

# BETONIMURSKEOHJE

Betonimurskeen käyttö infrarakentamisessa Lahden ja Hollolan alueella



ALKUSANAT



Tämän ohjeen tarkoituksena on edistää betonimurskeen hyödyntämistä Lahden seudulla yleisesti ja etenkin Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan infrarakennushankkeissa.

Seutukunnassa on monipuolista betoniteollisuutta, jonka tuotantoprosesseissa syntyy ylijäämänä ja hukkana betonijätettä. Lisäksi maankäytön kehittyessä ja rakennuskannan uudistuessa syntyy betonijätettä rakentamisessa ja purkamisessa. Tätä virtaa ei haluta hukata. Hyödyntämällä betonimurske, voidaan vähentää sama määrä luonnon kiviainesten, kuten soran ja kalliomurskeen, käyttöä.

Uusiomateriaalien käytöllä toteutetaan tehokkaasti myös rakentamisen kiertotaloutta, jonka edistäminen on yksi Lahden alueen strategisista tavoitteista. Näistä lähtökohdista Lahden kaupunki ja Hollolan kunta sekä joukko alueella toimivia yrityksiä antoivat panoksensa ja ohjauksensa tämän ohjeen valmisteluun.

Mukana ohjausryhmässä ja valmistelussa olivat

Lahden kaupunki	Mika Lastikka Tarja Laitinen Sanna Ukkola
Hollolan kunta	Jenna Kenttä

#### Yritykset

Delete Finland Oy	Kimmo Palomäki
Kivikolmio Oy	Satu-Maria Jauhiainen
Parma Oy	Jouni Erkkilä
Pielisen betoni Oy	Pasi Kolehmainen
Purkupiha	Kari Kärkkäinen
Pärhä Oy	Petri Pärhä
Rakennusbetoni- ja Elementti Oy	Teemu Teno
Rudus Oy	Henri Kylä-Utsuri
Umacon Oy	Satu Hermunen

Lisäksi ohjausryhmään ja ohjeen valmisteluun osallistuivat

Ladec	Päivi Menard
LE sähköverkko Oy	Jyrki Ojala
Lahti Energia Oy	Harri Mäki-Saari
Lahti Aqua Oy	Pekka Kaikkonen/Janne Mäki-Petäjä
PHJ	Antti Leiskallio

Ohjeen kirjoitustyöstä vastasi Ytekki Oy / Katja Lehtonen

Tämä on ohjeen 1. versio ja se on hyväksytty projektin ohjausryhmässä 29.10.2018.

*Etusivun kuva: Rudus Oy Kierrätys, Betoroc -betonimurske*

## Sisällysluettelo

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
1.1. BETONIJÄTE .....	5
1.2. BETONIMURSKE .....	5
<b>2. SÄÄDÖKSET JA OHJEET</b> .....	<b>6</b>
2.1. YMPÄRISTÖLAINSÄÄDÄNTÖ BETONIJÄTTEEN KÄSITTELYSSÄ JA HYÖDYNTÄMISESSÄ .....	7
2.1.1. <i>Betonijätteen kuljetukset</i> .....	7
2.1.2. <i>Betonijätteen käsittely murskaamalla</i> .....	7
2.1.3. <i>Betonimurskeen hyödyntäminen</i> .....	7
2.2. SUUNNITTELU-, RAKENTAMIS- JA LAADUNVALVONTAOHJEET .....	9
<b>3. BETONIMURSKEEN VALMISTUS JA LAADUNVARMISTUS</b> .....	<b>10</b>
3.1. PURKUPROSESSI JA KIERRÄTYS .....	10
3.2. BETONIJÄTTEEN BETONIMURSKEEKSI JALOSTAMINEN .....	11
3.3. MURSKAUKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN HALLINTA .....	13
3.4. BETONIMURSKEEN LAATUVAATIMUKSET JA CE-MERKINTÄ.....	13
3.5. BETONIMURSKEEN YMPÄRISTÖKELPOISUUS .....	13
<b>4. KÄYTTÖKOHTEET INFRA- JA KAUPUNKIRAKENTAMISESSA</b> .....	<b>14</b>
4.1. BETONIMURSKEEN KÄYTTÖ RAKENTAMISESSA JULKISTEN ALUEIDEN RAKENTAMISESSA .....	14
4.2. BETONIMURSKEEN HYÖTYKÄYTTÖ TONTEILLA.....	15
4.3. BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS ERI RAKENNUSOSIIN .....	15
<b>5. SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN</b> .....	<b>17</b>
5.1. MITOITUSPARAMETRIT.....	17
5.2. MAANALAISTEN RAKENTEIDEN HUOMIOIMINEN .....	18
5.3. BETONIMURSKEEN SITOUTUMINEN JA AUKIKAIVETTAVUUS .....	19
5.4. EROT LUONNON MAA- JA KIVIAINEKSIIN .....	20
5.5. KÄSITTELY JA KÄYTTÖTURVALLISUUS.....	20
5.6. TYÖSELOSTUS.....	21
5.7. VALVONTA .....	22
<b>6. YLLÄPITO JA UUELLEENKÄYTTÖ</b> .....	<b>22</b>
6.1. BETONIMURSKERAKENTEEN KORJAUS .....	22
6.2. UUELLEENKÄYTTÖ, KIERRÄTETTÄVYYS JA VARASTOINTI .....	23
6.3. KÄYTÖSTÄ POISTAMINEN .....	23
<b>7. DOKUMENTOINTI</b> .....	<b>23</b>

## 1. JOHDANTO

Suomi on sitoutunut Euroopan yhteisiin jätteiden kierrätys- ja hyödyntämistavoitteisiin. Tavoitteiden tarkoituksena on olla päämäärinä suunniteltaville ja toteutettaville toimenpiteille, joilla edistetään jätehierarkian toteuttamista ja pyrkimyksiä kohti resurssiviisasta kiertotalousyhteiskuntaa. Kaupungeilla ja kunnilla on julkisina toimijoina ja julkisia hankintoja tekevinä organisaatioina suuri merkitys ja vaikutus konkreettisten toimenpiteiden tekijöinä ja uusien toimintamallien sekä käytäntöjen käyttöönotossa ja esimerkin näyttäjinä.

Rakennus- ja purkujäte on yksi nyky-yhteiskunnan suurimmista jätevirroista. Rakennus- ja purkujäte on alkuvuodesta 2018 julkaistun uuden Kierrätyksestä kiertotalouteen – Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023 yksi neljästä painopistealueesta. Rakennus- ja purkujätteen määrän ja haitallisuuden vähentämisen lisäksi tärkeänä tavoitteena on rakennus- ja purkujätteen materiaalihyödyntämistason nostaminen vähintään 70 %:iin vuoteen 2020 mennessä.

Rakennus- ja purkujätteestä määrällisesti merkittävin osa on betoni- ja tiilijätettä. Rakentamisessa syntyy lisäksi suuri määrä ylijäämämaita, mutta niitä ei lasketa mukaan EU:n rakennus- ja purkujätteen hyödyntämistavoitteiden laskentaan. Suomessa betoni- ja tiilijätteestä hyödynnetään tälläkin hetkellä suurin osa, mutta merkittävä osa tästä hyödyntämisestä on maantäytöksi katsottavaa alempiasteista hyödyntämistä. Kiertotalouden periaatteiden mukaisesti materiaalit tulisi säilyttää kierrossa ja hyödyntää mahdollisimman korkealla jalostusasteella, jolloin niiden arvopotentiaali tulisi myös hyödynnettyä täysimääräisesti.

Tämän ohjeen avulla ja ohjeen laatimisessa mukana olevien Lahden kaupungin, Hollolan kunnan ja alan yritysten yhteistyöllä pyritään edistämään ja tehostamaan rakennus- ja purkutoiminnassa sekä rakennustuoteteollisuudessa syntyvän betoni- ja tiilijätteen jalostamista kierrätyskiviainekseksi sekä luomaan sille kysyntää rakentamisessa. Kysynnän luominen korkeatasoiselle betonimurskeelle synnyttää hyvälaatuisen, tuotteistetun betonimurskeen tarjontaa ja yhdessä muiden ohjauskeinojen kanssa ohjaa tämän jätevirran parhaaseen käyttötarkoitukseen.

Betonimurskeen kierrätyksellä voidaan vaikuttaa rakenteen ja rakentamisen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin ja kustannuksiin. Hyödyntämällä laadukasta betonimursketta maarakentamisessa luonnon kiviaineksen sijasta, rakennusjätteen sijoitustarve kaatopaikoille ja alempiarvoiseen maantäyttöön pienenee ja samalla myös luonnonkiviaineksen ottotoiminnan, louhinnan ja murskauksen tarve maarakennuskäyttöön vähenee. Hyödyntämällä ja murskaamalla betonijäte syntypaikalla tai lähellä betonimurskeen käyttökohdetta voidaan vähentää kuljetusmatkoja ja näin pienentää kuljetuksista syntyviä päästöjä. Myös keskitetyn betonijätteen jalostus on resurssitehokasta, kunhan sille on osoitettu sijoituspaikkoja kasvukeskusten läheisyydessä, eli siellä, missä jätettä syntyy ja rakentamisessa kiviaineksia tarvitaan. Kuljetusmatkoja vähentävät kierrätys- ja jalostusalueiden keskeiset sijainnit seutukunnassa – kiviaineslouhokset ja murskaamot sijaitsevat normaalisti kauempana kiviainesten käyttötarpeesta.

Betoni sitoo elinkaarensa aikana hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) karbonisaatioreaktioissa. Betonijätteen murskaamisen jälkeen tämä reaktio kiihtyy, koska reagoivan materiaalin pinta-ala kasvaa. Murskauksen jälkeen betonimurske<sup>1</sup> pystyy sitomaan jopa noin 1/3 sementin valmistuksessa aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä eli noin puolet sementin

---

<sup>1</sup> Tutkimus on tehty 0/45 mm betonimurskeella (Rudus Oy 2014)

valmistusprosessin kalsinaatioreaktiossa vapautuvasta hiilidioksidista. Betonimurske toimii siis hiilidioksidinieluna. Suomen hiilidioksidipäästöistä n. 1,5 % muodostuu sementin valmistuksessa.

