Sitomattomien rakennekerrosten laadunvalvonta

Antti Kalliainen, Ramboll Finland Oy

11.9.2018

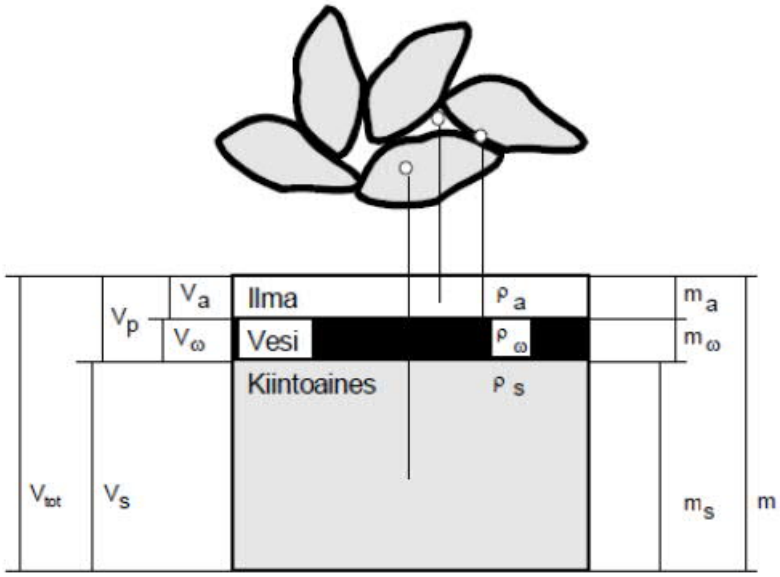
Sisältö

- Maarakenteen tiiviys ja tiiviyden merkitys
- Tiiviyden tarkkailu ja –tarkkailumenetelmät
  - Tiiviyden tarkkailumenetelmät
  - Tiiviyden vertailuarvojen määritys
- Näytteenotto
  - Näytteenottomenetelmät
  - Näytemäärät
- Yhteenveto

Maarakenteen tiiviys

Tiiviys käsitteenä

- Tiiviyden avulla voidaan arvioida etenkin karkearakeisten materiaalien lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksia
- Käytännössä maa/kiviainesmateriaali koostuu kiviaineksesta, ilmasta ja vedestä
- Tiiviys määräytyy näiden osakomponenttien suhteessa
- Mitä enemmän kokonaistilavuudesta on kiviainesta, sitä tiiviimpi on rakenne
- Yleensä tiiviyttä arvioidaan tiiviysasteen avulla



Kuva: Forsblad, 2000

Tiiviyden merkitys

- Parempi tiiviys → parempi lujuus → suurempi kyky vastustaa leikkausjännityksiä → vähemmän pysyviä muodonmuutoksia

Maarakenteen kantavuus

Kantavuus käsitteenä

- Kantavuudella tarkoitetaan rakenteen kokonaisjäykkyyttä, joka määritetään rakenteen pinnalta yleisimmin levykuormituskokeella tai pudotuspainolaitteella. Alun perin kantavuutta on käytetty geotekniikassa kuvaamaan perustuksen kantokykyä eli sitä kuormaa minkä maapohja kestää murtumatta.
- Kerrosrakenteiden tiiviystarkkailun osalta kantavuus tarkoittaa nimenomaisesti rakenteen tai rakennekerroksen kokonaisjäykkyyttä.
- Kantavuus on käsitteenä hieman hankala, sillä kantavuudella ymmärretään usein rakenteen kykyä vastustaa pysyviä muodonmuutoksia. Silti kantavuuden lukuarvo perustuu nimenomaan palautuviin muodonmuutoksiin. Kantavuuden käyttö kuormituskestävyyden mittarina on osoittautunut käyttökelpoiseksi epäsuoraksi menetelmäksi luonnonmateriaaleilla rakennetuissa tierakenteissa.
- Kantavuus ei kuitenkaan kuvaa suoraan tiivistyksen laatua vaikka siihen perustuvia laatuvaatimuksia onkin olemassa.

