



# Betoroc® -murskeohje

Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun

# Sisällys

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Betoroc-murskeet</b>	<b>4</b>
2.1	Betoroc-murskeiden luokitus	4
2.2	Tekniset ominaisuudet ja laatuvaatimukset	4
2.3	Betoroc-murskeen pitkäaikaistoimivuus tie- ja katurakenteissa	6
2.4	Ympäristökelpoisuus	6
2.5	Toimintaketju	7
<b>3</b>	<b>Betoroc-murskeen käyttö maarakentamisessa</b>	<b>8</b>
3.1	Käyttökohteet	8
3.2	Käyttö tuotteistamislainsäädännön mukaisina tuotteina (EEJ-murske)	9
3.3	Käyttö MARA-asetuksen mukaisesti (MARA-murske)	9
3.4	Käyttö Väyläviraston ja ELY-keskusten väylähankkeilla	10
<b>4</b>	<b>Rakentaminen Betoroc-murskeella</b>	<b>10</b>
4.1	Betoroc-murskeen toimitus ja vastaanotto	10
4.2	Työohjeita	10
4.3	Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin	11
<b>5</b>	<b>Rakenteen suunnittelu Betoroc-murskeella</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Betoroc-murskeen tilaaminen ja saatavuus</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Betoroc-murskeen kierrätettävyys ja käytöstä poisto</b>	<b>14</b>
<b>Liite 1</b>		<b>15</b>
<b>Kirjallisuusluettelo</b>		<b>16</b>
<b>Yhteystiedot</b>		<b>16</b>

# 1. Johdanto

Betoroc®-murske on Ruduksen valmistama tuotteistettu betonimurske, jota käytetään luonnon maa- ja kiviaineksen tapaan. Betoroc on Ruduksen rekisteröity tuotemerkki, eli kyseistä nimitystä voidaan käyttää vain Ruduksen toimittamasta betonimurskeesta. Betoroc-murske valmistetaan siten, että sen ominaisuudet ja laatu vastaavat tuotelainsäädännössä esitettyjä ja "Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista" [VNa 466/2022] tai "Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa" vaatimuksia [VNa 843/2017]. Betoroc-murskeen suoritustason pysyvyyden arvioimisessa ja varmentamisessa käytetään AVCP 2+<sup>1)</sup>-menettelyä.

Betoroc-mursketta voidaan käyttää maarakentamisessa, talonrakentamisessa, viherrakentamisessa ja kiviaineksenä valmisbetonin ja betonituotteiden valmistuksessa.

Käytännössä suurin osa Betoroc-murskeesta käytetään luonnon maa- ja kiviaineksen tavoin. Tämä ohje on Ruduksen käyttöohje Betoroc-murskeen hyödyntämiseen:

- tuotelainsäädännön mukaisina tuotteina
- VNa:n vaatimusten mukaisesti sekä
- Väyläviraston ja ELY-keskusten väylähankkeilla ilman erillistä hankekohtaista soveltuvuuden arviointia.

Rakennettaessa infra-rakenteita tai talonrakennuksen maatöitä Betoroc-murskeella, käytetään ensisijaisesti tätä ohjetta.

Muita betonimursketta ja sen käyttöä käsitteleviä ohjeita ovat mm.

- InfraRYL ja MaaRYL (päivitys 2022)
- Verkostosuunnittelukäytännöt, HSY:n vesihuolto, 2019 (sisältää liitteen "BeM-ohjeet 2014 vesihuoltoverkoston suunnitteluun")
- Betonimurskeen käyttö julkisessa maarakentamisessa, Helsingin, Espoon, Vantaan, Tampereen ja Turun kaupunki 2019
- Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa, Väylävirasto 2020
- Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankkeissa, Väylävirasto 2022
- Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohje, Katu 2020, Suomen kuntatekniikan yhdistys, 2020.
- Betonimurskeohje, Betonimurskeen käyttö infrarakentamisessa Lahden ja Hollolan alueella, 2018

Betoni sitoo elinkaarensa aikana hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) karbonatisaatio reaktiossa. Betonijätteen murskaamisen jälkeen tämä reaktio kiihtyy, koska reaktioon on käytettävissä enemmän vapaata pinta-alaa. Betoroc-murske pystyy sitomaan jopa puolet sementin valmistuksessa aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä. Betonimurske toimii siis hiilidioksidinieluna.

---

1) AVCP-luokka eli suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmentamisjärjestelmä (4, 3, 2+, 1 ja 1+) määrittää, missä laajuudessa ilmoitettu laitos osallistuu tuotteen ominaisuuksien ja valmistuksen laadunvalvonnan varmentamiseen. Kiviainekset sertifioidaan joko AVCP-luokkaan 2+ tai 4. Luokkien erona on ulkopuolisen tarkastajan tarve, eli luokassa 2+ on kolmas osapuoli mukana varmistamassa tuotannonaikaisen laadunvalvonnan toteutumisesta.



## 2. Betoroc-murskeet

### 2.1. Betoroc-murskeiden luokitus

Betoroc-murskeet ovat murskaamalla ja seulomalla valmistettuja kierrätystuotteita. Seulomalla materiaalin raekoko voidaan säätää halutuksi. Betoroc-murskeen raaka-aine on peräisin rakennustyömailta, purkutyömailta tai betoniteollisuudesta.

Betoroc-murskeet jaetaan teknisten ominaisuuksien perusteella luokkiin Betoroc BeM I, BeM II, BeM III, BeM IV ja Betoroc Sr. Betoroc BeM I, II ja III toimitetaan yleensä raekoossa #0/45. Betoroc BeM II mursketta toimitetaan myös raekoossa #0/90. Rakeisuutta lukuun ottamatta Betoroc BeM II #0/90 murskeen ominaisuudet vastaavat BeM II #0/45 murskeen ominaisuuksia. Betoroc-murskeet jaotellaan a- ja b-luokkaan. a-luokan murskeet on tuotettu VNa 466/2022 mukaisesti ja niiden jäteluokittelu on päättynyt. b-luokan murskeet täyttävät VNa 843/2017 mukaiset vaatimukset. b-luokan murskeet ovat kuitenkin edelleen jätelainsäädännön piirissä. Kaikki Betoroc-murskeet pyritään valmistamaan VNa 466/2022 mukaisin arviointiperustein a-luokan murskeiksi.

### 2.2. Tekniset ominaisuudet ja laatuvaatimukset

Betoroc-murskeiden ominaisuuksia on esitetty taulukossa 1. Taulukossa esitetty E-moduuli on Odemark-mitoitusta varten. Odemark-mitoitus on esitetty Tierakenteen suunnitteluohjeessa 28.11.2018.

