



Havaintoja ratamateriaalien laadusta

Antti Kalliainen

19.11.2019

Sisältö

- Radan eristys- ja välikerrosmateriaalien laatuvaatimukset
- Havaintoja eristys- ja välikerrosmateriaalien tutkimuksesta
- Havaintoja raideseppelin tutkimuksesta
- Yhteenveto

Radan eristys- ja välikerrosmateriaa lien laatuvaatimukset

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.

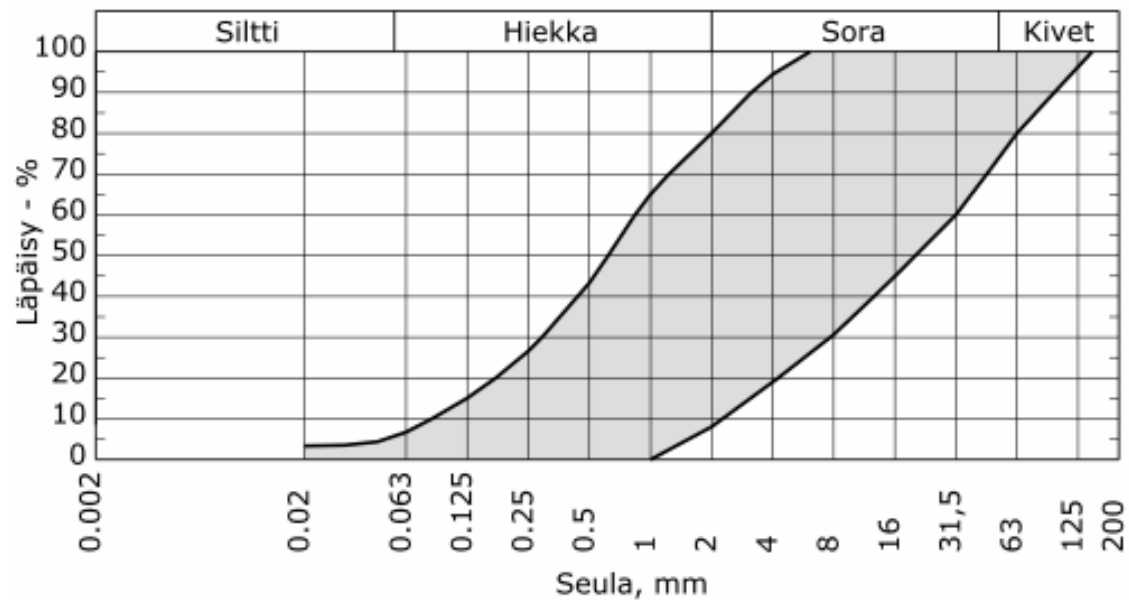
Eristys- ja välikerrosmateriaalit

- Materiaalina käytetään routimatonta hiekkaa tai soraa, jonka rakeisuus on *kuvan 21230:K1* mukainen.
- Eristyskerroksen kalliomurskeen rakeisuus on *kuvan 21220:K1* mukainen. Eristyskerroksen kalliomurskeen hienoainespitoisuus (läpäisy 0,063 mm seulalla) on kaikissa näytteissä pesuseulontana määritettynä enintään 2 %.
- Eristyskerroksessa käytettäviä materiaaleja ei saa valmistaa sekoittamalla eri raaka-ainelähteistä peräisin olevia materiaaleja keskenään.
- Materiaali ei sisällä epäpuhtauksia, kuten hajoavaa eloperäistä ainesta.
- Rakeisuus tutkitaan standardin *SFS-EN 933-1* mukaisesti pesuseulonnalla niin tiheästi kuin on tarpeen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi. Rakeisuuden vähimmäistäustiheys on kerran päivässä tai kerran 5000 tonnia kohden sen mukaan kumpi vaatimuksista täyttyy ensin.

