

Opinnäytetyö AMK

Energia- ja ympäristötekniikka

2021

Marie-Helen Hentula

BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ INFRARAKENTAMISESSA



Marie-Helen Hentula

BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ INFRARAKENTAMISESSA

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin betonimurskeen käyttöä infrarakentamisessa. Työn tilaajana oli Kiertomaa Oy, Turun seudulla toimiva maarakentamisen kiertotaloutta edistävä sidosyksikköyritys, jossa omistajaorganisaatioina toimivat Turun kaupunki ja Lounais-Suomen Jätehuolto Oy. Työn tavoitteena oli tuottaa lisätietoa betonimurskeen käytöstä infrarakentamisen alalla ja tarkastella betonimursketta hiilivarastona. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät olivat kirjallisuuskatsaus sekä ammattilaisten haastattelut. Kirjallisuuskatsauksella pyrittiin selvittämään kokonaiskuvaa betonimurskeesta. Haastatteluilla selvitettiin asiantuntijoiden käsityksiä betonimurskeen käytöstä.

Työssä tarkasteltiin betonin koko elinkaarta. Betonin sisältämän sementin valmistuksen hiilidioksidipäästöillä on mahdollisuus suurilta osin sitoutua pysyvästi takaisin betoniin. Ilmiö kiihtyy kun betoni käytön jälkeen murskataan pienemmiksi palasiksi, lisää reaktiivista pinta-alaa paljastaen. Ilmiötä kutsutaan karbonatisaatioksi ja vaikka se on ollut tiedossa jo kauan, ei siihen olla kiinnitetty huomiota ilmastonäkökulmasta kovinkaan kauaa.

Betonijätettä syntyy suuria määriä rakennusalueilla ja tässä opinnäytetyössä selvitetään jätteeksi muuttuneen betonin käyttöä. Kiertotalousajattelun mukaan materiaalin tulisi pysyä käytössä niin pitkään kuin mahdollista, niin korkea-arvoisena kuin mahdollista. Betonimursketta käytetään nyt pääosin toissijaisissa kohteissa, maantäyteenä, vaikka se voisi korvata luonnonkivimurskeen monilta osin. Betonimurskeen käyttöön liittyy kuitenkin paljon lakeja, asetuksia ja säädöksiä, osa hyvinkin ajankohtaisia ja kiertotalouden edistämiseen tähtäviä.

Betonimurskeella on hiilensitomisessa roolinsa. Betonimurskeen käyttö korkea-arvoisena materiaalina, monenlaisissa sovelluksissa toteuttaisi kiertotaloutta, mutta on varmistuttava siitä, ettei sen käyttö aiheuta ongelmaa ympäristölle haitta-aineiden muodossa.

ASIASANAT:

Betonimurske-karbonatisaatio-hiilivarasto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and environmental technology

2021 | 31 pages, 4 appendices

Marie-Helen Hentula

THE USE OF RECYCLED CONCRETE AGGREGATE IN INFRASTRUCTURE CONSTRUCTION

[Click here to enter text.](#)

The aim of this thesis was to investigate the use of recycled concrete aggregate (RCA) in infrastructure construction. The thesis was commissioned by Kiertomaa Oy, a company in Turku region that promotes circular economy in civil engineering. Kiertomaa Oy is an affiliate company owned by the City of Turku and the waste management company Lounais-Suomen Jätehuolto Oy. The thesis focuses on producing more information on the use of RCA in construction and on RCA as a carbon pool. The research methods used in the thesis include a literature review and interviews of professionals. The purpose of the literature review was to clarify a general view of RCA, while the purpose of the interviews was to gain an understanding of the views on the use of RCA.

The thesis focuses on the life cycle of concrete. The carbon dioxide (CO₂) emitted when manufacturing cement, a key ingredient in concrete, has the potential of binding itself permanently back to concrete. The phenomenon accelerates when the concrete is crushed to smaller fragments after demolition. The phenomenon where CO₂ from the environment reacts with the calcium hydroxide in concrete is called carbonation. Even though carbonation has been known for a while, it hasn't drawn attention as a regulator of global warming until recently.

Large quantities of concrete waste are generated in the construction industry and this thesis focuses on finding out ways to utilize it. According to circular economy, materials should stay in use as long as possible and at the highest possible value for as long as possible. RCA is at present used mainly in secondary applications, as structural fillings, even though it could replace virgin crushed stone in many respects. There are, however, many laws and regulations related to the utilization of RCA, some of which are currently undergoing changes and aiming at promoting circular economy.

Recycled crushed concrete has a role in binding CO₂ from the atmosphere. Using RCA at highest possible value in different applications would be implementing circular economy, but it has to be made sure that the use wouldn't harm the environment in form of harmful substances.

KEYWORDS:

Recycled concrete aggregate-carbonation-carbon pool

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 BETONIN VALMISTUS	8
2.1 Betonin valmistusaineet	8
2.2 Valmistus	9
2.3 Betonin valmistelu ennen purkua	10
3 BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ	12
3.1 Betonimurskeen kierrätyksen hyödyt	12
3.2 Betonimurskeen varastointi	14
3.3 Betonimurskeen käyttökohteet	15
4 LAINSÄÄDÄNTÖ JA ASETUKSET	18
4.1 Ympäristönsuojelulaki 527/2014	18
4.2 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli MARA-asetus 843/2017	19
4.3 Jätelaki 646/2011	20
4.4 End of Waste -asetusehdotus	20
5 BETONIMURSKEEN KÄYTÖN KEHITYSTARPEET	22
5.1 Kysyntä ja tarjonta	22
5.2 Asenneilmapiiri ja mielipiteet	23
5.3 Miten alaa tulisi kehittää?	24
6 LOPUKSI	26
LÄHTEET	28

LIITTEET

Liite 1. Haastattelut

KAAVAT

Kaava 1. Karbonatisaatio

13

1 JOHDANTO

Suomessa syntyy vajaa miljoona tonnia betonijätettä vuosittain, josta noin 70 % käytetään hyödyksi. Betonijätettä syntyy erityisesti betonirakenteiden purkamisessa sekä ontelolaattojen, eli eräänlaisten betonielementtien, tuotannossa. Ontelolaattajäte on pääasiassa rikkoutuneita laattoja tai ylijäämäpaloja ja se on yleensä ilman epäpuhtauksia, kuten laastia tai tiiltä. Kun betonirakenteita puretaan, voi joukossa olla epäpuhtauksia, kuten puuta, muovia tai eristeitä.

Jotta betonijätteen voi käyttää hyödyksi betonimurskeena, tulee se lajitella huolellisesti (Pajukallio ym, 2011). Suurin osa betonijätteestä käytetään tällä hetkellä toisarvoisissa kohteissa, kuten ympäristöluvan vaatimissa täyttörakenteissa tai valleissa, vaikka oikein käsiteltynä betonimurske voisi täysin korvata neitseellisen kiven tierakennuksen eri rakennekerroksissa (Pieksamä 2019, s. 29). Kaikesta käytetystä kivimateriaalista betonimurske edustaa silti vain yhtä prosenttia (Vakkuri 2011, s. 46, 47). Purettua betonia on vähitellen alettu arvostamaan sekä hyvänä hiilivarastona että rakennusmateriaalina. Kiertotalousajattelun mukaan materiaali tulisi hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti mahdollisimman pitkään ja betonin kohdalla kiertotalousajattelu täyttyy, kun se käytön jälkeen murskataan ja hyödynnetään mahdollisimman tehokkaalla tavalla.

Koko maailmaa uhkaava ilmastonmuutos vaikuttaa jokaiseen. Ilmasto lämpenee sen seurauksena, että ilmakehään kerääntyy liikaa kasvihuonekaasuja, joista määrällisesti merkittävimmät ovat hiilidioksidi (CO₂) ja metaani (CH₄). Kasvihuonekaasujen suurimmat alkuperät ovat maailmalaajuisesti katsottuna peräisin energiantuotannosta, teollisuudesta, jätteistä ja maataloudesta sekä maankäytöstä (UNFCCC Data interface). Nämä kaikki alueet ovat meille edellytyksiä nykyaikaiselle elämälle, ja on siksi tärkeää katsoa asioita uudesta näkökulmasta ja kehittää kestäviä ratkaisuja. Rakennusala on perinteisesti totuttu näkemään alana, joka tuottaa paljon päästöjä, erityisesti betonteollisuuden ja kuljetusten takia. Betoni on erinomainen rakennusmateriaali käytössä, mutta entä kun sen elinikä on ohi tai rakennus puretaan toisen tilalta. Betonin suunnittelukäyttöikä on yleensä 50 vuotta (Betoniteollisuus ry. d), jonka jälkeen betoni muuttuu jätteeksi. Betonimurske kykenee sitomaan hiiltä ilmakehästä, ja se voi siksi toimia hiilivarastona yhteiskunnassa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää betonimurskeen käyttöä infrarakentamisessa. Toimeksiantajana on Kiertomaa Oy, joka on maarakentamisen kiertotaloutta edistävä yritys Turun alueella. Kiertomaa Oy tarjoaa omistajaorganisaatioilleen maarakentamisen suunnittelu- ja valvontapalveluja. Se käsittelee ja varastoi maa-aineksia, jalostaa rakennusmateriaaleja purkujätteistä ja sovittaa yhteen ylijäämämassoja (Kiertomaa Oy). Kiertomaa Oy halusi saada lisätietoa betonimurskeen käytön hyödyistä infrarakentamisessa. Opinnäytetyössä selvitetään betonimurskeen mahdollisuuksia hiilensitojana, sen hyötyjä neitseellisen kivimurskeen korvaajana sekä mitä haasteita on edessä, kun betonimurskeen jätestatus halutaan poistaa, jotta sitä voisi käyttää vapaammin.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät ovat kirjallisuuskatsaus sekä ammattilaisten haastattelut. Kirjallisuuskatsauksella pyrin selvittämään kokonaiskuvaa betonimurskeesta. Haastatteluilla selvitän asiantuntijoiden käsityksiä betonimurskeen käytöstä. Haastattelen sähköpostitse korjausrakentamisen koulutusvastaavaa, lehtori Maarit Järivistä Turun ammattikorkeakoulusta, Betoni ry:stä Tommi Kekkosta sekä rakennusmestari Pirkko Kunnaria Turun kaupungista. Haastatteluiden pohjalta muodostan kuvaa asenneilmapiiristä betonimurskeeseen liittyen sekä haasteista, jotka koetaan vaikeuttavan betonimurskeen käyttöä.

