisäksi vaaditaan ilmoituksessa myös tarkempia tietoja, mikäli betonimursketta on tarkoitus käyttää kalkitusaineena, kasvualustana, lannoitteena tai maanparannusaineena. Käytettäessä betonimursketta kiviaineksena maarakentamisessa, talonrakentamisessa tai viherrakentamisessa täytyy ilmoituksessa huomioida myös pohjavesialueet ja murskeen läpi kulkeva vesi. (466/2022, 17 §.)

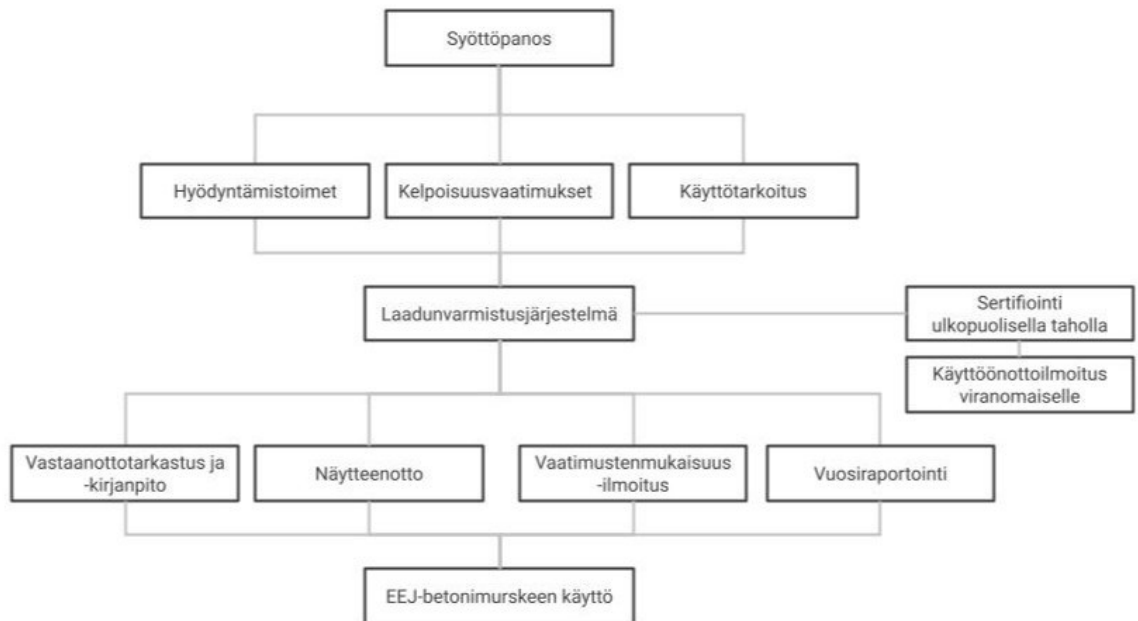
Ennen kuin valmistaja voi aloittaa arviointiperusteiden käyttöönoton ja alkaa valmistaa EEJ-betonia, tulee hänen tehdä kirjallinen ilmoitus arviointiperusteiden käyttöönotosta toimivaltaiselle viranomaiselle. Ilmoituksen tulee sisältää myös selvitys olemassa olevasta ja EEJ-asetuksen (466/2022, 18 §) mukaisesta laadunvarmistusjärjestelmästä. Ilmoitus pitää tehdä vähintään 30 vuorokautta ennen kuin arviointiperusteet otetaan käyttöön, mutta myös käytön päättymisestä on ilmoitettava valvontaviranomaiselle.

Käyttöönoton ja käytön päättymisen lisäksi valmistajan pitää raportoida vuosittain valvontaviranomaiselle (466/2022, 18 §):

1. tiedot käytetystä betonijätteestä ja niiden määrästä jäteluokkien ja -tyyppien mukaisesti eriteltyinä;
2. laadunvarmistusjärjestelmässä tapahtuneista muutoksista;

3. edeltävän 12 kuukauden ajalta tiedot betonimurskeen haitallisten aineiden liukoisuuksista ja pitoisuuksista sekä esiintyneistä epäpuhtauksista; sekä
4. käyttötarkoituksen mukaisesti eriteltynä tieto valmistetun betonimurskeen määrästä.

Kuvassa 2 on koottuna koko ei enää jätettä -menettelyn vaiheet ja valmistajan huomioon otettavat asiat. Menettely alkaa syöttöpanoksen laadun määrittelyllä ja päättyy EEJ-betonimurskeen valmistukseen ja käyttöön. Käytön ylläpito vaatii sertifiointin ylläpitoa sekä vuosittaista raportointia viranomaiselle.



Kuva 2. EEJ-menettelyn vaatimukset.

## 5.2 EEJ-betoni

EEJ-asetuksessa (466/2022, 3 §) on määritelty tarkasti, millaista betoni saa olla, jotta se voidaan laskea EEJ-betoniksi. Uudelleen tuotteena määritelty EEJ-betoni on kuitenkin asetuksen myötä samanlaisessa asemassa kuin mikä tahansa vastaava betoniraaka-aine tai -tuote (Betoni 2022). Sitä voidaan hyödyntää vastaaviin käyttökohteisiin samalla tukien kestävä kehitystä ja kiertotaloutta. Kun betonimurske ei ole enää jätettä, ei siihen sovelleta enää

jätelakia, vaan tuotelainsäädännön antamia määräyksiä. Ennen betonimurskeen valmistamista on kuitenkin hyvä huomioida asetuksen asettamat rajoitteet eri betonijätteistä valmistettujen murskeiden käyttökohteille.

EEJ-asetus (466/2022, liite 2) määrittelee betonimurskeessa esiintyville haitta-aineille ja epäpuhtauksille tiukat raja-arvot. Tällä pyritään estämään ympäristöriskejä sekä suojelemaan pinta- ja pohjavesiä. Yleisesti voidaan todeta, että EEJ-asetuksessa on tiukemmat laatuvaatimukset ja raja-arvot sekä haitta-aineille että epäpuhtauksille kuin MARA-asetuksessa. Näin ollen EEJ-betonimursketta saa käyttää pohjavesialueella tietyin reunaehdoin, kun taas MARA-asetuksen mukaista betonimursketta ei saa hyödyntää vedenhankintakäytössä olevilla pohjavesialueilla ollenkaan. EEJ-betonin ja MARA-betonin eroavaisuuksia on käsitelty tarkemmin liitteessä 2.

### 5.3 Betonimurskeen luokittelu

Betonimursketta voidaan jakaa luokkiin sen ominaisuuksien, käyttötarkoituksen ja valmistustavan perusteella. Nykyään myös betonimurskeen jätestatus on nähtävissä suoraan luokan nimestä. Betonimurskeiden luokittelussa noudatetaan standardia SFS 5884:2022 Betonimurskeen maa- ja viherrakennuskäytön laadunvalvontajärjestelmä. (Väylävirasto 2022, 18.)

Betonimurske luokitellaan neljään luokkaan, BeM I–IV, joista luokat BeM I ja BeM II on jaettu alaluokkiin BeM I a ja BeM I b sekä BeM II a ja BeM II b. A-luokat on tarkoitettu sellaiselle betonimurskeelle, jota ei enää luokitella jätteeksi. Erityyppisissä rakenteissa vaaditaan erilaisia ominaisuuksia betonimurskeelta, joten BeM-luokkien avulla voidaan määritellä betonimurskeiden käyttökohteet niiden standardoitujen ominaisuuksien perusteella. (Väylävirasto 2022, 17.)

Betonimurskeen laatuluokille on määritelty raja-arvoja tiettyihin ominaisuuksiin, joita ovat esimerkiksi kiintotiheys, puristuslujuus, hienoainespitoisuus, routivuus, tiilen maksimiosuus, muiden ainesten maksimiosuus ja kelluvien materiaalien määrä. Lisäksi betonimurskeen valmistuslähde vaikuttaa laatuluokkaan. BeM I on valmistettu betoniteollisuuden käyttämättömästä betonijätteestä, kun taas BeM II–IV on betonijätettä purkutyömaalta. Luokissa III ja IV betonimurskeiden

uudelleenlujittuminen on epävarmaa, millä on vaikutus mahdollisiin käyttötarkoituksiin. (Helsinki, Espoo, Tampere, Turku, Vantaa 2019, 10.)

#### 5.4 Sertifiointiprosessi

EEJ-asetus (466/2022, 4 §) velvoittaa, että mikäli toimija haluaa ottaa arviointiperusteet käyttöönsä ja valmistaa EEJ-betonimursketta, tulee sillä olla asetuksen vaatimukset täyttävä laadunvarmistusjärjestelmä. Se pitää sertifioida riippumattoman tahon toimesta, jolla on Turvallisuus- ja kemikaaliviraston myöntämä pätevyys myöntää kyseisiä sertifikaatteja. Eräs tällainen yritys on Kiwa Oy. Opinnäytetyön tietoperustan laajentamiseksi toteutettiin haastattelu Kiwa Oy:n tuotesertifiointin tuoteryhmäpäällikön kanssa. Haastattelua johdattelevat kysymykset löytyvät liitteestä 1. Tavoitteena oli selvittää sertifiointiprosessin haasteita, sertifiointiin hakeutuvien yritysten yleisyyttä ja yleistä kiinnostusta EEJ-betonia kohtaan sekä prosessin kustannuksia.

Betonimurskeen valmistaja tarvitsee sertifikaatin laadunvarmistusjärjestelmälle ja CE-merkinnälle menettelyn AVCP 2+ mukaisesti. Yksi sertifioitu laadunvarmistusjärjestelmä voi kuitenkin pitää sisällään useamman vastaanottopaikan, jolloin ne luetellaan erikseen sertifikaatissa. Jokainen EEJ-asetuksen mukaista betonimursketta käsittelevä toimipaikka ei siis tarvitse omaa laadunvarmistusjärjestelmää tai sertifikaattia. (Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö, haastattelu 19.3.2025.)

Valmistajan toiminnan vaatimustenmukaisuus varmistetaan alkutarkastuksella sekä -testauksilla. Sekä laadunvarmistusjärjestelmä että jokainen sertifiointin kohteena oleva vastaanottopaikka tarkastetaan. Mikäli kaikki sertifikaatin edellyttämät vaatimukset täyttyvät, tehdään sertifiointipäätös. Sertifikaatti on voimassa niin kauan, kuin siinä esitetyt vaatimukset täyttyvät tai yritys irtisanoo oman sertifikaattinsa. (Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö, haastattelu 19.3.2025.)

Jotta sertifikaatin edellytykset täyttyvät myös sertifikaatin myöntämisen jälkeen, suorittaa sertifikaatin myöntänyt taho vuosittain tarkastuksia vastaanottopaikoilla. Kaikilta toimipaikoilta tarkastetaan niiden laadunvalvonnan tulokset vuoden aikana tehdyn dokumentaation perusteella. Lisäksi jokaisella

tuotantopaikalla suoritetaan seurantatarkastuksia vähintään kerran kolmessa vuodessa, mutta kuitenkin niin, että vuosittain vähintään yksi paikka tarkastetaan. (Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö, haastattelu 19.3.2025.)

