

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Infratekniikka

2020

Ville Hiltunen

BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ VARSINAIS-SUOMESSA

Ville Hiltunen

BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ VARSINAIS-SUOMESSA

Betonimurske on uusiokiviaines, jota valmistetaan betonijätteestä. Betonijäte voi olla peräisin joko betoniteollisuudesta, tai purkutyömailta. Betonimurskeen hyödyntäminen vaatii tarkan laatujärjestelmän, jossa materiaalin laatuun kiinnitetään huomiota koko sen elinkaaren aikana. Hyödyntämiseen tarvitaan myös aina joko ympäristölupa tai MARA-asetuksen mukainen rekisteröinti-ilmoitus.

Tämä työ keskittyy tutkimaan betonimurskeen käyttämisen hyödyllisyyttä Varsinais-Suomessa. Tavoitteena oli tarkastella materiaalin koko elinkaari, mitä laadunvarmistustoimenpiteitä käyttäminen vaatii, millaisia ominaisuuksia sillä on, miten lainsäädäntö vaikuttaa hyödyntämiseen, millaisia lupamenettelymahdollisuuksia on käytössä ja miten betonimurskeen käyttäminen vaikuttaa kustannuksiin maarakentamisessa.

Betonimurske osoittautui laadukkaaksi ja kustannustehokkaaksi materiaaliksi esimerkkityömaan haastattelujen ja dokumenttien perusteella. Materiaalin käyttöön vaikuttavissa laeissa oli selkeät rajaukset siihen, milloin ja miten hyödyntäminen tulisi toteuttaa. Standardeissa ja ohjeissa oli selkeitä ohjeistuksia eri betonimurskeen hyödyntämisen osa-alueisiin, kuten laadunvarmistukseen ja valmistukseen. Alan toimijoiden näkemykset ja artikkelit toivat työhön lisää tietoa muiden lähteiden lisäksi. Niissä kävi myös ilmi, miten ohjeistukset toimivat käytännössä.

Opinnäytetyössä osoitetaan, että betonimurskeella voidaan korvata neitseellistä luonnonkiviainesta maarakentamisessa. Suuri kantavuus ja kalliomursketta halvempi hinta saavat aikaan kustannussäästöjä. Betonimurske on myös lujittuvaa materiaalia, jonka seurauksena rakenteen painuminen vähenee. Betonimurskeen käyttäminen on myös ympäristöystävällistä, koska sen käyttö toimii hiilinieluna ja säästää kaatopaikkatilaa.

Tulevaisuudessa on mahdollista, että betonimursketta ei katsota enää jätestatuksen mukaiseksi jätteeksi, jolloin sen hyödyntäminen helpottuu. Käynnissä on myös monia tutkimuksia ja hankkeita, joilla pyritään helpottamaan ja kannustamaan uusiomateriaalien käyttöä.

ASIASANAT:

betonimurske, uusiomateriaalit, uusiokiviainekset, MARA-asetus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil engineering

Instructor Pirjo Oksanen, M. Sc. Eng

2020 | 39 pages, 1 page in appendices

Ville Hiltunen

USAGE OF CRUSHED CONCRETE IN WESTERN FINLAND

Crushed concrete is a recycled stone aggregate, which is produced from concrete waste. Concrete waste derives either from concrete industry or demolition sites. Usage of crushed concrete demands strict quality management system, where quality of the material is observed for its whole lifecycle. An environmental permit or a register declaration that is consistent with MARA-decree is always needed when using crushed concrete.

This thesis focuses on examining utility of using crushed concrete in Western Finland. The aim of thesis was to examine whole lifecycle of material, the kind of quality management actions usage demands, the properties material has, the legislative effect on the usage, the authorisation possibilities are available and the effect of the crushed concrete usage on the costs of groundwork.

The sample project interviews and documents indicated, that crushed concrete is quality and cost-effective material. Legislation that affects the usage of crushed concrete have clear definitions about when and how usage should be achieved. Standards and instructions has clear guide lines about different kind of situations in usage, example in quality management and production. Views of the operators in industry and articles provided more information along with other sources and presented how instructions apply in practise.

The study showed that crushed concrete is a recycled aggregate that can be used to replace virginal mineral aggregate in groundwork. High bearing capacity and prize that is lower compared to stone aggregate creates cost savings. Crushed concrete is also consolidating material, so it reduces subsidences of structure. Using crushed concrete is also environmental friendly, because it functions as carbon sink and saves space in landfills.

In future, it is possible that crushed concrete is no longer stated as waste according wastestatus, this leads to easier usaging. There are also many researches and projects, the objective of which is to ease and encourage the use of recycled materials

KEYWORDS:

crushed concrete, recycled materials, recycled stone aggregates, MARA-decree

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 BETONIMURSKEEN VALMISTAMINEN	9
2.1 Valmistaminen	9
2.2 Purkutyöt	10
2.3 Murskaus	11
2.3.1 Esikäsittely	11
2.3.2 Pulverointi	12
2.4 Jätteen vastaanotto	12
2.5 Välivarastointi	13
3 LAADUNVARMISTUS	17
3.1 Teknisten ominaisuuksien testaaminen	17
3.2 Ympäristökelpoisuustutkimukset	17
3.3 SFS 5884 Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunvalvonta	18
3.4 Purkutöiden laadunvarmistus	18
3.5 Valmistuksen laadunvarmistus	19
3.6 CE-merkintä	19
3.7 Rakentamisen laadunvarmistus	19
4 OMINAISUUDET JA LUOKITTELU	21
4.1 Laatuluokittelu	21
4.2 Tekniset ominaisuudet	21
4.2.1 Routivuus	21
4.2.2 Puristuslujuus	22
4.2.3 Lujittuminen	22
4.3 Uusiokäyttö	23
4.4 Ympäristövaikutukset	23
4.5 Käyttöturvallisuus	24
5 LAINSÄÄDÄNTÖ	25
5.1 VNa 843/2017 (MARA-asetus)	25
5.2 Jätelaki 646/2011	25

5.3 EoW jätteeksi luokittelun päättyminen	25
5.4 Ympäristönsuojelulaki 527/2014	27
6 BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ VARSINAIS-SUOMESSA	28
6.1 Mara-asetuksen mukainen hyödyntäminen	28
6.2 Ympäristöluvan mukainen hyödyntäminen	28
6.3 Pienimuotoinen hyödyntäminen	29
6.4 Esimerkkityömaa DB Schenker Turun uusi alueterminaali	29
6.5 Kustannus- ja materiaalisäästöjen laskenta	32
6.5.1 Lähtötiedot	32
6.5.2 Mitoitusyhtälöt	34
6.5.3 Laskenta	35
6.5.4 Lopputulos	36
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	37
LÄHTEET	38
LIITTEET	
Liite 1. Haastattelu.	
KAAVAT	
Kaava 1. Teknisten ominaisuuksien kokoomanäytteen minimimassa	17
Kaava 2. Odemarkin kantavuuskaava	33
KUVAT	
Kuva 1. Rakennekerrokset suunnitelma Schenker Turun uusi alueterminaali	31
Kuva 2. RK3 Schenker Turun uusi alueterminaali	31
Kuva 3. RK5 Schenker Turun uusi alueterminaali	32

KUVIOT

Kuvio 1. Valmistusprosessin päävaiheet kiinteällä vastaanotto paikalla	9
Kuvio 2. Valmistusprosessin päävaiheet purku- ja rakennustyömaalla	10
Kuvio 3. Tiedot välivarastoinnista, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake	13
Kuvio 4. Tiedot välivarastointipaikan sijainnista, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake	14
Kuvio 5. Tiedot hyödynnettävästä ja välivarastoivasta jätteestä, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake	15
Kuvio 6. Jätteen hyödyntämisen ja välivarastoinnin arvioitu aloitus- ja päättymisajankohta, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake	15
Kuvio 7. SFS 5884 liite B routivuuden arviointi	22
Kuvio 8. Betonin karbonisoituminen sen elinkaaren eri vaiheissa	24
Kuvio 9. Ympäristölupaprosessin kulku	29

TAULUKOT

Taulukko 1. Haitta-aineet betonissa	19
Taulukko 2. Betonimurskeen laatuluokitus	21
Taulukko 3. Odemarkin mitoitussyhtälö kalliomurskeella	34
Taulukko 4 Odemarkin mitoitussyhtälö betonimurskeella	35
Taulukko 5. Laskenta betonimurskeen kustannussäästöistä	36

KÄYTETYT LYHENTEET

EoW	jätteeksi luokittelun päätyminen, End Of Waste (Ympäristöministeriö 2014)
JMR	Jokioisten Maanrakennus Oy
KA 5-akselinen	5-akselinen kuorma-auto
KKH	hydraulinen kaivinkone
m3ktr	teoreettinen kiintotilavuus, joka mitataan suunnitelmiin piirrettyjen rajojen mukaan; kun edellinen työvaihe on muuttanut suunnitelmaan merkittyä rajapintaa tai suunnitelmiin merkityt rajapinnat poikkeavat todellisista, suunnitelmaan on merkittävä todellinen tilanne ennen määrien mittausta (Rakennustieto 2015)
m3itd	todellinen irtotilavuus, joka määritetään kuljetusvälineen lavatilavuuden avulla, maa- ja kalliomassat tasataan lavalla ennen määrittystä (Rakennustieto 2015)
m3rtr	teoreettinen rakennetilavuus, joka mitataan suunnitelmaan piirrettyjen rajapintojen mukaisena rakenteena (Rakennustieto 2015)
PCB	polyklooratut bifenyylit eli PCB:t ovat öljymäisiä hyvin pysyviä kemikaaleja (Tuomisto 2014)
MARA-asetus	Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

1 JOHDANTO

Suomessa purkutöistä ja betoniteollisuudesta muodostuu betonijätettä noin 1,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Tavoitteena olisi kierrättää kokonaisuudessaan käyttökelpoiseksi todettu jäte. Vuonna 2008 Suomi sitoutui EU:n jätepuitedirektiiviin. Direktiivin tavoitteena oli, että vuoteen 2020 mennessä rakennus- ja purkujätteistä hyödynnetään 70 painoprosenttia. Vuonna 2018 valtioneuvosto hyväksyi jätesuunnitelman, missä rakentamisen jätteet ovat yhtenä painopistealueena. Uusiomateriaalien käytöllä säästetään luonnonvaroja ja saadaan ehkäistyä käyttökelpoisten rakennusmateriaalien päätymistä kaatopaikoille. Betonimurske on materiaalina monilta osin samanlaista kuin luonnonkiviaines ja jopa parempaa maarakennusmateriaalia, varsinkin rakennettavan kohteen vaatiessa suurta kantavuutta. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 2.)