Tähän ohjeeseen on koottu kattavasti tietoa betonimurskeen hyödyntämisestä infrarakentamisessa sekä ohjeita suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon sekä myös ohjeeksi betonimurskeen valmistajille. Ohjeen tavoitteena on lisätä betonimurskeen käyttöä seutukunnassa infrarakentamisessa ja sitä kautta luoda jatkuvaa kysyntää korkeamman jalostusasteen betonimurskeille.

Ohjetta päivitetään tarvittaessa.

## 1.1. Betonijäte

Betonijätettä syntyy valmisbetonin ja betonisten rakennustuotteiden valmistuksessa sekä betonirakennusten ja -rakenteiden purkamisessa ja betonisten rakennustuotteiden käytöstä poistamisesta. Vuosittain syntyvän betonijätteen määrä Suomessa on arviolta n. 1,7 – 2,7 miljoonaa tonnia<sup>2</sup>. Alueellisesti betonijätettä syntyy eniten yleensä taajama-alueilla ja kasvukeskuksissa, joissa rakennuskantaa uudistetaan sekä alueilla, joilla sijaitsee valmisbetonin ja betonisten rakennustuotteiden tuotantoa.

Betonijäte on siis käytöstä poistettua betonia, jota on käytetty aiemmin rakentamisessa tai se on syntynyt hukkana betonin ja betonituotteiden valmistuksessa. Betonin valmistuksen pääraaka-aineet ovat luonnon kiviaines (osuus betonista n. 80-90 %), sementti ja muut seosaineet (osuus n. 10-15 %) sekä vesi. Lisäksi betonin valmistuksessa käytetään tarpeen mukaan pieniä määriä lisäaineita, joilla parannetaan betonin ominaisuuksia, kuten työstettävyyttä.

Nykyiset lisäaineet eivät sisällä vaarallisia aineita. Aiemmin, kun mm. asbestin ja PCB-yhdisteiden käyttö rakennusmateriaaleissa ei vielä ollut kielletty, rakenteet, jotka ovat peräisin kyseiseltä aikakaudelta, voivat sisältää haitallisia aineita. Betonirakenteissa voi olla myös rakennuksen käytönaikaista, esim. öljy- tai kemikaalivuodoista johtuvaa pilaantumaa. Kun rakennusten ja rakenteiden purkamista ja käytöstä poistamista suunnitellaan, selvitetään haitallisten aineiden esiintyminen rakenteissa. Betonijätteen hyödyntämisen kannalta onkin tärkeää varmistaa, että purkuprosessin aikana haitallisia aineita sisältävät materiaalit ja rakenteet poistetaan erilleen hyödyntämiskelpoisesta betonijätteestä. Purkuprosessin laadulla ja purkujätteen kierrätys- ja hyödyntämiskelpoisuuden varmistamisessa merkittävin rooli on rakennusten ja purettavien rakenteiden omistajilla ja haltijoilla, jotka purkutöitä teettävät ja valvovat.

## 1.2. Betonimurske

Betonimurske on betonijätteestä murskaamalla ja tarvittaessa lisäksi seulomalla valmistettua kierrätyskiviainesta. Betonimurskeen seassa voi olla laatuluokasta (BeM I-IV) riippuen 0-30 paino-% tiilijätettä sekä lisäksi muita pieniä määriä muita materiaaleja eli epäpuhtauksia (kts. taulukko 1). Laadukkaasta raaka-aineesta oikein valmistettuna betonimurske on luonnon kiviainekseen, eli kallio- ja soramurskeisiin, verrattavaa ja joiltain ominaisuuksiltaan jopa niitä parempaa kiviainesta maa- ja infrarakentamiseen.

---

<sup>2</sup> Tilastokeskus: Jätettilasto 2015 mukaisesti rakentamisessa ja purkamisessa syntyi n. 1,2 milj. tonnia mineraalista jätettä ja rakennustuoteteollisuudessa n. 0,5 milj. tonnia. Oletettavasti kaikki syntyvä jäte ei kirjaudu tilastoihin nykyisellä tilastointitavalla

Betonimursketta on käytetty Suomessa dokumentoidusti tie-, katu- ja kenttärakenteissa 1990-luvun alusta lähtien jo miljoonia tonneja. Joidenkin hyödyntämiskohteiden kunnan ja kestävyuden pitkäaikaisseurantaa on tehty systemaattisesti 90-luvulta saakka ja saatu siten varmistusta betonimurskeen toimivuudesta rakenteiden jakavassa ja kantavassa kerroksessa.

*Taulukko 1: Betonimurskeen laatuluokat (BeM I - BeM IV). Suluissa on ilmoitettu CE -merkinnässä käytettävä ominaisuuden ilmoitustapa*

Ominaisuus	BeM I	BeM II	BeM III	BeM IV
<b>Raaka-ainelähde</b>	Betoniteollisuus	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa
<b>Rakeisuus</b>	EN 13242, käyttökohteen vaatimukset	EN 13242, käyttökohteen vaatimukset	EN 13242, käyttökohteen vaatimukset	EN 13242, käyttökohteen vaatimukset
<b>Hienoainespitoisuus</b>	< 7 % ( $f_7$ )	< 7 % ( $f_7$ )	-	-
<b>Routivuus</b>	Routimaton	Routimaton	Routimaton tai routiva	Routimaton tai routiva
<b>Puristuslujuus</b>	> 1,2 Mpa	> 0,8 Mpa	-	-
<b>Osa-aineet</b>	Betoni > 90 % ( $R_{c90}$ ) tiili < 10 % ( $R_{b10}$ -)	Betoni, lasi, kiviaines yht > 90 % ( $R_{cug90}$ ) tiili < 10 % ( $R_{b10}$ -)	Betoni, lasi, kiviaines yht > 90 % ( $R_{cug90}$ ) tiili < 10 % ( $R_{b10}$ -)	Betoni, lasi, kiviaines yht > 70 % ( $R_{cug70}$ ) tiili < 30 % ( $R_{b30}$ -)
<b>Epäpuhtaudet</b>	< 1 paino-% ( $X_1$ )	< 1 paino-% ( $X_1$ )	< 1 paino-% ( $X_1$ )	< 1 paino-% ( $X_1$ )
<b>Kelluvat epäpuhtaudet</b>	< 5 cm <sup>3</sup> /kg ( $FL_5$ -)	< 10 cm <sup>3</sup> /kg ( $FL_{10}$ -)	< 10 cm <sup>3</sup> /kg ( $FL_{10}$ -)	ei vaatimusta ( $FL_{NR}$ )

Betonimurske on kierrätyskiviaines, joka luonnon kivimurskeiden tavoin on tuotettua kiviainesta, joka tällöin kuuluu myös harmonisoidun eurooppalaisen maa- ja vesirakentamisen kiviainesstandardin SFS-EN 13242 soveltamisalaan. Tämän johdosta betonimurske voidaan ja pitää CE-merkitä silloin, kun sitä toimitetaan käyttäjille eli materiaalin haltija vaihtuu. Rakentamisessa materiaalien tilaajien tulee varmistaa ja huolehtia, että rakentamisessa käytetään vain laatuvaatimukset täyttäviä materiaaleja.

## 2. SÄÄDÖKSET JA OHJEET

Betonimurske on jalostettunakin vielä jätelain näkökulmasta jätettä, ellei sen jäteluonnetta ole erikseen päätetty betonimursketta valmistavan laitoksen ympäristöluvassa tai valmisteilla olevan kansallisen betonimurskeen jäteluonteen päättymistä koskevan valtioneuvoston asetuksen mukaisesti. Jätteiden hyödyntämisessä tulee noudattaa jätelainsäädäntöä sekä ympäristönsuojelulainsäädäntöä. Näistä johtuvat velvoitteet betonimurskeen käsittelyssä ja hyödyntämisessä käsitellään tässä luvussa.

Betonimurske on kierrätyskiviaines eli rakennustuote, kun sitä käytetään rakentamisessa. Tämän johdosta betonimurskeen tuotannossa, toimituksissa ja käytössä tulee noudattaa myös rakennustuotelainsäädäntöä sekä rakentamiseen liittyvää lainsäädäntöä. Myös näistä johtuvat velvoitteet on kuvattu tässä luvussa.

## 2.1. Ympäristölainsäädäntö betonijätteen käsittelyssä ja hyödyntämisessä

Betonijätteen käsittelyllä tarkoitetaan jätteen käsittelyä, kuljetusta, jalostamista sekä hyödyntämistä. Näihin toimintoihin liittyy jäte- ja ympäristölainsäädännöstä johtuvia velvoitteita.

### 2.1.1. Betonijätteen kuljetukset

Betoni- ja tiilijätteen kuljetuksissa on jätteen mukana oltava siirtoasiakirja, jonka jätteen tuottaja tai hänen edustajansa laatii, jotta jätteen alkuperä, kuljettaja ja vastaanottaja voidaan jäljittää<sup>3</sup>. Betonimurskeen osalta siirtoasiakirjana voi toimia myös kuormakirja, jos siinä on normaalin kuormakirjan tietojen lisäksi ilmoitettu myös betonimurskeen jätenimike.

Jätteen kuljettajien on lisäksi rekisteröidyttävä jätehuoltorekisteriin (JäteL 94 §).

### 2.1.2. Betonijätteen käsittely murskaamalla

Jätteiden ammattimainen käsittely on ympäristöluvanvaraista toimintaa, ellei sitä ole vapautettu ympäristönsuojelulain nojalla luvanvaraisuudesta. Betonijätteen murskaamisen osalta lainsäädäntöön perustuvaa vapautusta ympäristölupavelvollisuudesta ei ole, mutta ympäristöministeriön muistiossa 19.12.2014 ”Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia”, betonijätteen murskaaminen purkutyömaalla on katsottu olevan lyhytkestoisuuden ja tilapäisyyden johdosta toimintaa, joka voidaan tehdä ilman ympäristölupaa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle tehtävällä meluilmoituksella<sup>4</sup>. Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen arvioi murskauksen laajuuden, sijaintipaikan ja ympäristöolosuhteiden perusteella, voidaanko murskaus tehdä meluilmoituksella vai vaaditaanko siltä ympäristölupa jätteen käsittelyyn. Ympäristönsuojeluviranomainen voi antaa myös määräyksiä melun ja pölyn leviämisen estämiseksi tarvittavista toimenpiteistä.