Luvussa kaksi tarkastelen betonin valmistusta, mitä raaka-aineita siihen kuuluu, mitä valmistukseen liittyy ja miten betoni tulisi valmistella ennen murskausta, kun se puretaan sen ensisijaisesta käyttötarkoituksesta. Luvussa kolme perustelen, miksi betoni tulisi kierrättää, mitä betonimurskeen varastointiin liittyy ja mihin betonimursketta käytetään. Luvussa neljä käyn läpi lainsäädäntöä ja asetuksia aiheeseen liittyen sekä End of Waste -asetusehdotuksen. Viidennessä luvussa keskityn asioihin, joihin tulisi kiinnittää huomiota alaa kehitettäessä, selvitän yleistä asennetta betonimursketta kohtaan ja tarkastelen End of Waste -asetusehdotuksessa esiin tulleita lausuntoja. Kuudennessa luvussa teen johtopäätöksiä työni aiheesta ja liitteenä ovat haastattelut.

2 BETONIN VALMISTUS

Tarkastelen tässä luvussa betonin valmistuksen kolmea pääraaka-ainetta, sementtiä, vettä ja kiviainesta. Selvitän valmistuksen pääpiirteitä ja sen vaikutuksia hiilidioksidipäästöihin. Betoni on ominaisuuksiensa ansiosta suosittu rakennusmateriaali. Se on edullista, lujaa, turvallista sekä helposti muokattavaa. Betoni kovettuu, kun vesi ja sementti sekoitettuna reagoivat keskenään ja sen jälkeen kuivuu. Betonin voi valaa märkänä suoraan paikalla tai käyttää valmiita betonielementtejä (Betoniteollisuus ry. c).

2.1 Betonin valmistusaineet

Betonin kolme pääraaka-ainetta ovat sementti, kiviaines ja vesi. Sementtiä käytetään betonissa sideaineena, noin 8–16 paino-%. Kun se reagoi valmistuksessa käytetyn veden kanssa, muodostuu luja sementtikivi. Sementti itsessään on lähinnä kalkkikiveä, joka on maankuoren yleisin kivilaji. Meillä Suomessa sitä louhitaan esimerkiksi Paraisilla. Sementtitehtaalla kalkkikivi jauhetaan, minkä jälkeen sen sisältämät mineraalit sulavat ja reagoivat keskenään 1450°C uunissa, jolloin syntyy sementtiklinkkeriä. Tässä vaiheessa syntyy betoniteollisuuden isot hiilidioksidipäästöt, kun kalkkikiven sisältämä hiilidioksidi vapautuu ja uunin käyttö itsessään kuluttaa paljon energiaa. Suomen päästöosuus on 1,28 % (Betoniteollisuus ry. c ja e).

Sementtiä voidaan osittain korvata muilla seosaineilla. Lentotuhka ja masuunikuona ovat esimerkkejä teollisuuden sivutuotteista, joista voi jopa olla apua betonin ominaisuuksien, kuten notkeuden ja kovettumisajan, hallinnassa. Lentotuhka on palamatonta kiviainesta, jota syntyy kivihiilen poltosta ja masuunikuona syntyy raudan valmistuksessa. Seosaineita käyttämällä pystyy vähentämään selvästi betoninvalmistuksessa syntyviä päästöjä, kun sementin käyttö jää vähemmälle. Jopa 50 % kokonaisenergiankulutuksesta on saatu vähennettyä, kun käytettiin 70 % masuunikuonaa. Vertailuissa on kuitenkin tärkeää muistaa kokonaiskuva, betonin käyttötarkoitus ja halutut ominaisuudet (Betoniteollisuus ry. b).

Suomessa käytetään vuosittain noin 70 miljoonaa tonnia jalostettua kiviainesta, josta 10 % menee betoniteollisuuteen (TEM 2015, s. 11), jossa sitä käytetään runkoaineena.

Runkoaine muodostaa betonin tilavuudesta noin 70 % . Kiviaines on tavallisesti 0,02–16 mm mursketta, luonnonsoraa sekä luonnonhiekkaa ja valitaan halutun betonilaadun mukaan (Betoniteollisuus ry. c). Luonnonsora on haluttu ja laadukas aine betoniin, mutta sen ottoa on nykyisin rajoitettu huomattavasti, jotta arvokkaat harjut säilyvät pohjaveden suodattajina. Kiviainekselle on olemassa standardit koskien mekaanisia, fysikaalisia, kemiallisia ja geometrisiä ominaisuuksia (SFS-EN 12620+A1).

Jopa betonimursketta voidaan käyttää runkoaineena, jolloin betonijätteestä syntyy uusi raaka-aine ja valmista tuotetta kutsutaan uusiobetoniksi. Betonimurskeen käyttö runkoaineena sekä säästää luonnonkiviainesta että vähentää sen tuotannosta aiheutuvaa haittaa ympäristölle louhimisen, luonnonsoran oton ja kuljetusten osalta.

Vesisementtisuhde vaikuttaa betonin lujuuteen. Betonin valmistukseen sopii tavallinen juomavesi ja tietyin ehdoin voi käyttää myös betoniteollisuuden prosessissa talteen otettavaa kierrätysvettä hyväksi. Kierrätysveden on täytettävä Vesistandardin SFS-EN 1008 mukaiset ehdot, kuten sen että massan lisäys, joka aiheutuu veden kiintoaineesta, saa olla enintään 1 % betonin kokonaiskiviaineksesta. Lisäksi on huomioitava kierrätysveden mahdollinen vaikutus betoniin, jolla on erityisvaatimuksia, kuten jännitetty tai huokoistettu betoni (Betonikeskus ry, 2005). Vettä tarvitaan betonin valmistuksessa sementin hydrataatioon, eli sementin ja veden reaktioon, joka johtaa fysikaalisiin ja kemiallisiin muutoksiin vesi-sementtiseoksessa, eli pastassa. Sementtipasta sitoutuu ja kovettuu, kun hydrataatio etenee. Teoreettisesti täydellisen hydrataation tapahtumiseen tarvitaan vesimäärä, joka vastaa noin 35 - 45 % sementin painosta (Virola ym, 2000).

2.2 Valmistus

Betonia valmistetaan sekoittamalla sementtiä, kiviainesta ja vettä. Betonia voidaan valmistaa rakennuspaikalla tai käyttää valmiita elementtejä, jotka ovat jo tehtaalla valettu sopivan kokoisiksi. Valmisbetoniksi kutsutaan betoniasemilla tuotettua betonia, joka kuljetetaan sekoittavalla säiliöautolla työmaalle. Siellä se valetaan halutun muotoiseksi. Pohjoismaissa käytetään paljon valmisbetonia esimerkiksi siltoihin ja runkorakenteisiin. Suomessa noin puolet kaikesta käytettävästä betonista tehdään tehtaassa valmisosiksi ja valmiit elementit asennetaan työmaalla paikoilleen. Suosittuja valmiselementtejä ovat

esimerkiksi julkisivuelementit, portaat ja paalut. Valmiselementtien etu on tasaisemman laadun lisäksi ympäristöhaittojen väheneminen. Melun ja pölyn haitat saadaan poistettua valmistamalla elementit tehtaassa ja lisäksi liikenne vähenee työmaalle. Rakennusaika lyhenee ja materiaalihukka on pienempi tehtaalla, kun työ voidaan tehdä keskitetysti automaatiota käyttäen ja jätteitä kierrättäen (Betoniteollisuus ry. a)

Betonin valmistukseen kuuluva sementti tuottaa teollisuusalan paljon kasvihuonekaasuja. Suomen vuotuisesta noin 80miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöstä noin miljoona tonnia on peräisin sementtiteollisuudesta. Ala on kuitenkin ollut alusta lähtien mukana päästökaupassa, joka käynnistyi vuonna 2005 ja siitä tasosta on onnistuttu vähentämään noin neljännes kasvihuonepäästöistä vertailuvuoteen 1990 nähden. Tähän on päästy siirtymällä kierrätyspolttoaineisiin ja ottamalla käyttöön energiatehokkaampia uuneja. Yhtä klinkkeritonnia kohden energiaa arvioidaan kuluvan noin 4500-5000MJ, CO₂-päästöjen ollessa noin 700 kg. Kalkkikiven poltosta vapautuu noin 530 kg CO₂ ja loput noin 170 kg on peräisin käytetyistä polttoaineista (Betoniteollisuus ry. b).

Kustannuksiin vaikuttavat sementin, runkoaineen, työkustannusten ja kuljetusten määrä. Siksi suunnittelu on tärkeää ja huomioitavaa on esimerkiksi kiviaineksen esiintymän sijainti, määrä ja laatu. Jos voidaan käyttää murskattua purkubetonia, joka tulee läheltä vaikuttaa se kustannuksiin edullisesti.

2.3 Betonin valmistelu ennen purkua

Jotta purettavasta betonista saadaan laadukasta ja tarkoituksenmukaista, tulee purku suunnitella jo etukäteen. MARA-asetuksen (ks. luku 4.2) mukaan tulee tiettyjen haitta-aineiden pitoisuus (esimerkiksi PAH- ja PCB-yhdisteet) sekä liukoisuus (esimerkiksi arseeni, lyijy ja kloridi) selvittää (YM 2018). Betonista voidaan ottaa esimerkiksi AHA-näyte jolla kartoitetaan myrkkyyä (Kunnari 2021). Kun purkua suoritetaan, pidetään saastunut betoni erillään puhtaasta. Pilaantunut betoni viedään kaatopaikalle. Purettavassa betonissa voi olla myös raudoitusta, puuosia sekä muuta materiaalia. MARA-asetus sallii näitä tietyn osan, max 1% (Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa 2015).