Betonimursketta on käytetty Suomessa rakentamisessa 1990-luvun alusta alkaen. Betonimursketta on todistetusti hyödynnetty rakentamisessa ensimmäisen kerran Saksassa jo 1860-luvulla. Yhdysvalloissa betonimurskeen käytöstä tuli suosittua 1970-luvulla, jolloin asukasluvultaan suurilla asuinalueilla maankaatopaikat olivat täyttyneet betonijätteestä, eivätkä kaatopaikat enää ottaneet sitä vastaan. Ongelma ratkaistiin murskaamalla betonijäte murskeeksi, joka hyödynnettiin täyteaineena. (Väylä 2019, 2; Fullcircle 2018.)

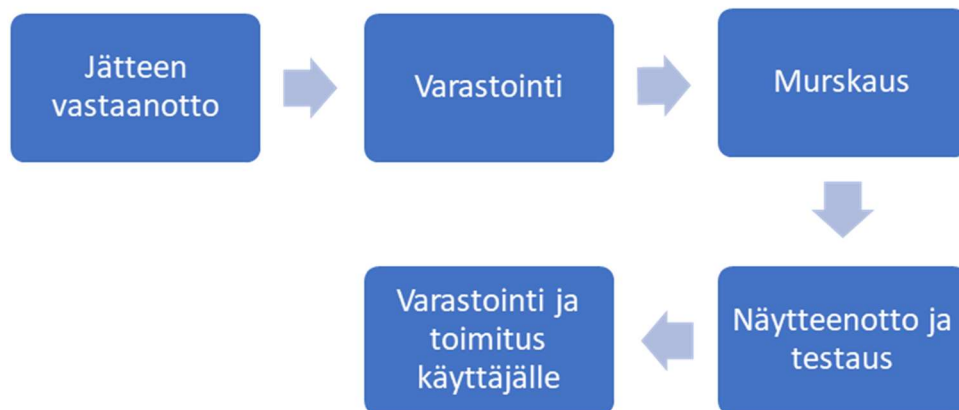
Suomen rakennuskanta alkaa vanhentumaan ja rakennusten purkaminen on kasvanut kiihtyvästi. Purkamispäätökseen johtaa se, että rakennukset eivät täytä enää nykykriteereitä tai niiden ylläpito on ollut puutteellista. Rakennusmateriaalina betoni on ollut erittäin suosittua pitkään, varsinkin 1970-80-luvuilla. (Nieminen, A.-M. 2016, 78-83.)

Tämän työn tavoitteena on selvittää betonimurskeen hyödyllisyyttä maarakentamisessa Varsinais-Suomessa. Opinnäytetyön toimeksiantajan on Jokioisten Maanrakennus Oy, mikä on forssalainen maarakennusalan yhtiö, jonka toiminta-alue on koko Etelä-Suomi. Liiketoiminta-alueet yhtiöllä ovat suurien talonrakennuskohteiden maanrakennustyöt ja kiviainestoinninta.

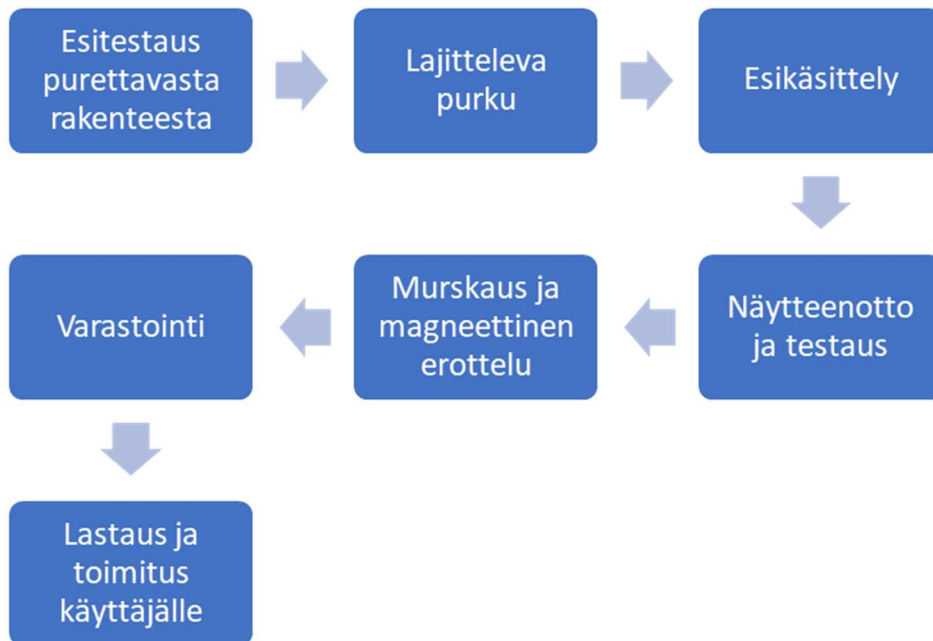
2 BETONIMURSKKEEN VALMISTAMINEN

2.1 Valmistaminen

Betonijätteestä on mahdollista tuottaa oikein valmistusmenetelmin laadukasta ohjerakeisuuskäyrien mukaista kierrätyskiviainesta. Valmistettaessa betonimursketta on varmistettava, ettei jätteeseen sekoitu liikaa siihen kuulumattomia aineita purku-, käsittely- tai siirtovaiheessa. Kuvioissa 1 ja 2 on esitetty betonimurskeen valmistamisen päävaiheet. (Väylä 2019, 18-20.)



Kuvio 1. Valmistusprosessin päävaiheet kiinteällä vastaanottoaikalla (SFS Ry 2018, 6.)



Kuvio 2. Valmistusprosessin päävaiheet purku- ja rakennustyömaalla (SFS Ry 2018, 6.)

2.2 Purkutyöt

Rakennusten ja rakenteiden purkaminen on toimintaa, joka on verrattavissa rakentamiseen maankäyttö- ja rakennuslain 132/1999 mukaan. Työssä on noudatettava lain asettamia velvoitteita, kuten ottamalla huomioon työturvallisuus ja ympäristö. (Väylä 2019, 16.)

Betonijäte on yleensä massaltaan suurin yksittäinen jätelaji purkutyössä, varsinkin kokonais- ja osapurkukohteissa. Monet rakennusten erilaiset rakenteet on usein valmistettu betonista, kuten perustus- ja runkorakenteet. (Ympäristöministeriö 2019 B, 66.)

Ennen purkutyön aloitusta voidaan tehdä ennakkotutkimuksia purettavasta rakennuksesta. Nämä tutkimukset tehdään ennen purkutyötä laaditun näytteenottosuunnitelman mukaan. Itse purkutyö tulee suorittaa lajittelevana purkuna. Näin varmistetaan, ettei hyödynnettäväksi menevään betonijätteeseen päädy sinne kuulumattomia haitta-aineita. (SFS RY 2018, 10.)

2.3 Murskaus

Purkupaikalla tapahtuvassa murskauksessa on otettava huomioon

- betonijätteen laatu ja määrä
- loppusijoituspaikat purkukohteessa paikan päällä tai lähialueella
- varastoinnin ja murskauksen vaatima tilantarve
- purkukohteen alueen ympäristön rajoitukset
- voidaanko murskaus suorittaa aikataulullisesti, esim. muiden töiden aikataulun, lupa- tai ilmoitusmenettelyn, näytteenoton tai muun laadunvarmistamiseen kulu- van ajan puitteissa (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 18.)

Nykyaikainen murskauskalusto mahdollistaa betonijätteen murskaamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten torjumisen tehokkaasti. Betonijätteen murskaamisesta ei aiheudu myöskään yhtä kovaa melua verrattuna luonnonkiven murskaamiseen. Tehokkaalla murskauskalustuksella on mahdollista käsitellä 1 000 – 2 000 tonnia betonijätettä päivässä (Ympäristöministeriö 2019 B, 67.)

MARA-asetuksen mukaan betonimurske täytyy olla raekooltaan alle 90 mm halkaisijal- taan ja hyödyntämisilmoituksessa on osoitettava laadunhallinta ja CE-merkintä. Rudus Oy:n tuotepäällikkö Henri Kylä-Utsurin mukaan tasalaatuista alle 90 mm raekooltaan ole- vaa betonimursketta ei saada aikaan pelkästään pulveroimalla, vaan se vaatii murskauk- sen ja seulonnan. (Rudus Oy 2018.)

2.3.1 Esikäsittely

Ennen murskausta voidaan suorittaa esikäsittely jätebetonille. Käsittelyllä voidaan vai- kuttaa merkittävästi lopputuotteen laatuun poistamalla siitä laatua alentavat aineet en- nen murskausta. Betonijätteen esikäsittelyä toteutetaan pääasiassa kaivinkoneella ja sii- hen liitettävillä lisälaitteilla, esim. pulverointilaitteella tai hydraulisella iskuvasaralla. Van- hojen raudotteiden poistamiseen ja leikkaamiseen voidaan käyttää erilaisia leikkureita ja polttoleikkausta. (Väylä 2019, 21.)

2.3.2 Pulverointi

Esikäsittelyn yksi menetelmä on pulverointi. Menetelmässä kaivinkoneeseen liitetään pulverointilaite, jolla betonijätettä paloitellaan pienemmiksi palasiksi. Uuden Mara-asetuksen voimaantulon jälkeen pelkästään pulveroimalla tuotettavaa betonimursketta ei ole yleensä kannattavaa tuottaa. Pelkästään pulveroimalla betonijätettä saadaan muodostettua pienimmillään 0 – 150 - 0 – 200 mm:n raekokoista betonimursketta. Näin suurirakeinen murske voidaan hyödyntää hakemalla MARA-asetuksen mukaisen käsittelyn lisäksi joko ympäristölupa tai paikallisen kunnan ympäristösuojeluviranomaisen myöntämä pienimuotoisen jätteenhyödyntämislupa. Kustannuksiltaan pulverointi on suhteellisen kallista, eikä siitä saatavan lopputuotteen arvo kata yleensä valmistuskustannuksia. Pulverointia on kannattavaa toteuttaa esikäsittelyssä ennen murskausta, silloin saadaan pienempää raaka-ainetta ja eroteltua epäpuhtauksia. (Väylä 2019, 21.)

2.4 Jätteen vastaanotto

Kiinteillä vastaanottopaikoilla vastaanottajan täytyy määritellä vastaanottoehdot tai tehdä sopimus betonijätteen toimittajan kanssa. Näissä ehdoissa tai sopimuksessa varmistetaan, että vastaanottopaikalle tuotavasta betonijättestä on mahdollista valmistaa laadukasta betonimursketta. (SFS RY 2018, 9-10.)