Sertifiointin hinta muodostuu alkutarkastuksen kertamaksusta, konsernikohtaisesta vuosimaksusta sekä vuosittaisista ylläpitotarkastuksista. Hintaan vaikuttaa erityisesti sertifiointin kohteena olevien alueiden lukumäärä, tuotantopaikkojen sijainnit sekä niillä tapahtuvan betonimurskeen liikevaihto. (Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö, haastattelu 19.3.2025.)

Suomessa on opinnäytetyön tekohetkellä 22 yritystä, jotka ovat sertifioineet EEJ-betonin laadunvarmistusjärjestelmän ja tuotantoprosessin. Kiwa Oy:n tuotepäällikön mukaan EEJ-sertifikaatti nähdään yleisesti kiinnostavana, ja hän uskoo kiinnostuksen kasvavan tulevaisuudessa. Neitseellisten raaka-aineiden säästötarve on jo nyt tunnistettu, ja on havaittavissa yhä enemmän kierrätysmateriaalien arvostusta esimerkiksi julkisten rakennuttajien tarjouskilpailuissa. (Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö, haastattelu 19.3.2025.)

## 6 Toiminnan nykytila

Savon Kuljetus Oy:llä on mahdollisuus ottaa vastaan, jalostaa ja murskata MARA-asetuksen mukaista betonimursketta (Savon Kuljetus Oy n.d. b). Tässä luvussa selvitetään, millaista toiminta on tällä hetkellä ja mitä se vaatii muuttuakseen, jos halutaan tuottaa EEJ-betonimursketta.

### 6.1 Betonin kestävä kehitys

Vuonna 2022 uutisoitiin, että Suomi aikoo puolittaa betonirakentamisesta aiheutuvat päästöt lähivuosien aikana. Samalla tavoitellaan uusien vähähiilisten betonituotteiden tuomista markkinoille. Tämän tavoitteen taustalla on Suomen hallituksen linjaama tavoite hiilineutraalista Suomesta vuoteen 2035 mennessä. (Heikkilä 2022.) Tavoitteen tukemiseksi Aalto-yliopisto ja muutama alan yritys aloittivat vuonna 2022 LOIKKA-hankkeen, jonka tavoitteena oli vähentää betonista aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ja jopa puolittaa ne. Hanke päättyi vuoden 2024 alussa, jolloin arvioitiin, että 50 % päästöjen väheneminen saavutettaisiin vuoteen 2028 mennessä. (Punkki 2024.)

Myös Savon Kuljetus Oy haluaa toiminnallaan edistää kestävästä kehitystä ja lisätä kierrätyksen määrää. Siksi yritys tuottaakin MARA-asetuksen mukaista uusiobetonimursketta. (Savon Kuljetus Oy n.d. b.) Yritys on tehnyt ympäristökartoituksia tunnistaakseen toimintojen, tuotteiden ja palveluiden ympäristönäkökohtia. Kartoitukset on tehty liiketoimintasektoreittain, jolloin kiviainestuotanto kokonaisuudessaan on yksi kartoituksen kohteista. Huomioon on otettu energian kulutus, ilmapäästöt, pohja- ja pintavedet, jätteet, kemikaalit, maamassat ja viihtyvyys. Kartoituksen perusteella kiviainestuotannon jätteillä arvioidaan olevan jonkin verran vaikutusta ihmisten terveyteen, mutta määrällisesti jätettä on vähän. Ylijäämämaata taas arvioidaan olevan erittäin paljon, mutta siitä aiheutuva vaikutus on melko vähäinen. (IMS 2023.)

## 6.2 Toiminta tällä hetkellä

MARA-asetuksen voimaan astumisen myötä Savon Kuljetus Oy on ryhtynyt tuottamaan asetuksen mukaista betonimursketta. Jotta betonimursketta voidaan tarjota maarakentamiseen, tulee sen täyttää asetuksen edellytykset ja maa-ainesalueelle pitää olla luotuna laadunvarmistusjärjestelmä. Savon Kuljetus Oy:n maa-ainesalueille on luotu laadunvarmistusjärjestelmät, jotka auditoidaan vuosittain ulkopuolisen tahon toimesta. (SGM-verkkolevy n.d.)

Maa-ainesalueilla voidaan käsitellä kierrätysmateriaalia ympäristöluvan mukainen määrä vuodessa. Lupa määrittelee myös sen, kuinka usein murskaustoimintaa voidaan harjoittaa. Vastaanotettu betonijäte on jo syntypaikkalajiteltua jätettä joko suoraan betonituotetehtaalta tai purkutyömailta. Se pulveroidaan kaivinkoneen pulveroitsijalla palakokoon 0–150 mm. Tämän jälkeen betonipalat syötetään murskaimeen, ja betoni murskataan esimerkiksi iskupalkkimurskaimella, jolla saadaan tuotettua palakooltaan 0–90 mm mursketta, jonka MARA-asetus määrittelee betonijätteen enimmäiskooksi. Murskaimen magneettierottimella betonijätteestä erotellaan mahdolliset rauditusraudat, jotka kierrätetään teollisuuden raaka-aineeksi. Valmiin betonimurskeen seasta kerätään mahdolliset epäpuhtaudet ja seurataan murskeen laatua silmämääräisesti. (SGM-verkkolevy n.d.)

Maa-ainesalueille otetaan vastaan ainoastaan sellaista betonijätettä, joka vastaa MARA-asetuksessa esitettyihin vaatimuksiin. Mikäli betonijäte ei vastaa vaatimuksia, esimerkiksi haitallisten aineiden pitoisuudet ylittävät raja-arvot tai betonijäte sisältää liikaa muita epäpuhtauksia, kuten muovia, palautetaan kuorma takaisin jätteen syntypaikalle tai toimitetaan kierrätettäväksi. (SGM-verkkolevy n.d.)

Maa-ainesalueilla suoritetaan ympäristökelpoisuutta todentavaa näytteenottoa ennen jätteen vastaanottoa. Näytteenottoon kuluu noin 20 kg alle 90 mm betonimursketta. Tällä pyritään varmistamaan jätteen hyödyntämiskelpoisuus, mutta varsinaiset laadunvalvontatutkimukset suoritetaan murskauksen jälkeen. Näytteenotto tehdään MARA-asetuksen mukaisesti, jolloin jokaista 10 000 t betonia kohden muodostetaan kokoomanäyte 20 osanäytteestä, joiden jokaisen

paino on vähintään 1 kg. Näin tutkitaan näytteen sisältämät haitta-aineiden liukoisuudet ja pitoisuudet. Näytteenotossa sovelletaan SGM:n laatimaa kiviainesnäytteenotto-ohjetta. (SGM-verkkolevy n.d.)

Rakennusteknisten ominaisuuksien tutkimiseen näytettä tarvitaan 80–120 kg. Rakennusteknisiä ominaisuuksia testataan, sillä betonimursketta käytetään ja käsitellään kuten luonnon kiviainesta. Sen tulee siis täyttää myös tulevaan käyttötarkoitukseen kohdistuvat ohjeistukset, esimerkiksi InfraRYL, joka määrittelee infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (Rakennustieto n.d.). Siksi Savon Kuljetus Oy tutkituttaa betonimurskeesta esimerkiksi rakeisuuden, hienoainepitoisuuden, kiintotiheyden, iskunkestävyyden Los Angeles -kokeella sekä puristuslujuuden. (SGM-verkkolevy n.d.)

Savon Kuljetus Oy:n maa-ainesalueilta tulevien betonimurskenäytteiden materiaalijakauma, epäpuhtaudet ja kelluvat epäpuhtaudet tutkitaan SGM:n testauslaboratoriossa, joka on PANK ry:n hyväksymä sekä Kiwa Oy:n sertifioima laboratorio. Betonin laatua valvotaan silmämääräisesti ja näytteenotolla. Murske luokitellaan luvun 5.2.1 mukaisiin laatuluokkiin BeM I–IV, mikä edellyttää jätteen koostumuksen ja ominaisuuksien tuntemista. (SGM-verkkolevy n.d.) Laatuluokat vaikuttavat myös betonimurskeen mahdollisiin käyttökohteisiin.

Savon Kuljetus Oy ylläpitää maa-ainesaluekohtaista kirjanpitoa, jonka avulla seurataan kunkin alueen materiaalivirtaa. Myös tiedot näytteenotoista kirjataan ylös kohdekohtaiseen näytteenottosuunnitelmaan. MARA-asetuksen mukaista betonimursketta voidaan varastoida alueella enintään kolme vuotta, ja sen tulee tapahtua tasatulla ja tiivistetyllä varastointi- ja käsittelyalueella. Vuosittain toiminnasta toimitetaan yhteenveto alueen ympäristöluvan mukaisen tarkkailun yhteydessä. (SGM-verkkolevy n.d.)

### 6.3 Maa-ainesalueet

Savon Kuljetus Oy:llä on tällä hetkellä kuusi maa-ainesaluetta, joiden ympäristöluvut sallivat betonin vastaanoton, murskauksen ja varastoinnin. Nämä sijaitsevat Savossa, Keski-Suomessa ja Uudellamaalla. Tässä

opinnäytetyössä kyseisiin alueisiin viitataan nimillä Outila, Pöljä, Rakela, Tarpinen, Punakangas ja Tulppaani. (SGM-verkkolevy n.d.)

Kuopiossa sijaitsevalla maa-ainosalue Outilalla on Kuopion kaupungin vuonna 2010 myöntämä maa-ainesten ottolupa, jonka lisäksi alueelle on vuonna 2016 myönnetty ympäristöluvan muutos. Luvan muutos koskee kivenlouhimoa ja -murskaamoja sekä materiaaliterminaalitoimintaa. Toistaiseksi voimassa oleva lupa mahdollistaa kivipohjaisten kierrätysmateriaalien eli betoni-, tiili- ja laattajätteen vastaanoton, näiden varastoinnin sekä murskauksen. Outilan materiaaliterminaalissa saa jalostaa vuodessa enintään 16 000 t betonijätettä. (SGM-verkkolevy n.d.)

Siilinjärven kunnassa, Pöljän kallioalueella on maa-aines- ja ympäristölupa vuodesta 2020 vuoteen 2030 saakka. Alueella on mahdollista jalostaa ja välivarastoida syntypaikkalajiteltuja kierrätysmateriaaleja. Käsiteltävää kierrätysmateriaalia otetaan vastaan vuodessa enintään 20 000 tonnia. Alueella tapahtuu sekä kallioista louhitun kiviaineksen että kierrätysmateriaalien, kuten betoni- ja tiilijätteen, murskausta. Pöljän kallioalueelle ei sijoiteta pysyvää murskauslaitosta, vaan alueella on käytössä siirrettävät murskauslaitteistot. Alueella sijaitsee pohjavesivarantoja, joten niin kauan, kun alueella tuotetaan MARA-asetuksen mukaisesti kierrätysmateriaalista betonimursketta, tulee käsittelytoimintojen sijaita pohjavesialueen ulkopuolella. (SGM-verkkolevy n.d.)