EV-kerrokset luonnonmateriaalista

« takaisin

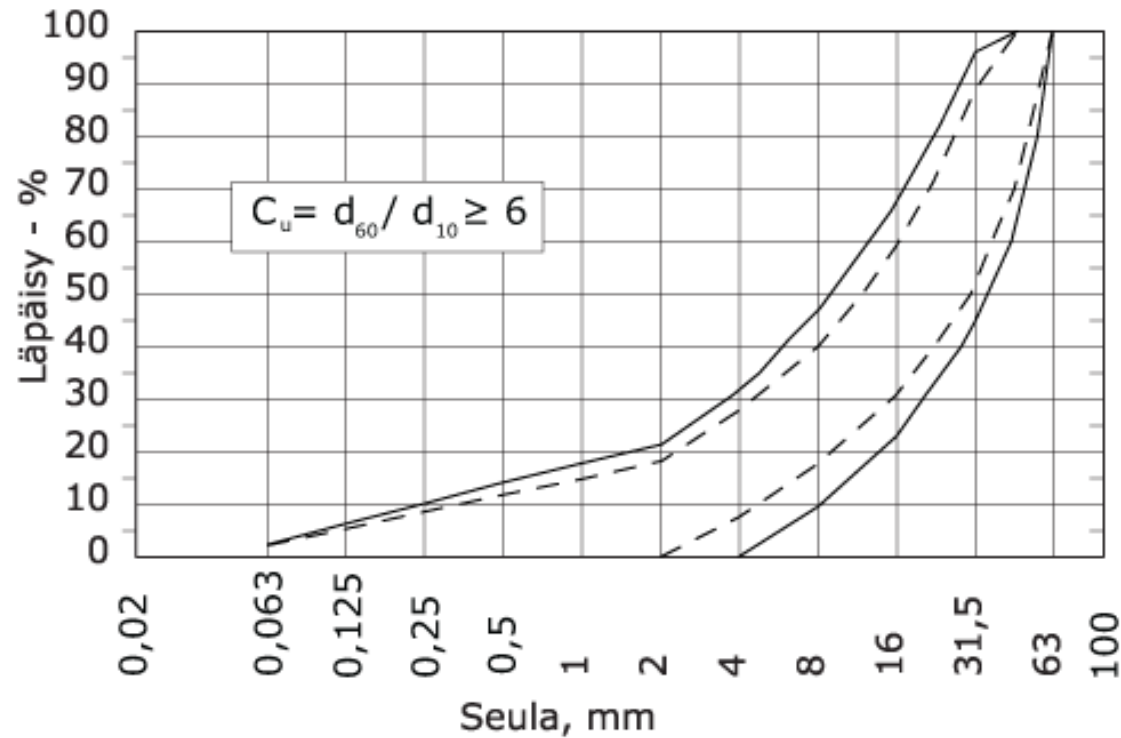
Kuva 21230:K1. Hiekasta tai sorasta tehtävän välikerroksen materiaalivaatimukset.



EV-kerrokset kalliomurskeesta

« takaisin

Kuva 21220:K1. Eristys- ja välikerroksen kalliomurskeen rakeisuusvaatimukset.



EV-kerrokset kalliomurskeesta

- Kiviaines ei sisällä haitallisessa määrin rapautumisherkkiä mineraaleja. Haitallisten mineraalien määrä todetaan tarvittaessa standardin *SFS-EN 932-3* mukaisesti ohut- tai pintahietutkimuksilla:
- Sulfideja, oksideja tai grafiittia (opaakkimineraaleja) kiviaineksessa on enintään 3 %. Jos opaakkimineraalit voidaan malmimikroskooppisin tutkimuksin varmuudella todeta oksideiksi, on niitä enintään 5%.
- Pehmeiden rapautumis- ja muuttumistuotteiden (esimerkiksi kloriitti, serpentiini ja talkki) yhteenlaskettu osuus raidesepelikiviaineksessa on enintään 5 %.
- Helposti liukenevia ja murenevia karbonaattimineraaleja (kalsiitti, dolomiitti) on kasaumina enintään 5 %, hajallaan enintään 10 %.
- Muiden pehmeiden mineraalien, erityisesti kiilteiden, sekä kaikkien edellä mainittujen mineraalien yhteenlaskettu osuus on enintään 25 %. Jos kiille esiintyy pakkoina tai muunlaisina suuntautuneina kasaumina, sen osuus kiviaineksen mineraalikoostumuksessa on enintään 20 %.