Vastaanottajan eli tuottajan tulee laatia ohje raaka-aineen vastaanotosta. Tässä ohjeessa täytyy määritellä vastuuhenkilöt ja heidän koulutusvaatimukset sekä vastaanotossa tehtävä kirjanpito. Vastaanottokirjanpidossa dokumentoidaan ainakin seuraavat asiat:

- kuorman vastaanottoaika
- syntypaikka
- tuottaja
- paino
- laatu
- vastaanottohyväksyntä
- jos kuorma todetaan hylätyksi, täytyy siitä kirjata päivämäärä, syntypaikka, tuottaja, sekä hylkäysperuste ja arvio määrästä. (SFS RY 2018, 9-10.)

Vastaanottotarkastuksessa raaka-aineen puhtaus tarkastetaan aistinvaraisesti. Kuormia vastaanottavien vastuuhenkilöiden täytyy olla kykenevä tunnistamaan epäpuhtaudet, sekä arvioimaan niiden määriä. Jos on syytä epäillä, että tuotavassa betonijätteessä on mahdollisesti haitta-aineita, kuten asbestia tai lyijyä, täytyy jätteen tuottajan todistaa, ettei näistä aineista aiheudu terveystai ympäristöhaittoja. (SFS RY 2018, 9-10.)

2.5 Välivarastointi

Betonimursketta voidaan välivarastoida valmistamisen jälkeen ilman ympäristölupaa MARA-asetuksen mukaisella rekisteröinti-ilmoituksella enintään yhden vuoden ajan ennen loppusijoituspaikkaan siirtämistä. Tämän lisäksi jätteen varastoinnin täytyy olla suunnitelmallista. Betonimurske materiaalina katsotaan raekooltaan karkeaksi, joten varastointikasaa ei tarvitse peittää. Välivarastoinnissa tulee huolehtia siitä, että sateiden aiheuttaman pintavalunnan mukana jätettä ei pääse siirtymään varastointialueen ulkopuolelle. Jätteen siirtymistä tulee ehkäistä rakenteellisilla toimenpiteillä, kuten sijoittamalla varastointialue vettä läpäisemättömälle pinnalle ja rakentamalla reunavalli ympärille. Kuvioihin 3 – 6 on koottu välivarastointia koskeva rekisteröinti-ilmoitus (Ympäristöministeriö 2018 B, 8-10.)

4A. TIEDOT VÄLIVARASTOINNISTA	
Hyödynnettävää jätettä varastoidaan väliaikaisesti	
<input type="checkbox"/>	hyödyntämispaikalla _____ viikkoa ennen maarakentamisen aloittamista.
<input type="checkbox"/>	kohdassa 4B ilmoitetussa välivarastointipaikassa _____ viikkoa ennen maarakentamisen aloittamista.
Hyödynnettävä jäte suojataan seuraavalla menetelmällä:	
<input type="checkbox"/>	katettu rakennelma
<input type="checkbox"/>	suojapeite
<input type="checkbox"/>	muu, mikä?
<input type="checkbox"/>	ei suojausta, perustelut:

Kuvio 3. Tiedot välivarastoinnista, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake (SYKE 2019.)

4B. TIEDOT VÄLIVARASTOINTIPAIKAN SIJAINNISTA	
Kunta	Kiinteistörekisterinumero
Keskipisteen koordinaatit kokonaislukuna (ETRS-TM35FIN tasokoordinaatistossa, GPS-paikantimella tai kartalta esim. https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/)	
Itä (E):	Pohjoinen (N):
<input type="checkbox"/> Liitteenä tiedot välivarastointipaikan sijainnista koordinaatteineen merkittynä asemapiirroksen tai karttaan	
Osoite	Postinumero ja -toimipaikka
Muu tieto	
<p>Välivarastointipaikka ei sijaitse</p> <input type="checkbox"/> asumiseen tai lasten leikki paikaksi tarkoitettulla alueella <input type="checkbox"/> luonnonsuojelutarkoitukseen osoitetulla alueella <input type="checkbox"/> ravintokasvien viljelyyn tarkoitettulla alueella <input type="checkbox"/> sisämaan tulvavaara-alueella <input type="checkbox"/> 1- tai 2-luokan pohjavesialueella <input type="checkbox"/> alle 30 metrin etäisyydellä talousvesikäytössä olevasta kaivosta tai vedenottamosta <input type="checkbox"/> Etäisyys pohjaveden pintaan on yli 1 m	
<p>Yli 1 m etäisyys pohjaveden pintaan on todennettu seuraavasti:</p> <input type="checkbox"/> koekuoppa <input type="checkbox"/> talousvesikaivot <input type="checkbox"/> pohjavesiputket <input type="checkbox"/> karttatarkastelu <input type="checkbox"/> muu, mikä? Tarkempi kuvaus arviointimenettelystä (kaivojen / pohjavesiputkien / koekuoppien lukumäärä tms.):	
<p>Välivarastointipaikan etäisyydet lähimpään (jos enintään 200 m etäisyydellä):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1- tai 2-luokan pohjavesialueeseen _____ metriä • talousvesikäyttöön tarkoitettuun kaivoon tai lähteeseen _____ metriä • vesistöön (järvi, joki, meri, puro) _____ metriä 	

Kuvio 4. Tiedot välivarastointipaikan sijainnista, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake (SYKE 2019.)

6B. TIEDOT HYÖDYNNEÄVÄSTÄ JA VÄLIVARASTOITAVASTA JÄTTEESTÄ

Jätteen nimi	Kokonais- määrä (tn)	Väli- varas- tointi (tn)	Rakennekerros	
			Rakenne*	Enimmäis- paksuus rakenteessa (m)
Betonimurske sekä kevytbetoni- ja kevytsorajätteet (jätteenimikkeet 10 13 14, 17 01 01, 17 01 07 ja 19 12 12)				
Kivihiilen, turpeen ja puuperäisen aineksen polton lentotuhkat (jätteenimikkeet 10 01 02, 10 01 03, 10 01 17 ja 19 01 14), pohjatuhkat (jätteenimikkeet 10 01 01, 10 01 15 ja 19 01 12) ja leijupetihiikka (jätteenimikkeet 10 01 24 ja 19 01 19)				
Tiilimurske (jätteenimikkeet 10 12 08 (vain tiilijäte) ja 17 01 02)				
Asfalttimurske tai -rouhe (jätteenimike 17 03 02)				
Käsittely jätteenpolton kuona (jätteenimikkeisiin 19 01 12, 19 12 09 tai 19 12 12 kuuluvat käsitellyt jätteenpolton kuonat)				
Valimohiekat (jätteenimikkeisiin 10 09 08, 10 09 12, 10 10 08, 10 10 12 kuuluvat valimohiekat pois lukien valimopölyt)				
Kalkit (jätteenimikkeet 10 13 04, 10 13 01, 10 13 13, 03 03 09)				
Kokonaiset renkaat ja rengasrouhe (jätteenimike 16 01 03)				
Rakenteesta poistettu jäte, mikä?				

*Rakenteet: päällystekerros, kantava kerros, jakava kerros, suodatinkerros, pengertäyte, keventävä kerros, muu

Jätteen hyödyntäjä on varmistanut jätteen luovuttajalta, että laadunvalvonta on hoidettu asetuksen vaatimusten mukaisesti

Liitteenä tiedot jätteen luovuttajan laadunhallintajärjestelmästä

Liitteenä jätteen luovuttajan selvitys jätteen sisältämistä haitallisista aineista ja muista ominaisuuksista liitteen 2 mukaisesti. Liitteessä on oltava mukana raportti, joka sisältää näytteenottosuunnitelman, kuvauksen näytteenotosta, mittaus tulokset, tiedot tutkimuslaboratorion pätevyysalueesta ja tutkimuksiin käytetyistä viitemenetelmistä sekä tiedot käytettyjen menetelmien akkreditoinnista ja menetelmien mittausepävarmuuksista

Liitteenä selvitys jätteen teknisestä kelpoisuudesta maarakentamiskohteeseen (CE-merkintätiedot tai tuoteseloste tai näiden puuttuessa tilaajan, urakoitsijan tms. todistus jätteen teknisestä kelpoisuudesta kohteeseen)

Kuvio 5. Tiedot hyödynnettävästä ja välivarastoivasta jätteestä, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake (SYKE 2019.)

7. JÄTTEEN HYÖDYNTÄMISEN JA VÄLIVARASTOINNIN ARVIOITU ALOITUS- JA PÄÄTTYMISAJANKOHTA

Jätteen hyödyntäminen aloitetaan	
Jätteen hyödyntäminen päättyy	
Jätteen välivarastointi aloitetaan	
Jätteen välivarastointi päättyy	

Kuvio 6. Jätteen hyödyntämisen ja välivarastoinnin arvioitu aloitus- ja päättymisajankohta, lomake 6032 maarakennusilmoituslomake (SYKE 2019.)

Välivarastointi edellyttää, että jätteen hyödyntämispaikka on tiedossa ennen välivarastoinnin aloittamista ja varastointipaikan omistajan tai haltijan pitää antaa suostumus toimintaan. Välivarastointi voi myös vaatia ympäristöluvan; siitä päättää rekisteröinti-ilmoituksen arvioiva valvontaviranomainen. Ympäristöluvan tarve arvioidaan toiminnan luonteen, keston, sijainnin ja olosuhteiden perusteella. Välivarastointia voidaan toteuttaa

peräkkäisillä rekisteröinti-ilmoituksilla, mutta pääsääntöisesti yli vuoden pituisesta jätteen varastoinnista tulee hakea ympäristölupa. (Ympäristöministeriö 2018 B, 9-10.)

3 LAADUNVARMISTUS

Riippumatta betonimurskeen alkuperästä betonimurskeen täytyy täyttää ainakin seuraavat kriteerit:

- käyttökohteen tekniset- ja ympäristökelpoisuuden vaatimukset
- standardin SFS 5884 mukainen laatuluokitus ja betonimurskeen laadunhallinnan vaatimukset
- betonimurskeen täytyy olla CE-merkittyä. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 3.)

3.1 Teknisten ominaisuuksien testaaminen

Teknisten ominaisuuksien laadunvalvonnan näytteenotto tulee suorittaa standardin SFS-EN 932-1 mukaisesti. Näytteet otetaan joko valmiista kasasta tai murskauksen aikana. SFS-EN 932-1 määrittää näytekoot, mikä riippuu raekoosta ja testattavasta ominaisuudesta. Näytteiden minimimassamäärän laskemiseen on olemassa seuraava kaava (SFS RY 2018, 7 liite C):

$$M = 6 * \sqrt{D} * pb$$

Kaavassa:

M = näytteen massa (kg)

D = Maksimi raekoko (mm)

pb = Löysä irtotiheys (Mg/m³)

Kaava 1. Teknisten ominaisuuksien kokoomanäytteen minimimassa (SFS RY 2018, 7 liite C).