Vuonna 2019 Joroisten kunnan alueen maa-ainosalue Rakelalle haettiin maa-aineslupaa jatkamaan aikaisemmin voimassa ollutta lupaa sekä ympäristölupaa kalliolouhintaan ja murskaukseen. Alueella on rakennusjätteiden käsittelyyn tarkoitettu uusiokäsittelylaitos, jolle on myönnetty toistaiseksi voimassa oleva ympäristölupa. Se kattaa kierrätysbetonin murskaamista 5 000 t vuodessa. Betonin pulverointi tapahtuu hydraulisella murskaimella. (SGM-verkkolevy n.d.)

Tarpisen maa-ainosalueella on lupa kierrätysmateriaalin jalostamiseen ja välivarastointiin yhteensä 20 000 t vuodessa. Maa-ainosalue sijaitsee Pohjois-Savossa, ja sille on vuonna 2018 myönnetty toistaiseksi voimassa oleva ympäristölupa, joka kattaa materiaaliterminaalin toiminnan. Alueen eteläpuolella on Natura 2000 -ohjelmaan kuuluva alue. (SGM-verkkolevy n.d.)

Punakankaan kiviainesalue sijaitsee Muuramen ja Jyväskylän rajalla, ja siellä tapahtuu muun muassa kiven louhintaa, hiekanottoa ja jätteiden välivarastointia. Alue ei sijaitse pohjavesialueella. Punakankaan kiviainesalueen tuhkan ja betonin yhteenlaskettu vuosittainen varastointi- ja käsittelymäärä on 10 000 tonnia. Alueelle on myönnetty ympäristölupa vuonna 2011, jonka myötä betonijätteen välivarastointi ja jalostaminen Punakankaan sora-alueella on sallittua. Betonijäte on valmisbetoniasemalta tulevaa betonimurskettä. (SGM-verkkolevy n.d.)

Maa-ainesalue Tulppani sijaitsee Uudellamaalla Nurmijärven kunnassa. Alueen lupa myöntää 15 000 t betonijätteen käsittelyn vuosittain, mutta Savon Kuljetus Oy hakee luvan muutosta käsittelymäärän nostoon 49 000 t vuodessa. Maa-ainesalue Tulppaanin voimassa oleva ympäristölupa on myönnetty vuonna 2017. (SGM-verkkolevy n.d.) Taulukossa 1 on kaikkien maa-ainesalueiden luvankäytön mukaiset betonijätteen käsittelymäärät sekä lupien voimassaoloajat.

Taulukko 1. Savon Kuljetus Oy:n betonimurskettä käsittelevät maa-ainesalueet, suurin sallittu käsittelymäärä vuosittain ja ympäristöluvan voimassaoloaika.

<b>Maa-ainesalue</b>	<b>Sijainti</b>	<b>Betonin käsittelymäärä</b>	<b>Ympäristöluvan voimassaoloaika</b>
Outila	Kuopio	16 000 t/vuosi	Toistaiseksi voimassa
Pöljä	Siilinjärvi	20 000 t/vuosi	Vuoteen 2030 asti
Rakela	Joroinen	5 000 t/vuosi	Toistaiseksi voimassa
Tarpinen	Nilsinä	20 000 t/vuosi	Toistaiseksi voimassa
Punakangas	Muurame	10 000 t/vuosi	Toistaiseksi voimassa
Tulppaani	Nurmijärvi	15 000 t/vuosi (haetaan nostoa 49 000 t/vuosi)	Toistaiseksi voimassa

Tällä hetkellä betonimurskettä ei tuoteta millään Savon Kuljetus Oy:n maa-ainesalueella. Markkinatilanne betonimurskeelle on viime vuosina ollut varsin huono, esimerkiksi rakennusteollisuuden vakavan laskusuhdanteen vuoksi. Lisäksi MARA-asetuksen mukaista murskettä voidaan varastoida ainoastaan

kolmen vuoden ajan, jonka jälkeen se on jälleen jätettä ja aiheuttaa jätteen käsittelykustannuksia viedessä se betonijätettä vastaanottavalle taholle. Näin ollen sen tuottaminen varastoon ei ole suurissa määrissä taloudellisesti kannattavaa.

#### 6.4 Kustannukset tällä hetkellä

Ympäristönsuojelulaki (527/2014, 59 §) velvoittaa toimijan maksamaan vakuutta, mikäli toiminnassa tapahtuu jätteen käsittelyä. MARA-asetuksen mukaisen betonimurskeen ollessa edelleen jätettä, vaatii sen tuottaminen vakuuden maksamista. Vakuuden määrään vaikuttaa esimerkiksi toiminnan laajuus ja luonne. Taulukossa 2 on kuvattu Savon Kuljetus Oy:n maa-ainesalueiden vakuuksista aiheutunut hinta.

Taulukko 2. Maa-ainesalueiden vakuutuksista aiheutuneet kustannukset.

<b>Maa-ainesalue</b>	<b>Vakuudet</b>
Outila	Materiaaliterminaalin vakuus 10 000 €
Pöljä	Maa-ainesvakuus lupamääräysten noudattamiseksi 71 500 € Toiminnan aloittamisvakuus 71 500 €
Rakela	Maa-ainesvakuus 36 500 €
Tarpinen	Materiaaliterminaalin vakuus 10 000 € Vakuus lupamääräysten noudattamiseksi 65 830 €
Punakangas	Toiminnan aloittamisvakuus 5 000 € Toiminnan kattamisvakuus 5 000 €
Tulppaani	Betoni-, tiili- ja asfalttijätteen käsittelyvakuus 10 000 € Maakaatopaikka toiminnan vakuus 10 000 €/alkava 100 000 m <sup>3</sup> ltr (teoreettinen kiintotilavuus)

Taulukossa 2 esitetyistä kustannuksista on kuitenkin huomioitava, että osa niistä tulee maksaa riippumatta siitä, onko alueella betonijätteen käsittelyä vai ei. Näiden lisäksi haettavan ympäristöluvan käsittelystä peritään maksu. Koska

luvan myötä alueilla harjoitetaan paljon muutakin toimintaa kuin betonijätteen käsittelyä, ei sen maksuja ole sisällytetty taulukkoon.

Valmiista betonimurskeesta suoritetaan näytteenottoa ympäristökelpoisuuden ja rakennusteknisten ominaisuuksien takaamiseksi luvussa 6.2 kuvatulla tavalla. Näytteitä analysoidaan niin SGM:n laboratoriossa kuin ulkopuolisten alihankkijoiden toimesta. Näytteenoton kustannukset muodostuvat taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Näytteenotosta ja sen analysoinnista aiheutuvat kustannukset.

	<b>Hinta (alv 0 %)</b>	<b>Alihankinta</b>	<b>Huomioita</b>
<b>Työtuntihinta</b>	55 €/h	SGM	
<b>Ajomatka</b>	0,7 €/km	SGM	
<b>Rakeisuus</b>	170 €/kpl	SGM	Sisältää hienoaines määrityksen
<b>Kiintotiheys</b>	90 €/kpl	SGM	
<b>Los-Angeles</b>	210 €/kpl	SGM	Vaaditaan kantavan kerroksen kiviaineelta
<b>Osa-aineiden luokittelu</b>	420 €/kpl	SGM	Sisältää kelluvien epäpuhtauksien määrityksen
<b>MARA-kelpoisuus</b>	437 €/kpl	Ulkopuolinen taho	
<b>MARA- + kaatopaikka-kelpoisuus</b>	734 €/kpl	Ulkopuolinen taho	
<b>Puristuslujuus</b>	1200 €	Ulkopuolinen taho	Tehdään sarjana, 7 vrk ja 28 vrk
<b>Lausunto</b>	140 €/kpl	Ulkopuolinen taho tai SGM	
<b>Murskeen hävitys</b>	70–140 €	SGM	
<b>Postitus</b>	80 €/kpl	SGM	

Maa-ainesalueiden, lupien ja näytteenoton lisäksi selkeitä kustannuksia muodostuu raportointiin käytetystä ajasta ja kuljetuksista. Mikäli valmista MARA-mursketta ei myydä tai käytetä kolmen vuoden sisällä valmistuksesta, tulee siitä maksaa myös jätteen käsittelymaksu kaatopaikalle.

## 7 Käyttöönoton tulokset

Muutos tuottaa EEJ-betonimursketta MARA-murskeen tilalla vaatii erityisesti lainsäädäntöön tutustumista ja vaatimusten tunnistamista. Sekä murskaus että näytteenotto ja niiden analysointi tapahtuvat käytännössä samalla tavoin, mutta tarkkuus ja velvoitteet ovat tiukempia.

EEJ-prosessin sertifiointia varten tulee luoda laadunvarmistusjärjestelmä, johon EEJ-asetus antaa sisältökohteet. Järjestelmä sekä muu EEJ-murskeesta vaadittava dokumentointi ja ilmoittaminen on MARA-asetusta määritellympää. Tämän opinnäytetyön ohella luotiin toimeksiantajan käyttöön ohje EEJ-betonimurskeen laadunvarmistusjärjestelmään kaikille kuudelle luvussa 6.2 esitellylle maa-ainesalueelle. Tässä luvussa syvennytään käyttöönotosta aiheutuviin kustannuksiin, EEJ-betonin hyötyihin ja haasteisiin sekä EEJ-betonimurskeen myyntiin.

### 7.1 EEJ-betonin kustannukset ja hinnoittelu

Tämän opinnäytetyön kannalta keskeinen rooli on EEJ-prosessista muodostuvilla kustannuksilla. Suurin eroavaisuus EEJ- ja MARA-betonimurskeen kustannuksista muodostuu prosessin sertifiointista sekä sen ylläpitämisestä vuosittain. Kiwa Oy:n vuoden 2025 maksuperusteiden mukaisesti voidaan esittää kustannuksien syntymiseen ja määrään vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi tässä luvussa esitellään teoreettinen mahdollisuus EEJ-betonimurskeesta saatavalle tuotolle.

#### 7.1.1 Sertifiointin kustannukset

Sertifiointiprosessin kustannukset koostuvat aloitusmaksusta, tarkastusmaksuista ja liikevaihtoon perustuvasta vuosimaksusta. Kustannuksien suuruuteen vaikuttaa sertifioidut tuotantopaikat sekä näiden sijainti. Mikäli voimassa olevaa sertifikaattia pitää muuttaa tai laajentaa, peritään siitä maksuperusteiden mukainen korvaus. (Kiwa Oy 2025.)

Sertifiointiprosessi alkaa laadunvarmistusjärjestelmän hyväksyttämällä. Samalla tarkastetaan kaikkein sertifiointin kohteena olevien maa-ainesalueiden kelpoisuus. Alkutarkastuksen hinta on vähintään 1 810 € ja se pitää sisällään 6–8 tunnin työn. Jos työhön kuluu aikaa 9–12 tuntia, on hinta 2 615 €. Työmäärään lasketaan valmistautuminen, tarkastuskäynti alueilla ja raportointiin kuluva aika. Matkoihin käytetty aika lasketaan puolittettuna. Lisäksi kustannuksiin lisätään päivärahat ja matkakulut todellisten kustannusten mukaisesti. (Kiwa Oy 2025.)