### 2.1.3. Betonimurskeen hyödyntäminen

Betonimurskeen käyttö rakentamisessa on myös lähtökohtaisesti jätteen käsittelyä eli ympäristöluvanvaraista toimintaa. Suomessa on kuitenkin säädetty kansallinen MARA-asetus, joka helpottaa eräiden jätteiden, kuten betonimurskeen, hyödyntämistä maarakentamisessa. Tiilimursketta sellaisenaan ei käsitellä tässä ohjeessa, koska se rakennusteknisiltä ominaisuuksiltaan ei sovellu hyvin infrarakentamisen päällysrakenteisiin tai routimattomiin täyttöihin.

Ensimmäinen MARA-asetus säädettiin 2006 (591/2006, kumottu) ja siitä tehtiin kokonaan uusi versio (Valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017), joka on astunut voimaan vuoden 2018 alusta. MARA-asetuksella vaatimukset täyttävän betonimurskeen hyödyntäminen voidaan asetuksen soveltamisalaan kuuluvissa käyttökohteissa tehdä rekisteröintimenettelyllä.

Betonimurskeen hyödyntäminen on edelleen mahdollista myös ympäristöluvalla kohteissa, jotka eivät kuulu MARA-asetuksen soveltamisalaan, kuten pohjavesialueet, mikäli viranomainen katsoo, ettei hyödyntämisestä aiheudu pohjaveden pilaantumisen vaaraa. Lisäksi betonimurskeen pienimuotoinen, ei-ammattimainen hyödyntäminen, voi olla mahdollista tehdä kunnan ympäristönsuojelumääräyksiin perustuvana hyödyntämisenä.

<sup>3</sup> Siirtoasiakirja lainsäädännössä: Jätelaki (JäteL 646/2011) 121 § ja jäteasetus (179/2012) 24 §

<sup>4</sup> Ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014) 118 §

Lahdessa<sup>5</sup> pienimuotoisen hyödyntämisen ylärajana on 500 tonnia ja Hollolassa<sup>6</sup> tapauskohtaisen harkinnan mukaisesti enintään 500-1000 tonnia.

MARA-asetuksen nojalla tehtävä hyödyntäminen pitää olla suunnitelmallista. Suunnitelmallisuus voidaan osoittaa useissa lakisääteisissä hyväksymismenettelyissä sekä tietyillä muilla viranomaisen hyväksymillä suunnitelmillä. Hyödyntäminen tulee rekisteröidä ennen hyödyntämisen aloittamista ELY-keskukselle tehtävällä MARA-rekisteröinti-ilmoituksella ja hyödyntämisen saa aloittaa vasta, kun ELY-keskus on ilmoittanut hyödyntämisen rekisteröinnistä. Myös betonimurskeen varastointia voidaan tehdä MARA - ilmoituksessa asetuksessa ja sen soveltamisohjeessa määritellyillä reunaehdoilla. Velvollisuus ilmoituksen tekemiseen on hyödyntämispaikan tai varastointipaikan haltijalla, joka voi valtuuttaa myös esimerkiksi suunnittelijan, rakennuttajakonsultin tai materiaalityöntekijän tekemään ilmoituksen puolestaan.

MARA-asetuksen soveltamisen vaiheet betonimurskeen hyödyntämisen kannalta ovat:

1. Selvitetään, sijaitseeko kohde pohjavesialueella. Pohjavesialuekarttoja löytyy esim. SYKE:n Karpalo -palvelusta tai Paikkatietoikkuna -karttapalvelusta
2. Selvitetään täyttääkö kohde MARA-asetuksen vaatimukset (kuuluuko kohde MARA-asetuksen soveltamisalaan ja täyttääkö hyödyntämispaikka asetuksen vaatimukset)
3. Selvitetään täyttääkö materiaali MARA-asetuksen vaatimukset (ympäristökelpoisuus ja tekninen kelpoisuus)
4. Hyödyntämispaikan haltija tai hänen edustaja tekee ilmoituksen rekisteröintiä varten (rekisteröinti-ilmoitus) ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Hyödyntämispaikan omistajasta tulee jätteen haltija.
5. Hyödyntämisen päätyttyä tehdään MARA -loppuraportti ELY-keskukselle.

MARA-asetuksella betonimurskeen käyttö on sallittua peitetyissä tai päällystetyissä väylä- ja kenttärakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa. MARA-asetus sallii betonimurskeen käytön julkisilla ja yksityisillä alueilla.

Väylillä tarkoitetaan kapeahkoja (pääosin leveydeltään alle 10 m) kulkuväyliä, kuten yleisiä tai yksityisiä teitä, katuja, pyöräteitä ja jalkakäytäviä, metsäautoteitä sekä ulko- ja maastoliikunta-reittejä, kuten kuntopolkuja ja -ratoja, luontopolkuja ja retkeilyreittejä.

Kentillä tarkoitetaan väylää leveämpiä (pääosin leveydeltään yli 10 m) sekä pinta-alaltaan laajahkoja maarakenteita, joiden tekniset ja toiminnalliset vaatimukset vaihtelevat käyttötarkoituksesta riippuen kuten väylillä. MARA-asetuksen soveltamisalaan kuuluvia kenttiä ovat muun muassa satama-, teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät, ratapihat ja pysäköintialueet, ulkoliikuntapaikkojen kentät (mm. urheilu-, pallo-, pesäpallo ja tenniskentät), erityisurheilun alueiden kentät (mm. ampumarata-alueen kentät ja golfkentät) sekä eläinurheilun alueiden kentät (mm. ratsastuskentät, raviradat ja koiraurheilun alueet).

Teollisuus- ja varastorakennuksella tarkoitetaan katettua rakennusta, jota käytetään teolliseen toimintaan tai esineiden tai aineiden varastointiin, ja jota ei käytetä asumiseen.

MARA-asetuksen soveltamisalan ulkopuolelle betonimurskeen käytön osalta on rajattu mm. vallirakenteet ja muu yli 1,5 metriä paksut rakenteet sekä esimerkiksi puistot ja vihheralueet muiden kuin niillä sijaitsevien väylien osalta.

<sup>5</sup> Lahden kaupungin ympäristönsuojelumääräykset, 11 §

<sup>6</sup> Hollolan kunnan ympäristönsuojelumääräykset, 9 §



MARA-asetuksesta on laadittu soveltamisohje<sup>7</sup> ja perustelumuiotio<sup>8</sup>, joka on laadittu yhtenäistämään ja selkeyttämään asetuksen käytännön toimeenpanoa ja tulkintaa.

## 2.2. Suunnittelu-, rakentamis- ja laadunvalvontaohjeet

Betonimursketta on käytetty rakentamisessa Suomessa systemaattisesti jo 90-luvulta lähtien. Tästä johtuen materiaalin ominaisuudet ja käyttäytyminen rakenteissa on tunnettua ja betonimurske onkin huomioitu jo useissa kansallisissa ohjeissa (esimerkkejä mainittu alla). Lisäksi materiaalitoimittajat ovat laatineet omista tuotteistaan käyttö- ja suunnitteluohjeita, joissa voidaan tarkentaa yleisiä ohjeita ja kertoa tarkemmin kyseisen valmistajan tuotteiden ominaisuuksista.

Kansallisia ohjeita betonimurskeen käytölle ovat muun muassa:

### **InfraRYL Päällys ja pintarakenteet**

Ohje, jossa käsitellään yleiset laatuvaatimukset infrarakentamiseen ja siinä käytettäville materiaaleille Suomessa. Julkaisu päivitettiin keväällä 2017, jolloin betonimurske otettiin selkeämmin yhtenä kiviainesmateriaalina mukaan luonnon kiviainesten rinnalle ja betonimurskeen yksityiskohtaiset laatuvaatimukset jakavan ja kantavan kerroksen osalta esitettiin kattavasti.

### **Betonimurskeen maanrakennuskäytön laadunvalvontajärjestelmä -standardi SFS 5884:2018**

Ensimmäinen versio kansallisesta standardista on tehty vuonna 2001 ja uusi versio julkaistiin kesällä 2018. Standardi on ohjaava ja se kuvaa betonimurskeen valmistukseen, markkinoille saattamiseen, käyttöön sekä teknisen ja ympäristökelpoisuuden osoittamiseen liittyvät vaatimukset muusta lainsäädännöstä ja velvoittavista standardeista. Standardi on hyvä ohje etenkin betonimurskeen valmistajille, kun betonimurskeen tuotannon laadunhallintajärjestelmää ylläpidetään ja tuotannon aikaista laadunhallintaa toteutetaan.

### **Liikenneviraston ohjeet**

- Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa (2007)
- uusiomateriaalien käyttöä Liikenneviraston hankkeissa edistetään aktiivisesti ja hankinta-, suunnittelu- ja muita ohjeita päivitetään tarvittavilta osin. Ajantasaiset ohjeet Liikenneviraston [www-sivuilta](http://www.liikennevirasto.fi)  
<https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/ohjeluettelo>

### **Muita ohjeita**

- BeM-ohje kaupunkirakentamiseen pääkaupunkiseudulla (2018 päivitysversio valmisteilla)
- HSY:n betonimurskeohje 2014

<sup>7</sup>[file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/MARA\\_soveltamisohjeluonnos\\_versio%20010318.pdf,%20MARA\\_soveltamisohjeluonnos\\_versio%20010318.pdf](file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/MARA_soveltamisohjeluonnos_versio%20010318.pdf,%20MARA_soveltamisohjeluonnos_versio%20010318.pdf)

<sup>8</sup> Mara-asetuksen soveltamisohje ja Mara-ilmoituslomakkeet ympäristöhallinnon [www-sivuilla: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain\\_mukaiset\\_ilmoitukset/Jatteiden\\_hyodyntaminen\\_maarakentamisessa](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain_mukaiset_ilmoitukset/Jatteiden_hyodyntaminen_maarakentamisessa)

### 3. BETONIMURSKKEEN VALMISTUS JA LAADUNVARMISTUS

Betonimursketta voidaan valmistaa jätteen käsittelylaitoksissa, joilla on toimintaa koskeva ympäristölupa sekä lisäksi betoniteollisuuden tehdasalueilla ja rakennusten purkutyömailla, mikäli niillä betonijätteen murskaukseen on saatu ympäristölupa tai se voidaan kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen päätöksellä tehdä meluilmoituksella.

