

BETONIMURSKEEN HYÖTYKÄYTTÖ MAARAKENTAMISESSA

SUUNNITTELUN JA RAKENNUTTAMISEN NÄKÖKULMASTA

SISÄLTÖ

1. Historia
2. Soveltuvuus ja käyttökohteet
3. Ohjeet
4. Parametrit
5. Työselostus



HISTORIA

1994 **Ensimmäinen koetie, 1. tutkimukset TKK:lla**

1995 Ensimmäinen betonimurskeen kierrätyskeskus

1995 Betoroc-ohjeet / Rudus, Viatek

1997 **Valtioneuvoston päätös rakennusjätteistä (lajiteltava)**

1998 Kaatopaikkavero hyödyntämättömille rakennusjätteille

1999 Betonimurskeen mitoitusparametrit / Viatek

2000 **Tielaitoksen ohjeet ja Kuntaliiton ohjeet, RIL 132–2000**

2001 **Laadunhallintastandardi**

2005 Tietoa tiensuunnitteluun nro 71D (Tien päällysrak. ...)

2006 InfraRYL, Osa 1 Väylät ja alueet

2006 **MARA-asetus, VNa 591/2006** (muutokset: 2009)

2007 Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa, TIEH 2100041-07

2014 HSY Vesihuolto - betonimurske käyttöohje

2015 PKS-betonimurskeohjeet

2017 **InfraRYL päivitys - BeM mukana**

2018 **MARA ja Laadunhallintastandardi SFS 5884**

2018 Tulossa: Betonimurskeen hyötykäyttö kaupunkirakentamisessa (=PKS-ohjeen päivitys)

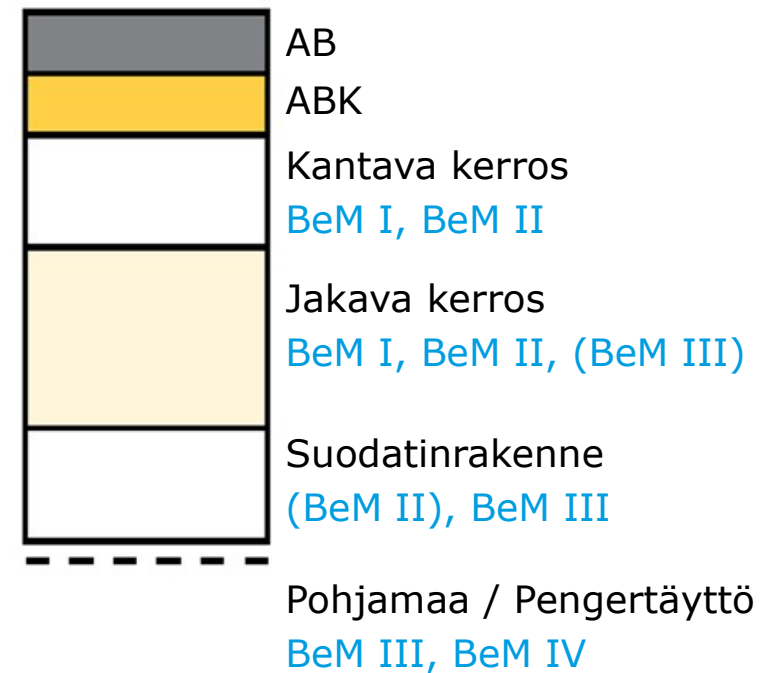
SISÄLTÖ

1. Historia
- 2. Soveltuvuus ja käyttökohteet**
3. Ohjeet
4. Parametrit
5. Työselostus



BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS JA KÄYTTÖKOHTEET

rakennusosa \ materiaali	Betonimurske
sitomaton kantava kerros	++
stabiloitu kantava kerros	+
jakava kerros	++
suodatinkerros	+
pengertäyttö	
- liikennekuormitetun päällysrak. alla	+
- ei liikennekuormitusta	+
putkikaivannon lopputäyttö	
- kadulla	+
- puistossa	+



BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS JA KÄYTTÖKOHTEET

rakennusosa	materiaali	Betonimurske
sitomaton kantava kerros		++
stabiloitu kantava kerros		+
jakava kerros		++
suodatinkerros		+
pengertäyttö		
- liikennekuormitetun päällysrak. alla		+
- ei liikennekuormitusta		+
putkikaivannon lopputäyttö		
- kadulla		+
- puistossa		+