3.2 Ympäristökelpoisuustutkimukset

Haitta-ainetutkimusta tehtäessä täytyy suorittaa MARA-asetuksen mukainen pitoisuus- ja liukoisuustestaus. Näillä testauksilla osoitetaan betonimurskeen ympäristökelpoisuus. Näytteenottoa suunniteltaessa tai toteutettaessa sovelletaan seuraavia standardeja:

SFS-EN 14899, Euroopan standardoimisjärjestön CEN teknisten raporttien periaatteita ja maarakentamistoimialan omia standardeja. (Väylä 2019, 22.)

MARA-asetuksessa on myös mainittu, että betonimurske ei saa sisältää yli yhtä painoprosenttia siihen kuulumatonta vedessä kellumatonta ainesta, yli 10 cm³/kg vedessä kylluvaa ainesta tai 30 painoprosenttia tiili- tai kaakelijätettä. (Ympäristöministeriö 2018 B, 30-32.)

3.3 SFS 5884 Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunvalvonta

SFS 5884 - standardi antaa kriteerit betonimurskeen tuottajalle luoda laadunvalvontajärjestelmä, jolla voidaan todeta valmistettavan betonimurskeen olevan teknisten- ja ympäristöominaisuuksien puolesta riittäviä. (SFS RY 2018, 6.)

3.4 Purkutöiden laadunvarmistus

Purkutöiden haitta-ainetutkimus on merkittävä tekijä betonijätteen laadunvarmistamisessa. Ennen purkua tehtävän tutkimuksen tarkoitus on selvittää purettavan rakennuksen eri rakenteiden sisältämät haitta-aineet. (Ympäristöministeriö 2019 B, 66.)

Haitta-ainekartoituksessa on tärkeä ottaa selvää ainakin seuraavista asioista:

- erilaisten haitallisten aineiden määrät ja eritellään altistuneet rakenteet
- rakennuksen käytön aikana tapahtunutta altistumisriskiä
- purku- ja korjaustyössä tapahtuvaa altistumisriskiä (Rakentajain kalenteri 2011, 98.)

3.5 Valmistuksen laadunvarmistus

Taulukossa 1. mainitaan eräitä betonissa esiintyviä haitta-aineita ja missä rakenteissa niitä on mahdollisesti. Betonijätteen sisältäessä näitä aineita on mahdollista, ettei se sovi betonimurskeen valmistamiseen. (SFS RY 2018, 21 liite G.)

Taulukko 1. Haitta-aineet betonissa (SFS RY 2018, 21 liite G).

Haitta-aine	Materiaali josta voi löytyä
PCB	Elementtien saumaussmassat
Kreosiitti	Vesieristeet
Asbesti	Mineriitti- ja lujalevyt, rappauslaastit ja elementtimaalit
Öljyt	Öljyiset betonit
Kupari	Vihreäksi tai siniseksi värjätyt betonit
Lyijy	Valurautaputkien saumamassat
Sulfaatit	Kipsilevyt
Raskasmetallit	Kyllästetty puu

3.6 CE-merkintä

Betonimurskeen hyödyntäminen vaatii lähes aina CE-merkinnän. Tilanteissa, joissa betonimursketta ei myydä ulkopuoliselle vaan sama taho valmistaa ja käyttää materiaalin itse ei tarvita CE-merkintää. Betonimurskeelle voi saada CE-merkinnän vain, sen ollessa raekooltaan alle 90 mm. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 5.)

3.7 Rakentamisen laadunvarmistus

Rakennettaessa betonimurskeella on tärkeää, että tiivistämisen yhteydessä kastellaan rakennekerros lähelle optimivesipitoisuutta, mikäli asennusaikana sää on kuiva. Kastelu on hyvä suorittaa ennen tiivistystä ja antaa veden imeytyä 5-10 minuuttia ennen tiivistystä. Kastelua on myös hyvä jatkaa päivittäin, mikäli ei sada tai rakennetta ei peitetä esimerkiksi kalliomurskekerroksella. Normaaleissa olosuhteissa kesällä kastelua ei tarvita, mutta pitkät hellejaksot voivat olla ongelma lujittumiselle. Liiallinen kastelu voi myös

osoittautua ongelmaksi, sillä rakennekerros voi alkaa routimaan, mikäli rakentaminen tapahtuu talvella. (Katja Lehtonen 2019, 20.)

4 OMINAISUUDET JA LUOKITTELU

4.1 Laatu luokittelu

Betonimurskeen laatu luokitus on määrätty SFS 5884 - standardissa seuraavaksi

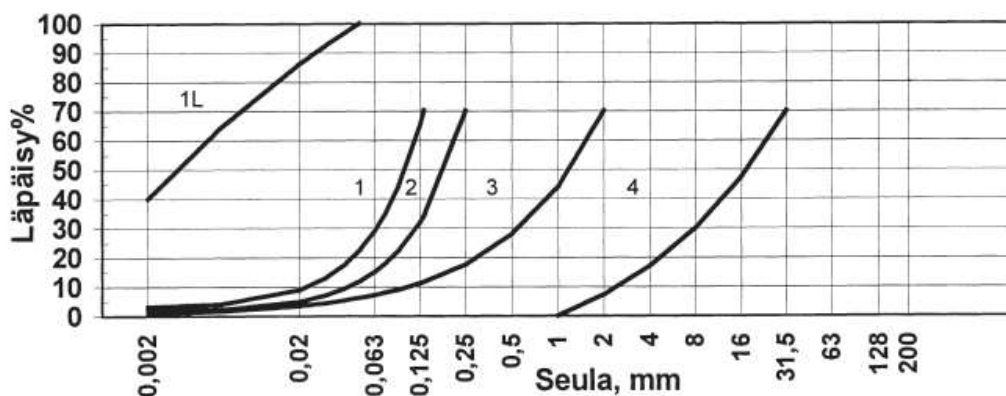
Taulukko 2. Betonimurskeen laatu luokitus (Katja Lehtonen 2019, 17 – 18; SFS RY 2018, 15 Liite A).

Ominaisuus	Yksikkö	BEM I	BEM II	BEM III	BEM IV
Raaka-ainelähde		Vain betoniteollisuus	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa
Rakeisuus		Rakennettavan kohteen mukaan	Rakennettavan kohteen mukaan	Rakennettavan kohteen mukaan	Rakennettavan kohteen mukaan
Hienoainespitoisuus		f7(alle 7%)	f7(alle 7%)	Ei määritetty	Ei määritetty
Puristuslujuus	Mpa	>1,2	>0,8	Ei määritetty	Ei määritetty
Routivuus		Routimaton	Routimaton	Routiva/routimaton	Routiva/routimaton
Kiintotiheys		ilmoitettava	ilmoitettava	ilmoitettava	ilmoitettava
Osa-aineiden luokittelu					
Betonin osuus	prosentti	Rc 90 (yli 90%)	Ei määritetty	Ei määritetty	Ei määritetty
Betoni + kiviaines + lasi	prosentti	Ei määritetty	Rcug 90 (yli 90%)	Rcug 90 (yli 90%)	Rcug 70 (yli 70%)
Tiilen maksimiosuus	prosentti	Rb 10 (alle 10%)	Rb 10 (alle 10%)	Rb 10 (alle 10%)	Rb 30 (alle 30%)
Muiden materiaalien osuus	painoprosentti	X1 (alle 1 paino-%)	X1 (alle 1 paino-%)	X1 (alle 1 paino-%)	X1 (alle 1 paino-%)
Kelluvien materiaalit	cm ³ /kg	FL5 (Alle 5 cm ³ /kg)	FL10 (Alle 10 cm ³ /kg)	FL10 (Alle 10 cm ³ /kg)	Ei määritetty

4.2 Tekniset ominaisuudet

4.2.1 Routivuus

BEM I ja II luokitellaan routimattomiksi, III ja IV luokan routimattomuus vaihtelee. III-luokan betonimurskeelta vaaditaan routimattomuutta ainakin tilanteissa, joissa sitä käytetään tierakenteissa. Hienoainespitoisuuden ollessa alle 7 %, täytyy routivuus tarkastaa rakeisuuskäyrästä. SFS 5884 liitteessä B on määritetty, miten routivuutta tulee arvioida rakeisuuskäyrän perusteella. Kuvio 7. 1L ja 1 maalajit ovat routivia tai lievästi routivia, joten materiaali luokitellaan routivaksi betonimurskeen rakeisuuskäyrän ulottuessa niihin. Rakeisuuskäyrän jäädessä maalajeissa 2-4 raja-arvojen sisäpuolelle on materiaali routimatonta. (SFS RY 2018, 16.)



Seula	0,002	0,02	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	8	31,5
Alue 1L	40-100	86-100	100							
Alue 1	3-40	9-86	29-100	65-100						
Alue 2	1,5-3	5-9	15-29	32-65	70-100					
Alue 3	1-1,5	3,5-5	7-15	11-32	18-70	28-100	44-100	70-100		
Alue 4	0-1	0-3,5	0-7	0-11	0-18	0-28	0-44	7-70	30-100	70-100

Kuvio 7. SFS 5884 liite B routivuuden arviointi (SFS RY 2018, 16 Liite B.)

4.2.2 Puristuslujuus

Betoni murskeen puristuslujuutta mitataan PANK 9003 -menetelmällä. Menetelmässä testataan seitsemän 100 mm halkaisijaltaan olevia kappaleita 7 ja 28 vuorokauden ikäisinä, kappaleiden täytyy olla testatessa lujittuneita. Raja-arvot BEM I ja II-luokille on määritetty laatuluokitustaulukossa ja III ja IV-luokille raja-arvoa ei ole määritetty, näissä luokissa raja-arvot tulevat käyttökohteen mukaan. (PANK 2017)

4.2.3 Lujittuminen

Betoni murske lujittuu uudelleen murskauksen jälkeen, mikäli se käsitellään asiaankuuluvalla tavalla. Suurin osa lujittumisesta tapahtuu ensimmäisen vuoden aikana ja 2-5 vuoden jälkeen se hidastuu. Lujittuminen vaatii huolellisesti tehdyn tiivistämisen optimivesipitoisuudessa, lujittuvan betonimurskelajikkeen sekä riittävän jälkihoidon. Pohjaan ollessa kapilaarinen, täytyy rakennetta kastella riittävästi lujittumisen mahdollistamiseksi, koska päällystyksen jälkeen vettä ei pääse enää rakenteeseen. Laatan muodostuminen on rakenteeltaan samanlaista kuin jäänyt luonnonkiviaineksesta tehty rakennekerros. Mikäli rakennekerroksen alla sijaitsee viemäreitä, putkirikkotilanteissa

vuotava vesi saattaa kulkeutua pois päin vuotokohdasta. Joustavalle pohjamaalle rakennettaessa on varmistettava, että rakennekerros on riittävän paksu, jolloin rakennekerros pysyy ehjänä eikä pääse joustamaan. (HSY 2014, 3.)

