



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
43/2022

Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankkeissa



Kannen kuva: Väylävirasto

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0295 34 3000



Väylävirasto Trafikledsverket

Ohje

9.11.2022

VÄYLÄ/6729/06.04.01/2022

Vastaanottaja

Väylävirasto, ELY-keskukset / liikenne ja infrastruktuuri

Säädösperusta

Laki Väylävirastosta 2 §

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä 13 §

Ratalaki 5 §

Jätelaki 8 §

Kohdistuvuus

Väylävirasto, ELY-keskukset / liikenne ja infrastruktuuri

Korvaa

-

Voimassa

11.11.2022 alkaen toistaiseksi

Asiasanat

Uusiomateriaalit, betonimurske, suunnittelu, kiertotalous

Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankkeissa

Tätä ohjetta noudatetaan suunniteltaessa ja päätettäessä väylähankkeella syntyvän betonijätteen käsittelystä ja käytöstä betonimurskeena väylärakentamisessa.

Ohjeessa esitellään menettelytavat hankkeilta muodostuvan betonijätteen käsittelylle sekä betonimurskeen hyötykäyttömahdollisuudet väylärakentamisessa ympäristölainsäädännön ja teknisen soveltuvuuden näkökulmasta. Lisäksi ohjeessa esitellään betonijätteen käsittelyyn ja käyttöön liittyviä riskejä suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta. Ohjeessa ei käsitellä rakenteiden purkusuunnittelua tai työ- ja liikenneturvallisuuteen liittyviä asioita.

Osastonjohtaja

Minna Torkkeli

Tieliikennejohtaja

Jarmo Joutsensaari

Rautatieliikennejohtaja

Markku Nummelin

Vesiliikennejohtaja

Jarkko Toivola

Asiantuntija

Laura Valokoski

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja/tai rautatietoimintojen osalta

LISÄTIETOJA

Laura Valokoski

Väylävirasto

PL 33, 00521 Helsinki

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

Faksi 0295 34 3700

etunimi.sukunimi@vayla.fi

kirjaamo@vayla.fi

www.vayla.fi

Esipuhe

Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankkeissa -ohjetta noudatetaan maantie-, rautatie- ja vesiväylähankkeiden suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa. Ohjeessa on huomioitu Väyläviraston ohjeessa *Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa 20/2022* asetetut vaatimukset ja tutkimuksessa *Siltojen ja muiden taitorakenteiden purkubetonijätteen hyödyntäminen 8/2019* esitetyt asiat ja se täydentää Väyläviraston ohjetta *Tierakenteen suunnittelu 38/2018*.

Ohjeen tavoitteena on mm.:

- Yhtenäistää hankkeilla muodostuvan betonijätteen käsittelyn menettelytapoja.
- Esittää betonimurskeen hyötykäyttömahdollisuudet maantie-, rautatie- ja vesiväylähankkeissa ympäristölainsäädännön ja teknisen soveltuvuuden näkökulmasta.
- Kuvata prosessia hankkeella syntyvän betonijätteen jalostamiseksi väylärakentamiseen soveltuvaksi betonimurskeeksi.
- Esittää betonimurskerakenteiden suunnittelu- ja mitoitusperiaatteet.
- Esittää yleiset periaatteet betonimurskerakenteiden rakentamiseen ja laadunvalvontaan sekä rakenteiden kunnossapitoon ja käytöstä poistoon.
- Esittää betonijätteen käsittelyyn ja käyttöön liittyvät yleisimmät riskit suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta.

Ohjeteksti on laadittu Ramboll Finland Oy:ssä Väyläviraston ohjeistuksen mukaisesti. Ohjetyön ohjausryhmään ovat kuuluneet:

Laura Valokoski	Väylävirasto
Mika Lemmetyinen	Väylävirasto
Timo Tirkkonen	Väylävirasto
Sami Petäjä	Väylävirasto
Erja Vallila	Väylävirasto
Juha Laurila	Infra ry
Elina Ahlqvist	Welado
Ilari Harju	Ramboll
Jarkko Parkkisenniemi	Ramboll
Taavi Dettenborn	Ramboll
Suvi Ollikainen	Ramboll
Juha Forsman	Ramboll

Helsingissä lokakuussa 2022

Väylävirasto
Tekniikka ja ympäristö

Sisältö

1	JOHDANTO.....	6
2	KESKEINEN LAINSÄÄDÄNTÖ.....	8
2.1	Betonijätteen hyötykäytön etusijajärjestys.....	8
2.1	Hyödyntäminen MARA-asetuksen mukaisesti	8
2.2	Hyödyntäminen ympäristöluvalla.....	11
2.3	Pienimuotoinen hyödyntäminen kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen luvalla	12
2.4	Hyödyntäminen koetoimintaluvalla	12
2.5	Jätteestä tuotteeksi Eej (EoW)-menettelyssä muutetun betonimurskeen hyödyntäminen	13
3	PURKUBETONIJÄTTEEN KÄSITTELY JA JALOSTAMINEN	14
3.1	Jätteen käsittelyyn liittyvät velvollisuudet.....	14
3.2	Rakennusten ja rakenteiden purkamiseen liittyvät velvollisuudet	15
3.3	Ennakkotutkimukset	15
3.4	Purkubetonijätteen käytöstä poistaminen	16
3.5	Betonimurskeen tekniset ominaisuudet.....	17
3.6	Betonimurskeen valmistus	20
3.6.1	Näytteenotto.....	20
3.6.2	Betonimurskeen CE-merkintä	21
3.6.3	Betonimurskeen ympäristökelpoisuus	22
3.7	Laadunhallinta	22
3.8	Purkujätteiden käsittely-, jalostus- ja välivarastointialueet.....	22
4	TIERAKENTEIDEN SUUNNITTELU JA MITOITUS.....	23
4.1	Suunnittelu- ja mitoitusperiaatteet	23
4.2	Käyttökohteet	24
4.3	Betonimurskerakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa huomioitavaa .	25
5	RAKENTAMINEN	28
5.1	Urakan valmistelu	28
5.2	Materiaalin vastaanotto työmaalle	29
5.3	Rakentamisessa huomioitavaa	29
5.3.1	Laadunvalvonta.....	29
5.3.2	Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin	29
5.3.3	Betonimurskeen varastointi.....	30
5.3.4	Betonimurskeen lujittuminen ja laatan muodostuminen	30
5.4	Dokumentointi	31
5.4.1	Lupaviranomaisen edellyttämät raportoinnit ja dokumentit	31
5.4.2	Rakennuttajan edellyttämä raportointi ja dokumentointi	31
6	BETONIMURSKERAKENTEIDEN KUNNOSSAPITO JA KÄYTÖSTÄ POISTO .	32
6.1	Aukikaivetun rakenteen ennallistaminen	32
6.2	Uudelleenkäyttö ja kierrätettävyys	32
6.3	Käytöstä poistaminen	32
7	RISKIEN ARVIOINTI.....	34
	LÄHDELUETTELO	35

1 Johdanto

Rakentamisen materiaalitehokkuuteen ohjaavat jätelaki ja -asetus, kaatopaikka-asetus ja EU:n jätedirektiivi, joissa on määräykset rakennus- ja purkujätteille. Osana EU:n jätepuitedirektiiviä (2008/98/EY) Suomi on jäsenvaltiona edellytetty luomaan strateginen suunnitelma jätehuollolle ja jätteiden synnyn ehkäisemiselle.

Vuonna 2022 julkaistussa valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi, että rakennus- ja purkujätettä hyödynnetään materiaalina vähintään 70 painoprosenttia vuoteen 2027 mennessä (Ympäristöministeriö 2022). Rakentamisen jätemäärän vähentämiseksi selvitetään erilaisten ohjauskeinojen (mm. maa-ainesvero, informaatio-ohjaus) mahdollisuutta. Ohjauskeinoilla pyritään vähentämään maa- ja kiviainesjätteen syntymistä sekä korvaamaan neitseellisen maa-aineksen käyttöä uusiomateriaaleilla.

Väyläviraston tavoitteena on jätteiden määrän vähentäminen sekä uusiutuvien ja uusiutumattomien luonnonvarojen säästeliäs käyttö. Keinoiksi on tunnistettu muun muassa uusiomateriaalien käytön edistäminen, lainsäädännön sekä lupa- ja ilmoitusmenettelyjen kehittäminen sekä hankintojen ja ohjeistuksen kehittäminen.

Väyläviraston ja ELY-keskusten hankkeilla muodostuu purkubetonijätettä olemassa olevien betonirakenteiden, kuten siltojen, kaiteiden, melusteiden, ratapölkkyjen ja muiden rakenteiden, purkamisen yhteydessä. Betonielementtejä, kuten meluste-elementtejä ja ratapölkkyjä on mahdollista käyttää uudelleen. Sen sijaan paikalla valetut betonirakenteet, kuten sillat, maanvaraiset laatat ja perustukset yleensä murskataan ja hyödynnetään materiaalina maarakentamisessa.

Betonimurske määritellään jätteeksi, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla. Betonimursketuotteet jaotellaan raaka-aineensa ja materiaaliominaisuuksiensa mukaan eri laatuluokkiin (BeM I(a/b) - IV).

Uusiomateriaalien, kuten betonimurske, käytöllä pyritään vähentämään luonnonmateriaalien (erityisesti sora, hiekka, kalliomurske sekä väylähankkeen ulkopuolelta tuotavat pengermateriaalit) käyttöä. Kiertotalousperiaatteiden mukaisesti hyödynnetään ensin väylähankkeelta saatavat materiaalit ja oman toiminnan jätteet. Jätteiden hyödyntäminen tulisi tehdä mahdollisimman korkeassa jalostusarvossa. Jätelaki velvoittaa noudattamaan etusijajärjestystä kaikessa toiminnassa. Jätehierarkiassa ensisijainen tavoite on jätteen synnyn ehkäisy. Toiseksi korkein tavoite on uudelleen käyttö. Mikäli betonista rakennusosaa (betonijätettä) ei pystytä uudelleen käyttämään, seuraavaksi korkein käyttötapa on jalostaa ja hyödyntää betonijäte kierrätyskiviaineksena (betonimurskeena) uuden betonin valmistuksessa tai maarakentamisessa.

Betonimurskeen hyödyntämistä maarakentamisessa on helpotettu MARA-asetuksella. Mikäli kohde ja/tai materiaali ei täytä MARA-asetuksen vaatimuksia, hyödyntäminen voi kuitenkin olla mahdollista ympäristöluvalla tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen hyväksymänä pienimuotoisena jätteen hyödyntämisenä.

Hyödyntämällä ja murskaamalla betonijäte kohteessa tai lähellä kohdetta voidaan lyhentää kuljetusmatkoja ja näin pienentää kuljetuksesta syntyviä päästöjä.

Betonimurskeen alkuperästä riippumatta on materiaalin täytettävä kohteen ympäristökelpoisuusvaatimukset (MARA-asetus tai ympäristölupa) ja käyttökohteen tekniset vaatimukset. Hankkeessa jalostettua betonimursketta ei tarvitse CE-merkitä, mikäli betonijäte tai -murske ei vaihda omistajaa (ei aseteta markkinoille) ja se käytetään samassa rakentamiskohteessa.

Väylävirasto voi tilaajana vaikuttaa siihen, tapahtuuko betonijätteen jalostaminen hankkeella vai kuljetetaanko se muualle jalostettavaksi. Tässä ohjeessa pyritään esittelemään parhaat kiertotalousperiaatteiden mukaiset käytännöt.

