

Helsinki, Espoo, Tampere, Turku, Vantaa

Ohje

Päivämäärä

huhtikuu 2019

BETONIMURSKE KAUPUNKIEN JULKISESSA MAARAKENTAMISESSA



SISÄLTÖ

ESIPUHE	2
1. JOHDANTO	2
2. SÄÄDÖKSET, OHJEET JA SOVELTAMINEN	3
2.1 MARA-asetuksen mukainen hyödyntäminen	3
2.2 Hyödyntäminen ympäristöluvalla tai pienimuotoisesti	5
2.3 Betonimurskeen kelpoisuus ja CE-merkintä	5
2.4 Betonijätteen ja -murskeen haitta-aineettomuus	5
2.5 Suunnittelu-, rakentamis- ja laadunvalvontaohjeet	6
3. BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS ERI RAKENNUSOSIIN	7
4. SUUNNITTELU	9
4.1 Parametrit	9
4.2 Maanalaisten rakenteiden huomioiminen	10
4.3 Betonimurskeen lujittuminen ja laatan muodostuminen	10
5. RAKENTAMINEN	11
5.1 Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin	11
5.2 Työselostus	11
5.3 Betonimurskeen varastointi	11
5.4 Laadunvalvonta	12
5.5 Käsittely ja käyttöturvallisuus	13
5.6 Urakan valmistelu	13
5.7 Dokumentointi	14
6. YLLÄPITO JA UUELLEENKÄYTTÖ	14
6.1 Betonimurskerakenteen korjaus	14
6.2 Uudelleenkäyttö ja kierrätettävyys	14
6.3 Käytöstä poistaminen	15
7. HYÖTYKÄYTTÖ TONTTI- JA KORTTELIALUEILLA	15
7.1 Hyötykäyttö MARA-asetuksen mukaisesti	15
7.2 Hyötykäyttö kaupunkien vuokratonteilla	16
8. PURKUPROSESSI JA KIERRÄTYS	16
8.1 Purkuprosessi ja kierrätys	16
8.2 Betonijätteen betonimurskeeksi jalostaminen	18
KIRJALLISUUS	19
LIITE 1	Betonimurskeen hyödyntäminen katualueella, periaatekuvia, 2 s.
LIITE 2	Laadunvalvonta ja betonimurskeen ympäristökelpoisuustutkimukset, (ympäristöluovallisessa hyödyntämisessä), 1 s.
LIITE 3	Edellytykset betonimurskeen käytölle kadun rakenteissa ilmoitusmenettelyllä, Tarkastuslista suunnitteluun (esimerkki), 1 s.

ESIPUHE

Betonimursketta on käytetty Suomessa tie- ja katurakenteissa 1990-luvun alusta lähtien. Laatuvaatimukset täyttävä betonimurske on useimmilta ominaisuuksiltaan luonnonkiviainesta vastaavaa ja suurta kantavuutta vaativiin kohteisiin jopa parempaa maarakennusmateriaalia. Betonijätettä on karkealla tasolla arvioitu muodostuvan Suomessa vuositasolla n. 1,5 milj.t., josta n. 1 milj.t. pääkaupunkiseudulla. Tavoitteena on kierrättää kaikki mielekkäästi kierrätettävissä oleva betoni-jäte infra- ja maarakenteisiin.

Tähän ohjeeseen on koottu ja päivitetty tietoa betonimurskeen hyödyntämisestä kaupunkirakentamisessa sekä ohjeita suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Ohjeessa on käsitelty hyödyntämistä yleisillä alueilla ja kaupungin vuokratonteilla.

Ohje on suunnattu suunnitteluun, rakennuttamiseen ja rakenteiden ylläpitoon. Betonimurskerakentamisen yleiset periaatteet sekä betonimurskeen laatuvaatimukset on esitetty InfraRYL:ssä. Hankekohtainen työselostus täydentää yleistä työselostusta tarkennetuilla työohjeilla, joita laadittaessa voidaan hyödyntää tässä ohjeessa esitettyä. Mahdolliset tarkemmat materiaaliikohtaiset työohjeet on esitetty materiaalitoimittajien tuotteilleen laatimissa ohjeissa.

Tämä ohje on laadittu viiden kaupungin yhteistyönä. Työn tilaajina ovat toimineet:

Mikko Suominen	Helsingin kaupunki
Pekka Pakkala	Espoon kaupunki
Katariina Rauhala	Tampereen kaupunki
Mika Pitkänen	Turun kaupunki
Jukka Hietamies	Vantaan kaupunki

Ohjeen sisältöä ovat tuottaneet ja kommentoineet lukuisat tekniset- ja ympäristöasiantuntijat kaupunkien organisaatioista. Lisäksi ohjeen sisältöä on täydentänyt Katja Lehtonen (Ytekki Oy).

Ohjeen kirjoitustyön ovat tehneet Juha Forsman ja Taavi Dettenborn (Ramboll Finland Oy). Ohje on laadittu vuoden 2018 aikana.

Tämä ohje korvaa ohjeen *”Ohje betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla. Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki 2015”*. Ohje päivitettiin ja täydennettiin InfraRYL:n, Mara-asetuksen ja Laadunhallintastandardin päivittymisen myötä.

1. JOHDANTO

Rakentamisen materiaalitehokkuuteen ohjaavat jätelaki ja -asetus, kaatopaikka-asetus ja EU:n jätedirektiivi, joissa on määräykset rakennus- ja purkujätteille. Vuonna 2008 EU asetti jätepuitedirektiivissään tavoitteeksi, johon Suomi on myös jäsenvaltiona veloitettu siten, että rakennus- ja purkujätteestä kierrätetään vähintään 70 painoprosenttia vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 2018 valtioneuvosto hyväksyi valtakunnallisen jätesuunnitelman, jossa esitetään toimenpiteet vuoteen 2023 mennessä sekä tavoitetila vuonna 2030. Jätesuunnitelmassa rakentamisen jäte on yhtenä painopistealueena. Vuoteen 2023 mennessä tehtäviksi toimenpiteiksi on esitetty rakentamisen jätteiden osalta julkisille hankkijoille ohjeistuksen laatiminen materiaalitehokkaasta ja kiertotaloutta tukevasta uudis-, korjaus- ja infrarakentamisesta.

Käyttämällä uusiomateriaaleja erilaisissa infrarakentamisen kohteissa säästetään luonnonvaroja ja ehkäistään käyttökelpoisten rakennusmateriaalien päätymistä toisarvoisiin käyttökohteisiin tai kaatopaikoille. Materiaalitehokkuus on osa ekotehokkuutta ja se tarkoittaa mahdollisimman tehokasta luonnonvarojen käyttöä. Materiaalitehokas toiminta vähentää syntyvän rakennus- ja purkujätteen määrää sekä lisää niiden kierrätystä tukien kaupunkien strategisten tavoitteiden saavuttamista.

Betonimurskeen kierrätyksellä vaikutetaan rakenteen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin ja kustannuksiin. Hyödyntämällä betonimursketta maarakentamisessa, rakennusjätteen sijoitustarve kaatopaikoilla pienenee ja samalla myös luonnonkiviaineksen louhintatarve maarakennuskäyttöön

vähenee. Hyödyntämällä ja murskaamalla betonijäte kohteessa tai lähellä kohdetta (kaupungin sisällä) voidaan lyhentää kuljetusmatkoja ja näin pienentää kuljetuksesta syntyviä päästöjä. Betonimurske sitoo elinkaarensa aikana hiilidioksidia - jopa betonirakennetta enemmän reaktioon käytettävissä olevan suuren pinta-alansa ansiosta. Murskauksen jälkeen betonimurske pystyy sitomaan jopa puolet betonissa käytetyn sementin valmistuksessa aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä.

Julkisessa maarakentamisessa käytettä betonimurske voi olla peräisin laitospölystä betonijätteen käsittelytoiminnasta, kaupungin oman rakennuksen/rakenteen purkutyömaalta tai jostakin muusta purkukohteesta. Betonimurskeen alkuperästä riippumatta on materiaalin täytettävä kohteen ympäristökelpoisuusvaatimukset (MARA-asetus tai ympäristölupa), käyttökohteen tekniset vaatimukset sekä betonimurskeen laadunhallinnan ja luokituksen standardin SFS 5884 mukaiset vaatimukset. Lisäksi materiaalin on oltava CE-merkittyä, mistä voidaan poiketa hankekohtaisella päätöksellä, mikäli betonijäte tai -murske ei vaihda omistajaa ja se käytetään kaupungin omassa kohteessa. Kaupungit voivat omilla linjauksillaan vaikuttaa siihen tapahtuuko betonijätteen jalostaminen kohteessa vai onko se ajettava muualle jalostettavaksi. Esimerkiksi Helsingin kaupungin linjauksena on, että betonimurskeet pyritään jalostamaan mahdollisuuksien mukaan kohteessa.

2. SÄÄDÖKSET, OHJEET JA SOVELTAMINEN

2.1 MARA-asetuksen mukainen hyödyntäminen

Jätelaki (646/2011) määrittelee *jätteellä* aineen tai esineen, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä. Näin ollen käytännössä kaikki purettava materiaali muuttuu viimeistään purkuhetkellään jätteeksi. Jätelain mukaan betonimurske säilyttää jätestatuksensa vaikka se olisi jalostettu, ympäristökelpoinen ja CE-merkitty. Ympäristönsuojelulain mukaan (527/2014) jätteen laitos- tai ammattimaisessa hyödyntämisessä on oltava ympäristölupa, lukuun ottamatta poikkeuksia, jotka on esitetty MARA-asetuksessa.

Yleensä betonimurske hyödynnetään VNa 843/2017 (*”Valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa”*, tässä MARA-asetus) mukaisella rekisteröinti ilmoituksella. MARA-asetuksessa määritellään perusteet, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden ammatti- tai laitospölyiseen käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristölupaa.

MARA-asetuksella betonimurskeen käyttö on sallittua 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 sisältäen:

- yleiset ja yksityiset tiet sekä kadut,
- putki- ja johtokaivantojen lopputäytöt väylillä,
- pyörätiet ja jalkakäytävät,
- ulko- ja maastoliikuntareitit ja
- metsäautotiet.

Kentillä tarkoitetaan väylää leveämpiä (pääosin leveydeltään yli 10 m) sekä pinta-alaltaan laajahkoja maarakenteita sisältäen:

- satama-, teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät,
- ratapihat ja pysäköintialueet,
- ulkoliikuntapaikkojen kentät (mm. urheilu-, pallo-, pesäpallo ja tenniskentät),
- erityisurheilualueiden kentät (mm. ampumarata-alueen kentät ja golfkentät) ja
- eläinurheilualueiden kentät (mm. ratsastuskentät, raviradat ja koira-urheilualueet).

