Tiemateriaalien ominaisuudet

Miksi laatuvaatimuksia asetetaan?

Antti Kalliainen, Ramboll Finland Oy

11.9.2018

Sisältö

- Uusiomateriaalit kerrosrakenteissa
- Kerrosrakenteiden materiaalien geometriset vaatimukset
  - Suodatinkerros
  - Jakava kerros
  - Kantava kerros
  - Soratien kulutuskerros
- Rakeisuuden ja kiviaineksen muotoarvon merkitys
  - Kantava kerros
  - Soratien kulutuskerros

Yleinen vaatimus

- Tuotteen kelpoisuus osoitetaan standardin *SFS-EN 13242* mukaisella CE-merkinnällä, suoritustasoilmoituksella ja rakeisuuden tutkimustuloksilla, kun laadunvarmistus on tehty standardin *SFS-EN 13242* mukaisesti.
- Jos tuotetta ei voi CE-merkitä:
  - toisin sanoen tuote valmistetaan rakennuskohteessa suoraan käyttöön tai otetaan käsittelemättä rintauksesta
  - tai tuotteen ylempi seulakoko D > 90 mm
  - laadunvarmistuksen on täytettävä standardin *SFS-EN 13242* vaatimukset ja tuoteominaisuudet ovat tässä luvussa esitettyjen vaatimusten mukaiset. Ominaisuuksien testaustiheydet ovat tässä luvussa esitettyjen vaatimusten mukaiset.

Uusiomateriaalit

Masuuni-, BOS-teräs- ja ferrokromikuona

Ominaisuus	Suodatinkerros		Jakava		Kantava	
	Vaatimus	Testaustiheys	Vaatimus	Testaustiheys	Vaatimus	Testaustiheys
Raekokojakautuma	G_F 80 (SFS-EN 13242)	Kerran viikossa	G_A 80 tai G_F 80[1)] (SFS-EN 13242)	Kerran viikossa	G_A 85 (SFS-EN 13242)	Kerran viikossa tai 1/5000 t
Hienoainespitoisuus	f_7	Kerran viikossa	f_7	Kerran viikossa	f_7	Kerran viikossa tai 1/5000 t
Iskunkestävyys	—	—	Ilmoitettu arvo	Kahdesti vuodessa	Ilmoitettu arvo	Kahdesti vuodessa
Litteysluku	—	—	—	—	FI_{50}	Kerran kuukaudessa
Kiintotiheys	Ilmoitettu arvo	Kerran vuodessa	Ilmoitettu arvo	Kerran vuodessa	Ilmoitettu arvo	Kerran vuodessa
Vedenimeytyminen[(2]	—	—	—	—	—	—
Jäädytys-sulatuskestävyys	F_{NR}	—	F_{NR}	—	F_{NR}	—
Happoliukoiset sulfaatit	AS_{NR}	—	AS_{NR}	—	AS_{NR}	—
Kokonaisrikki	S_1 tai S_2[(3] tai $S_{ilmoitettu}$ [(4]	Kerran vuodessa	S_1 tai S_2[(3] tai $S_{ilmoitettu}$ [(4]	Kerran vuodessa	S_1 tai S_2[(3] tai $S_{ilmoitettu}$ [(4]	Kerran vuodessa

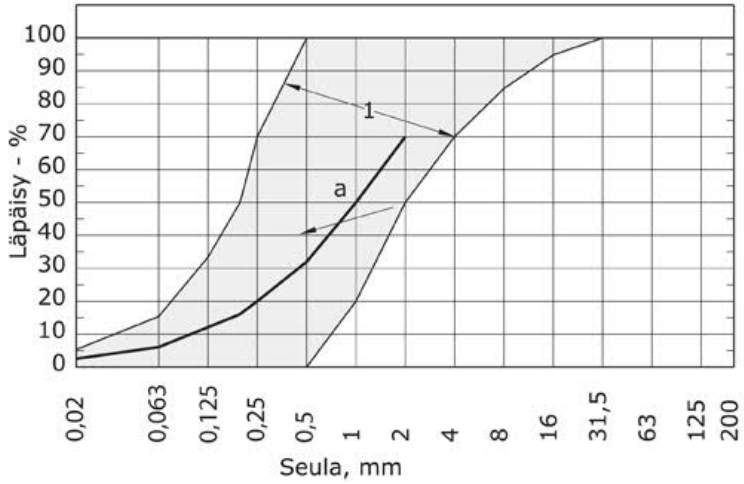
Betonimurske

OMINAISUUS	SITOMATON KANTAVA KERROS		JAKAVA KERROS, KUN D≤ 90 mm		JAKAVA KERROS, KUN D > 90 mm	
	Vaatimus	Testaustiheys	Vaatimus	Testaustiheys	Vaatimus	Testaustiheys
Betonimurskeen luokka [1]	BeM I tai BeM II		BeM I – BeM III		BeM I – BeM III	
Raekokojakautuma	Luokka G_O 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]	WA_{NR}	-	WA_{NR}	-	WA_{NR}	-
Uusiokiviaineksen luokittelu [3]	Rc_{90} Rb_{10-} X_{1-} FL_{5-}	Kerran kuukaudessa	$Rcug_{90}$ Rb_{10-} X_{1-} FL_{10-}	Kerran kuukaudessa	$Rcug_{90}$ 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

Suodatinkerros

Suodatinkerroksen rakeisuusvaatimus

Kuva 21110:K1. Suodatinkerroksen rakeisuuden tulee normaalisti olla alueella 1. Rakeisuuskäyrä ei saa ylittää paksua viivaa nuolen suunnassa.