Jätteenkäsittelykeskuksissa betonijätettä vastaanotetaan useista kohteista ja siitä voidaan valmistaa homogeenista mursketta jatkuvatoimisesti ja murskeen laatu valvotaan tuotannon jatkuvassa laadunvalvonnassa. Tällöin mursketta on yleensä saatavilla joustavasti rakennuskohteiden tarpeiden mukaisesti.

Betoni- tai betonituotetehtaalla ja purkukohteissa tapahtuvassa murskauksessa jäte on peräisin vain kyseisestä tehtaasta tai purkukohteesta, joten murskeen laatu voi siten tehdas- tai kohdekohtaisesti vaihdella. Betonitehtailla tai purkutyömailla tapahtuvan betonimurskeen valmistuksen yhteydessä murskeen laatu tulee tutkia kuten laitosmaisessa tuotannossa ja laatuasiakirjat tulee toimittaa murskeen käyttäjälle.

Alla on kuvattu purkamisesta syntyvän betonijätteen ja siitä valmistetun betonimurskeen laadun kannalta merkityksellisiä asioita, jotka tulee huomioida jo purkutyön suunnittelussa, teettämisessä ja valvonnassa. Näiden asioiden huomioimisella syntyvän betonijätteen soveltuvuus betonimurskeen raaka-aineeksi voidaan varmistaa, tapahtui murskaus sitten purkutyömaalla tai keskitetyissä betonijätteen jalostuslaitoksissa.

#### 3.1. Purkuprosessi ja kierrätys

Valmiin betonimurskeen laatuun vaikuttaa merkittävästi murskeen raaka-aineena olevan betonijätteen laatu. Mikäli betonijäte on peräisin purettavasta rakennuksesta tai rakenteista, on purkutyön aikana huolehdittava, että

- ✓ haitalliset aineet ja niitä sisältävät materiaalit on purettu ennen hyödynnettäväksi aiottujen betonirakenteiden purkamista
- ✓ pilaantuneiksi todetut betonirakenteet puretaan erilleen ja huolehditaan, etteivät ne sekoitu hyödynnettävän betonimurskeen joukkoon
- ✓ purkubetonijätteeseen ei sekoitu muuta purkumateriaalia, joka voi vaikuttaa siitä valmistettavan betonimurskeen laatuun

Rakennusten ja rakenteiden purkuhankkeen suunnitteluvaiheessa hankkeeseen ryhtyvän (**rakennuksen haltija, purkutyön tilaaja**) tulee varmistua, että

- ✓ purettavasta kohteesta on tehty asbesti- ja haitta-ainekartoitus ja tarvittavat haitta-ainetutkimukset
- ✓ purkukohteessa syntyvän betonijätteen hyödyntämiskelpoisuus on tutkittu purkamattomista betonirakenteista otettujen näytteiden ympäristökelpoisuustutkimuksilla
- ✓ purkutyöselostuksessa on edellytetty haitallisten aineiden poisto soveltuvilla menetelmillä ja vaatimusten mukaisesti

- ✓ purkutyöt edellytetään tehtäväksi lajittelevana purkuna ja purku-urakoitsijalta edellytetään jätehuoltoon ja jätteiden käsittelyyn liittyvien velvoitteiden täyttämistä ja purkujätteiden määrän, laadun ja toimituskohteiden raportointia työn lopuksi
- ✓ purkutyön valvonnasta huolehditaan ja varmistutaan, että haitalliset aineet ja niitä sisältävät rakenteet puretaan ennen muuhun purkutyöhön ryhtymistä ja jos haitallisia aineita havaitaan purkutyön aikana, näissä tilanteissa toimimiseen on sovittu menettelyt
- ✓ purkutyön tilaaja ohjaa sopimuksilla, työvaiheistuksilla (asbesti- ja haitta-ainepurku, sisäpurku ja runko/massiivipurku) ja valvonnalla edellä mainittujen toteutumista.

### **Purku-urakoitsijan vastuulla on**

- ✓ noudattaa asbestia ja muita haitallisia aineita ja niitä sisältävien rakenteiden ja materiaalien purkamisessa lainsäädännön vaatimuksia ja turvallisia toimintatapoja
- ✓ suunnitella ja toteuttaa purkutyövaiheet niin, että betonijätteen sekaan ei joudu muuta purkumateriaalia, jotta betonijätteet hyödyntämiskelpoisuutta ei vaaranneta
- ✓ huolehtia, että purkujätteet toimitetaan luvallisiin vastaanottoaikkoihin ja tehdä työn lopuksi purkujätteistä yhteenvetoraportointi
- ✓ jos betonijäte murskataan purkutyömaalla, huolehtia, että murskaukselle on kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen hyväksyntä (lupa tai meluilmoitus)
- ✓ murskeen valmistuksen laadunhallintajärjestelmä, jonka mukaisesti valmiin murskeen tekninen kelpoisuus ja ympäristökelpoisuus on tutkittu ja osoitettu (mikäli purku-urakoitsija on betonimurskeen valmistaja)

Betonimurskeen seassa saa olla tiilijätettä. On kuitenkin syytä huomata, että vaikka Mara-asetuksen mukaisesti betonijätteen seassa voi olla enintään 30 paino-% tiilijätettä, teknisten ominaisuuksien laatuluokitus määrittelee, että BeM I - BeM III -luokan murskeissa tiilijätettä saa olla vain 10%. Mikäli siis purettavassa rakennuksessa on paljon tiilverhousta ja tiilestä muurattuja väliseiniä yms. on tiilijätteen purkaminen erilleen muusta betonijätteestä silloin tarpeellista.

### **3.2. Betonijätteen betonimurskeeksi jalostaminen**

Betonimurskeen valmistaminen purkutyömaalla on perusteltua silloin, kun betonijätettä syntyy merkittävä määrä ja murske voidaan pääsääntöisesti hyödyntää saman kiinteistön tai lähialueiden maarakennuskohteissa. Seuraavassa taulukossa on vertailtu purkutyömailla tai jätteenkäsittelylaitoksilla tehtävän murskauksen etuja ja miinuspuolia, joiden perusteella voi harkita, kumpi toimintatapa on kulloinkin parhaiten soveltuva. Tärkeää on tunnistaa purkukohteessa syntyvän betonijätteen määrä ja mahdollisuus hyödyntämiseen jo purkuhankkeen suunnitteluvaiheessa.

*Taulukko 2: Työmaalla ja jätteen käsittelykeskuksessa tapahtuvan murskauksen vertailunäkökohtia. Huom. näkökohtien arvot perustuvat keskimääräiseen olettamukseen ja tapauskohtaisesti tarkasteltuna voivat poiketa taulukossa esitetystä.*

	Purkutyömaa	Käsittelylaitos
Helppous purku-urakan suunnittelussa ja kilpailutuksessa	-	++
Jätteen kuljetusmatka ja kustannukset	++	-
Kuljetusten hiilijalanjälki	++	-
Murskauksen melu- ja pölyvaikutus	-	+
Murskeen laadunhallinta ja tasalaatuisuus	+	++
Murskeen varastointimahdollisuus	-	++
Murskeen tuotannon ja käyttökohteiden aikataulujen yhteensovittaminen	-	++
Murskeen saatavuus ja saatavuuden ajallinen yhteensopivuus käytön kannalta	-	++
Kustannustehokkuus	++	+

Betonimurskeen valmistaminen suoraan betoni- ja betonituotetehtaiden alueilla, josta se voidaan toimittaa suoraan hyödyntämiskohteisiin, on niin ikään tarkoituksenmukaista, jos murskeelle on käyttökohteita lähialueilla. Tehdasalueilla toimintaa koskeva ympäristölupa määrittää, onko murskausta mahdollista tehdä ja mitä lupamääräyksiä siihen kohdistuu. Betoniasemien ja betonituotetehtaiden ympäristönsuojeluvaatimuksia koskeva valtioneuvoston asetus on tulossa voimaan 1.1.2019. Asetuksella siirretään osa betonitehtaista rekisteröintimenettelyyn. Rekisteröityjen betoniasemien alueilla murskaaminen voidaan tilapäisesti sallia jatkossa myös meluilmoituksella.

Betonimurske valmistetaan siirrettävällä murskauslaitoksella, joista iskupalkkimurskaimet soveltuvat parhaiten korkealaatuisen betonimurskeen valmistukseen. Betonimursketta voidaan valmistaa myös esim. leukamurskaimilla ja kauhamurskaimilla. Murskauslaitoksessa tulee olla magneettierottimet, joilla betoniteräkset ja muut metallit saadaan eroteltua ja ohjattua metallinkierrätykseen. Murskauslaitokseen syötettävästä betonijätteestä tulee erotella mahdollisimman tarkasti pois suuret epäpuhtaudet, kuten eristeet, puu ja muovi. Murskauslaitoksella voi lisäksi olla murskeesta tehtävään pienempien epäpuhtauksien poistoon mekaanisia tai esimerkiksi paineilmalla tapahtuvia käsittelyvaiheita.

Pienempiä jäte-eriä voidaan käsitellä myös kaivinkoneeseen liitettävillä kauhamurskaimilla. Pulverointilaitteet ovat betonijätteen esikäsittelylaitteita, joilla ei voida valmistaa < 90 mm:n tasalaatuista mursketta.

### 3.3. Murskauksen ympäristövaikutukset ja niiden hallinta

Betonijätteen murskauksesta aiheutuu vähemmän melua kuin kivenmurskauksesta, koska betoni on pehmeämpää kuin kivi. Murskauslaitoksella jätteen ja murskeen siirroissa tarvittavista työkoneista aiheutuu normaalia työkoneiden aiheuttama hetkellistä meluvaikutusta. Murskauksen aiheuttama pölyäminen onkin yleensä merkittävämpi ympäristövaikutus lähellä häiriintyviä kohteita tapahtuvassa murskauksessa.

Murskauslaitoksella pölyämistä voidaan tehokkaasti hallita. Parhaita keinoja pölyämisen vähentämiseksi on kastella laitokseen syötettävää betonijätettä. Kastelua voidaan tehdä myös murskehihnalla ennen kuin valmis murske putoaa maahan. Valmiin murskeen liikaa kastelua tulee kuitenkin välttää, ettei sen liety ja murskeen rakennustekniset ominaisuudet heikkene.