Mikäli Betoroc BeM I -murskeen lujittuminen hyödynnetään mitoituksessa, suositellaan tarkistamaan ko. lajitteen saatavuus ennakkoon. Myös muita tarkempia tietoja materiaalin ominaisuuksista voi tiedustella Rudus Kierrätykseltä:

[www.rudus.fi/myyntikierratys](http://www.rudus.fi/myyntikierratys)

Betoroc-murskeiden laadunvalvonnan vaatimukset, tiheydet ja menettelytavat on esitetty Betoroc-murskeen laadunhallintajärjestelmässä (Rudus) sekä standardissa SFS 5884 (Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunvalvontajärjestelmä). Betoroc-murskeet ovat CE-merkittyjä Rakennus-tuoteasetuksen 305/2011 ja standardin SFS-EN 13242 (Maa- ja vesirakentamisessa käytettävät sitomattomat ja sidotut kiviainekset) mukaisesti.

Betoroc BeM I ja BeM II (0/45) murskataan siten, että rakeisuus on Infra-RYL:ssä esitettyjen kantavan kerroksen kiviainesmurskeen ohjekäyrien alueella. Betoroc BeM II (0/90) murskataan rakeisuudeltaan InfraRYL:n jakavan kerroksen ohjekäyrien alueelle. Betoroc BeM IV ja Betoroc Sr rakeisuusvaatimukset asetetaan tapauskohtaisesti.

Betoroc-murskeiden sisältämän tiilen ja muiden materiaalien maksimiosuudet ovat on esitetty taulukossa 2. Muiden materiaalien osuudet tutkitaan Ruduksen laadunhallintajärjestelmän mukaisesti. Betoroc-murskeet valmistetaan täyttämään taulukossa esitetyt vaatimukset, jotka on esitetty myös InfraRYL:ssä betonimurskeille BeM I, II ja III.

Massakertoimina voidaan käyttää vastaavan kiviainesmurskeen kertoimia, joiden avulla voidaan määrittää mm. Betoroc-murskeen tiivistymis- ja täyttökerroin. Massakertoimia on esitetty mm. Infra, Rakennusosa- ja hankenimikkeistön määräysmittausohjeessa.

Taulukot 1a ja 1b. Betoroc-murskeiden ominaisuuksia.

a) BETOROC LAJITE	Rakeisuus [mm]	Lujittuminen	Routivuus	E-moduuli [MPa] (1)	Pääasiallinen käyttökohde
Betoroc BeM Ia ja b	0/45	lujittuu <sup>(1)</sup>	routimaton <sup>(1)</sup>	700	kantava kerros
Betoroc BeM IIa ja b	0/45	lujittuu <sup>(1)</sup>	routimaton <sup>(1)</sup>	500	kantava - / jakava kerros
Betoroc BeM IIa ja b #90	0/90	lujittuu <sup>(1)</sup>	routimaton <sup>(1)</sup>	500	jakava kerros
Betoroc BeM IIIa ja b	0/45 tai 0/90	vaihtelee	routimaton <sup>(1)</sup>	280 <sup>(2)</sup>	jakava kerros
Betoroc BeM IVa ja b	vaihtelee	vaihtelee	vaihtelee	- <sup>(3)</sup>	pengertäyttö
Betoroc Sr-a ja b	0/45	vaihtelee	vaihtelee	70	jakava kerros / pengertäyttö
Betoroc Sr-a ja b	0/90	vaihtelee	vaihtelee	150	jakava kerros / pengertäyttö

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. Alemmassa lämpötilassa ko. kantavuuksien kehittyminen kestää pidempään. Mitoituksessa on huomioitava alapuolisen kerroksen kantavuus EA.

2) BeM III:lla voidaan käyttää katujen yms. kantavuusmitoituksessa Emax 300 MPa (päälysrakenteen mitoitus on esitetty Liikenneviraston Tierakenteen suunnitteluohjeessa)

3) Mitoituksessa käytettävä E-moduuli on tapauskohtainen

b) BETOROC LAJITE	Optimivesipitoisuus [%]	Maksimikuiva-tilavuuspaino [kN/m <sup>3</sup> ]	Puristuslujuus 28d [MPa]	Hienoaines-pitoisuus	Vedenläpäisevyys [m/s] <sup>(2)</sup>
Betoroc BeM Ia ja b	10 ± 2	19,5 ± 0,5	> 1,2 <sup>(1)</sup>	f7	10 <sup>-5</sup>
Betoroc BeM IIa ja b	10 ± 2	19,0 ± 1,0	> 0,8 <sup>(1)</sup>	f7	
Betoroc BeM IIIa ja b	11 ± 3	19,0 ± 1,5	-		
Betoroc BeM IVa ja b	11 ± 4	18,5 ± 1,5	-		-
Betoroc Sr-a ja b	vaihtelee	19,0 ± 1,5	-		-

1) Normaaleissa käyttöolosuhteissa ohjeen mukaisesti riittävän kantavan kerroksen päälle rakennettuna sekä ohjeen mukaisessa vesipitoisuudessa ja tiiveydessä

2) Sora- ja kalliomurskeiden vedenläpäisevyys on yleensä 10-3...10-4 m/s

Taulukko 2. Betoroc-murskeen sisältämän tiilen, kelluvien ja muiden materiaalien maksimiosuudet.

	Tiilen max. osuus [paino-%] <sup>(1)</sup>	Muiden materiaalien osuus [paino-%] <sup>(2)</sup>	Kelluvien materiaalien osuus [cm <sup>3</sup> /kg]
Betoroc BeM Ia	10	1	5
Betoroc BeM Ib	10	1	5
Betoroc BeM IIa	10	1	5
Betoroc BeM IIb	10	1	10
Betoroc BeM IIIa	10	1	5
Betoroc BeM IIIb	10	1	10
Betoroc BeM IVa	10	1	5
Betoroc BeM IVb	30	1	10
Betoroc Sr-b	30	1	10

1) tiili, laasti, kevytbetoni

2) esimerkiksi metallit, kellumattomat puut, muovit, kumit yms.

Dynaamisia parametreja tarvitaan mitoitettaessa rakenteen värähtelykäyttäytymistä ja rakenteen vaikutusta värähtelystä ympäristöön aiheutuvan värähtelyn ja runkomelun etenemisessä. Materiaalin dynaamiset ominaisuudet riippuvat siinä tapahtuvan muodonmuutoksen suuruudesta. Värähtelyaaltojen ja värähtelyn aiheuttavat muodonmuutokset ovat niin pieniä, että materiaalin käyttäytyminen on elastista, eli palautumattomia muodonmuutoksia ei tapahdu. Näin pienillä muodonmuutoksilla voidaan materiaalin käyttäytymistä kuvata käyttäen dynaamisia parametreja, jotka on esitetty lujittuneille Betoroc-murskeille taulukossa 3. Lujittumatomalla betonimurskeella voidaan käyttää kalliomurskeen dynaamisia parametreja (Rasmussen 2020).