EV-kerrokset kalliomurskeesta

| | Los Angeles luokka ¹⁾ | micro-Deval luokka ²⁾ |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Vaatus | Vaatus |
| Tason Kv-1500 mm yläpuolella | LA ₂₅ ³⁾ | MD ₁₅ |
| Tason Kv-1500 mm alapuolella | LA ₃₀ ⁴⁾ | MD ₂₀ |

¹⁾ Määritellään standardin *SFS-EN 1097-2* mukaisesti

²⁾ Määritellään standardin *SFS-EN 1097-1* mukaisesti

³⁾ Hankekohtaisesti tilaaja voi hyväksyä myös luokan LA₃₀

⁴⁾ Hankekohtaisesti tilaaja voi hyväksyä myös luokan LA₃₅.

« takaisin

Jäätymis-sulamiskestävyyttä ja routimisherkkyttä ennakoivan vedenimeytymisen enimmäismäärä eristys- ja välikerrosten kalliomurskeilla on standardin *SFS-EN 1097-6 luvun 8* mukaisesti lajitteesta 4/31.5 mm määritettynä 0.5 % (luokka WA₂₄0.5).

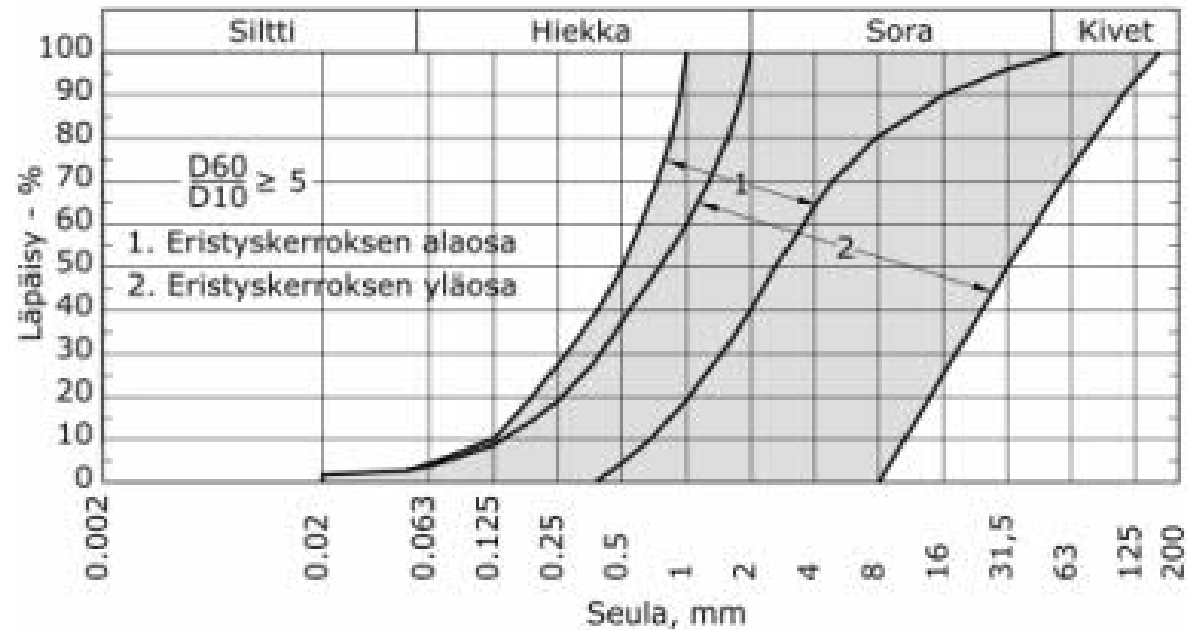
Eristys- ja välikerros ratarakenteen osana