Kertaluonteinen sertifiointimaksu on 835 €, ja se tulee maksaa, mikäli alkutarkastuksen yhteydessä toiminta hyväksytään. Tämän myötä yritys saa sertifiointin toiminnalle. Vuosittain määräytyvä vuosimaksu on konsernikohtainen, ja se määräytyy kaikkien sertifiointin piiriin kuuluvien tuotteiden liikevaihdon perusteella. Vuosimaksu on aina vähintään 720 €. (Kiwa Oy 2025.)

Sertifiointin ylläpitäminen vaatii vuosittaisia tarkastuskäyntejä. Tarkastuksessa käydään läpi kuluneen vuoden dokumentointi kaikista sertifioiduista alueista. Lisäksi vuosittain tarkastaja käy vähintään yhdellä alueella tarkastamassa toiminnan, kuitenkin niin, että kolmen vuoden aikana kaikilla alueilla on käyty vähintään kerran. Tarkastuskäynti maksaa 1 270–2 615 € riippuen tarkastukseen kuluneesta ajasta. (Kiwa Oy 2025.)

### 7.1.2 Muut kustannukset

Savon Kuljetus Oy:llä on toimintaa useilla maa-ainesalueilla, jotka mahdollistavat betonijätteen vastaanoton. Niillä alueilla, joilla betonimurskeen jalostaminen ja välivarastointi on tällä hetkellä mahdollista, tuotetaan myös muita kivi- ja maa-aineksia. Näin ollen betonimurskeesta ei aiheudu suoranaisesti maa-ainesalueisiin liittyviä kustannuksia, kuten alueen löytämistä ja hankkimista. Mahdollistaakseen EEJ-betonimurskeen tuottamisen, Savon Kuljetus Oy:n ei tarvitse siis hankkia uusia maa-ainesalueita toiminnalleen.

EEJ-asetus velvoittaa betonimurskeesta tiedon dokumentointia. Tämä voidaan nähdä työtunteja lisäävänä elementtinä jokaisen murske-erän yhteydessä.

Toisaalta myös MARA-asetus ja jätelaki velvoittavat raportointia, joten ennen toiminnan aloittamista on lähes mahdoton arvioida, tuleeko toimistotyö lisääntymään, kuinka paljon tai aiheutuuko siitä merkittäviä kustannuksia.

Savon Kuljetus Oy käyttää ulkopuolista toimijaa betonijätteen murskaamiseen ja jalostamiseen haluttuun palakokoon. Samalla tavoin voidaan toteuttaa murskausta, riippumatta siitä, tuotetaanko MARA- vai EEJ-asetuksen mukaista betonimursketta vai luonnonkiviainesta. Tässä opinnäytetyössä ei huomioida kalustosta tai murskauksesta muodostuvia kustannuksia, sillä se ei ole aiheen kannalta relevanttia.

Näytteenottoa suoritetaan yhtä usein ja hyvin pitkälti samoista haitta-aineista riippumatta betonimurskeen valmistukseen noudatetusta asetuksesta. Liitteen 2 taulukossa 4 ja 5 on esitelty tarkemmin EEJ- ja MARA-asetuksen näytteenoton eroja. Näytteenoton suoritusmäärässä ei ole eroja, ainoastaan raja-arvot haitta-aineiden liukoisuuksille sekä pitoisuuksille eroavat toisistaan, mutta tämä ei vaikuta näytteenoton suorittamiseen, ainoastaan tulosten analysointiin. Lisäksi EEJ-asetus velvoittaa näytteenoton tapahtuvan jatkuvasta materiaalivirrasta. Näytteenoton kustannukset esiteltiin aikaisemmin taulukossa 3.

Betonijäte vaatii kuljetusta alueelle, jossa varsinainen EEJ-betonin valmistus tapahtuu. Kuljettaminen tapahtuu yleensä sen toimijan toimesta, joka purkamisen on suorittanut. Savon Kuljetus Oy:llä on jätehuoltorekisterin myötä toistaiseksi voimassa oleva lupa kuljettaa 5 000 t betonia vuodessa ja 30 000 t betonin, tiilen, laattojen ja keramiikan seosta. Kuljetettavasta jätteestä tulee pitää kirjaa. Lisäksi ennen jätteen siirron aloittamista pitää siitä laatia jätelain velvoittama siirtoasiakirja. (IMS n.d.) Koska sallittu jätteenkuljetusmäärä on varsin vähäinen betonijätteen mahdolliseen käsittelymäärään verrattaessa, tapahtuu kuljetus pitkälti ulkopuolisen tahon toimesta.

EEJ-asetuksen mukainen toiminta vaatii ympäristöluvan betonijätteen murskaustoimintaan. Tällainen ympäristölupa löytyy Savon Kuljetus Oy:n maainesalueilta, eikä sitä tarvitse enää erikseen hakea EEJ-betonia varten. Jotta toiminta pysyy kannattavana, ei ympäristölupaa ole ainakaan toistaiseksi kannattavaa hakea ainoastaan kierrätysmateriaalitoiminnalle.

### 7.1.3 Betonimurskeen myynti ja vastaanottaminen

EEJ-betonimurskeen myyntihinta määräytyy monen tekijän kautta. Eniten hintaan vaikuttaa kuitenkin tuotteen kysyntä, mitä on vaikea ennustaa, sillä erityisesti EEJ-betonimurske on melko uusi ja yhä tuntematon materiaali. Yleisesti betonin hinta muodostuu muun muassa lujuuden, notkeuden ja rasitusluokan perusteella, jonka lisäksi siihen vaikuttaa vuodenaika, sijainti ja toimitusmatka (Kilpailutabetoni 2025).

Liitteessä 3 on esitelty muiden valmistajien erilaisten betonimurskeiden ulosmyyntihintoja. Voidaan huomata, että keskimääräinen hinta tonnille EEJ-betonimursketta (0/90mm) on 3,38 €. Prosessin vaativuuteen nähden hinta vaikuttaa matalalta. Savon Kuljetus Oy:llä ei toistaiseksi ollut vakiohintaa MARA-murskeelle, mutta hinta liikkuu samoissa suuruuksissa kilpailukyvyn ylläpitämiseksi.

Mikäli jokainen maa-ainesalue tuottaisi ja möisi niille osoitetun enimmäismäärän EEJ-betonimursketta sen laskennallisella keskimääräisellä hinnalla, murskeesta saatu tuotto vuodessa olisi 290 680 € (alv 0 %). Mikäli Tulppaanin ympäristöluvan muutos ja betonimurskeen käsittelymäärän nostaminen toteutuu, nousisi kokonaistuotto 405 600€ (alv 0 %). Taulukossa 4 on jaoteltu kunkin maa-ainesalueen teoreettisesti mahdollinen tuotto.

Taulukko 4. Betonimurskeesta saatava tuotto.

<b>Alueen nimi</b>	<b>Betonimurskeen määrä</b>	<b>Tuotto/vuosi (alv 0 %)</b>
<b>Outila</b>	16 000 t/vuosi	54 080€
<b>Pöjä</b>	20 000 t/vuosi	67 600 €
<b>Rakela</b>	5 000 t/vuosi	16 900 €
<b>Tarpinen</b>	20 000 t/vuosi	67 600 €
<b>Punakangas</b>	10 000 t/vuosi	33 800 €
<b>Tulppaani</b>	15 000 t/vuosi (haetaan nostoa 49 000 t/vuosi)	50 700 € (165 620 €)

Betonijätettä syntyy vuosittain paljon, ja jätettä vastaanottavia tahoja löytyy jo eri puolilta Suomea. Liitteeseen 4 on kerätty tietoja toimijoiden ilmoittamista betonijätteen vastaanottohinnoista, eli siitä hinnasta, jolla asiakas saa tuoda jätteen toimijalle. Liitteen 4 taulukosta 1 voi havaita, että toimijoita on useampia ja sekä hinnat että jätteen luokittelu eri laatutekijöillä vaihtelevat toimipaikoittain. Verrattuna valmiin EEJ-betonimurskeen hintoihin, on betonijätteen hinnat varsin korkeat. Voidaankin todeta, että kaupankäynti ja toiminnan kannattavuus tapahtuu betonijätteen vastaanotosta aiheutuvalla tuotolla enemmän, kuin valmiin EEJ-betonimurskeen myynnistä saatavalla tuotolla.

## 7.2 Hyödyt

EEJ-asetuksen mukaisten arviointiperusteiden käyttöönotto on Savon Kuljetus Oy:lle hyödyllistä monesta näkökulmasta. Uudelleenkäytön lisääminen auttaa yritystä paikallisesti, mutta ajaa samalla koko Suomea lähemmäs asetettuja ympäristötavoitteita. Tarve neitseelliselle kiviainekselle vähenee, kun uusiomateriaalia on tarjolla yhä kattavammin läpi Suomen.

EEJ-betonimurske on huomattavasti ympäristöystävällisempi vaihtoehto verrattuna neitseelliseen kivimurskeeseen. Raaka-aineiden säästymisen lisäksi jätteen uudelleenkäyttö vähentää syntyviä hiilidioksidipäästöjä, ja uusiobetonimurske toimii hiilinieluna. Mitä suurempi alue on kosketuksissa ilman hiilidioksidiin, sitä suurempi on murskeen kyky sitoa sitä itseensä. (Possan ym. 2016, 8.) Betonimurskeen hiilensidonnasta saa siis enemmän irti, kun se on levitettyä laajalle alueella ilman peittävää materiaalia.

Betonia käytetään kaikkialla Suomessa, joten myös betonimursketta on mahdollista valmistaa missä päin vain. Betonimurskeen valmistus ei ole siis sidonnainen luonnonkiven esiintymäalueisiin. Tämä mahdollistaa jätteen ja murskeen toimittamisen lyhyemmillä kuljetusmatkoilla, joka lisää säästämistä niin talouden kuin ympäristön kannalta. EEJ-betonimurske on ominaisuuksiltaan lujempaa kuin luonnon kiviaines, joten sitä tarvitaan määrällisesti vähemmän esimerkiksi kantaviin kerroksiin. Myös tämä vähentää tarvetta kuljetuksille, mikä

on erityisesti raskaiden materiaalien kohdalla tärkeää. Vähentämällä louhintaa vähennetään myös sen aiheuttamia ympäristöpäästöjä.

Betonin suuren suosion vuoksi myös betonijätettä eli EEJ-betonimurskeen raaka-ainetta syntyy paljon. Savon Kuljetus Oy:n toimiessa laajasti eri puolilla Suomea on betonijätteen lähteitä myös kattavasti. Kun materiaalivirran jatkuminen voidaan taata, voidaan ottaa osaa myös suurempiin hankkeisiin, jossa mursketta hyödynnetään. EEJ-betonimursketta voidaan myös tarjota yhä laajemmin erilaisiin käyttökohteisiin, myös pohjavesialueella ja esimerkiksi kasvualustana.