Kiinteissä kimmoisissa materiaaleissa esiintyy leikkausaaltoja eli leikkausjännitysten aikaansaamaa, yleensä poikittaista aaltoliikettä, jolloin materiaalipartikkelit liikkuvat kohtisuoraan vasten aallon etenemissuuntaa. Leikkausaallon nopeus kuvaa aallon etenemisnopeutta materiaalissa. Leikkausmoduulia voidaan pitää tärkeimpänä parametrina tarkasteltaessa aaltojen leviämistä ja niistä aiheutuvia värähtelyjä. Leikkausmoduuli on riippuvainen leikkausaallon nopeudesta. Vaimennussuhde kuvaa materiaalissa tapahtuvaa energian absorboitumista eli sisäistä vaimenemista.

Taulukko 3. Lujittuneen Betoroc-murskeen dynaamiset parametrit.

	keskimääräinen pääjännitys ≥ 50 kPa	keskimääräinen pääjännitys ≥100 kPa
Leikkausmoduuli, G	280 MPa	350 MPa
Leikkausaallon nopeus, vs	375 m/s	420 m/s
Vaimennussuhde, ξ	3,1 %	2,8 %

## 2.3. Betoroc-murskeen pitkäaikaistoimivuus tie- ja katurakenteissa

Betoroc-murskeen lujittuminen perustuu murskauksessa syntyvien sitoutumattoman sementin reaktiopintojen sitoutumiseen. Sementin sitoutuminen betonimurskeessa saa aikaan materiaalin lujittumisen, jonka on havaittu lisäävän Betoroc-murskeen pitkäaikaiskestävyyttä tie- ja katurakenteissa. Betoroc-murskeiden kestävyyttä on tutkittu tie- ja katurakenteissa jo yli kaksi vuosikymmentä jatkuneilla seurantamittauksilla - 1995 ja myöhemmin rakennettuja kohteita on edelleen seurantamittauskohteina. Pitkäaikaistutkimuksissa Betoroc-murskerakenteiden päällysteen päältä on mitattu jopa 15...25 % suurempia kantavuuksia kuin vastaavalla tavallisella kiviaineksella rakennetun päällysrakenteen päällysteen päältä. [Dettenborn 2013, Dettenborn et al. 2015, Ramboll 2017, Väylävirasto 2019]

Betoroc-murskeen lujittuminen ja suuri E-moduuli voidaan hyödyntää rakentamisessa ohuempina rakennekerroksina (routamitoitus huomioiden) tai tavanomaista suurempana tierakenteen kantavuutena. Suurempi kantavuus vähentää mm. tierakenteen urautumista ja vaurioitumista.

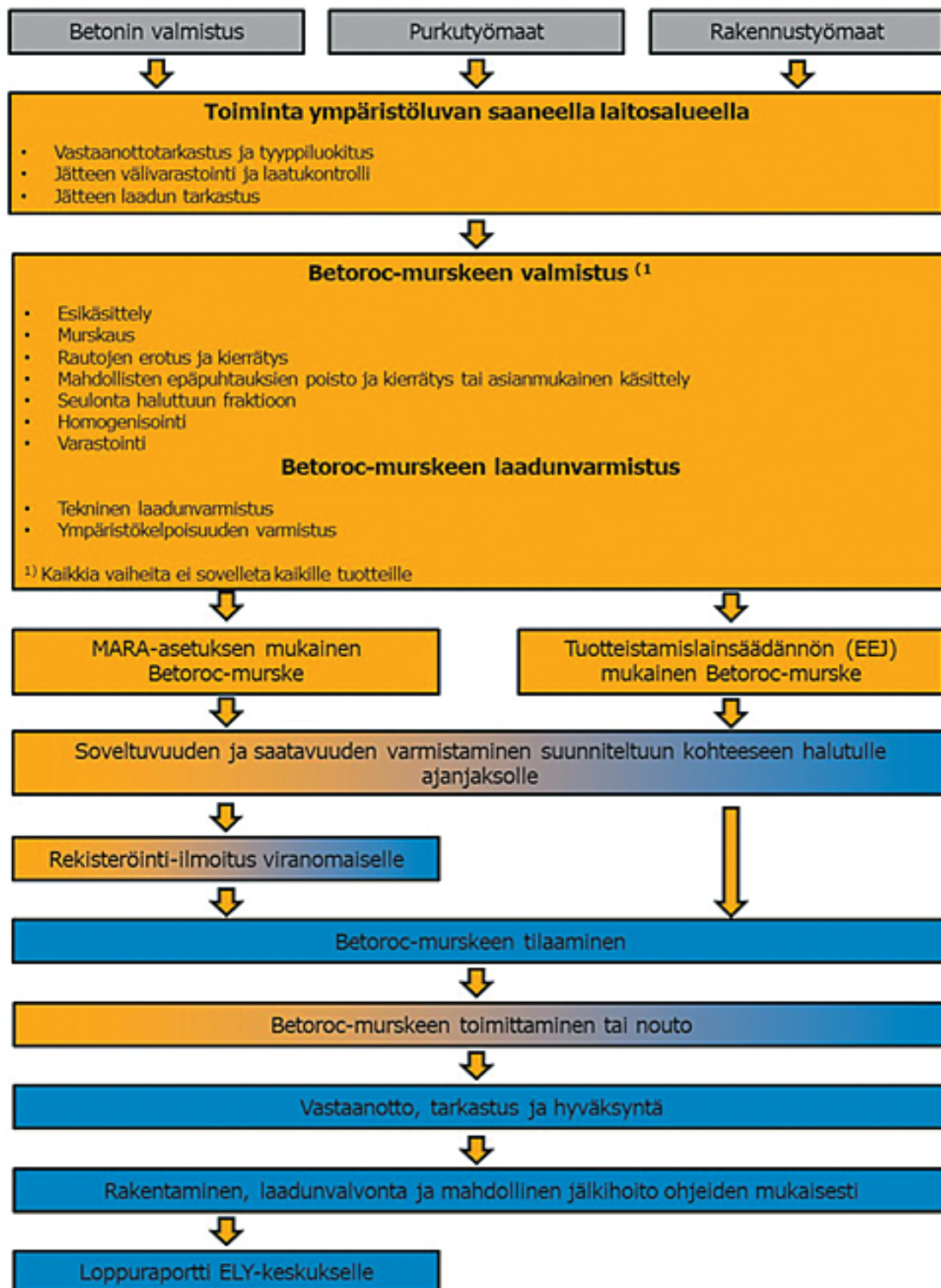
## 2.4. Ympäristökelpoisuus

Betoroc-murskeissa käytetty betonijäte ja valmis murske ovat läpikäyneet laatukontrollin, mikä varmistaa sen, että ne täyttävät tuotelainsäädännössä esitetyt vaatimukset ja Valtioneuvoston asetuksen betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteet VNa 466/2022 tai Valtioneuvoston asetuksen (ns. MARA-asetuksen) VNa 843/2017 vaatimukset peitetyille kenttärakenteelle.