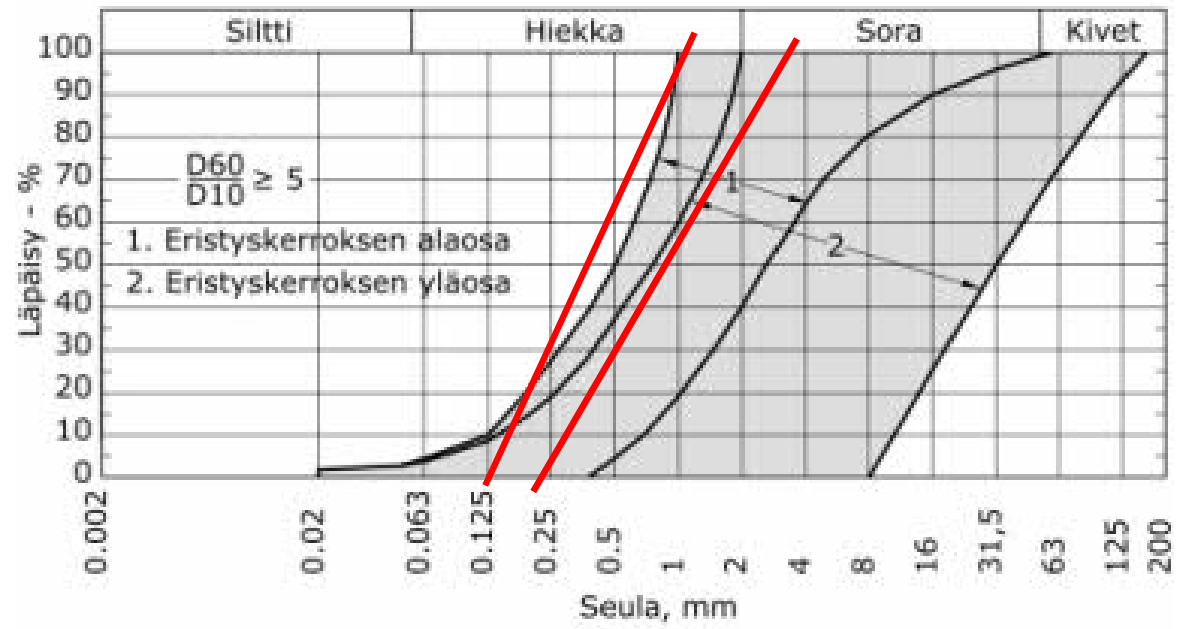
- Radan alusrakenteen suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta.
- Radan alusrakenteen tärkein tehtävä on vastustaa routimista. Lisäksi alusrakenteella pitää olla riittävä kokonaisjäykkyys, jotta se kykynee ottamaan vastaan liikennekuormia deformatumatta.
- Kuten jo aiemmin todettiin, kiviaines muuttuu aina käsiteltäessä. Käytännössä kiviaines siis hienonee aina jonkin verran käyttöikänsä aikana.
- Näistä syistä johtuen vaatimukset esim. Kalliomurskeen lujuuden ja rakeisuuden osalta ovat tiukemmat kuin vastaaville tierakenteessa käytettäville materiaaleille.

Raekokojakauman vaatimusten muutokset

Luonnonmateriaali eristyskerroksessa

- Aiempi, kumottu vaatimus.
- Miksi vaatimus on vaihdettu vastaamaan välikerroksen rakeisuusvaatimusta??