Viime vuosisadalla paljon käytetyn asbestin tiedetään nykyään olevan terveydelle vaarallinen ja se tuleekin aina poistaa ennen purkua. Tiili on useasti käytetty materiaali ja sen voi myös hyötykäyttää, mutta se tulee erotella betonista. Turkuun on perustettu maa-

ainespuisto, jossa mm. betonimursketta säilytetään. Kunnarin (2021) mukaan maa-ainespuisto vastaa aiemmin koettuun ongelmaan, jossa betonimurskeen kysyntä ja tarjonta eivät kohdanneet.

3 BETONIMURSKKEEN KÄYTTÖ

Tässä luvussa selvitan betonimurskeen käyttöä infrarakentamisessa, sen hiilensidontaa ja muita vaihtoehtoisia käyttökohteita. Tarkastelen lähemmin miksi betonijätteen kierrätys on niin tärkeää.

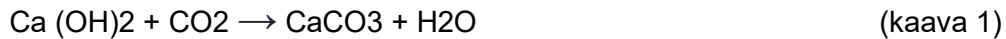
Betonilla on ominaisuus, karbonatisoituminen, joka on ollut jo vuosikymmeniä tiedossa ja sitä on osittain pyritty jopa hillitsemään sen korroosiohaittojen takia. Nyt on herätty ymmärtämään, että se ominaisuus on erittäin ajankohtainen tänä päivänä, kun lasketaan hiilidioksidipäästöjä ja huomioidaan hiilivarastoja. Karbonatisaatiossa betonissa oleva sementti reagoi ilman hiilidioksidin kanssa ja muuttuu takaisin kalkkikiveksi. Ilmiön ansiosta ilmakehästä sitoutuu hiilidioksidia ja sitoutuminen kiihtyy, kun betonin pinta-ala moninkertaistuu murskatessa. Syntynyttä betonimursketta voi käyttää monipuolisesti rakentamisessa. Betonimurskeen käyttöä rajoittaa nykyisellään kuitenkin tietyt lait ja asetukset (ks. luku 4).

3.1 Betonimurskeen kierrätyksen hyödyt

Murskattu betonijäte on hyvä materiaali moneen tarkoitukseen ja korvaa käytettynä muuten tarvittavan neitseellisen raaka-aineen, eli resursseja säästyy. Betonimursketta on monenlaista mutta niin on tarpeitakin, ja sen tuotteistaminen olisikin tärkeää. Neitseellistä kiviainesta korvattaessa, betonimurskeen edut ovat huomattavasti huokeampi paino, mikä säästää kuljetuskustannuksissa ja se, ettei kiveä tarvitse louhia luonnosta. Betonimursketta syntyy usein rakennuspaikkojen läheisyydessä, kun vanhoja rakennuksia puretaan, ja kuljetusmatkat ovat siksi lyhyet. Nykyaikaiseen ajattelutapaan kuuluu kiertotalous, ja betonimurskeen hyödyntäminen tukee sitä, kun materiaali pysyy käytössä mahdollisimman korkea-arvoisena. Betonimursketta voi käyttää esimerkiksi vain maantäyteaineena, mutta tehokkaimmillaan se on tehtävissä, jossa sen ominaisuudet, kuten hyvä kanto-ominaisuus tulevat parhaiten esille, (Tielaitos 2000, Lehtonen 2018, Pieksämä 2019).

Suoraan ilmastonäkökulmasta jo se, ettei uutta sementtiä tarvitse valmistaa niin paljon on hyvä asia. Betonimursketta voidaan käyttää raaka-aineena uusiobetoniin, kun sen koostumus ja murskeen rakeiden koko ovat halutut (Nieminen 2015). Lisäksi kuljetusten väheneminen, kun rakennusmateriaali löytyy läheltä ja on kevyempää kuin neitseellinen

kivi, johtaa pienempiin hiilidioksidipäästöihin (Nieminen 2015). Betonimurskeen kyky sitoa hiilidioksidia ympäristöstään, eli karbonatisoitua, edesauttaa myös ilmastoa. Kun betonimurske karbonatisoituu (ks. kaava 1), sen sisältämä kalsiumhydroksidi muuntuu ilman sisältämän hiilidioksidin avulla takaisin kalsiumoksidiksi ja muodostaa pysyvän hiilidioksidivaraston. Näin ollen se sitoo takaisin ison osan siitä hiilidioksidista mikä sen valmistaminen aikoinaan vapautti.



Kaikki betoni karbonatisoituu, mutta koska ilmiö on verrannollinen pinta-alaan, on betonimurske siinä isommassa osassa kuin sileä betonirakenne. Kun ilma pääsee kosketuksiin isompaan pinta-alaan, jokaiseen rakeeseen murskeessa, niin sileällä pinnalla karbonatisaatio jää pienemmäksi (Possan ym. 2016). Betonimurskeen käyttö voi siis edesauttaa kaupunkien hiilineutraaliustavoitteita.

Betonimurskeen käytöstä on tehty monta tutkimusta, ja ne antavat sen CO₂ sidontakykyksi vaihtelevia prosentteja, riippuen laskentatavasta. Lisäksi on huomioitava, että eri alueilla maailmassa on erilaiset olosuhteet, ainakin ilman kosteusprosentti ja lämpötila vaikuttavat karbonatisoitumiseen. Byggforskin (2005, s.19) tutkimuksen mukaan laboratorio-oloissa betonimurske kykeni sitomaan 60–80 % siitä hiilidioksidin määrästä, jonka sen valmistusprosessin aikana syntyi. Saarisen (2014, s. 48) mukaan 30 vuotta tien rakennekerroksessa ollut betoni on saavuttanut 66 % karbonatisoitumispotentialista. Betonimurskeen karbonatisaatio jatkuu maan alla, vaikkei se enää ole kosketuksissa ilman kanssa. Karbonatisaation kannalta hyvissä olosuhteissa karbonatisoitumisvakio on 4-6(mm/vuosi^{1/2}), kun se maan alla on huomattavasti alempi, 0,5-0,75(mm/vuosi^{1/2}) (Kekkonen 2021).

Hiilidioksidin sitoutuminen on laskettu olevan suoraan verrannollinen pinta-alaan ja siihen vaikuttaa lisäksi betonin lujuus ja minkä tyyppinen betoni on kyseessä (Possan ym. 2016). Tutkimuksessa todettiin, että betoni voi elinaikanaan sitoa 40–90 % siitä CO₂ määrästä mikä sen valmistuksessa syntyi.

Betonimurskeen edut neitseelliseen kiveen ovat muun muassa luontokohteiden säästyminen kun kiveä ei tarvitse louhia, hiilidioksidin sitominen ilmakehästä, paremmat ominaisuudet kantavuudessa sekä edullisempi hinta. Haittapuolet ovat mahdolliset

poikkeamat laadussa, korrosio erityisesti alumiiniosien kanssa ja ennakkoluulot (Penttinen 2015). Putkikaivannoissa on tietyt säädökset betonimurskeen käytölle, infrarakentamisen yleisten laatuvaatimusten mukaan putkikaivannoissa alkutäyttö tehdään luonnonkiviaineksella. Lujittuessaan betonimurske voi haitata putkirikon paikallistamista, jos vesi kulkee betonimurskekerroksen alapuolella ja kulkeutuu siksi kauemmas alkuperäisestä vuotokohdasta (HSY 2014). Betonimurskekerroksen läpi suotautuva vesi on emäksistä, pH noin 12,5, mikä johtaa sähkökemiallisista syistä rautametallien korroosion pysähtymiseen. Passivoitunut sinkkipinta pärjää myös ilman korroosiota betonimurskeessa, päinvastoin kuin alumiini, jota ei tule käyttää betonimurskeen kanssa ellei sillä ole emäksisyydeltä suojaavaa suojapinnoitusta (HSY 2014). Kohteet, joissa betonimurske ei täytä vaadittuja standardeja on perusteltua käyttää neutraalista kiveä, kuten pohjavesialueet sekä vesistöt.

Betonimurske on edullisempaa käyttää kuin neutraalinen kivi, sen hinta on noin kolmasosa edullisempi. Kuljetuskustannukset ovat pienempiä, mikäli betonimursketta voidaan käyttää purkupaikalla suoraan uudisrakentamiseen (Vaasan seudun kehitys Oy 2018). Betonia ei tarvitse erikseen valmistaa, vaan se on jo olemassa, se pitää kartoituksen jälkeen vain murskata niiltä osin kuin se soveltuu kierrätettäväksi ja kuljettaa paikalle. Lisäksi huokeampi paino säästää kuljetuskustannuksissa.

Edellä esittelin betonimurskeen käytön hyötyjä, mutta käytöstä saattaa olla myös haittaa ympäristölle. Betonimurskeessa voi olla kemikaalijäämiä, jotka ovat ongelmallisia ympäristölle, esimerkiksi alumiini on haitaksi kaloille. Vireillä olevaan asetusluonnokseen, joka sallisi betonijätteen luokittelun muuksi kuin jätteeksi, niin sanottu End of Waste -asetus (ks. luku 4.4), halutaan hyvin tarkat, tutkittuun tietoon perustuvat raja-arvot tietyille kemikaaleille (Helpinen 2020). Se taho joka toimittaa betonimurskeen on vastuussa siitä, että tuote täyttää ympäristösuojelumääräykset eikä sisällä mitään haitallisia aineita. Toimitajan on tarvittaessa pystyttävä osoittamaan haitta-aineettomuus (HSY 2014).

3.2 Betonimurskeen varastointi

Betonimurskeen varastointiin liittyy tiettyjä rajoituksia MARA-asetuksen (ks. luku 4.2) mukaan, alkaen siitä, että betonimurskeen hyödyntämispaikka on oltava tiedossa jo ennen kuin välivarastointi alkaa. Aikaisintaan neljä viikkoa ennen hyödyntämistä betonimursketta voi alkaa varastoida rakennuspaikalla, tai mikäli sen suojaa, voi varastoinnin aloittaa 12 kuukautta ennen hyödyntämistä. Hulevesien hallinta on oltava kunnossa

paikassa, jossa betonijätettä varastoidaan kasoissa, eikä sitä soveltamisohjeen mukaan tarvitse suojata, mutta se tulee estää sekoittumasta muihin materiaaleihin (HSY 2014).