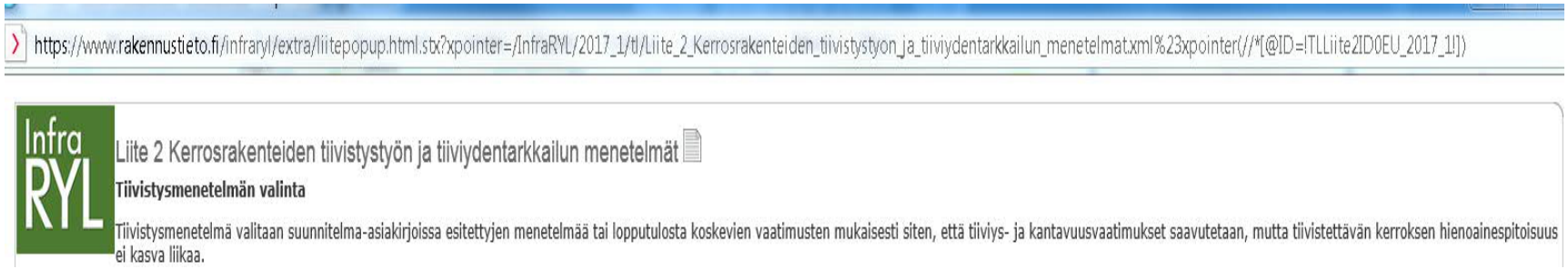
Kantavuuden merkitys tiiviyden kannalta

- Kantavuuden lukuarvo ei kuvaa rakenteen tiiviyttä suoraan. Materiaalin jäykkyys kasvaa tiivistysasteen kasvaessa, mutta riippuvuus on materiaalikohtainen. Rakennekerrospaksuuden ollessa pieni sama rakennekerros tuottaa selvästi pienemmän kantavuuden heikolla pohjamaalla kuin jäykällä pohjamaalla. Kantavuuden lukuarvojen rajojen määrittelyssä on tehty oletuksia sekä rakennekerrospaksuuksista että materiaaleista. Esimerkiksi pohjamaan ominaisuuksien vaikutus rakennekerrosten pinnalta määritettävään kantavuuteen on vähäinen, kun rakennekerrosten kokonaispaksuus on suuri.
- Tiiviysvaatimusten sitominen kahden peräkkäisen kantavuusmittauksen suhteeseen eli tiiviyssuhteeseen pohjautuu pääasiassa kokemusperäisiin havaintoihin. Levykuormituskokeen kuorma on lähes maarakenteen kantokyvyn suuruinen ja siksi kuormituksesta aiheutuu aina myös pysyviä muodonmuutoksia. Ensimmäinen kuormitus tiivistää rakennetta sitä enemmän mitä löyhempi rakenne on kyseessä. Toisen kuormituksen alkaessa maarakenteen kuormitushistoria tuntee jo kyseisen kuorman. Toinen kuormitus on siten lähes kimmoinen vaikka siinäkin on vielä mukana jonkin verran pysyviä muodonmuutoksia. Tiiviyssuhde kuvaa näin ollen rakenteen tiiviyttä, sillä tiiviyssuhde on sitä suurempi, mitä löyhempi materiaali oli kokeen alkaessa.

Tiiviyden tarkkailu ja vertailuarvot

Kerrosrakenteiden tiiviydentarkkailu

- Sallitut menetelmät (6 kpl) esitellään yksityiskohtaisesti InfraRYL Päällys- ja pintarakenteet-julkaisussa, Liite 2
- InfraRYL verkkoversiossa linkki löytyy 20 000-sarjan -lukujen kohdasta 2X XXX.3 “YYY-kerroksen tekeminen”
- Ohjeet tiivistyskaluston valintaan, tiivistyskertamääriin, tiivistettävään rakennekerrospaksuuteen ja tiiviydentarkkailumenetelmän valintaan