Peitetyille kenttärakenteelle on MARA-asetuksessa asetettu alhaisimmat (=tiukimmat) liukoisuus- ja pitoisuusvaatimukset, joten Betoroc-murskeet soveltuvat kaikkiin MARA-asetuksessa esitettyihin maarakentamiskohteisiin, joissa betonimurskeen hyödyntäminen on sallittua.

## 2.5. Toimintaketju

Betoroc-murskeella rakentamisen toimintaketju on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Betoroc-murskeella rakentamisen toimintaketju. Sinisellä värillä on esitetty tilaajan toimenpiteet ja keltaisella Ruduksen. Harmaalla on esitetty Betoroc-murskeen alkuperä.

### 3. Betoroc-murskeen käyttö maarakentamisessa

#### 3.1. Käyttökohteet

Betoroc-mursketta käytetään yleensä samalla tavalla kuin luonnon maa- ja kiviainesta. Betoroc-murskeen pääasialliset käyttökohteet ovat katu-, tie- ja kenttärakenteiden jakavat ja kantavat kerrokset. Betoroc-mursketta voidaan käyttää myös mm. penkereissä, putkijohtokaivantojen lopputäytössä sekä muissa erilaisissa täytöissä.

Betoroc-murskeiden eri laatuluokkien soveltuvuutta eri rakennekerroksiin on esitetty taulukossa 4.

Esimerkkejä Betoroc-murskeiden käytöstä maarakenteissa:

- kantava kerros Betoroc BeM Ia ja Ib tai Ila ja IIb,
- jakava kerros Betoroc BeM Ila ja IIb tai IIIa ja IIIb,
- varastokentän jakavan kerroksen alaosa tai pengertäyte Betoroc BeM IVa tai IVb tai Betoroc Sr-a tai Sr-b (lajite kohteen vaatimukset huomioiden),
- putkijohtokaivannon lopputäyttö kohteen päällysrakenteen vaatimukset täyttävällä Betoroc-lajitteella Betoroc BeM I...IV, ympäristöluokissa a ja b.

Taulukko 4. Betoroc-murskeiden soveltuvuus rakennekerroksiin. Sulkuihin merkityt luokat ovat soveltuvia, mutta eivät taloudellisesti suositeltavia.

Rakennekerros	Kantava kerros	Jakava kerros	Täyttö
Betoroc-luokka	BeM Ia tai Ib BeM Ila tai IIb BeM IIIa tai IIIb <sup>(1)</sup>	(BeM Ia tai Ib) BeM Ila tai IIb BeM Ila tai IIb #0/90 BeM IIIa tai IIIb BeM IVa tai IVb <sup>(1)</sup> Sr-a tai Sr-b <sup>(1)</sup>	(BeM Ia tai Ib) (BeM Ila tai IIb) (BeM Ila tai IIb #0/90) (BeM IIIa tai IIIb) BeM IVa tai IVb Sr-a tai Sr-b
<sup>(1)</sup> käyttö suunnitellaan tapauskohtaisesti kohteen olosuhteet, vaatimukset ja muut rakennekerrokset huomioiden			

Lisäksi Betoroc-murskeen käyttö raitiotierakenteissa on teknisesti mahdollista, mutta käytöstä on sovittava tilaajan kanssa erikseen. Betonimurskeen käyttöä raitiolinjan rakentamisessa on käsitelty laajemmin diplomityössä (Linden 2018).

Vanhojen lujittuneiden Betoroc-murskekerrosten (BeM Ia tai Ib ja Ila tai IIb) aukikaivukokeissa on havaittu, että lujittuneen Betoroc-murskekerroksen aukikaivaminen on tehtävissä tavanomaisella kalustolla lujittumisesta huolimatta.

Lujittuneeseen betonimurskekerrokseen voidaan kaivaa matala kaapeliura tms. pystysuorilla luiskilla ja kaivannon takia avattava asfalttikaista on kapeampi kuin luonnon kiviaineksella.



## 3.2 Käyttö tuotteistamislainsäädännön mukaisina tuotteina (EEJ-betonimurske)

EEJ-asetuksessa määritetään vaatimukset, joiden vallitessa tuotteistettu Betoroc-murske ei ole enää jätettä sekä käyttötarkoitukset, joissa arviointiperusteet täyttävää betonimursketta voidaan suoraan asetuksen nojalla käyttää tuotteistamislainsäädännön mukaisina tuotteina.

Talo- ja maarakentamisessa tai viherrakentamisessa voidaan käyttää Betoroc-murskeita BeM-EEJ-asetuksen mukaisesti kiviaineksenä. Tuotteistamisprosessin läpikäyneen Betoroc-tuotteen hyötykäytössä on BeM-EEJ-asetuksen mukaisesti huomioitava:

1. ettei Betoroc-murskeita sijoiteta pohjaveden pinnan alapuolelle;
2. että vedenhankintaan tarkoitettulla pohjavesialueella etäisyys pohjaveden pintaan on vähintään 2 metriä;
3. että laadunhallinnassa todetaan murskeen läpi suodautuvan veden pH olevan enintään noin 11
4. että Betoroc-murske soveltuu suunniteltuun rakentamiskohteeseen ja käyttötarkoitukseen

Jätelain 5 b §:ää jätteeksi luokittelun päättymisestä on ehdotettu muutettavaksi. Ympäristölupaviranomainen voisi päättää tapauskohtaisesti jätteeksi luokittelun päättymisestä 5 b §:n 3 momentin perusteella silloinkin, kun käyttötarkoitus ei sisälly asetukseen. Betoroc voi tapauskohtaisesti soveltua tuotteena käytettäväksi muuhunkin kuin EEJ-asetuksella rajattuun käyttötarkoitukseen, jos kyseessä ovat teknisten tuotesäännösten ja -standardien mukaiset erityiset markkinoiden kysyntää vastaavat käyttötarkoitukset, joista ei aiheudu terveys- tai ympäristövaaraa tai -haittaa.

## 3.3 Käyttö MARA-asetuksen mukaisesti (MARA-murske)

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.

<sup>2)</sup> EU:n rakennustuoteasetuksen (EU) N:o 305/2011 ja vaatimustenmukaisuusasetuksen (EY) N:o 765/2008 mukaisesti valmistetut, todennetut, CE-merkityt ja sertifioidut Betoroc-murskeet tulevat täyttämään myös betonimurskeen EoW-asetuksen vaatimukset.

**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 golf-kentät) ja
- eläinurheilualueiden kentät (mm. ratsastuskentät, raviradat ja koiraurheilualueet).

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

MARA-asetuksen soveltamisohje (VNa 843/2017 Soveltamisohje) on laadittu yhtenäistämään ja selkeyttämään asetuksen käytännön toimeenpanoa ja tulkintaa.

