



Havaintoja sorateiden materiaalien laadusta

Antti Kalliainen

19.11.2019

Sisältö

- Kulutuskerrosmurskeen vaatimukset
- Havaintoja käytettyjen murskeiden laadusta
- Havaintoja kulutuskerroksen käyttäytymisestä
- Yhteenveto

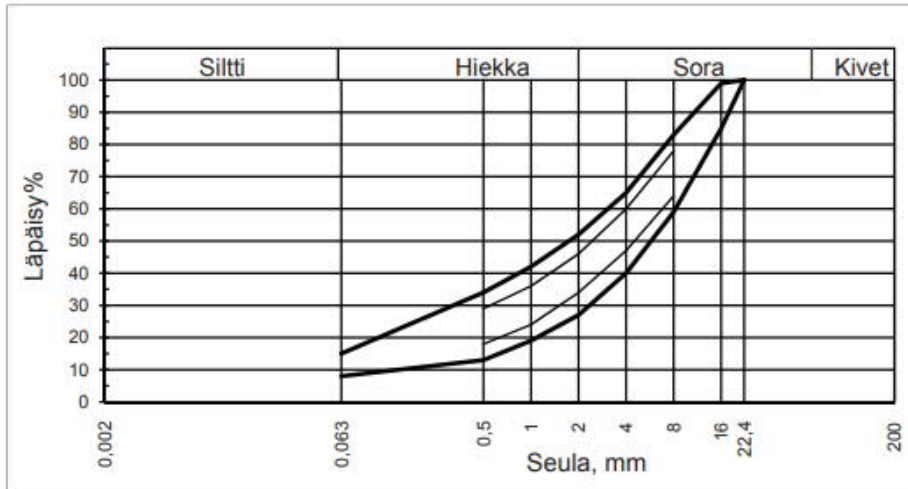
Kulutuserros

- Kulutuserros on muuttuva rakenne, mistä seuraa:
 - Materiaalihävikiä
 - Raekokojakauman vaihtelua
 - Laatutason vaihtelua
 - Pölynsidontatarvetta
- Materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa kerroksen kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitokustannuksiin

Vaatimus raekokojakaumalle

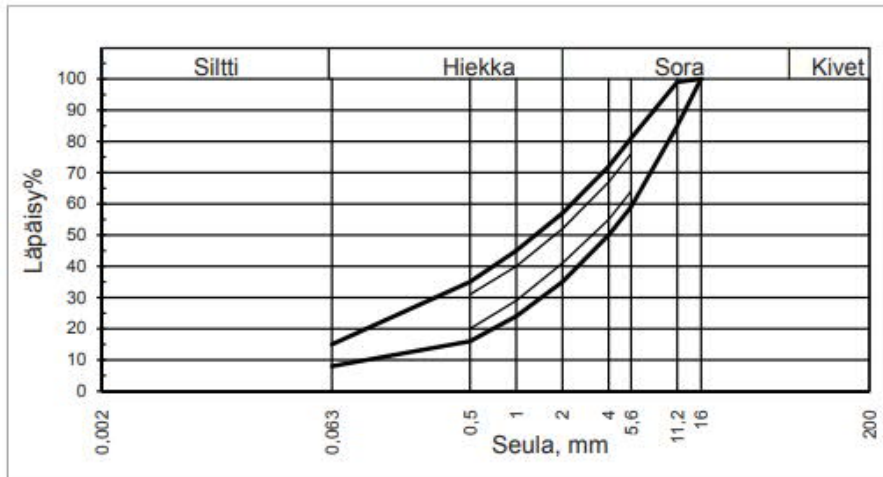
- Sorastusmurske 0/16 mm lähtökohtana:
 - Murskattu materiaali
 - Maksimiraekoko
 - Rakeisuuskäyrän muoto
 - Hienoainespitoisuus

→ Kompromissi eri tilanteiden optimaalisista ominaisuuksista, jotta kulutuskerros toimii riittäväällä tasolla kaikissa olosuhteissa



0/16 murskeen ohjeseulojen läpäisyprosentit				
Keskiarvot Sisemmät rakeisuuskäyrät			Yksittäiset tulokset Uloimmat rakeisuuskäyrät	
Seulat mm	Alaraja	Yläraja	Alaraja	Yläraja
22,4			100	100
16			85	99
8	64	78	59	83
4	47	60	40	65
2	34	46	27	52
1	24	36	19	42
0,5	18	29	13	34
0,063			8	15