Tarkkailumenetelmät

Tiiveydentarkkailun menetelmä	Vertailuarvon tai –perusteen määritystapa	Menetelmän soveltuvuus
1. Säteilylaitemittaus	Proctor-menetelmä, kiertotiivistin, tärypöytä-menetelmä tai koetiivistys	Materiaalin enimmäisraekoko ≤ 63 mm
2. Levykuormitus- tai pudotuspainolaitemittaus	Verrataan muodonmuutosmoduulille (kantavuudelle) ja tiiviyssuhteelle asetettuihin vaatimuksiin	Materiaalin enimmäisraekoko ≤ 125 mm
3. Mittaava jyrä ja pistemäiset varmistusmittaukset	Valitun varmistusmittausmenetelmän mukaan	
4. Vaaitus	Korkeusasema	Materiaalin enimmäisraekoko ≤ 125 mm
5. Jyräyskertamäärien seuranta	Koetiivistys tai taulukon T1 ohjearvo	Vain lyhyissä kohteissa, joissa pohjaolosuhteet vakiot sekä pyörä- ja jalankulkuteillä.
6. Volymetrimittaus	Proctor-menetelmä, kiertotiivistin, tärypöytä-menetelmä tai koetiivistys	Materiaali, jonka enimmäisraekoko ≤ 16 mm

Mutta…

- Jos mitataan tiiviysastetta, tarvitaan tiiviydentarkkailua varten materiaali- ja kohdekohtaiset vertailuarvot, optimivesipitoisuus ja kuivairtotiheys.
- Vertailuarvo kertoo materiaalikohtaisen tiiviystilan, johon standardoiduilla testeillä/työmäärällä voidaan päästä.
- Vertailuarvo vastaa siis 100 % tiiviysastetta
- Menetelmät:
  - Proctor-sullonta
  - Kiertotiivistin
  - Tärypöytämenetelmä

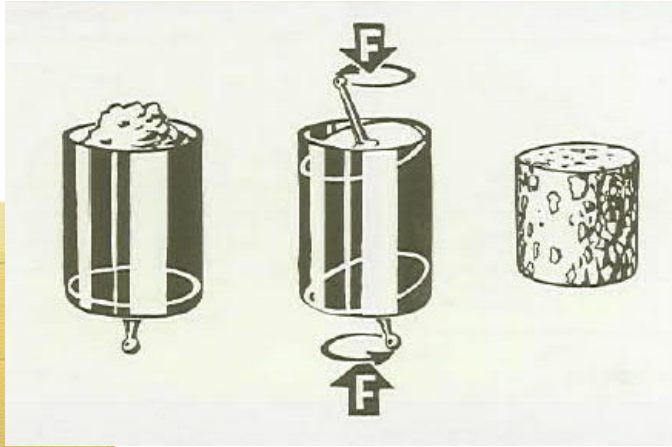
Proctor-sullonta

- Standardin *SFS-EN 13286-2* mukainen modifioitu Proctor-menetelmä tarkoittaa sitä, että tiivistämiseen käytetty energia on 2,56-2,80 MJ/m^3.
- Testi toteutetaan sullomalla materiaalia kerroksittain 4,5 kg juntalla materiaalin enimmäisraekoon mukaisesti valittuun muottiin. Muotin halkaisijan (100, 150 tai 250 mm) pitää olla vähintään neljä kertaa materiaalin enimmäisraekoko. Testi tehdään yleensä 4...6 eri vesipitoisuudella.
- Proctor-menetelmä soveltuu materiaalille, jonka enimmäisraekoko on 63 mm. Ylisuuret rakeet voidaan poistaa ennen Proctor-sullontaa, ja tehdä niin kutsuttu kivisyyskorjaus *SFS-EN 13286-2* liitteen C mukaisesti.
- *Kuvaako testitulos näytteellä, josta on poistettu kivet ja tehty kivisyyskorjaus, alkuperäistä materiaalia?*

Kiertotiivistin

- Kiertotiivistimellä materiaalia tiivistetään hiertävällä ja staattisesti puristavalla kiertoliikkeellä.
- Kiertotiivistinmenetelmästä on julkaistu asfalttimassojen tiivistämiseen tarkoitettu standardi (*SFS-EN 12697-10*), jonka mukaista menetelmää käytetään, kunnes sitomattomille materiaaleille on kehitetty oma menetelmä. Esimerkiksi Tiivi-projektissa on selvitetty menetelmän käyttöä sitomattomien materiaalien tiivistyksessä.