Laajentamalla liiketoimintaa kattamaan myös EEJ-betonimurskeen, voidaan tavoittaa uusia asiakasryhmiä. Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö (2025) toi haastattelussa esiin vastuullisen toiminnan lisääntymisen julkisilla rakennuttajilla sekä kierrätysmateriaalien arvostamisen kilpailutuksissa. Hänen näkemyksensä mukaan EEJ-betonimurskeen kysyntä tulee kasvamaan, kun aiheesta opitaan lisää ja ymmärretään yhä laajemmin neitseellisten materiaalien säästötarve. On huomattu, että rakentajat ovat jo ilmaisseet kiinnostuksensa vähähiilisempiä kiertotaloustuotteita kohtaan (Heikkilä 2022). Voidaan siis olettaa, että myös uusiobetonimurske kasvattaa kiinnostusta.

Asiakkaan näkökulmasta EEJ-betonimurskeen hyödyntäminen on huomattavasti helpompaa kuin MARA-betonimurskeen. Sen lisäksi, että EEJ-betonimursketta voi käyttää huolettomammin erilaisissa käyttökohteissa, ei sen hyödyntämiseksi asiakkaan tarvitse tehdä ilmoituksia tai käydä läpi lupaprosesseja, joita MARA-asetus vaatii betonimurskeen hyödyntäjältä.

Kun betonijätteen jätestatus poistetaan EEJ-menettelyn avulla, ei betonimursketta tarvitse käsitellä jätteenä. Tämä vähentää jätteistä aiheutuvia kaatopaikkamaksuja, joita esimerkiksi kolme vuotta varastoitu MARA-asetuksen mukainen murske aiheuttaa. Mikäli Savon Kuljetus Oy ei ryhdy laatimaan EEJ-betonimursketta, vaan jatkaa MARA-murskeen valmistusta, tulee toiminnassa huomioida myös jäteveron mahdollinen laajeneminen koskemaan maa- ja kiviaineksia (Kierrätysteollisuus 2024). Tällöin murskeen varastoimista tulee välttää entistä tehokkaammin.

Yrityksen ulospäin antama julkisuuskuva voidaan nähdä parempana, kun he tuottavat betonimursketta kierrätysmateriaalista. Vastuullisuus on yksi nykyajan puhututtavimmista teemoista, ja Rossanderin (2020) mukaan yrityksen vastuullisuusmaine vaikuttaa merkittävästi kuluttajan ostopäätökseen. Tietyistä tuotteista tai palveluista ollaan valmiita maksamaan enemmän, jos se on tuotettu vastuullisesti, esimerkiksi ympäristön näkökulmasta.

### 7.3 Haasteet

EEJ-betonimurskeen käyttö aiheuttaa myös haasteita. Vaikka EEJ-prosessi poistaa betonijätteeltä sen jätestatuksen, pysyy jätenimike edelleen murskeen varsinaisessa nimessä (ei enää jätettä -betonimurske). Tämä voi aiheuttaa helposti ennakkoluuloja tuotteen puhtauteen ja käyttökelpoisuuteen liittyen. Tampereen yliopiston tutkijat Pohls ja Alkki (2022) tutkivat betoni- ja tiilimurskeen arvoketjuja ja tutkimus vahvistaa käsitystä siitä, että betonijätteestä valmistetun betonimurskeen ei ajatella olevan yhtä laadukasta kuin neitseellisen kiviaineksen, vaikka näytteenotto osoittaisikin toisin. Kiertotalouden hyödyt tiedostetaan, mutta samanaikaisesti pelätään murskeesta mahdollisesti liukenevia haitta-aineita. Toimijoiden voidaan nähdä suhtautuvan uuteen liiketoimintaan varovasti etenkin, kun kierrätysmateriaalien käyttö ei toistaiseksi ole pakollista.

Pohls ja Alkki (2022) osoittavat myös sen, että betonimurskeeseen kohdistuva lainsäädäntö nähdään monimutkaisena. Osittain tämän seurauksena betonimurskeen ostajia epäilyttää murskeen riittävyys sekä sen tasalaatuisuus eri toimijoiden välillä. Tutkinnan kohteena on ollut MARA-asetuksen mukainen betonimurske, jonka vaatimukset ovat EEJ-asetusta kevyemmät. EEJ-asetus siis mahdollistaa tasalaatuisemman murskeen asettamalla tiukat raja-arvot.

Kierrätetyistä materiaaleista valmistetun betonimurskeen kysyntä on toistaiseksi melko vähäistä. MARA-asetus mahdollistaa hyvin rajalliset käyttökohteet murskeelle, joten sitä ei vielä osata tai edes haluta hyödyntää niin laaja-alaisesti kuin mahdollista. EEJ-menettelyn etuna on monipuolisemmat käyttötarkoitukset

sekä betonimursketta vastaanottavan asiakkaan lupamenettelytarpeen poistuminen, joten se voi lisätä kiinnostusta murskeen käyttöön ja kysyntään.

EEJ-asetuksen mukaisen betonimurskeen tuottaminen ja toiminnan ylläpitäminen vaatii vuosittaista raportointia, sillä valmistajan tulee raportoida toiminnastaan valvontaviranomaiselle. Näin voidaan seurata betonivalmistajan toimintaa ja arviointiperusteiden täyttymistä sekä samalla ehkäistä ympäristöä vaarantavien aineiden pääsyä suoraan kosketuksiin luonnon kanssa. Lisäksi asetus velvoittaa jokaisen luovutetun betonimurske-erän mukana toimittamaan vaatimustenmukaisuusilmoituksen, jonka avulla voidaan myös jälkikäteen seurata, millaisesta betonijätteestä murske on valmistettu, kuka on valmistaja ja kuinka paljon kyseistä betonierää on. (466/2022, 17 §.) Näiden voidaan nähdä aiheuttavan ylimääräisiä kustannuksia ja vaikeuttavan toiminnan harjoittamista.

Kiwa Oy:n tuotepäällikön haastattelun (19.3.2025) perusteella suurinta haastetta sertifiointiprosessiin ja EEJ-betonimurskeen tuotantoon liittyen aiheutuu asetuksen määrittelemästä näytteenotosta. Se nähdään haasteellisena toteuttaa, sillä kokoomanäytteen tulee koostua 20 osanäytteestä, jotka tulee ottaa materiaalivirrasta. Näin ollen esimerkiksi valmiista murskekasasta tehty näytteenotto ei täytä asetuksen asettamia vaatimuksia.

Haasteena koetaan myös vastaanotetun betonijätteen laatu, sillä pienikin määrä epäpuhtauksia voi pilata koko betonierän. Tämän vuoksi Savon Kuljetus Oy:n tulee vaatia todistus betonijätteen laadusta jo ennen sen vastaanottoa. Näin vältetään ylimääräisiltä kustannuksilta, joita laadunvarmistuksesta aiheutuu, mikäli jäte ei olekaan käyttökelpoista.

Kierrätetty betonimurske imee itseensä jopa 9 % sen painosta enemmän vettä kuin tuore, uusi betoni. Vettä tarvitaan betonin kovettumiseen, mutta mikäli vettä on liikaa, voi se aiheuttaa betonin halkeilua, sen heikentymistä, betonin laajentumista ja näistä aiheutuvia esteettisiä ongelmia. (Warnock 2023.) Tavalliseen betonimurskeeseen verrattuna EEJ-betonimurskeen ominaisuuksia ei välttämättä osata ennustaa yhtä tarkasti, erityisesti syöttöpanoksena käytettyjen betonijätteiden erojen vuoksi.

## 8 Lopuksi

Uudelleenkäytön lisääminen kaikilla sektoreilla on yhä tärkeämpää luonnon monimuotoisuuden, mutta myös ihmisen hyvinvoinnin kannalta. Samalla voidaan edistää kehitystä ja monipuolistaa olemassa olevaa tarjontaa, esimerkiksi tekniikan ja rakentamisen saralla. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Savon Kuljetus Oy:n mahdollisuuksia ryhtyä tuottamaan yhä monipuolisemmin betonijätteestä valmistettua betonimursketta. Samalla yrityksen on mahdollista lisätä uudelleenkäyttöä omassa toiminnassaan. Vaikka kyseessä on vain yksi alan toimija, on esimerkkinä toimiminen keskeistä, jotta myös muut toimijat innostuvat uudelleenkäytöstä ja sen tuomisesta mukaan liiketoimintoihin. Näin voidaan saavuttaa niin betoniteollisuuden kuin koko Suomen betonirakentamiselle asetetut päästötavoitteet.

Opinnäytetyö rakennettiin kattamaan teoreettinen tietopohja sekä tavallisesta betonista, EEJ-asetuksesta että siihen merkittävästi vaikuttaneesta lainsäädännöstä. Näin pyrittiin muodostamaan mahdollisimman kattava käsitys siitä, miksi EEJ-asetus on luotu ja miten sitä voidaan hyödyntää maarakentamisessa. Tavoitteena oli koota kaikki EEJ-prosessin kannalta keskeiset sisältökohteet yksien kansien väliin, jotta Savon Kuljetus Oy:n on helpompi tehdä päätös tuotannon käyttöönotosta.

EEJ-asetus on astunut voimaan syksyllä 2022, eli se on yhä varsin tuore asetus. Se on kuitenkin mahdollistanut kolmannen keinon betonijätteen hyödyntämiseen murskeena ympäristöluvan ja MARA-asetuksen ohelle. EEJ-asetuksen mukaisen laadunvarmistusjärjestelmän on sertifioinut jo yli 20 suomalaista yritystä ja se tulee todennäköisesti lisäämään kuluttajien kiinnostusta kierrätysmateriaaleista valmistettuja tuotteita kohtaan, kunhan asetus opitaan tuntemaan paremmin.

Tuottamalla betonimursketta EEJ-asetuksen mukaisesti noudatetaan samalla jätteen etusijajärjestystä. Se velvoittaa materiaalin hyödyntämisen niin pitkään kuin mahdollista. Betonijätteen hyödyntäminen pidentää betonin elinkaarta, eli lisää uudelleenkäyttöä, joka on jätteen etusijajärjestyksen toiseksi ylin tavoite. Samalla kuitenkin myös ylimmän tavoitteen mukaisesti jätteen määrä vähenee,

sillä EEJ-asetus poistaa betonijätteeltä jätestatuksen, mutta vähentää myös tarvetta uuden betonin valmistukselle ja sitä kautta jätteen syntymiselle.

Opinnäytetyössä selvitettiin EEJ-betonimurskeen hyötyjä ja haittoja niin taloudellisesta kuin ympäristöllisestä näkökulmasta sekä luotiin erillinen ohje laadunvarmistusjärjestelmän käyttämiseen. EEJ- ja MARA-betonimurskeiden sekä niiden taustalla vaikuttavien prosessien erot ovat merkittävä syy siihen, miksi selvitystyö suoritettiin. MARA-murskeen tuottaminen ei ole nähty kannattavana heikon myynnin, vähäisten käyttömahdollisuuksien ja lyhyen varastointiajan kannalta. EEJ-betonimurske mahdollistaa huomattavasti monipuolisemmat käyttömahdollisuudet, eikä asetuksen myötä murskeen käytölle ole aikarajaa. Lisäksi EEJ-asetuksen mukainen betonimurske on huomattavasti helpompikäyttöistä asiakkaan näkökulmasta, mitä Savon Kuljetus Oy voi korostaa etsiessään kiinnostuneita murskeen ostajia. EEJ-mursketta saa käyttää kuten luonnon kiviainesta ilman ylimääräisiä lupamenettelyjä, kunhan sen tuotanto ja ominaisuudet täyttää asetuksen vaatimukset.