Ei saa sisältää savea tai haitallisia epäpuhtauksia (esim. humusmaa).

Suodatinkerroksen rakeisuus

- **Rakeisuus tulee tutkia niin tiheästi kuin on tarpeen**, ohjeellinen testausväli 1näyte / 5000 t tai kerran viikossa
  - Jokaisesta ottopaikasta vähintään 2 näytettä
  - Jos materiaalin hienoainespitoisuus (≤ 0,063 mm lajite) ≥ 7 % (7…15 %), tutkitaan 0,02 mm läpäisyprosentti (pitää olla ≤ 5 %)
- Jos suodatinkerroksen paksuus on:
  - < 0,5 m, maksimiraekoko on 31,5 mm
  - ≥ sallitaan 31,5…200 mm rakeita enintään 5 paino-%.

Suodatinkerroksen rakeisuuden merkitys

- Routasuojaus
- Veden läpäisy
- Riittävän pieni veden pidätyskyky

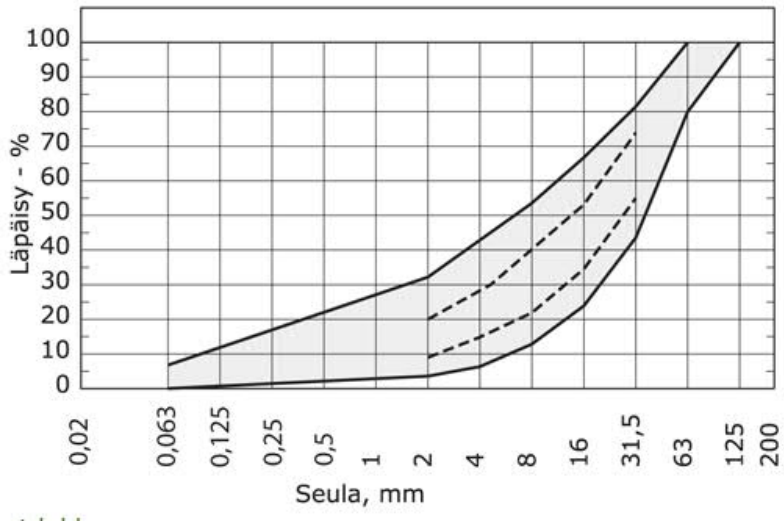
→ Homogeenisuus, tasalaatuinen alusta kuormitetummille rakenneosille. Suodatinkerroksessa liikenteen aiheuttama lisäjännitys on suhteellisen pieni, joten kuormituskestävyyden kannalta voidaan sallia alhaisempi muodonmuutosmoduuli.

Jakava kerros

Jakavan kerroksen materiaalit

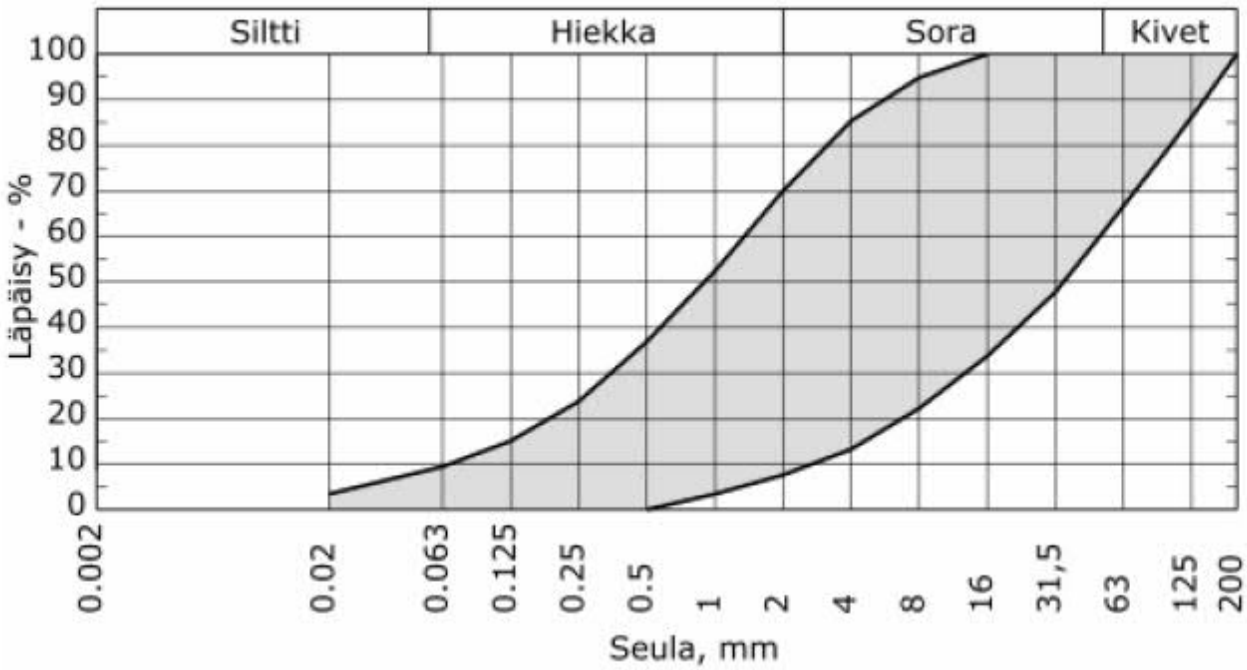
- Kallio- tai soramurske: G_P tai G_C 0/32, 0/40, 0/56, 0/63, 0/80 tai 0/90
- Suurirakeinen murske: 0/125, 0/180 tai 0/250 mm