ICT-kiertotiivistin ja sen toimintaperiaate



Tärypöytä

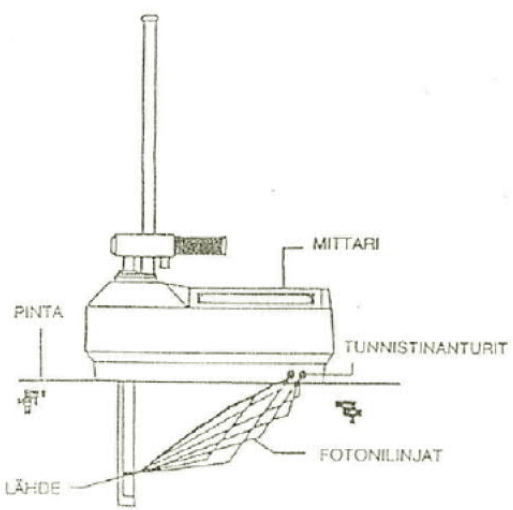
- Soveltuu materiaalille, jonka enimmäisraekoko on 80 mm ja hienoainespitoisuus on enintään 12 %.
- Tärypöytämenetelmässä noin 45 kg näytettä tiivistetään lieriömuotissa 18 minuuttia täryttämällä 50 Hz taajuudella enintään 0,4 mm amplitudilla.

Tiiviyden tarkkailumenetelmät

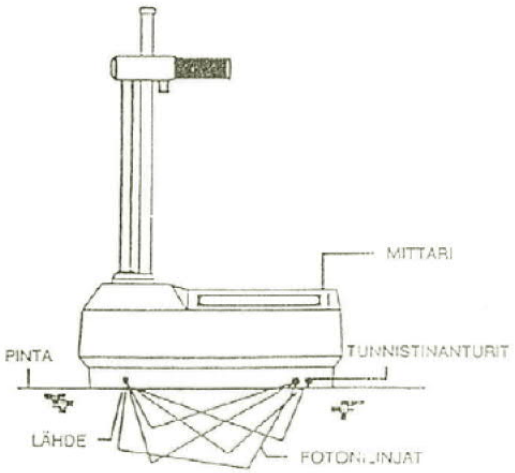
Säteilymittaus

- Soveltuu, kun materiaalin maksimiraekoko on ≤ 63 mm
- Ei sovellu hyvin karkearakeisille murskeille (D_{max} 40…63 mm)
- *Säteilylaki 592/1991* edellyttää säteilymittarin käyttäjältä erityiskoulutusta ja laitteelle lukittavaa säilytystilaa
- Mittaustulos lasketaan säteilylaitemittauksen yhteydessä viiden yksittäisen mittauspisteen kolmen keskimmäisen tuloksen keskiarvona
  - Yksittäiset mittauspisteet valitaan tutkittavalta linjalta 1 m välein.
  - Yksittäisen mittauspisteen tulokseksi määritetään keskiarvo 100 mm ja 250 mm syvyydeltä tehdyistä mittauksista