2 Keskeinen lainsäädäntö

2.1 Betonijätteen hyötykäytön etusijajärjestys

Jätelain 8 § velvoittaa noudattamaan etusijajärjestystä kaikessa toiminnassa. Sen mukaan:

- Ensisijaisesti on vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta.

Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että hankintoja tehtäessä ostetaan vain tarpeellista ja sen verran kuin on tarvetta. Betonirakenteiden elinkaaren aikana tämä tarkoittaa esimerkiksi betonin laadunvalvontaa rakentamisvaiheessa, huoltoa ja kunnon tarkkailua. Näillä toimilla taataan, että betonirakenteet kestävät niiden suunnitellun käyttöiän.

- Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten.

Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että betoniset ratapölkkyt tai melueste-elementit käytetään uudelleen sellaisenaan samassa käyttötarkoituksessa tai toisessa käyttötarkoituksessa.

- Tai toissijaisesti kierrätettävä se.

Tämä tarkoittaa sitä, että jäte jalostetaan ja hyödynnetään uusiomateriaalina. Usein hyötykäyttö tapahtuu betonimurskeena maarakentamisessa.

- Jos kierrätys ei ole mahdollista, jätteen haltijan on hyödynnettävä jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntäminen energiana.

Betonijätteiden osalta tämä ei ole mahdollista.

- Jos hyödyntäminen ei ole mahdollista, jäte on loppukäsiteltävä.

Tämä tarkoittaa sitä, että jäte toimitetaan asianmukaiseen betonijätteen vastaanottoaikaan, jolla on ko. toimintaan vaadittava lupa. Betonijätteen käytöstä poistamisesta kerrotaan tarkemmin luvussa 3.

2.1 Hyödyntäminen MARA-asetuksen mukaisesti

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristöviraston osalta väylähankkeissa on usein mukana kaksi osapuolta: ELY-L eli liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue sekä ELY-Y eli ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue. Betonimursketta hyödynnettäessä MARA-asetuksen rekisteröinti-ilmoituksen avulla Väylävirasto tai ELY-L on ilmoituksen tekijänä ja ELY-Y on ilmoituksen käsittelijä.

Vaatimukset ja MARA-ilmoitusmenettelyn vaiheet

MARA-asetuksen (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, 843/2017) soveltamisalaan kuuluvissa kohteissa asetuksen vaati-

mukset täyttävää betonimursketta voidaan käyttää tai välivarastoida rekisteröinti-menettelyllä. Hyödyntämisen edellytyksenä on, että hyödyntäminen on suunnitelmallista ja jätettä käytetään korvaamaan rakennuskohteessa jotakin muutoin siinä käytettävää kivi- tai maa-ainesta. MARA-asetuksen lisäksi ympäristöministeriö on julkaissut asetuksen soveltamisohjeen, jossa selvennetään asetuksen tulkintaa (Ympäristöministeriö 2019).

Hyödyntämispaikan haltijan on esitettävä MARA-ilmoituksessa vaaditut tiedot alueelliselle ELY-keskukselle ja hyödyntämisestä on saatava ELY-keskuksen hyväksyntä ennen hyödyntämisen aloittamista. Hyödyntämispaikan haltija voi valtuuttaa myös esim. suunnittelijan tai materiaalituottajan tekemään rekisteröinti-ilmoituksen. Asianmukaisesti täytetyn ilmoituksen käsittely ELY-keskuksissa on yleensä melko nopeaa ja hyväksyntä hyödyntämisen aloittamiselle voidaan saada nopeimmillaan jopa parissa päivässä. Ilmoituksen tekemiseen ja käsittelyyn on kuitenkin hyvä varata aikaa noin 2–3 viikkoa.

Väylähankkeissa ilmoituksen rekisteröintiä varten on kaksi eri tapaa:

1. Tilaaja, esimerkiksi Väyläviraston projektipäällikkö, vastaa MARA-ilmoituksen rekisteröinnistä.
2. Tilaaja valtuuttaa toisen osapuolen (esim. urakoitsijan) MARA-ilmoituksen rekisteröinnin tekemiseen puolestaan. Valtuutus voidaan tehdä esim. valtakirjalla.

Ilmoitusmenettelyn vaiheet ovat:

1. Selvitetään täyttääkö kohde MARA-asetuksen vaatimukset (kuuluuko kohde MARA-asetuksen soveltamisalaan ja täyttääkö hyödyntämispaikka asetuksen vaatimukset).
 - a. Hyödyntäminen on suunnitelmallista ja perustuu johonkin hyväksytyyn suunnitelmaan, esim. tie- tai rakentamissuunnitelmaan.
 - b. Kohde ei sijaitse I- tai II-luokan pohjavesialueella, asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tarkoitetulla alueella, luonnonsuojelutarkoitukseen osoitetulla alueella, ravintokasvien viljelyyn tarkoitetulla alueella eikä sisämaan tulvavaara-alueella.
 - c. Etäisyys vesistöstä (Vesilaki 587/2011 1 luku 3 §:n 1 momentin 3 kohta), talousvesikäyttöön tarkoitettusta kaivosta tai lähteestä on yli 30 m (ko. etäisyysvaatimusta mereen ei ole).
 - d. Betonimurske sijoitetaan yhden metrin etäisyydelle pohjaveden enimmäiskorkeudesta (savikoilla MARA-asetuksen mukainen pohjavesipinnan taso saattaa poiketa geoteknisessä suunnittelussa käytettävästä pohjavedenpinnan tasosta, määritelmä ks. MARA-asetuksen soveltamisohje luku 4, meren rannassa määräävän pohjaveden pinnan tason määrittämistä ei ole esitetty yksikäsitteisesti MARA-asetuksessa tai sen soveltamisohjeessa).
 - e. 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 (MARA-asetuksen soveltamisohje, liite 1).

- f. 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 betonimurskeen ympäristökelpoisuus MARA-asetuksen vaatimukset.
3. Hyödyntämispaikan haltija tekee ilmoituksen rekisteröintiä varten (rekisteröinti-ilmoitus) ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Hyödyntämispaikan omistajasta tulee jätteen haltija materiaalin vastaanotettuaan. Hyödyntämiseen vaaditaan maanomistajan eli Väyläviraston suostumus. Kun ELY-keskus tai kunta toimii kohteen rakennuttajana, maanomistajan suostumuksen voi antaa Väyläviraston kiinteistöyksikkö. Kun Väylävirasto toimii itse rakennuttajana, hankkeen projektipäällikkö voi antaa suostumuksen. MARA-ilmoitus ja asetuksen vaatima loppuraportti toimitetaan Väyläviraston ja ELY-keskuksen kirjaamoihin.
Yksityisteille tai kaduille uusiomateriaaleja sijoitettaessa on hankittava sijoitusalueen kiinteistön omistajan (katujen osalta kunta tai kaupunki ja yksityisten osalta kiinteistön omistaja ja tiekunta) suostumus.
Ilmoituksessa on esitettävä rakenteen poikkileikkauspiirustus (periaatepoikkileikkaus). Rakenteen poikkileikkauspiirustuksessa on esitettävä selkeästi, missä rakennusosissa on tarkoitus hyödyntää asetuksen mukaisesti betonimursketta.
4. Työmaalla laatua valvotaan ja tulokset dokumentoidaan. Toteumatieto täydentää ilmoitusta rakentamisen jälkeen (MARA-asetuksen mukainen loppuraportti ja tilaajan vaatima rakentamisen loppuraportointi).

Jos hyödyntämiskohteen kuulumisesta asetuksen soveltamisalaan on tulkinnanvaraisuutta, kannattaa asiasta kysyä neuvoa alueelliselta ELY-keskukselta ennen MARA-ilmoituksen täyttämistä. Mikäli kohde ja/tai materiaali ei täytä MARA-asetuksen vaatimuksia, hyödyntäminen voi olla mahdollista ympäristöluvalla tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen hyväksymänä pienimuotoisena jätteen hyödyntämisenä.

Varastointi hyödyntämispaikalla

Betonimurskeen varastointi ja muu toiminta hyödyntämispaikalla ei saa aiheuttaa haittaa ympäristölle. Betonimurskeen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan kaksitoista kuukautta ennen hyödyntämistä.

MARA-asetuksen soveltamisohjeen (Ympäristöministeriö 2019) mukaan betonimurskeen varastokasoja ei tarvitse suojata peittämällä, kunhan merkittävää pölyämistä ei tapahdu eivätkä hulevedet pääse merkittävästi huuhtomaan betonimurskekasaa.

Mara-asetuksen mukaiset käyttökohteet

MARA-asetuksella betonimurskeen käyttö on sallittua väylä- ja kenttärakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa. MARA-asetus mahdollistaa betonimurskeen käytön julkisilla ja yksityisillä alueilla. Asetuksessa tehdyillä materiaaliakohtaisilla käyttökohteiden rajauksilla on haluttu ohjata eri jätemateriaaleja niille parhaiten soveltuviin käyttökohteisiin.

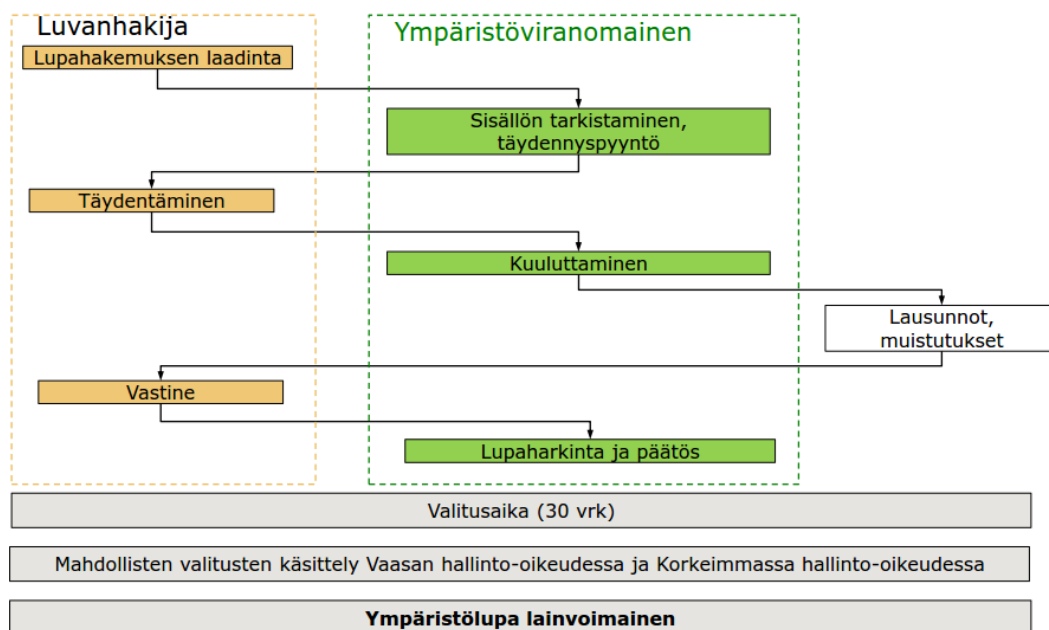
Ympäristöministeriön soveltamisohjeessa (2019) on esitetty MARA-asetuksen mukaiset käyttökohteet ja niiden määritelmät sekä periaatepoikkileikkauksia betonimurskeen hyödyntämisestä erilaisissa väylärakenteissa.

2.2 Hyödyntäminen ympäristöluvalla

Mikäli käyttökohde tai rakenne ei kuulu MARA-asetuksen soveltamisalaan (esimerkiksi sijainti pohjavesialueella), hyödyntäminen voi olla mahdollista ympäristöluvalla. Luvan käsittelee aluehallintovirasto, mikäli hyödynnettävän betonimurskeen määrä on yli 50 000 tonnia vuodessa tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, mikäli määrä on alle 50 000 tonnia (VNa 713/2014).