Kuva 21210:K4. Esimerkki jakavan kerroksen kalliomurskeen 0/63 Gp rakeisuusjakaumasta.



Jakavan kerroksen materiaalit

- Sora



Jakavan kerroksen materiaalit

- Jakavan kerroksen murskeiden rakeisuus on standardin *SFS-EN 13285*:en rakeisuusluokan G_p tai G_c mukainen. Hankekohtaisesti päätetään, kumpaa rakeisuusluokkaa käytetään.
- **Rakeisuus tutkitaan standardin *SFS-EN 933-1* mukaisesti pesuseulonnalla niin tiheästi, kuin on tarpeen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi**, mutta vähintään kerran viikossa tai kerran 5000 t kohden ja aina, kun raaka-aineen laatu muuttuu olennaisesti. Rakeisuuden vähimmäistestaustiheys määräytyy sen mukaan, kumpi vaatimuksista täyttyy ensin.
- Kallio- ja soramurskeen sekä uusiomateriaalien iskunkestävyyttä kuvaava Los Angeles -luku pitää ilmoittaa, mutta sille ei ole toistaiseksi vaatimusta.
- Jakavan kerroksen kiviaines ei saa olla rapautunutta tai rapautumisherkkää ja sen pitää kestää jäädytys-sulamisrasituksia. Todennetaan useimmiten vedenimeytymistestillä.

Jakavan kerroksen rakeisuuden merkitys

- Routasuojaus
- Veden läpäisy
- Riittävän pieni veden pidätyskyky
- Kuormituskestävyys

→ Homogeenisuus, tasalaatuinen alusta raskaasti kuormitetuille rakenneosille.

Kantava kerros

Kantavan kerroksen materiaalit

- Kantavassa kerroksessa voidaan käyttää seuraavia standardin *SFS-EN 13285*:en mukaisia rakeisuuksia 0/D (G_O tai G_A): 0/32, 0/40, 0/45, 0/56 ja 0/63.
- Enimmäisraekokona käytetään enintään 1/3 kerralla tehtävän kerroksen paksuudesta

→ 10 cm kantava aina 0/31,5 mm

→ 15 cm kantava 0/31,5 mm tai 0/45 mm

→ 20 cm kantava 0/31,5 mm, 0/45 mm, 0/56 mm tai 0/63 mm

- Kantavaan kerrokseen käytettävän kalliomurskeen hienoainespitoisuus eli 0,063 mm:n seulan läpäisy-% on korkeintaan 7 (luokka f_7 tai UF_7) ja soramurskeen korkeintaan 9 (luokka f_9 tai UF_9).
- Kantavan kerroksen kiviainesten raemuoto määritetään kerran kuukaudessa menetelmän *SFS-EN 933-3* mukaan. Litteysluku on korkeintaan 50 (luokka FI50).