Aukikaivaessa betonimurske kuitenkin hajoaa rakeiseksi, eikä jää lujittuneeksi kovaksi kappaleeksi. Kenttäkokeilla on todettu, että aukikaivaminen onnistuu tavanomaisella kallustolla; kaivuvastus on kuitenkin suurempi kuin luonnon kiviaineksella. Esimerkiksi jälkeensä rakennettava maakaapeliura vaatii lujittumisen vuoksi kapeamman kaivannon betonimurskerakenteella kuin luonnonkiviaineksella, tästä johtuen päällystettä ei tarvitse poistaa niin laajasti. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 11.)

4.3 Uusiokäyttö

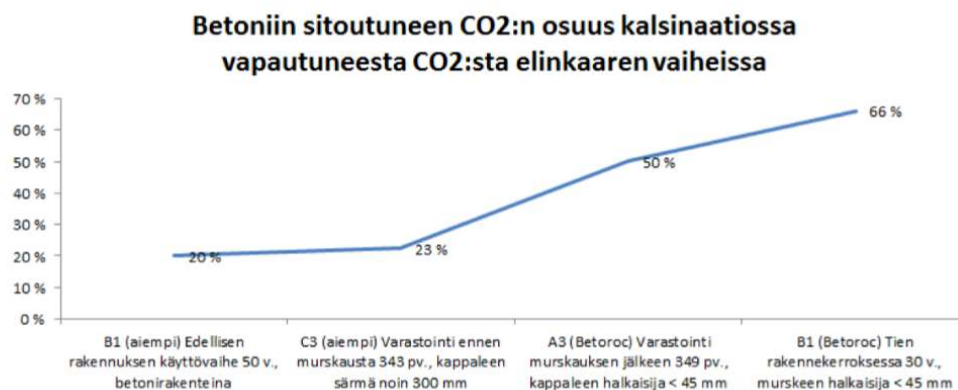
Betonimursketta voidaan rakenteesta poistamisen jälkeenkin käyttää uudestaan, mikä on suositeltavaa kiertotalouden kannalta. Puretun betonimurskeen tulee täyttää samat vaatimukset, kuin mitä ensimmäisellä käyttökerralla. MARA-asetuksen rekisteröinti-ilmoitusta tehtäessä voidaan käyttää samoja tietoja kuin ensimmäisen käyttökerran ilmoituksessa. Betonimurskeen purkaminen tulee suorittaa lajittelevana kaivuna. Jos betonimurskeeseen on sekoittunut siihen kuulumattomia maa-aineksia, täytyy ne erotella muusta materiaalista. Mikäli betonimurskeeseen on sekoittunut jätettä tai muuta siihen kuulumatonta, täytyy se käyttää hyödyksi muissa täytöissä tai toimittaa kaatopaikalle. Betonimurske, joka ei täytä enää sille asetettuja vaatimuksia muuttuu takaisin betonijätteeksi. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 5.)

4.4 Ympäristövaikutukset

Betonimurskeen käyttäminen maarakentamisessa vähentää neitseellisten luonnonmateriaalien käytön tarvetta, sekä niiden liiallisesta käytöstä johtuvia pysyviä luonnonympäristön muutoksia. Betonimurskeen uusiokäyttö myös säästää kaatopaikkatilaa, joka ilman uusiokäyttöä täytyisi betonijätteestä. Myös kuljetusmatkat ja niistä aiheutuva ympäristörasitus vähenee tilanteissa, joissa betonimursketta on saatavilla luonnon kiviainesta lähempänä. (SFS RY 2018, 5.)

Murskauksen jälkeen betonimurske voi sitoa itseensä jopa puolet siihen käytetyn sementin valmistamisen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä. Hajotessaan pieniksi palasiksi

betonimurske imee itseensä enemmän hiilidioksidia kuin kokonainen betonirakenne, tämä johtuu reaktiopinta-alan suurenemisesta. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 3.)



Kuvio 8. Betonin karbonisoituminen sen elinkaaren eri vaiheissa (Bionova 2012, 15.)

4.5 Käyttöturvallisuus

Käsitellessä betonimursketta on hyvä välttää pitkäaikaista ihokosketusta ja tarvittaessa suojautua riittävillä henkilökohtaisilla suojaimilla, kuten käyttämällä hengityssuojainta ja ihon peittäviä vaatteita. Betonimurskeen ollessa kuivaa sen pölyäminen voi aiheuttaa ärsytystä limakalvoissa, iholla ja silmissä. Pitkään kestävässä ihokosketuksessa betonimurske voi aiheuttaa ihon kuivumista ja halkeilua. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 13.)

JMR Oy:n työpäällikkö Mika Breilin (Henkilökohtainen tiedonanto 10.2.2020) totesi, että betonimurskerakennekerroksen päällä ajaminen kumipyöräisillä ajoneuvoilla voi aiheuttaa renkaiden rikkoutumisia, joten betonimurskekerroksen päälle on hyvä rakentaa murskekerros ainakin työmaa-aikaisille teille. Renkaiden rikkoutumisia aiheutuu varsinkin III- ja IV-luokan betonimurskeilla, koska ne sisältävät enemmän rautaa ja muita teräviä osa-aineita. (Henkilökohtainen tiedonanto 10.2.2020)

5 LAINSÄÄDÄNTÖ

5.1 VNa 843/2017 (MARA-asetus)

1.1.2018 tuli voimaan valtioneuvoksen asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. Tämä asetus mahdollistaa tiettyjen jätteiden käyttämisen maarakentamisessa ilman että siihen tarvitsee hakea ympäristölupaa. Asetuksen tavoitteena on pyrkiä lisäämään jätteiden käyttämistä luonnonkiviaineksen sijaan, eli siis edistämään kiertotaloutta. (Ramboll Oy 2020)

MARA-ilmoituksen mukainen rekisteröinti-ilmoituksen käsittelyaika on noin yksi viikko, mikäli ilmoituksessa kaikki tarvittava informaatio on toimitettu ja se on ollut oikeellista. (Vasek 2019). Yleisin tapa betonimurskeen hyödyntämiseen rakentamisessa on MARA-asetuksen mukainen rekisteröinti-ilmoitus. Asetuksessa määritetään ehdot, joita noudattamalla betonimursketta voidaan käyttää ammatti- tai laitospäisesti ilman ympäristölupaa yksityisellä ja julkisella alueella. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 3.)

5.2 Jätelaki 646/2011

Betonimurske, kuten muutkin jätteet määritetään laissa aineena tai esineenä, joka on sen haltijan toimesta aiottu poistaa käytöstä, tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Käytännössä kaikki purettava materiaali muuttuu jätteeksi viimeistään purkuhetkellä. Lain mukaan betonimurskeen jätestatus säilyy, vaikka se olisi jalostettu, ympäristökelpoinen ja CE-merkitty. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 3.)

5.3 EoW jätteeksi luokittelun päättyminen

Jätteeksi luokiteltu materiaalia voi menettää jätestatuksena, mikäli se on lakannut olemasta jätettä hyödyntämistoimien seurauksena. Tällöin siihen ei voida enää soveltaa jätelain 646/2011 säännöksiä. Yksinkertaisimmillaan hyödyntämistoimi voi olla jätteen tarkastaminen ja toteaminen, että se täyttää perusteet jätteeksi luokittelun päättymiseen. (Ympäristöministeriö 2019 A)

Jätelaki 646/2011 5.3 § on lueteltu seuraavat ehdot jätteeksi luokittelun päättymisestä

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä jätelajeittain siitä, milloin aine tai esine ei ole enää jätettä, jos

1) se on läpikäynyt hyödyntämistoimen;

2) sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti;

3) sillä on markkinat tai kysyntää;

4) se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten mukainen; ja

5) sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (Jätelaki 646/2017 5§.)

Ympäristöministeriön 9/2018 raportissa jätteeksi luokittelun päättymisen hyödyt ja haitat on selvitetty viiden eri jätelajin jätteeksi luokittelun päättymisestä, yksi näistä jätelajeista oli betonimurske. Selvitys toteutettiin kyselyin, joissa pyydettiin toiminnanharjoittajilta kuvauksia ja selvityksiä esimerkiksi EoW:n käyttöönottamisesta ja arvioita sen vaikutuksista kustannuksiin. Betonimurskeen osalta ympäristöministeriö on konsultoinut selvityksessä Rudus Oy:tä, Infra Ry:tä, sekä joitain pienempiä toimijoita. EoW-sääntelyn heikko ennakoitavuus oli usean konsultoitavan mielestä ongelma. Betonimurskeen hyödyntämisessä tämä ongelma on pitkän säätelyhistorian vuoksi selvästi pienempi. Toinen ongelma katsottiin olevan sääntelyn monimutkaistuminen. Betonimurskeen käytölle EoW-sääntely toisi yhden lisäkategorian sääntelylle esim. MARA-asetuksen ja ympäristönluvan sääntelyiden lisäksi. Mahdollisessa EoW-sääntelyssä betonimurskeen keskeiset rajaukset katsottiin raportissa kohdistuvan sen laatuvaatimuksiin ja hyväksytyihin käyttökohteisiin. (Ympäristöministeriö 2018 A, 63-67.)

Jani Pieksamä (2019, 25) on myös maininnut YAMK-opinnäytetyössään, että betonimurske on ollut kahdessa ympäristöministeriön EoW-hankkeessa mukana. Ympäristöministeriö on myös asettanut valmisteille asetuksen betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisestä vuonna 2018. (Pieksamä, J. 2019, 25.)