### **Ilmoitusmenettely**

Hyödynnettäessä Betoroc-mursketta MARA-asetuksen mukaisesti, on käytöstä tehtävä ilmoitus alueelliselle ELY-keskukselle. Rudus on varautunut tekemään ilmoituksen ja rakentamisen päätyttyä selvityksen Betoroc-murskeen hyödyntämisestä asiakkaansa puolesta, mutta asiakas voi tehdä sen myös itse. Asiakas vastaa ilmoittamiensa tietojen oikeellisuudesta.

Ilmoituksen tulee sisältää mm. seuraavat tiedot hyödyntämispaikasta ja materiaalista:

Hyödyntämispaikka:

- hyödyntämispaikan haltijan sekä omistajan nimi ja yhteystiedot, sekä näiden suostumus murskeen hyödyntämiseen kohteessa,
- välivarastointipaikan haltija (mikäli välivarastoidaan materiaalia),
- tiedot hyödyntämispaikan sijainnista (VNA:n asettamat vaatimukset sijainnille on esitetty kappaleessa 4.3),
- tiedot pohjavedenpinnan tasosta,
- selvitys Betoroc-mursketta sisältävästä rakenteesta, peittämiseen tai päällystämiseen käytettävästä materiaalista, varastoinnista ja muusta toiminnasta hyödyntämispaikalla,
- tiedot maarakentamista koskevasta maankäyttö- ja rakennuslain, yleisistä teistä annetun lain tai maantielain mukaisesta suunnitelmasta,
- ilmoituksesta tai luvasta.

Materiaali:

- Ruduksen yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot,
- jätenimike ja laadunvalvontatiedot materiaalitoimittajalta,
- käytettävän Betoroc-murskeen määrä,
- ajankohta, jolloin hyödyntäminen maarakentamisen aikana alkaa ja päättyy.

Pienissä määrin (ei ammattimaisesti) Betoroc-mursketta on mahdollista käyttää myös kuntakohtaisten ympäristönsuojelu- tai jätehuoltomääräysten mukaisilla ilmoitusmenettelyillä.

### 3.4 Käyttö Väyläviraston ja ELY-keskusten väylähankkeilla

Betoroc-betonimurskeita (BeM I...IV, Hk, Sr ja Lo) voidaan käyttää Väyläviraston ja ELY-keskusten väylähankkeilla ilman erillistä hankekohtaista soveltuvuuden arviointia. Väyläviraston arviointikirjeen (VÄY-LÄ/419/06.04.02/2021) liitteessä 1 on määritetty hyväksytyt käyttökohteet ja mitoitusparametrit, noudatettavat laatuvaatimukset ja ohjeet sekä käytössä huomioitavat asiat.

## 4. Rakentaminen Betoroc-murskeella

### 4.1 Betoroc-murskeen toimitus ja vastaanotto

Rudus toimittaa tai asiakas noutaa työmaalle Betoroc-mursketta tilauksen ja Ruduksen kierrätystuotteiden toimitusehtojen mukaisesti. Murskeen toimittajana Rudus vastaa siitä, että materiaalin ominaisuudet vastaavat toimittaessa Ruduksen laatudokumenteissa esitettyjä. Tilaaaja vastaanottaa, tarkastaa ja hyväksyy materiaalin laadun Ruduksen kierrätystuotteiden toimitusehtojen mukaisesti. ([www.rudus.fi/aineistot/toimitusehdot](http://www.rudus.fi/aineistot/toimitusehdot))

MARA-asetuksella hyödynnettävät betonimurskeet luokitellaan lain mukaan jätteeksi. Betoroc b-luokan murskeiden toimituksesta laaditaan siirtoasiakirja (paperinen tai sähköinen), joka sisältää materiaalin toimitusta koskevat tiedot. Jätteen haltijan on tarkistettava, että jätteiden kerääjä ja kuljettaja on hyväksytty ja merkitty jätehuoltorekisteriin ja että hyväksyntä kattaa myös kyseisen jätteen kuljetuksen.

### 4.2 Työohjeita

Betoroc-murskeen kuljetus, levitys ja tiivistys tehdään kuten luonnon maa- tai kiviainesta käytettäessä tämä ohje ja mahdolliset suunnitelmissa esitetyt tarkennukset huomioiden. Valokuvia betonimurskeesta ja -murskeella rakentamisesta on esitetty liitteessä 1.

#### **Kuljetus, välivarastointi ja levitys**

Kaikissa työvaiheissa on huolehdittava siitä, että lajittumista ei tapahdu. Mikäli näin kuitenkin tapahtuu, on materiaalia sekoitettava työmaalla riittävästi tai korvattava lajittunut materiaali uudella.

Betoroc-murske toimitetaan ensisijaisesti suoraan rakenteeseen. Tarvittaessa sitä voidaan MARA-asetuksen mukaisesti varastoida suojaamattomissa kasoissa. Betoroc a-luokan murskeiden välivarastointi ei vaadi erillistä lupaa. Väliaikaisen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan 12 kuukautta ennen hyödyntämistä. Välivarastoinnissa tulee kuitenkin huolehtia siitä, ettei jätettä kulkeudu varastointialueen ulkopuolelle pintavalunnan mukana.

#### Tiivistäminen ja jälkihoito

Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus valitaan tiivistettävän materiaalin ja tiivistyskaluston mukaan siten, että tiiviys- ja kantavuusvaatimukset saavutetaan. Tiivistyskalusto, tiiviys- ja kantavuusvaatimukset on esitetty InfraRYL:ssä. Rakenteen tiiviys varmennetaan laadunvalvonnalla. Tiivistystyö on tehtävä optimivesipitoisuudessa, jotta saavutetaan vaadittu tiiviysaste.

Betoroc-kerros tulisi tiivistää mahdollisimman nopeasti sen levityksen jälkeen, jotta se ei pääse kastumaan tai kuivumaan liiaksi. Mikäli sen lujittuminen hyödynnetään rakenteessa, on huolehdittava oikeasta vesipitoisuudesta tiivistettäessä ja jälkihoidosta kerroksen riittävän kosteuden ylläpitämiseksi. Jälkihoidon tarve riippuu säätilasta. Tavanomaisena kesänä, jolloin sadekuuroja on ajoittain, kastelua ei paljon tarvita. Pitkinä hellejaksoina kastelua tarvitaan päivittäin noin kuukauden ajan. Jos betonimurskekerroksen päälle tehdään ohut murskekerros (n. 50 mm), vähenee kastelun tarve.

#### Liittyminen muihin rakennekerroksiin

Betoroc-kerroksen päällä voi liikkua työkoneilla, kun rakenteen kantavuus on todettu suunnitellun mukaiseksi. Ennen liikenteelle avaamista tai ennen raskasta työmaaliikennettä tulee betonimurskekerros peittää kantavan kerroksen laatuvaatimukset täyttävällä murskeella tai asfalttipäällysteellä.