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

MARA-asetusta sovelletaan ainoastaan jätteen suunnitelmalliseen hyödyntämiseen maarakentamiskohteissa, jotka toteutettaisiin siitä riippumatta, onko kohteeseen soveltuva jättemateriaalia tarjolla. Asetusta ei siis sovelleta maarakentamiskohteessa, jonka ensisijainen tarkoitus on jätteen sijoittaminen. Maarakentamisessa toiminnan suunnitelmallisuus voidaan osoittaa useissa lakisääteisissä hyväksymismenettelyissä sekä tietyillä muilla viranomaisen hyväksymillä suunnitelmilla.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisia hyväksyntämenettelyitä ovat mm. asemakaava, rakennuslupa, toimenpidelupa, purkamislupa, maisematyölupa, maisematyöilmoitus, yleisen alueen toteuttamissuunnitelma, katusuunnitelma ja puistosuunnitelma. Myös rakentamista, joka on kunnan rakennusjärjestyksen mukaista, voidaan pitää suunnitelmallisena. Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan antaa kuntakohtaisia, jätteen hyödyntämistä ohjaavia tai rajoittavia määräyksiä. (VNa 843/2017 Soveltamisohje 2018)

Hyödyntämispaikan haltijan on esitettävä ilmoituksessa MARA-asetuksessa vaaditut tiedot ELY:lle ennen hyödyntämistä (5§, s. 2). Hyödyntämispaikan haltija voi valtuuttaa myös esim. suunnittelijan tai materiaalituottajan tekemään rekisteröinti-ilmoituksen. MARA-asetuksen mukaisesti betonimursketta voidaan käyttää julkisilla ja yksityisillä alueilla. Betonimurskeen hyödyntämisen vaiheet MARA-asetuksen mukaisessa kohteessa ja materiaalilla ovat:

1. Selvitetään täyttääkö kohde MARA-asetuksen vaatimukset (kuuluuko kohde MARA-asetuksen soveltamisalaan ja täyttääkö hyödyntämispaikka asetuksen vaatimukset).
 - a. Kohde ei sijaitse I tai II-luokan pohjavesialueella, asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tarkoitettulla alueella, luonnonsuojelutarkoitukseen osoitetulla alueella, ravintokasvien viljelyyn tarkoitettulla alueella eikä sisämaan tulvavaara-alueella.
 - b. Etäisyys vesistöstä, talousvesikäyttöön tarkoitettusta kaivosta tai lähteestä on yli 30 m.
 - c. Betonimurske sijoitetaan vähintään yhden metrin etäisyydelle pohjaveden enimmäiskorkeudesta. Soveltamisohjeen määrittämisperiaatteen mukaisesti määräävä pohjaveden pinnan taso voi joissakin tapauksissa poiketa pohjavesiputkesta mitattuna. Pohjaveden pinnan tasolla voidaan tässä tarkoittaa myös alueelle toteutettujen (tai samassa yhteydessä toteutettavien) rakenteiden pysyvää kuivatustasoa. (VNa 843/2017 Soveltamisohje 2018, luku 4)
 - d. Betonimurskeen yhteenlaskettu kerrospaksuus on enintään 1,5 m. Yhteenlaskettu kerrospaksuus määritetään poikkileikkauksessa jätemateriaalin yläpinnasta alimman jätemateriaalikerroksen alapintaan saakka siten, että vain jätemateriaalia sisältävät rakennusosat huomioidaan kerrospaksuudessa (VNa 843/2017 Soveltamisohje 2018, Liite 1).
 - e. Betonimurskekerroksen yläpuolelle asennetaan asfaltti, jonka tyhjätila on enintään 5 % tai se peitetään vähintään 10 cm paksuisella kerroksella pilaantumaton luonnon maa- tai kiviainesta.
2. Selvitetään täyttääkö materiaali MARA-asetuksen vaatimukset (ympäristökelpoisuus ja $\#_{\max} \leq 90$ mm, *suunnitelmassa voidaan esittää pienempi rakeisuus, esim. usein #0/45*).
3. Selvitetään täyttääkö materiaali tekniset vaatimukset
 - a. Betonimurskeen täytettävä InfraRYL:ssä esitetyt tekniset vaatimukset.
 - b. Betonimurskeen CE-merkinnän tarve tarkistettava (ks. luku 2.3)
4. Hyödyntämispaikan haltija tekee ilmoituksen rekisteröintiä varten (rekisteröinti-ilmoitus ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Hyödyntämispaikan omistajasta tulee jätteen haltija materiaalin vastaanotettuaan).
 - a. Ilmoituksessa on esitettävä rakenteen poikkileikkauspiirustus (periaatepoikkileikkaus).
 - b. Poikkileikkauspiirustuksessa on esitettävä selkeästi, missä rakennusosissa betonimursketta on tarkoitus hyödyntää.
5. Työmaanlaadunvalvonta ja dokumentointi. Toteumatieto täydentää ilmoitusta rakentamisen jälkeen. (Maran mukainen loppuraportti ja Tilaajan vaatima rakentamisen loppuraportointi)

MARA-asetuksesta on laadittu soveltamisohje yhtenäistämään ja selkeyttämään asetuksen käytännön toimeenpanoa ja tulkintaa (VNa 843/2017 Soveltamisohje 2018). Tilaajat voivat laatia myös omia tarkastuslistoja, joita hyödyntäen suunnittelija voi arvioida kohdekohtaisesti betonimurskeen käytön edellytyksiä MARA-asetuksen mukaisella ilmoitusmenettelyllä (liite 3).

2.2 Hyödyntäminen ympäristöluvalla tai pienimuotoisesti

Betonimurskeen hyödyntäminen ei tapahdu aina MARA-asetuksen mukaisesti. Vaihtoehtoja ovat hyödyntäminen ympäristöluvalla tai pienimuotoinen hyödyntäminen. Luvan käsittelee kunnan ympäristösuojeluviranomainen, kun vuosittain käsiteltävä jätemäärä on alle 50 000 t vuodessa ja AVI, kun käsiteltävä jätemäärä on suurempi kuin 50 000 t/v.

Tyypillisiä ympäristöluvalla toteuttavia kohteita kaupunkirakentamisessa ovat mm.

- Putkikaivantojen lopputäytöt puistoissa (tai muualla väylien ulkopuolella)
- Puistojen täytöt
- Meluvallit

Maarakentamiseen teknisiltä ja ympäristöominaisuuksiltaan soveltuvien betonimurskeen ei-ammattimaiselle hyödyntämiselle ei ole annettu lainsäädännössä yksiselitteistä tai sitovaa määrällistä ylärajaa. Käytännössä pienimuotoisen hyödyntämisen ylärajana on usein pidetty 100-1000 tonnia. Pienimuotoisen hyödyntämisen kohteissa sovelletaan ao. kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiä, joiden mukaan hyödyntämisestä on tehtävä ilmoitus ympäristökeskukselle.

Hyödynnettäessä betonimursketta ympäristöluvalla tai hyödyntämisen ollessa pienimuotoista, voi betonimurskeen maksimiraekoko voi olla suurempi kuin MARA-asetuksen mukainen 90 mm. Liitteessä 2 on esitetty betonimurskeen ympäristökelpoisuustutkimusten periaatteita ympäristöluvalisessa hyödyntämisessä.

2.3 Betonimurskeen kelpoisuus ja CE-merkintä

Betonimurske tulee olla CE-merkittyä maarakennuskäyttöön käyttökohteen vaatimusten mukaisesti, kun ko. käyttötarkoitukseen on olemassa harmonisoitu standardi. Betonimurskeen CE-merkintä on mahdollista alle #90 mm murskeelle. CE-merkintä on aina materiaalin valmistajan/myyjän vastuulla. Betonimurskeen sallittu raekoko voi olla pienempi työselostuksessa ja InfraRYL:ssä eri rakennusosille esitettyjen raekokovaatimusten mukaisesti.

Kaupungeissa betonijätettä muodostuu yksityisten tai kaupungin (tai kaupungin liikelaitosten) omistamia rakennuksia tai betonirakenteita purettaessa. Betonimurskeen omistajalla ja omistajan vaihtumisella on merkitystä materiaalin CE-merkintävelvoitteeseen - mikäli materiaalin omistaja vaihtuu ennen materiaalin hyödyntämistä rakennuskohteessa, on se CE-merkittävä. Merkintää ei vaadita silloin, kun betonimursketta ei saateta markkinoille, vaan sen omistaja suorittaa tai teettää sekä murskeen valmistuksen, että sen rakenteeseen asentamisen.

Riippumatta betonijätteen murskauspaikasta ja CE-merkinnästä (on/ei), on prosessin laadunvalvonta suoritettava standardin SFS 5884 mukaisesti. Lopputuotteen on täytettävä InfraRYL:n ja käyttötarkoituksen mukaisen tuotestandardin vaatimukset (esim. *SFS-EN 13242 Kiviainekset sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin maa- ja vesirakentamisessa sekä tierakenteissa*) sekä MARA-asetuksen mukaiset ympäristövaatimukset hyödynnettäessä MARA-asetuksen mukaisesti.

Rakenteesta poistettu betonimurske voidaan hyödyntää MARA-asetuksen mukaisella rekisteröinti-ilmoituksella uudelleen samalla tavalla kuin ensimmäistä kertaa hyödynnettävä betonimurske. Uudelleen hyödynnettävän betonimurskeen tulee täyttää vastaavalla tavalla kaikki materiaalille asetetut ympäristökelpoisuus ja tekniset vaatimukset (mm. CE-merkintä). Vaatimusten täyttyminen voidaan pääsääntöisesti osoittaa käyttämällä rekisteröinti-ilmoituksessa aiemman rekisteröinti-ilmoituksen mukana viranomaiselle toimitettuja tietoja.

Betonimurskeen hyödyntäminen on mahdollista myös ympäristölupamenettelyllä, mikäli kohde ja/tai materiaali ei täytä MARA-asetuksen vaatimuksia. Ympäristölupamenettely ei silti poista CE-merkintävaatimusta, mikäli CE-merkintä on mahdollista ko. käyttökohteeseen.

2.4 Betonijätteen ja -murskeen haitta-aineettomuus

Ennen betonirakenteen purkamista on selvitettävä betonin ympäristökelpoisuus. Valikoiva purku ja purkujätteen käsittely on tehtävä siten, että mahdollinen pilaantunut betoni ei päädy hyötykäyttöä varten murskattavan betonijätteen sekaan. Hyötykäyttöön kelpaamaton betonijäte poistetaan käytöstä kaatopaikalle tai muuhun asianmukaisesti ko. materiaalille ympäristöluvitettuun paikkaan.

Haitallisia aineita sisältäviä betoni- ja tiilijätteitä ei oteta vastaan vastaanottokeskuksiin betonimurskeen raaka-aineen haitta-aineettomana pitämiseksi. Purkukohteissa haitalliset ja vaaralliset aineet poistetaan ennen betonirakenteiden purkutöitä Infra ry:n ohjeen (2014) mukaisesti (haitallisia ja vaarallisia aineita ovat mm. asbesti, kreosootti, PCB- ja lyijy-yhdisteet). Kierrätyskeskuksiin toimitettavan betoni- tai tiilijätteen ja työmaille toimitettavan betoni- tai tiilimurskeen mukana on toimitettava siirtoasiakirja (paperinen tai sähköinen), joka sisältää Jätelain (646/2011, § 121) edellyttämät tiedot (siirtoasiakirjapohja löytyy esim. HSY:n www-sivuilta: https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Muut_materiaalit/jate0025_w.pdf).

Betonimurskeen toimittaja on vastuussa siitä, että materiaali on käsitelty ympäristösuojelumääräysten ja paikallisen ympäristöviranomaisen ohjeiden mukaisesti ja betonimurske ei sisällä mitään rakennuksissa yleisesti esiintyviä haitallisia aineita. Betonimurskeen toimittajan on tarvittaessa osoitettava betonimurskeen haitta-aineettomuus ennen kuin betonimurske voidaan ottaa vastaan työmaalle. Työmaalla murskatun betonimurskeen haitta-aineettomuus on osoitettava vastaavasti.