5.4 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

27.6.2014 voimaan tulleen lain tarkoituksena on

- 1) ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja;*
- 2) turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä sekä torjua ilmastonmuutosta;*
- 3) edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta ja ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia;*
- 4) tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomioon ottamista kokonaisuutena; sekä*
- 5) parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 1§.)*

6 BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ VARSINAIS-SUOMESSA

6.1 Mara-asetuksen mukainen hyödyntäminen

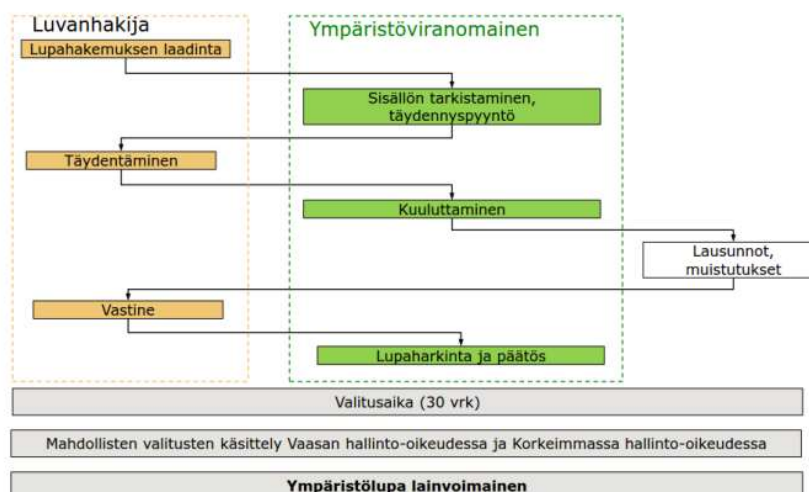
MARA-asetuksen mukaista rekisteröinti-ilmoitusmenetelmää ei voida hyödyntää silloin kun rakennettava kohde on 1- tai 2-luokan pohjavesialueella, asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tarkoitettulla alueella, luonnonsuojelualueella, ravintokasvin viljelyalueella tai sisämaan alueella jossa on tulvavaara. (Vasek 2019)

Kaupunkien vuokratonteilla betonimurskeen käyttäminen saattaa olla rajoitetumpaa, verrattuna MARA-asetuksen rajoituksiin. Sijoituspaikeen haltijasta tulee sinne sijoitetun jätteen haltija, mikäli hyödyntäminen tapahtuu MARA-asetuksen mukaisesti. Tämän vuoksi tontin haltijalla tulee olla tarvittavat tiedot tontilla tapahtuvasta maarakentamisesta ja varsinkin käytettävän betonimurskeen laadusta. Vuokratonttien luovutusehdoissa tai vuokrasopimuksessa voi olla maininta betonimurskeen hyödyntämismahdollisuuksista. Mikäli sopimuksessa ei ole mitään kirjauksia, täytyy mahdollisesta hyödyntämisestä sopia tapauskohtaisesti. Kaupungit ja kunnat voivat määrittää omia käytäntöjä ja rajoituksia betonimurskeen hyödyntämiseen, Turussa vuokratonteilla hyödyntämistä ei ole rajoitettu mitenkään. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 16.)

6.2 Ympäristöluvan mukainen hyödyntäminen

Betonimurskeen hyödyntäminen vaatii ympäristönsuojelulain 527/2014 mukaisen ympäristöluvan, jos betonimurskeen loppusijoituspaike ei täytä MARA-asetuksen rajauksia, kuten hyödyntämiskohteen ollessa pohjavesialueella. Luvan käsittelee AVI, mikäli määrä on yli 50 000 tonnia vuodessa ja määrän ollessa alle 50 000 tonnia vuodessa luvan käsittelee sijoituspaikeen kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (Väylä 2019, 28-29.)

Ympäristöluvan myöntäminen edellyttää ympäristönsuojelu- ja jätelain, sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimusten täyttämistä. Jätteen hyödyntäminen ei saa olla voimassa olevan asemakaavan tai oikeusvaikutteisen yleiskaavan vastaista. Ympäristöluvan hakeminen etenee kuvion 7. mukaisessa järjestyksessä. (Väylä 2019)



Kuvio 9. Ympäristölupaprosessin kulku (Väylä 2019, 28 kuva 10.)

6.3 Pienimuotoinen hyödyntäminen

Pienissä määrissä betonimursketta voi hyödyntää ei-ammattimaisesti. Määrän ylärajalle ei ole asetettu yksiselitteistä tai sitovaa lakia. Kaupunkien ympäristönsuojelumääräykset määrittävät ylärajat ja määräävät ilmoitusmenettelyn paikallisesti. Yleinen maksimimäärä on 100-1 000 tonnia. Tässä tapauksessa betonimurskeen maksimiraekoko voi olla suurempi kuin 90 mm, joka on määritetty maksimiraekooksi MARA-asetuksessa. (Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019, 5.)

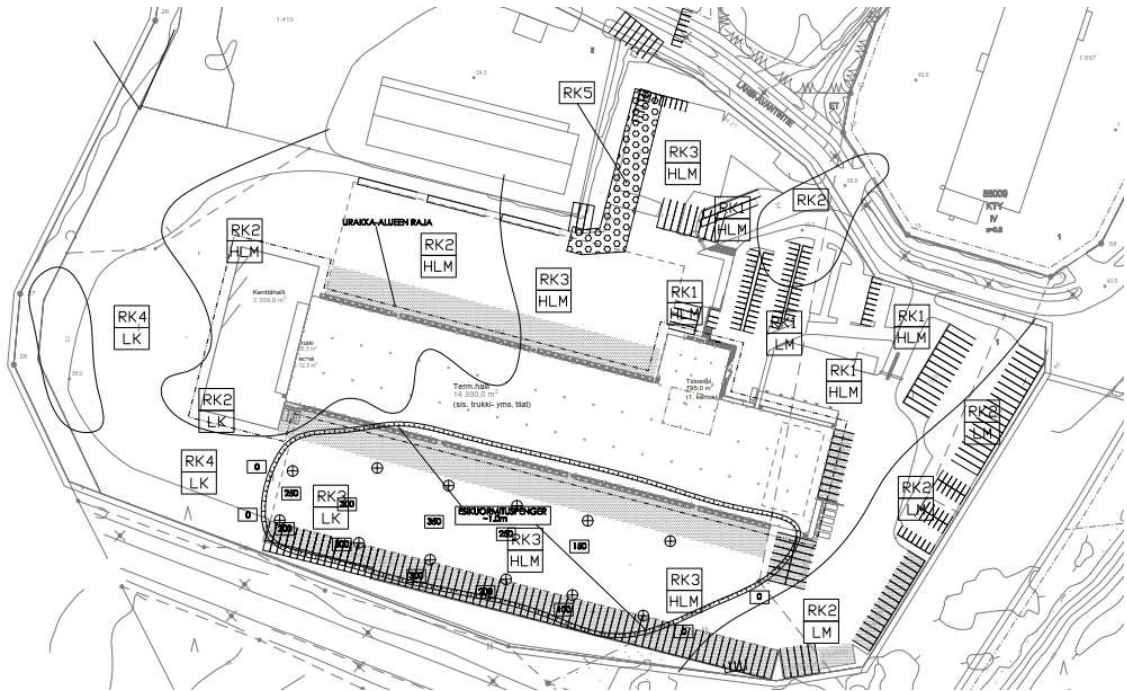
Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta määrittää kohdassa 21§ pienimuotoisen jätteen hyödyntämisen maksimimääräksi maarakentamisessa 10 m³. Määräys edellyttää, että betonimurske käytetään korvaamaan siihen muuten tarvittavaa maa-ainesta, kuten kalliomursketta. Käyttämisestä ei tarvitse ilmoittaa, jos määrä on alle 10 m³. Muissa tapauksissa on ilmoitettava ennakkoon paikalliselle ympäristönsuojeluviranomaiselle. (Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2017 21§.)

6.4 Esimerkkityömaa DB Schenker Turun uusi alueterminaali

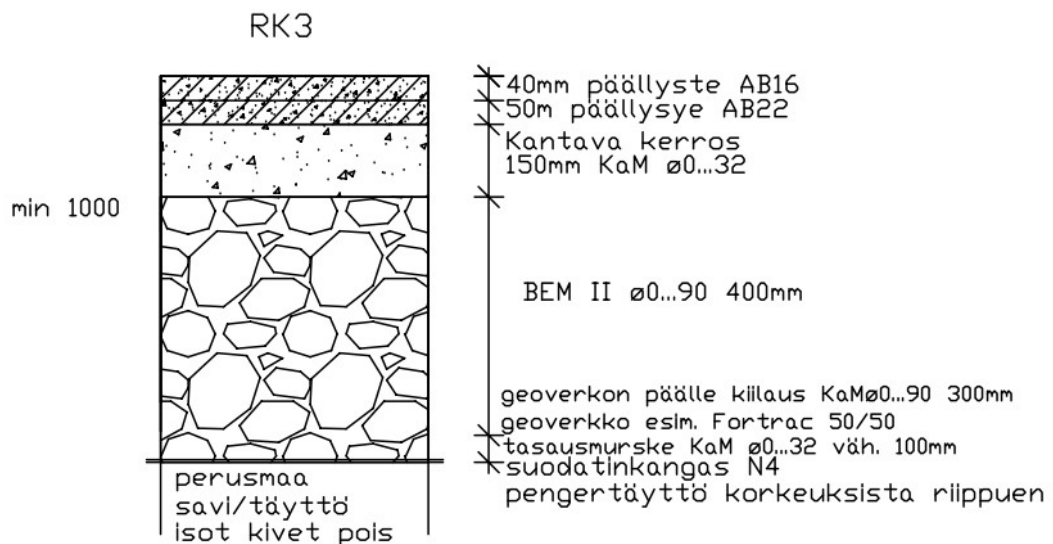
Kesällä vuona 2018 on aloitettu rakentamaan Lietoon DB Schenker Oy:n toimesta uutta alueterminaalia. Tontin kokonaispinta-ala on noin 100 000 m² ja rakennettavan terminaalin kokonaispinta-ala on noin 14 500 m². (DB Schenker Oy 2018)

Rakennuttajana tässä projektissa oli kiinteistöjohtaja Marko Liimatainen ja valvojana Teijo Kivilä Granlund Turku Oy:stä. Rakennuttajan tärkein osuus projektissa betonimurskeen hyödyntämisen kannalta tuli valtakirjasta, jossa hän valtuutti maanrakennusurakoitsijan hakemaan tarvittavat luvat betonimurskeen käyttämiseen ja hyväksyi suunnitelmat, joiden mukaisesti betonimursketta voidaan hyödyntää. Haastattelussa rakennuttaja ja valvoja näkivät positiivisina asioina betonin uusiokäytön, betonimurskeen käytöstä saadut kustannussäästöt ja hyvät kantavuusarvot heikolla pohjamaalla. Haastattelussa nousi myös kysymys siitä, miten betonimurske vaikuttaa ympäristöön tulevaisuudessa. (Henkilökohtainen tiedonlähde DB Schenker Oy:n kiinteistöjohtaja Marko Liimatainen ja Granlund Turku Oy:n valvoja Teijo Kivilä haastattelun yhteydessä 18.2.2020)