Ympäristölupahakemuksessa kuvataan jätteen käsittely- ja hyödyntämistoiminta, hyödyntämisajankohta sekä toiminnan aiheuttamat päästöt ja vaikutukset ympäristöön, maaperään ja vesistöihin. Lupahakemuksen voi tehdä vapaamuotoisella selvityksellä tai käyttää ympäristöhallinnon lomakepohjaa. Lupaviranomainen voi asettaa lupamääräyksiä, joilla pyritään rajoittamaan toiminnan vaikutuksia ympäristöön tai edellyttämään niiden seuraamista.

Kuvassa 1 on esitetty ympäristölupaprosessin eri vaiheet.



Kuva 1. Ympäristölupaprosessin vaiheet (Järvinen 2018).

Ympäristöluja on myönnettävä, jos toiminta täyttää Ympäristönsuojelulain (527/2014) ja Jätelain (646/2011) sekä niiden nojalla annettujen asetusten vaatimukset. Ympäristölupaa ei saa myöntää asemakaavan tai oikeusvaikutteisen yleiskaavan vastaisesti. Luvan myöntämisen esteitä voivat olla esimerkiksi maaperän tai pohjaveden pilaantumisen vaara, Natura 2000 -verkoston ja/tai luonnonsuojelualueiden läheisyys tai haitan kohdistuminen suojeltuun luontoarvoon. Luvan esteenä voi olla myös naapureille aiheuttava kohtuuton haitta.

Ympäristönsuojelulain selvilläölovelvollisuuden (6 §) mukaan toiminnanharjoittajan tulee olla selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden

hallinnasta sekä vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. Hankkeen ollessa ympäristöluvanvarainen, toiminnan päästöjä ja vaikutuksia tulee tarkkailla ja raportoida säännöllisesti valvovalle viranomaiselle. Ympäristölupapäätöksessä määritellään tarkemmin raportoitavat tarkkailukohteet ja tiedot (YSL 62 §). Ympäristöluvalla jätteitä hyödynnettäessä hankkeisiin kohdistuu myös jäteraportointivaatimuksia.

2.3 Pienimuotoinen hyödyntäminen kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen luvalla

Mikäli betonimurskeen käyttö on pienimuotoista, hyödyntäminen voi olla mahdollista kunnan ympäristöviranomaisen myöntämällä luvalla. Pienimuotoisen jätteen käyttöä ei ole määritelty laissa, mutta käytön ylärajana on usein pidetty 100–1000 tonnia jätteen laadusta riippuen (Ympäristöministeriö 2017). Käytännössä, mikäli kunta tulkitsee toiminnan olevan ei-ammattimaista, betonimurskeen hyödyntäminen voidaan toteuttaa kunnan luvalla. Pienimuotoista hyödyntämistä voidaan soveltaa myös tilanteissa, joissa käyttökohde tai rakenne ei kuulu MARA-asetuksen soveltamisalaan.

Pienimuotoisen hyödyntämisen menettelyt ovat alue- ja kuntakohtaista. Tietyillä alueilla kunnat ja ELY-keskukset ovat sopineet keskenään, että kunta voi hyväksyä pienimuotoiset hyödyntämiset lausunnolla. Esimerkiksi ohjeen kirjoittamisen aikaan Keski-Uudellamaalla ja Pirkanmaalla betonimurskeen pienimuotoisen hyödyntämisen ylärajaksi on määritelty 500 tonnia, kun taas Ylä-Savon kunnissa ei hyväksytä kuntien viranomaisille tulevia ilmoituksia lainkaan (Häkkinen 2020). Myös luvan hakeminen ja myöntäminen ovat alue- ja kuntakohtaisesti määriteltyjä. Osa kunnista soveltaa ainakin osin MARA-asetuksen kriteereitä ja vaatii MARA-ilmoituslomakkeen täyttöö. Osa kunnista taas hyväksyy vapaamuotoisen ilmoituksen esimerkiksi sähköpostitse.

Pienimuotoisen hyödyntämisen sovellettavuus ja lupahakemuksen sisältö tulee varmistaa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta.

2.4 Hyödyntäminen koetoimintaluvalla

Koeluontoinen lyhytaikainen toiminta on vapautettu ympäristöluvan tarpeesta (YSL 31 §). Koeluontoisesta toiminnasta on tehtävä ilmoitus lupaviranomaiselle, joka on toimivaltainen ratkaisemaan toimintaa koskevan ympäristöluvan (kunnan ympäristönsuojeluviranomainen tai aluehallintovirasto). Luvan käsittelee aluehallintovirasto, mikäli hyödynnettävän betonimurskeen määrä on yli 50 000 tonnia vuodessa tai kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, mikäli määrä on alle 50 000 tonnia (VNa 713/2014). Ilmoitus on tehtävä viimeistään 30 vuorokautta ennen koeluontoisen toiminnan aloittamista (119 §). Koetoiminta voi liittyä esimerkiksi teknisen toteutuksen kokeiluun.

Lähtökohtaisesti koetoimintamenettelyn käyttö edellyttää, että kyseessä on jokin uusi toiminta tai esimerkiksi uudella tavalla jalostettu jäte, jonka toimivuutta halutaan kokeilla. Koetoiminnan kesto tai hyödynnettävän jätteen määrä voi vaihdella ja koetoiminnan mahdollisuus on aina käytävä läpi käyttökohteen kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen tai aluehallintoviranomaisen kanssa riippuen toiminnan luonteesta.

2.5 Jätteestä tuotteeksi Eej (EoW)-menettelyssä muutetun betonimurskeen hyödyntäminen

Jätteeksi luokittelun päättymisen eli ns. Eej -menettely (Ei enää jätettä) tarkoittaa, että jäte on hyödyntämistoimien (mukaan lukien kierrätys) seurauksena lakannut olemasta jätettä eikä siihen näin ollen enää sovelleta jätelain säännöksiä. Eej -menettelystä käytetään myös lyhennettä EoW (End of Waste).

Betonijätteen Eej-asetusta sovelletaan valmistajaan, jolla on ympäristönsuojelulain (527/2014) 27 §:ssä tarkoitettu ympäristölupa betonijätteen murskaustoimintaan tai jonka toiminnassa murskataan betonijätettä kiinteän betoniaseman ja betonituotetehtaan ympäristönsuojeluvaatimuksista annetun valtioneuvoston asetuksen (858/2018) nojalla. Asetuksen soveltamista varten kyseisten valmistajien tulee myös ottaa käyttöön asetuksessa tarkoitettut arviointiperusteet.

Valtioneuvoston asetuksessa betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista määritetään vaatimukset, joiden vallitessa tuotteistettu betonimurske ei ole enää jätettä sekä käyttötarkoitukset, joissa arviointiperusteet täytävää betonimursketta voidaan suoraan asetuksen nojalla käyttää tuotteistamislainsäädännön mukaisina tuotteina.

Talo- ja maarakentamisessa tai viherrakentamisessa voidaan käyttää betonimurskeita Eej-asetuksen mukaisesti kiviaineksena. Betonimursketuotteen hyötykäytössä on asetuksen mukaisesti huomioitava mm.:

1. ettei betonimurskeita sijoiteta pohjaveden pinnan alapuolelle;
2. että vedenhankintaan tarkoitettulla pohjavesialueella etäisyys pohjaveden pintaan on vähintään 2 metriä;
3. että laadunhallinnassa todetaan murskeen läpi suotautuvan veden pH olevan enintään noin 11
4. että betonimurskeen soveltuvuus suunniteltuun rakentamiskohteeseen on arvioitava käyttökohdekohtaisesti.

3 Purkubetonijätteen käsittely ja jalostaminen

3.1 Jätteen käsittelyyn liittyvät velvollisuudet

Ympäristölainsäädännön mukaan betonijätteen murskaus on jätteen käsittelyä, joka on ympäristölupaa edellyttävää toimintaa. Betonijätteen murskaus purkutyömaalla on usein kuitenkin katsottu olevan lyhytkestoisuuden ja vähäisten ympäristövaikutusten osalta toimintaa, jota voidaan tehdä meluilmoituksella.

Betonijätteen jalostamista (käsittely, murskaus ja varastointi) koskeva luvanvaraisuus on kuitenkin aina varmistettava etukäteen sen kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta, jonka alueella purkukohte sijaitsee ja jossa jalostustoiminta tapahtuu.

Mikäli betonijätettä käsitellään ja murskataan muualla kuin purkukohteessa, tulee jätteen haltijan laatia siirtoasiakirja betonijätteen siirroista (Jätelaki 646/2011 121 § ja 121 a § sekä jäteasetus 978/2021 40 §). Siirtoasiakirjan tavoitteena on varmistaa jätteen jäljitettävyyden ja jätteenhaltijan selvilläolovelvollisuus. Sillan purkukohteissa jätteen haltija voi olla esimerkiksi purkutyön tilaaja tai toteuttaja. Ympäristöministeriö on lisäksi laatinut siirtoasiakirjaa koskevan muistion 24.5.2012/päivitetty 11.6.2014 (Ympäristöministeriö 2014).

Siirtoasiakirja on laadittava sähköisenä ja siihen on sisällytettävä valvonnan ja seurannan kannalta tarpeelliset tiedot jätteen lajista, laadusta, määrästä, alkuperästä, toimituspaikasta ja -päivämäärästä, käsittelytavasta toimituspaikassa sekä kuljettajasta (Jätelaki 646/2011 121 a §). Siirtoasiakirjan on oltava luettavissa jätteen siirron aikana ja siinä olevien tietojen on oltava saatavissa kaikille siirtoon osallistuville. Jätteen haltijan on vahvistettava siirtoasiakirjan tietojen oikeellisuus, kuljettajan jätteen kuljetettavaksi ottaminen ja vastaanottajan jätteen vastaanotto sähköisellä todentamismenetelmällä. Jätteen haltijan ja vastaanottajan on säilytettävä siirtoasiakirjan tiedot kolme vuotta siirron päättymisen jälkeen.

Siirtoasiakirja voidaan poikkeuksellisesti laatia paperisena asiakirjana, mikäli sähköisen asiakirjan laatimiselle ei ole edellytyksiä, esimerkiksi laitteiden puutteiden tai sähköisessä siirtoasiakirjajärjestelmässä olevan teknisen vian vuoksi (Jätelaki 646/2011 121 a §). Paperisen siirtoasiakirjan tulee olla mukana jätettä kuljetettaessa ja se tulee luovuttaa jätteen vastaanottajalle allekirjoitettuna.

Betonijätteen murskaaminen purkukohteessa ei ole aina mahdollista. Jos jäte kuljetetaan murskattavaksi ja varastoitavaksi kohteen ulkopuolelle, välivarastointipaikan ympäristölupatarve tulee selvittää ko. kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta.

Betonimurskeen jätestatus ei poistu murskauksen myötä, joten myös betonimurskeen käsittelyssä, kuljetuksissa ja mahdollisessa välivarastoinnissa tulee huomioida ympäristö- ja jätelainsäädännön asettamat velvoitteet.

Jätteen haltijan on etsittävä Materiaalitori.fi-palvelussa markkinaehtoista jätehuoltopalvelua ennen kuin palvelua voi pyytää kunnalta muun palvelutarjonnan puutteen vuoksi. Jätteen haltijan on tehtävä Materiaalitoriin ilmoitus tarvitsemastaan

jätehuoltopalvelusta ja odotettava siihen tarjouksia vähintään 14 vuorokauden ajan. Mikäli kohtuullisia tarjouksia ei tule, palvelun pyytäminen kunnalta onnistuu tämän jälkeen Materiaalitorin kautta.