2.5 Suunnittelu-, rakentamis- ja laadunvalvontaohjeet

MARA-asetuksen mukaisessa betonimurskeen hyötykäytön rekisteröinti-ilmoituksessa tulee aina antaa suunnitelmiin perustuva, mahdollisimman todenmukainen kuva sen hyödyntämisestä maarakennuskohteessa (betonimurskeen määrä ja sijoittuminen). Maarakentamisessa toiminnan suunnitelmallisuus voidaan osoittaa useissa lakisääteisissä hyväksymismenettelyissä sekä tietyillä muilla viranomaisen hyväksymillä suunnitelmillä.

Maarakentamiskohteille, niiden rakennusosille ja rakennusosissa käytettäville materiaaleille on asetettu teknisiä ja toiminnallisia vaatimuksia niiden käyttötarkoitusten mukaan. Nämä vaatimukset koskevat myös betonimurskerakenteita ja niiden peittämisessä ja päällystämässä käytettäviä rakennekerroksia.

Betonimurskerakentamisessa huomioitava suunnittelu-, rakentamis- ja laadunvalvontaohjeistus voidaan jaotella esimerkiksi taulukon 2.2 mukaisesti. Tämä ohje kuuluu taulukossa 2.2 esitetystä luokittelusta kohtaan "Muut ohjeet ja tuotekortit". Esitettyjä ohjeita täydentävät kaupunkien sisäiset ohjeet kuten esimerkiksi mallityöselitykset, joissa on esitetty yksityiskohtaisesti, miten betonimurske huomioidaan hankekohtaisissa suunnitelmissa.

Taulukossa mainittujen joidenkin ohjeiden sisältöä on avattu seuraavasti:

- Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä ("laadunhallintastandardi") SFS 5884: *Standardi on tarkoitettu sovellettavaksi rakennustyömailla ja kiinteillä vastaanottoalueilla maarakennuskäyttöön jalostettavan betonimurskeen kaupallisessa tuotannossa, hankinnassa ja käytössä. Standardi määrittelee, miten rakennustuotteiden valmistuksessa, rakennustuotannossa sekä rakenteiden ja rakennusten korjauksessa ja purkamisessa syntyvä betonijäte jalostetaan maarakentamisen asettamat tekniset ja ympäristökelpoisuusvaatimukset täyttäväksi betonimurskeeksi.*
- Materiaalitoimittajien ohjeet: *Ohjeet on materiaalienkohtaisia ja niissä esitetään materiaalien parametrit, suunnittelussa huomioitavat asiat ja InfraRYL:iä täydentävä rakentamisohjeet.*
- Betonimurskeen laadunvalvontalomakkeet 2017: *Lomakkeet on tarkoitettu työmaavalvojille avuksi työmaalle toimitettavan betonimurskeen laadunvalvontaan. Lomakkeiden avulla voidaan mm. varmistua siitä, että materiaalin toimittajalla on edellytykset toimittaa vaatimukset täyttävää betonimursketta ja hankkeella on edellytykset vastaanottaa betonimursketta.*

Taulukko 2.2. Betonimurskerakentamista käsittelevän ohjeistuksen informatiivinen jaottelu ja esimerkkejä olemassa olevista ohjeista.

<p>EU:n, Valtion ja Rakennuttajan tahtotila</p> <ul style="list-style-type: none"> - EU:n jätedirektiivi - Valtakunnallinen jätesuunnitelma 2017 - Helsingin kaupunki: Kaivumaiden, kiviaineksen ja purkumateriaalien hyödyntäminen maarakentamisessa periaatteet 2018 - Tampereen kaupunki: Uusiomaarakentamisen vuosisuunnitelma - Rakennuttajan tahtotilan jalkautetaan erilaisilla ohjeilla ja malliteksteillä suunnittelijalle esim.: Helsingin kaupunki, "Mallialueen suunnittelu, suunnitteluohjelma"
<p>Ympäristölaki ja asetukset</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ympäristönsuojelulaki 2014 - Jätelaki 2011 - MARA - Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, 2017 + Soveltamisohje 2018
<p>Standardit ja laatuvaatimukset</p> <ul style="list-style-type: none"> - SFS 5884 Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä, 2018 - SFS-EN 13242+A1 Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomat- tomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset
<p>Julkiset suunnitteluohjeet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Katu 2002, Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet (SKTY, tulossa KATU 2020) - Verkostosuunnittelukäytännöt, HSY:n vesihuolto, 2016 (sisältää liitteen "BeM-ohjeet 2014 vesihuoltoverkoston suunnitteluun")
<p>Yleiset työselitykset</p> <ul style="list-style-type: none"> - InfraRYL, Päällys- ja pintarakenteet, 2017 - InfraRYL, Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 2018
<p>Muut ohjeet ja ohjekortit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa, 2019 - Betonimurskeen laadunvalvontalomakkeet. Purkutyömaalla murskatun betonimurskeen laadunvalvonta maarakennuskohteessa, 2017
<p>Materiaalitoimittajien ohjeet ja tuotekortit</p> <ul style="list-style-type: none"> - esim. Betoroc-murskeohje, Rudus Oy, 2017
<p>Kaupunkien sisäiset ohjeet ja määräykset</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuntien ympäristönsuojelumääräykset
<p>Raportoinnin ohjeet ja vaatimukset</p> <ul style="list-style-type: none"> - MARA 2017 + Soveltamisohje 2018 (esitetty vaatimus toteumatiedolle) - Kaupunkien ohjeet toteumatietojen raportointiin on esitetty luvussa 5.7

3. BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS ERI RAKENNUSOSIIN

Taulukossa 3.1 on esitetty betonimurskeen BeM I, II ja III tekninen soveltuvuus eri rakennekeroksiin. Laatuluokkaan BeM IV kuuluvaa materiaalia käytetään vain tilaajan kanssa erikseen sovitavissa kohteissa ja rakennusosissa, jolloin mitoitusparametrit määritetään kohteessa käytettävän ja saatavilla olevan materiaalin mukaisesti.

Kuvissa 3.1 ja 3.2 on esitetty periaatepoikkileikkauksia betonimurskeen hyödyntämisestä päällysrakenteessa. Kantakaupunkien kaduilla ja muilla runsaasti kunnallistekniikkaa sisältävillä kaduilla, rakennetaan kantava kerros kalliomurskeesta. Tiemäisillä kaduilla, joilla kunnallistekniikkaa on vähän, betonimurske on mahdollinen kantavassa kerroksessa. Pengertäytöissä ja joissakin muissa täytöissä betonimursketta voidaan käyttää suunnitelmallisesti.

Liitteen 1 kuvissa on esitetty betonimurskeen hyödyntäminen katupoikkileikkauksessa. Liitteessä on esitetty myös betonimurskeen reunan vähimmäisetäisyys esim. tontin, rakennusoikeuden, tms. rajasta.

Mikäli hyötykäyttö sijoittuu kaupunkien korttelien tai tonttien alueella, noudatetaan lisäksi luvussa 7 esitettyjä ohjeita.

Käyttö raitiotierakenteissa on teknisesti mahdollista. Käytön periaatteita on esitetty liitteessä 1, mutta käytöstä on sovittava tilaajan kanssa erikseen. Betonimurskeen käyttöä raitiolinjan rakentamisessa on käsitelty laajemmin diplomityössä (Linden 2018).

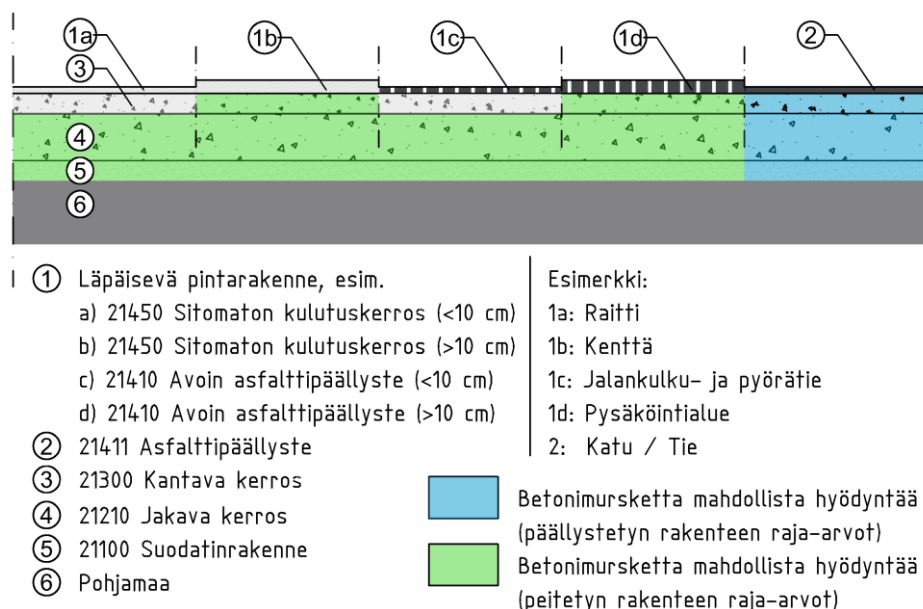
Hyödyntämistä on tarkasteltava kriittisesti mm. seuraavissa tapauksissa:

- Pienet kohteet, joissa määrä on alle 500 m³
- Vain pieni osa rakenteen poikki- tai pituusleikkauksesta on betonimursketta

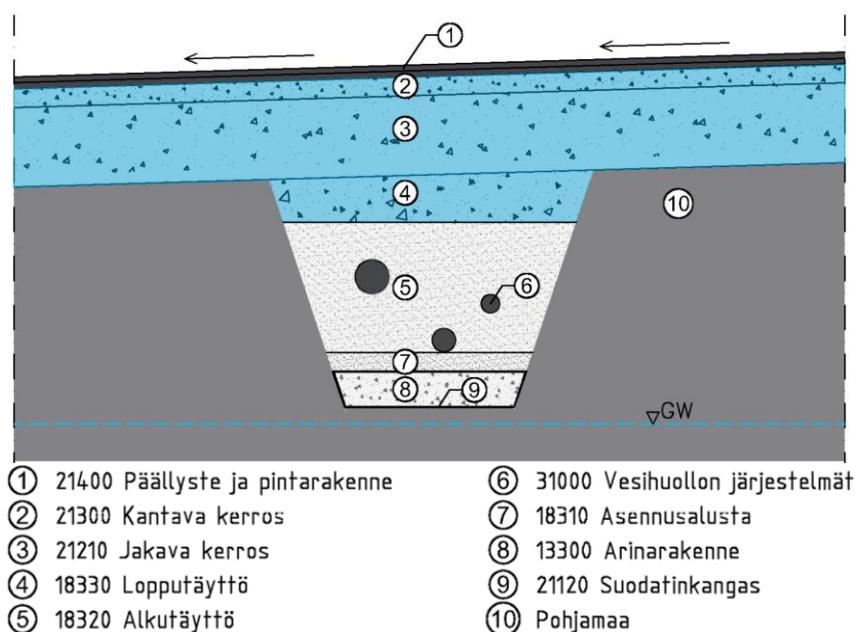
Betonimursketta on joissakin tapauksissa teknisesti mahdollista hyödyntää ympäristöluvalla meritäyttöissä esim. raekoossa 0/300 mm. Täyttöjä tehtäessä betonimurskeen sisältämät kelluvat materiaalit eivät saa levitä ympäristöön vaan täyttö on tehtävä reunapenkereellä ja/tai silttiverholla ympäröitynä. Valmiissa rakenteessa betonimurskeen ympärillä on oltava riittävät suojakerrokset merta vasten. Betonimursketta on käytetty koeluontoisesti myös kivikoreissa täyttö- ja julkisivumateriaalina. Betonimursketta on teknisesti mahdollista käyttää myös maanlajitusalueiden tuki- penkereissä ympäristöluvitettuna. Silloin on kuitenkin selvítettävä voiko betonimurskeen käyttö aiheuttaa maankaatopaikalle veroseuraamuksia.