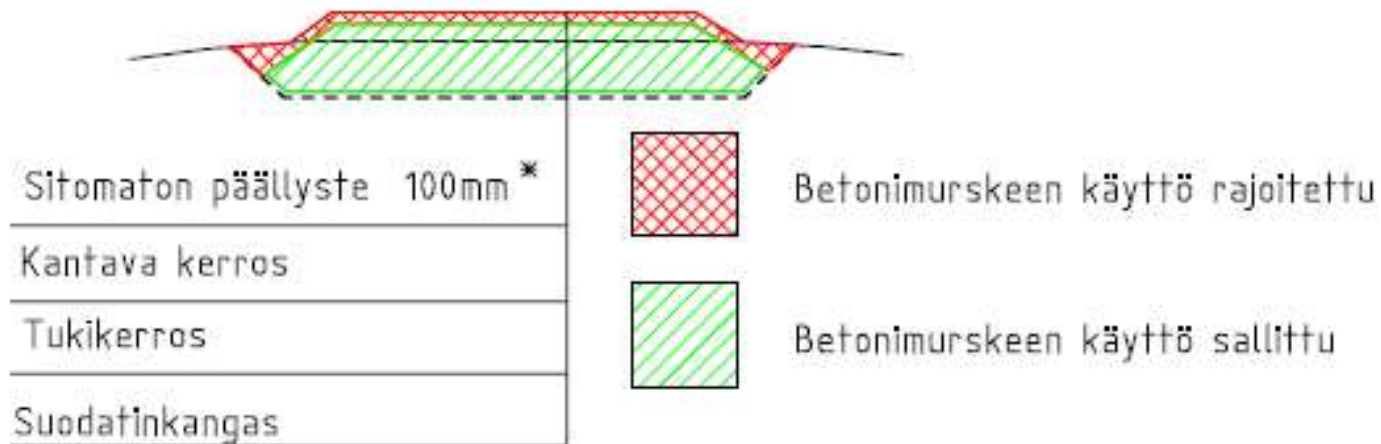
BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS JA KÄYTTÖKOHTEET (MARA:N MUKAISESTI LYHYESTI)

Asetus lähtee siitä ajatuksesta, että johonkin toteutetaan rakenne, **joka toteutetaan jokatapauksessa**. Asetuksella etsitään materiaaleja korvaamaan luonnonmateriaaleja.

- 1) Selvitetään täyttääkö kohde MARA-asetuksen vaatimukset
- 2) Selvitetään täyttääkö materiaali MARA-asetuksen vaatimukset
- 3) Selvitetään täyttääkö materiaali tekniset vaatimukset
- 4) Hyödyntämispaikan haltija tekee ilmoituksen rekisteröintiä varten (rekisteröinti-ilmoitus) ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.
 - Hyödyntämispaikan omistajasta tulee jätteen haltija
- 5) Työmaanlaadunvalvonta ja dokumentointi
 - Toteumatieto täydentää ilmoitusta rakentamisen jälkeen.

BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS JA KÄYTTÖKOHTEET

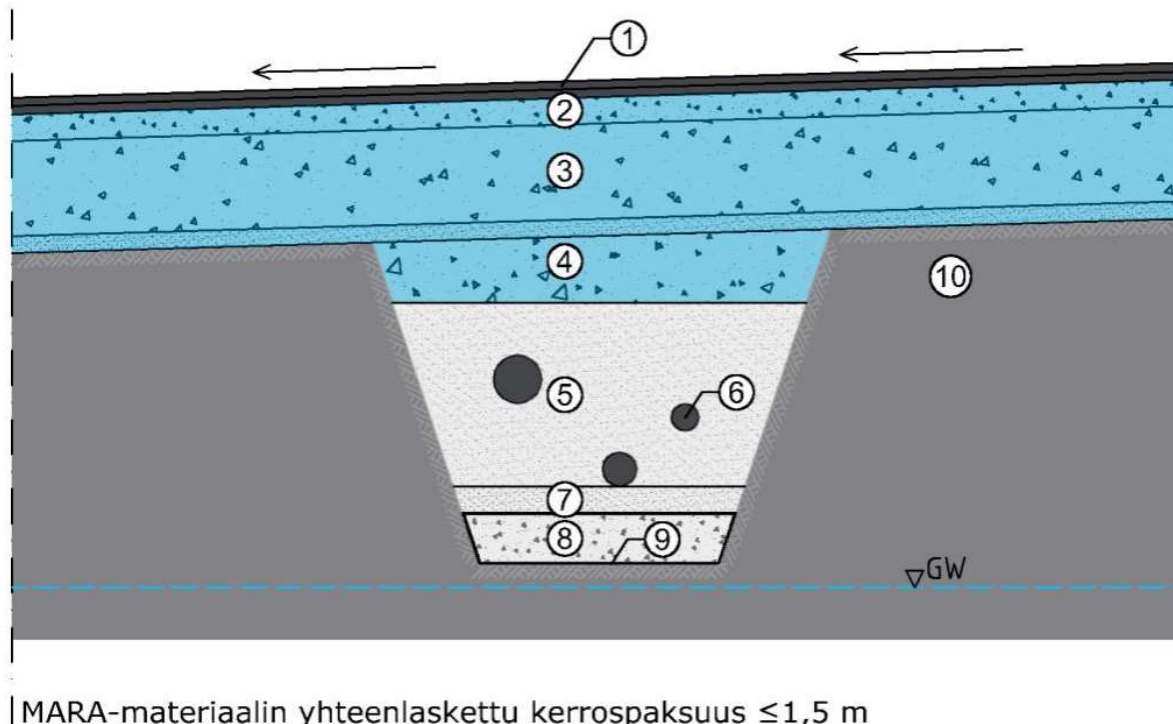
Kevyenliikenteen väylä



* MARA-asteuksen mukaisesti betonimurskerakenne on peitettävä vähintään 10 cm paksuisella kerroksella luonnon kiviainesta

BETONIMURSKEEN SOVELTUVUUS JA KÄYTTÖKOHTEET

Johtokaivanto katualueella



- ① 21400 Päällyste ja pintarakenne
- ② 21300 Kantava kerros
- ③ 21210 Jakava kerros
- ④ 18330 Lopputäyttö
- ⑤ 18320 Alkutäyttö
- ⑥ 31000 Vesihuollon järjestelmät
- ⑦ 18310 Asennusalusta
- ⑧ 13300 Arinarakenne
- ⑨ 21120 Suodatinkangas
- ⑩ Pohjamaa

SISÄLTÖ

1. Historia
2. Soveltuvuus ja käyttökohteet
- 3. Ohjeet**
4. Parametrit
5. Työselostus



BETONIMURSKERAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJEITA

Ympäristöasiat:

- **MARA** - Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

Tekninen suunnittelu ja mitoitus:

- **Tietoa tiensuunnitteluun 71D**, Tien päällysrakenteissa käytettävät moduulit ja kestävyysmallit, 2005
- **InfraRYL 2017**
- **Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa**, TIEH 2100041-07, 2007 (= > uusi versio 2018-19?)
- **HSY Vesihuolto** - BETONIMURSKE Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon, 2014
- **Materiaalitoimittajien ohjeet**
- yms.

BETONIMURSKERAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJEITA

InfraRYL:

21210 Jakavat kerrokset

21210.1 Jakavan kerroksen materiaalit

Jakava kerros rakennetaan kalliomurskeesta, luonnon sorasta, soramurskeesta tai uusiomateriaalista. Hankekohtaisesti päätetään, mitä materiaalia käytetään. Kiviaineksessa ei sallita savea eikä haitallisia epäpuhtauksia kuten humusta ja orgaanisen aineksen kappaleita. Maarakenteissa käytettävien materiaalien pitää soveltua teknisiltä ominaisuuksiltaan käyttökohteeseen ja niiden on oltava riittävän tasalaatuisia.

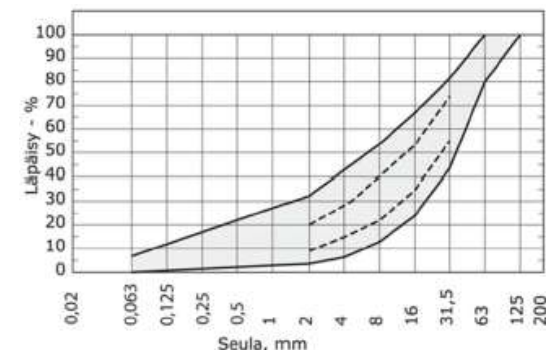
21210.3.1 Kerroksen rakentaminen uusiomateriaaleista

Uusiomateriaalien mahdollisten erityispiirteiden vaikutukset kerroksen tekemiseen selvitetään, ja toimitaan materiaalitoimittajan laatimien ja tilaajan hyväksymien suunnittelu- ja työohjeiden mukaisesti. Maanteillä noudatetaan lisäksi Liikenneviraston ohjetta *Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa, TIEH 2100041-07* tai uudempi.