3.2 Rakennusten ja rakenteiden purkamiseen liittyvät velvollisuudet

Väylärakentamisen hankkeissa puretaan tyypillisesti siltoja ja muita taitorakenteita sekä ratapölkkyjä ja melusteitä, mutta kohteesta riippuen purettavaksi voi tulla myös rakennuksia. Tyypillisesti rakennusten ja rakenteiden purkaminen on maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakentamiseen verrattavaa toimintaa, jossa on noudatettava maankäyttö- ja rakennuslainsäädännön asettamia velvoitteita. Velvoitteet liittyvät mm. hankkeen suunnitteluun, lupamenettelyihin, valvontaan sekä turvallisuusasioiden ja ympäristön huomioon ottamiseen.

Rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa tarvittavan rakennus- tai purkuluvan hakeamisesta. Muiden lupien tarve, kuten betonijätteen käsittelyn ja hyödyntämisen lupatarve tai muu hyväksyntämenettely, on tarpeen selvittää jo hankkeen suunnitteluvaiheessa, jotta hyödyntäminen on mahdollista tehdä rakentamishankkeen aikataulussa.

MRL 127 §:n mukaista rakennuksen purkamislupaa/-ilmoitusta ei kuitenkaan yleensä sovelleta siltoihin, koska siltoja ei yleensä pidetä MRL:ssä tarkoitettuina rakennuksina. Tulkinta ei kuitenkaan ole täysin poissulkeva, sillä silta voi myös olla MRL:ssä tarkoitettu rakennus; esim. asemasilta voi olla rakennus, jonka rakentaminen on edellyttänyt rakennusluvan.

Vaikka silta katsottaisiinkin rakennukseksi, ei sen purkaminen edellytä MRL 127 §:n mukaista purkamislupaa silloin, kun LjMTL:n mukainen hyväksytty tiesuunnitelma tai ratalain mukainen hyväksytty ratasuunnitelma edellyttävät sillan purkamista (MRL 127.2 §). Käytännössä sillan purkamista koskevat asiat on hyvä huomioida ratasuunnitelmassa tai tiesuunnitelmassa, jolloin purkamislupaa ei tarvita, vaikka purettava silta (tai muu rakennelma) katsottaisiinkin rakennukseksi. Mikäli tie- tai ratasuunnitelmaa ei laadita niin betonirakenteen purku voi olla mahdollista esimerkiksi toimenpideluvalla.

Purkuprosessissa huomioon otettavista asioista on esitetty tarkemmin julkaisussa *Siltojen ja muiden taitorakenteiden purkubetonijätteen hyödyntäminen 8/2019* luvussa 3.

3.3 Ennakkotutkimukset

Purettavien betonirakenteiden hyödyntämiskelpoisuus tulee selvittää ennen purkutöiden aloittamista. Purkutyössä muodostuvan purkujätteen käsittely on suunniteltava ja toteutettava siten, että mahdollinen pilaantunut tai muuten haitta-aineita sisältävä betoni ei päädy hyötykäyttöä varten murskattavan betonijätteen sekaan. Hyötykäyttöön kelpaamaton betonijäte toimitetaan kaatopaikalle.

Näytteet on otettava riittävän ajoissa ennen ehjän rakenteen purkamista. Näin jää riittävästi aikaa ympäristökelpoisuuden tutkimiseksi ja soveltuvan hyötykäyttökoh-

teen tai loppusijoituspaikan selvittämiseksi. Näytteenotto on suositeltavaa sisällyttää osaksi mahdollisia muita rakenteen tutkimuksia kuten taitorakenteiden erikoistarkastuksia.

Haitta-ainekartoituksessa tehtävän arvioinnin yhteydessä on suositeltavaa tutkia rakenteesta porattavien näytteiden avulla betonirakenteen haitta-aineet, jotka voivat estää betonin hyödyntämisen. Näytteenotto voidaan tehdä esimerkiksi timanttiporalla, piikkaamalla tai iskuvasaralla.

Näytteen on tarkoitus edustaa mahdollisimman hyvin hyödynnettävää materiaalia. Toisaalta ympäristökelpoisuuden kannalta merkittävät haitta-aineet sijaitsevat yleensä purkurakenteiden pinnassa, esimerkiksi maaleissa, vedeneristeissä tai pintaan kertyneessä liassa. Näytteenotto on suunniteltava siten, että näytteet ovat edustavia. Ohjeita purkutöiden ennakkotutkimuksiin ja näytteenottoon on esitetty julkaisussa *Purkutyo – opas tekijöille ja teettäjille, YM 2019, Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset 28/2018* sekä *Siltojen ja muiden taitorakenteiden purkubetonijätteen hyödyntäminen 8/2019*. Lisäksi MARA-asetuksessa on esitetty betonimurskeelle edellytetyt haitta-ainetutkimukset.

Tiiveys- ja kestävyysominaisuuksien parantamiseksi betoniin on voitu lisätä haitallisia aineita, kuten esimerkiksi asbestia tai PCB:tä. Betonielementtirakenteiden sauma-massoissa on myös voitu käyttää SCCP:tä, jolla on korvattu PCB-sauma-massoja 1970-luvulta alkaen (Ympäristöministeriö 2022). Kyseisiä haitallisia aineita löytyy tyypillisesti tiettyjen aikakausien betonirakenteista. Näitä aineita sisältävää betonia ei voida hyödyntää maarakentamisessa MARA-ilmoituksella. Taulukossa 1 on esitetty siltojen tyypillisiä materiaaleja sekä niissä esiintyviä haitta-aineita.

Taulukko 1. Siltojen tyypillisiä materiaaleja ja niissä käytettyjä haitta-aineita (Väylävirasto 2019, Petersen 2012).

Tutkittavat haitta-aineet Materiaalit	Asbesti ennen vuotta 1995	PCB ennen vuotta 1984	PAH ennen vuotta 1980	Raskas- metallit, sisältää lyijyn	Lyijy ennen vuotta 1990	SCCP 1970- luvulta alkaen
sauma-aineet	kyllä	kyllä	ei	ei	kyllä	kyllä
eristeet	kyllä	ei	kyllä	ei	ei	ei
teräsmaalit	kyllä	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä
betonimaalit	kyllä	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä

3.4 Purkubetonijätteen käytöstä poistaminen

Betonirakenteen purku, jalostaminen murskeeksi ja hyödyntäminen hankkeella

Jos pystyssä olevasta rakenteesta tehtävien ennakkotutkimusten perusteella betonirakenne ei sisällä haitta-aineita, se voidaan jalostaa murskeeksi. Valmistetun murskeen ympäristökelpoisuuden osoittamisen ja teknisten ominaisuuksien laadunvarmistuksen jälkeen materiaali hyödynnetään työmaalla.

Betonirakenteen purku, jalostaminen murskeeksi, mutta ei hyödyntämistä hankkeella

Jos pystyssä olevasta rakenteesta tehtävien ennakkotutkimusten perusteella betonirakenne ei sisällä haitta-aineita ja se voidaan jalostaa murskeeksi, mutta materiaalia ei voida tai esim. ympäristöolosuhteiden takia kannata hyödyntää ko. työmaalla, betonijäte toimitetaan asianmukaiseen betonijätteen vastaanotto- paikkaan, jolla on ko. toimintaan vaadittava lupa.

Esimerkiksi, jos hyötykäytölle ei haeta ympäristölupaa ja työmaa sijaitsee 1- ja 2-luokan pohjavesi- tai luonnonsuojelualueella, asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tarkoitettulla alueella, ravintokasvien viljelyyn tarkoitettulla alueella tai sisämaan tulvavaara-alueella tai purkutyömaalla ei ole riittäviä välivarastointiin sekä käsittelyyn tarvittavia alueita.

Esimerkiksi, jos rakenteiden lajitteleva purku on epäonnistunut ja betonimurskeen on sekoittunut jätteitä.

Betonirakenteen purku, ei sovellu jalostettavaksi

Jos pystyssä olevasta rakenteesta tehtävien ennakkotutkimusten perusteella betonirakenne tai osa rakenteesta sisältää haitta-aineita siinä määrin, että siitä ei voida jalostaa MARA-asetuksen puitteissa maanrakennuskelpoista betonimursketta, rakennuksen purkaminen tehdään lajittelevana purkuna siten, että haitta-aineita sisältävistä rakenteista muodostuva betonijäte pidetään erillään muusta betonijäteteestä. Tällöin betonijäte toimitetaan asianmukaiseen betonijätteen vastaanotto- paikkaan, jolla on ko. toimintaan vaadittava lupa.

Esimerkiksi, jos purettava betonijäte on pilaantunut haitta-aineilla.

3.5 Betonimurskeen tekniset ominaisuudet

Betonimurske on kierrätyskiviainesta, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla. Betonimursketuotteet jaotellaan raaka-aineensa ja materiaaliominaisuuksiensa mukaan eri luokkiin. Taulukossa 2 on esitetty betonimurskeen ominaisuuksia, laatu- luokituksen raja-arvot ja mitoitusparametreja eri luokissa. InfraRYL:n liitteessä T18 2017 on esitetty sitomattoman kantavan kerroksen ja jakavan kerroksen vaatimukset betonimurskeelle sekä suositukset testaustiheydeksi (InfraRYL 2017).

Betonimurskeelle on aiemmin käytetty neljää laatuluokkaa: BeM I, BeM II, BeM III ja BeM IV. Betonimurskeen EEJ-asetuksen myötä laatuluokitusta on muutettu siten, että tuotteen jätestatus on nähtävissä suoraan luokasta. Luokat BeM I ja BeM II on jaettu kahtia: BeM Ia & BeM Ib ja BeM IIa & BeM IIb. A-luokkia käytetään betonimurskeille, joiden jätteeksi luokittelu on päättynyt. Luokat BeM III ja BeM IV ovat jatkossakin jätettä.

BeM I(a/b) -luokkien betonimursketta voidaan valmistaa vain betoniteollisuuden käyttämättömästä betonijäteteestä. Purkubetonista valmistetaan betonimurskeluokkia BeM II(a/b)-IV. Luokkien III ja IV betonimurskeiden uudelleenlujittuminen rakenteeseen tiivistettynä on epävarmaa. Betonimurskeen laatuluokitus tehdään vertaamalla laadunvalvontatutkimustuloksia betonimurskeluokille asetettuihin

raja-arvoihin. Betonimurskeluokille asetetut raja-arvot on esitetty standardissa Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunvalvontajärjestelmä SFS 5884:2022. Betonimurskeen laatuoluokituksessa noudatetaan ensisijaisesti voimassa olevaa standardia SFS 5884.