Taulukko 3.1. Betonimurskeluokkien BeM I, II ja III tekninen soveltuvuus eri rakennusosiin kaupunkirakentamisessa. Soveltuvuuteen katujen kantavaan kerrokseen vaikuttaa maanalaisen verkoston ylläpitämisen ja täydentämisen kaivut.

Rakennekerros	BeM I	BeM II	BeM III
Kantava kerros	+ ⁽¹⁾	+ ⁽¹⁾	-
Jakava kerros	++	++	+
Suodatinkerros ⁽²⁾	++	++	++
Penger	++	++	++
Lopputäyttö ⁽³⁾	-	+	+
Alkutäyttö ⁽⁴⁾	-	-	-
Arina ⁽⁴⁾	-	-	-
++ Soveltuu hyvin + Soveltuu kohtalaisesti - Ei sovellu (1) ++ Rakenteen aukikaivun ollessa vähäistä verkoston huollon takia (esim. tiemäiset kadut, moottoriväylät, jalankulku- ja pyörätiet vapaassa tilassa ja kentät). (2) 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 suodatinkangas ei saa olla polyesteriä (PET). (3) Hyödyntäminen lopputäytössä tehdään verkostonomistajan ohjeiden mukaisesti (Esim. PK-seudulla HSY:n verkoston yhteydessä noudatetaan HSY:n ohjeita (HSY 2016). (4) Lujittuvia materiaaleja ei käytetä alkutäytössä. Käyttöä arinassa rajoittaa yleensä pohjavesipinnan läheisyys.			



Kuva 3.1. Erilaisten betonimurskerakenteiden päällysteitä ja pintarakenteita. 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. (VNA 843/2017 Soveltamisohje 2018, muokattu, lisätty rakenteiden 1a-1d ja 2 selitteet)



Kuva 3.2. Johtokaivanto katualueella. Kuvan mukaisessa rakenteessa voidaan käyttää päällystetyn rakenteen raja-arvot täyttävää betonimursketta. Lopputäytössä käyttö vain silloin, kun verkoston haltijan ohjeet niin sallivat. (MARA-asetuksen soveltamisohje 2018, muokattu)

4. SUUNNITTELU

4.1 Parametrit

Betonimurske määritellään MARA-asetuksessa jätteeksi, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla. Betonimursketuotteet jaotellaan raaka-aineensa ja materiaaliominaisuuksiensa mukaan eri luokkiin. Taulukossa 4.1 on esitetty betonimurskeen ominaisuuksia, vaatimuksia ja mitoitusparametreja eri luokissa. Betonimurskeen rakeisuuden tulee murskauksen jälkeen täyttää käyttötarkoituksen mukainen rakeisuusvaatimus (InfraRYL 2017).

Taulukko 4.1. Betonimurskeen ominaisuuksia (a, c), vaatimuksia (b) ja mitoitusparametreja (b).

a)	BeM I	Epäpuhtauksista vapaa betonijäte, joka on peräisin esim. betoniteollisuudesta						
	BeM II	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte						
	BeM III	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte, jonka uudelleenlujittuminen on epävarmaa						
	BeM IV	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte, jonka uudelleenlujittuminen on epävarmaa						
b)	Luokka	Puristus- lujuus [MPa]	Routivuus	E-moduuli [MPa] ⁽¹⁾	Hieno- aines- pitoisuus [paino-%]	Tiilen max. osuus [paino-%]	Muiden materiaalien max. osuus ⁽²⁾ [paino-%]	Kelluvat materiaalit ⁽³⁾ [cm ³ /kg]
	BeM I	≥ 1,2	Routimaton	700 ⁽⁶⁾	f7	10	1	5
	BeM II	≥ 0,8	Routimaton	500 ⁽⁶⁾	f7	10	1	10
	BeM III	-	Vaihtelee ^(4,5)	280 ⁽⁶⁾	-	10	1	10
	BeM IV	-	Vaihtelee ⁽⁴⁾	Vaihtelee	-	30	1	-
<p>1) BeM I ja II saavuttavat esitetyn E-moduulin arvon n. 1-3 kk ja BeM III n. 0-1 kk kuluttua kerroksen tiivistämisestä. Nämä edustavat edullisissa olosuhteissa ohjeiden mukaisesti rakennettuja BeM-kerroksia. Muutoin ko. kantavuuksien kehittyminen kestää pidempään.</p> <p>2) esim. metallit, kellumattomat puut, muovit, kumit yms.</p> <p>3) esim. solumuovit, mineraalivilla</p> <p>4) mikäli hienoainepitoisuus < 7%, routivuuden arviointi tehdään rakeisuuskäyrän perusteella (SFS 5884 Liite C)</p> <p>5) tie- ja katurakenteissa routimattomuutta edellytetään myös BeM III -betonimurskeelta</p> <p>6) mitoituksessa on huomioitava alapuolisen kerroksen kantavuus E_A. BeM III:lla voidaan käyttää katujen yms. kantavuusmitoituksessa E_{max} 300 MPa (päällysrakenteen mitoitus on esitetty Liikenneviraston Tie-rakenteen suunnitteluohjeessa)</p>								
c) Ominaisuus	BeM I - III	Yksikkö	Ominaisuus	BeM I - III	Yksikkö			
Optimivesipitoisuus, W _{opt}	8 - 12	%	Kapillaarisuus, H _c	0,2 - 0,25	m			
Maksimikuivatilavuuspaino, γ _{dmax}	17,5 - 20,5	kN/m ³	Vedenläpäisevyys, k ⁽⁷⁾	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁵	m/s			
Minimikuivatilavuuspaino, γ _{dmin}	12,7 - 14,5	kN/m ³	Happamuus, pH	11 - 12,5	-			
Kiintotiheys, ρ _s	2,55 - 2,65	t/m ³	Kitkakulma, φ *	40	°			
7) Hyvin tiivistetyllä materiaalilla								

4.2 Maanalaisten rakenteiden huomioiminen

Betonimurskeen erilaisille maanalaisille putkille aiheuttama korroosioriski on esitelty tarkemmin HSY:n suunnitteluohjeen liitteessä (2016), alla yhteenveto:

- rautametallit – betonimurske vähentää rautametallien korroosiotaijumusta
- sinkki – betonimurske ei aiheuta passivoituneen sinkin korroosioriskiä
- alumiini - alumiinia ei tule käyttää betonimurskeen yhteydessä ilman emäksisyyttä kestävää suojapinnoitusta
- sinkkialumiini - ei riskiä noudatettaessa HSY:n ohjetta (2016)
- muut materiaalit - ei rajoita muovi- tai betoniputkien käyttämistä

Betonimurskerakenteissa käyttävien geolujitteiden tulee sietää emäksiset olosuhteet (korkea pH). Geolujite, joka on valmistettu Polyesteristä, ei siedä emäksistä olosuhdetta toisin kuin useat muut lujitemateriaalit. Suunnitteluvaiheessa on selvitettävä geolujitteiden toimittajilta betonimurskekohteisiin soveltuvat materiaalit.

4.3 Betonimurskeen lujittuminen ja laatan muodostuminen

Betonimurske on murskauksen jälkeen uudelleen lujittuva materiaali. Lujittumisen edellytyksenä on huolellinen tiivistäminen optimivesipitoisuudessa, kantava alusta, riittävä jälkihoito ja lujittuva betonimurskelajite. Betonimurskeen lujittuminen on suurinta ensimmäisten vuosien jälkeen rakentamisesta ja lujittuminen hidastuu n. 2-5 vuoden jälkeen rakentamisesta. Alhainen lämpötila hidastaa lujittumista ja saattaa heikentää puristuslujuuden ja kantavuuden kehittymistä. Mikäli lujittuminen on huomioitu rakenteen suunnittelussa, on lujittumisen eteneminen varmistettava

kantavuuskokeilla ja mikäli havaitaan lujittumisen viivästystä (esim. alhaisen lämpötilan takia), on se huomioitava ko. osuuden liikenteelle avaamisessa.

Lujittuessa betonimurske muodostaa jäätyneitä kiviainesta vastaavan laatan. Aukikaivettaessa betonimurske irtoaa kaivannosta talvi- ja kesäolosuhteissa rakeisena eli se ei jää koviksi lujittuneiksi kappaleiksi, jotka eivät hajoaisi työmaalla. Kenttäkokeiden perusteella sulan ja jäätyneen (rouhtaantuneen) betonimurskeen kaivuvastus on suurempi kuin luonnon kiviaineksen, mutta kaivu on silti tehtävissä normaalilla korjauskohteiden aukikaivussa käytetyllä kalustolla.

Rakenteesta aukikaivettu betonimurske, joka on tiivistetty huolellisesti, lujittuu uudelleen lähes vastaavasti kuin ensimmäistä kertaa ko. materiaalilla rakennettaessa. Aukikaivun ei ole havaittu muuttavan oleellisesti betonimurskeen rakeisuutta. (Ramboll 2014)

Lujittuneeseen betonimurskekerrokseen voidaan kaivaa matala kaapeliura kapeana, jolloin kaivannon takia avattava asfalttikaista on kapeampi kuin luonnon kiviaineksella.

5. RAKENTAMINEN

5.1 Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin

Kuivattavan kerroksen päälle rakennettaessa (esim. louhe, kevytsora, vaahtolasimurske) on rakentamis- ja jälkihoitovaiheessa huolehdittava riittävästä kastelusta, koska päällystyksen jälkeen betonimurske ei saa kapillaarisesti vettä pohjamaasta.

Tiivistystyötä voidaan nopeuttaa ja tehostaa kastelemalla betonimurske lähelle optimivesipitoisuutta ja antamalla veden imeytyä murskeeseen jonkin aikaa (5-15 min) ennen tiivistämistä. Kastelun tarve riippuu säätilasta. Tavanomaisena kesänä, kastelua ei välttämättä tarvita. Pitkinä heltejaksoina kastelua tarvitaan päivittäin. Jos betonimurskekerroksen päälle tehdään murskekerros, vähenee jälkikastelun tarve.

Joustavalle alustalle, kuten turvepohjamaalle, rengasrouhekerroksen, tai muun vastaavan kerroksen päälle rakennettaessa, on betonimurskeen lujittumista hyödynnettäessä huolehdittava riittävästä kerrospaksuudesta, jotta kerros ei jousta liikaa liikenteen alla ja lujittuneet sidokset säilyvät. Mitoituksessa on betonimurskeelle käytettävä E-moduulia, jonka maksimiarvo määrittellään alemman kerroksen kantavuuden perusteella.

Betonimurskeen käyttö vedenpinnan alapuolisissa täytöissä on mahdollista ympäristöluvitettuna. Vedenalaisissa täytöissä on estettävä betonimurskeen sisältämien kelluvien materiaalien leviäminen ja varmistettava, että mahdollisesti liettyvä hienoaines ei kulkeudu ja leviä veden mukana.