Säteilymittaus



SUORA SÄTEITYSMITTAUS

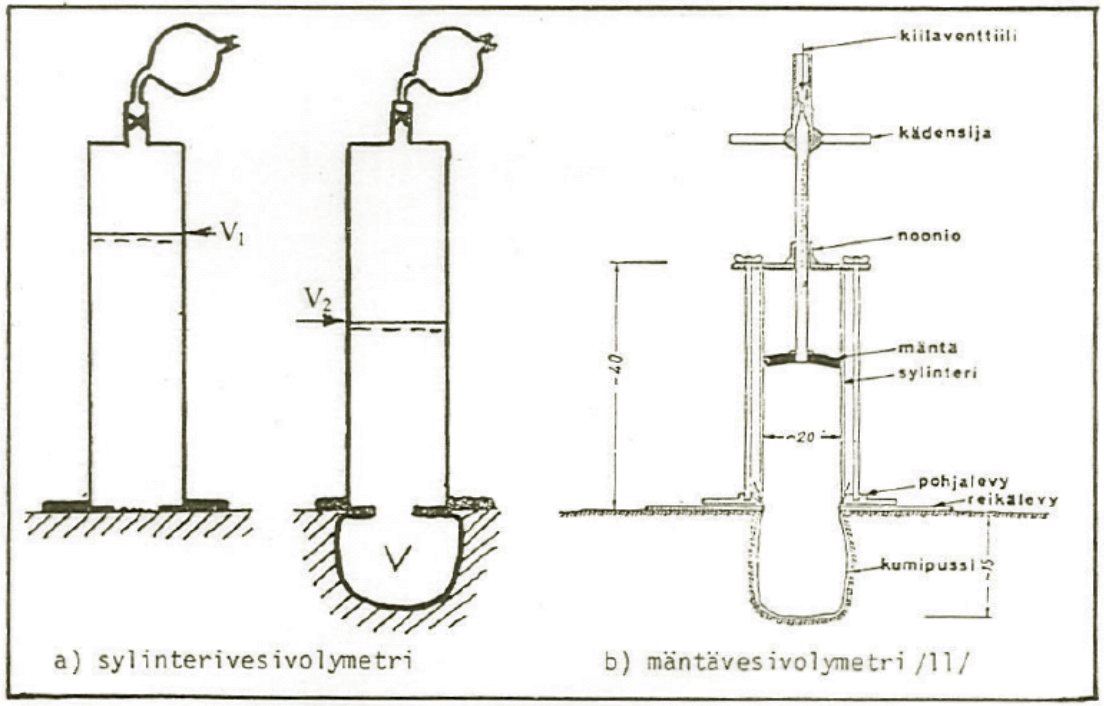


TAKAISINSIRONTA

Volymetrimittaus

- Soveltuu kohteisiin, joissa materiaalin maksimiraekoko on 16 mm
- Rakenteeseen kaivetun kuopan tilavuuden määrittämisessä voidaan käyttää vettä tai hiekkaa

Tiiviyden mittaus vesivolymetrillä



a) sylinterivesivolymetri

b) mäntävesivolymetri /11/

Vaaitus

- Soveltuu kohteisiin, jossa tiiviyttä ei voi muulla tavoin mitata.
- Sallitaan, kun murskeen tai louheen maksimiraekoko on yli 125 mm
- Mitataan tiivistettävän kerroksen pinnan korkeusaseman muutosta esim. Vaaitsemalla tai takymetrillä.
- Valitaan vähintään kaksi poikkileikkausta, joihin merkitään vähintään 10 mittauspistettä (esim. maalilla)
- Pisteiden korkeustasot mitataan 0,2,4, jne. jyrän ylityksen jälkeen.
- Kun kahden peräkkäisen mittauksen ero korkeusasemassa on alle 10 mm, on tiiviystaso riittävä.

Jyräyskertamäärän seuranta

- Menetelmän käyttö on esitettävä suunnitelma-asiakirjoissa
- Menetelmä soveltuu lähinnä lyhyisiin kohteisiin (< 500 m), missä pohjaolosuhteet ovat samat koko osuudella, sekä jalankulku- ja pyöräteillä
- Tarvittava jyräyskertamäärä valitaan ja hyväksytään ennen työn aloittamista joko suunnitelman mukaan tai koetiivistyksen perusteella.
- Kustakin kohdasta kirjataan ylitysmäärä. Suositeltavinta on varustaa jyrä GPS-paikantimella ja tuottaa graafinen kuvaus ylitysmääristä kartalle.

Jyräyskertamäärän seuranta

Ote taulukosta T1

Tiivistyskone	Massat	Suodatin-/ eristyskerros		Jakava kerros/välikerros		Kantava kerros	
Kerrospaksuus enintään, m		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3
Täryjyrät [2)]							
1 täryvalssi	> 5	4	7	5[12)]	8[12)]	6[12)]	9[12)]
2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6
Kumipyöräjyrät [3)]	< 20 [4)]	6	—	8	—	10	—
	> 20 [5)]	4	8	6	12	8	12
Staattiset valssijyrät [6)]	> 10	—	—	—	—	10	—
Pyöräkuormaajat [7)]	> 40	—	—	—	—	—	—
Puskutraktorit [8)]	> 10	—	—	—	—	—	—
Sorkkajyrät [9)]	7...10	—	—	—	—	—	—
Tärylevyt [11)]	>0,2	4	—	5	—	5	—
	>0,4	3	—	4	—	4	—