Taulukko 2. Betonimurskeen SFS 5884 ja InfraRYL laatuoluokituksen raja-arvot (a), betonimurskeen tyypillisiä teknisiä ominaisuuksia (Helsingin, Espoon, Tampereen, Turun ja Vantaan kaupungit 2019) (b) ja MARA-asetuksen (VNa 843/2017) laatuvaatimukset (c).

a) Ominaisuus		BeM I (a tai b)	BeM II (a tai b)	BeM III	BeM IV
Raaka-ainelähde ^(1,2)		Betoniteollisuus	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa	Betoniteollisuus, rakennus- tai purkutyömaa
Raekoko- jakauma ⁽²⁾	Kantava kerros	Luokka G ₀ tai G _A ⁽⁴⁾	Luokka G ₀ tai G _A ⁽⁴⁾	-	-
	Jakava kerros	Luokka G _P tai G _C ^(4,5)	Luokka G _P tai G _C ^(4,5)	Luokka G _P tai G _C ^(4,5)	-
Kiintotiheys ⁽¹⁾		Ilmoitettu arvo	Ilmoitettu arvo	Ilmoitettu arvo	-
Puristuslujuus [MPa]		> 1,2	> 0,8	-	-
Hienoainespitoisuus ⁽²⁾		f ₇	f ₇	-	-
Routivuus ^(1,2)		Routimaton	Routimaton	Routimaton/ Routiva ^(6,7)	Routimaton/ Routiva ⁽⁶⁾
Litteysluku ⁽²⁾		FI ₅₀	FI ₅₀	-	-
Betonin osuus (Rc) ⁽⁸⁾ [paino-%] ^(1,2,3)		90	-	-	-
Betoni + kiviaines + lasi (Rcug) ⁽⁸⁾ [paino-%] ^(1,2)		-	90	90	70
Tiilen maksimiosuus (Rb) ⁽⁸⁾ [paino-%] ^(1,2,3)		10	10	10	30
Muiden materiaalien max. osuus (X ₁₋) ⁽⁸⁾ [paino-%] ^(1,2,3)		1	1	1	1
Kelluvat materiaalit (FL) ⁽⁸⁾ [cm ³ /kg] ^(1,2,3)		5	5	10	-

- 1) SFS 5884-vaatimus
 - 2) InfraRYL-vaatimus
 - 3) VNa 843/2017 vaatimus
 - 4) luokitus SFS-EN 13285 mukaisesti
 - 5) hyödynnettäessä ympäristöluvalla betonimurskettä D>90 mm, rakeisuus InfraRYL taulukon 21210:T3 mukaisesti
 - 6) mikäli hienoainespitoisuus < 7%, routivuuden arviointi tehdään SFS 5884 Liite B:n perusteella
 - 7) tierakenteissa routimattomuutta edellytetään myös BeM III -betonimurskeelta
 - 8) EN 933-11 mukaiset osa-aineluokat
 Rc = betoni, betonituotteet, laasti, betoniharkot
 Rb = poltetut tiilet, kalkkihiekkatiilet ja -harkot, kellumaton vaahbetoni
 Rcug = yhteismäärä Rc + Ru + Rg (Ru = sitomaton kiviaines, luonnonkivi, hydraulisesti sidottu kiviaines, Rg = lasi)
 X₁₋ = epäpuhtauksien määrä (savi, maa-aines, metallit, puu, muovi, kumi, kipsilaasti)
 FL = kelluvat ainekset, kuten solumuovi, mineraalivilla yms
- ei vaatimusta

b) Ominaisuus	BeM I(a/b)-III	Yksikkö	Ominaisuus	BeM I(a/b)-III	Yksikkö
Optimiviesipitoisuus, W_{opt}	8 - 12	%	Kapillaarisuus, H_c	0,2 - 0,25	m
Maksimikuivatilavuuspaino, γ_{dmax}	17,5 - 20,5	kN/m ³	Vedenläpäisevyys, $k^{(1)}$	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	Leikkauskestävyysskulma, ϕ^*	40	°

1) Hyvin tiivistetyllä materiaalilla

c) Haitallinen aine	Haitallisten aineiden raja-arvot betonimurskeessa väylärakenteessa (kerrospaksuus $\leq 1,5$ m, raekoko max. 90 mm)	
	Peitetty	Päällystetty
Liukoisuus (mg/kg LS = 10 l/kg)		
Antimoni (Sb)	0,7	0,7
Arseeni (As)	1	2
Barium (Ba)	40	100
Kadmium (Cd)	0,04	0,06
Kromi (Cr)	2	10
Kupari (Cu)	10	10
Elohopea (Hg)	0,03	0,03
Lyijy (Pb)	0,5	2
Molybdeeni (Mo)	1,5	6
Nikkeli (Ni)	2	2
Vanadiini (V)	2	3
Sinkki (Zn)	15	15
Seleen (Se)	1	1
Fluoridi (F ⁻) ⁽¹⁾	50	150
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻) ⁽¹⁾	5 900	18 000
Kloridi (Cl ⁻) ⁽¹⁾	3 200	11 000
Liennut orgaaninen hiili (DOC)	50	150
Pitoisuus (mg/kg kuiva-ainetta)		
PAH-yhdisteet ⁽²⁾	30	30
PCB-yhdisteet ⁽³⁾	1	1
Öljyhiilivedyt \geq C10-C40	500	500

1) kloridille, sulfaatille ja fluoridille asetettuja raja-arvoja ei sovelleta rakenteeseen, joka täyttää kaikki seuraavat edellytykset: sijaitsee enintään 500 m etäisyydellä merestä, rakenteen läpi suotautuvan veden purkautumissuunta on mereen sekä rakenteen ja meren välillä ei ole talousvedenottoon käytettäviä kaivoja

2) Polyaromaattiset hiilivedyt: antraseeni, asenafteneeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, benots(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(g,h,i)perylenei, bentso(k)fluoranteeni, dibentso(a,h)antraseeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, kryseeni, naftaleeni ja pyreeni (summapitoisuus)

3) Polyklooratut bifenyylit kongeneerit 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 (summapitoisuus)

Poikkeukset taulukon b raja-arvoista, jos toteutettavan rakenteen enimmäispaksuus on 0,5 m (mg/kg L/S-suhteessa 10 l/kg)

- peitetty väylä: barium (Ba) 80; vanadiini (V) 3; kloridi (Cl⁻) 3 600; sulfaatti (SO₄²⁻) 6 000;

- päällystetty väylä: kloridi (Cl⁻) 14 000; sulfaatti (SO₄²⁻) 20 000;

3.6 Betonimurskeen valmistus

Rakennusten ja rakenteiden purkamisessa syntyvä betonijäte on purkumenetelmästä riippuen raekooltaan vaihtelevan kokoista betonikappaletta, joka yleensä soveltuu murskaamisen jälkeen hyödynnettäväksi maarakentamisessa.

Pelkällä pulveroinnilla ilman murskausta voidaan valmistaa raekooltaan pienimmillään noin 0/150 - 0/200 mm betonimursketta. Pääsääntöisesti pulverointia käytetäänkin betonijätteen esikäsittelymenetelmänä ennen varsinaista murskausta. MARA-asetuksen mukaisesti hyödynnettävän betonimurskeen suurin sallittu raekoko on 90 mm. Jos halutaan hyödyntää suurirakeisempaa mursketta, niin sille on siihen haettava ympäristölupa tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen myöntämä lupa pienimuotoiselle jätteen hyödyntämiselle. Mitä suurempi on betonimurskeen raekoko, sitä pidempiä raudoitusteräksiä ja muita epäpuhtauksia voi olla sen seassa. Pienempirakeisen betonimurskeen valmistuksen yhteydessä on helpompi poistaa teräkset ja muut epäpuhtaudet.

Betonijätteestä voidaan valmistaa laadukasta kierrätyskiviainesta (betonimursketta), kun purkamisessa, betonijätteen käsittelyssä ja välivarastoinnissa on huolehdittu siitä, että jätteeseen ei sekoitu merkittävästi muita materiaaleja ja murskeen valmistaminen on tehty tarkoituksenmukaisella menetelmällä ohjerakeisuuskäyrien mukaiseksi.

Betonijätettä murskattaessa purkukohteessa on huomioitava mm.:

- muodostuvan betonijätteen määrä ja laatu
- ennakkotutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella liikaa haitta-aineita sisältävän betonijätteen sekoittumisen ehkäiseminen
- hyötykäyttömahdollisuudet rakentamiskohteessa tai lähialueella
- betonijätteen ja -murskeen varastointimahdollisuus kohteessa
- murskauksen edellyttämä tilantarve sekä purkukohteen lähiympäristö (onko murskaaminen mahdollista)
- aikataulu:
 - o jätteen murskaus on mahdollista tehdä kohteen muiden töiden aikataulussa
 - o murskeen näytteenoton ja laadunvalvontatutkimusten kesto (vähintään. 1 viikko)
 - o murskaukselta edellytettävän lupa- tai ilmoitusmenettelyn kesto, soveltuva menettely tulee tarkastaa kohteen sijaintikunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta
 - o betonimurskeen hyödyntämisajankohdan soveltuvuus purkukohteen aikatauluun

3.6.1 Näytteenotto

Valmiin betonimurskeen ympäristökelpoisuus osoitetaan valmiista murskeesta tehtävillä haitta-aineiden pitoisuus- ja liukoisuustutkimuksilla sekä tutkimalla murskeen sisältämät kellumattomat ja kelluvat epäpuhtaudet.

Ympäristökelpoisuuden osoittamisessa tulee noudattaa joko MARA-asetuksen velvoitteita, jos hyödyntäminen tehdään sen nojalla tai ympäristöluvan lupamääräyksiä, jos hyödyntäminen tehdään ympäristöluvalla.

Laadunvalvontanäytteet otetaan aina valmistuksen aikana valmistajan näytteenot-
tosuunnitelman mukaisesti.

Näytteenotto betonimurskeesta

Betonijätteen näytteenotto jakautuu kahteen toisistaan eroavaan osaan:

1. teknisten ominaisuuksien laadunvalvonnan näytteenotto
2. ympäristökelpoisuuden tutkimiseen liittyvä näytteenotto.

Teknisten ominaisuuksien laadunvalvonnan näytteitä otetaan edustavasti ja riit-
tävä määrä kuvaamaan tutkittavaa erää. Näytekoot määräytyvät standardin SFS-
EN 932-1 mukaisesti betonimurskeen raekoosta ja testattavasta ominaisuudesta
riippuen (esimerkki 1). Riittävä näytekooko määräytyy ensisijaisesti tutkittavan jät-
teen enimmäisraekoon perusteella. Betonimurskeesta tutkittavat ominaisuudet on
esitetty standardissa SFS 5884. Tutkittujen ominaisuuksien on täytettävä käyttö-
kohteen asettamat tekniset vaatimukset.

Näytekooko lasketaan yhtälöllä 1.

$$M = 6 * \sqrt{D} * \rho_b, \quad (1)$$

jossa

M on näytteen massa kilogrammoina (kg)

D on suurin raekoko millimetreinä (mm) ja

ρ_b löyhä irtotiheys megagrammoina kuutiometrissä (Mg/m^3)

Esimerkki 1: Kun tutkittavan materiaalin irtotiheys on $1,6 \text{ Mg}/\text{m}^3$ ja suurin
raekoko on 90 mm, niin näytekooko on n. 91 kg.

Ympäristökelpoisuusnäytteiden osalta noudatetaan MARA-asetuksen vaatimuksia
kokooma- ja osanäytteiden vähimmäismääristä, ellei ympäristöluvassa muuta
määrätä.

Purkukohteessa syntyvä ja sieltä hyödyntämispaikalle toimitettava murske tutki-
taan aina eräkohtaisesti jäte-erän enimmäiskoko huomioiden. Suurin massamäärä,
joka voidaan tutkia yhdellä kokoomanäytteellä, on 10 000 tonnia. Osanäytteiden
vähimmäismäärä yhdessä kokoomanäytteessä on 20 kpl.

Ohjeita näytteenottoon on esitetty MARA-asetuksen soveltamisohjeen kappaleessa
9 (Ympäristöministeriö 2019).

3.6.2 Betonimurskeen CE-merkintä

Rakentamisessa käytettäviä materiaaleja sääntelee EU:n rakennustuoteasetus
(EU) N:o 305/2011, jonka mukaisesti rakentamisessa käytettävät materiaalit on
CE-merkittävä, jos ne kuuluvat käyttötarkoitusta koskevan harmonisoidun tuo-
testandardin piiriin.