5.2 Työselostus

Hankekohtaisessa työselostuksessa ilmoitetaan betonimurskeen hyötykäytön vaatimukset sekä mahdolliset rajoitukset. InfraRYL:ssä on esitetty betonimurskerakentamisen yleiset periaatteet sekä betonimurskeen laatuvaatimukset. Hankekohtainen työselostus täydentää yleistä työselostusta tarkennetuilla työohjeilla. Taulukossa 5.1 on esitetty esimerkki betonimurskeen huomioimisesta työselostuksessa.

5.3 Betonimurskeen varastointi

MARA-asetuksen mukaisesti betonimurskeen varastointi hyödyntämispaikalla voidaan aloittaa aikaisintaan neljä viikkoa tai, jos jäte varastoidaan suojattuna, 12 kuukautta ennen hyödyntämistä. MARA-asetuksen soveltamisohjeen (2018) mukaan betonimurskeen varastokasoja ei tarvitse suojata peittämällä vaan hulevesien hallinta tarvittaessa riittää. Sekoittuminen muihin materiaaleihin on estettävä. Väliavarastoinnin aikarajojen ylittyminen on joissakin tapauksissa vältettävissä aloittamalla betonirakenteiden purku vasta sitten, kun betonimurskeen hyötykäyttöpaikka on varmistettu.

Taulukko 5.1. Esimerkki jakavan kerroksen (21210) betonimurskerakentamisen ohjeistamisesta hankekohtaisessa työselostuksessa.

2121 Jakava kerros	Huomiot
Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 21210 mukaiset.	Betonimurskeen on täytettävä InfraRYL:n liitteessä T18 esitetyt vaatimukset.
Betonimurskeen luokka on BeM I tai BeM II. Betonimurske täyttää kaikki InfraRYL:n liitteessä T18 esitetyt vaatimukset.	Määritetään hankkeessa hyväksyttävät betonimurskeluokat.
Betonimursketta voidaan käyttää seuraavilla alueilla: Katu 1 plv 0-500 ja Pysäköintialue 1.	Määritetään missä betonimurskeen käyttö on hankkeessa sallittua.
Katualueella betonimurskeen etäisyys erilaisista rakenteista ja rajoista on ohjeen "Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa, 2018" liitteessä 1 esitetyn mukainen.	Esitetään mahdolliset muut rajoitteet työselostuksessa ja piirustuksissa.
InfraRYL:ssä esitettyjen työohjeiden lisäksi noudatetaan rakentamisessa kohteen betonimurskeen toimitajan materiaali-kohtaisia työohjeita.	Materiaalitoimittajilla on materiaali-kohtaisia ohjeita, joissa on InfraRYLiä täydentäviä työohjeita.
<p>Betonimurskeen laatua seurataan silmämääräisesti vastaanoton ja rakentamisen aikana. Silmämääräisessä arvioinnissa voidaan hyödyntää "Purkutyömaalla murskatun betonimurskeen laadunvalvontalomakkeita". Mikäli kohteeseen toimitettu betonimurske ei täytä vaatimuksia, on urakoitsija velvollinen poistamaan vaatimukset täyttämättömän materiaalin työmaalta omalla kustannuksellaan.</p> <p>Betonimurske on ohjeiden mukaisesti rakennettuna ja jälkihoidettuna aikalujittuva materiaali, jonka kantavuus paranee rakentamisen jälkeen. Betonimurskeen lujittumisnopeus on riippuvainen rakentamisajankohdan ja sen jälkeisestä lämpötilasta. Alhainen lämpötila hidastaa lujittumista ja saattaa heikentää puristuslujuuden ja kantavuuden kehittymistä. Mikäli rakenne on suunniteltu käyttäen lujittuneen materiaalin parametreja, on lujittumisen eteneminen varmistettava kantavuuskokeilla ja mikäli havaitaan lujittumisen viivästystä (esim. alhaisen lämpötilan takia), on se huomioitava ko. osuuden liikenteelle avaamisessa.</p>	<p>Esitetään betonimurskeen vastaanotto ja laadunvalvonta työmaalla. Kantavuusmittauksissa on huomioitava betonimurskeen lujittumisen aikataulu.</p> <p>Purkutyömaalla murskatun betonimurskeen laadunvalvontalomakkeet ovat ladattavissa osoitteessa: http://www.uusiomaarakentaminen.fi/uusiomateriaalirakentaminen-ohjejulkaisu</p>
Urakoitsijoiden on mitattava betonimurskerakenteen laajuus (xyz, ala- ja yläpinta taiteineen) ja toimitettava tarketiedot sekä käytetyn betonimurskeen laatu-tiedot ympäristöviranomaiselle ja tilaajalle.	Tilaajilla on omia ohjeita rakenteen dokumentoinnin vaatimuksista. Ympäristöviranomaisten vaatimukset ovat Mara-rekisteröinnin tai ympäristöluvan mukaiset.

5.4 Laadunvalvonta

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

Betonimurskeessa sallitaan vähäinen määrä tiiltä ja muita materiaaleja (joiden sallittu määrä riippuu BeM-luokasta). Betonimursketta työmaalle vastaanotettaessa on seurattava betonimurskeen ulkonäköä ja mikäli on syytä epäillä muiden materiaalien määrän ylittävän sallitun tai rakeisuuden

poikkeavan vaaditusta, on materiaalin toimittajan osoitettava materiaalin täyttävän vaatimukset. Mikäli vaatimukset eivät täyty, on materiaali yleensä poistettava työmaalta.

Purkutyoömaalla murskatun betonimurskeen laadunvalvonta maarakennuskohteessa on jaettu lomakkeisiin 1 ja 2.

Lomake 1, BeM-materiaalitoimittaja: Lomakkeen tavoitteena on varmistua siitä, että materiaalin toimittajalla on edellytykset toimittaa **vaatimukset täyttävää** betonimursketta ja hankkeella on edellytykset vastaanottaa betonimursketta. Ennen betonimurskeen toimittamista työmaalle käydään läpi betonimurskeen materiaalitoimittajan lomake, jossa arvioidaan betonimurskeen kelpoisuus ja tekniset ominaisuudet ennen materiaalin toimitusta työmaalle. Lisäksi lomake täytetään aina, kun betonimurskeen toimittaja tai toimituspaikka vaihtuu.

Lomake 2, BeM-työmaavalvonta: Lomake on tarkoitettu betonimurskeen vastaanottoon rakennuskohteeseen sekä työmaa-aikaiseksi laadunvalvontadokumentiksi. Lomakkeen avulla varmistetaan, että toimitettu betonimurske täyttää asetetut materiaalivaatimukset ja betonimurskeen siirtoasiakirjat ovat asianmukaisesti täytetty. Lisäksi työmaan vastaanottotarkastuksen yhteydessä tehdään betonimurskeen silmämääräinen puhtausarvio, jonka perusteella toimitettu betonimurske-erä 1) hyväksytään hankkeeseen, 2) lähetetään edustavat näytteet tarkempiin tutkimuksiin tai 3) hylätään ja materiaalitoimittaja poistaa epäkurantin materiaalin työmaalta. Silmämääräinen puhtausarvio tehdään työmaalla vastaanottotarkastuksen yhteydessä keskimäärin 100 m välein kullakin ajoradalla ja kenttärakenteissa 500 m² välein. Silmämääräisen puhtausarvion tukena hyödynnetään lomakkeen liitteenä olevia esimerkkikuvia erilaatuisista betonimurskeista. Kuvakokoelmassa on valokuvia laboratorio-olosuhteista sekä työmaalta.

5.5 Käsittely ja käyttöturvallisuus

Kuivan betonimurskeen 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 henkilökohtaisia suojaimia.

5.6 Urakan valmistelu

Urakkaa, jossa hyödynnetään betonimursketta, valmisteltaessa varmistetaan:

Suunnitelmat:

- Betonimurskeen hyötykäyttömahdollisuus on esitetty työselostuksessa
- Betonimurskeen laatuvaatimukset on esitetty työselostuksessa
- Kohteet, joissa betonimursketta voidaan hyödyntää, on esitetty työselostuksessa
- Betonimurskeen höyrykäyttö on esitetty piirustuksissa
- Rakennuttajan mahdolliset rajoitukset työmaajalostukseen ja betonimurskeen välivarastointiin työmaa-alueella on esitetty

Luvat:

- On esitetty kuka vastaa betonimurskeen MARA rekisteröinti-ilmoituksen tekemisestä tai
- Ympäristölupa hyötykäytölle on haettu/saatu
- Urakoitsija vastaa betonimurskeen mahdollisessa työmaajalostuksessa tarvittavista luvista
- Urakka-asiakirjoissa on esitetty kuka vastaa betonimurskeen mahdollisen työmaa-alueella tapahtuvan välivarastoinnin vaatimista luvista

Laadunhallinta:

- Betonimurskemateriaalin laadunhallintatoimenpiteet on esitetty
- Betonimurskeen työmaavastaanoton vaatimukset on esitetty
- Betonimurskerakentamisen laadunvalvonta on esitetty työselostuksessa
- Selvitetään tarve ulkopuoliselle asiantuntijavalvojalle ja nimetään tarvittaessa

Dokumentointi:

- Työselostuksessa on esitetty vaatimukset tilaajalle tehtävästä betonimurskerakenteen dokumentoinnista
- Työselostuksessa on vaatimus MARA-ilmoituksen tai ympäristöluvan mukaisesta urakoitsijan dokumentointivelvoitteesta.

5.7 Dokumentointi

Betonimurskeen hyödyntäjä dokumentoi toteutuneen betonimurskerakenteen 1) ympäristöviranomaiselle ja 2) rakennuttajalle.

Hyödyntämispaikan haltijan on maarakentamisen päätyttyä annettava selvitys rekisteröinti-ilmoituksen vastaanottaneelle viranomaiselle siitä, miten rekisteröinti-ilmoituksen mukainen jätteiden hyödyntäminen on toteutunut. Dokumentoinnissa päivitetään ilmoituksen tiedot vastaamaan toteutuneita (mm. kartat ja poikkileikkaukset). Lisäksi rakentaja dokumentoi rakenteen sijainnin (xyz), määrän ja laadun (kelpoisuustutkimustodistukset). Tiedot sisällytetään työmaapöytäkirjoihin ja sijainti tarkepiirustuksiin. Mikäli betonimursketta on hyödynnetty ympäristöluvalla, toteutetaan dokumentointi viranomaiselle ympäristöluvassa esitettyjen vaatimusten mukaisesti.