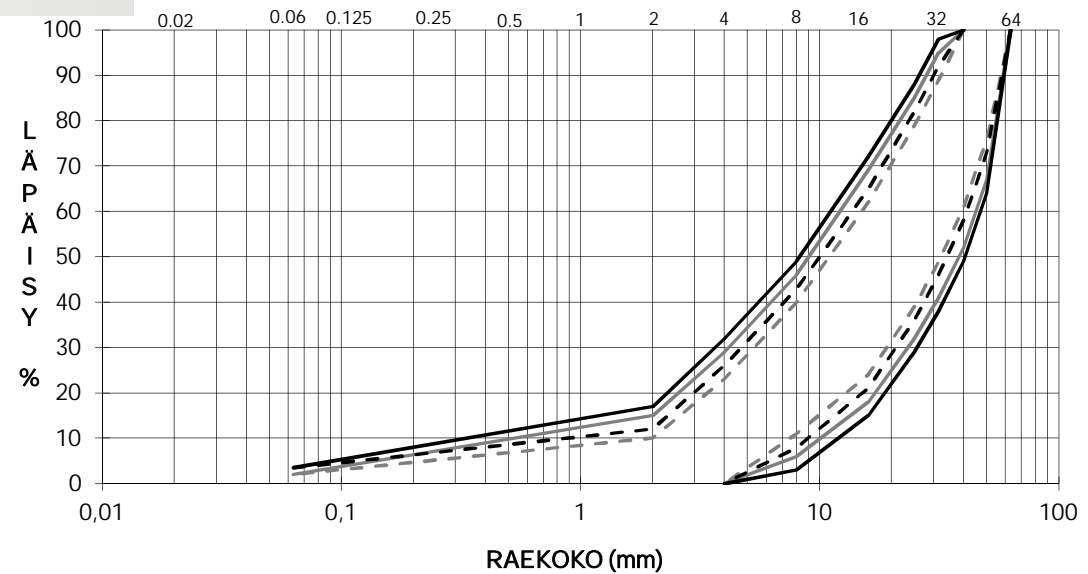




EV-murskeen laadunosoitus rakenteen tiivistämisen jälkeen

Vaatus

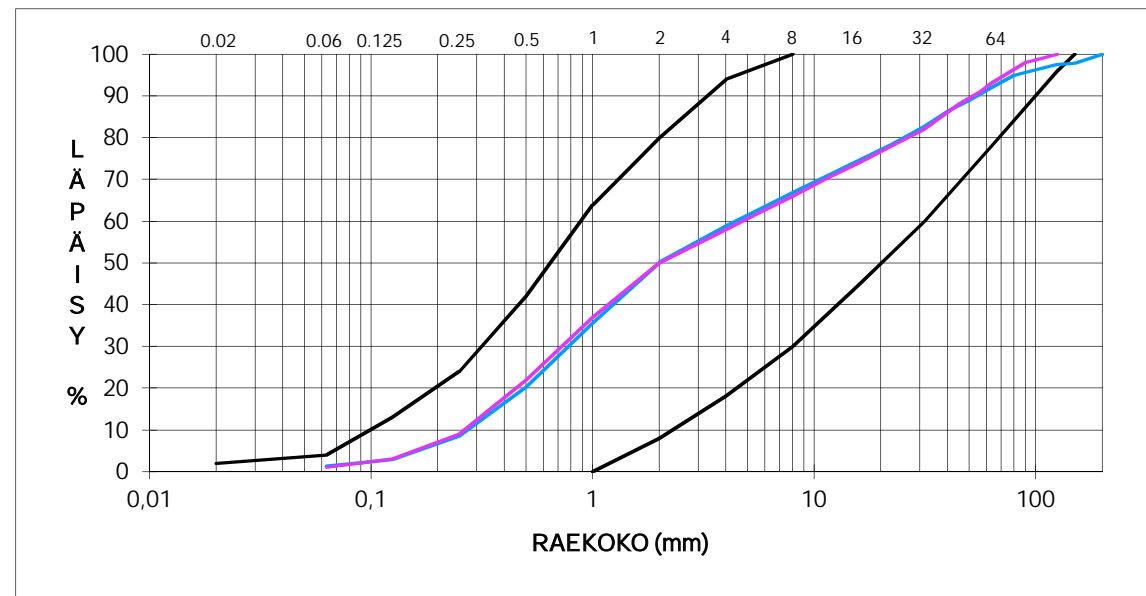
Vaatimusten mukaiseen tiiviyteen tiivistetty eristyskerroksen materiaali täyttää eristyskerroksen materiaalille *kohdassa 21220.1* asetetut rakeisuus- ja muut vaatimukset sillä lievennyksellä, että rakenteesta tutkittuna materiaalin läpäisy 0,063mm seulalla saa olla 1,5 %-yksikköä suurempi, 0,125...2 mm seuloilla 2 %-yksikköä suurempi ja materiaalin läpäisy 4...63 mm:n seuloilla vastaavasti 3 %-yksikköä suurempi tai pienempi, kuin vastaavalle materiaalille *kohdassa 21220.1* esitetyissä vaatimuksissa.