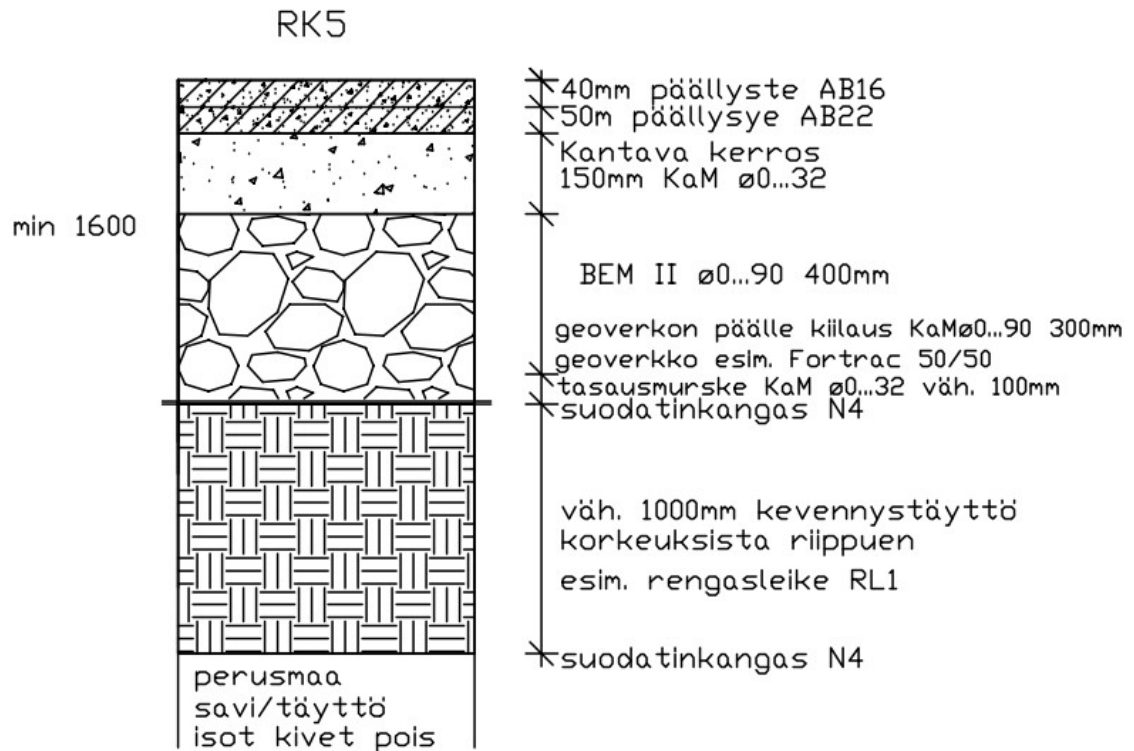
JMR Oy:n työpäällikkö Mika Breilinin (Henkilökohtainen tiedonanto 18.2.2020 mukaan projektin alussa betonimursketta ei ollut suunniteltu käytettävän. Maanrakennusurakoitsijan ja geosuunnittelijan ehdotuksesta materiaali kuitenkin lisättiin rakenteisiin, koska materiaalia oli tarjolla alueen läheisyydessä. Alussa oli suunniteltu käytettävän betonimursketta noin 20 000 tonnia jakavassa kerroksessa, mutta kun materiaalia oli enemmän tarjolla, sitä lisättiin rakenteisiin noin 30 000 tonnia. Kuvissa 1, 2 ja 3 havainnollistetaan miten betonimursketta on käytetty alueen rakenteissa. Kokonaisuudessaan betonimursketta on asennettu noin 41 000 m²:n alueelle, joko 0,4 metrin tai 0,8 metrin kerroksena. Betonimurskeen käyttämisellä saatiin pihan pohjarakenteiden kerrospaksuuksia pienennettyä, joka johti myös merkittäviin kustannussäästöihin. (Henkilökohtainen tiedonanto 18.2.2020)



Kuva 1. Rakennekerrokset suunnitelma Schenker Turun uusi alueterminaali (Henkilökohtainen tiedonlähde, lupa kuvien käyttämiseen saatu DB Schenker Oy:n kiinteistöjohtaja Marko Liimataiselta ja Granlund Turku Oy:n valvoja Teijo Kivilältä haastattelun yhteydessä 18.2.2020.)



Kuva 2. RK3 Schenker Turun uusi alueterminaali (Henkilökohtainen tiedonlähde, lupa kuvien käyttämiseen saatu DB Schenker Oy:n kiinteistöjohtaja Marko Liimataiselta ja Granlund Turku Oy:n valvoja Teijo Kivilältä haastattelun yhteydessä 18.2.2020.)



Kuva 3. RK5 Schenker Turun uusi alueterminaali (Henkilökohtainen tiedonlähde, lupa kuvien käyttämiseen saatu DB Schenker Oy:n kiinteistöjohtaja Marko Liimataiselta ja Granlund Turku Oy:n valvoja Teijo Kivilältä haastattelun yhteydessä 18.2.2020.)

6.5 Kustannus- ja materiaalisäästöjen laskenta

6.5.1 Lähtötiedot

Laskennassa käytetty alue on noin 25 000 m² kokoinen alue, joka on pohjamaaltaan savea. Pohjamaata on laskettu kaivettavan keskimäärin 0,7 m koko alueelta, kun jakava kerros tehdään kalliomurskeesta. Rakenteiden paksuudet ja E-moduulin tavoitearvo eivät ole realistisia, eikä niitä ole tarkoitus käyttää missään mitoituksessa. Laskelman tarkoituksena oli selvittää kuinka paljon kustannussäästöä saadaan betonimurskeen hyödyntämisellä. E-moduuliarvot kalliomurskeelle ja savelle on saatu esimerkkityömaan geosuunnitelmista.

Kaava Odemarkin mitoitusyhtälöön:

$$E_p = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{0,15}\right)^2}}\right) * \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{0,15}\right)^2} \left(\frac{E}{E_A}\right)^{\frac{2}{3}}}}$$

Kaavassa:

E_A = mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus

E_p = mitoitettavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus

E = mitoitettavan kerroksen materiaalin E-moduuli

h = mitoitettavan kerroksen paksuus

0,15 = kuormittavan pyörän kosketuspinnan laskennallinen säde

Kaava 2. Odemarkin kantavuuskaava (Liikennevirasto 2018).

6.5.2 Mitoitusyhtälöt

Taulukossa 3 on esitetty pihan pohjarakenteen mitoitus tilanteessa, jossa jakava kerros rakennettaisiin kalliomurskeesta raekooltaan 0-90 mm.

Taulukko 3. Odemarkin mitoitusyhtälö kalliomurskeella (Tierakenteen mitoitusohjelma, versio 0.5 11/2003).

Odemarkin mitoitusyhtälö

21.2.2020	Kohde	Esimerkki laskelma kalliomurske		
	Rakennetyyppi	Pihan pohjarakenne		
	Pohjamaa	Savi		
	Laatu			
	Laskija			
	Anna alusrakenteen kantavuus E_a	Pohjamaa	15	MPa
	Anna 1. materiaalin E	Kangas N3	1	MPa
	Anna kerroksen paksuus h		0,00	m
	1. kerroksen päältä saavutettava E_y		15	MPa
	Anna 2. materiaalin E	KaM 0-90	200	MPa
	Anna kerroksen paksuus h		0,8	m
	2. kerroksen päältä saavutettava E_y		102	MPa
	Anna 3. materiaalin E	KaM 0-32	280	MPa
	Anna kerroksen paksuus h		0,15	m
	3. kerroksen päältä saavutettava E_y		143	MPa
	Kokonaispaksuus		0,95	m

Taulukossa 4 on esitetty pihan pohjarakenteen mitoitus tilanteessa, jossa jakava kerros rakennettaisiin II-luokan betonimurskeesta raekooltaan 0-90 mm. E-moduuli arvo betonimurskeelle on saatu betonimurskeiden laatuluokituksesta.

Taulukko 4 Odemarkin mitoitusyhtälö betonimurskeella (Tierakenteen mitoitusohjelma, versio 0.5 11/2003).

Odemarkin mitoitusyhtälö

21.2.2020

Kohde	Esimerkki laskelma betonimurske
Rakennetyyppi	Pihan pohjarakenne
Pohjamaa	Savi
Laatu	
Laskija	

Anna alusrakenteen kantavuus E_a	Pohjamaa	15	MPa
Anna 1. materiaalin E	Kangas N3	1	MPa
Anna kerroksen paksuus h		0,002	m
1. kerroksen päältä saavutettava E_y		15	MPa
Anna 2. materiaalin E	Bem II 0-90	500	MPa
Anna kerroksen paksuus h		0,4	m
2. kerroksen päältä saavutettava E_y		102	MPa
Anna 3. materiaalin E	KaM 0-32	280	MPa
Anna kerroksen paksuus h		0,15	m
3. kerroksen päältä saavutettava E_y		143	MPa
	Kokonaispaksuus	0,55	m

6.5.3 Laskenta

Taulukossa 5 on esitetty laskenta kustannuksista molemmilla eri vaihtoehdoilla, lopussa on todettu kustannussäästö valuutassa sekä prosentteina. Yksikköhinnat on laskettu koneiden tehokkuuden ja kuljetusmatkojen perusteella. Oikeat yksikköhinnat on poistettu laskennasta ja lukuja sekoitettu niiden salassa pitämisen vuoksi.

Taulukko 5. Laskenta betonimurskeen kustannussäästöstä.

Laskenta Kalliomurskeella	Määrä	yksikkö	kok.hinta
Kaivuutyö			
Saven kaivuu KKH 25 tn	9445,20	m3ktr	16 836,07 €
logistiikka			
Saven ajo kaatopaikalle KA 5-akselinen	14167,8	m3itd	33 379,34 €
KaM ajo työmaalle KA 5-akselinen	43920,18	tn	104 837,47 €
Täyttötyö			
Materiaali KaM 0-90	43920,18	tn	401 650,05 €
Täyttötyö KKH 25	18890,40	m3rtr	80 520,33 €
	Yhteensä		637 223,25 €
Laskenta Betonimurskeella	Määrä	yksikkö	kok.hinta
Kaivuutyö			
Saven kaivuu KKH 25 tn	7083,90	m3ktr	12 627,05 €
logistiikka			
Saven ajo kaatopaikalle KA 5-akselinen	10625,09	m3itd	25 032,71 €
BEM II ajo työmaalle KA 5-akselinen	21960,09	tn	52 418,73 €
Täyttötyö			
Materiaali BEM II 0-90	21960,09	tn	112 325,86 €
Täyttötyö KKH 25	9445,20	m3rtr	40 260,17 €
	Yhteensä		242 664,52 €
	Säästö		394 558,73 €
	Säästö%		38,08 %

6.5.4 Lopputulos

Lopputuloksena voidaan todeta, että betonimurskeella rakentaminen toi tässä laskelmassa taloudellisesti merkittävän säästön kaikissa osa-alueissa: kaivuutyössä, logistiikassa, materiaalin hankinnassa ja täyttötyössä. Tulos on myös verrattavissa Rudus Oy:n Betoroc-murskeohjeessa kerrottuun arvioon.