Rakennuttajalle dokumentointi tapahtuu urakan toteuma-asiakirjoina. Lisäksi kaupungit tarvitsevat betonimurskerakenteiden sijainti- ja laatutiedot paikkatietojärjestelmäänsä tulevien rakentamis- ja korjaustoimenpiteiden lähtötiedoiksi. Eri kaupungeille toteumatietojen mittaus, kerääminen ja toimitus tehdään noudattaen kaupunkien ohjeita:

- *Helsinki: Maan- ja vedenalaisten rakenteiden toteumatietojen mittausohje (Helsingin kaupunki 2018).*
- *Espoo: Urakoitsija toimittaa toteumatiedot (materiaalit, määrät, nurkkapisteet xyz) hyödynnetyistä materiaaleista urakan vastaanotossa tilaajalle ja geotekniikkayksikön rekisteriin.*
- *Tampere: Urakoitsija toimittaa toteumatiedot (materiaalit, määrät, nurkkapisteet xyz) hyödynnetyistä materiaaleista urakan vastaanotossa tilaajalle ja/tai tilaajan ilmoittamalle taholle).*
- *Turku: Turussa urakoitsija mittaa toteumaraportit ja luovuttaa tiedon urakan vastaanotossa tilaajalle. Mittaus Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimistö Määrämittausohjeen mukaan. Tämä ei koske tontteja.*
- *Vantaa: Urakoitsija toimittaa toteumatiedot (materiaalit, määrät, nurkkapisteet xyz) hyödynnetyistä materiaaleista urakan vastaanotossa tilaajalle ja/tai tilaajan ilmoittamalle taholle).*

6. YLLÄPITO JA UUELLEENKÄYTTÖ

6.1 Betonimurskerakenteen korjaus

Betonimurskerakenteeseen kaivetun kaivannon täyttämiseen käytetään ensisijaisesti betonimursketta. Mikäli kaivannosta kaivettua betonimursketta ei ole mahdollista palauttaa kaivannon täyttöön tai vastaavaa betonimursketta ei ole saatavilla, voidaan kaivanto täyttää murskeella ja tiivistää murske erityisen huolellisesti.

Mahdollisten kaivutöiden jälkeen päällysrakenteen betonimurskerakenteen on uusittava siten, että kerroksen kantavuus on vastaava kuin alkuperäisellä kerroksella.

Kaivu tehdään lajittelevana kaivuna ja betonimurske erotetaan muusta maa-aineksesta 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 ja kierrätettävyys

Betonimurskeen uudelleenkäyttö on mahdollista ja suositeltavaa. Uudelleen hyödyntäminen voidaan tehdä MARA-asetuksen mukaisella rekisteröinti-ilmoituksella kuten ensimmäistä kertaa hyödynnettäessä. Hyödyntämisen tulee täyttää vastaavasti kaikki materiaalille asetetut ympäristökelpoisuusvaatimukset ja tekniset vaatimukset. Vaatimusten täytyminen voidaan pääsääntöisesti osoittaa käyttämällä rekisteröinti-ilmoituksessa aiemman rekisteröinti-ilmoituksen mukana viranomaiselle toimitettuja tietoja.

Betonimurskeen uudelleenkäyttö, kierrätys ja varastointi järjestetään kaupungin omien, muiden toimijoiden tai kierrätyslaitosten vastaanottoaikojen kautta.

Mikäli uudelleen käytettävä betonimurske ei teknisten ominaisuuksiensa puolesta sovellu hyödynnettäväksi päällysrakenteessa, on se mahdollista hyödyntää muissa täytöissä tai valleissa ottaen

huomioon käytön mahdolliset rajoitteet, laadunvalvonta ja mahdollinen ympäristölupatarve (huom! MARA-asetuksessa esitetyt rajoitteet).

Rakenteesta kaivettu puhdas betonimurske on mahdollista vastaanottaa betonijätteen kierrätysasemille asemien vastaanottoehtojen mukaisesti.

6.3 Käytöstä poistaminen

Mikäli betonimurskeeseen on sekoittunut muuta maa-ainesta tai muita jätteitä, tai sitä ei pystytä kierrättämään, poistetaan se käytöstä betonijätteenä. Ennen kaatopaikalle toimittamista materiaali on etukäteen hyväksyttävä kaatopaikalle sijoitettavaksi. Betonijätettä ei voi sijoittaa maankaatopaikan täyttöön. Käytöstä poistuva betonimurske luokitellaan betonijätteeksi (17 01 01 tai 17 01 07).

7. HYÖTYKÄYTTÖ TONTTI- JA KORTTELIALUEILLA

7.1 Hyötykäyttö MARA-asetuksen mukaisesti

Taulukossa 7.1 on esitetty missä betonimursketta voidaan hyötykäyttää tontti- ja korttelialueella MARA-asetuksen ja asetuksen soveltamisohjeen mukaisesti.

Asuinrakentamiseen tarkoitetuilla alueilla betonimurskeen hyödyntäminen arvioidaan tapauskohtaisesti. 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 katuja. Pienemmillä kiinteistöillä, kuten pientalotonteilla, alue-rajaukset kattavat kuitenkin koko kiinteistön.

Teollisuus- ja varastorakennuksella tarkoitetaan katettua rakennusta, jota käytetään teolliseen toimintaan tai esineiden tai aineiden varastointiin, ja jota ei käytetä asumiseen. Pohjarakenteilla tarkoitetaan tässä kyseisten rakennusten alapohjan alapuolisia täyttöjä.

Taulukko 7.1. Betonimurskeen hyödyntäminen tontti- ja korttelialueilla MARA-asetuksella.

”+” = soveltuu ja ”-” = ei sovellu

Alue	Rakenne	Väylä (a)	Kenttä (b)	Rakennuksen pohjarakenne
Kerrostaloalue ⁽¹⁾		+	+	- ⁽²⁾
Pientalo- ja loma-asuntoalue		-	-	-
Leirintä- ja asuntovaunualue ⁽¹⁾		+	+	- ⁽²⁾
Siirtolapuutarha-alue ⁽¹⁾		+	+	- ⁽²⁾
Huvi- ja viihdepalvelujen alueet ⁽¹⁾		+	+	- ⁽²⁾
Urheilurakennusten alue ⁽¹⁾		+	+	- ⁽²⁾
Liike- ja toimistorakennusten alueet		+	+	- ^(2, 3)
Yleisten rakennusten alueet		+	+	- ⁽²⁾
Teollisuus- ja varastorakennusten alueet		+	+	+

(1) ei alueille, jotka on tarkoitettu asumiseen, leikkipaikaksi tai ravintokasvien viljelyyn (rajaus ei koske esim. viljelyalueiden välissä kulkevaa väylää)

(2) rakennuksen ulkopuolella betonimurskeen etäisyys seinästä on ≥ 2 m (huom. ≥ 2 m sääntöä ei ole MARA-asetuksesta)

(3) mikäli betonimursketta käytetään myös teollisuus- ja varastorakennuksen pohjarakenteissa, tarkastellaan kohdassa 2 esitetty ≥ 2 m sääntö tapauskohtaisesti

(a) esim. katu (myös tonttikatu) tai raitti

(b) esim. pysäköintialue korttelin tai tontin alueella

Tonteilla betonimurskekerroksen ulkoreunan etäisyys on vähintään 1 tontin rajasta, ellei asiasta ole muuta tapauskohtaisesti sovittu.

7.2 Hyötykäyttö kaupunkien vuokratonteilla

Kaupunkien vuokratonteilla betonimurskeen hyödyntäminen voi olla rajoitetumpaa kuin mitä on MARA-asetuksessa esitetty. Kun jätettä hyödynnetään MARA-asetuksen mukaisesti, hyödyntämispaikan haltijasta tulee rakenteeseen sijoitetun jätteen haltija. Siksi on tärkeää, että kiinteistön haltijalla on kaikki tarvittava tieto suunnitellun maarakentamishankkeen sisällöstä ja hyödynnettävän betonimurskeen laadusta. Kaupunkien vuokratonttien tontinluovutusehdoissa tai vuokrasopimuksessa on maininta betonimurskeen hyötykäyttömahdollisuuksista vuokrauskohteessa. Mikäli asiaa ei ole sopimuksessa esitetty, on hyödyntämisestä sovittava tapauskohtaisesti. Hyödyntämisen periaatteisiin vuokratuilla tontti- ja korttelialueilla vaikuttaa mm. vuokrauksen pitkäaikaisuus.

Käytännöt vaihtelevat eri kaupungeissa. Alla on kirjattuna Helsingin, Espoon, Tampereen, Turun ja Vantaan, kaupunkien käytäntöjä vuokratuilla tonteilla ja korttelialueilla:

Helsinki: *Kaupungin maa-alueilla ja tonteilla betonimurskeen hyötykäyttö on sallittu MARA-asetuksen ja kaupungin ympäristösuojelumääräysten mukaisesti. Kaupungin vuokratonteilla betonimurskeen hyödyntämisestä sovitaan tapauskohtaisesti. Kaupungin vuokratonteilla toimijan on kysyttävä betonimurskeen hyötykäyttöön sijoittamislupa vuokranantajalta ja lähtökohtaisesti lupa on myönnetty (esim. pysäköinti- ja piha-alueille). Luvan myöntämisen yhteydessä vuokralainen velvoitetaan tarvittaessa poistamaan betonimurske alueelta vuokrasopimuksen päättyessä. Tiedot betonimurskeen hyödyntämisestä kirjataan maanvuokrajärjestelmään (MVJ) ja tarkoituksena on saada ne myöhemmin näkyviin paikkatietovipusessa. Kun betonimurskeen hyödyntäminen on kirjattu MVJ:än, helpottaa se valvontaa vuokrasopimuksen päättyessä.*

Espoo: *Vuokralaisten tulee varautua betonimurskeen poistamiseen vuokratonteilta, mutta vuokrasopimuksen päättyessä on mahdollista vielä käyttää tapauskohtaista harkintaa mahdollisuudesta jättää betonimurske tontille.*

Tampere: *Vuokratonteilla käytetään tapauskohtaista harkintaa aina, kun halutaan hyödyntää betonimursketta. Tärkeää on saada kaupungin oma tiedonhallinta kehitettyä ja siten pidettyä kiinteistöllä olevat hyödyntämiskohteet tarkasti paikannettuina kaupungin paikkatietokannassa. Näin tieto kulkee kiinteistön tietojen mukana ja tieto maaperässä olevasta betonimurskeesta siirtyy uudelle vuokralaiselle seuraavan luovutuksen yhteydessä. Mikäli seuraava vuokralainen joutuu rakentamisen takia hyödynnettyä betonimursketta poistamaan, kuuluvat siitä mahdollisesti aiheutuvat kustannukset kiinteistön kehittäjälle eli silloiselle haltijalle.*

Turku: *Betonimurskeen käyttöä vuokratonteilla ei rajoiteta. Tähänastisiin kokemuksiin perustuen suunnitelmissa ei ole asettaa jatkossakaan rajoituksia.*

Vantaa: *Hyödynnettäessä betonimursketta vuokratonteilla, on suunnitelmat aina hyväksyttävä kaupungilla ja päätös hyötykäytöstä on aina tapauskohtainen. Kaupunki tarkistaa suunnitelmista, että mm. tontin tulevat korot ovat mielekkäitä alueen kannalta. Teollisuustonteilla betonimurskeen hyötykäyttö lähtökohtaisesti hyväksytään. Muilla alueilla hyväksyntä on enemmän tapauskohtaista esim. kentillä, pysäköintialueilla, yms. Betonimursketta ei sallita tonteilla, joissa on odotettavissa alueen käyttötarkoituksen muutos asumiseen. Betonimurskeen hyötykäytöstä tonteilla kaupunki perii ns. "ekomaksun" / "haittamaksun" tai vuokravakuuden.*

8. PURKUPROSESSI JA KIERRÄTYS

8.1 Purkuprosessi ja kierrätys

Rakennusten ja rakenteiden purkuprosessin vaiheet on esitetty taulukossa 8.1. Siltojen purkutyössä vaiheet ovat osin vastaavat kuin taulukossa 8.1 esitetyt. Taulukossa on myös esitetty mitä betonimurskeen hyödyntämiseen ja sen hyödyntämiskelpoisuuden varmistamiseen liittyviä toimenpiteitä sisältyy ao. prosessin vaiheeseen.