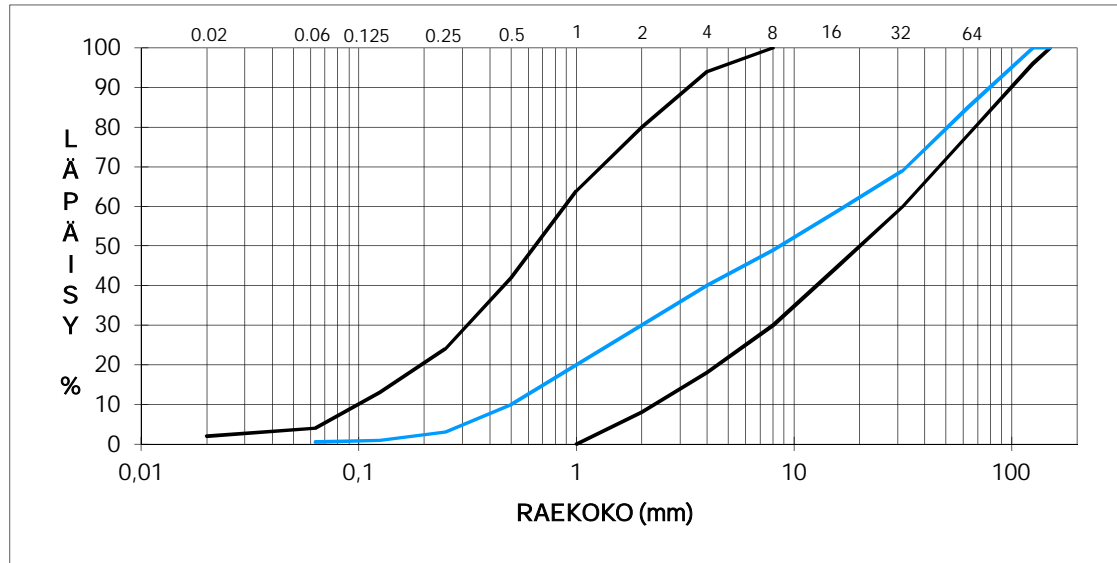


Huomiota
alusrakennemateri-
aalien
tutkimuksista

Luonnonsorat

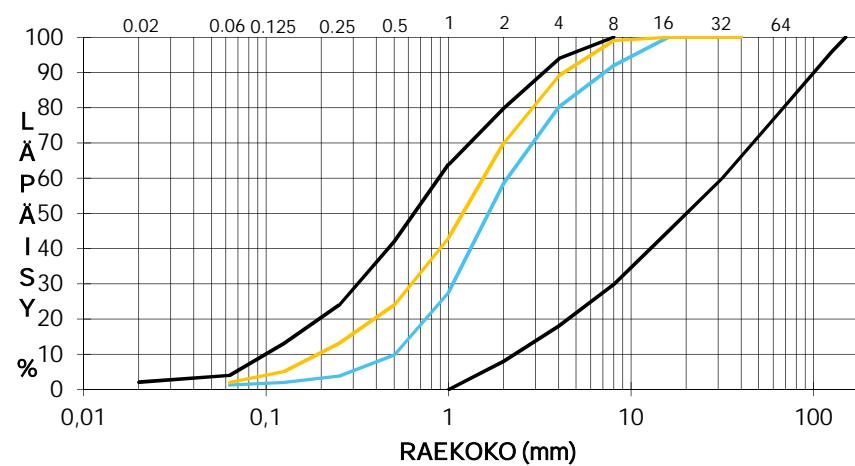
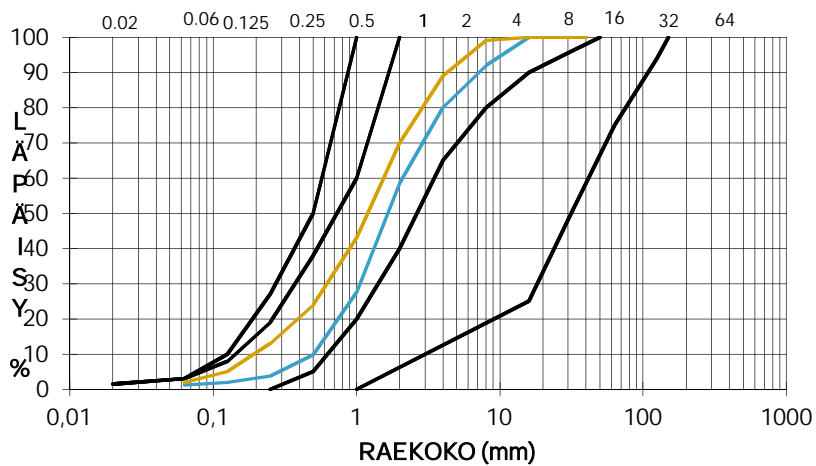
- Laatudokumentit vs. työmaalle tuleva materiaali?