Kulutuserrosmurske 0/11 mm

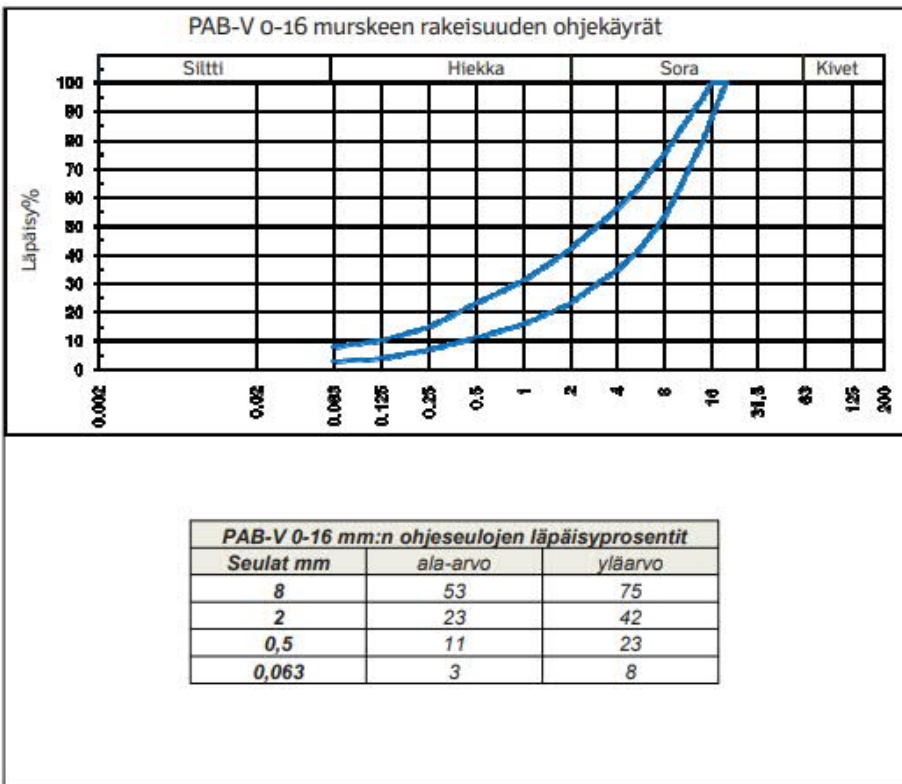


- Voidaan käyttää erikseen sopien, jos:
 - Soratien rakennekerrokset ja pohjamaa riittävän kestävät
 - Paljon kevyttä liikennettä, tarvitaan tasainen pinta

0/11 murskeen ohjeseulojen läpäisyprosentit				
Seulat mm	Keskiarvot Sisemmät rakeisuuskäyrät		Yksittäiset tulokset Uloimmat rakeisuuskäyrät	
	Alaraja	Yläraja	Alaraja	Yläraja
16			100	100
11,2			85	99
5,6	64	76	59	81
4	55	67	50	72
2	41	52	35	57
1	29	40	24	45
0,5	20	31	16	35
0,063			8	15

Kelirikkomurske, "PAB-V" 0/16 mm

- Pintakelirikkoaltille teille suositellaan käytettäväksi vähemmän hienoainesta sisältävää kulutuskerrosmursketta.
- Lisämurskeen rakeisuuden määrittämiseksi tulisi ottaa näytteitä kelirikkoherkistä kulutuskerroksista ja suhteittaa lisämurske sellaiseksi, että sen avulla rakeisuuskäyrä saadaan ohjealueen mukaiseksi.



Kulutuserrosmateriaalin kosteustilaherkkyys

- Jos kulutuserroksen hienoaineksessa on pehmeitä tai rapautuneita mineraaleja tai levymäisiä kiillemineraaleja, joiden kosteustilaherkkyys on muita mineraaleja suurempi, kulutuserroksen pinta liettyy helposti ja syntyy pintakelirikkoa.
- Kulutuserrosmurskeen kosteustilaherkkyyttä (vedensitomiskykyä) ja siitä aiheutuvaa kelirikkoherkkyyttä voidaan selvittää imupainekokeen, TS-arvon (Tube Suction) avulla.