Taulukko 8.1. Rakennusten ja rakenteiden betonijätteen hyödyntämiseen liittyvät purkuprosessin vaiheet ja eri vaiheissa betonijätteen hyödyntämisessä huomioitavaa.

Purkuprosessin vaihe	Betonijätteen hyödyntämiseen liittyvää ao. vaiheessa
Purkuhankkeen valmistelu	<ul style="list-style-type: none"> • haitta-ainekartoitus ja tutkimukset • betonijätteen hyödyntämiskelpoisuuden tutkiminen purkamattomista rakenteista otettavilla näytteillä
Suunnitelmat	<ul style="list-style-type: none"> • purkumateriaaliselvitys • jätehuoltosuunnitelma • haitallisia aineita sisältävien materiaalien ja rakennusosien erillisen purkamisen hyödynnettävästä betonijätteestä
Luvat ja ilmoitukset	<ul style="list-style-type: none"> • purkulupa ja purkujäteilmoitus (tilaajan vastuulla) • betonin murskaamisen mahdollisuus luvalla tai ilmoituksella selvitetään suunnitteluvaiheessa (mikäli murskataan kohteessa) • purkujäteilmoituksen tarkentaminen (urakoitsija)
Aloituskokous	<ul style="list-style-type: none"> • valvontasuunnitelma
Purkutöiden toteutus	<ul style="list-style-type: none"> • valvonta
Jätehuolto	<ul style="list-style-type: none"> • betonijätteen murskaus kohteessa tai toimitus asianmukaiseen paikkaan kierrätettäväksi • näytteenotto valmiista betonimurskeesta sekä ympäristökelpoisuuden ja teknisen kelpoisuuden tutkiminen • mahdollinen välivarastointi kohteessa • purkutyön loppuraportti
Hyötykäyttö	<ul style="list-style-type: none"> • MARA-ilmoitus tai ympäristölupa • hyödyntäminen kohteessa tai muualla • hyötykäytön valvonta
Dokumentointi	<ul style="list-style-type: none"> • toteutuneen rakenteen paikkatieto (xyz) • käytetyt materiaalit paikkatiedon metatietona
Loppukatselmus	<ul style="list-style-type: none"> • loppuraportin tarkastus

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

- haitalliset aineet ja niitä sisältävät materiaalit on purettu ennen betonimurskeena hyödynnettäväksi suunniteltujen 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 -tutkimukset
- 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 (sisäpurku ja raskaspurku selkeästi erikseen) ja valvonnalla edellä mainittujen toteutumista (vaikuttaa syntyvän betonijätteen laatuun ja hyödynnettävyyteen - vaikka purku olisi kalliimpaan niin käytettävä materiaali on laadukkaampaa)

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 vaarantamaan betonijätteet hyödyntämiskelpoisuutta
- huolehtia, että purkujätteet toimitetaan luvallisiin vastaanottoaikoihin ja tehdä työn lopuksi purkujätteistä yhteenvetoraportointi
- jos betonijäte murskataan purkutyömaalla, huolehtia, että murskaukselle on kunnallisen ympäristönsuojeluviranomaisen hyväksyntä (lupa tai meluilmoitus)
- murskeen valmistajana laadunhallintajärjestelmä, jonka avulla hän varmistaa ja osoittaa murskeen ympäristökelpoisuus- ja laatuvaatimusten täyttymisen

Betonimurskeen BeM II, III ja IV seassa saa olla tiilijätettä. On kuitenkin syytä huomata, että vaikka MARA-asetuksen mukaisesti betonijätteen seassa voi olla enintään 30% tiilijätettä, teknisten ominaisuuksien laatu luokitusta määrittelee, että BeM II ja BeM III -luokan murskeissa tiilijätettä saa olla enintään 10%. Mikäli purettavassa rakennuksessa on paljon tiiliverhousa ja tiilestä muurattuja väliseiniä yms. on ne syytä purkaa erilleen muusta betonijätteestä.

8.2 Betonijätteen betonimurskeeksi jalostaminen

Betonijätteen murskaus voidaan suorittaa mm. kierrätyslaitoksella, kohteessa tai kaupungin omalla käsittelyalueella. Harkittaessa murskausta kohteessa, on huomioitava mm.:

- muodostuvan betonijätteen määrä ja laatu
- hyötykäyttömahdollisuudet purkukohteessa tai lähialueella
- betonimurskeen varastointimahdollisuus kohteessa
- aikataulut (muodostumisen ja hyödyntämisen samanaikaisuus)
- purkukohteen lähiympäristö (onko murskaaminen mahdollista)

Ympäristölain mukaan betonijätteen murskaus vaatii ympäristöluvan ja asian mukaisen laadunhallintajärjestelmän. Käytännössä tulkinta on se, että purkutyömailla murskausta voidaan tehdä meluilmoituksella, jos kunnan ympäristönsuojeluviranomainen sen hyväksyy (YM:n muistio 19.12.2014 Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia, s. 14). Pulverointi on syntypaikalla tapahtuvaa jätteen esikäsittelyä ja se ei vaadi meluilmoitusta. Esikäsittely katsotaan käsitteellisesti osaksi purkamista.

Käytännöt työmaakäsittelyn lupamenettelyissä vaihtelevat eri kaupungeissa taulukon 8.2 mukaisesti. Työmaakäsittelyn aiheuttama pöly on erityisesti tarkkailtava haitta. Kaupungit ovat laatineet vaatimuksia pölyn hallintaan. Kaikkien kaupunkien ympäristönsuojelumääräyksissä ei ole esitetty pölyn hallinnan vaatimuksia.

Taulukko 8.2. Betonijätteen työmaakäsittelyn lupakäytännöt eri kaupungeissa (03/2019 tilanne).

Kaupunki	Kauhamurskain	Työmaamurskain (esim. leuka- tai iskupalkkimurskain)
Helsinki ⁽¹⁾	meluilmoituksella 49 vrk saakka	meluilmoituksella 49 vrk saakka
Espoo	meluilmoituksella 49 vrk saakka ^(2, 3)	meluilmoitus 49 vrk saakka
Tampere	meluilmoituksella 49 vrk saakka ⁽²⁾	meluilmoituksella 49 vrk saakka
Turku	meluilmoituksella 49 vrk saakka ⁽²⁾	meluilmoituksella 49 vrk saakka
Vantaa	meluilmoituksella 49 vrk saakka ⁽²⁾	vaaditaan ympäristölupa

(1) Helsingin Ympäristöpalveluiden linjaus on tällä hetkellä se, että kaikki murskaus sallitaan (lukuun ottamatta herkat kohteet) vähintään 100 metrin etäisyydellä häiriintyvistä kohteista. Alle 100 metrin etäisyydellä häiriintyvistä kohteista voidaan sallia vain sellainen murskaus, jota tehdään pelkästään kyseisen työmaan tarpeisiin.

(2) betonijätteen pulverointi ei tarvitse meluilmoitusta

(3) meluilmoitustarve harkitaan tapauskohtaisesti

KIRJALLISUUS

HSY. 2016. Verkostosuunnittelukäytännöt, HSY:n vesihuolto, Liite 5 "Betonimurske, käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon" (2014). 8 s.

INFRA ry. 2014. PURKUTYÖT - Ohjeita teettäjälle ja tekijälle 2014. INFRA ry, Talonrakennusteollisuus ry. 2. painos. 52 s.

Rakennustietosäätiö RTS. 2017. InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Päällys- ja pintarakenteet. ISBN: 978-952-267-213-1.

Ramboll 2014. Betonimurskeen kenttä- ja laboratorio tutkimukset. Betonimurskerakenteiden aukkaivu sekä kaapelihakulaitteiden ja miinaharavan toimivuus betonimurskerakenteessa. Raportti 24.10.2014 Ramboll. 58 s.

VNa 843/2017. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa.

VNa 843/2017 Soveltamisohje 2018. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa – Soveltamisohje. Versio 1.3.2018. 54 s.

SFS 5884:2018. 2018. Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä. Rakennustuoteteollisuus RTT ry. 22 s.

Linden, T. 2018. Betonimurskeen käyttö raitiotierakentamisessa. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto. Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma, Tampere. 110 s + 6 liitesivua.

Betonimurskeen laadunvalvontalomakkeet. 2017. Purkutyömaalla murskatun betonimurskeen laadunvalvonta maarakennuskohteessa. Ladattavissa osoitteessa:

<http://www.uusiomaarakentaminen.fi/uusiomateriaalirakentaminen-ohjejulkaisuja>

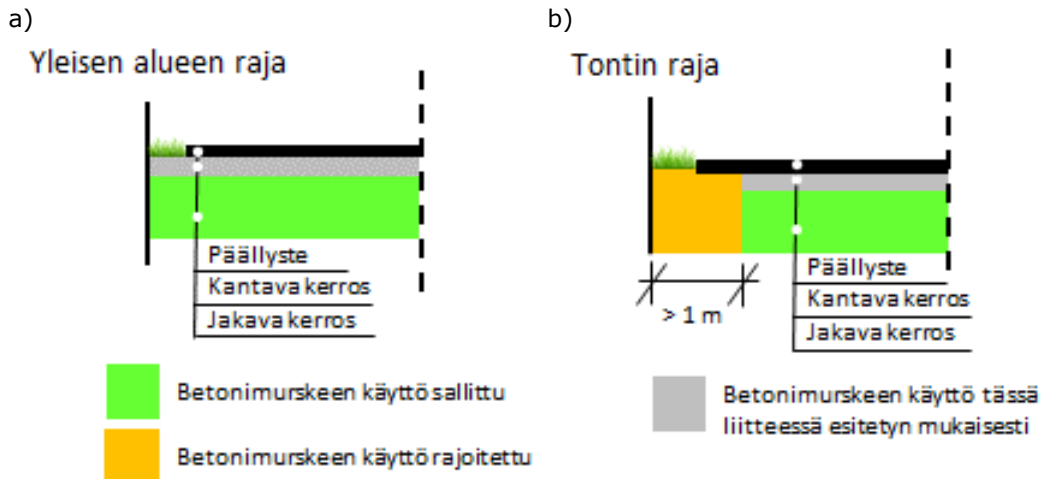
Taulukko 1. Betonimurskeen käyttö katupoikkileikkauksen eri osissa (sallittua / rajoitettua)

	kantava kerros	tukikerros (jakava + suodatin)	penger-täyttö	lopputäyttö ⁽²⁾	salaoja ⁽³⁾	kantava kasvualusta
katu, jalkakäytävä, pyöräkaista	ei	kyllä	kyllä	ei	ei	ei
tiemäinen katu	kyllä ⁽¹⁾	kyllä	kyllä	ei	ei	ei
jalankulku- ja pyörätie vapaassa tilassa	kyllä ⁽¹⁾	kyllä	kyllä	ei	ei	ei
erotuskaista, keskikaista	-	kyllä	kyllä	ei	ei	ei