EEJ-asetus on käytössä sellaiseen valmistajaan, jolla on ympäristönsuojelulain (527/2014, 27 §) mukaisesti ympäristölupa betonijätteen murskaustoimintaan. Koska Savon Kuljetus Oy:ltä tällaisia jo löytyy, ei toiminnan aloittamiseksi tarvitse käydä läpi lupamenettelyjä. Koko betonijätteen käsittely ja murskaus prosessi tulee sertifioida ulkopuolisen tahon toimesta, ja tämän helpottamiseksi luotiin Savon Kuljetus Oy:n käyttöön ohje laadunvarmistusjärjestelmän luomiseen. Ohjeen tarkoituksena on varmistaa, että kaikki EEJ-asetuksen edellyttämät vaatimukset huomioidaan varsinaisessa laadunvarmistusjärjestelmässä, eikä ylimääräisiä kustannuksia synny järjestelmän puutteiden vuoksi.

Selvitystyön tuloksena saatiin kattava listaus erilaisista hyödyistä, mutta myös haasteista, joita prosessin tai murskeen käytöstä voi aiheutua ja jotka tulee huomioida toimintaa aloittaessa. Lisäksi käsiteltiin kustannuksia, joita niin EEJ- kuin MARA-murskeesta aiheutuu. Nämä kulkevat suurilta osin käsi kädessä, esimerkiksi näytteenoton ja murskauksen kannalta, sillä molemmille murskeille tehdään samat laadunvarmistustestit sekä betonijäte käsitellään ja murskataan yhtä suureen palakokoon.

EEJ- ja MARA-asetukset velvoittavat toimijaa pitkälti samankaltaisiin toimenpiteisiin. Merkittävimmät erot asetusten arviointiperusteissa ovat haitta-aineiden ja muiden epäpuhtauksien raja-arvoissa (liite 2) sekä käyttötarkoitusten monipuolisuudessa. Betonijätteen ja valmiin betonimurskeen käsittely tapahtuvat hyvin samankaltaisesti, joten Savon Kuljetus Oy:n ei tarvitse tehdä huomattavia muutoksia varsinaiseen toimintaan.

Opinnäytetyöhön oli tavoitteena sisällyttää laskentaesimerkki, jossa olisi konkreettisin luvuin esitetty EEJ-prosessin kokonaishinta sekä vertailtu kustannuksia ja tuottoja. Työn edetessä laskentaesimerkistä piti kuitenkin luopua, sillä se olisi sisältänyt paljon epävarmuustekijöitä, jolloin saatu lopputulos ei olisi ollut enää realistinen tai vertailukelpoinen. Esimerkiksi vastaanotettavat betonijätteen määrät, betonijätteen kuljetuksesta aiheutuvat maksut ja epävarmuus myynnin suhteen olisivat aiheuttaneet haasteita laskennan suorittamiseen kannattavasti. Laskentaesimerkistä saatu hyöty olisi jäänyt minimalistiseksi, mikäli saatuihin tuloksiin olisi pitänyt suhtautua kriittisesti ja suurella epävarmuudella.

EEJ-betonimurskeen ulosmyyntihintoja (liite 3) kysyttiin sähköpostitse neljältä yritykseltä, joilta ei löytynyt tietoa verkkosivuilta. Neljästä yrityksestä kahdelta saatiin vastaus, joista toinen piti sisällään yrityksen hintatiedot. Tätä tulosta ei kuitenkaan hyödynnetty, sillä heidän tarjoamansa betonimurske oli MARA-kelpoista, jonka hinnaksi määriteltiin 0,00 €/t (alv 0 %), mikäli asiakas hakee sen toimipisteeltä itse. Tätä hintatietoa päätettiin olla käyttämättä, sillä sen ei koettu tuovan lisäarvoa ollessaan hyvin eritavoin määritelty kuin muut taulukon arvot. Toisen sähköpostikyselyyn vastanneista yrityksistä hintatiedot olivat salaisia, ja loput kaksi yritystä eivät vastanneet kyselyihin. Koska liitteessä 3 esiteltyjä muiden yritysten ulosmyyntihintoja on määrällisesti hyvin vähän, tulee hinnoista laskettuun keskiarvoon suhtautua varauksellisesti. Vertailu ei ole luotettavaa, mutta siitä saa suuntaa antavan käsityksen EEJ-betonimurskeesta saatavasta tuotosta. Myös tämä epäluotettavuus on osasyynä, miksi varsinaisen laskentaesimerkin tekemisestä luovuttiin.

Savon Kuljetus Oy voi hyödyntää opinnäytetyössä esiteltyjä tuloksia oman päätöksenteon tukena. Varsinaisesti oikeaa tai väärää vastausta EEJ-

asetuksen arviointiperusteiden käyttöönotosta ei ole, sillä asetus ainoastaan mahdollistaa uuden keinon betonijätteen hyödyntämiselle. Edelleen vanhat keinot, kuten MARA-asetus, ympäristöluvan avulla hyödyntäminen tai kaatopaikalle vieminen ovat mahdollisia, joten käyttöönottoon vaikuttaa merkittävästi yrityksen oma tahtotila ja minkä se kokee parhaaksi ratkaisuksi. Paras ratkaisu ei välttämättä ole taloudellisesti eniten yrityksen omaisuutta kasvattava, mutta kun painotetaan muitakin vaikutuksia, kuten ympäristölle aiheutuvaa kuormitusta tai yrityksen brändin kehittämistä, voi käsitys parhaasta ratkaisusta muuttua. Kaikkia arviointiperusteita ei ole helppo mitata, joten niiden vertailu pohjautuu pitkälti yksilöiden omiin näkemyksiin ja arvoihin.

Savon Kuljetus Oy:n mahdollisuudet ryhtyä tuottamaan EEJ-asetuksen mukaista betonimursketta ovat varsin hyvät. Vahva pohja tekemiseen ja olemassa olevat resurssit mahdollistavat nykyisen liiketoiminnan kehittämisen. Jotta EEJ-betonimurskeen tuottamisen aloittaminen on kannattavaa, tulee Savon Kuljetus Oy:n selvittää mahdollisia kumppaneita ja potentiaalisia murskeen ostajia ennen arviointiperusteiden käyttöönottoa. Lisäksi yrityksen kannattaa kartoittaa betonijätteen toimittajia, jotta materiaalin toimittaminen maa-ainesalueille on turvattu. Tutustumalla voimassa olevaan lainsäädäntöön ja asetuksiin, Savon Kuljetus Oy voi kehittää omaa toimintaansa kohti monipuolisempaa uudelleenkäyttöä ja pienempää ympäristön kuormitusta.

## Lähteet

Betoni 2022. Hallitus hyväksyi asetuksen Betonimurske ei ole enää jätettä. Viitattu 19.2.2025. <https://betoni.com/lehti/ajankohtaista/hallitus-hyvaksyi-asetuksen-betonimurske-ei-ole-ena-jatetta/>

Betoni n.d. a. Luonnonvarat. Viitattu 3.3.2025. <https://betoni.com/betoni-ja-ymparisto/luonnonvarat/>

Betoni n.d. b. Kiertotalous. Viitattu 17.2.2025. <https://betoni.com/betoni-ja-ymparisto/kiertotalous/>

Betoni n.d. c. Mihin betonia käytetään? Viitattu 14.2.2025. <https://betoni.com/tietoa-betonista/mihin-betonia-kaytetaan/>

Betoni n.d. d. Betoni rakennusaineena. Viitattu 14.2.2025. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/>

Betoni n.d. e. Betonin valmistus. Viitattu 14.2.2025. <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>

Betoni n.d. f. Vähähiilinen betoni. Viitattu 17.2.2025. <https://betoni.com/betoni-ja-ymparisto/vahahiilinen-betoni/>

Betoni n.d. g. Betonirakenteiden kunnossapito. Viitattu 17.2.2025. <https://betoni.com/suunnittelu/betonirakenteiden-kunnossapito/>

Betonitieto n.d. Betonisanasto. Viitattu 20.2.2025. <https://www.betonitieto.fi/kirjasto-ja-sanasto/betonisanasto.html>

Circulation 2025. Sähköpostikeskustelu 7.3.2025. Viitattu 7.4.2025. Ei julkinen lähde.

Circulation Oy n.d. Hinnastot. Viitattu 7.4.2025. <https://circulation.fi/kiertotalouspalvelut/hinnastot/>

Concretesolution n.d. Hiilidioksidin sitoutuminen betoniin. Viitattu 17.2.2025. <https://concretesolution.fi/karbonatisoituminen/>

Concretesolution 2020. Tutkimustuloksia maailmalta – Betoni on hiilinielu.

Viitattu 25.2.2025. <https://concretesolution.fi/tutkimustuloksia-maailmalta-betoni-on-hiilinielu/>

Eduskunta.fi 2014. Ympäristönsuojelulaki. Viitattu 17.2.2025.

[https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen\\_oiheus/LATI/Sivut/ymparistonsuojelulaki.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oiheus/LATI/Sivut/ymparistonsuojelulaki.aspx)

Finnsementti n.d. Sementin valmistus. Viitattu 14.2.2025.

<https://finnsementti.fi/sementti/valmistus/>

Hakaste, H. 2022. Miten uusi rakentamislaki ohjaa kiertotalouteen? Viitattu

25.3.2025. [https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2020/11/Miten-rakentamislaki-ohjaa-kiertotalouteen-290422\\_Hakaste.pdf](https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2020/11/Miten-rakentamislaki-ohjaa-kiertotalouteen-290422_Hakaste.pdf)

Heikkilä, E. 2022. Suomi aikoo puolittaa betonirakentamisen päästöt

lähivuosina – vähähiilisten tuotteiden kysyntä kasvaa, ja yritykset kehittävät

uusia ratkaisuja vauhdilla. Artikkel. Viitattu 28.2.2025. [https://yle.fi/a/3-](https://yle.fi/a/3-12324386)

[12324386](https://yle.fi/a/3-12324386)

Helsinki, Espoo, Tampere, Turku, Vantaa 2019. Betonimurske kaupunkien julkisessa maanrakentamisessa. Ohje. Viitattu 24.2.2025.

<https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/betonimurske.pdf>

IMS 2023. Ympäristökartoitus ja ympäristöriskit. Savon Kuljetus Oy

toimintajärjestelmä. Viitattu 28.2.2025. Ei julkinen lähde.