21210.4.1 Valmis kerros uusiomateriaaleista

Vaatimukset

Uusiomateriaalista tehty rakenne täyttää vastaavan luonnonmateriaalista tehdyn valmiin rakenteen vaatimukset. Materiaalikohtaiset ominaisuudet selvitetään ja toimitaan materiaalitoimittajan laatiman tuoteinformaation ja ohjeistuksen mukaisesti.



BETONIMURSKERAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJEITA

Materiaalivalmistajan suunnitteluohjeet:

1. Betoroc-murskerakenteiden suunnitteluun (**tekniseen suunnitteluun ja mitoitukseen**) riittävät samantasoiset lähtötiedot ja korjauskohteissa myös nykytilan tiedot kuin luonnon maa- ja kiviainesrakennetta suunniteltaessa. Betoroc-murskeen käyttäjä vastaa mitoituksen teosta ja sen oikeellisuudesta.
2. Betoroc-murskeen kerrospaksuudeksi suositellaan vähintään 0,15 m. Betoroc-murskeen lujittumisominaisuutta hyödynnettäessä tulee kerrospaksuuden olla vähintään 0,20 m laattavaikutuksen varmistamiseksi.
3. Jos Betoroc-mursketta käytetään runsaasti suolattavilla tie- ja katualueilla, on rakenne suojattava esim. tiiviillä (tyhjätila < 3 %) ja vähintään 70 mm paksulla asfalttibetonikerroksella (vedenläpäisevyys < 10^{-9} m/s). Lisäksi on käytettävä riittäviä kallistuksia. Koska Betoroc-murskeen vedenläpäisevyys on pienempi kuin sora- ja kalliomurskeella, tulee Betoroc-murskepinnan sivukallistuksen olla ≥ 3 % (myös tien painumisen jälkeen).



BETONIMURSKERAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJEITA

Materiaalivalmistajan suunnitteluohjeet:

4. Betoroc-murskeen sitoutuminen voi kestää jopa kuukausia vuodenajasta riippuen. Ennenaikainen liian suuri kuormitus sitoutumisaikana voi rikkoa sidoksia, jos alkukantavuus ei ole riittävä. Alhainen lämpötila hidastaa lujittumista ja saattaa heikentää saavutettavaa puristuslujuutta (ja E-moduulia).
5. Betonimurskekerrokseen kaivetun kaivannon täyttämiseen käytetään ensisijaisesti betonimursketta, mutta mikäli betonimursketta ei ole saatavilla, voidaan kaivanto täyttää murskeella ja tiivistää murske erityisen huolellisesti.
6. Betoroc-murskeen uudelleenkäyttö on mahdollista ja suositeltavaa. Rakenteesta kaivettu puhdas Betoroc-murske on mahdollista vastaanottaa Ruduksen kierrätysasemille vastaanottoehtojen mukaisesti.



Betoroc®-murskeohje

06/2015

Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun

Rudus

BETONIMURSKERAKENTEIDEN SUUNNITTELUOHJEITA

Tilaajan suunnitteluohje – HSY Vesihuolto

1. Betonimurskeen käytön yleistyessä on muodostunut tarve ohjeistaa betonimurskeen käyttöön liittyvät yksityiskohdat vesihuoltoverkoston näkökulmasta (putkilinjojen kaivantojen täytöt).
2. Aukikaivettaessa betonimurske irtoa kaivannosta talvi- ja kesäolosuhteissa rakeisena eli siihen ei muodostu kovia lujittuneita kappaleita, jotka eivät hajoaisi työmaalla. Kenttäkokeiden perusteella sulan ja jäätyneen (routaantuneen) betonimurskeen kaivuvastus on suurempi kuin luonnon kiviaineksen, mutta kaivu on silti tehtävissä samalla kaivukalustolla.

3.6.3. Alumiini

3. 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 aiheuttama emäksisyyden taso on siis ainakin suurimmillaan niin korkea, että se syövyttää käytännössä kaikkia alumiinilaatuja. Alumiinisia tarvikkeita ei tule käyttää betonimurskeen yhteydessä ilman emäksisyyttä kestävää suojapinnoitusta.