Rudus Oy:n betonimurskeohjeen mukaan betonimurskeen käyttäminen pelkässä jakavassa kerroksessa voi tuoda jopa 32 – 37% kustannussäästön verrattuna kalliomurskeen käyttämiseen. Ohjeessa ei ole huomioitu betonimurskeen suuresta E-moduuliarvosta aiheutuvia rakennekerroksen paksuuden vähentymisiä. (Rudus Oy 2017, 11.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että betonimurske on oikeissa olosuhteissa erinomainen tuote korvaamaan neitseellistä kalliomursketta maarakentamisessa. Hyödyntäminen on ympäristöystävällistä, taloudellista ja laadullisesti jopa parempaa kuin kalliomurske.

Taloudellisesti betonimurskeen käyttäminen on järkevää silloin, kun materiaalia on saatavilla riittävän lähellä rakennuskohdetta ja rakennettavan kohteen kantavuusvaatimukset ovat suuria. Suuri kantavuus vaatii yleensä paksun rakennekerroksen, ja betonimursketta käyttämällä rakennekerrosta voidaan ohentaa verrattuna siihen, että se olisi kalliomursketta.

Laadullisesti betonimurske on oikein käytettynä kestävä uusiokiviainesmateriaali. Rakenteen lujittuminen ja ohuempi rakennekerros vähentää rakenteen painumista ja tuo lisää kantavuutta. Jälkeenpäin betonimursketta sisältävään rakennekerrokseen tehtävät muokkaukset eivät vaikuta rakenteen laatuun oikein toteutettuna. Lujittumisen myötä aukikaivu voidaan suorittaa kapeammalla kaivannolla, verrattuna kalliomurskeesta rakennettuun rakenteeseen.

Betonimurskeen hyödyntäminen on ympäristön kannalta ekologinen teko, silloin säästetään neitseellistä luonnon kiviainesta ja saadaan betonin elinkaarta pidennettyä. Elinkaaren piteneminen tarkoittaa suurempaa karbonisoitumista, jolloin materiaali kattaa omaa hiilijalanjälkeä enemmän. Ympäristön puolesta huono asia on betonimurskeen sisältämien haitta-aineiden mahdollinen kulkeutuminen luontoon, varsinkin pohjavesialueilla. Riittäväillä suojaustoimenpiteillä näitä ongelmia voidaan kuitenkin torjua tehokkaasti.

Asennustyön kannalta betonimurskeella rakentaminen on hieman työläämpää, kuin kalliomurskeella. Päälystämätön betonimurskekerros hankaloittaa työmaalla liikkumista kumipyöräisillä ajoneuvoilla mahdollisten rengasrikkojen vuoksi, aukikaivaessa kaivu-vastus on suurempi ja tiivistystyöhön sekä vesipitoisuuteen on kiinnitettävä enemmän tarkkuutta verrattuna kalliomurskeella rakentamiseen.

Lupakäytännöt betonimurskeella ovat jätestatuksen vuoksi vaativampia kuin kalliomurskeella. Käytäntöjä kuitenkin kehitetään koko ajan hyödyntämisen helpottamiseksi. Esi-merkiksi mahdollinen EoW-luokittelu voi tulevaisuudessa tuoda helpotuksia betonimurskeen hyödyntämiseen.

LÄHTEET

Bionova 2012. Ympäristöystävällisen kivitalon suunnittelu ja toteutus. Viitattu 15.12.2019. Saatavilla <http://kivitalo.asiakkaat.sigmatic.fi/core/wp-content/images/2012/06/ymparistoystavallisen-kivitalon-suunnittelu.pdf>

DB Schenker Oy 2018. DB Schenkerille uudet Turun alueen toimitilat Lietoon. Viitattu 21.2.2020 <https://www.dbschenker.com/fi-fi/tietoja-meista/ajankohtaista/db-schenkerille-uudet-turun-alueen-toimitilat-lietoon-518710>

Forsman, J.; Dettenborn, T. & Lehtonen, K. 2019. Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa. Ohje. Saatavilla http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/2019_04_Betonimurske_kaupunkien_julkisessa_marakentamisessa.pdf

Fullcircle 2018. A History of Recycled Concrete – blogi. Viitattu 25.2.2020 <http://www.fullcirculerecyclegr.com/a-history-of-recycled-concrete/>

HSY 2014. Betonimurske. Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. J. Saarijärvi; A. Hakkarainen; D. Holmström; J. Forsman & T. Dettenborn. Viitattu 5.10.2019. Saatavilla <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/2014--HSY-Betonimurskeohje.pdf>

Jätelaki 646/2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Kaarinan kaupunki 2016. Betonimurskeen hyötykäyttö Kaarinassa. Viitattu 16.12.2019. Saatavilla https://www.kaarina.fi/ymparisto_ja_luonto/ymparistovalvonta/fi_FI/lomakkeet/

Katja Lehtonen 2019. Betonimurskeen käyttö infrarakentamisessa Lahden ja Hollolan alueella. Viitattu 18.2.2020. Saatavilla <https://www.hollola.fi/library/files/5bf3db79c91058178e000689/Betonimurskeohje.pdf>

Liikennevirasto 2018. Liikenneviraston ohjeita 38/2018 tierakenteen suunnittelu. ISBN 978 952 317 632 4. Viitattu 2.3.2020

Lounais-Suomen jätehuoltolautakunta 2017. Jätehuoltomääräykset Lounais-Suomessa. Viitattu 19.1.2020. Saatavilla <https://www.lsjh.fi/wp-content/uploads/jatehuoltomaaraykset-lounais-suomessa-1.6.2017-alkaen.pdf>

Nieminen, A.-M. 2016. Uutta betonia vanhaa hyödyntäen. Betoni 4/2016, 73–83. luettu 25.2.2020. Viitattu 25.2.2020

PANK 2017. Betonimurskeen puristuslujuuden määrittäminen PANK-9003. Viitattu 18.2.2020. Saatavilla <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/pank-menetelmat/pank-6-muut-menetelmat>

Pieksemä, J. 2019. Betonimurskeen tuotteistaminen ja tasalaatuisuuden tarkastelu teknisten laadunvalvontatulosten avulla. YAMK-opinnäytetyö rakentaminen. Viitattu 15.12.2019. Saatavilla <https://www.theseus.fi/handle/10024/228110>

Rakennustieto 2015. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistä määrämittausohje, ISBN 978-952-267-082-3. Viitattu 15.1.2020

Rakentajain kalenteri 2011. Haitalliset aineet rakennuksissa ja niiden hallinta, s. 98, ISBN 641-861-618-8670. Viitattu 5.2.2020

Ramboll Oy 2020. MARA-asetus tehostaa jätteiden käyttöä maarakentamisessa. Viitattu 20.1.2020 <https://fi.ramboll.com/media/artikkelit/ymparisto/mara-asetus-marakentamisessa>

Rudus Oy 2017. Betoroc-murskeohje. Viitattu 5.9.2020. Saatavilla <https://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>

Rudus Oy 2018. Betonimurskeen käyttö laajenee ja laatu tarkentuu. Viitattu 16.12.2019 <https://www.rudus.fi/ajankohtaista/2018/04/26/betonimurskeen-kaytto-laajenee-ja-laatu-tarkentuu>

SFS Ry 2018. SFS 5884:2018 Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunvalvontajärjestelmä. Viitattu 15.12.2019

SYKE 2019. Suomen ympäristökeskus rekisteröinti-ilmoitus. Viitattu 24.1.2020 https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/YSLn_kertaluonteisen_toiminnan_ilmoitusmenettely/Jatteiden_hyodyntaminen_maarakentamisessa

Tierakenteen suunnittelu 2018. Väyläviraston ohjeita 38/2018, ISBN 978-952-317-632-4. Viitattu 25.2.2020

Tuomisto 2014. Ovatko PCB-aineet supermyrkyjä. Viitattu 18.2.2020 https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=asy00216

Vasek Oy 2019. Käsikirja betonimurskeen käyttö, kirjoittanut Ida Smedlund. Viitattu 24.1.2020. Saatavilla <https://www.vasek.fi/assets/Files/Kiertotalous/Betonimurskeen-kaytto-Kasikirja.pdf>

Väylä 2019. Siltojen ja muiden taitorakenteiden betonijätteen hyödyntäminen, ISBN 978-952-317-679-9. Viitattu 3.12.2019

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=Ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki%20>

Ympäristöministeriö 2018 A. Ympäristöministeriön raportteja 9/2018 Jätteeksi luokittelun päättymisen hyödyt ja haitat, ISBN 978-952-11-4786-9. Viitattu 9.2.2020

Ympäristöministeriö 2019 A. EU:n jättesäädöspaketin täytäntöönpano työryhmän mietintöjä. Viitattu 17.2.2020. Saatavilla <https://www.ym.fi/download/noname/%7BCD7F8935-DBAB-46D0-B606-4DF92D0F82DA%7D/106176>

Ympäristöministeriö 2018 B. Soveltamisohje VNa 843/2017, Versio 1.3.2018. Viitattu 19.01.2020. Saatavilla <https://www.ym.fi/download/noname/%7B5925E94C-828D-42BC-8023-BBABC7E03AFE%7D/135698>

Ympäristöministeriö 2019 B. Purkutyöt - opas tekijöille ja teettäjille, ISBN 978-952-361-036-1. Viitattu 19.1.2020. Saatavilla <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161884>

Ympäristöministeriö 2014. Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia – Muistio. Viitattu 19.1.2020. Saatavilla https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Jatelainsaadanto/Ohjeet_ja_opaat

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=Ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki%20>

Liite 1 Haastattelu

Haastattelu DB Schenker alueterminaalien pohjarakennuksessa käytetty betonimurske

Paikka ja aika: Avantintie 27 Lieto 18.02.2020 klo 12:00

Paikalla:

Ville Hiltunen

Teijo Kivilä Granlund Turku Oy projektin valvoja

Marko Liimatainen DB Schenker Oy kiinteistöjohtaja

Kysymykset:

1. Mitä toimenpiteitä betonimurskeen hyödyntäminen vaati teiltä tässä projektissa?
2. Mitä positiivisia tai negatiivisia näkemyksiä teille tuli tämän kohteen betonimurskeen hyödyntämisestä?
3. Mikä johti betonimurskeen käyttämiseen tässä projektissa?
4. Mikä mieltä olette betonimurskeesta ja sen käyttämisestä maarakentamisessa?
5. Käyttäisittekö betonimursketta myös tulevilla projekteilla?
6. Muuta mitä betonimurskeen hyödyntämisestä tulee mieleen?