Varastoinnin aikana betonimurske altistuu ilmakehän hiilidioksidille ja alkaa sitoa sitä itseensä. Ilman hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa nopeuteen, jolla hiilidioksidi sitoutuu betoniin, mitä korkeampi pitoisuus, sen nopeammin ilmiö tapahtuu. Tavallisen ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on noin 300-400ppm ja esimerkiksi vilkkaasti liikennöidyillä alueilla tai tehtaitten läheisyydessä pitoisuus voi nousta 1000ppm:ään (Andersson 2016 s. 10). Tässä voisi pohtia voisiko välivarastoinnin sijainnilla olla merkitystä betonimurskeen hiilensidonnassa? Ilman suhteellinen kosteus (relative humidity, RH) vaikuttaa myös karbonatisaationopeuteen. RH:n ollessa joko erittäin matalalla tai erittäin korkealla, hidastuu karbonatisaatio mitättömäksi. Betonin valmistuksessa toteutunut vesisementtisuhte vaikuttaa siihen, mikä suhteellinen kosteus olisi paras nopeampaan karbonatisaatioon. RH:n ollessa 50-80%, karbonatisaatio on yleensä nopeimmillaan. Vesisementtisuhteen ollessa betonissa korkea, vaatii nopea karbonatisaatio yleensä korkean RH:n, kun taas matalassa vesisementtisuhteessa matala RH tuottaa nopeimman karbonatisaation. Tämä liittyy betonin huokoisuuteen, korkeampi vesisementtisuhte tuottaa huokoisempaa betonia. Kuivan ja kostean vaihtelu nopeuttaa karbonatisaatiota (Andersson 2016, s. 10).

Tommi Kekkosen johtamassa hankkeessa aletaan selvittää Turun Topinojalla betonimurskepohjan olosuhteita ja miten karbonatisaatio betonimurskeessa etenee maassa. Samalla saadaan lisää tietoa välivarastoinnin aikana tapahtuvasta hiilensidonnasta (Kekkonen 2021).

3.3 Betonimurskeen käyttökohteet

Tällä hetkellä suurin osa betonimurskeesta menee maarakentamiseen, jossa sen katsotaan olevan eniten hyödyksi. Kunnat, tielaitos ja yksityiset maarakennusliikkeet ovat huomattavimmat betonimurskeenkäyttäjät. Suomessa on käytetty betonimursketta teiden, kenttien ja katujen rakentamisessa vuodesta 1994 (Tielaitos 2000, s. 8). Laadukas, oikein valmistettu betonimurske on kallio- ja soramurskeeseen verrattavaa ja osittain jopa parempaa (Lehtonen 2018, s. 5). Betonimurskeella on lujituessaan hyvät kantavuusominaisuudet ja sitä on teknisesti mahdollista käyttää kaikissa päälly- ja

alusrakenteiden kerroksissa (Tielaitos 2000, s. 21). Betonimursketta saadaan paitsi purtuista rakenteista, myös betoniteollisuuden sivuvirtana, esimerkiksi ylijäämänä betonielementtien valmistuksessa (Nieminen 2015, s. 13).

Vaikka betonimursketta käytetään pääasiassa maarakentamisessa, betonimursketta voi käyttää myös raaka-aineena uuden betonin valmistuksessa, selviää Niemisen(2015) tutkimuksesta. Siinä osoitetaan kokeellisen vaiheen tuloksena, että uusiobetonin valmistuksessa voidaan käyttää noin 15 % uusiokiviainesta, luonnonkiviaineksen sijaan, ilman että mekaaniset laatuominaisuudet kärsivät liikaa. Rudus-kierrätyksen johtaja Tuomo Joutsenoja sanoo kuitenkin Betoni-lehden haastattelussa, että uusiobetonin hiilijalanjälki on suurempi kuin betonin ja ettei se ole kannattava vaihtoehto Suomessa, ainakaan tällä hetkellä. Keski-Euroopassa taas, missä luonnonkivestä alkaa olla pula, on alettu hyödyntää betonimursketta kivi-aineksena betonin tuotannossa (Vakkuri 2011, s. 5).

Muita käyttökohteita betonimurskeelle voisi olla viherrakentaminen. Luonnonkiveä kevyempänä se voisi soveltua viherkattorakentamiseen. Siinä täytyy kuitenkin huomioida sen korkea pH ja tasapainottaa sitä esimerkiksi happamalla puunkuorikkeella, jotta kasvualusta olisi sopivaa kasveille. Toisaalta korkeaa pH:ta voisi hyödyntää niissä paikoissa, joissa se olisi tarkoituksenmukaista, esimerkiksi tietyt kasvualustat ja valumavedet (Tuhkanen ym. 2014, s. 3, 12, 13, 30). Helsingin Yliopiston Viides ulottuvuus-tutkimushanke on Hollolassa tutkinut viherkattoja ja miten emäksinen betonimurske kasvualustana sopii siihen. Tulokset osoittivat, että valumavesissä oli hyväksyttävät tasot typpeä ja fosforia, jotka ovat vesistöjemme suurimmat rehevöittäjät ja että kasvit, jotka ovat sopeutuneet emäksisiin kasvualustoihin, mutta myös muutama happamien maiden kasvi, menestyivät. Lisäksi valumavedet katolta vaikuttivat olevan ympäristön kannalta suotuisat, haitallisten aineiden määrä jäi alle rajojen (Jauni ym. 2020).

Lahdessa on ollut käynnissä Hule S&C-hanke, jossa kaupunki pyrki vähentämään hulevesikuormitusta siirtämällä osa sitä rakennettuun biosuodatus-käsittelyjärjestelmään. Järjestelmässä on käytetty kasvillisuutta, biohiiltä, kevytsoramursketta, hiekkaa ja betonimursketta, tarkoituksena tutkia aineiden kykyä pidättää valumavesistä ravinteita, metalleja sekä kiintoainetta. Kevytsora ja betonimurske osoittautuivat pidättävän parhaiten liuenneessa muodossa olevaa fosfaattia, kun niiden läpi suotautuneen veden emäksisyys nousi huomattavasti korkeammalle kuin muiden materiaalien suotovedet, pH 12 vs. pH 7-8. Mikään materiaaleista ei osoittautunut yksinään ylivertaiseksi, mutta eri materiaalien parhaita puolia yhdistelemällä voisi tulevaisuudessa tutkia lisää mahdollisuuksia (Järveläinen 2019, s. 6).

Tanskassa on tutkittu betonimurskeen korkean pH:n vaikutusta maatalouden sekä kaupunkien valumavesiin. Tutkimus tehtiin laboratoriossa, jossa selvitettiin hienojakeisen betonimurskeen käyttöä suodattimena (Egemose ym. 2012). Potentiaalia on, sillä betonimurske sisältää kalsiumia, alumiinia sekä rautaa, jotka kaikki sitovat fosforia (fosfaattia), joka on iso syyppää vesien rehevöitymiseen. Toisaalta fosfori ei ole uusiutuva luonnonvara, eli sitä ei ole loputtomiin ja siitä alkaa jossain vaiheessa tulla pulaa. Fosforin saaminen takaisin kiertoon on siis entistä tärkeämpää. Voisiko betonimurske olla apuna tässä?

Myös jätevedessä olevaan fosforin poistoon on kokeiltu betonimursketta. Koe tehtiin synteettisellä jätevedellä, mutta tulokset olivat hyviä ja voisi olla hyvinkin jatkotutkimisen arvoinen (Adnan ym. 2018, s. 25).

4 LAINSÄÄDÄNTÖ JA ASETUKSET

Tässä luvussa selvitän mitä lakeja ja säädöksiä tulee ottaa huomioon, kun käytetään betonimursketta. Jättestatuksella olevan materiaalin käyttöä säätelee ympäristönsuojelulaki ja jätelaki, mikäli halutaan välttyä ympäristöluvan vaatimilta toimenpiteiltä on betonimurskeen täytettävä MARA-asetuksen mukaiset edellytykset. Kiertotalouden edistämiseen tähtäävä End Of Waste -asetusehdotus (ks. luku 4.4) pyrkii selkeyttämään, milloin jäte lakkaa olemasta jätettä, jolloin siihen ei enää päde jätteeseen liittyvät lakipykälät.

4.1 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Tämä laki kohdistuu ympäristön pilaantumisen ehkäisyyn, luonnon monimuotoisuuden kestävyteen sekä ilmastomuutoksen torjuntaan. Lisäksi sen tarkoituksena on vähentää jätteiden määrää ja niistä johtuvaa haitallisuutta, tehostaa haitallisten vaikutusten arviointimahdollisuuksia ja mahdollistaa paremmin kansalaisten vaikuttamista päätöksentekoon, joka koskee ympäristöä (Finlex 527/2014). Tätä lakia sovelletaan toimintaan, josta voi olla haittaa ympäristölle ja siihen sisältyy myös teollisuus ja toiminta josta syntyy jätettä. Toiminnanharjoittajan onkin toimittava niin, että ympäristön pilaamista on voitava ennaltaehkäistä tai ellei se ole mahdollista, rajata haitat mahdollisimman pieniksi. Mikäli vaaraa ympäristön pilaumisesta on, on noudatettava velvoitteita ja säädöksiä jotka mainitaan jätelaissa 646/2011 luku 2, kemikaalilaissa 599/2013 ja EU:n kemikaalilainsäädännössä. Jätelaki 646/2011 luvussa kaksi kerrotaan yleisestä veloitteesta noudattaa etusijajärjestystä, joka tarkoittaa viittä toisiaan hierarkkisesti seuraavaa kohtaa:

-Syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta on vähennettävä

-Jäte mikä syntyy on valmisteltava uudelleenkäytettäväksi, tai mikäli se ei onnistu, kierrätettäväksi

-Jos kierrätys ei onnistu, on jäte hyödynnettävä muulla tavoin (myös energiana)

-Jos mikään yllämainituista ei onnistu on jäte loppukäsiteltävä

Lisäksi laissa on kohta § 17 pohjaveden pilaamisesta, joka kieltää pohjaveden laadun muuttamisen siten, että se voi aiheuttaa vaaraa terveydelle tai ympäristölle. Neljännessä luvussa § 27 kerrotaan, että ympäristölupa on oltava, mikäli on mahdollisuus, että

ympäristö vaaraantuu (Finlex 527/2014). MARA-asetus tuo tähän poikkeuksen(ks. luku 4.2).