Myös murskauslaitoksen kriittisten kohtien, kuten murskeen putoamiskohtien koteloinnilla ja muilla suojauksilla voidaan pölyn leviämistä ehkäistä. Yleensä työmailla tapahtuvassa murskauksessa kuitenkin merkittävintä pölyämistä aiheutuu alueella liikkuvista autoista ja muusta konekalustosta sekä itse rakennuksen purkamisesta. Murskaus on yleensä melko nopea työvaihe purku-urakan loppuvaiheessa, eikä siitä välttämättä aiheudu merkittävää lisähäiriötä varsinaisen purkutyön lisäksi.

Lahdessa ja Hollolassa betonin murskausta purkutyömaalla voidaan pääsääntöisesti tehdä meluilmoituksella. Meluilmoitusta koskevassa päätöksessä voidaan antaa määräyksiä esimerkiksi melun, pölyn tai muun ympäristöhaitan torjuntaan liittyen. Kohdekohtaisesti tulee kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta varmistaa sovellettava menettely. Jos murskaaminen meluilmoituksella on purkukohteessa mahdollista, ilmoitus siitä tulee tehdä ympäristönsuojeluviranomaiselle vähintään 30 päivää ennen murskauksen aloittamista.

### 3.4. Betonimurskeen laatuvaatimukset ja CE-merkintä

Betonimurske tulee olla CE-merkittyä maarakennuskäyttöön, mikäli sitä käytetään kiviaineksena. Betonimurskeen CE-merkintä on mahdollista murskeelle, jonka raekoko on enintään 90 mm. CE-merkintä ja valmistuksen laadunvarmistus on aina materiaalin valmistajan/markkinoille laskijan vastuulla. Betonimurskeen tilaajan ja käyttäjän tulee pyytää murskeesta CE-merkki ja suoritustasoilmoitus sekä vähintään rakeisuuden tutkimustulokset (keskiarvokäyrä), jotta soveltuvuus käyttötarkoitukseen ja toimitettavan materiaalin laatu voidaan todeta.

Jos kaupungin/kunnan purkukohteessa syntyy betonijätettä, joka murskataan ja hyödynnetään kaupungin omalla kiinteistöllä, CE-merkintää ei tarvitse tehdä, mutta murskeen laadunvarmistus tulee joka tapauksessa tehdä ja soveltuvuus (tekninen ja ympäristökelpoisuus) käyttökohteeseen varmistaa.

### 3.5. Betonimurskeen ympäristökelpoisuus

Betonimurskeen ympäristökelpoisuus tutkitaan valmiista murskeesta otettavista näytteistä. Mara-asetuksen soveltamisohjeessa on kuvattu edustavan betonimurske -näytteenoton suoritustapa. Pääsääntöisesti murskeen valmistajan vastuulla on tehdä ja teettää näytteenotto sekä liukoisuus- ja pitoisuusanalyysit sekä näiden dokumentointi. Betonimurskeen käyttäjän on tarpeen edellyttää, että toimittaja toimittaa tiedot myös tilaajalle.

Rakennuksen tai rakenteiden purkuhankkeeseen ryhtyvän olisi tärkeää selvittää purettavien rakenteiden hyödyntämiskelpoisuus ennen purkutöiden aloitusta. Tällöin betonimurskeen hyödyntäminen suoraan purkukohteesta voidaan suunnitella hyvissä ajoin ja varautua purkukustannusten kasvuun ennakolta, jos betonijäte on osittain tai kokonaan hyödyntämiskelvotonta MARA-asetuksen mukaisesti.

Lajitteleva purku ja purkujätteen käsittely on tehtävä siten, että mahdollinen pilaantunut tai haitta-aineita liikaa sisältävä betoni ja muut purkujätteet eivät päädy hyötykäyttöä varten murskattavan betonijätteen sekaan. Hyötykäyttöön kelpaamaton betonijäte poistetaan käytöstä kaatopaikalle ja muuhun luvalliseen vastaanottopisteeseen.

## 4. KÄYTTÖKOHTEET INFRA- ja KAUPUNKIRAKENTAMISESSA

Laadukasta betonimursketta voidaan infrarakentamisessa käyttää monissa rakennusosissa korvaamassa muutoin niissä käytettävää luonnon kiviainesta. Kun huomioidaan tässä ohjeessa käsitellyt reunaehdot (mm. pohjavesialueet, murskeen emäksisyys ja käyttörajoitukset putki- ja johtokaivannoissa) betonimurskeen käyttö on turvallista, kestävä ja resurssitehokasta. Yleensä betonimurskeen käytöllä saavutetaan kokonaistaloudellisesti arvioituna myös kustannussäästöjä.

### 4.1. Betonimurskeen käyttö julkisten alueiden rakentamisessa

Julkisten alueiden rakentamisessa betonimursketta voidaan käyttää useissa erilaisissa käyttötarkoituksissa. Alla kohdassa a) on lueteltu kohteita, jotka kuuluvat MARA-asetuksen soveltamisalaan ja niissä betonimurskeen hyödyntäminen voidaan tehdä ilmoitusmenettelyllä, jos asetuksessa mainitut edellytykset täyttyvät. b) kohdassa on muita mahdollisia käyttökohteita, joissa hyödyntämiseen on kuitenkin oltava ympäristölupa tai kunnan ympäristönsuojelumääräyksiin perustuvan pienimuotoisen hyödyntämisen hyväksyntä.

#### a) MARA-asetuksen mukaiset hyödyntämiskohteet maarakentamisessa

1. Yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät, tienpitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien meluesteet
2. Pysäköintialueet
3. Urheilukentät sekä virkistys- ja urheilualueiden reitit
4. Ratapihat sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät ja tiet sekä satamien kenttä rakenteet
5. Putkikaivantojen lopputyöt (väylillä yms.)

#### b) Muita kaupunkirakentamisessa mahdollisia käyttökohteita

6. Putkikaivantojen lopputyöt (puistoissa yms.)
7. Puistojen täytöt <sup>(2)</sup>
8. Meluvallit
9. Hulevesiratkaisut <sup>(3)</sup>

(2) Viheralueilla käyttökohteissa soveltuvuus tulee tarkastaa myös kaupunginpuutarhurilta

(3) Hulevesiratkaisuissa voidaan tapauskohtaisesti harkita betonimurskeen käyttöä, jos halutaan hyödyntää sen pH -vaikutusta ja joissakin tutkimuksissa havaittua haitta-aineiden ja ravinteiden sitomiskykyä.

## 4.2. Betonimurskeen hyötykäyttö tonteilla

Lahden kaupungin omilla maa-alueilla/tonteilla sekä kaupungin vuokraamilla tonteilla ja kiinteistöillä betonimurskeen hyötykäyttö on sallittu MARA-asetuksen ja kaupungin ympäristönsuojelumääräysten mukaisesti. Lähtökohtaisesti betonimurskeen käyttö maarakenteissa ja päällysrakennekerroksissa on sallittu pohjavesialueiden ulkopuolella. Hyödyntäminen pohjavesialueilla vaatii ympäristöluvan ja tarkemmat selvitykset pohjavesi- ja maaperäolosuhteista ennen hyödyntämistä.

Uuden MARA-asetuksen mukaan hyödyntäminen on sallittu myös teollisuus- ja varastorakennuksen alapuolisissa rakennekerroksissa. Muiden rakennusten alla hyödyntäminen edellyttää ympäristölupaa ja vuokratonteilla hyödyntämiselle on saatava myös kaupungin lupa. Jos tontin käyttötarkoitus muuttuu tai rakentamista tehdään alueille, joilla on käytetty betonimursketta, tulee betonimurske tarvittaessa poistaa rakennusten alapuolisista kerroksista ja toimittaa uudelleenkäytettäväksi tai luvalliseen betonijätteen vastaanottoaikaan.

Asuinrakentamiseen tarkoitetuilla alueilla betonimurskeen hyödyntäminen arvioidaan tapauskohtaisesti ja noudatetaan pääasiassa MARA-asetuksen ja muun lainsäädännön vaatimuksia ja rajoituksia. Asuinrakentamiseen tarkoitettulla alueella tarkoitetaan sitä kiinteistön osaa, johon asuminen eli asuinrakennus tai -rakennukset ja asumiseen välittömästi liittyvät toiminnot sijoittuvat. Käytännössä tämä tarkoittaa asuinrakennusten alapuolista maaperää sekä niiden lähiympäristöä ja piha-alueita, mutta ei esimerkiksi asuinrakentamiseen kaavoitetun kiinteistön tai korttelin sisälle rakennettavaa pysäköintialuetta tai katua.

Vuokratonttien vuokrasopimusehtojen mukaisesti vuokralainen vastaa tontin ennallistamisesta vuokrasopimuksen päätyttyä. Jos tontin käyttötarkoituksen muutoksista tai esim. rakentamisesta johtuen betonimursketta kaivetaan rakenteesta, on huolehdittava, että se ohjataan asianmukaiseen ja luvalliseen uudelleenkäyttöön tai luvalliseen betonijätteen vastaanottopisteeseen.

## 4.3. Betonimurskeen soveltuvuus eri rakennusosiin

Taulukossa 3 on esitetty betonimurskeen soveltuvuus eri rakennekerroksiin. Laatuluokkaan BeM IV kuuluvaa materiaalia käytetään vain tilaajan kanssa erikseen sovittavissa kohteissa ja rakennusosissa, jolloin mitoitusparametrit yms. määritetään käytettävissä olevan materiaalin mukaisesti. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty periaatepoikkileikkauksia betonimurskeen hyödyntämisestä erilaisissa rakenteissa.