Dielektrisyysarvo (TS-arvo)	Laatu
< 8	<i>Kulutuserroksen imupaine on liian pieni, pölyämisvaara on suuri ja kulutuserros kuluu nopeasti. Hienoaineksen lisäystä ja suolan käyttöä on harkittava.</i>
8...12	<i>Optimaalinen kulutuserroksen kosteus. Dielektrisyysarvo sallii lisäorastuksen ja hienoainesta voidaan myös hieman lisätä.</i>
12...16	<i>Optimaalinen kulutuserroksen kosteus. Sorastuksen suhteutuksessa on kiinnitettävä huomiota hienoaineksen määrään. Tien kuivatuksesta tulee huolehtia.</i>
>16 *)	<i>Kulutuserros sitoo liikaa vettä, pintakelirikkoavaara on olemassa. Tien pinta on mahdollisesti sateella liukas. Kulutuserroksen hienoaineksen määrä ja suolapitoisuus tulisi tarkistaa ja kuivatuksesta tulee huolehtia.</i>
*) Huonon arvon raja on mahdollisesti 20	

Havainnot kulutuskerrosmurs- keen laadusta

- Yhteenveto vuosina 2014-2015 tehdyistä tutkimuksista
 - Näytteet otettu kasalta
- Yhteenveto vuosina 2017-2019 tehdyistä tutkimuksista
 - Näytteet otettu soratien pinnasta

2014-
2015

Materiaali	Näytteenotto	Puutteet	Hienoainespitoisuus (%)	Puutteiden aiheuttamat toimenpiteet
1A	Kasa	liian vähän hienoainesta	6,5	-
1B	Kasa	liian vähän hienoainesta	3,8	-
		ei dokumentteja		-
2A	Kasa	liian vähän hienoainesta	5,0	-
		ei dokumentteja		-
2B	Kasa	liian vähän hienoainesta	4,8	-
		ei dokumentteja		-
3A	Kasa	liian vähän hienoainesta	6,6	-
		materiaali liian puikkoista		-
3A	Rakenne	-	12,7	käyttö lopetettu, kun havaittu renkaiden puhkeamisia
4A	Kasa	liian vähän hienoainesta	5,3	-
4B	Kasa	liian vähän hienoainesta	3,8	käytetty kelirikkomurskeena
5A	Kasa	liian vähän hienoainesta	5,1	-
5B	Kasa	liian vähän hienoainesta	4,2	-
		ei dokumentteja		-
6A	Kasa	liian vähän hienoainesta	4,6	-
		ei dokumentteja		-
6B	Kasa	liian vähän hienoainesta	5,3	-
		ei dokumentteja		-
7A	Kasa	liian vähän hienoainesta	6,5	-
7B	Kasa	liian vähän hienoainesta	4,6	-
8A	Kasa	liian vähän hienoainesta	5,3	käytetty kelirikkomurskeena
8B	Kasa	liian vähän hienoainesta	4,9	käytetty kelirikkomurskeena
9A	Kasa	liian vähän hienoainesta	6,7	-
9B	Rakenne	-	8,8	Materiaali ok
9C	Rakenne	liian hienorakeinen	6,3	-
9D	Rakenne	liian hienorakeinen	11,8	-