4.2 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli MARA-asetus 843/2017

Jotta eräitä jättestatuksella olevia materiaaleja voisi hyödyntää ammattimaisesti ja laitospäisesti ilman ympäristösuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa, on materiaalin täytettävä MARA-asetuksessa 843/2017 mainitut edellytykset. MARA-asetuksen on siis tarkoitus edesauttaa materiaalien uusiokäyttöä maarakentamisessa. Edellytykset koskevat pääosin jätteen kerrospaksuutta, haitallisten aineiden liukoisuutta ja pitoisuutta, jätteen peittämistä, etäisyyttä pohjavesistä sekä varastointia. Alla suora lainaus asetuksesta (843/2014)

4 § Jätteen hyödyntämistä ja väliaikaista varastointia koskevat vaatimukset

Sen lisäksi, mitä ympäristönsuojelulaissa ja jätelaissa (646/2011) säädetään, jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa ilman ympäristölupaa edellyttää, että:

- 1) maarakentamiskohteen sisältämän jätteen kerrospaksuus ei ylitä liitteessä 2 säädettyä enimmäiskerrospaksuutta;
- 2) jätteen haitallisten aineiden liukoisuus ja pitoisuus eivät ylitä liitteessä 2 säädettyjä raja-arvoja ja jäte täyttää liitteessä 2 säädettyt muut vaatimukset;
- 3) jätteen laadunhallinnassa noudatetaan, mitä liitteessä 3 säädetään, ja haitallisten aineiden liukoisuus ja pitoisuus määritetään liitteen 3 mukaisesti;
- 4) jätettä sisältävä rakenne peitetään tai päällystetään lukuun ottamatta tuhka- mursketietä taikka väylää tai kenttää, jonka pintakerroksessa käytetään asfaltti- mursketta tai -rouhetta;
- 5) jätettä sisältävän rakennekerroksen etäisyys pohjaveden enimmäiskorkeudesta on vähintään yksi metri ja maarakentamiskohteen etäisyys vesilain (587/2011) 1 luvun 3 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitettusta vesistöstä, talousvesikäyttöön tarkoitettusta kaivosta tai lähteestä on vähintään 30 metriä;
- 6) sekoitettaessa liitteessä 1 tarkoitettuja jätteitä keskenään teknisten ominaisuuksien parantamiseksi myös lopullinen seos täyttää liitteessä 2 säädettyt raja-arvot.

Jätteen väliaikaisessa varastoinnissa on noudatettava parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Väliaikaisen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan neljä viikkoa tai, jos jäte varastoidaan suojattuna, 12 kuukautta ennen hyödyntämistä. Betonimurskeen käyttö on sallittu MARA-asetuksen nojalla kenttä- ja väylärakentamisessa sekä varasto- ja teollisuusrakennusten pohjana. Väylällä tarkoitetaan pääosin noin 10 metrin levyisiä kulkuväyliä, esimerkiksi jalkakäytävät, pyörätiet, ulkoliikuntareitit sekä tiet ja kadut, sisältäen putkikaivantojen lopputyöt niillä. Kenttä on väylää leveämpi ja voi tarkoittaa esimerkiksi ratapihaa, pysäköintialuetta, palloilukenttää, hevosurheilukenttää tai varastointikenttää. Jos betonimursketta haluaa käyttää varasto- tai teollisuusrakennuksen pohjana on rakennuksen oltava katettu ja asumaton. Kohteissa joiden ensisijainen tarkoitus on jätteiden sijoitus, ei sovelleta MARA-asetusta (Finlex 843/2017).

4.3 Jätelaki 646/2011

Jätelaki on tarkoitettu ehkäisemään jätehuollosta ja jätteistä peräisin olevaa vaaraa terveydelle ja ympäristölle. Se menee osittain päällekkäin ympäristönsuojelulain 527/2014 kanssa, mutta keskittyy tarkemmin jätehuoltoon, turvaten tehokkaan jätehuollon. Lakia sovelletaan jätteeseen, jätehuoltoon, roskaantumiseen sekä toimintaan ja tuotteisiin joista voi syntyä jätettä. Jätelain mukaan aine tai esine ”jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä” on jätettä. Betoni muuttuu siis jätteeksi, kun sitä ei käytetä enää sen alkuperäisessä tarkoituksessa ja pysyy jätetatuksen alaisena, vaikka se olisi jalostettu ja ympäristökelpoinen. Myös jätelaissa velvoitetaan käyttämään jätteen etusijajärjestystä (Finlex 646/2011).

4.4 End of Waste -asetusehdotus

Tällä hetkellä betonimurske luokitellaan jätteeksi, mutta on ehdotettu, että se luokittelu päättyisi End of Waste (EoW)-asetuksen myötä. Mikäli betonimursketta ei enää luokiteltaisi jätteeksi, ei enää tarvitsisi läpikäydä prosessia ympäristölupaan eikä MARA-asetukseen (ks. luku 4.2) liittyen. Betonimursketta koskisi samat vaatimukset kuin vastaavilla tuotteilla, jotka eivät ole olleet jätettä. Jätelaki 646/2011 § 5 mukaan jäte lakkaa olemasta jätettä mikäli

- se on läpikäynyt hyödyntämistoimen
- sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti

- sillä on markkinat tai kysyntää
- se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten mukainen
- sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.

Asetusehdotus on ollut lausuntokierroksella vuodenvaihteessa 2020–2021, jossa se keräsi ristiriitaisia kommentteja. Vaikka kiertotalouden edistämistä pidetään hyvänä asiana, kun jätestatus poistuisi, asetusehdotuksen vaatimukset nähdään liian tiukkoina. Tästä herää pelko, että betonimurskeen käyttö jopa hankaloituisi nykyisestä ja vaikeuttaisi kiertotalouden toimintaedellytyksiä (Saarinen 2021, s. 25).

5 BETONIMURSKKEEN KÄYTÖN KEHITYSTARPEET

Tässä luvussa keskityn selvittämään betonimurskeen käytön käytännön haasteita ja asenneilmapiiriä. Selvitän mihin tulisi keskittyä, jotta betonimurskeesta saataisiin haluttu materiaali maarakennuskohteisiin. Kiertotalouden edistäminen on tässäkin aivan keskiössä ja se vaatii lakien ja asetusten muokkaamista, jotta betonimurske saataisiin kilpailukykyiseksi tuotteeksi.

5.1 Kysyntä ja tarjonta

Kiertotalousajattelun mukaan uusiomateriaalia, kuten betonimursketta soisi käytettävän enemmän. Esimerkiksi Kuopiossa, jossa tavoitellaan hiilineutraaliutta ja jätteettömyyttä, on betonimurskeen käyttö lisääntynyt vuoden 2017 3000 tonnista vuoden 2020 25000 tonniin. Betonimursketta on siellä käytetty erilaisissa maan- ja väylärakennuskohteissa ja kasvupotentiaalia on jatkossakin (Savon ammattiopisto 2020). Ongelmakohtiksi on muodostunut epätasainen materiaalivirta, kun purkukohteet sijaitsevat etäällä rakennuskohteista ja ajallisesti työt niissä sijoittuvat erilleen. Betonimurskeen kuljettaminen kohteiden välissä sekä varastointi väliaikaisissa paikoissa nostaa kustannuksia, joten käteväntä olisi jos materiaalit voitaisiin jalostaa ja hyödyntää samassa kohteessa (Savon ammattiopisto 2020). Noin 80% Suomen purkubetonista kierrätetään ja sitä käytetään saman verran (Kekkonen 2021, Kivekäs 2011, s. 7). Määrällisesti betonimurskeen osuus on hyvin pieni verrattuna kiviaineksen kokonaistarpeeseen. Betonimurskeen kierrätystä ei tueta millään tavalla eli se toimii täysin markkinavaraisesti (Kekkonen 2021). Kaikki myytävä betonimurske tulee CE-merkitä, jolla valmistaja vakuuttaa, että tuote täyttää sitä koskevat EU-direktiivit ja asetusten vaatimukset (YM 2013).

Pirkko Kunnarin (2021) mukaan aiemmin kysyntä ja tarjonta eivät kohdanneet, mutta nyt Turkuun on perustettu maa-ainespuisto, jossa säilötään maa-aineksia tulevaa käyttöä varten, myös betonimursketta. 2017 perustettu maa-ainespuisto on Kiertomaa Oy:n toimipiste ja sijaitsee Saramäen kaupunginosassa. Kiertomaa Oy on, osana EU:n kiertotaloushanke Circwastea (LIFE15 IPE/FI/004), alkanut tuottaa digitaalista palvelua, Maa-aietta, jossa tarkoituksena on edistää maarakentamisessa käytettävien ylijäämämateriaalien hyötykäyttöä. Palvelun kehittäminen on vielä kesken, mutta sen ideana on, että

voi etsiä lähialueen ylijäämämateriaaleista tietoa ja jättää ilmoituksia ostosta ja myynnistä. Ilmoitusten jättäminen vaatii rekisteröitymisen käyttäjäksi, mutta on maksutonta (Kiertomaa Oy).

Ympäristöministeriön tuottama ja Motivan ylläpitämä Materiaalitori on sähköinen maa-ainesten kauppapaikka sekä tiedonhallintajärjestelmä. Sen tavoitteena on edistää kiertotaloutta tarjoamalla kohtaamispaikka kierrätysmateriaalin tarjoajille ja tarvitsijoille sekä tarjota tietoa jätehuolto- ja asiantuntijapalveluista. Materiaalitori tuli 1.1.2020 pakolliseksi yrityksille, jotka tarvitsevat kunnan toissijaista jätehuoltopalvelua vuodessa yli 2000 euron arvosta. 1.1.2021 alkaen velvollisuus on koskenut myös julkisia jätteen haltijoita (Motiva Oy 2020).

5.2 Asenneilmapiiri ja mielipiteet

Betonimurskeen käyttöön liittyy ennakkokäsityksiä ja sen käytön hallinnolliset vaiheet saattavat tuntua raskailta. Kekkonen käsityksen mukaan jäteleima painaa vielä varsin paljon ja hankaloittaa betonimurskeen käyttöä verrattuna neitseelliseen kiveen. MARA-asetuksen edellyttämät ehdot täyttävä käyttö, kuten tienrakentaminen tai parkkipaikan pohja, onnistuu suhteellisen helposti ilmoitusluontoisesti, mutta jos käyttö vaatii ympäristöluvan, on se prosessi turhan työläs ja jää käytännössä aina tekemättä (Kekkonen 2021). MARA-asetuksen mukaan pohjavesialueilla ei saa käyttää betonimursketta, huolenaiheena on betonimurskeesta mahdollisesti liukenevat aineet ja tämä voi osaltaan lisätä huolta betonimurskeen käyttöä kohtaan.