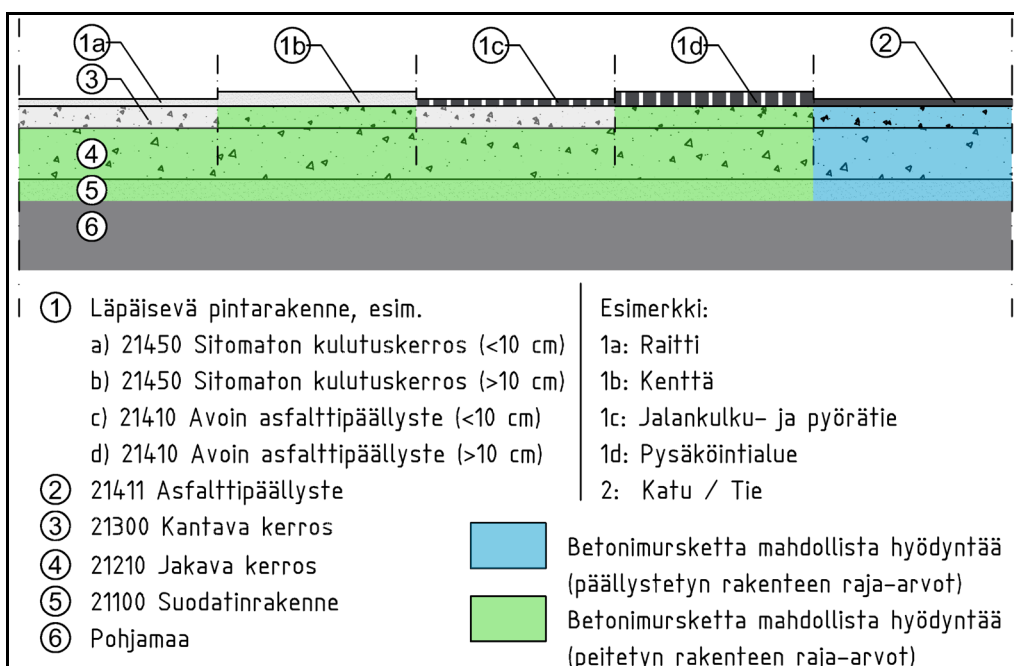
Mara-asetuksen mukaisissa hyödyntämiskohteissa on betonimurskekerroksen alapinnasta oltava vähintään 1 m pohjaveden pintaan. Soveltamisohjeessa esitetyn määritysperiaatteen mukaisesti tässä tarkoitettu pohjaveden pinnan taso voi poiketa pohjavesiputkesta mitatusta.

Pohjaveden pinnan taso voi olla kaupunkialueilla hankala todeta eikä yksiselitteistä tulkintaa tai menettelyohjeistusta ole tällä hetkellä. Selvityksen riittävyyden ratkaisee MARA-rekisteröinti-ilmoituksen käsittelyn yhteydessä ELY-keskus.

Taulukko 3: Betonimurskeluokkien tekninen soveltuvuus eri rakennusosiin

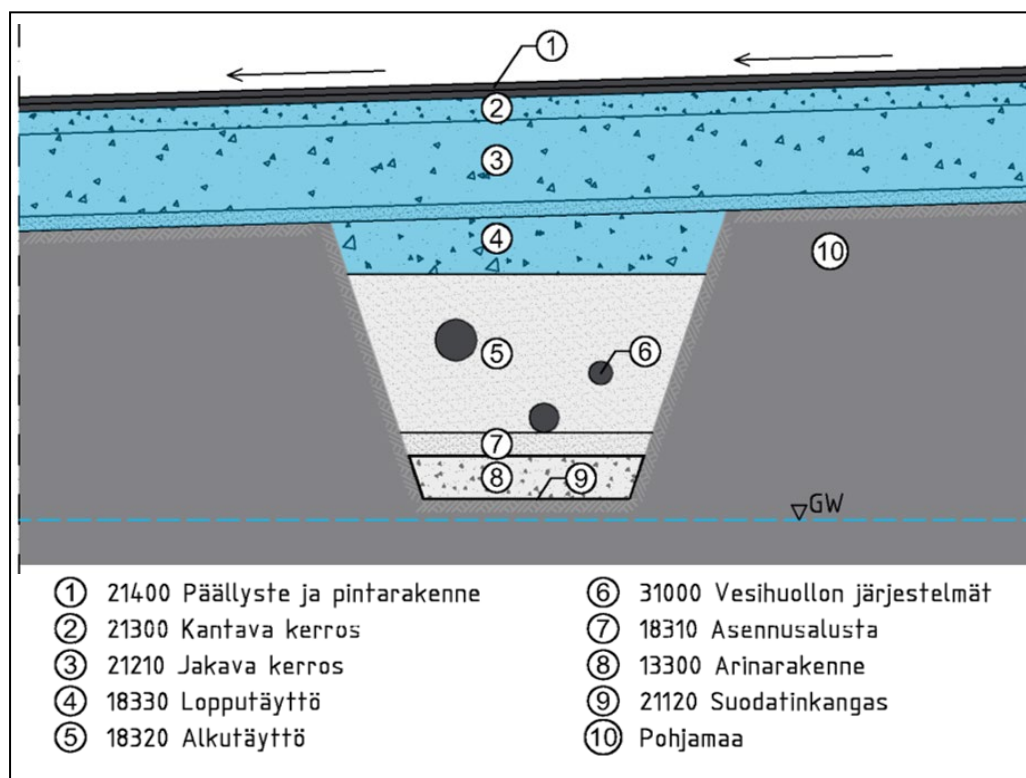
Rakennekerros	BeM I	BeM II	BeM III
Kantava kerros	+	+	Ei sovellu
Jakava kerros	++	++	+
Suodatinkerros <sup>(1)</sup>	(+)	(+)	(+)
Penger <sup>(2)</sup>	+	+	++
Arina	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu
Alkutäyttö	Ei sovellu	Ei sovellu	Ei sovellu
Lopputäyttö	++	++	++
++	Soveltuu hyvin, käyttö suositeltavaa		
+	Soveltuu kohtalaisesti		

- 1) Suodatinrakenne voi olla suodatinkerros tai suodatinkangas tai tarvittaessa molemmat (InfraRYL 2017). Suodatinkerroksessa käytettävän betonimurskeen rakeisuus valitaan siten, että hankekohtaisessa suunnitelmassa tai InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset täyttyvät. Betonimurskeen alla geotekstiili ei saa olla polyesteriä (PES) (yleisesti suodatinkankaiden materiaali on PP, joka soveltuu käytettäväksi)
- 2) Etenkin routimattomiin pengertäyttöihin jakavan kerroksen alapuolella betonimurske soveltuu hyvin. Massiivisiin pengertäyttöihin on kuitenkin tarkoituksenmukaisempaa käyttää mahdollisesti saatavilla olevia muita soveltuvia täyttömateriaaleja.



Kuva 1: Erilaisia päällysteitä ja pintarakenteita (InfraRYL litteranumerointi). Vihreällä värillä on esitetty rakennusosat, joissa on mahdollista käyttää peitetyn rakenteen ja sinisellä värillä päällystetyn rakenteen raja-arvot täyttävää betonimursketta. MARA-materiaalien yhteenlaskettu kerrospaksuus  $\leq 1,5$  m. (MARA-soveltamisohje/ Ramboll 2018)





Kuva 2: Johtokaivanto katualueella. Kuvan mukaisessa rakenteessa kohdissa 2-4 voidaan käyttää päällystetyn rakenteen raja-arvot täyttävää betonimursketta. Lämpäisevän päällysteen alla tulee käyttää peitetyn rakenteen raja-arvot täyttävää betonimursketta (MARA-soveltamisohje/Ramboll 2018). Kuvan mukaiset arina- ja alkutäyttöehdot soveltuvat myös johto-, kaapeli- ja putkijohtorakenteisiin, kuten kaasu- ja kaukolämpöputkirakenteisiin.

## 5. SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

Betonimurskeen käyttö soveltuvissa rakennusosissa on tarkoituksenmukaista esittää kohteen rakennussuunnitelmissa. Suunnittelussa tulee huomioida tarpeelliset reunaehdot ja mitoitukset. Kun betonimurskeen käyttö on huomioitu suunnitelmissa, rakennuttaja saa myös kustannushyödyn täysimääräisesti, kun urakoitsijat voivat laskennassa huomioida betonimurskeen käytön.

Betonimurskeella voidaan korvata luonnon kiviaines esim. jakavassa kerroksessa täysimääräisesti, jolloin erityistä suunnittelutarvetta ja suunnitelmien muutostarvetta verrattuna luonnonkiviainekseen ei välttämättä ole. Tästä syystä myös rakennusurakan aikana voidaan soveltuvissa kohteissa luonnon kiviaines korvata betonimurskeella, jos rakennuttaja ja suunnittelija tämän hyväksyvät.

### 5.1. Mitoitusparametrit

Betonimurskeille on Suomessa käytössä laatuluokittelu, jossa luokka kertoo murskeen yleisiä ominaisuuksia ja esimerkiksi, onko betonijäte peräisin purkukohteesta (BeM II-IV) vai onko se valmistettu betoniteollisuuden käyttämättömästä ylijäämäbetonijätteestä (BeM I).

Taulukoissa 4 (a, b ja c) on esitetty betonimurskeen ominaisuuksia, mitoitusparametreja sekä rakentamisen kannalta merkityksellisiä ominaisuuksia eri luokissa. Betonimurskeen

rakeisuuden tulee murskauksen jälkeen täyttää InfraRYL:n tai tilaajan asettama, käyttötarkoituksen mukainen rakeisuusvaatimus.

Taulukko 4a ja 4b: Betonimurskeen ominaisuuksia ja mitoitusparametreja.

<b>BeM I</b>	Betoniteollisuuden betonijäte
<b>BeM II</b>	Betoniteollisuudesta sekä purkamisesta ja rakentamisesta peräisin oleva betonijäte
<b>BeM III</b>	Betoniteollisuudesta sekä purkamisesta ja rakentamisesta peräisin oleva betonijäte, jonka sitoutuminen on epävarmaa
<b>BeM IV</b>	Betoniteollisuudesta sekä purkamisesta ja rakentamisesta peräisin oleva betonijäte, jonka sitoutuminen on epätodennäköistä

Luokka	Puristus-lujuus [MPa]	Routivuus	E-moduuli [MPa] <sup>(1)</sup>	Hienoaines-pitoisuus
<b>BeM I</b>	≥ 1,2	Routimaton	700	< 7 %
<b>BeM II</b>	≥ 0,8	Routimaton	500	< 7 %
<b>BeM III</b>	-	Vaihtelee <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	280	-
<b>BeM IV</b>	-	Vaihtelee <sup>(2)</sup>	Vaihtelee	-

- 1) E-moduulin arvon 700 MPa noin 1-3 kuukauden kuluttua rakenteen valmistumisesta. Laatuluokan I ja II betonimurskeet saavuttavat E-moduulin arvon 500 MPa noin 0-2 kk kuluttua rakentamisesta. E-moduulin arvo 280 MPa saavutetaan betonimurskeen laatuluokilla I, II ja III välittömästi tiivistämisen jälkeen
- 2) mikäli hienoainespitoisuus < 7%, routivuuden arviointi tehdään rakeisuuskäyrän perusteella (SFS 5884:2018 Liite B)
- 3) tie- ja katurakenteissa routimattomuutta edellytetään myös BeM III -betonimurskeelta.