Kohde	Toimenpide ja ajankohta	Hienoainespitoisuus (%)	Dokumentit	Havainnot
1	kelirikko, kevät	11,2	ei toimitettu	onnistunut kelirikkokorjaus
2	normaali, syksy	7,4	ei toimitettu	Hieman liian vähän hienoainesta
3	normaali, syksy	9,3	ei toimitettu	Pintaa sidottu hienommalla murskeella jälkikäteen.
4	normaali, syksy	8,1	ei toimitettu	Sorastettu karkealla murskeella, ei homogenisointia, pinta irtonainen, hienoainespitoisuus vaihtelee paljon
5	normaali, syksy	6	ok	Liian vähän hienoainesta, pinta hieman irtonainen
6	normaali, syksy	5,8	ok	Sorastettu vähän hienoainesta sisältävällä murskeella, tien pinta jäänyt irtonaiseksi
7	normaali, syksy	7,1	ok	Käytetty sorastusmurske dokumenttien mukaan vaatimusten mukaista, tien pinta irtonainen ja hieman liian vähän hienoainesta.
8	normaali, syksy	9,6	ok	Toimenpiteet kesken näytteenottohetkellä, materiaali ok.
9	normaali, syksy	8,3	ok	Materiaali ok, toimenpiteet ok, lopputulos hyvä
10	normaali, syksy	10	ok	Materiaali ok, toimenpiteet ok, lopputulos hyvä
11	normaali, syksy	10,4	ei toimitettu	Morenimurske, liian hienorakeinen
12	runkokelirikko, syksy	6,2	ei toimitettu	Tehty runkokelirikon korjausta, ojista perattu materiaalia. Hienoainespitoisuus liian alhainen, mutta pinta näyttää sitoutuneelta
13	kelirikko, syksy	7,8	ei toimitettu	Kelirikkokorjaus karkeammalla murskeelle. Hienoainespitoisuus keskimäärin hieman liian pieni, hienoainespitoisuus vaihtelee
14	normaali, kesä	4,5	ok	Toimenpiteet kesken näytteenottohetkellä. Materiaali suhteutettu vertaamalla tien pinnan tilannetta ennen sorastusta. Lopputulos ei tutkimuksen tiedossa.
15	normaali, syksy	9,2	ok	Materiaali ok, lopputulos ok.
16	normaali, syksy	9,2	ok	Materiaali ok, toimenpiteet kesken näytteenottohetkellä, joten tien pinta vielä irtonainen
17	normaali, kevät	10,8	ei toimitettu	Kevätsorastus, näytteiden perusteella tien pinnassa hiekkapatti, eli karkeaa runkoainesta puuttuu. Tien pinta irtonainen.
18	normaali, syksy	6,5	ei toimitettu	Liian vähän hienoainesta, tien pinta näyttää melko hyvin sitoutuneelta ja kostealta.
19	normaali, syksy	6,9	ei toimitettu	Vähän liian vähän hienoainesta, tien pinta osin irtonainen.
20	kelirikko, syksy	5,9	ei toimitettu	Vanha kulutuskerros hienorakeinen ja märkä, lisämurske todella karkeaa, ei homogenisoitu, tien pinta irtonainen, näytteissä liian vähän hienoainesta. 10
21	normaali, syksy	9,9	ei toimitettu	Lopputulos ok.

2018-2019

Kohde	Toimenpide ja ajankohta	Hienoaines-pitoisuus (%)	Dokumentit	Havainnot
		(Vaatimus 8...15 %)		
1	sorastus, syksy	7,5	Rakeisuuskäyrä	Hienoainespitoisuus liian pieni, näytteenottohetkellä pinta jäinen, pinta irtonainen
2	pintakelirikko, syksy	6,6	Rakeisuuskäyrä	Hyvin onnistunut kelirikkokorjaus
3	sorastus, syksy	10,8	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Pinta irtonainen
4	sorastus, syksy	7,6	Rakeisuuskäyrä	Hienoainespitoisuus hieman liian pieni, pinta irtonainen
5	sorastus, syksy	7,2	Rakeisuuskäyrä	Hienoainespitoisuus liian pieni
6	sorastus, syksy	8,6	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	CE-merkintä päällystekiviainekseksi, pinta irtonainen
7	sorastus, kevät	6,1	Rakeisuuskäyrä	Käytetty hienoa sorastusmursketta 0/11 mm, tien pinnan karkeus korjattu, hienoainespitoisuus liian pieni, pinta irtonainen
8	sorastus, kevät	6,2	Rakeisuuskäyrä	Käytetty hienoa sorastusmursketta 0/11 mm, tien pinnan karkeus korjattu, hienoainespitoisuus liian pieni
9	sorastus, syksy	7,4	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Poikkeaa LO1/2014 ohjealueesta, lisämurske f3, pinta kiinteä
10	runkokelirikko, syksy	6,3	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Poikkeaa LO1/2014 ohjealueesta, murske f5, pinta kiinteä vain kapeassa ajourassa
11	sorastus, syksy	-	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Ei vielä tuloksia, materiaali LO1/2014 mukainen
12	sorastus, syksy	-	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Ei vielä tuloksia, materiaali LO1/2014 mukainen
13	sorastus, syksy	-	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Ei vielä tuloksia, Poikkeaa LO1/2014 ohjealueesta
14	sorastus, syksy	-	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Ei vielä tuloksia, Poikkeaa LO1/2014 ohjealueesta
15	sorastus, syksy 2018	11,4	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	Materiaali LO1/2014 mukainen, pintakelirikko-ongelmia syksy 2019
16	osin runkokelirikko, syksy 2017	11,7	Rakeisuuskäyrä	Lisämurske poikkeaa LO1/2014 ohjealueesta, rakeisuus ¹¹ tien pinnassa ok, pinta kiinteä