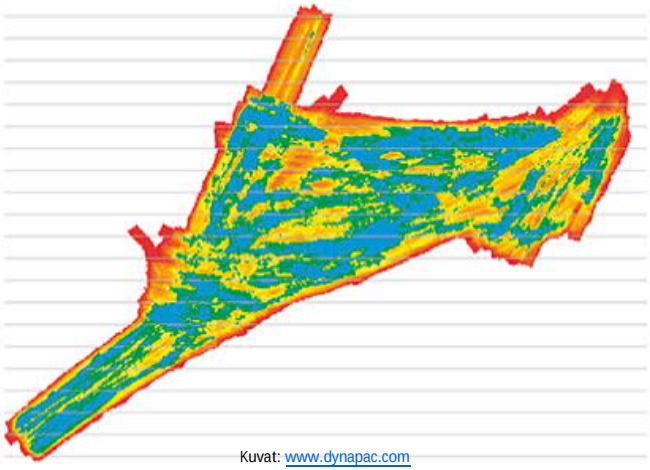
Mittaava jyrä ja pistemäiset varmistusmittaukset

- Menetelmä soveltuu kohteisiin, joissa kerrospaksuus ja tiivistyskalusto ovat *taulukon Liite 2:T1* mukaisia ja jyrässä on tiiviydentarkkailulaite, jossa on tulosten raportointimahdollisuus. Lisäksi suositellaan GPS-paikannuslaitetta, jonka tulokset voidaan yhdistää tiiviysraportointiin. Vaatimuksena on, että tiivistystä jatketaan niin kauan, että jyrämittarin osoittamat tiiviysarvot eivät enää parane ja että kultakin rakenneosakohtaisesti määriteltävältä linjapituudelta kahdesta huonoimmat jyrämittariarvot antaneesta kohdasta menetelmän 1, 2 tai 6 antamat tulokset täyttävät niille asetetut vaatimukset.

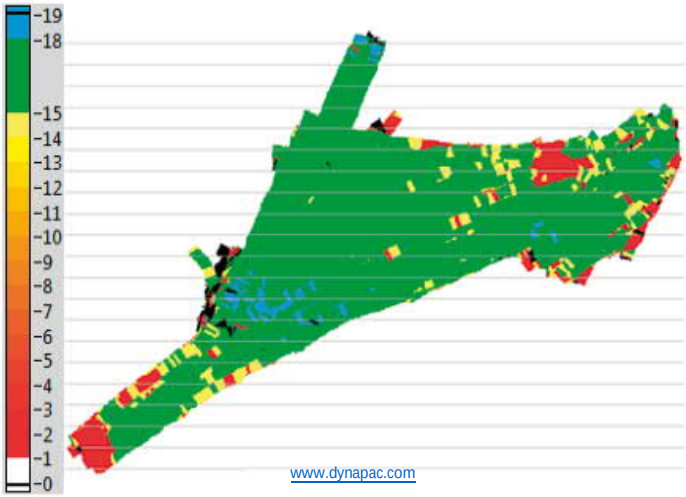
Mittaava jyrä ja pistemäiset varmistusmittaukset

- *CEN TC 396* valmistelee standardia jatkuvasti mittaavien jyrien laatuvaatimukseksi (*Continous compaction control*). Siinä mainitut pääkäyttötapavaihtoehdot ovat:
- 1) Kalibrointimenetelmä, jossa määritetään jyrämittariarvojen ja tiivistysasteen/tiivistyssuhteen/ kantavuuden välinen korrelaatio.
- 2) Heikon alueen analyysi, jossa tarkistetaan, täyttyvätkö lopputuotteen vaatimukset kohdissa, joissa on pienimmät jyrämittarin arvot.
- 3) Maksimitiivistys, jossa jyrätään niin kauan kuin peräkkäisten jyrämittausten arvot kasvavat
- 4) Osoitetaan jyrämittarin, jyräysparametrien ja sijaintitietojen avulla tehty tiivistystyömäärä