Kantavan kerroksen materiaalit

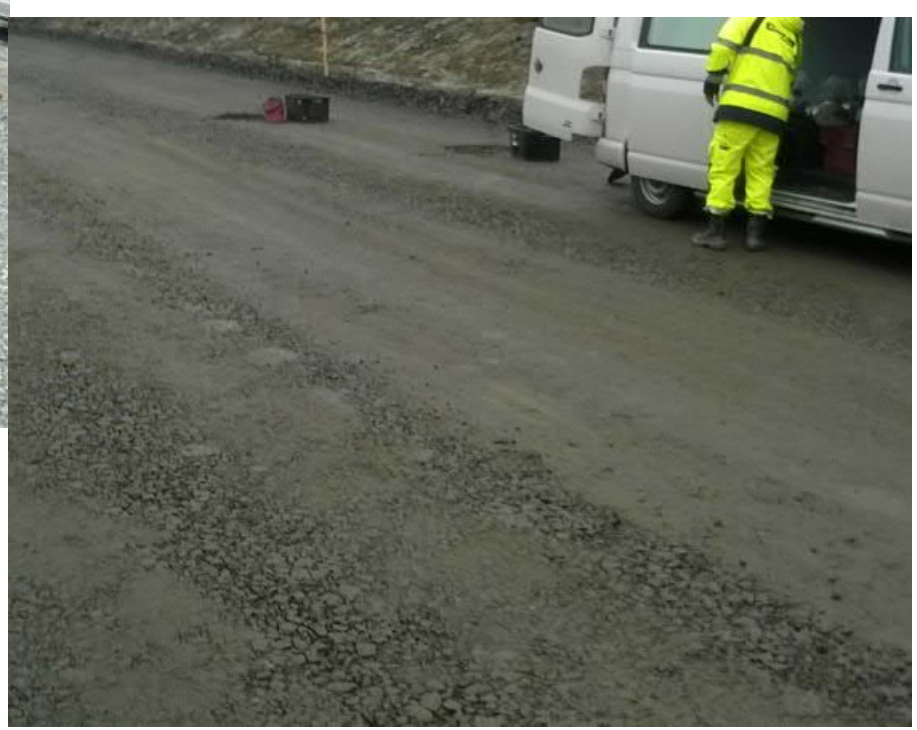
- **Rakeisuus tutkitaan standardin *SFS-EN 933-1* mukaisesti pesuseulonnalla niin tiheästi kuin on tarpeen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi**. Rakeisuuden vähimmäistestaustiheys on kerran päivässä tai kerran 5000 tonnia kohden. Vähimmäistestaustiheys määräytyy sen mukaan kumpi vaatimuksista täyttyy ensin.
- Iskunkestävyyttä kuvaava Los Angeles -luku on enintään 30 (Luokka LA_{30}). Uusiomateriaalien LA-luku pitää ilmoittaa, mutta sille ei ole toistaiseksi vaatimusta.
- Kantavan kerroksen kiviaines ei saa olla rapautunutta tai rapautumisherkkää ja sen pitää kestää jäädytys-sulamisrasituksia.
- *Standardin SFS-EN 933-5* mukaisesti kerran kuukaudessa määritetty soramurskeiden murtopintaisten rakeiden osuus on vähintään 50 % ja kokonaan pyöristyneiden rakeiden osuus on enintään 30 % (luokka C50/30). Vaatimus ei koske kalliomurskeita eikä uusio- ja kierrätyskiviaineksia lukuun ottamatta kierrätettyä soraa tai soramursketta

Kantavan kerroksen rakeisuuden merkitys

- Kuormituskestävyys
- Routasuojaus
- Veden läpäisy
- Riittävän pieni veden pidätyskyky

→ Homogeeninen ja hyvin kuormitusta kestävä alusta päällystekerroksille

Raekoko enintään 1/3…



Raekoko enintään 1/3…

- Murskeiden maksimiraekoko kasvanut 0/31,5 → 0/56 tai 0/63
- Kantava kerros on suhteellisen ohut, 150…250 mm ja geometrinen toleranssi on suhteellisen tiukka
- Useimmiten murskeet G_O, roikkuva rakeisuuskäyrä
- Koneohjaus, pyrkimys materiaalisäästöihin
- Mahdollisesti useana kerroksena tapahtuva levitys ja levitysten välissä tapahtuva höyläys

→ Pinnan lajittuminen ja sen ehkäiseminen

Ominaisuus	Sallittu poikkeama
Rakenteen yläpinnan tasosijainti	
Poikkeama vaakasuunnassa	– 0/+ 150 mm
Em. poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	100 mm
Rakenteen yläpinnan korkeustaso	
Yksittäinen poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan [1)]	± 20 mm
Yksittäisen poikkeaman muutos 20 m:n matkalla	20 mm
Keskiarvon poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan	± 10 mm
Rakenteen yläpinnan kaltevuuden poikkeama	± 0,5 %-yksikköä
Tasaisuus 3 m:n oikolaudalla mitattuna	12 mm

[1)] Tähtäysmerkkien ja mittakepin avulla mitataan poikkeama kohtisuoraan pintaa vasten, mutta takymetrimittauksessa poikkeama pystysuuntaan.