Markkinoille saatettavan, maarakentamisessa käytettävän betonimurskeen tulee
olla CE-merkittyä standardin SFS-EN 13242 Maa- ja vesirakentamisessa ja tienra-
kenteissa käytettävät sitomattomat ja sidotut kiviainekset mukaisesti. Betonimurs-

keen CE-merkintä on mahdollista raekooltaan alle 90 mm murskeelle. CE-merkinnällä ja tuotteelle laaditulla suoritustasoilmoituksella valmistaja osoittaa, että rakennustuotteen keskeiset ominaisuudet on tutkittu ja ilmoitettu harmonisoidun tuotestandardin mukaisesti. MARA-asetuksen tai ympäristöluvan mukainen hyödyntäminen ei poista CE-merkintävaatimusta. CE-merkintä ei myöskään poista betonimurskeen jäteluonnetta.

Hankkeessa jalostettua betonimursketta ei tarvitse CE-merkitä, mikäli betonijäte tai -murske ei vaihda omistajaa ja se käytetään samassa kohteessa. Vaikka betonimursketta ei CE-merkittäisi, sen laatu on kuitenkin tutkittava ja osoitettava, että se täyttää ympäristökelpoisuuden lisäksi tilaajan ja käyttökohteen asettamat tekniset laatuvaatimukset.

3.6.3 Betonimurskeen ympäristökelpoisuus

Betonimurskeen ympäristökelpoisuus osoitetaan valmiista betonimurskeesta otetusta kokoomanäytteestä MARA-asetuksen tai ympäristöluvan vaatimusten mukaisesti.

Ympäristökelpoisuuden tutkiminen on ohjeistettu MARA-asetuksen soveltamisohjeen kappaleessa 9 (Ympäristöministeriö 2019).

3.7 Laadunhallinta

Väylähankkeissa betonimurskeen valmistuksessa noudatetaan lähtökohtaisesti standardia Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunvalvontajärjestelmä 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.

3.8 Purkujätteen käsittely-, jalostus- ja välivarastointialueet

Tie- ja ratasuunnitelmassa voidaan määrätä (LjMTL 23 § ja ratalaki 16 §) maantien tai radan rakentamisen ajaksi tarvittava alue tai tie tilapäiseksi varastoalueeksi tai muuksi sellaiseksi alueeksi. Hankkeiden maankäytön suunnittelun yhteydessä tarkastellaan hankkeen eri alueiden soveltuminen rakentamisessa käytettävien purkubetonin käsittelyä, jalostamista ja välivarastointia varten. Samassa yhteydessä voidaan selvittää ympäristö lupa-asiakirjojen laatimisen tai ilmoitusten tekemisen tarve.

Esimerkkinä soveltuvista purkujätteen käsittely-, jalostus- ja välivarastointialueista ovat meluvallia varten varattu alue, tulevat rata- ja tiealueet sekä liitännäisalueet. Rauta- tai maantienä lakkaavien väylien tai muiden luovutettavien alueiden hyötykäyttöä käsittely-, jalostus- ja välivarastointialueina tulee tarkastella erikseen sovittaessa.

4 Tierakenteiden suunnittelu ja mitoitus

4.1 Suunnittelu- ja mitoitusperiaatteet

Hankkeessa muodostuvat betonimurskeet otetaan huomioon osana hankkeen massatasapainoa.

Betonimursketta sisältävän päällysrakenteen suunnittelussa ja mitoituksessa noudatetaan ohjetta *Tierakenteen suunnittelu 38/2018*. Ohjeessa esitetään maanteiden päällysrakenteen suunnitteluperiaatteet ja laatuvaatimusten asettaminen päällysrakenteelle. Ohjeessa esitetään myös päällysrakenteiden kuormituskestävyys- ja routamitoitusmenettely, sekä mitoituksissa tarvittavat parametrit.

Betonimurskerakenteiden tekniseen suunnitteluun riittävät samantasoiset lähtötiedot, kuin luonnon maa- ja kiviainesrakennetta suunniteltaessa. Kun betonimurskekerros mitoitetaan käyttäen samoja E-moduulin arvoja kuin luonnon kiviaineksella, ei mitoitus poikkea luonnonkiviaineksella mitoittamisesta. Tällöin betonimurskeelle voidaan käyttää rakeisuuden perusteella määritettyjä E-moduuleja, jotka ovat määritetty Tierakenteen suunnitteluohjeen luvun 4.5 mukaisesti.

Betonimurskeen kerrospaksuudeksi suositellaan vähintään 0,15 m. Betonimurskeen lujittumisominaisuutta hyödynnettäessä tulee kerrospaksuuden olla vähintään 0,20 m laattavaikutuksen varmistamiseksi.

Taulukossa 3 on esitetty Odemarkin mitoituksessa käytettävät betonimurskeen E-moduulit ja taulukossa 4 Materiaalin vastaavuus eristävyuden kannalta (a_i).

Taulukko 3. Odemarkin mitoituksessa käytettävät betonimurskeen E-moduulit (Väylävirasto 2018).

Materiaali	E, MPa ¹⁾	Huomautukset
Betonimurske BeM I(a/b)	700 $E_A \geq 70, n=10$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset. 28 d:n puristuslujuus $\geq 1,2$ MPa
Betonimurske BeM II(a/b)	500 $E_A \geq 50, n=10$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset. 28 d:n puristuslujuus $\geq 0,8$ MPa
Betonimurske BeM III	280 $E_A \geq 47, n=6$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset

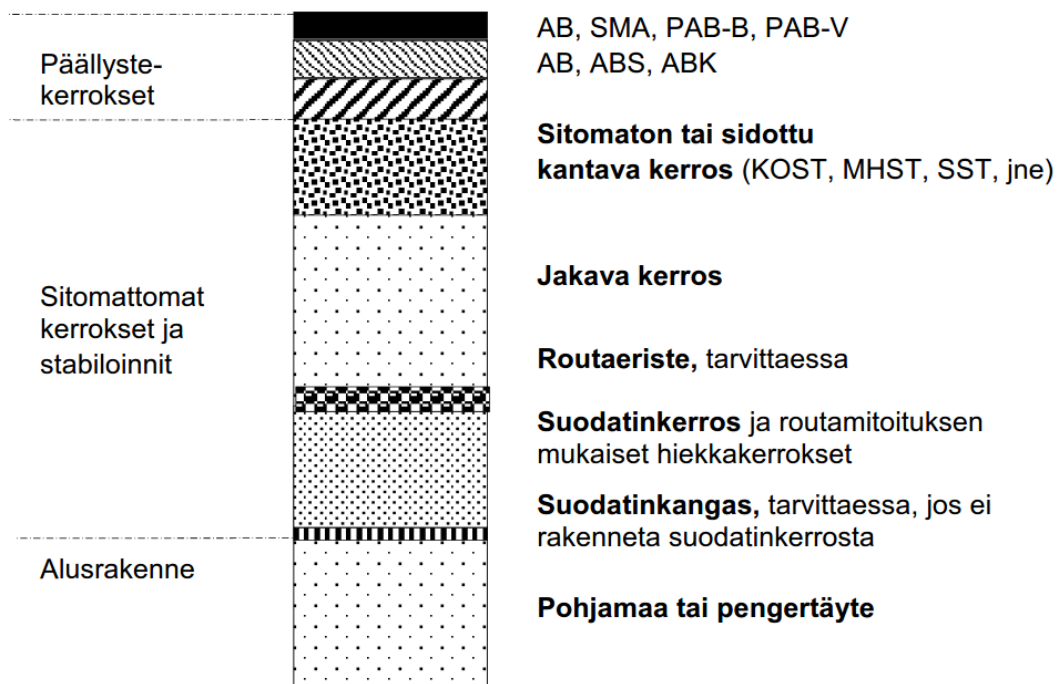
1) E = Rakenteen mitoituksessa käytettävä materiaalin E-moduuli (MPa), jos alustan kantavuus E_A on vähintään samassa solussa mainittu arvo. Jos E_A on pienempi, mitoituksessa käytettävä E-moduuli on $n \times E_A$.

Taulukko 4. Materiaalin vastaavuus eristävyiden kannalta (a_i) (Väylävirasto 2018).

Kerrosmateriaali	Materiaalin vastaavuus eristävyiden kannalta, a_i
Suodatinkerroksen hiekka	1,0
Bitumilla sidotut päällysteet	1,0
Päällysrakenteen stabiloidut kerrokset	1,0
Sora, jakavaan kerrokseen soveltuva sorainen hiekka (srHK), murske, suurirakeinen murske, betonimurske	0,9
Louhe ($\varnothing = 300$ mm tai suurempi)	0,8

4.2 Käyttökohteet

Tien päällysrakenteeseen kuuluu useita eri kerroksia (Kuva 2). Rakenne suunnitellaan ja mitoitetaan tapauskohtaisesti liikenteen, käytettävien materiaalien ja alusrakenteen laadun mukaan. Vilkkaasti ja raskaasti liikennöityjen teiden ylimmät päällystekerrokset voidaan usein rakentaa myös vaihteittain.



Kuva 2. Tien päällysrakennekerrosten nimitykset. Kaikkia kuvan kerroksia ei yleensä ole samassa rakenteessa. Lisäksi rakennetta voidaan vahvistaa erilaisilla lujitteilla (Väylävirasto 2018).

Taulukossa 5 on esitetty betonimurskeen BeM I(a/b), II(a/b) ja III tekninen soveltuvuus eri rakennusosiin. Betonimurskeluokkien I-III ulkopuolelle kuuluvaa betonimurskeluokan IV materiaalia on mahdollista käyttää maarakentamisessa, mutta tällöin materiaalin mitoitussparametrit määritetään kohteessa käytettävän materiaalin mukaisesti.

Taulukko 5. Betonimurskeluokkien BeM I, II ja III tekninen soveltuvuus eri rakennusosiin väylärakentamisessa.

Rakennekerros	BeM I(a/b)	BeM II(a/b)	BeM III
Päällystekerros	-	-	-
Sitomaton kantava kerros	++/ +(1)	++ / +(1)	+(3)/-
Jakava kerros	++	++	+
Suodatinkerros (2)	++	++	++
Liikennekuormitettu maapenger	+	+	+
Ei liikennekuormitettu maapenger (3)	+	+	+
Ratojen huoltotiet	++	++	++

- ++ Soveltuu hyvin
+ Soveltuu kohtalaisesti
- Ei sovellu

- (1) "+" silloin, kun on tiedossa rakenteen aukikaivuja maanalaisen verkoston huollon takia.
(2) Suodatinrakenteen 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 (PES).
(3) Esim. kevyesti kuormitetut väylät ja huoltotiet.

4.3 Betonimurskerakenteiden suunnittelussa ja mitoituksessa huomioitavaa

Vaatimukset materiaalin ylä- tai alapuolisille rakennekerroksille

Betonimurskekerroksesta ei aiheudu materiaaliperusteisia vaatimuksia ylä- tai alapuolisille rakennekerroksille.

Yläpuolisissa rakennekerroksissa on otettava huomioon MARA-asetuksen tai ympäristöluvan asettamat vaatimukset. Kun jätettä hyödynnetään MARA-asetuksen mukaan, betonimurskekerroksen yläpuolelle asennetaan asfaltti, jonka tyhjätilla on enintään 5 % tai se peitetään vähintään 10 cm paksuisella kerroksella pilaantumaton luonnon maa- tai kiviainesta.

Huonosti vettä läpäisevä kerros

Betonimurskerakenteissa ei tarvitse soveltaa Tierakenteen suunnitteluohjeen luvun 4.6.1 (Huonosti vettä läpäisevä kerros) ehtoja.