Suoritustasoilmoitus ja CE-merkki

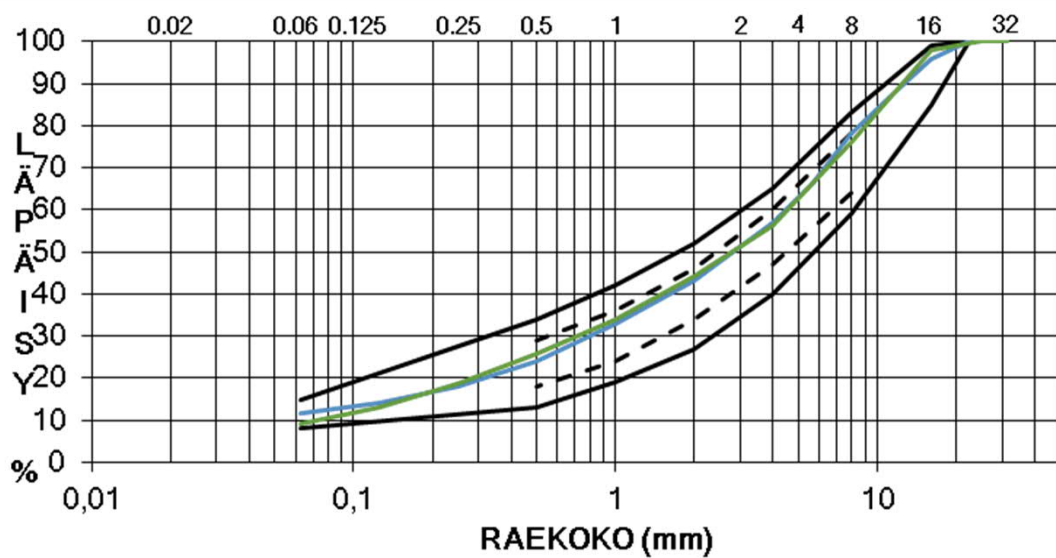
Perusominaisuus	Suoritustaso	Yhdenmukaistettu tekninen asiakirja
Raekoko	0/16 [tai 0/11]	EN 13242:2002+A1:2007
Rakeisuusluokka	G _A 85 [rakeisuuden tarkempi kuvaus annetaan suoritustasoilmoituksen ulkopuolella EN 13285 perusteella]	
Litteysluku	F ₁₅ [tarvittaessa ilmoitettava, muuten NPD]	
Kiintoiheys	X Mg/m ³	
Hienoainespitoisuus	f ₁₅ [kuvaa hienoaineksen maksimia, minimi ilmoitetaan suoritustasoilmoituksen ulkopuolella standardin EN 13285 mukaan]	
Murtopintaisten rakeiden osuus	NPD	
Iskunkestävyys	NPD	
Tilavuuden pysyvyys	NPD	
Veden imeytyminen	NPD	
Petrografinen kuvaus	Graniittinen kalliomurske	
Happoliukoiset sulfaatit	NPD	
Kokonaisriikki	NPD	
Kulutuskestävyys	NPD	
Vaaralliset aineet ja radioaktiivisuus	NPD [valmistajan tulee tarkistaa aktiivisuuspitoisuuksia koskevat ehdot, ks. STUK:n määräys luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta]	
Rapautumisen kestävyys	NPD	
Jäädytys-sulatuskestävyys	NPD	

 19	
<i>Yritys ABC, Katu 1, 00110 Helsinki</i> Suoritustasoilmoitus 003ABC15012019	
SFS-EN 13242 <i>Soratien kunnossapitomurske 0/16 mm, tuotantopaikan nimi</i> Soratien kunnossapidossa käytettävä sitomaton kiviaines	
Rakeisuusluokka	G_A85
Hienoainespitoisuus	f₁₅
Muut tiedot: www.yritys.fi/DoP [linkki verkkosivulle, jossa suoritustasoilmoitus on]	