Soratien kulutuskerros

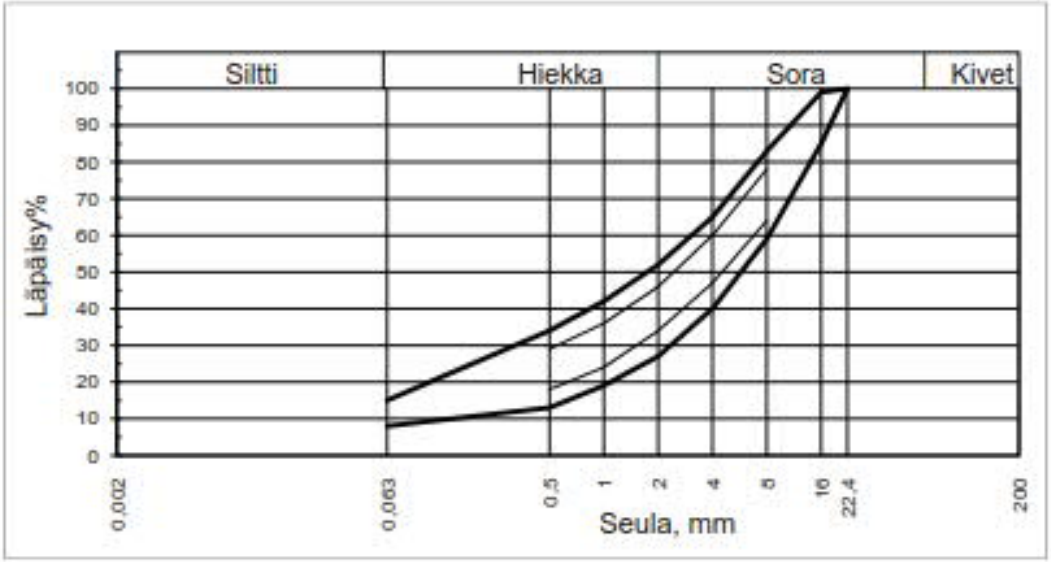
Kulutuskerroksen materiaalit

- Käytetään murskattua materiaalia, kallio-, sora- tai moreenimursketta.
- Kriteerit ja materiaalien luontaiset ominaisuudet osin ristiriitaisia.
- Esim. Hienoainesta tarvitaan, jotta rakenteessa on kosteutta (pölynsidonta, pinnan kiinteys ja tiiviys, muokattavuus). Korkea hienoainesheikentää samalla kuormituskestävyyttä varsinkin märkänä.
- Tie/materiaalikohtainen vaihtelu

Arviointi-näkökulma	Tavoiteltava ominaisuus	Materiaalin vaikuttava ominaisuus
Liikenteen turvallisuus	Kiinteä ja tasainen pinta	Rakeisuus ja kerrospaksuus
Ajomukavuus	Hyvä kitka märällä tien pinnalla	Mineralogiset ja rakenteelliset ominaisuudet, kosteustilaherkkyys
Kuormitus-kestävyys	Hyvä päällysrakenteen kanta-vuus	Maksimiraekoko, rakeisuuskäyrän muoto ja kerrospaksuus
	Pinnan koossapysyvyys liiken-teen kuormituksessa	Hienoainespitoisuus ja hieno-aineksen mineralogiset ominai-suudet
Pinnan hoito	Muokattavuus	Muokattavan kerroksen paksuus
	Uudelleen sitoutuvuus	Maksimiraekoko ja rakeisuus-käyrän muoto, kosteustilaherkkyys
	Pieni pölynsidontamateriaalin käyttötarve	Hienoainespitoisuus ja hieno-aineksen ominaisuudet, rakeisuus-käyrän muoto
	Vähäinen pintakelirikkoherkkyys	Vedensitomiskyky, mineralogiset ominaisuudet, paksuus

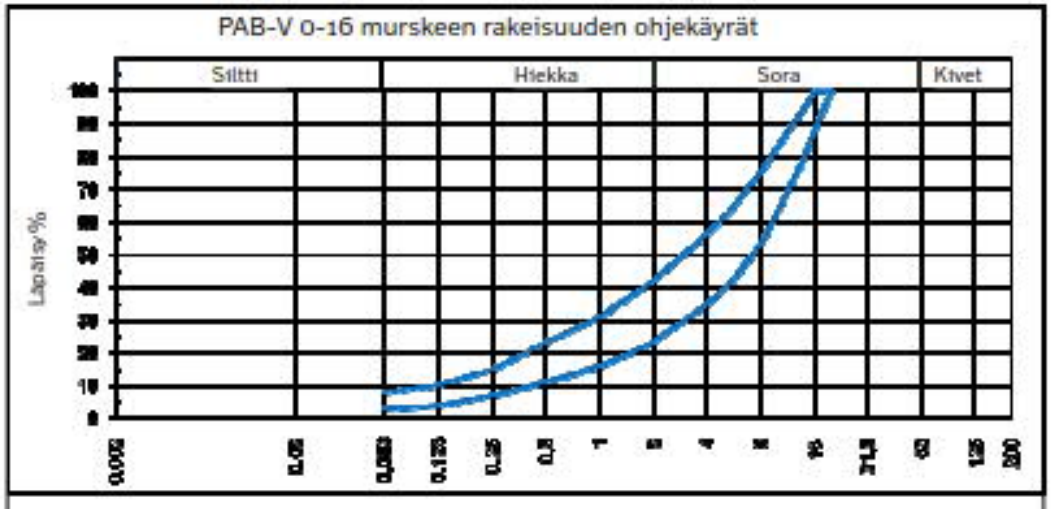
Kulutuskerroksen materiaalit

- 0/16 mm sorastusmurske
- Käytetään kohteissa, joissa ei ole pintakelirikko-ongelmia
- Pitäisi olla lähtökohtana valtaosassa sorastuskohteista