Suodatinkerrosten tai suodatinkankaan tarve

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.

Kerrosten ja luiskan muotoilu

Betonimurskeen lujittuminen tulee ottaa huomioon lopullisen muotoilun ja tasauksen tekemisessä. Mikäli betonimurskekerroksen muotoilu tehdään betonimurskeen pinnan lujittumisen jälkeen, voi sen muotoilu olla hankalaa. Betonimurskekerroksen pinnan lopullinen muotoilu suositellaan tehtävän heti murskeen levittämisen jälkeen tai vaihtoehtoisesti rakennettavan luonnonkiviaineskerroksen päältä.

Uusiomateriaalin kemiallinen yhteensopivuus muiden materiaalien ja rakenteiden kanssa

Betonimurskeen läpi suotautuneen veden pH-taso on korkeintaan 12,5, mutta pH voi jäädä merkittävästikin tätä alhaisemmaksi. Betonimurskeen läpisuotautuneen veden pH otetaan huomioon materiaalivalinnoissa (HSY 2021) alla esitettyjen kappaleiden mukaisesti.

Rautametallit:

Seostamattomat rautametallit (valurauta ja hiiliteräkset) ovat sähkökemiallisesti stabiileja, kun elektrolyytin eli metallin kanssa kosketuksessa olevan veden pH ylittää noin tason 10. Betonimurskeen läpi suotautunut vesi voi siten saada aikaan rautametallien passivoitumisen, eli korroosion pysähtymisen. Näin ollen betonimurskeen käyttö rautametallien yhteydessä ei lisää rautametallien korroosiotai-pumusta, vaan päinvastoin vähentää sitä.

Sinkki:

Sinkki on sähkökemiallisesti stabiili pH-alueella, joka ulottuu neutraalista noin pH-tasolle 13. Näin ollen betonimurskeen aiheuttama emäksisyys (pH 12,5) ei ole riittävän korkea sinkin korroosion merkittäväälle käynnistymiselle. Sinkkipinnan tulee kuitenkin olla ns. passivoitunut, mihin riittää esimerkiksi sinkityn kappaleen säilyttäminen ulkona noin 4 viikon ajan.

Alumiini:

Puhdas alumiini on sähkökemiallisesti stabiili pH-alueella, joka ulottuu pH-tasolta 4 noin tasolle 8, joskin alumiinin koostumus (seostaminen) vaikuttaa korroosionkestävyyteen merkittävästi. Tätä korkeammassa pH:ssa alumiini syöpyy. Betonimurskeen läpi suotautunut vesi voi olla niin emäksistä, että se syövyttää käytännössä kaikkia alumiinilaatuja. Alumiinisia tarvikkeita ei tule käyttää betonimurskeen yhteydessä ilman emäksisyyttä kestävää suojapinnoitusta.

Geolujitteet:

Betonimurskerakenteissa käytävien geolujitteiden tulee sietää emäksiset olosuhteet (korkea pH). Geolujite, joka on valmistettu polyesteristä, ei siedä emäksistä olosuhdetta toisin kuin useat muut lujitemateriaalit.

Muovi ja betoni:

Betonimurskeen käyttäminen alkutäytön yläpuolella ei rajoita muovi- tai betoniputkien käyttämistä (HSY 2014).

Betonimursketta sisältävän päällysrakenteen parantaminen

Aukikaivetun rakenteen ennallistamista käsitellään luvussa 6.1.

5 Rakentaminen

5.1 Urakan valmistelu

Rakentamisurakkaa valmisteltaessa on varmistettava, että betonimurskeen käyttö on kirjattu urakkaohjelmaan ja suunnitelmiin. Olennaisena edellytyksenä betonimurskeen hyödyntämiselle ja sen mahdolliselle välivarastoinnille on tarvittavien viranomaislupien hakeminen. Suunnitelmavaiheessa tulee myös selkeästi määrittellä vastuunjako tarvittavien viranomaislupien ja/ tai -ilmoitusten hakemisesta ja tekemistä.

Urakan valmistelussa betonimurskeen saatavuus on varmistettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Suunnittelussa ja sopimuksissa on hyvä lisäksi varautua vaihtoehtoisen materiaalin käyttöön, mikäli betonijätettä ei voida käyttää esim. voimakkaan laadunvaihtelun vuoksi. Suunnitelma-asiakirjoissa tulee myös olla esitetynä betonimurskeen laadunhallintatoimenpiteet. Työselostuksessa on puolestaan esitettävä tilaajalle vaatimukset toteutettujen betonimurskerakenteiden dokumentoinnista.

Alla on listaus urakan valmistelussa huomioon otettavista asioista:

Urakkaohjelma:

- Kirjoitetaan urakkaohjelmaan, voiko kohteessa käyttää betonimursketta
- Betonimurskeen käytettävyyden puutteisiin varautuminen esim. materiaalin hankkiminen hankkeen ulkopuolelta

Suunnitelmat:

- Betonimurskeen hyötykäyttömahdollisuus sekä mahdolliset käytön rajoitukset esitetään työselostuksessa. Hankekohtainen työselostus täydentää infrarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia (InfraRYL) tarkennetuilla työohjeilla.
- Betonimurskeen laatuvaatimukset esitetään työselostuksessa
- Kohteet, joissa betonimursketta voidaan hyödyntää, esitetään työselostuksessa
- Betonimurskeen hyötykäyttö esitetään piirustuksissa
- Rakennuttajan mahdolliset rajoitukset työmaajalostukseen ja betonimurskeen välivarastointiin työmaa-alueella, esitetään suunnitelmissa
- Rakentamisajankohdan sääolosuhteiden vaikutukset tiivistymiseen ja lujittumiseen otetaan huomioon

Luvat ja ilmoitukset:

- Esitetään, kuka vastaa betonimurskeen MARA rekisteröinti-ilmoituksen tekemisestä tai
- Ympäristölupa hyötykäytölle on haettu/saatu
- Varaudutaan MARA-rekisteröinti-ilmoituksen tai ympäristöluvan laatimisen viivästymiseen tai viranomaiskäsittelyn viivästymiseen
- Urakoitsija vastaa betonimurskeen mahdollisessa työmaajalostuksessa tarvittavista luvista ja ilmoituksista
- Urakka-asiakirjoissa esitetään, kuka vastaa betonimurskeen mahdollisen työmaa-alueella tapahtuvan välivarastoinnin vaatimista luvista

- Varmistetaan paikallisen vesilaitoksen mahdollisesti edellyttämät luvat betonimurskeen käyttöön, mikäli kohteeseen liittyy vesijohtoverkoston rakentamista

Laadunhallinta:

- Betonimurskemateriaalin laadunhallintatoimenpiteet esitetään
- Betonimurskeen työmaavastaanoton vaatimukset esitetään
- Betonimurskerakentamisen laadunvalvonta esitetään työselostuksessa
- Selvitetään tarve ja tarvittaessa nimetään ulkopuolinen asiantuntijavalvoja

Dokumentointi:

- Työselostuksessa esitetään vaatimukset tilaajalle tehtävästä betonimurskerakenteen dokumentoinnista ja raportoinnista
- Työselostuksessa on vaatimus MARA-ilmoituksen tai ympäristöluvan mukaisesta urakoitsijan dokumentointivelvoitteesta

5.2 Materiaalin vastaanotto työmaalle

Betonimurskeen toimittaja (jos eri kuin urakoitsija) toimittaa betonimurskeen laadunvalvontadokumentit tarkistettavaksi urakoitsijalle ja tilaajalle etukäteen ennen kuin hyödyntäminen aloitetaan.

Urakoitsijan tulee tarkastaa, että betonimurske vastaa laadultaan kohteen laatuvaatimuksia.

Betonimurskeen seassa voi olla sen laatuluokasta riippuen myös tiiltä sekä pieniä määriä epäpuhtauksia, kuten puuta, metallia ja muovia. Jos murske näyttää silmämääräisesti liian roskaiselta tai sen rakeisuus ei vastaa laatudokumentteja, tulee varmistaa, että murske on suunnitelmien mukaista. Tarvittaessa vastaanotto ja hyödyntäminen tulee keskeyttää ja tehdä näytteenotto ja laadunvalvontatutkimukset, joiden perusteella todetaan murskeen laatu. Jos laatu täyttää vaatimukset, vastaanottoa voidaan jatkaa. Mikäli laatuvaatimukset eivät täyty, tulee materiaali, joka ei täytä vaatimuksia, kuljettaa pois työmaalta.

5.3 Rakentamisessa huomioitavaa

5.3.1 Laadunvalvonta

Betonimurskeesta tehdyn rakenteen laadunvalvonnassa käytetään pääsääntöisesti samoja menetelmiä ja laatuvaatimuksia kuin käytettäessä luonnon maa- ja kiviaineksia. Rakenteen tiiviysaste todetaan tiiviysmittauksilla ja/tai kantavuusmittauksilla InfraRYLin päällys- ja pintarakenteet rakennusosakohtaisten lukujen vaatimusten sekä sen liitteen 2 mukaisesti.

Sekä materiaalin että rakenteen laadunvalvontatulokset ja dokumentit kootaan työmaan laatuaineistoon.

5.3.2 Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin

Kuivattavan kerroksen päälle rakennettaessa (esim. louhe, kevytsora, vaahtolasi-murske) on rakentamis- ja jälkihoitovaiheessa huolehdittava riittävästä kastelusta,

koska betonimurske ei saa kapillaarisesti vettä pohjamaasta eikä päällystyksen jälkeen ylhäältä päin.

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, kastelua ei välttämättä tarvita, mutta pitkinä hellejaksoina kastelua tarvitaan päivittäin. Jos betonimurskekerroksen päälle tehdään murskekerros, vähenee jälkikastelun tarve.

Betonimurskeen hienoaines voi liettyä kovalla sateella ja murskekerros tulee aina tiivistää mahdollisimman nopeasti erityisesti silloin, jos on odotettavissa rankkasadetta.

Betonimurskekerroksen päällä voi liikkua työkoneilla, kun rakenteen kantavuus on todettu suunnitellun mukaiseksi. Betonimurskeessa voi olla yksittäisiä teräviä metallikappaleita (esim. betoniteräksen paloja), jotka voivat aiheuttaa rikkoutumisvaaraa kumipyöräisille työkoneille ja autoille. Jos betonimurskekerroksen päällä liikennöidään, se saattaa kuivalla ilmalla kuivua ja pölytä. Betonimurskekerros olisi-kin hyvä peittää päälle tulevilla kiviaines- tai päällystekerroksella mahdollisimman nopeasti kerroksen valmistumisen jälkeen.

Betonimurskeen käyttö vedenpinnan alapuolisissa täytöissä on mahdollista, jos toiminnalle on ympäristölupa. Vedenalaisissa täytöissä on estettävä betonimurskeen sisältämien kelluvien materiaalien leviäminen ja varmistettava, että mahdollisesti liettyvä hienoaines ei kulkeudu ja leviä veden mukana. Veden alaisen betonimurskeen tiivistäminen pudotustiivistämällä on todettu koerakenteessa mahdolliseksi (Anttila 2020).

5.3.3 Betonimurskeen varastointi

Betonimurskeen varastointi ja muu toiminta hyödyntämispaikalla ei saa aiheuttaa haittaa ympäristölle. Betonimurskeen varastoinnin MARA-kohteissa saa aloittaa aikaisintaan kaksitoista (12) kuukautta ennen hyödyntämistä. Hyödynnettäessä betonimursketta ympäristöluvalla, tulee varastointia koskevat ajat varmistaa tapauskohtaisesti.