#### Laadunvalvonta työmaalla

Betoroc-murskeesta tehdyn rakenteen laadunvalvonnassa käytetään pääsääntöisesti samoja menetelmiä ja laatuvaatimuksia kuin käytettäessä luonnon maa- ja kiviaineksia. Kerroksen tiiviysaste voidaan todeta tiiviyssmittauksilla (volymetrikoe, Troxler) ja/tai kantavuusmittauksilla (Loadman, levykuormitus- tai pudotuspainokoe) todettavan tiiviyssuhteen perusteella.

Ohjeiden mukaisesti rakennettu ja tiivistetty Betoroc-murskekerros saavuttaa vastaavalle luonnon maa- ja kiviainekselle asetetut vaatimukset rakentamisen jälkeen. Riittävän kantavan alustan päälle ohjeen mukaisessa vesipitoisuudessa tiivistetty ja asianmukaisesti jälkihoidettu Betoroc-murskekerros lujittuu normaaleissa käyttöolosuhteissa. Mikäli lämpötila on alhainen rakentamisen aikana tai sen jälkeen, voi lujittuminen viivästyä ja tapahtua vasta lämpötilan noustua. Mikäli lujittuminen on huomioitu rakenteen suunnittelussa, on mahdollinen lujittumisen eteneminen varmistettava kantavuuskokeilla ja mikäli havaitaan lujittumisen viivästystä (esim. alhaisen lämpötilan takia), on se huomioitava ko. osuuden liikenteelle avaa-misessa.

### 4.3 Erot luonnon maa- ja kiviaineksiin

Betoroc-murskeella rakentaminen poikkeaa luonnon maa- ja kiviaineksella rakentamisesta seuraavasti:

#### VNa:n 843/2017 vaatimuksia (MARA-asetus):

MARA-asetuksessa on esitetty (ei koske EEJ-materiaalia, Betoroc a-luokka):

- betonimursketta ei saa käyttää: 1- ja 2-luokan pohjavesialueella, sisämaan tulvavaara-alueella, eikä asumiseen tai lasten leikkipaikaksi tai ravintokasvien viljelyyn tarkoitettulla alueella
- betonimurskerakenne tulee päällystää (esim. asfaltilla, jonka tyhjätila  $\leq 5\%$ ) tai peittää kiviaineksilla (paksuus  $\geq 10$  cm),
- betonimurskekerroksen paksuus on enintään 1,50 m
- hyödyntämispaikan haltijan on hyväksyttävä betonimurskeen käyttö
- betonimurskeen käyttö edellyttää ilmoituksen tekemistä luvun 3.3 mukaisesti ja
- hyödyntämispaikan haltijan on rakentamisen päätyttyä annettava selvitys siitä, miten ilmoituksen mukainen jätteiden hyödyntäminen on toteutunut (loppuraportti).

Käytön tai kohteen poiketessa edellä esitetystä, on haettava käytölle ympäristölupa. Betoroc-mursketta on pienissä määrin (ei ammattimaisesti ja määrä alle 500-1000 t) mahdollista käyttää myös kuntakohtaisten ympäristönsuojelu- tai jätehuoltomääräysten mukaisilla ilmoitusmenettelyillä.

#### VNa 466/2022 vaatimuksia (EEJ-asetus)

EEJ-asetuksessa on esitetty (ei koske Mara-materiaalia, Betoroc b-luokka):

- betonimursketta ei saa sijoittaa pohjaveden pinnan alapuolelle
- käytettäessä betonimursketta vedenhankintaa varten tärkeällä pohjavesialueella tai muuhun vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella etäisyyden pohjaveden pintaan tulee olla pysyvästi vähintään 2 metriä

- murskeen läpi suotautuvan tai huuhtoutuvan veden pH-arvo on noin 11, mikä on huomioitava käytettäessä betonimursketta korroosiolle alttiiden muiden rakenteiden tai pintavesien välittömässä läheisyydessä
- betonimurskeen soveltuvuus suunniteltuun rakentamiskohteeseen on arvioitava käyttökohdekohtaisesti.

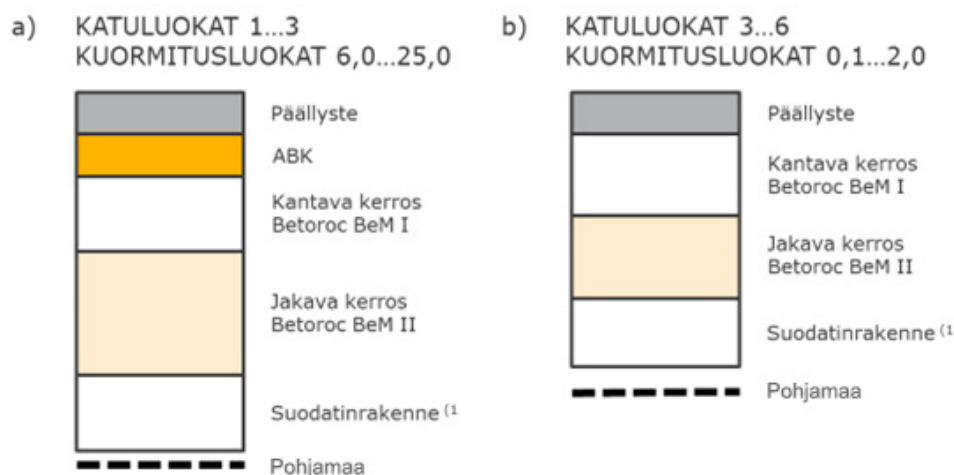
#### Teknisiä käyttöohjeita:

- betonimurske ei sovellu käytettäväksi vedenpinnan alaisissa täytöissä, koska hienoinen saattaa liettyä ja kulkeutua veden mukana,
- lujittuvaa materiaalia ei voi käyttää putkikaivantojen alkutäytössä (lopputäytössä Betoroc-mursketta voidaan käyttää mm. HSY:n Verkostosuunnittelukäytännöt ohjeiden (2016) mukaisesti, käyttömahdollisuus on selvittävä putken omistajalta).
- betonimursketta ei suositella käytettävän kohteissa, joissa kerroksen läpi voi virrata merkittäviä määriä vettä rakenteen sivusta (esim. rinteiden alla tms.), jolloin vesi voi mahdollisesti liuottaa betonin hienoaineksesta kalsiumia.
- betonimurskeen korkea alkaalisuus (pH > 11) saattaa kosteissa olosuhteissa aiheuttaa suorassa kontaktissa alumiinin korroosiota.
- joustavalle alustalle, kuten turpeelle, rengasrouheelle, tms., rakennettaessa, on huolehdittava riittävästä Betoroc-murskeen kerrospaksuudesta ja siitä, että mitoituksessa kantavuusmoduuli ei ylitä alemman kerroksen perusteella määräytyvää arvoa.
- kuivalle alusrakenteelle rakennettaessa (louhe, kevytsora, vaahtolasimurske, yms.) on rakentamis- ja jälkihoitovaiheessa huolehdittava riittävästä kerroksen kastelusta, koska ko. tilanteessa päällystyksen jälkeen Betoroc-murske ei saa kapillaarisesti vettä pohjamaasta.
- tiivistystyö nopeutuu ja tehostuu kastelemalla Betoroc-murske lähelle optimivesipitoisuuttaan ja antamalla veden imeytyä murskeeseen jonkin aikaa (5-15 min) ennen tiivistämistä.
- Betoroc-murskeen lujittuminen tulee ottaa huomioon lopullisen muotoilun ja tasauksen tekemisessä. Mikäli kerros pidetään pitkään peittämättömänä työmaaliikenteelle, niin lujittuneen pinnan lopullisen tasauksen ja muotoilun tekeminen voi olla hankalaa. Betoroc-murskekerroksen pinnan lopullinen muotoilu suositellaan tehtävän heti murskeen levittämisen jälkeen tai vaihtoehtoisesti rakennettavan luonnonkiviaineskerroksen päältä.