Havainnot kulutuskerrosmurs- keen käyttäytymisestä

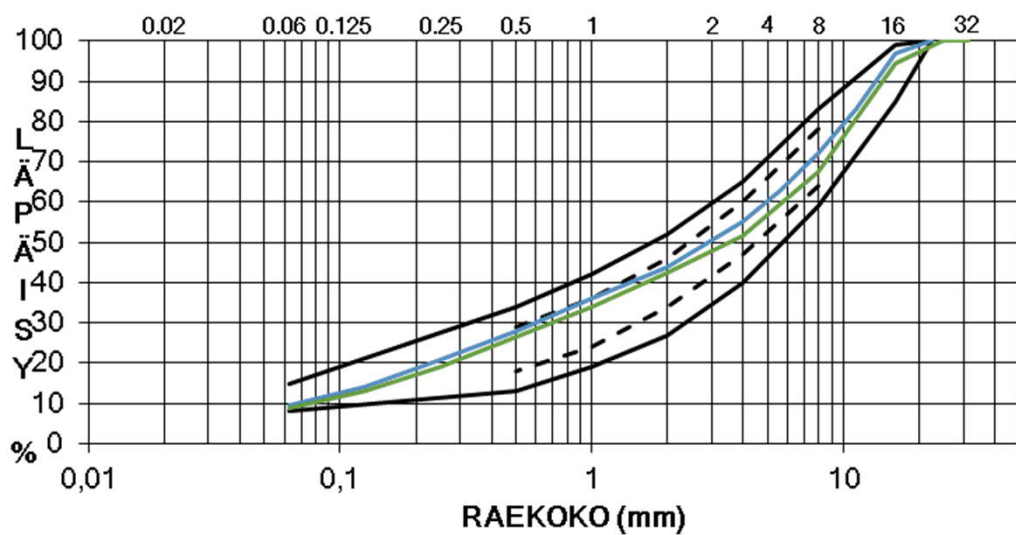
Normaali sorastus

- Suunniteltu materiaali
- Huolella tehdyt toimenpiteet
- Hyvä lopputulos

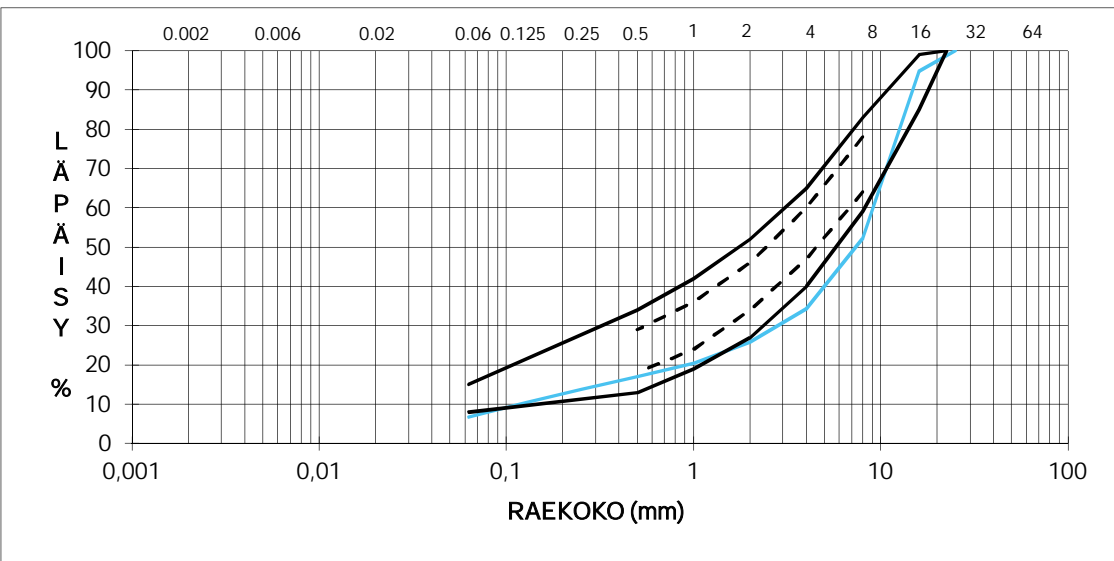


Normaali sorastus

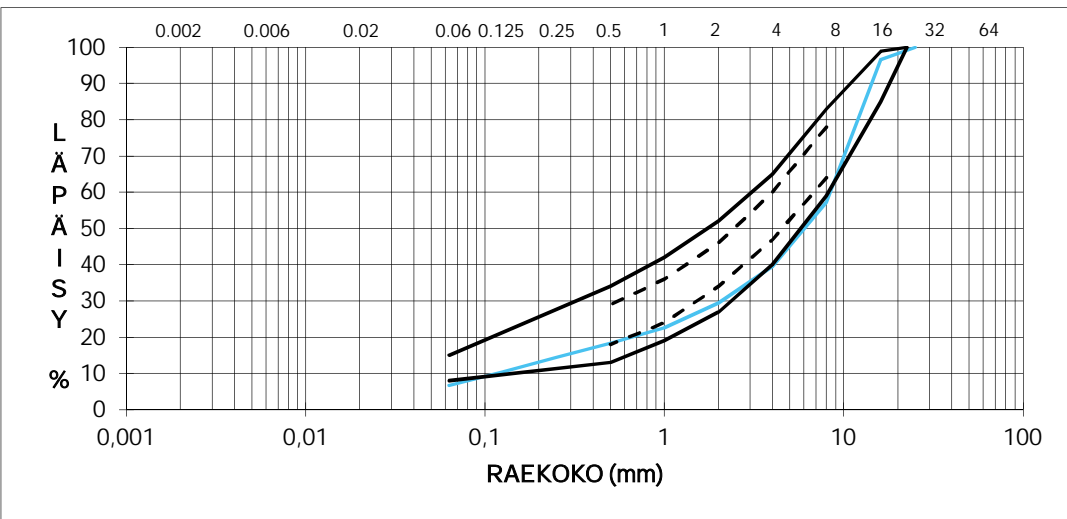