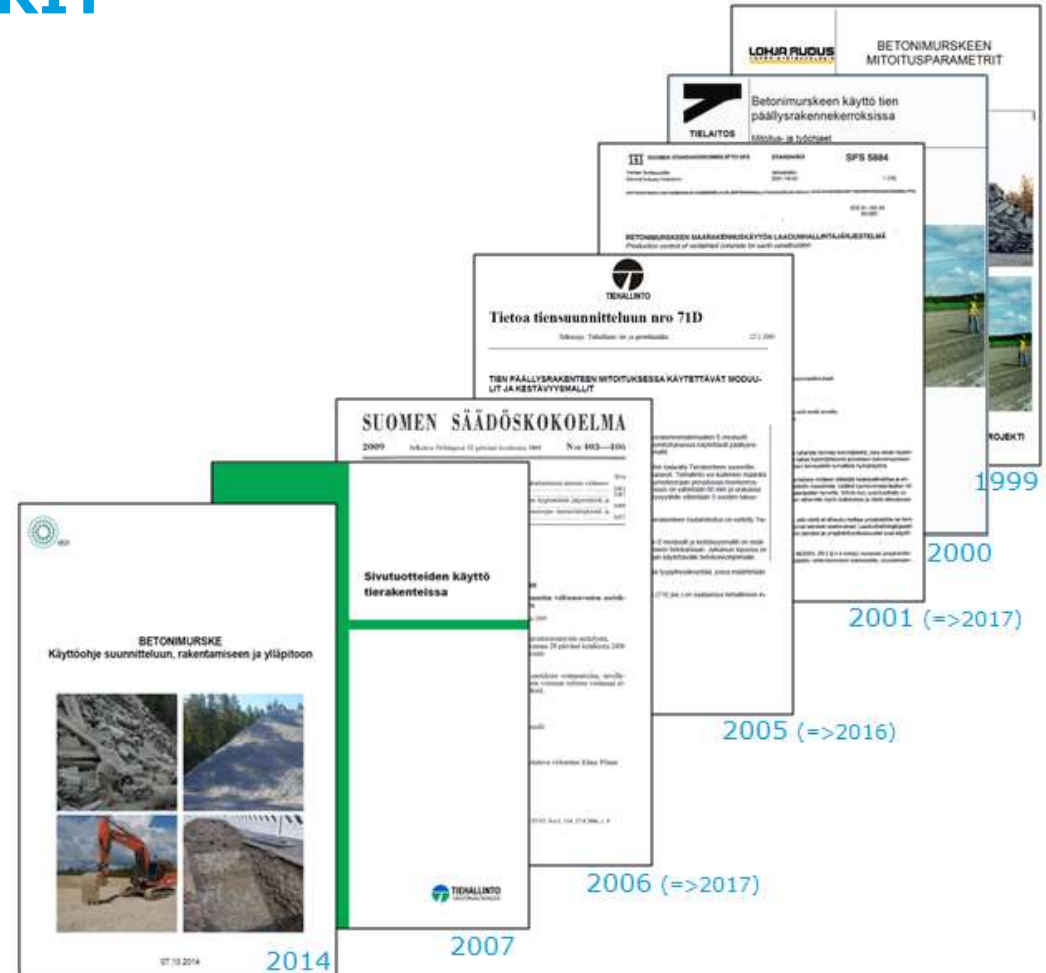
SISÄLTÖ

1. Historia
2. Soveltuvuus ja käyttökohteet
3. Ohjeet
- 4. Parametrit**
5. Työselostus



BETONIMURSKEEN PARAMETRIT

Pitkän tuotekehityksen tulos



INFRARYL (2017)

Infra
RYL

Liite T18 2017 Sitomattoman kantavan kerroksen ja jakavan kerroksen vaatimukset betonimurskeelle sekä suositukset testaustiheydeksi 

Liite:T18. Sitomattoman kantavan kerroksen ja jakavan kerroksen vaatimukset betonimurskeelle sekä suositukset testaustiheydeksi