## 5. Rakenteen suunnittelu Betoroc-murskeella

Betoroc-murskerakenteiden tekniseen suunnitteluun riittävät samantasoiset lähtötiedot ja korjauskohteissa myös nykytilan tiedot kuin luonnon maa- ja kiviainesrakennetta suunniteltaessa. Kun Betoroc-murskekerros mitoitetaan käyttäen samoja E-moduulin arvoja kuin luonnonkiviaineksella, ei mitoitus poikkea luonnonkiviaineksella mitoittamisesta.

Betoroc BeM I ja II soveltuvat kantavaan ja jakavaan kerrokseen tämän ohjeen mukaisesti rakennettaessa. Betoroc BeM III voidaan käyttää jakavassa kerroksessa. Rakenne-esimerkkejä kaduille ja teille on esitetty kuvissa 2a ja 2b.



1) Suodatinrakenne voi olla suodatinkerros tai suodatinkangas tai tarvittaessa molemmat (Inf-raRYL 2017). Suodatinkerroksessa käytettävän Betoroc Hk tai Betoroc Sr rakeisuus valitaan siten, että hankekohtaisessa suunnitelmassa tai InfraRYL:ssä esitetyt vaatimukset täyttyvät. Betoroc-murskeen alla suodatinkangas ei saa olla polyesteriä (PE).

Kuva 2. Rakenne-esimerkki a) katuluokille 1...3 ja kuormitusluokille 6,0...25,0, b) katuluokille 3...6 ja kuormitusluokille 0,1...2,0

Myös lujittuneen Betoroc-murskeen tapauksessa päällysrakennetta voidaan pitää joustavana. Mitoitus tehdään Odemarkin menetelmällä tai analyyttisellä menetelmällä. Odemarkin menetelmässä käytettävät Betoroc-murskeen moduulit on esitetty taulukossa 1a.

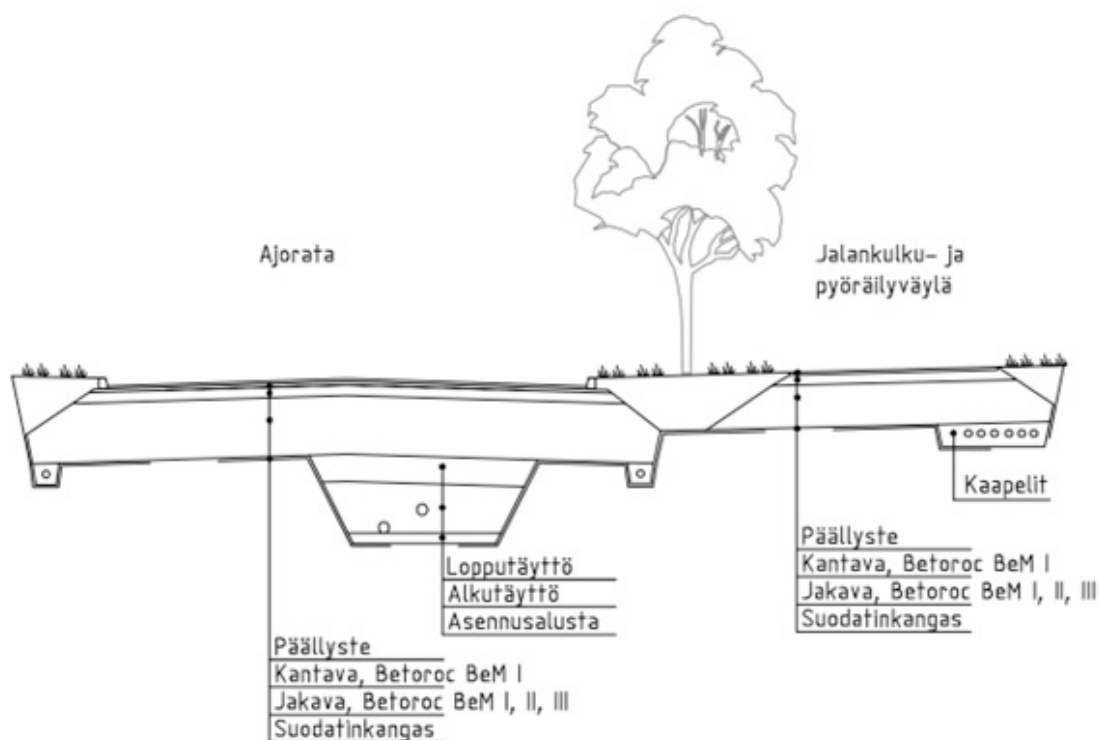
Betoroc-murskeen sitoutuminen voi kestää jopa kuukausia vuodenajasta riippuen, mikä voi vaikuttaa kantavuusmittaustuloksiin ja liikenteelle avaamisen ajankohtaan. Ennenaikainen liian suuri kuormitus sitoutumisaikana voi rikkoa sidoksia, jos alkukantavuus ei ole riittävä. Alhainen lämpötila hidastaa lujittumista 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.

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

Jos Betoroc-mursketta käytetään runsaasti suolattavilla tie- ja katualueilla, on rakenne suojattava esim. tiiviillä (tyhjätila  $\leq 3\%$ ) ja vähintään 70 mm paksulla asfalttibetonikerroksella. Lisäksi on käytettävä riittäviä kallistuksia. Koska Betoroc-murskeen vedenläpäisevyys on pienempi kuin sora- ja kalliomurskeella, tulee Betoroc-murskepinnan sivukallistuksen olla  $\geq 3\%$  (myös tien painumisen jälkeen).

Routamitoitus tie- ja katurakenteille, joissa on käytetty Betoroc-mursketta, tehdään kuten luonnon maa- ja kiviaineita käytettäessä.