Valintaperusteet ?

- Tuote oli valmistettu betonihiekaksi
- Olisiko ratarakenteeseen riittänyt vähemmänkin katkaistu ja samalla huomattavasti edullisempi materiaali?



Havainnot ja raidesepelin tutkimuksista

- Tutkimus aloitettu 2017
- Näytteitä otettu kolmena vuotena, yhteensä 16 kohdetta
- Aluksi paljon muotoarvopuutteita
- Pitkien (> 100 mm) mittaisten rakeiden osuus

Yhteenveto sepelitutkimusten havainnoista

| Vuosi | Kohde | Havainnot |
|-------|-------|--|
| 2017 | 1 | Pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| | 2 | Muotoarvo, Pitkien rakeiden osuus yli 20 %, Iskunkestävyys |
| | 3 | Muotoarvo, Pitkien rakeiden osuus noin 20 % |
| | 4 | Muotoarvo, Pitkien rakeiden osuus noin 20 % |
| | 5 | Pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| 2018 | 6 | Pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| | 7 | Pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| | 8 | Muotoarvo, Pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| | 9 | Pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| | 10 | Raekokojakauma, pitkien rakeiden osuus yli 20 % |
| | 11 | Pitkien rakeiden osuus noin 15 %, Iskunkestävyys |
| 2019 | 12 | Pitkien rakeiden osuus noin 20 % |
| | 13 | Pitkien rakeiden osuus noin 20 % |
| | 14 | Tulokset puuttuvat |
| | 15 | Pitkien rakeiden osuus noin 15 %, Iskunkestävyys, Kulutuskestävyys |
| | 16 | Pitkien rakeiden osuus noin 15 % |

Yhteenveto: Laatudokumentit

- Kiviainesten laatudokumentit ovat pahasti jälkijättöisiä, dokumentit pitäisi toimittaa etukäteen.
- Muistettava, että Rakennustuoteasetus velvoittaa laatudokumenttien osalta kaikkia harmonisoinnin piirissä olevia materiaaleja
- Sepelin osalta kansallinen soveltamisohje SFS 7007 käyttöön, jotta saadaan pitkien rakeiden osuutta vähennettyä. SFS 7007 rajoittaa >100 mm pitkien rakeiden osuuden $\leq 12\%$ -yksikköön

Yhteenveto: Luonnonmateriaalit alusrakennekerroksissa

- Alusrakennekerrosten raekokojakaumien vaatimukset ovat muuttuneet
- Pelkkä raekokojakautuman raportointi ei riitä, materiaalia pitää tarkkailla
- Luonnonsorien osalta materiaalin laadunvalvonta tehdään oletettavasti oikein, materiaali kulkee väljän/seulan läpi ennen näytteenottoa. Tutkimustulosten perusteella näin ei aina ole, kun materiaalia viedään työmaalle.
- Suurten rakeiden rajoittaminen perustuu yhtä lailla routimisen rajoittamiseen kuin hienoainesmäärän rajoittamiseen, suuret kivet voivat liikkua rakenteessa roudan vaikutuksesta ja aiheuttaa raiteeseen geometriavirheitä
- Materiaalivalinta mietittävä tarkkaan, jotta saadaan käyttötarkoitukseen laadukas materiaali tuhlaamatta muualla tarvittavia korkealuokkaisia kiviaineksia

Yhteenveto: Kalliomurskeet alusrakennekerroksissa

- Rakenteesta otettavilla näytteillä osoitettava laatu tavallaan avaa mahdollisuuksia (jos laatudokumentit edelleen ovat jälkijättöisiä) erityyppisten materiaalien käyttöön:
 - 0/x mm, hienoainesluokan f3 materiaalit
 - Raideseppelin murskauksesta jäävät alitteet
- Hankekohtaisesti oltava tarkempi, ja pohdittava vaadittavia testaustiheyksiä
- Muistettava 100 vuoden käyttöikävaatimus, kalliomurskeen pitkäaikaiskestävyydestä ei vielä ole kokemuksia