Jätekukko n.d. a. Asbesti. Viitattu 18.2.2025. [https://www.jatekukko.fi/lajittelu-ja-](https://www.jatekukko.fi/lajittelu-ja-neuvonta/lajittelun-abc/asbesti.html)

[neuvonta/lajittelun-abc/asbesti.html](https://www.jatekukko.fi/lajittelu-ja-neuvonta/lajittelun-abc/asbesti.html)

Jätekukko n.d. b. Myymme asfaltti- ja betonimursketta Kiertokukossa. Viitattu

7.4.2025. <https://www.jatekukko.fi/kiertokukko/myymme.html>

Jätelaki 17.6.2011/646. Viitattu 18.2.2025.

Kierivä n.d. CSRD eli kestävyysraportointi. Viitattu 10.3.2025.

<https://www.kieriva.fi/csrd/>

Kierrätysteollisuus 2024. Kaatopaikalle vietävän jätteen verotuksen kanssa ei kannata aikailla – etenkin kun otetaan huomioon valtiontalouden tilanne.

Tiedote. Viitattu 25.4.2025.

<https://www.sttinfo.fi/tiedote/70468411/kaatopaikalle-vietavan-jatteen-veroituksen-kanssa-ei-kannata-aikailla-etenkin-kun-otetaan-huomioon-valtiontalouden-tilanne?publisherId=1743&lang=fi>

Kilpailutabetoni 2025. Valmisbetonin hinta 2025 toimitettuna ja pumpattuna. Viitattu 28.3.2025. <https://www.kilpailutabetoni.fi/artikkelit/betonin-hinta/>

Kiwa Oy n.d. Betonin kierrätys ja uudelleenkäyttö. Viitattu 25.2.2025. <https://www.kiwa.com/fi/fi/ajankohtaista/asiakastapahtumat/turvallinen-ja-terveellinen-kiinteisto-viikko2022/betonin-kierratys-ja-uudelleenkaytto/>

Kiwa Oy 2025. Yleiset maksuperusteet 2025. Viitattu 24.3.2025. Ei julkinen lähde.

Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikkö 2025. Haastattelu. Kiwa Oy:n tuoteryhmäpäällikköä haastatteli 19.3.2025 Kaisa Laine.

Kreate n.d. Kiertotaloudella kestävää infraa. Viitattu 7.4.2025. <https://kreate.fi/palvelut/kiertotalous/>

Lassila & Tikanoja 2023. Jätehierarkia käytännössä: kuinka yritys voi vähentää ympäristökuormaa. Viitattu 18.2.2025. <https://www.lt.fi/blogi/kuinka-toteuttaa-jatehierarkiaa-teollisuudessa>

LSJH Lounais-Suomen Jätehuolto n.d. Jätteiden vastaanottomaksut. Viitattu 7.4.2025. <https://lsjh.fi/lajitteluasemat/kotitalouden-jatteiden-vastaanottomaksut/>

Mattila, V. V. 2019. Kädenjälki jalanjäljen rinnalle. Sementti-lehti 1/2019. Viitattu 27.2.2025. <https://finnsementti.fi/ymparisto/kadenjalki-jalanjaljen-rinnalle/>

MKO Ympäristöpalvelut n.d. Betoni- ja tiilijätteen hinnoitteluun muutoksia 1.2.2022 alkaen. Viitattu 7.4.2025. <https://mkoymparistopalvelut.fi/2022/02/betoni-ja-tiilijatteen-vastaanotto-hinta/>

Pajukallio, A-M.; Wahlström, M.; Alasaarela, E. 2011. Maarakentamisen uusiomateriaalit. Ympäristöministeriön raportteja 11. Viitattu 27.2.2025. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41338/YMra11\\_2011\\_Maarakentamisen\\_uusiomateriaalit.pdf?sequence=2](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41338/YMra11_2011_Maarakentamisen_uusiomateriaalit.pdf?sequence=2)

Pohls, E; Alkki, L. 2022. Materiaalivirtojen arvoketjututkimus: Betoni- ja tiilimurske sekä biokaasu ja kierrätysravinteet. Tampereen yliopisto. Viitattu 24.3.2025. <https://circhubs.fi/wp-content/uploads/2022/02/materiaalivirtojen->

[arvoketjujen-liiketoimintaan-ja-yhteistoimintaan-vaikuttavien-tekijoiden-kartoittaminen\\_tampereen-yliopisto.pdf](#)

Possan, E.; Felix, F. E.; Thomaz, W. A. 2016. CO<sub>2</sub> uptake by carbonation of concrete during life cycle of building structures. Viitattu 26.2.2025.

<file:///C:/Users/kaisa.laine/Downloads/s41024-016-0010-9.pdf>

Punkki, J. 2021. Betonin sideaineet tulevaisuudessa. Betoni-verkkolehti nro 4/2021. Viitattu 27.2.2025. <https://betoni.com/lehti/2021/12/10/betonin-sideaineet-tulevaisuudessa/>

Punkki, J. 2024. LOIKKA – Tavoitteena puolittaa betonin hiilidioksidipäästöt. Betoni-verkkolehti nro 2/2024. Viitattu 4.3.2025.

<https://betoni.com/lehti/2024/06/10/loikka-tavoitteena-puolittaa-betonin-hiilidioksidipaastot/>

Rakennusteollisuus 2024. Betonin parissa tehdään kovaa työtä päästöjen vähentämiseksi. Viitattu 14.2.2025. <https://rt.fi/artikkelit/2024/09/betonin-parissa-tehdaan-kovaa-tyota-paastojen-vahentamiseksi/>

Rakennustieto n.d. InfraRYL – Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Viitattu 21.3.2025. <https://tilaukset.rakennustieto.fi/infraryl/infraryl-lisenssi>

Rudus n.d. Kierrätys hinnasto. Viitattu 7.4.2025. <https://www.rudus.fi/hinnasto-ja-esitteet/hinnastot/kierratyshinnasto>

Rossander, A. 2020. Yritysvastuullisuuden vaikutus kuluttajan ostopäätökseen. Opinnäytetyö. Viitattu 7.4.2025. <https://core.ac.uk/download/323461315.pdf>

Savon Kuljetus Oy n.d. a. Yritys. Viitattu 27.2.2025. <https://www.savonkuljetus.fi/yritys/>

Savon Kuljetus Oy n.d. b. Betoni ja asfalttimurske. Viitattu 28.2.2025. <https://www.savonkuljetus.fi/palvelut/maa-ja-kiviainekset/betoni-ja-asfalttimurske/>

SGM-verkkolevy n.d. Viitattu 24.3.2025. Ei julkinen lähde.

Spoken Oy 2017. Haastattelun lajityypit. Viitattu 28.2.2025. <https://spoken.fi/haastattelun-lajityypit/>

Turun AMK:n opinnäytetyö | Kaisa Laine

Suomen GPS-Mittaus Oy (SGM) n.d. Yritys. Viitattu 28.2.2025.

<https://sgm.fi/yritys/>

Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista (EEJ-asetus) 466/2022. Viitattu 18.2.2025.

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017. Viitattu 18.2.2025.

Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021. Viitattu 27.2.2025.

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713. Viitattu 25.2.2025.

Väylävirasto 2022. Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankkeissa.

Väyläviraston ohjeita 43/2022. Viitattu 24.2.2025.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2022-43\\_Betonijate\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-43_Betonijate_web.pdf)

Warnock, T. 2023. Crushed concrete: The pros, cons and FAQs. Viitattu:

24.3.2025. <https://www.machinerypartner.com/blog/crushed-concrete-the-pros-cons-and-faqs>

Ympäristö 2022a. Ympäristölupa. Viitattu 18.2.2025.

<https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ymparistolupa#toiminnan-olennainen-muutos>

Ympäristö 2022b. Ilmoitus jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa.

Viitattu 18.2.2025. [https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ysln-](https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ysln-kertaluonteiset-ilmoitusmenettelyt/jatteiden-hyodyntaminen-maarakentamisessa)

[kertaluonteiset-ilmoitusmenettelyt/jatteiden-hyodyntaminen-maarakentamisessa](https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ysln-kertaluonteiset-ilmoitusmenettelyt/jatteiden-hyodyntaminen-maarakentamisessa)

Ympäristöministeriö n.d. a. CE-merkintä. Viitattu 20.2.2025. [https://ym.fi/ce-](https://ym.fi/ce-merkinta)

[merkinta](https://ym.fi/ce-merkinta)

Ympäristöministeriö n.d. b. Jätelainsäädäntö. Viitattu 18.2.2025.

<https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Ympäristöministeriö n.d. c. Jätelaki ja asetukset – mikä muuttui, miten toimin?

Viitattu 27.2.2025. <https://ym.fi/jatteet/jatelaki>

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527. Viitattu 17.2.2025

## Haastattelukysymykset

Haastattelu: 19.3.2025

Haastateltavana: Kiwa Oy tuoteryhmäpäällikkö

Haastattelukysymykset:

1. Miten sertifiointiprosessin kustannukset muodostuvat?
2. Onko yritykset kiinnostuneita sertifoimaan järjestelmänsä?
3. Mitkä ovat suurimmat haasteet/kompastuskivet, mitä prosessin aikana yleisimmin tulee?
4. Onko havaittua muutosta sertifiointien määrässä tai yleisesti kiinnostuksessa aiheeseen (2022-2025)?
5. Näettekö, että EEJ-betonille on kysyntää? Nyt/tulevaisuudessa?

## EEJ- ja MARA-betonimurskeen vertailu

Taulukko 1. EEJ- ja MARA-murskeiden haitta-aineiden suurimmat sallitut liukoisuudet (mg/kg LS =10 l/kg) (466/2022, liite 3; 843/2017, liite 2).

Määrävä asetus	EEJ-asetus	MARA-asetus						
Käyttökohteet	Kaikki kohteet	Väylät	Väylät	Kentät	Kentät	Vallit	Teollisuus- ja varastorakennuksen pohjarakenne	Tuhkamursketie
Jätteen kerrospaksuus	-	≤ 1,5 m	≤ 1,5 m	≤ 1,5 m	≤ 1,5 m	≤ 5,0 m	≤ 1,5 m	≤ 0,2 m
	Ei tarvitse peittää	Peitetty	Päällystetty	Peitetty	Päällystetty	Peitetty		
Antimoni (Sb)	0,2	0,7	0,7	0,3*	0,7	0,7	0,7	0,7
Arseeni (As)	0,1	1	2	0,5	1,5	0,5	2	2
Barium (Ba)	5	40*	100	20	60	20	100	80
Kadmium (Cd)	0,02	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,06

Jatkuu seuraavalla sivulla

## Liite 2

Määrävä asetus	EEJ-asetus	MARA-asetus						
Kromi (Cr)	0,6	2	10	0,5	5	1	10	5
Kupari (Cu)	1	10	10	2	10	10	10	10
Lyijy (Pb)	0,1	0,5	2	0,5	2	0,5	2	1
Molybdeeni (Mo)	0,7	1,5	6	0,5	6	1	6	2
Nikkeli (Ni)	0,3	2	2	0,4	1,2	1,2	2	2
Seleeni (Se)	0,2	1	1	0,4	1	1	1	1
Sinkki (Zn)	4	15	15	4	12	15	15	15
Vanadiini (V)	0,3	2*	3	2	3	2	3	3
Elohopea (Hg)	0,01	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03
Kloridi (Cl-)	200	3 200*	11 000*	800	2 400	1 800	11 000	4 700
Sulfaatti (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	300	5 900*	18 000*	1 200	10 000	3 400	18 000	6 500
Fluoridi (F-)	12	50	150	10	50	30	150	100
Liennut orgaaninen hiili (DOC)	-	500	500	500	500	500	500	500

## Liite 2

Taulukossa 1 peitetyllä tarkoitetaan, että jätettä sisältävä rakenne on peitetty väylä- ja kenttärakenteissa vähintään 10 cm ja vallirakenteissa vähintään 50 cm paksuisella kerroksella pilaantumaton maa- tai kiviainesta. Päälystetyllä tarkoitetaan, että jätettä sisältävä rakenne suojataan asfaltilla, jolloin tyhjätila saa olla enintään 5 % tai muulla materiaalilla, jolloin enintään 5 % sadevedestä saa imeytyä rakenteeseen. Mara-asetuksen mukaiselle kloridille, sulfaatille ja fluoridille asetettuja raja-arvoja ei sovelleta rakenteeseen, joka sijaitsee enintään 500 m etäisyydellä merestä, rakenteen läpi suotautuvan veden purkautumissuunta on mereen sekä rakenteen ja meren välillä ei ole talousvedenottoon käytettäviä kaivoja. (843/2017, liite 2.)