Kuvassa 3 on esitetty kadun tyyppipoikkileikkaus, jossa on hyödynnetty Betoroc-murskeita kadun kantavissa ja jakavissa rakennekerroksissa.



Kuva 3. Kadun tyyppipoikkileikkaus, jossa hyödynnetty Betoroc-murskeita.



## 6. Betoroc-murskeen tilaaminen ja saatavuus

Lisätietoja Betoroc-murskeiden ominaisuuksista, suunnittelu- ja työohjeita Betoroc-murskeiden käyttöön sekä suunnitteluun liittyvää teknistä neuvontaa saa Rudus Kierrätykseltä, [www.rudus.fi/kierratys](http://www.rudus.fi/kierratys).

Betoroc-murskeita myydään eri puolella maata sopimuksen mukaan. Betoroc-murskeiden varastotilanne vaihtelee vastaanotettavan raaka-aineen määrän vaihtelun ja käynnissä olevien kohteiden johdosta. Tilaaminen ja reaaliaikainen murskeiden saatavuus paikkakunnittain selviää Ruduksen yhteyshenkilöiltä: [www.rudus.fi/myyntikierratys](http://www.rudus.fi/myyntikierratys).

## 7. Betoroc-murskeen kierrätettävyys ja käytöstä poisto

Betonimurskekerrokseen kaivetun kaivannon täyttämiseen käytetään ensisijaisesti betonimursketta, mutta mikäli betonimursketta ei ole saatavilla, voidaan kaivanto täyttää kiviainesmurskeella ja tiivistää murske erityisen huolellisesti.

Betoroc-murskeen uudelleenkäyttö on mahdollista ja suositeltavaa. Rakenteesta poistettu EEJ-betonimurske on mahdollista hyödyntää tuotelainsäädännön mukaisena tuotteena. Rakenteesta poistettu Mara-asetuksen mukainen murske voidaan hyödyntää uudelleen MARA-asetuksen mukaisesti rekisteröinti-ilmoituksella samalla tavalla kuin ensimmäistä kertaa hyödynnettävä jäte.

Uudelleen hyödynnettävän murskeen tulee täyttää vastaavalla tavalla materiaalille asetettu ympäristökelpoisuus ja tekniset vaatimukset (mm. CE-merkintä). Vaatimusten täyttyminen voidaan pääsääntöisesti osoittaa käyttämällä rekisteröinti-ilmoituksessa aiemman rekisteröinti-ilmoituksen mukana viranomaiselle toimitettuja tietoja.

Ruduksen laadunhallintajärjestelmästä on saatavilla aikaisemmin kohteisiin toimitettujen Betoroc-murskeiden ympäristökelpoisuustutkimukset sekä CE-merkinnät.

Rakenteesta kaivettu puhdas Betoroc-murske on mahdollista vastaanottaa Ruduksen kierrätysasemille vastaanottoehtojen mukaisesti. Mikäli Betoroc-mursketta ei pystytä kierrättämään tai käyttämään kohteessa uudelleen, se luokitellaan betonijätteeksi (koodi 170101) ja voidaan toimittaa Ruduksen betonijätteen vastaanottopisteisiin. Mikäli Betoroc-murskeeseen on sekoittunut muuta materiaalia tai se on pilaantunutta, sen vastaanottomahdollisuuksista saa lisätietoa Ruduksen edustajilta.

Käyttämällä Betoroc-murskeita 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. Betoroc-murskeen hyödyntämisellä voidaan vaikuttaa rakenteen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin sekä rakentaa kestäviä ja laatuvaatimukset täyttäviä rakenteita, jotka ovat myös edullisempia, kuin vastaavat luonnon kiviaineksella rakennetut.

Toteutettujen katu- ja tierakennuskohteiden perusteella on tehty vertailulaskelmia, joissa eri rakennekerrosten luonnon kiviaines on korvattu betonimurskeella. Laskelmien kohteet sijaitsevat pääkaupunkiseudulla. Kohteissa on käytetty kustannuslaskennan perusteena kiviaineksen ammattinoutohinnastoa lähimmältä Ruduksen kiviainestoitimipisteeltä ja ammattinoutohinnastoa lähimmältä Ruduksen betonimurskeen kierrätystoitimipisteeltä.

## Liite 1.



Betoroc-murskeen murskauslaitos ja varasto



Betoroc BeM II -murskeen lastaus



Betoroc-murskeen murskaus



Betoroc-murskeen levitys



Betoroc-murskeen levitys



Aukikaivettu Betoroc-murskeella rakennettu katurakenne

## Kirjallisuusluettelo

SFS 5884:2018. 2018. Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä. Rakennustuoteteollisuus RTT ry. 22 s  
KATU 2020. Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet (Suomen kuntatekniikan yhdistys, julkaisu 1.10.2020)

InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2018. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet. Rakennustietosäätiö RTS. ISBN: 978-952-267-222-3.

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

Dettenborn, T 2013. Betonimurskerakenteiden pitkäaikaistoimivuus. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Rakennustekniikka, pohjarakennus ja maamekaniikka. Espoo.

Dettenborn, T., Forsman, J. and Korkiala-Tanttu, L. 2015. Crushed concrete in road structures - two decades of experience. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials ISSN 1747-650X. DOI: 10.1680/jcoma.15.00005.

Helsinki, Espoo, Tampere, Turku ja Vantaa 2019. Betonimurske kaupunkien julkisessa maarakentamisessa.

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

Liikennevirasto 2018. Päälysrakenteen suunnittelu (julkaisu on saatavissa osoitteesta [www.liikennevirasto.fi/ohjeluetelo](http://www.liikennevirasto.fi/ohjeluetelo))

Linden, T. 2018. Betonimurskeen käyttö raitiotierakentamisessa. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto. Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma, Tampere.

Rasmussen, L. 2020. Dynamic Properties of Crushed Concrete used in Pavement Structures. Diplomityö. Aalto Yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo.

Ramboll Finland Oy. 2017. Betoroc koerakenteiden seurantamittaukset 2017.

Rudus Oy. Betoroc-murskeen toiminta ja laatu järjestelmä.

Rudus Oy. Kiviainestoitusehdot.

Väylävirasto, 2019. Kokemuksia uusiomateriaaleista tierakenteissa. Väyläviraston tutkimuksia 7/2019.

Väylävirasto, 2020. Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa. Väyläviraston ohjeita 6/2020.

Väylävirasto, 2022. Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankeissa. Väyläviraston ohjeita 43/2022.

Ympäristöseloste; Betoroc-murskeen hiilijalanjälki, EN-15804:2012+A1

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

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

## Yhteystiedot

[www.rudus.fi/myyntikierratys](http://www.rudus.fi/myyntikierratys)

Puh. 020 447 7359

Tilauskeskus 020 447 7400

Rudus Oy (Karvaamokuja 2a)

00380 HELSINKI

Puh. 020 447 711 (vaihe)

[www.rudus.fi](http://www.rudus.fi)