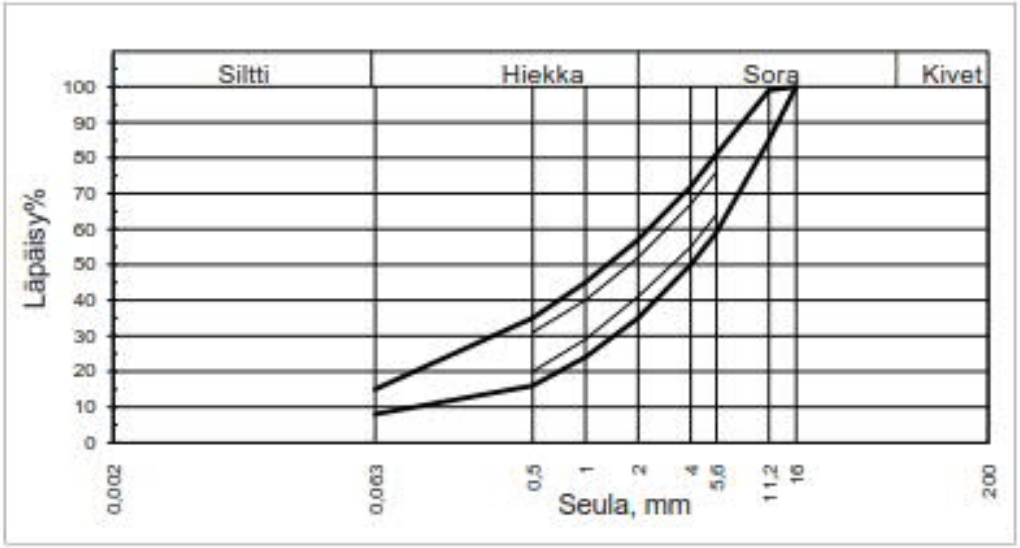
Kulutuskerroksen materiaalit

- 0/16 PAB-V murske
- Sisältää vähemmän hienoainesta
- Käytetään, kun tiellä esiintyy vakavaa pintakelirikkoa keväisin ja syksyisin



Kulutuskerroksen materiaalit

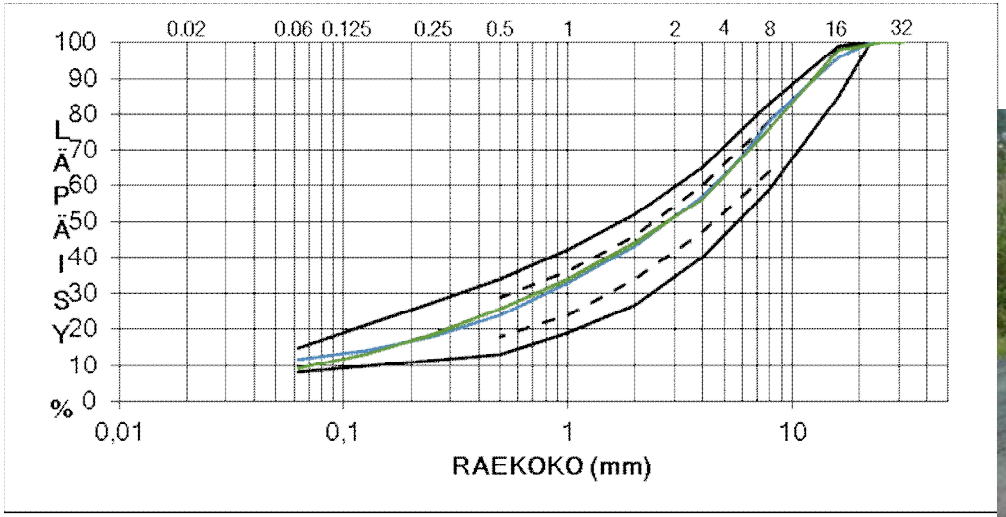
- 0/11 mm sorastusmurske
- Voidaan käyttää hyvin kantavilla sorateillä, jossa on paljon kevyttä liikennettä
- Saadaan aikaan tasaisempi ja tiivis tien pinta, mutta muodonmuutosominaisuudet ovat heikommat kuin 0/16 mm murskeella



Kulutuskerrosmateriaalit

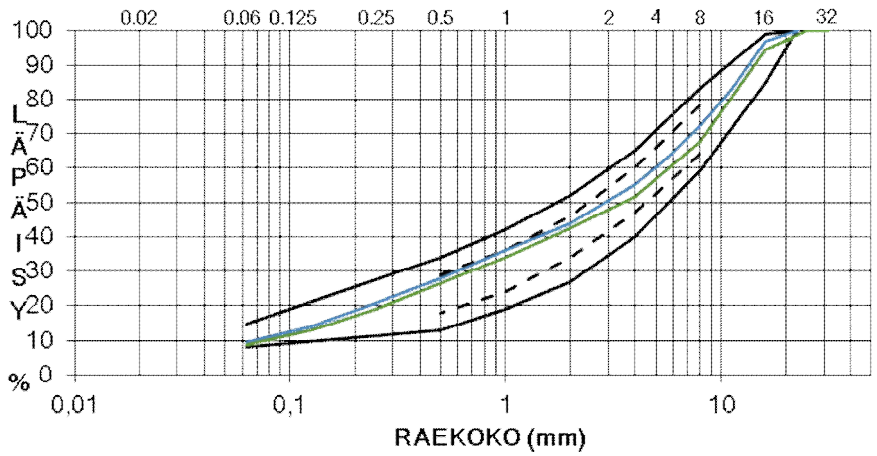
- Avainasemassa toimenpiteet:
- Pinnan tasaus kuoppien pohjia myöden ja oikea kaltevuus
- Sorastusmateriaalin levitys
- Homogenisointi (sekoitus vanhaan, irroitettuun kulutuskerrokseen)
- Tiivistys (!!!)