Betonimurskeen käyttöön tottuneet tahot ovat silti mieltyneet betonimurskeeseen. Tommi Kekkonen pohtii, että tässä voi olla kyse ympäristönäkökulmasta, mutta uskoo pääasiassa syyn olevan kevyemmissä peitekerrokssissa ja betonimurskeen hyvissä ominaisuuksissa. Hän jatkaa, että jos betonimurskeen käyttö yleistyisi, saattaisi asenneilmapiirikin parantua. Kysynnän kasvun johdosta betonimurske saataisiin uusiokäyttöön lähempänä purkukohdetta, mikä vähentäisi kuljetusten aiheuttamaa kuormitusta ympäristölle ja se olisi taloudellisempaa.

End of Waste -asetusluonnoksen tiukat vaatimukset, erityisesti sulfaatin, kloridin ja fluoridin suhteen pidetään haasteena Ramboll Finlandin mukaan (Saarinen 2021, s. 25). Kun raja-arvot ovat tiukemmat kuin neitseellisellä materiaalilla, ei se edistä

betonimurskeen yleistymistä rakennusmateriaalina. HSY:n mukaan olisi huomioitava paremmin kiertotalouden edistämistavoite, eikä siksi voida perustella neitseellistä materiaalia tiukempaa vaatimustasoa (Saarinen 2021, s. 25). Lausuntokierroksella olleeseen EoW-asetusluonnokseen oli tullut myös vastakkaisia mielipiteitä, kuten käy ilmi Suomen luonnosuojeluliiton (SLL) vastineessa lausuntopyyntöön. Siinä pidetään erittäin tärkeänä, että raja-arvot pysyvät tiukkoina ja toisaalta, että kiertotalouden edistäminen betonimurskeen käytöllä olisi hyväksi, koska sillä säästettäisiin kallioita ja harjuja. Vastineessa kerrotaan, että ensisijaisesti tulisi valita ympäristön kannalta kestävin vaihtoehto. Esitettyjen haitta-aineiden lukumäärässä on puutteita ja viitetiedot puuttuvat lähes täysin asetuksen perusteluista, erityisesti SLL olisi kaivannut perusteluja valituille haitta-aineille ja niiden raja-arvoille. Vastineessa painotetaan että lainsäädännön pitää perustua tieteellisiin tosiseikkoihin. SLL:n mukaan, mikäli raja-arvot asetettaisiin pinta- ja pohjavesien ympäristölaatumormien ja niiden ekotoksisuuden raja-arvojen mukaisiksi, ollaan lähellä turvallista tasoa. Lopuksi todetaan, että mikäli säädös annetaan, tulee sen vaikutuksia seurata erityisen tarkasti (Oikeusministeriö 2020).

Väyläviraston vastineessa End of Waste -lausuntopyyntöön toivotaan, että kiinnitettäisiin huomiota käytetyn betonimurskeen sijaintitietojen tallennukseen. Kun materiaalia ei enää luokiteltaisi jätteeksi, ei sen sijaintia asetusehdotuksen mukaan tarvitsisi enää rekisteröidä. Väyläviraston mukaan tästä saattaa kuitenkin myöhemmin aiheutua ongelmia, jos ja kun rakenteita puretaan tai materiaali uudelleenkäytetään. Sijaintitiedot tulevat tärkeiksi, kun pitää määritellä esimerkiksi etäisyys pohjaveteen (Oikeusministeriö 2020).

5.3 Miten alaa tulisi kehittää?

Betonimurske tulisi saada tutuksi tuotteeksi, jolla on kysyntää ja toisaalta varmistaa, että kysyntä ja tarjonta kohtaavat. Sitä varten se tulisi tuotteistaa ja tulisi selvittää, että se varmasti täyttää ympäristön kannalta kaikki kriteerit, kuten haitta-aineiden määrä sekä pH. Kuten Tommi Kekkonen totesi haastattelussa, moni joka on käyttänyt betonimursketta palaa mieluusti siihen. Sillä on hyvät kantavuusominaisuudet, se on kevyempää ja sitä voi käyttää ohuempana kerroksena maarakennuksessa kuin neitseellistä kiveä. Betonimurske kärsii vielä jäteleimasta, eli sen imagoa tulisi nostaa. Lisäksi se, että se

pystyy sitomaan hiilidioksidia ilmakehästä on houkutteleva ominaisuus, kun kaupunkien hiilijalanjälkeä halutaan pienentää. Kiertotalousajattelun lyödessä läpi monella alalla, olisi puretun rakennuksen sisältämän betonin uusiokäyttö todella ajankohtaista. Isojen kaupunkien rakennusprojekteissa betonimurske voisi saada näkyvyyttä.

Vielä ainakaan Suomen Luonnonsuojeluliitto, SLL ei ole vakuuttunut, etteikö betonimurskeella olisi haitallista vaikutusta ympäristöön herkillä vesistöalueilla. Liiton mukaan raja-arvot End of Waste -asetusehdotuksessa olivat liian korkeita esimerkiksi kuparin liukoisuuden osalta (Oikeusministeriö 2020). Vaikutukset tulisi ehdottomasti tutkia ja arvioida puolueettomasti, ettei herkäät vesiympäristöt, mukaan lukien pohjavesi, pääse pilaantumaan pitkälläkään aikavälillä. Samaan aikaan tulisi huomioida betonimurskeen iso myönteinen vaikutus hiilineutraaliustavoitteisiin ja muistaa, että käyttämällä betonimursketta, säästyy kallioiden louhinnalta. Lisäksi neitseellisen kiven kuljetuksesta aiheutuvat päästöt ja kustannukset jäävät pienemmiksi, kun betonimurske on kevyempää ja sitä löytyy yleensä lähempää, kun vanhoja rakennuksia puretaan.

End of Waste-asetusehdotus on hyvä alku, jotta betonimurskeen jätestatus väistyy ja sitä voitaisiin helpommin verrata neitseelliseen kiveen. Tällä hetkellä MARA-asetuksen mukaiseen käyttöön, kuten tienrakentamiseen, vaaditaan ilmoitus ja MARA-asetuksen ulkopuolisiin sovelluksiin vaaditaan ympäristölupa, mikä tuntuu monesta liian raskaalta menettelyltä ja betonimurske jää sen takia käyttämättä (Kekkonen). Maista, joissa betonimursketta käytetään infrarakentamisessa laajemmin kuin Suomessa, tulisi ottaa oppia asioista jotka ovat onnistuneet ja asioista jotka eivät ole tuottaneet haluttua tulosta.

Lisäksi betonimurskeen muuta käyttöä tulisi selvittää tarkemmin, kuten viherrakentamisessa, hule- ja jäteveden puhdistuksessa sekä maanparannusaineena maataloudessa.

6 LOPUKSI

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää betonimurskeen käyttöä infrarakentamisessa kirjallisuuslähteiden ja ammattilaisten haastatteluiden kautta. Siinä selvitettiin betonin koko elinkaarta.

Emäksisen betonin ominaisuus sitoa hiilidioksidia itseensä oli tämä opinnäytetyön läpikäyvä aihe. Kun betonirakenne murskataan pieniksi paloiksi, sen pinta-ala kasvaa, jolloin myös sen hiilensitomiskyky kiihtyy. Haastatteluista selvisi, että hiiltä sitoutuu myös maan alla, maaperän suurehkon hiilidioksidipitoisuuden ansiosta, vaikkei betonimurske ole siellä varsinaisesti kosketuksissa ilman kanssa. Haastatteluista selvisi myös, että betonimurskeen käytön hankaluutena ei vaikuttaisi olevan tyytymättömyys itse materiaaliin, vaan ennemmin sen nykyinen leima jätteenä ja sen tuoma epäselvyys sallitusta käytöstä ja koettu byrokraattinen hankaluus ennen käyttöä. Betonimurske näyttäytyy mielenkiintoisena materiaalina, eikä vähiten sen takia, että sen käyttö muissakin tarkoituksissa kuin maantäytteenä, toteuttaisi kiertotaloutta, jossa materiaalit pyritään pitämään kierrossa.

On kuitenkin välttämätöntä selvittää, onko betonimurskeen käytöllä haittavaikutuksia ympäristöön, sekä lyhyellä aikavälillä että pitkällä. Jos niitä on, tulisi selvittää, voiko haittavaikutuksilta välttyä käyttämällä betonimursketta vain tietyissä kohteissa, joissa siitä ei pääse liukenemaan mitään ympäristölle haitallista vesistöihin, kuten pohjaveteen. Betonimurskeen jätestatuksen poistoon tähtäävä End of Waste -asetusehdotuksen (ks. luku 4.4) lausuntokierroksen keräämät vastineet toivat vastakkaisia mielipiteitä eri tahoilta ja jos ne kaikki huomioidaan, ne luovat erinomaisen pohjan kriittiselle ja puolueettomalle tutkimukselle. Yleisesti ottaen lausuntokierroksen vastaajat maarakennusosalta olivat huolissaan haitta-ainerajojen tiukkuudesta, kun taas esimerkiksi Suomen Luonnonsuojeluliitto halusi selkeästi tiukempia rajoja ja lisää tutkimusta aiheesta. Ilmaston muuttuessa Suomenkin sääolot, kuten lämpötila ja sadanta, muuttuvat ja ne pitää ottaa huomioon uuden materiaalin käytössä. Jotta saadaan faktoihin perustuva päätös, tulisi asia siis puolueettomasti tutkia. Samalla on pidettävä mielessä ilmastonmuutosta torjuva betonimurskeen kyky sitoa hiilidioksidia ilmakehästä ja se, että sen laajempi käyttö maarakennuksessa säästäisi neitseellisen kiven louhintaa kallioista. Betonimurskeen hyvät kantavuusominaisuudet maarakennuksessa johtavat siihen, että sitä voi käyttää ohuempia kerroksia ja sen vuoksi sitä tarvitaan vähemmän, jolloin kustannukset ja päästöt kuljetuksesta jäävät pienemmiksi. Monipuolisimman kuvan betonimurskeen käytöstä

infrarakentamisessa saisi, kun se tutkittaisiin monitieteellisestä näkökulmasta. Pelkän kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluiden perusteella ei synny riittävän todellista kuvaa ihmiselle, jolle betonimurske on täysin uusi aihe. Tarvittaisiin ainakin maarakennuksen ammattilaisia eri aloilta, ilmastotieteilijöitä, kemistejä, biologeja sekä kansainvälistä vertaiskokemusta maista, jotka ovat asiassa pidemmällä kuin Suomi.