Taulukkoon 1 on merkitty eräitä poikkeuksia \*-merkillä. Tällöin, mikäli toteutettavan jäterakenteen enimmäispaksuus on 0,5 m (843/2017, liite 2):

- peitetty väylä: barium 80 mg/kg, vanadiini 3 mg/kg, kloridi 3 600 mg/kg, sulfaatti 6 000 mg/kg;
- päälystetty väylä: kloridi 14 000 mg/kg, sulfaatti 20 000 mg/kg; sekä
- peitetty kenttä: antimoni 0,4 mg/kg.

## Liite 2

Taulukko 2. Haitta-aineiden suurimmat sallitut pitoisuudet (mg/kg kuiva-ainetta) (466/2022, liite 3; 843/2017, liite 2).

Määrävä asetus	EEJ- asetus	MARA- asetus						
	Kaikki kohteet	Väylät	Väylät	Kentät	Kentät	Vallit	Teollisuus- ja varastorakennukse n pohjarakenne	Tuhkamursketie
Jätteen kerrospaksuus	-	≤ 1,5 m	≤ 1,5 m	≤ 1,5 m	≤ 1,5 m	≤ 5,0 m	≤ 1,5 m	≤ 0,2 m
	Ei tarvitse peittää	Peitetty	Päälly- tetty	Peitetty	Päälly- tetty	Peitetty		
PAH-yhdisteet	30*	30	30	30	30	30	30	30
PCB-yhdisteet	1*	1	1	1	1	1	1	1
Öljyhiilivedyt ≥ C10–C40	200*	500	500	500	500	500	300	500

Taulukossa 2 on merkitty \*-merkillä, kun haitta-ainetta ei tarvitse määrittää silloin, kun syöttöpanos on käyttämättömästä betonista tai käyttämättömistä betonituotteista peräisin olevaa betonijätettä.

## Liite 2

Taulukko 3. Muu laatuvaatimukset (466/2022, liite 3; 843/2017, liite 2).

Muut laatuvaatimukset			Huomioita
	EEJ-asetus	MARA-asetus	Tulokset tulee ilmoittaa standardin EN 13242 tai EN 12620 mukaisesti
Tiilien ja tiililaattojen, kalkkihiekkatiilien ja -harkkojen, muiden poltettujen tiilien sekä kellumattoman vaahbetonin yhteenlaskettu määrä	10 paino-%	-	Lasketaan materiaalijakauman perusteella
Tiili- ja kaakelijäte	-	30 paino-%	
Saven, muun koheesiomaan ja maa-aineksen, sekalaisten metallien, kellumattoman puun, muovin, kumin sekä kipsilaastin yhteenlaskettu määrä	1 paino-%	-	Sovelletaan betonimurskeeseen, joka on tarkoitettu käytettäväksi kiviaineksena talonrakentamisessa, maarakentamisessa tai viherrakentamisessa
Saven, muun koheesiomaan ja maa-aineksen, sekalaisten metallien, kellumattoman puun, muovin, kumin, kipsilaastin sekä lasin yhteenlaskettu määrä	1 paino-%	-	Sovelletaan betonimurskeeseen, jota käytetään kiviaineksena betonin ja betonituotteiden valmistuksessa
Vedessä kellumaton aines (puu, kumi, metalli)	-	1 paino-%	
Vettä kevyempi materiaali (muovi, eristemateriaali)	5 cm <sup>3</sup> /kg	10 cm <sup>3</sup> /kg	
Tuhkamursketiehen käytettävän tuhkan määrä	-	30 paino-%	
Suurin sallittu raekoko	90 mm	90 mm	

## Liite 2

Taulukko 4. Näytteenoton määrät (466/2022, liite 3; 843/2017, liite 2).

Kokoomanäyte	Suurin sallittu massamäärä (tn)	Osanäytteiden vähimmäismäärä yhdestä kokoomanäytteestä	Kuinka usein?
EEJ-asetus	10 000	20	Jokaisesta murskauserästä, pitää ottaa jatkuvasta murskevirrasta
MARA-asetus	10 000	20	Jokaisesta murskauserästä, voi ottaa valmiista murskekasasta

Taulukon 4 mukaisesti EEJ-asetuksen mukaisessa näytteenotossa kokoomanäytteen tulee edustaa koko tutkittavaa jäte-erää, ja sen osanäytteet tulee olla otettuna säännöllisesti jatkuvasta betonimurskevirrasta (466/2022, liite 3).

## Liite 2

Taulukko 5. Määritettävät parametrit ja niihin käytettävät tekniset spesifikaatiot (466/2022, liite 3; 843/2017, liite 2).

Määritettävä parametri	EEJ-asetus	MARA-asetus
Sb, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, V, Zn, F -, Cl -, SO42-	SFS-EN 16192 tai tekninen raportti CEN/TR 16192:2020:en, CEN/TS 14405 mukainen läpivirtaustesti, SFS-EN 12457-3 mukainen kaksivaiheinen ravistelutesti tai vastaava menetelmä	CEN/TS 14405 mukainen läpivirtaustesti, SFS-EN 12457-3 mukainen kaksivaiheinen ravistelutesti tai vastaava menetelmä
Öljyhiilivedyt $\geq$ C10–C40	SFS-EN 14039	SFS-EN 14039 mukainen menetelmä tai muu vastaava menetelmä, jolla voidaan määrittää sekä öljyhiilivetyjen määrä että laatu
PCB-yhdisteet	SFS-EN 17322:2020:en	SFS-EN 15308 mukainen menetelmä tai muu vastaava menetelmä
PAH-yhdisteet	SFS-EN 15527 tai SFS-ISO 18287	SFS-EN 15527 tai SFS-ISO 18287 mukainen menetelmä tai muu vastaava menetelmä
Materiaalijakauma, epäpuhtaudet ja kelluvat epäpuhtaudet	EN 933-11	EN 933-11 (Näytteenottovelvoite ei koske teollisuudessa syntyviä puhtaita betonijätteitä)

## Betonimurskeen myyntihinnat

Taulukko 1. Eri toimijoiden ilmoittamat betonimurskeiden myyntihinnat sekä hintojen keskiarvot (Jätekuukko n.d. b; Rudus n.d.; Circulation Oy 2025).

Betonimurskeen määritelmä ja sitä myyvä toimija	EEJ- betonimurske 0/90 mm	EEJ- betonimurske 0/45 mm	Betonimurske
Kiertokukko	3,50 €/t		1,50 €/t
Rudus - Vantaa Länsisalmi	3,35 €/t	3,59 €/t	
Rudus - Helsinki Konala	3,35 €/t	3,59 €/t	
Rudus - Espoo Ämmässuo	3,35 €/t	3,59 €/t	
Rudus - Kaarina Piikkiö	3,35 €/t		
Keskiarvo	3,38 €/t	3,59 €/t	1,50 €/t

## Betonijätteen vastaanottohinnat

Taulukko 1. Eri toimijoiden betonijätteen vastaanottohinnat eri betonijakeille (MKO Ympäristöpalvelut n.d.; Rudus n.d.; LSJH n.d.; Kreate n.d.; Circulation Oy).

Vastaanotettava betonijäte ja paikka	Betonijäte, < 1 m	Betonijäte, 1-5 m	Sisältää tiiltä	Erikois-kappaleet	Ylijäämä-betoni	Kevyet betonit	Betoni-kiviaines
MKO Ympäristöpalvelut - Jyväskylä	1,50 €/t (< 0,9 m)	20,00 €/t (max 3 tn/kpl)	20,50 €/t	45,00 €/t			
Rudus - Vantaa Länsisalmi	20,26 €/t	30,73 €/t	40,26 €/t	70,92 €/t	23,70 €/t	70,92 €/t	26,69 €/t
Rudus - Raisio	13,94 €/t (< 0,5 m) 15,38 €/t (0,5-1 m)	25,10 €/t	35,96 €/t	70,92 €/t	23,70 €/t	70,92 €/t	27,49 €/t
Rudus - Oulu Korvenkylä	17,71 €/t	28,48 €/t	35,96 €/t	70,92 €/t	23,70 €/t	70,92 €/t	26,45 €/t
Rudus - Helsinki Konala	20,26 €/t	30,73 €/t	40,26 €/t	70,92 €/t	23,70 €/t	70,92 €/t	27,49 €/t

Jatkuu seuraavalla sivulla

## Liite 4

Vastaanotettava betonijäte ja paikka	Betonijäte, < 1 m	Betonijäte, 1-5 m	Sisältää tiiltä	Erikois-kappaleet	Ylijäämä-betoni	Kevyet betonit	Betoni-kiviaines
Rudus - Espoo Ämmässuo	17,71 €/t	28,48 €/t	35,96 €/t	70,92 €/t	23,70 €/t	70,92 €/t	27,49 €/t
Kreate - Vantaa	15,00 €/t (tiiltä max 10 p-%)	20,00 €/t (1-3 m, tiiltä max 10 p-%)				65,00 €/t	
Kreate - Mäntsälä Marjala	15,00 €/t 8,00 €/t (< 0,3 m) 10,00 €/t (< 0,6 m)	25,00 €/t (1-3 m)					
Circulation Oy - Helsinki	29,90 €/t	38,90 €/t	33,90 €/t	68,70 €/t		88,80 €/t	
Circulation Oy - Vantaa	29,90 €/t	38,90 €/t	33,70 €/t	68,70 €/t		88,80 €/t	
Circulation Oy - Lahti	12,80 €/t	15,80 €/t	12,80 €/t	33,50 €/t			

## Liite 4

Taulukon 1 hinnoissa ei ole huomioitu käsittely-, siirto-, punnitus- tai kuljetusmaksuja, joita yritykset ovat saattaneet määrittää tuotteilleen. Jätelain (646/2011, 121 §) mukainen siirtoasiakirja vaaditaan, kun kuljetetaan rakennus- tai purkujätettä.