- Materiaali ok
- Toimenpiteistä lipsuttu vähän
- Näkyy heti pinnassa, korjaantunee liikenteen vaikutuksesta



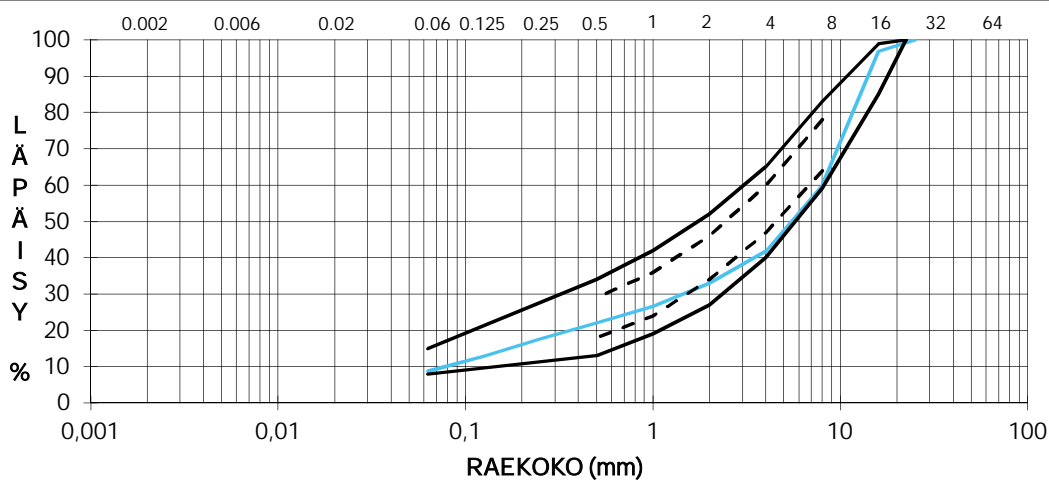
Materiaali, toimenpiteet vai molemmat?



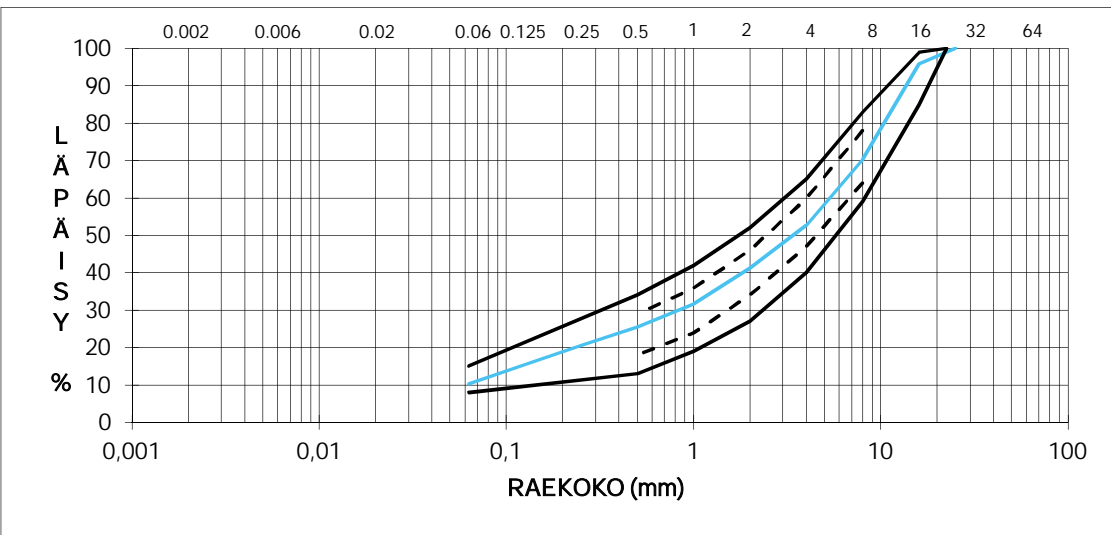
Materiaali, toimenpiteet vai molemmat?