OMINAISUUS	SITOMATON KANTAVA KERROS		JAKAVA KERROS, KUN D ≤ 90 mm		JAKAVA KERROS, KUN D > 90 mm	
	Vaatus	Testaustiheys	Vaatus	Testaustiheys	Vaatus	Testaustiheys
Betonimurskeen luokka ⁽¹⁾	BeM I tai BeM II		BeM I – BeM III		BeM I – BeM III	
Raekokojakautuma	Luokka G ₀ tai G _A (SFS-EN 13285)	Kerran viikossa tai 1/5000	Murske luokka G _p tai G _c (SFS-EN 13285)	Vähintään kerran viikossa tai 1/5000 t	Taulukko 21210:T3	kerran viikossa
Hienoainespitoisuus	f ₇	Kerran viikossa tai 1/5000	f ₇	Kerran viikossa tai 1/5000	f ₇	Kerran viikossa
Iskunkestävyys	Ilmoitettu arvo	Kaksi kertaa vuodessa	-	-	-	-
Litteysluku	FI ₅₀	Kerran kuukaudessa	-	-	-	-
Kiintotiheys	Ilmoitettu arvo	Kerran kuukaudessa	Ilmoitettu arvo	Kerran kuukaudessa	Ilmoitettu arvo	Kerran kuukaudessa
Vedenimeytyminen ⁽²⁾	W _{NR}	-	W _{NR}	-	W _{NR}	-
Uusiokiviaineksen luokittelu ⁽³⁾	Rc 90 Rb ₁₀ - X ₁ - FL ₅ -	Kerran kuukaudessa	Rc _{ug} 90 Rb ₁₀ - X ₁ - FL ₁₀ -	Kerran kuukaudessa	Rc _{ug} 90 Rb ₁₀ - X ₁ - FL ₁₀ -	Kerran kuukaudessa
Jäädytys-sulatuskestävyys ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	-
Puristuslujuus 28d	BeM I 1,2 MPa BeM II 0,8 MPa	1/10000 tn tai 1/murskauserä ⁽⁵⁾	BeM I 1,2 MPa BeM II 0,8 MPa BeM III -	Kerran murskauserästä	BeM I 1,2 MPa BeM II 0,8 MPa BeM III -	Kerran murskauserästä

RAMBOLL

BETONIMURSKEEN PARAMETRIT

**INFRARYL
(2017)**

Suunnitteluparametrit betonimurskeelle InfraRYL:n **taulukossa T18:**

Rakeisuus: Rakennusosakohtaisten vaatimusten mukaisesti

Lujittuminen: Rakennusosa ja betonimurskeluokka kohteiset vaatimukset

Routimattomuus: BeM I, II ja III ovat routimattomia. Betonimurskeen pakkasenkestävyys perustuu routimattomuuteen ja puristuslujuuden kehitykseen (valmistajan osoitettava vaatimusten täyttyminen)

Epäpuhtaudet: Rakennusosakohtaisten vaatimusten mukaisesti



BETONIMURSKEEN PARAMETRIT

Ominaisuus	BeM I, II, III	Yksikkö
Optimivesipitoisuus, W_{opt}	8...12	%
Maksimikuivatilavuuspaino	17,5...20,5	kN/m ³
Minimikuivatilavuuspaino	12,7...14,5	kN/m ³
Kiintotiheys	2,55...2,65	t/m ³
Kapillaarisuus, H_c	0,2...0,25	m
Vedenläpäisevyys, k	10^{-4} ... 10^{-5}	m/s
Happamuus, pH	11...12,5	-
Kitkakulma	40	°

SISÄLTÖ

1. Historia
2. Soveltuvuus ja käyttökohteet
3. Ohjeet
4. Parametrit
- 5. Työselostus**



TYÖSELOSTUS

InfraRYL 2017 JULKAISEMISEN JÄLKEEN:

InfraRYL 2017 (pelkistetty esimerkki):

"Jakava kerros rakennetaan kalliomurskeesta tai betonimurskeesta. Raekoko ja muut laatuvaatimukset InfraRYL 2017 -mukaisesti"

+ tarvittavat kohdekohtaiset tarkennukset

1811 Maapenkereet

TYÖSELOSTUSESIMERKKI 1

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 18110 mukaiset. Maapenkereessä voidaan käyttää "Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa" mukaisten BEM I, BEM II ja BEM III luokkien betonimurskeita. Em. julkaisua tulee noudattaa kaikilta osin ja betonimurskeen laatu ja haitattomuus on osoitettava sen edellyttämällä tavalla kunkin käytettävän materiaalierän kohdalla. Betonimurskeen on oltava CE-merkittyä ja sen tulee täyttää MARA-asetuksen vaatimukset.

TYÖSELOSTUSESIMERKKI 2

Jakavassa kerroksessa voidaan käyttää Tiehallinnon julkaisun "Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa" mukaisten BEM I ja BEM II luokkien betonimurskeita. Edellä mainittua julkaisua tulee noudattaa kaikilta osin ja betonimurskeen laatu ja haitattomuus on osoitettava sen edellyttämällä tavalla kunkin käytettävän materiaalierän kohdalla. Betonimurskeen on oltava CE-merkittyä ja sen tulee täyttää MARA-asetuksen vaatimukset.

KIITOS

TAAVI.DETTENBORN@RAMBOLL.FI
+358503275949



TAAVI DETTENBORN / RAMBOLL FINLAND OY
4.5.2018