Taulukko 4c: Tyypillisiä betonimurskeiden rakennusteknisiä ominaisuuksia. Ominaisuudet voivat vaihdella ja murskeen toimittajalta voi tarvittaessa kysyä tarkempia arvoja tai selvitettävä ne tutkimuksilla

Ominaisuus	BeM I, II, III	Yksikkö
Optimivesipitoisuus, $w_{opt}$	8...12	%
Maksimikuivatilavuuspaino	17,5...20,5	kN/m <sup>3</sup>
Kiintotiheys	2,20...2,50	t/m <sup>3</sup>
Kapillaarisuus, $H_c$	0,2...0,25 <sup>(1)</sup>	m
Vedenläpäisevyys, $k$	10 <sup>-4</sup> ... 10 <sup>-5</sup>	m/s
pH	11...12,5	-
Kitkakulma	40	°

<sup>(1)</sup> Ominaisuuden arvo julkaisusta

[https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf2/tiel\\_3200594\\_betmurskeohje.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf2/tiel_3200594_betmurskeohje.pdf)

## 5.2. Maanalaisten rakenteiden huomioiminen

Betonimurskeen hyödyntäminen kohteissa, joissa sijaitsee putki- ja johtoverkostoja, tehdään kuvan 2 mukaisesti. Putki- ja johtoverkostojen arinat, ympärys- ja alkutäytöt tehdään luonnon kiviaineksella.

Betonimurskeen emäksisyys (pH n. 11-12,5) tulee huomioida ja yhteensopivuus putki- ja johtoverkkojen materiaalien kanssa tulee tarvittaessa varmistaa. Betonimurskeen vaikutuksia putki- ja putkilaitemateriaaleihin on selvitetty ja alla on yhteenveto havainnoista

ja suosituksista yleisimpien putki- ja johtomateriaalien osalta. Lisätietoja tarkemmin HSY:n betonimurskeohjeessa <sup>9</sup>

- rautametallit – betonimurske vähentää rautametallien korroosiotaipumusta
- sinkki – betonimurske ei aiheuta passivoituneen sinkin korroosioriskiä
- alumiini - ei tule käyttää betonimurskeen yhteydessä ilman emäksisyyttä kestävää suojapinnoitusta
- sinkkialumiinipinnoitteiset valurautaputket – ei vaikutusta, kunhan orsivesipinta ei huuho betonimurskekerrosta (huom. betonimurskekerroksia ei tule muutenkaan sijoittaa orsi- tai pohjavesipinnan alapuolelle)
- muovi- tai betoniputket - ei vaikutusta

Betonimurskerakenteiden läpi suotautuvan veden pH muuttuu emäksiseksi. Betonimursketta ei tulisi käyttää rakenteissa, joiden läpi voi suotautua merkittäviä määriä vettä. Normaaleissa päällysrakenteissa läpäisevät vesimäärät ovat kuitenkin pieniä, jolloin betonimurskerakenteiden läpi suotautuva vesimäärä on pieni, eikä sillä ole vaikutusta ympäristön tai vesistöjen veden laatuun. Kohteissa, joissa rakenteeseen tai sen alapuolelle asennetaan kuivatussalaojia, tulee betonimurskeen etäisyys salaojaan olla vähintään 1 metri ja salaojan ympärystytön ja betonimurskeen väliin tulee asentaa suodatinkangas.

Betonimurskerakenteissa ei suositella käytettäväksi polyesteristä (PES) valmistettuja geolujitteita, koska polyesteri ei siedä hyvin emäksisiä materiaaleja. Yleisimmät suodatinkankaat on valmistettu polypropeenista (PP), jota voidaan käyttää myös betonimurskeiden kanssa.

Maahan asennettavien kaapeleiden vaippa on yleisimmin PVC, PP, PE tai PEX -muovia, joiden kestävyys asennusympäristön pH:lla ei pitäisi olla vaikutusta. MMJ -tyyppisiä kaapeleita ei suositella asennettavaksi betonivaluun, mutta maahan asennettavaksi tarkoitetuissa kaapeleissa rajoituksia ei ole. Suoraan betonivaluihin asennetaan myös lattialämmityskaapeleita, joten on todennäköistä, että kaapelit kestävät myös betonimurskeen alapuolisissa maa-asennuksissa.

Kaapelinhakulaitteet ja metallinilmaisimet saattavat reagoida, jos betonijätteeseen on jäänyt esimerkiksi betoniteräksiä. Laadukkaasta betonimurskeesta on metallit poistettu murskausvaiheessa, eikä valmiissa murskeessa pitäisi juurikaan metalleja olla.

### 5.3. Betonimurskeen sitoutuminen ja aukikaivettavuus

Betonimurske on siinä olevan, osin reagoimattoman sementin johdosta, sitoutuva materiaali. Sitoutumisreaktioiden käynnistyminen vaatii huolellisen tiivistämistyön lähellä optimivesipitoisuutta, riittävän jälkihoidon (kastelu tarvittaessa) ja lujittuvan betonimurskelajitteen. Betonimurskeen lujittuminen rakenteessa alkaa rakenteeseen tiivistämisen jälkeen ja on voimakkainta ensimmäisten vuosien aikana rakentamisesta ja lujittuminen hidastuu n. 2...5 vuoden jälkeen rakentamisesta. Betonimurskeesta mitattu puristuslujuus on parhaimmillaan n. 1-2 MPa, kun betonin puristuslujuus on lähes aina yli 30 MPa. Eli lujittunutkaan betonimurskerakenne ei saavuta lähellekään betonin lujuutta.

Lujittuessaan betonimurske muodostaa olomuodoltaan jäätynyttä kiviainesta vastaavan rakenteen. Aukikaivettaessa betonimurske irtoaa kaivannosta talvi- ja kesäolosuhteissa pääosin rakeisena eli se ei jää koviksi lujittuneiksi kappaleiksi, jotka eivät hajoaisi työmaalla

<sup>9</sup> HSY:n Betonimurskeohje s. 4 <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/2014--HSY-Betonimurskeohje.pdf>

tai uudelleen tiivistettäessä. Kenttäkokeiden perusteella sulan ja jäätyneen (routaantuneen) betonimurskeen kaivuvastus on suurempi kuin luonnon kiviaineksen, mutta kaivu on silti tehtävissä normaalilla korjauskohteiden aukikaivussa käytettävällä kalustolla.

Betonimurskerakenne (jossa on käytetty sitoutuvaa betonimursketta) on hyvin koossa pysyvä ja aukikaivu voidaan tehdä yleensä tukematta ja rakenteen seinämät pysyvät melko pystysuorina, joka pienentää korjattavan alueen ja esim. leikattavan asfaltin pinta-alaa.

Rakenteesta aukikaivettu betonimurske, joka on palautettu ja tiivistetty uudelleen rakenteeseen huolellisesti, sitoutuu uudelleen lähes vastaavasti kuin ensimmäistä kertaa ko. materiaalilla rakennettaessa. Aukikaivun ei ole havaittu muuttavan oleellisesti betonimurskeen rakeisuutta tai uudelleentiiivistymisominaisuuksia.

#### **5.4. Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin**

Betonimurske ei sovellu käytettäväksi vedenpinnan alaisissa täyttötöissä, koska hienoaines saattaa liettyä ja kulkeutua veden mukana. Tällöin myös rakennetta huuhtovan veden pH saattaa paikallisesti nousta.

Jos betonimurskeen sitoutuminen ja siten kerroksen kantavuuden maksimimitoitus hyödynnetään kuivalle alusrakenteelle rakennettaessa (esim. louhe, kevytsora, vaahhtolasimurske) on rakentamis- ja jälkihoitovaiheessa huolehdittava riittävästä kerroksen kastelusta, jotta sitoutumisreaktiot voivat tapahtua, koska päällystyksen jälkeen betonimurske ei saa kapillaarisesti vettä pohjamaasta.

Tiivistystyötä voidaan nopeuttaa ja tehostaa kastelemalla betonimurske lähelle optimivesipitoisuuttaan ja antamalla veden imeytyä murskeeseen jonkin aikaa (5...15 min) ennen tiivistämistä. Kastelun tarve riippuu säätilasta. Tavanomaisena kesänä, jolloin sadekuuroja on ajoittain, kastelua ei välttämättä tarvita. Pitkinä hellejaksoina kastelua voidaan tarvita päivittäin. Jos betonimurskekerroksen päälle tehdään ohut murskekerros (n. 50 mm), vähenee kastelun tarve. Kastelu tapahtuu esimerkiksi kasteluautolla. Betonimurskeen hienoaines voi sateella ja märissä olosuhteissa liettyä, joten levitetty murskekerros tulee tiivistää mahdollisimman pian levityksen jälkeen. Liikaa vettä rakentamisen aikana imenyt betonimurske voi routia, mikäli rakentaminen on tapahtunut juuri ennen pakkaskautta.

Joustavalle alustalle, kuten turvepohjamaalle, rengasrouhekerroksen päälle, tms. rakennettaessa, on betonimurskeen lujittumista hyödynnettäessä huolehdittava riittävästä kerrospaksuudesta, jotta kerros ei jouta liikaa liikenteen alla ja lujittuneet sidokset säilyvät. Mitoituksessa on betonimurskeelle käytettävä kantavuusmoduulia, jonka maksimiarvo määritellään alemman kerroksen kantavuuden perusteella.

#### **5.5. Käsittely ja käyttöturvallisuus**

Betonimurske käyttäytyy teknisiltä ominaisuuksiltaan ja rakennettavuudeltaan työmaalla luonnon kiviaineksen tavoin. Betonimurske on emäksistä, joten sen pöly saattaa ärsyttää silmiä ja limakalvoja. Lisäksi se saattaa ärsyttää ihoa ja aiheuttaa ihon herkistymistä ja pitkäaikaisessa ihokosketuksessa aiheuttaa ihon kuivumista ja halkeilua. Betonimursketta käsiteltäessä on vältettävä pitkäaikaista ihokosketusta ja tarvittaessa on käytettävä

suoja-vaatetusta ja pölysuojainta. Liettynyt betonimurske voi aiheuttaa ihoärsytystä sen korkean pH:n (n. 11-12) johdosta.