Materiaali, toimenpiteet vai molemmat?

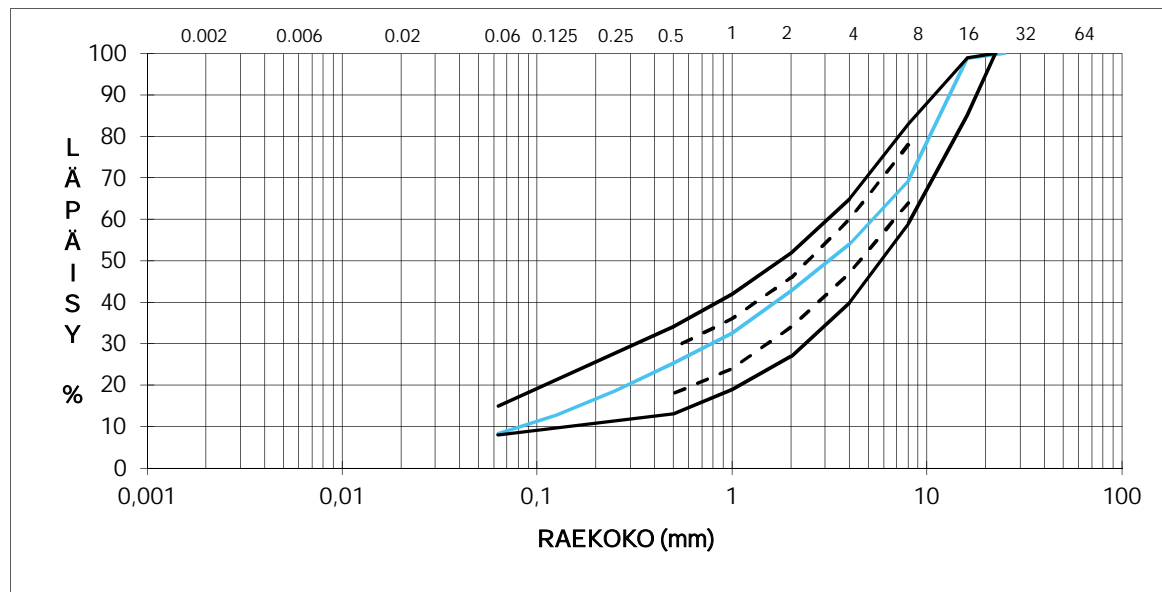


Materiaali, toimenpiteet vai molemmat?



Rakeisuusvaatimuksesta

- Riippuen tien pinnan tilanteesta voi olla perusteltua käyttää vähän hienoainesta sisältävää mursketta.
- Näyttää siltä, että todella "karkearakeinenkin" murske pyrkii LO 1/2014 ohjealueelle tai ainakin lähelle sitä.
- Jos PAB-V tai muuta käyrältään roikkuvaa mursketta käytetään, on töiden suunnittelulla todella suuri merkitys
- Irrotus-sorastus-homogenisointi-muokkaus-tiivistys!



Yhteenveto

- Käytettävien murskeiden valinnassa on kirjavuutta
- Myös muihin kiviaineksen ominaisuuksiin tulee kiinnittää tapauskohtaisesti enemmän huomiota, pelkkä raekokojakauma ei aina kerro riittävästi
- Sorastuksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet vaihtelevat, kiinnitettävä huomiota toimenpiteiden suunnitteluun
- Käytettävien murskeiden CE-merkintä on mennyt eteenpäin, 2019 sorastetuista teistä löytyi kaikista tarkastetuista kohteista CE-merkintä ja DoP