LÄHTEET

Adnan S.H., Hamdan R., Yassin N.I.M. ja Roni, N.A. 2018,

Recycled concrete aggregates as a filter for removal of phosphorus in synthetic wastewater [Viitattu 18.11.2020]. Saatavana: DOI:[10.33736/jcest.878.2018](https://doi.org/10.33736/jcest.878.2018)

Andersson Louise 2018, Koldioxidupptag i betong, [Viitattu 06.04.2021]. Saatavana: [urn:nbn:se:kth:diva-191493](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:se:kth:diva-191493)

Betoniteollisuus ry a, [Betoni.com]. Tietoa betonista [Viitattu 31.01.2021]. Saatavana:<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>

Betoniteollisuus ry b, [Betoni.com]. Sementti ja kasvihuonepäästöt [Viitattu 27.02.2021]. Saatavana:(<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/sementti-seosaineiden-kaytto/>)

Betoniteollisuus ry c, [Betoni.com]. Betonin valmistus [Viitattu 27.02.2021]. Saatavana:<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>

Betoniteollisuus ry. d, [Betoni.com]. Betonin käyttöikä [Viitattu 27.02.2021]. Saatavana:(<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-kayttoika/>)

Betoniteollisuus ry e, [Betoni.com]. Betoni ja ympäristö [Viitattu 03.05.2021]. Saatavana:(<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150303.pdf>)

Betonikeskus ry, Betonin, betonilietteen ja veden kierrätys betoniteollisuudessa, 2005, ISBN 952-5075-69-9 [Viitattu 27.02.2021].

Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla 2015, Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki [Viitattu 20.04.2021]. Saatavana:<https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/ohjeet/betonimurske.pdf>

Euroopan parlamentti 2018, GHG data from UNFCCC [Viitattu 06.12.2020]. Saatavana:<https://unfccc.int/>

Egemose Sara, Sønderup Melanie J., Beinthin Malde V., Reitzel Kasper, Hoffmann Carl Christian, Flindt Mogens R. 2012, Crushed Concrete as a Phosphate Binding Material: A Potential New Management Tool [Viitattu 15.11.2020]. Saatavana:<https://doi.org/10.2134/jeq2011.0134>

Engelsen Christian J., Mehus Jacob, Pade Claus ja Sæther, Dag Henning 2005,

Carbon dioxide uptake in demolished and crushed concrete 2011, Byggforsk [Viitattu 08.11.2020]. Saatavana: <https://doi.org/10.3151/jact.9.115>

Forsman Juha ja Dettenborn Taavi 2019, [Uusiomaarakentaminen.fi]. Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa, [Ohje] [Viitattu 06.04.2021]. Saatavana: https://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/2019_04_Betonimurske_kaupunkien_julkisessa_marakentamisessa.pdf

[Helsinki Varpunen 2020, Yle uutiset \[Viitattu 29.03.2021\]. Saatavana:https://yle.fi/uutiset/3-11685567](https://yle.fi/uutiset/3-11685567)

HSY 2014, [Uusiomaarakentaminen.fi] BETONIMURSKE Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon, [Viitattu 31.3.2021]. Saatavana: <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/2014--HSY-Betonimurskeohje.pdf>

Jauni Miia, Kuoppamäki Kirsi, Hagner Marleena, Prass Marju, Suonio Taina, Fransson Ann-Mari, Lehvävirta Susanna 2020, Alkaline habitat for vegetated roofs? Ecosystem dynamics in a vegetated roof with crushed concrete-based substrate [Viitattu 26.4.2021]. Saatavana: <http://hdl.handle.net/10138/318433>

Järveläinen Juhani, Kuoppamäki Kirsi ja Pöysti Mikko, 2019, Hulevesien siirto, biosuodatuskäsittely ja suodatusmateriaalien vertailu Lahdessa, Vesitalous-lehti 2/2019 [Viitattu 06.04.2021].

Järvinen Maarit 2021, lehtori Turun ammattikorkeakoulu, Marie Hentula haastatteli 1.3.2021

Jätelaki 2011/646 Saatavana: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>

Kekkonen Tommi 2021, Betoni ry Projektipäällikkö, Marie Hentula haastatteli 2.2.2021

Kekkonen Tommi 2021, Betoni Ry projektipäällikkö Kekkonen kanssa käyty sähköpostikeskustelu 12.4.21

Kemikaalilaki 2013/599 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130599>

Kiertomaa Oy, [Kiertomaa.fi]. [Viitattu 03.05.2021]. Saatavana: <https://kiertomaa.fi/ar-kisto/circwaste/>

Kivekäs, Lauri 2011, Kivitalo on eko (Betoni-lehti 1/2011) (24.4.2021)

Kunnari Pirkko 2021, rakennusmestari Turun kaupunki, Marie Hentula haastatteli 6.2.2021

Lehtonen Katja 2018, BETONIMURSKEOHJE, Betonimurskeen käyttö infrarakentamisessa Lahden ja Hollolan alueella 2018 [Viitattu 08.11.2020]. Saatavana: <https://docplayer.fi/110031660-Betonimurskeohje-betonimurskeen-kaytto-infrarakentamisessa-lahden-ja-hollolan-alueella.html>

Mara-asetus 2017/843 www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843

Mattila Jussi, nd, Betoni ja ympäristö, <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150303.pdf> [Viitattu 26.04.21]

Motiva Oy 2020, [Uusiomaarakentaminen.fi]. [Viitattu 24.04.2021]. Saatavana: <https://www.uusiomaarakentaminen.fi/materiaalipankit>

Nieminen Anna-Maria, 2015, Murskatun betonin hyödyntäminen uusiokiviaineena betonissa [Diplomityö] [Viitattu 12.11.2020]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201512165726>

Oikeusministeriö.fi, End of Waste -asetusluonnos ja lausuntopalaute 2020, [Viitattu 10.04.2021]. Saatavana: <https://bit.ly/39TCX3N>

Pajukallio, A-M., Wahlström, M., Alasaarela, E. 2011, Maarakentamisen uusiomateriaalit; Ympäristökelpoisuuden osoittaminen ja tuotteistaminen. Ympäristöministeriön raportteja 11/2011. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 18.04.2021] ISBN: 978-952-11-3862-1

Penttinen Tatu, Betonimurskeen käyttö Uudellamaalla 2015, [Opinnäytetyö] [Viitattu 29.03.2021]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201503183300>

Pieksemä Jani 2019, Betonimurskeen tuotteistaminen ja tasalaatuisuuden tarkastelu teknisten laadunvalvontatulosten avulla [Opinnäytetyö] [Viitattu 31.03.2021]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019091818908>

Possan, Edna, Felix Emerson ja de Araujo Thomaz William 2016, CO2 uptake by carbonation of concrete during life cycle of building structures [Viitattu 12.11.2020]. Saatavana: DOI: [10.1007/s41024-016-0010-9](https://doi.org/10.1007/s41024-016-0010-9)

Riihimäki Kalle 2015, Teräsbetonipalkin mitoitus eurokoodeilla murto- ja käyttörajatilassa, opin- näytetyö [Viitattu 06.12.2020]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015060111616>

Saarinen Elina 2021, Helpottuuko betonin uusiokäyttö?, Uusiouutiset-lehti 1/2021 [Viitattu 15.03.2021]

Saarinen Sirkka 2014, Betoni kiertää purkurakenteesta rakennusmateriaaliksi, Betoni-lehti (4/2014) [Viitattu 08.11.2020]. Saatavana: https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1404_48-51.pdf

Savon ammattiopisto 2020, [Sakky.fi]. Uusiomaarakentamisesta uusi normaali [Blogikirjoitus] [Viitattu 09.04.2021]. Saatavana: <https://sakky.fi/fi/blogit/2020/uusiomaarakentamisesta-uusi-normaali>

Standardit ja julkaisut, Betonikiviainekset [Viitattu 15.04.2021]. Saatavana: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/123294.html.stx>

Standardit ja julkaisut, Betonin valmistukseen käytettävä vesi, [Viitattu 15.04.2021]. Saatavana: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/3340.html.stx>

Tielaitos 2000, Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa, mitoitus ja työohjeet [Viitattu 15.11.2020]. Saatavana: https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf2/tiel_3200594_betmurskeohje.pdf

Trägårdh J., Rogers P., Fridh, Gram K. H-E., ja Westerholm M. 2016,

High quality reclaimed concrete aggregates for new concrete production [Viitattu 19.11.2020].

Saatavana: <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.35182.66889>

Tuhkanen Eeva-Maria, Juhanoja, Sirkka, Salo Tapio MTT 2014,

Kierrätysmateriaalien hyödyntäminen viherrakentamisen kasvualustoissa ja rakenteissa [Viitattu 18.11.2020]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-550-9>

Työ- ja elinkeinoministeriö, Kiviaines ja luonnonkiviteollisuuden näkymät 2015, [Viitattu 07.02.2021]. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-048-0>

Vaasan seudun kehitys Oy 2018, Betonimurskeen hyödyntäminen maanrakennuksessa säästää luontoa [Viitattu 31.03.2021]. Saatavana: www.vasek.fi/vaasanseudun-kehitys-oy-vasek/viestinta/uutiset/betonimurskeen-hyodyntaminen-maanrakennuksessa-saastaa-luontoa

Vakkuri Riitta 2011, Purkubetoni hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti [Viitattu 15.11.2020]. Saatavana: https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1102_s46-51.pdf

Virola Heli, Raivio Paula 2000, Portlandsementin hydrataatio, [Viitattu 18.04.2021]. Saatavana: VTT. ISBN 951-38-5762-X (nid)

Ympäristöministeriö, MARA-asetuksen soveltamisohje 2018, [Viitattu 20.04.2021]. Saatavana: <https://www.ym.fi/download/noname/%7BE6202D3D-494A-4DD3-909F-5C52752B2EB4%7D/135905>

Ympäristöministeriö 2013, [Viitattu 24.04.2021]. Saatavana: <http://ym.fi/ce-merkinta>

Ympäristönsuojelulaki 2014/527 Saatavana: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>

Haastattelut

Maarit Järvinen, korjausrakentamisen koulutusvastaava, lehtori, Turun AMK:

Mitkä ovat kokemuksenne betonimurskeen käytöstä?