Betonimurskeen seassa saattaa olla yksittäisiä betoniteräksen kappaleita, joten liikennöintiä kumipyöräisellä kalustolla suoraan betonimurskepinnan päällä kannattaa välttää. Kuiva, tiivistetty betonimurskekerros voi myös pölytä, joten liikennöintiä tulisi välttää myös siksi tai pinta kastella pölyämisen vähentämiseksi. Betonimurskekerros tulee peittää luonnon kiviaineksella tai päällystää.

## 5.6. Työselostus

Hankkeen työselostuksessa ilmoitetaan käytettävän betonimurskeen laatuvaatimukset sekä mahdolliset rajoitukset käyttökohteissa. Taulukossa 5 on esitetty esimerkkejä betonimurskeen huomioimisesta työselostuksen jakavaa kerrosta koskevissa tekstissä ja sekä muita urakka-asiakirjoissa mahdollisesti huomioitavia asioita.

Taulukko 5

Työselostus esimerkki (jakava kerros)	Huomiot
21210 Jakava kerros	Esitetään InfraRYL:n mukainen littera hyötykäyttökohteesta.
Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 21210 mukaiset.	Määritetään rakenteen tekniset vaatimukset InfraRYL mukaisesti, joka tarkoittaa, että mm. laadunvalvonta tehdään vastaavalla tavalla kuin luonnonkiviaineksille.
Jakavan kerroksen materiaalina voidaan käyttää betonimursketta BeM I ja BeM II. Betonimurskeen maksimi nimellisraekoko on enintään 90 mm. Lisäksi noudatetaan kaikkia InfraRYL:n liitteessä T18 esitettyjä vaatimuksia betonimurskeelle jakavassa kerroksessa. Käytettävä materiaali tulee hyväksyttävä etukäteen tilaajalla.	Määritetään hankkeessa hyväksyttävät betonimurskeluokat ja määritellään hyväksyttävä rakeisuus.
Betonimursketta voidaan käyttää seuraavilla alueilla (määritellään tarpeen mukaan rajaukset). <ul style="list-style-type: none"> <li>- Katu 1 plv 0-500</li> <li>- Parkkialue 1</li> </ul>	Määritetään hyötykäyttöalueet mikäli betonimurskeen käyttö ei ole kauttaaltaan hankkeessa sallittu
<i>Esimerkiksi:</i> Betonimurskeen etäisyys salaojaan oltava vähintään 1 metri.	Esitetään mahdolliset muut rajoitteet
Käytettävän betonimurskeen laatuasiakirjat (CE-merkki ja suoritustasoilmoitus) sekä tarvittavilta osin laadunvalvontatulokset on esitettävä ennen käytön aloitusta tilaajalle, joka hyväksyy käytettävän materiaalin, mikäli se on laatuvaatimusten mukaista.	Laatudokumenttien tarkastus ja käytettävän materiaalin hyväksyntä
Betonimurskeen laatua on seurattava silmämääräisesti vastaanoton ja rakentamisen aikana. Mikäli kohteeseen toimitettu betonimurske ei täytä vaatimuksia, on urakoitsija velvollinen poistamaan materiaalin, joka ei täytä vaatimuksia, työmaalta omalla kustannuksellaan.	Esitetään betonimurskeen vastaanotto ja urakoitsijan laadunvalvontavastuu työmaalla.

Katselmusasiakirjaan/loppudokumenttiin liitetään betonimurskeen laatutiedot	Laatu-asiakirjojen dokumentointi
Urakoitsijoiden on mitattava käytetyn betonimurskeen sijainti (xyz, ala- ja yläpinta taiteineen) ja toimitettava tarketiedot tilaajalle.	Esitetään rakenteen dokumentointivaatimus

Samalla tavalla määritellään käytettävää betonimursketta koskevat vaatimukset myös muiden rakennusosien, kuten penkereiden ja mahdollisesti kantavan kerroksen osalta.

Urakka-asiakirjoissa olisi hyvä määritellä myös se, kuka vastaa betonimurskeen hyödyntämisen edellyttämän MARA-ilmoituksen ja loppuraportin tekemisestä. Vastuu niiden tekemisestä on lähtökohtaisesti hyödyntämipaikan haltijalla, mutta urakoitsija tai murskeen toimittaja voidaan valtuuttaa ilmoituksen tekemiseen.

## 5.7. Valvonta

**Betonimurskeen toimittajan** tulee vastata siitä, että materiaali täyttää jatkuvasti CE-merkissä ja suoritustasoilmoituksessa esitettyjen ominaisuusluokkien vaatimukset.

**Urakoitsija** (murskeen tilaaja/käyttäjä) valvoo työmaalla, että vastaanotettava murske on silmämääräisesti kelpoista (mm. rakeisuus, tiilen ja epäpuhtauksien määrä) ja että työmaalle on toimitettu murskeen laatuasiakirjat. Jos laadun epäillään olevan vaatimusten vastaista, teetetään lisätutkimuksia ja murskeen vastaanotto lopetetaan. Urakoitsijan vastuulla on hyväksyä ja käyttää vain laatuvaatimukset täyttävää materiaalia rakentamisessa.

Betonimurskeesta tehdyn rakenteen laadunvalvonnassa käytetään pääsääntöisesti samoja menetelmiä ja laatuvaatimuksia kuin käytettäessä luonnon maa- ja kiviaineksia. Rakenteen tiiviysaste voidaan todeta tiivysmittauksilla (volymetrikoe, Troxler) tai kantavuusmittauksilla (Loadman -pudotuspainokoe, levykuormituskoee) todettavan tiiviyssuhteen perusteella.

**Rakennuttaja/kohteen tilaaja** hyväksyy ennen toimitusten aloitusta urakoitsijan esittämän betonimurskeen sen laatudokumenttien perusteella. Työmaan valvontakäytien yhteydessä tehdään silmämääräistä tarkastusta ja tarvittaessa pyydetään urakoitsijalta lisätutkimuksia/selvityksiä.

Rakennuttaja valvoo ja edellyttää, että betonimurskeesta on riittävät laatudokumentit vähintään kelpoisuusasiakirjaan liitettäväksi.

## 6. YLLÄPITO JA UUELLEENKÄYTTÖ

### 6.1. Betonimurskerakenteen korjaus

Betonimurskekerrokseen kaivetun kaivannon täyttämiseen käytetään ensisijaisesti saman laatuluokan ja rakeisuuden betonimursketta, jotta rakenteeseen ei synny eri lailla käyttäytyviä osuuksia. Mikäli vastaavaa betonimursketta ei ole saatavilla, voidaan kaivanto täyttää myös muulla murskeella ja tiivistää kohta huolellisesti.

Mahdollisten kaivutöiden jälkeen betonimurskerakenteen päällysrakenteet on uusittava siten, että päällysrakenteen kerrokset ovat kantavuudeltaan ja tiiveydeltään vähintään samat kuin alkuperäiset rakennekerrokset.

Kaivua tehtäessä betonimurske erotetaan muusta maa- ja kiviaineksesta siten, että se säilyy mahdollisimman puhtaana, jolloin se voidaan käyttää uudelleen tai toimittaa betonijätteen kierrätysasemalle. Betonimurskeen tiivistystyö tehdään kuten luonnon maa- ja kiviaineksilla.

## 6.2. Uudelleenkäyttö, kierrätettävyys ja varastointi

Betonimurskeen uudelleenkäyttö on mahdollista ja suositeltavaa. Alkuperäisestä kohteesta poistettua betonimursketta voidaan käyttää uudelleen rakentamisessa, jos sen ympäristökelpoisuus- ja laatuominaisuudet vastaavat aiottua käyttötarkoitusta. Tarvittaessa murskeen laatu tutkitaan uudelleen, jos esimerkiksi epäillään, että murske on rakenteessa hienontunut.

Rakenteesta kaivettu betonimurske, johon ei ole sekoittunut merkittävässä määrin maa- tai kiviainesta tai muuta materiaalia, on mahdollista toimittaa betonijätteen kierrätysasemille vastaanottoehtojen mukaisesti, jolloin se palautuu kiertoon tarvittaessa uudelleen jalostettuna ja laadunvalvonnan läpikäyneenä.

Betonimursketta voidaan varastoida kasoissa. Tarvittaessa on huolehdittava, että murskekasoista ei tapahdu merkittävää pölyämistä. Lyhytaikaista varastointia (enintään 1 vuosi) voidaan tehdä käyttökohteessa, jos on huolehdittu, että kasa ei pölyä eikä siitä tapahdu merkittävää hienoaineksen huuhtoutumista.

## 6.3. Käytöstä poistaminen

Mikäli betonimurskeeseen on sekoittunut muuta maa- tai kiviainesta tai jätteitä tai betonimursketta ei pystytä kierrättämään, se poistetaan käytöstä betonijätteenä. Jos betonijäte toimitetaan kaatopaikalle, on sen kaatopaikkakelpoisuus tutkittava. Betonijätettä ei saa sijoittaa maankaatopaikan täyttöön. Käytöstä poistuva betonimurske luokitellaan betonijätteeksi (EWC-koodi 17 01 01 tai 17 01 07).

## 7. DOKUMENTOINTI

Kohteissa, joissa betonimurskeen hyödyntäminen on tehty Mara-ilmoituksella, hyödyntämipaikan haltijan on maarakentamisen päätyttyä annettava selvitys rekisteröinti-ilmoituksen vastaanottaneelle viranomaiselle (ELY-keskus) siitä, miten rekisteröinti-ilmoituksen mukainen jätteiden hyödyntäminen on toteutunut. Dokumentoinnissa päivitetään ilmoituksen tiedot vastaamaan toteutuneita (mm. kartat ja poikkileikkaukset).

Lisäksi rakentaja/urakoitsija dokumentoi rakenteen sijainnin (xyz) sekä käytetyn betonimurskeen määrän ja laadun rakennusurakan kelpoisuusasiakirjaan (urakan loppuraportti tai muu sovittu dokumentaatio). Kohdekohtaiset tiedot säilytetään tilaajan toimesta, jotta ne ovat käytettävissä, jos rakenteita kaivetaan auki myöhemmin.