Esimerkkejä



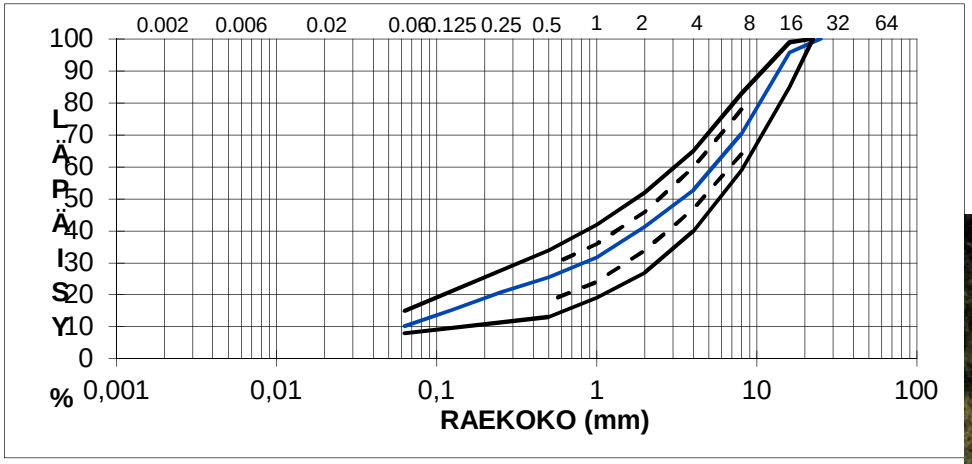
- Hyvä lopputulos

Esimerkkejä

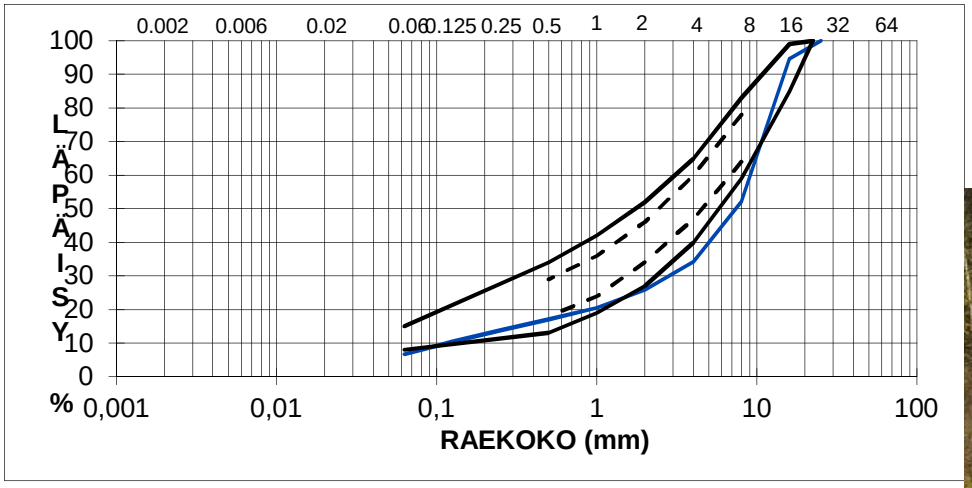


- Normaali syyssorastus

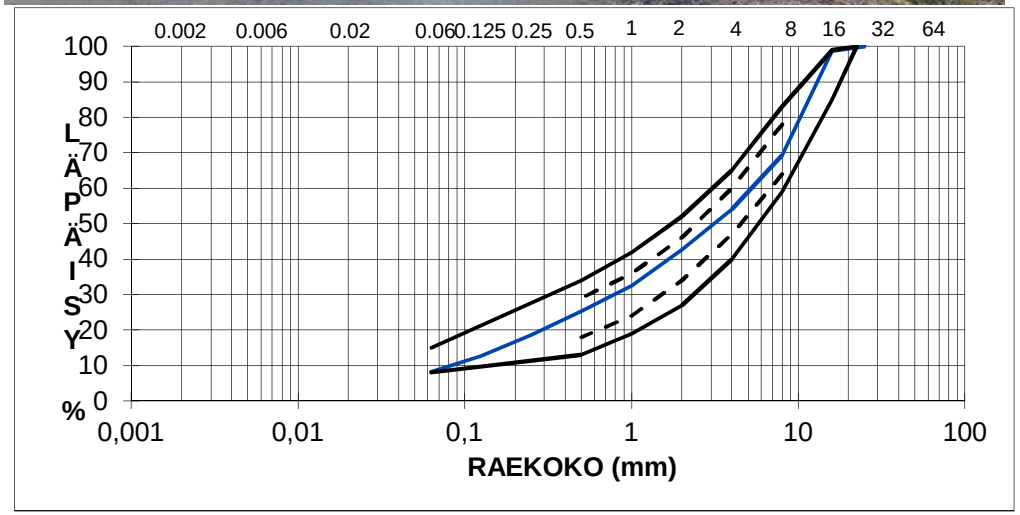
Rakeisuusvaatimuksesta



Rakeisuusvaatimuksesta



- Riippuen tien pinnan tilanteesta voi olla perusteltua käyttää hyvinkin karkeaa murskettа.
- Näyttää siltä, että todella karkearakeinenkin murske pyrkii LO 1/2014 ohjealueelle tai ainakin lähelle sitä.
- Jos karkeaa murskettа käytetään, on töiden suunnittelulla todella suuri merkitys
- Irrotus-sorastus-homogenisointi-muokkaus-tiivistys!

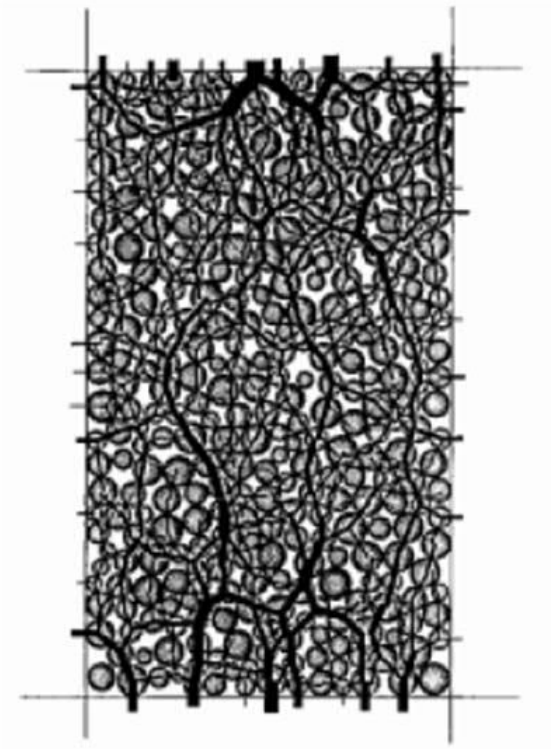
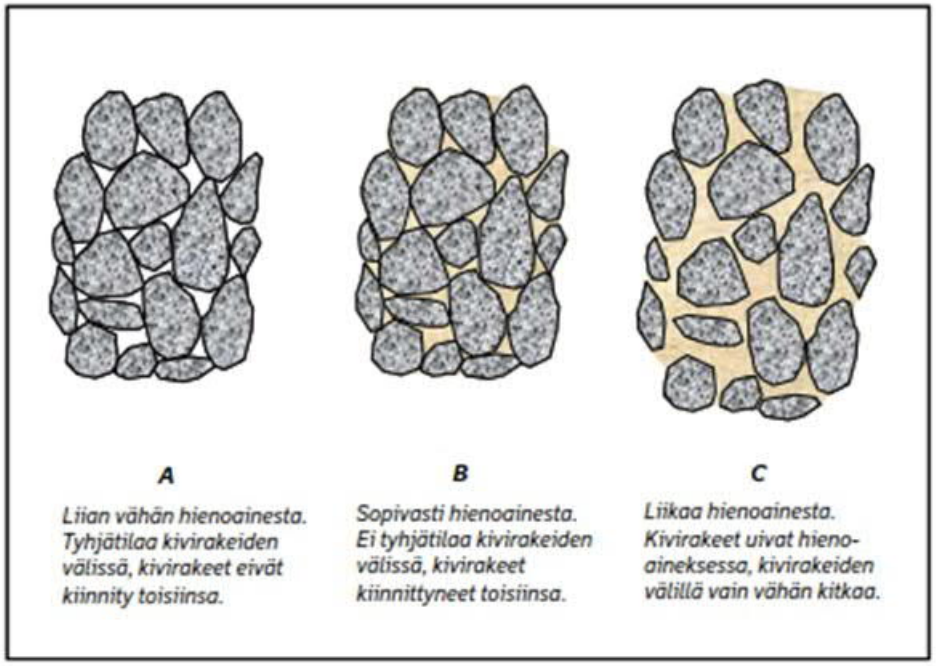


Yhteenveto

Rakeisuuden merkitys yleisesti

- Karkearakeisempi materiaali on yleensä parempi kuormituskestävyyden kannalta
- Rakenteesta tai yksittäisestä rakennekerroksesta pitää kuitenkin saada riittävän tiivis, jotta kerroksen sisään ei jää tyhjätiloja
- Materiaalin raekokosuhde vaikuttaa merkittävästi tiivistymiseen
- Hienoainespitoisuus vaikuttaa materiaalin routimiseen
- Hienoainespitoisuus ja etenkin hienoaineksen laatu (geologia) vaikuttavat merkittävästi rakenteen kosteustilaan ja osin tiiviinä pysymiseen. Samalla kosteustila voi vaikuttaa kuormituskestävyyteen negatiivisesti.

Karkeita rakeita tarvitaan



Hienompia rakeita tarvitaan