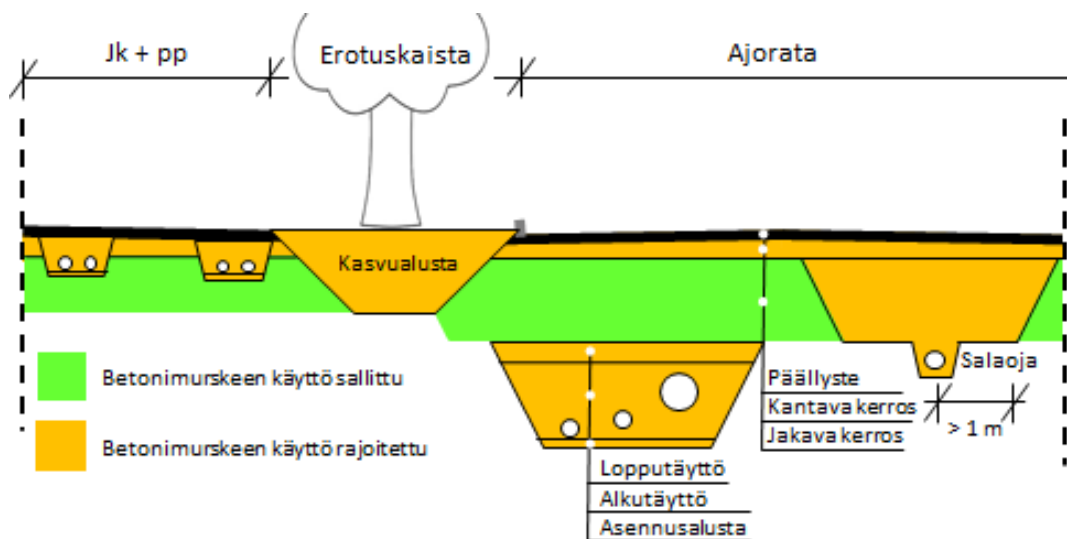
- (1) käyttö on mahdollista silloin, kun rakenteen kohdalla ei ole kunnallistekniikkaa tai sitä on vähän
 (2) käyttö lopputäytössä vain verkoston omistajan hyväksynnällä
 (3) kun rakenteen ulkopuolelta virtaa runsaasti vettä vaakasuunnassa kohden salaojaa ei ko. kerroksessa virtauksen puolella käytetä betonimursketta

Taulukko 2. Betonimurskekerroksen lähin etäisyys katualueen rajasta ja salaojasta.

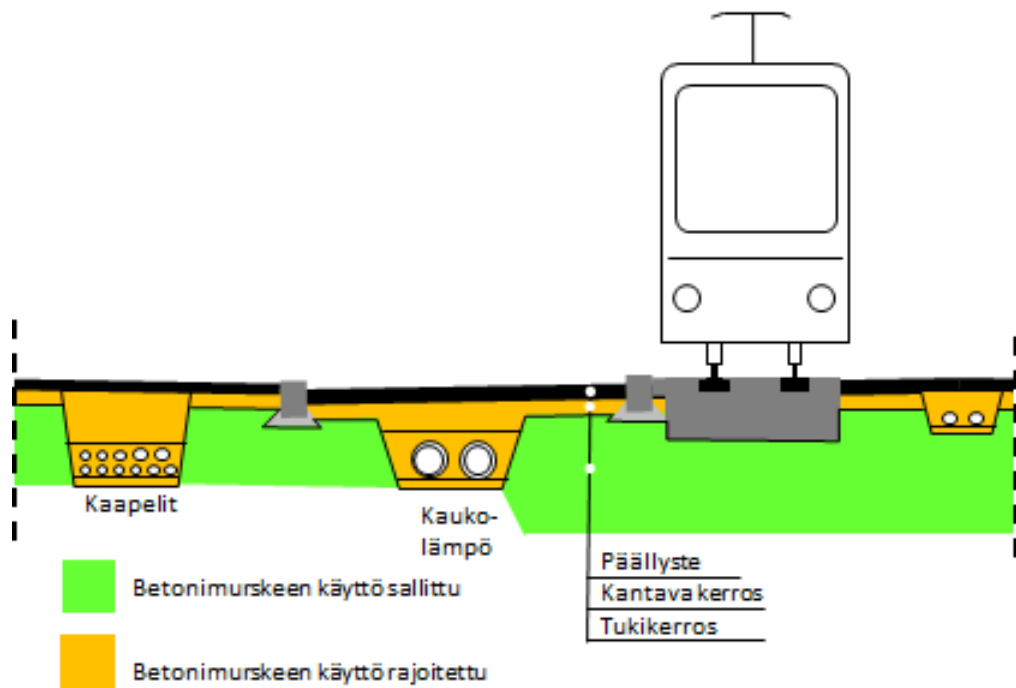
katualue rajautuu yleiseen alueeseen	≥ 0 m, kuva 1a
katualue rajautuu tonttiin	≥ 1 m, kuva 1b
etäisyys rakennukseen	≥ 2 m
salaoja katualueella	≥ 1 m, kuva 2



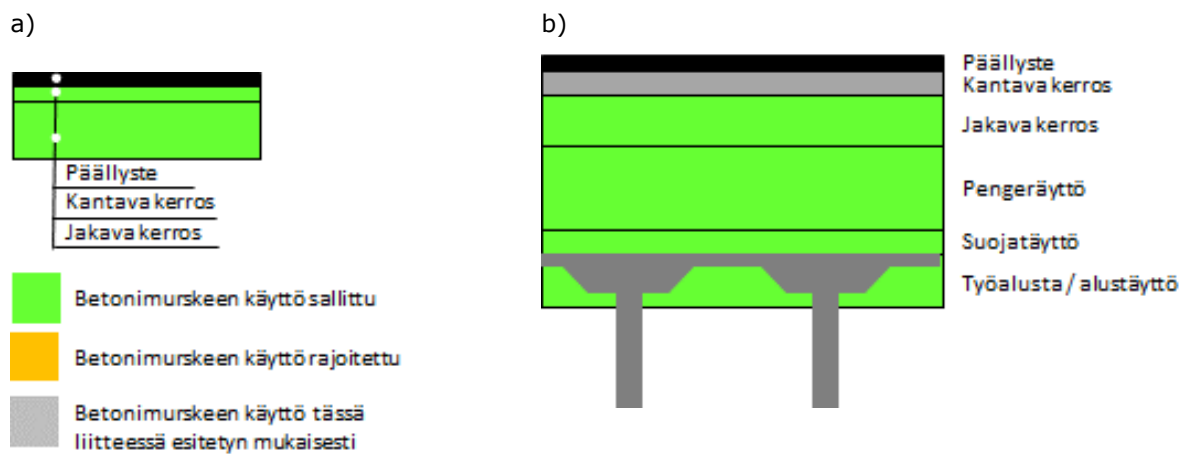
Kuva 1. Betonimurskeen reunan etäisyys katualueen reunasta, kun katualue rajautuu a) yleiseen alueeseen ja b) tonttiin.



Kuva 2. Betonimurskeen käytön periaatteet jalkakäytävällä ja ajoradalla, jossa on kunnallistekniikkaa.



Kuva 3. Betonimurskeen käytön periaatteet kaapeleiden, kaukolämpöputkien ja kiintoraiteisen raitiotien kohdalla. Betonimurskeen käyttöä raitiolinjan rakentamisessa on käsitelty laajemmin diplomityössä (Linden 2018).



Kuva 4. Betonimurskeen höyrykäytön periaatteet a) kevyen liikenteen raiteilla ja tiemäisillä kauduilla ja b) paalulaatan kohdalla.

Laadunvalvonta ja betonimurskeen ympäristökelpoisuustutkimukset (ympäristöluvallisessa hyödyntämisessä)

LIITE 2

Tämä liite koskee ympäristökelpoisuuden testausta niissä kohteissa, joihin haetaan kohdekohtainen ympäristöluva. Ympäristölupahakemuksessa määritetään kohdekohtaiset enimmäisarvot pitoisuuksille ja liukoisuuksille materiaaleittain (sekä peitetulle ja päällystetylle rakenteelle tarvittaessa). Ympäristölupaviranomainen tekee hakemuksesta lopullisen päätöksen.

Näytteenotto ennen purkua

Purkujätteistä näytteet on otettava riittävän ajoissa ennen ehjän rakenteen purkamista. Näin jää riittävästi aikaa ympäristökelpoisuuden arvioimiseksi ja soveltuvan hyötykäyttökohteen tai loppusijoituspaikan selvittämiseksi.

Näytteen on tarkoitus edustaa mahdollisimman hyvin hyödynnettävää materiaalia. Toisaalta ympäristökelpoisuuden kannalta merkittävät haitta-aineet sijaitsevat yleensä purkurakenteiden pinnassa, esimerkiksi maaleissa, vesieristeissä tai pintaan kertyneessä liassa. Näytteiden edustavuus on suunniteltava tapauskohtaisesti.

Näytteenotto voidaan tehdä esimerkiksi timanttikoralla tai kaivinkoneeseen kiinnitettävän iskuvaran tai muun murskaimen avulla.

Näytteenotto betonimurskeesta

Betonijätteen näytteenotto jakautuu kahteen toisistaan eroavaan osaan:

- 1) teknisten ominaisuuksien laadunvalvonnan näytteenottoon ja
- 2) ympäristökelpoisuuden tutkimiseen liittyvään näytteenottoon.

Laadunvalvontanäytteet otetaan aina valmistuksen aikana valmistajan näytteenottosuunnitelman mukaisesti.

Teknisten ominaisuuksien laadunvalvonnan näytteitä otetaan edustavasti ja riittävä määrä kuvaamaan tutkittavaa erää. Näytemäärän tulee olla standardin SFS-EN 932-1 mukainen. Riittävä näytekoko määräytyy ensisijaisesti tutkittavan jätteen enimmäisraekoon perusteella. Betonimurskeesta tutkittavat ominaisuudet on esitetty standardissa SFS 5884 kohdassa 5.1 – 5.7. Tutkittujen ominaisuuksien on täytettävä käyttökohteen asettamat tekniset vaatimukset.

Ympäristökelpoisuusnäytteiden osalta noudatetaan MARA-asetuksen vaatimuksia kokooma- ja osanäytteiden vähimmäismääristä, ellei ympäristöluvassa muuta määrätä. Purkujätteen ympäristökelpoisuus osoitetaan valmiista betoni- tai tiilimurskeesta otetun kokoomanäytteen perusteella MARA-asetuksen tai ympäristöluvan vaatimusten mukaisesti. Purkukohteessa syntyvä ja sieltä hyödyntämispaikalle toimitettava murske tutkitaan aina eräkohtaisesti jäte-erän enimmäiskoko huomioiden. Suurin massamäärä, joka voidaan tutkia yhdellä kokoomanäytteellä, on 10 000 tonnia. Osanäytteiden vähimmäismäärä yhdessä kokoomanäytteessä on 20 kpl.

Näytteenoton ohjeistus on esitetty yksityiskohtaisesti MARA-asetuksen soveltamisohjeessa kappalessa 9.

TARKASTUSLISTA SUUNNITTELUUN, Espoon kaupunki (luonnos 18.1.2019)

Betonimursketta voidaan käyttää tukikerroksessa ja pengerrakenteessa kun

Etäisyys pohjavesialueeseen tai lähteeseen on yli 30 m

Etäisyys puroon tai vesistöön on yli 30 m

Etäisyys käytössä olevaan talousvesikaivoon on yli 30 m

Betonimurske sijoitetaan yhden metrin etäisyydelle pohja/orsivedenpinnan enimmäiskorkeudesta

Betonimurske sijoitetaan sisämaan tulvavaara-alueen ulkopuolelle

http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Olenko_tulvariskialueella/Tulvakarttoja

Betonimurskeella korvattavat rakenneosat ovat riittävän laajoja ja yhtenäisiä *

*ensisijaisesti koko kadun pituus- ja poikkisuunnassa 1...3 luokan kaduille

Suunnittelussa noudatettava ohje

- Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa 2019