Mursketta on käytetty pieniä määriä betonin valmistuksessa, isommalti tierakenteissa.

Miten alaa tulisi kehittää Suomessa?

Pienemmätkin purkumäärät pitäisi hyödyntää paremmin kuin nykyään ja tietenkin jos keksitään keinoja miten hyödyntää karbonatisoitumista paremmin olisi hyvä.

Kuinka kauan betonimurskeesta on puhuttu/opetettu Suomessa/Turussa?

Minä olen ollut opettaja täällä nyt 11 vuotta ja opettanut, että betonin voi kierrättää/murskata... Ja itse opiskellut 1980-luvun lopulla ja jo silloin on opetettu murskeen hyötykäyttöä ja opinnäytetyöniikin yhteydessä jo mm. ontelolaattatehtaallakin käytettiin osin mursketta uuden betonin valmistukseen.

Voiko karbonatisaatiota edesauttaa tai vastaavasti estää olosuhteilla? (Esimerkiksi lämpötila, kosteus, muut aineet?)

Nykyinen pääasiallinen käyttö eli tienrakenteissa on huono juttu, koska murske jää asfaltti ym kerrosten alle, eikä karbonatisoidu eteenpäin. Pitäisi keksiä enemmän näitä kohteita missä murske jäisi kosketukseen ilman kanssa. Kaikki olosuhdetekijät vaikuttavat. Vielä enemmän valmistetun betonin laatu/ominaisuudet (käytetty sementtimäärä, huokoisuus...)

Onko varastointiajan pidentämisellä pidemmäksi kuin 3 vuotta olennainen merkitys hiilidioksidin sitomiskykyyn ja mikä olisi optimaalinen varastointiaika

Nyt pakko myöntää, etten tähän aikaan ole perehtynyt. Tuo aikakin varmaan riippuu betonimurskeen laadusta. Pitääkö varastokasaa sitten jotenkin möyhiä? Varmaan riippuu murskeen koostakin.

Pirkko Kunnari, rakennusmestari, Turun kaupunki:

Mitkä ovat kokemuksenne betonimurskeen käytöstä?

(Tästä voisit kysyä joltakin muulta, joka käyttää mursketta, esim. Mika Pitkänen voisi tietää keneltä voi kysyä) Betoniahan voi käyttää vain osittain, jonkinlaisen rakennekerroksen teihin tai kenttiin.

Turun polttolaitoksen betonit käytettiin Naantalın polttolaitoksen piha-alueiden rakennuskerroksiin. Enempää en tiedä käytöstä. Hoidan vaan purkuasioita.

Miten betonijätteen hyötykäyttö voidaan huomioida jo purkuvaiheessa?

Betonista otetaan AHA-kartoitukseen poraamalla näytteitä. Näytteitä otetaan tiloista, jossa tiedetään olleen öljyä yms. myrkkyä. Yleensä öljysäiliötilat, autokorjaamot yms. Luokkatiloista ei tarvita näytteitä. Tutkimusten perusteella rajataan alueet, joista betoni murskataan saastuneisuuden perusteella eri kasoihin ja viedään kartoituksen perusteella ongelmajätelaitokselle. Kasoista voidaan ottaa vielä lisänäytteitä. Puhdas betoni pidetään erillään näistä.

Onko jotain ongelmakohtia, joita voisi ehkäistä helposti jo aiemmissa vaiheissa, jotta betonin hyödynnettävyys olisi mahdollisimman suurta?

Olemme ratkoneet niitä. Aiemmin ongelma oli, että tarjonta ei kohdannut kysyntää. Nyt Turku on perustanut maa-ainespuiston, johon säilötään myös betonimursketta tulevaa käyttöä varten.

Aiheutuuko purkuhankkeessa tehtävästä betonijätteen erottelusta lisäkustannuksia (esim. betoni ja tiili mahdollisimman hyvin erikseen) ja miten urakoitsijat ovat suhtautuneet asiaan?

Olen jo tarjouspyynnössä vaatinut, että betoni ja tiili erotellaan, joten en tiedä mitä se maksaisi. Urakoitsijat suhtautuvat myönteisesti ja uskonkin, että erottelu ei ole kovin vaikeaa. Muutenkin koneella erotellaan puuosat, raudat, villat yms. Erottelu on osa työtä ja hyvillä koneilla se onnistuu.

Tommi Kekkonen, Betoniteollisuus ry

Miten betonimurskeeseen suhtaudutaan materiaalina?

Oman käsitykseni mukaan betonimurske kärsii varsin paljon vielä olevasta jäteleimasta ja sitä kautta sen käyttö on hankalampaa, kuin neitseellisen kivimurskeen. MARA-asetuksen mukainen käyttö onnistuu ilmoitusluonteisesti ja mahdollistaa varsin helposti käytön tierakentamisessa tai muussa asetuksen täyttävässä käytössä, esim. parkkipaikan pohjana. Tästä poikkeavat sovellukset puolestaan vaativat ympäristöluvan, mikä onkin jo raskaampi prosessi ja siksi jää käytännössä aina käyttämättä.

Betonimursketta tottuneet tahot palaavat ilmeisen helposti murskeeseen. Tässä voi olla tätä nykyä ympäristönäkökulmaakin mukana mutta pääasiassa syy lienee mahdollistuvilla kevyemmällä peitekerroksilla betonimurskan ominaisuuksien vuoksi.

Onko tullut esille jotain usein toistuvia huolenaiheita puhuttaessa betonimurskeesta?

Jäteleima painaa tässäkin ja esimerkiksi pohjavesialueilla ei betonimurskaa voi käyttää. Tästä voi olla jollain parempaa tietoa mutta ymmärtääkseni betonista mahdollisesti liukenevat aineet ovat hyvin vähäisiä ja vaarattomia. Edellä mainittu lupakäytäntö tuntuu myös olevan urakoitsijoille raskas; etenkin pienemmillä yrittäjillä tuntuu olevan kynnys täyttää MARA-ilmoitusta ja siksi betonimursketta ei omaehtoisesti huomioida. Mutta kokonaisuutena huolenaiheet liittyvät ympäristöteemaan ja sitä kautta olemassa oleviin ennakoasenteisiin.

Millainen kysyntä ja tarjonta Suomessa on määrältään ja laadultaan?

N. 80 % Suomen purkubetonista kierrätetään ja saman verran sitä käytetään. Betonimurskeen määrä on hyvin pieni verrattuna kiviaineksen kokonaistarpeeseen. Betonin kierrätys murskeena toimii täysin markkinavaraisesti, eli toimintaa ei tueta millään tavalla. Kaikki myytävä betoni-murske tulee CE-merkitä; suurin osa Suomessa myytävästä murskeesta on vaadittuja rajoja puhtaampaa ja sisältää käytännössä marginaalisen määrän ”roskaa”.

Mitä tulisi huomioida betonimursketta varastoitaessa, jotta sen laatu ja ominaisuudet säilyisivät mahdollisimman hyvinä?

Murskeen laatu pysyy varsin hyvänä säilöittäessä. Karbonatisoitueessaan betonin rakenne tiivistyy ja näin sen mekaaniset ominaisuudet paranevat hieman, mutta käytännön merkitys tässä jää pieneksi. Lisäksi hydratoitumattoman sementin sitovuus ei varastoitaessa vaikuta, kun partikkelien välinen kiinnitys jää samaan luokkaan kuin esim. pakastemarjoilla, joten irtoaminen tapahtuu samalla kun mursketta siirretään/asennetaan.

Onko Suomen ilmastossa jotain erityistä huomioitavaa liittyen betonimurskeen käyttöön rakentamisessa? (Esimerkiksi karbonatisaatioon liittyen)

CO2ncrete Solution -projektini tutkii juuri karbonisaation hyödyntämistä kierrätysvaiheessa, että miten saataisiin hyödynnettyä käytännössä paremmin betonin hiilensidontaa. Betoni muodostaa karbonisoituessaan pysyvän varaston hiilidioksidille, kun kalsiumhydroksidi muuntuu takaisin kalsiumoksidiksi eli kalkkikiveksi; betonin sementti voi siis sitoa luokkaa 75 % aikanaan kalsinoinnissa vapautuneesta hiilidioksidista ja tarkoitus on selvittää, millä käytännön keinoilla tähän päästään.

Tässä voisi olla opparin teettäjällekin pieni myyntipuhe, jos ja kun keksitään enemmän käytännön sovelluksia, jossa betonimurske pääsee paremmin kosketuksiin ilman hiilidioksidin kanssa; näin saataisiin kierrätysmateriaalia käyttämällä aikaan myös hiilinielu ja pysyvä hiilivarasto.

Miten alaa tulisi kehittää Suomessa?

Lupa-asioiden tulisi tulla helpommaksi, jotta betonimurskeen käyttö helpottuisi urakoitsijalle. End-of-Waste-asetus on työn alla YM:ssä ja vähäinen ymmärrykseni tästä on, että se helpottaisi tätä huomattavasti, kun betoni ei olisi purun jälkeen jätettä vaan secondary material.

Asenneilmapiirinkin soisi paremmaksi, jolloin murskeen käyttö yleistyisi. Vaikka käytännössä Suomessa puretaan betonia niin vähän, että kaikki menee määreellisessä ajassa käyttöön, niin yleistymällä saataisiin betoni uusiokäyttöön lähempänä purkupaikkaa, jolloin kuljetusten aiheuttama kuormitus pienenee ja saavutetaan ympäristön kannalta oikeita hyötyjä.