MARA-ilmoituksella varastoidessa betonimurskekasoja ei tarvitse suojata peittämällä. Tällöin on kuitenkin huolehdittava, että merkittävää pölyämistä ei tapahdu ja etteivät hulevedet pääse merkittävästi huuhtomaan betonimurskekasaa. Ympäristöluvalla varastoidessa, tulee varastokasojen peittämistä koskevat asiat varmistaa tapauskohtaisesti.

Sekoittuminen muihin materiaaleihin on estettävä. Väliavarastoinnin aikarajojen ylityminen on joissakin tapauksissa vältettävissä aloittamalla betonirakenteiden purku vasta sitten, kun betonimurskeen hyötykäyttöpaikka on varmistettu.

5.3.4 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 kuluttua 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.

Lujittunut betonimurskekerros muodostaa jäätynyttä kiviainesta vastaavan laatan. Auki kaivettaessa betonimurske irtoaa kaivannosta talvi- ja kesäolosuhteissa rakeisena eli se ei jää koviksi lujittuneiksi kappaleiksi, jotka eivät hajoaisi työmaalla. Kenttäkokeiden perusteella sulan ja jäätyneen (routaantuneen) betonimurskeen kaivuvastus on suurempi kuin luonnon kiviaineksen, mutta kaivu on silti tehtävissä normaalilla korjauskohteiden auki kaivussa käytetyllä kalustolla. (HSY 2014)

Rakenteesta auki kaivettu betonimurske, joka on tiivistetty huolellisesti, lujittuu uudelleen lähes vastaavasti kuin ensimmäistä kertaa ko. materiaalilla rakennettaessa. Auki kaivun ei ole havaittu muuttavan oleellisesti betonimurskeen rakeisuutta. (HSY 2014)

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

5.4 Dokumentointi

5.4.1 Lupaviranomaisen edellyttämät raportoinnit ja dokumentit

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

5.4.2 Rakennuttajan edellyttämä raportointi ja dokumentointi

Betonimurskeen valmistamiseen ja hyödyntämiseen liittyvät tiedot, kuten suunnitelma, ympäristö lupa tai MARA-ilmoitus ja näiden liitteet sisältäen rakenteen sijainti (xyz), määrä ja laatu (ympäristökelpoisuuden analyysitodistukset), toteumatiedot sekä MARA-loppuraportti tai ympäristöluvan kyseessä ollessa sen edellyttämät asiakirjat tallennetaan rakennusosakohtaiseen laatuaineistoon ja tarvittavat tiedot työmaapöytäkirjoihin. Laatuaineisto tallennetaan Velho -ohjeiden *Suunnittelu- ja toteutusprojektien aineiston hallinta Velho -järjestelmässä 8/2020* mukaisesti.

6 Betonimurskerakenteiden kunnossapito ja käytöstä poisto

6.1 Aukikaivetun rakenteen ennallistaminen

Betonimursketta sisältävän rakenteen parantamiseen käytetään ensisijaisesti betonimursketta. Mikäli betonimursketta ei ole mahdollista palauttaa kaivannon täyttöön tai vastaavaa betonimursketta ei ole saatavilla, voidaan kaivanto täyttää murskeella ja tiivistää murske huolellisesti.

Mahdollisten kaivutöiden jälkeen betonimurskekerros 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.

Betonimursketta sisältävien rakenteiden korjauksessa on huomioitavaa, että MARA-asetuksen tai ympäristöluvan asettamat vaatimukset rakenteen peittämiselle tai päällystämiseksi ovat voimassa koko rakenteen elinkaaren ajan.

6.2 Uudelleenkäyttö ja kierrätettävyys

Rakenteesta kaivetun betonimurskeen uudelleenkäyttö on mahdollista ja suositeltavaa. Päällysrakenteesta tai pengertäytöstä kaivettavan betonimurskeen ominaisuudet on kuitenkin selvitettävä. Mikäli kaivettava betonimurske on hyödynnetty MARA-asetuksen mukaisesti, voidaan se uudelleen hyödyntää MARA-asetuksen mukaisesti. Hyödyntämisen tulee täyttää vastaavasti kaikki materiaalille asetetut ympäristökelpoisuusvaatimukset ja tekniset vaatimukset. Vaatimusten täyttyminen voidaan pääsääntöisesti osoittaa käyttämällä rekisteröinti-ilmoituksessa aiemman rekisteröinti-ilmoituksen mukana viranomaiselle toimitettuja tietoja.

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

Mikäli uudelleen käytettävä betonimurske ei teknisten ominaisuuksiensa puolesta sovellu hyödynnettäväksi esimerkiksi päällysrakentamisessa, on se useissa tapauksissa mahdollista hyödyntää kuitenkin muissa rakennusosissa, esimerkiksi penkeissä ja täytöissä.

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

6.3 Käytöstä poistaminen

Mikäli betonimurskeeseen on sekoittunut maa-ainesta tai muita jätteitä, tai sitä ei pystytä kierrättämään, poistetaan se käytöstä betonijätteenä. Ennen kaatopaikalle toimittamista materiaali on etukäteen hyväksyttävä kaatopaikalle sijoitettavaksi.

Esimerkiksi maankaatopaikoille voidaan tyypillisesti sijoittaa vain pilaantumattomia maa- ja kiviaineksia. Käytöstä poistuva betonimurske luokitellaan betonijätteeksi (17 01 01 tai 17 01 07).

7 Riskien arviointi

Tässä luvussa kuvataan betonijätteen käsittelyyn ja käyttöön liittyvät yleiset riskit suunnittelun ja rakentamisen näkökulmasta. Betonijätteen käsittelyyn ja käyttöön liittyviä teknisiä ja hankeriskejä hallitaan toimimalla tämän ohjeen mukaisesti. Tässä ohjeessa ei käsitellä työ- ja liikenneturvallisuuteen liittyviä asioita eikä riskejä. Ympäristöriskejä hallitaan toimimalla ympäristölainsäädännön ja mahdollisen ympäristöluvan mukaisesti, eikä niitä käsitellä tässä ohjeessa yksityiskohtaisesti.

Betonijätteen käsittely ja käytön riskit väylähankkeissa arvioidaan osana hankekohtaista riskienarviointia soveltaen ohjetta *Riskienhallinta väyläpidossa 50/2020* sekä noudattaen ohjeen *Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa 20/2022* vaatimuksia.

Betonimurskeen käytössä merkittävimmät riskit aiheutuvat tavallisesti materiaalin saatavuudesta, laadunvaihtelusta sekä suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa huomioimatta jätetyistä materiaaliakohtaisista erityispiirteistä. Betonimurskeen saatavuus tai laadun vaihtelu voi aiheuttaa tilanteen, jossa materiaalia ei ole käytettävissä rakentamisvaiheessa. Tällaiset tilanteet on hyvä tiedostaa ja suunnittelussa sekä rakentamisessa tulee varautua vaihtoehtoisen materiaalin käyttöön tai selvittää hankkeen ulkopuolisen betonimurskeen saatavuus esimerkiksi laitospuolelta toimijoilta. Saatavuuteen liittyvät riskit eivät yleensä koske hankkeiden sisällä syntyvän betonimurskeen hyödyntämistä.

Betonijätteen käsittelyssä keskeisimmät tunnistetut riskit liittyvät betonimurskeen ympäristökelpoisuuteen. Ympäristökelpoisuus tutkitaan kokoomanäytteellä valmiista murskeesta, mikä tapahtuu materiaalin jalostusvaiheen loppupuolella. Mikäli haitta-ainepitoisuudet ja muut laatuvaatimukset (materiaalijakauma ja epäpuhtaudet) ylittävät MARA-asetuksessa määritetyt raja-arvot, betonimursketta ei voida hyödyntää MARA-ilmoituksella, vaan hyödyntäminen edellyttää ympäristöluvan. Betonijätteen käsittelyvaiheessa tehtävillä ennakkotutkimuksilla pystytään kuitenkin hallitsemaan lopputuotteen kelpoisuuteen liittyviä riskejä. Purkubetonijätteen ennakkotutkimuksia käsitellään tarkemmin luvussa 3.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon hankkeen olosuhteet, rakentamisen vaiheet sekä ehdotettu rakentamistapa, jotta rakentamisen tai käytön aikaisia kuormituksia ei arvioida virheellisesti tai jätetä huomioimatta, kuten esimerkiksi saavutettava tiiveys, kuivatusolosuhteet tai alusrakenteen routimisherkyys. Suunnitteluvaiheessa tehdyt virhearviot voivat korostua rakentamisessa ja johtaa ei-toivottuun lopputulokseen sekä negatiiviseen kokemukseen betonimurskeen käytöstä. Luvussa 4 on esitelty tarkemmin suunnittelun yhteydessä huomioitavia riskejä.

Rakentamisvaiheessa tulee huomioida erityisesti betonimurskeen käsittelyn ja rakenteiden tiivistämisen ajankohta, sillä sääolosuhteet muodostavat riskin lujittumisen kannalta, mikäli betonimurskeen lujittuminen on huomioitu rakenteiden mitoituksessa. Rakentamiseen liittyviä riskejä pystytään hallitsemaan asianmukaisella urakan valmistelulla. Keskeisimpiä rakentamisvaiheen riskejä käsitellään tarkemmin luvussa 5.

Lähdeluettelo

Anttila, S. 2020. Betonimurskeen geotekninen soveltuvuus meritäyttömateriaaliksi. YAMK-työ. Turun ammattikorkeakoulu.

Helsingin, Espoon, Tampereen, Turun ja Vantaan kaupungit 2019. Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa. Ohje.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY 2021. Kierrätysmateriaalit HSY:n verkostotyömailla.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY 2014. Betonimurske käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon.

Häkkinen, J., Pyy, O., Salminen, J. & Reinikainen, J. 2020. MARA-asetuksen ja soveltamisohjeen kehittämistarpeita. CircVol. Muistio 8.12.2020.

InfraRYL 2017. InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset — Päällis- ja pintarakenteet. Rakennustieto.

Järvinen, K. 2018. Ympäristönormit ja kierrätysmateriaalit infrarakentamisessa. Esitys. 6.3.2018. Rakennuttajan pätevyitysmiskoulutus RAP 28.

Jätelaki 17.6.2011/646.

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä 23.6.2005/503.

Liikennevirasto 2016. Vaihtoehtoisia maarakennusmateriaaleja sisältävien tie- ja katurakenteiden vaurioituminen. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 52/2016.

Petersen, K. 2012. Short and medium chained chlorinated paraffins in buildings and constructions in the EU. Master's thesis. Norwegian University of Science and Technology.

Ratalaki 2.2.2007/110.

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA-asetus) 7.12.2017/843.

Valtioneuvoston asetus jätteistä 18.11.2021/978.

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713.

Vesilaki 27.5.2011/587.

Väylävirasto 2019. Siltojen ja muiden taitorakenteiden purkubetonijätteen hyödyntäminen. Väyläviraston tutkimuksia 8/2019.

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

Ympäristöministeriö 2022. Kierrätyksestä kiertotalouteen. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027. Ympäristöministeriön julkaisu ja 2022:13.

Ympäristöministeriö 2021. Ehdotus Valtioneuvoston asetukseksi betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista. Muistio 15.10.2021.

Ympäristöministeriö 2019. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. Soveltamisohje. Versio 2.7.2019.

Ympäristöministeriö 2017. Ehdotus Valtioneuvoston asetukseksi eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. Muistio 28.11.2017.

Ympäristöministeriö 2014. Siirtoasiakirja. Muistio 24.5.2012/päivitetty 11.6.2014.



Väylävirasto
Trafikledsverket