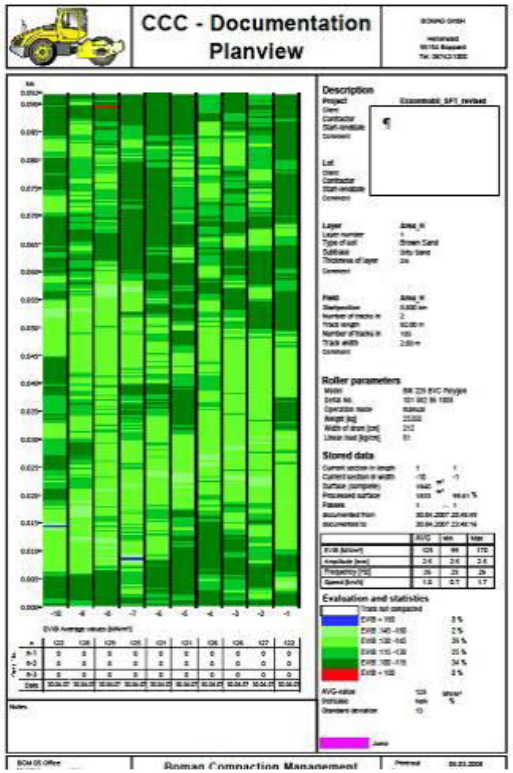
Mittaavan jyrän periaate



Kuvat: www.dynapac.com



www.dynapac.com

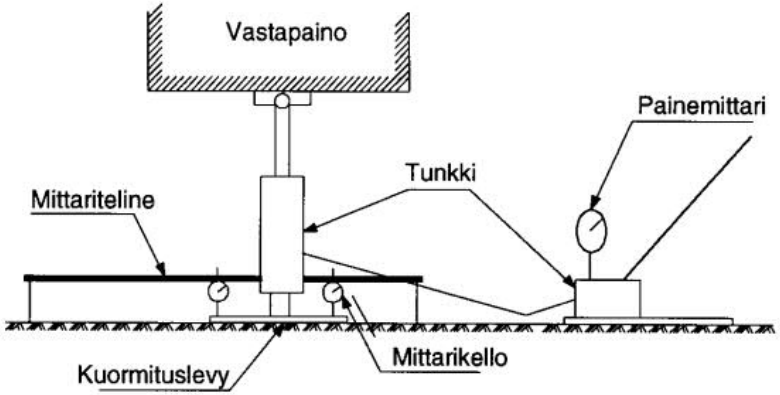


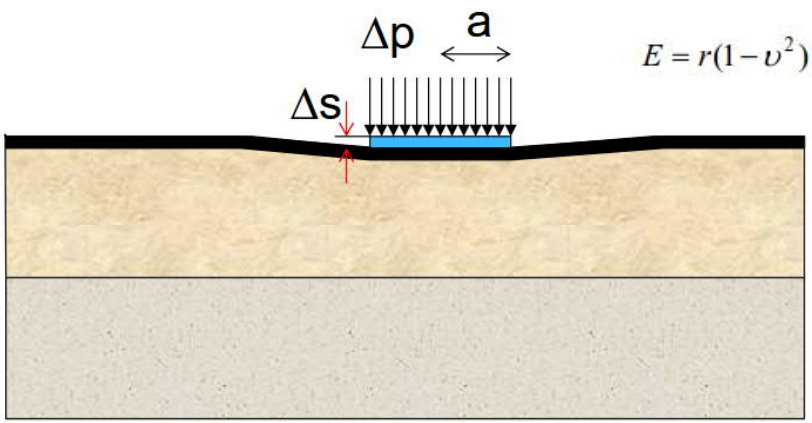
www.bomag.com

Levykuormitus- tai pudotuspainolaitemittaus

- Soveltuu kohteisiin, joissa materiaalin enimmäisraekoko on enintään 125 mm
- Soveltuu hyvin sorasta tai murskeesta tai vastaavasta uusiomateriaalista tehdyn kerroksen mittaukseen
- Tiivistystyön laatu varmistetaan mittaamalla pudotuspaino- tai levykuormituslaitteella muodonmuutosmoduuli (kantavuusarvo) E_2 ja tiiviyssuhde E_2/E_1
- Mittauspaikan pinnan on oltava tasainen eikä materiaali saa olla lajittunutta. Tarvittaessa pinnan tasaukseen käytetään tasarakeista hiekkaa
- Mikäli tiivistettävän materiaalin enimmäisraekoko on >125 mm (esim. louherakenne), voidaan kerroksen tiiviys mitata levykuormituslaitteella kiilauskerroksen päältä.

Levykormituskokeen periaate





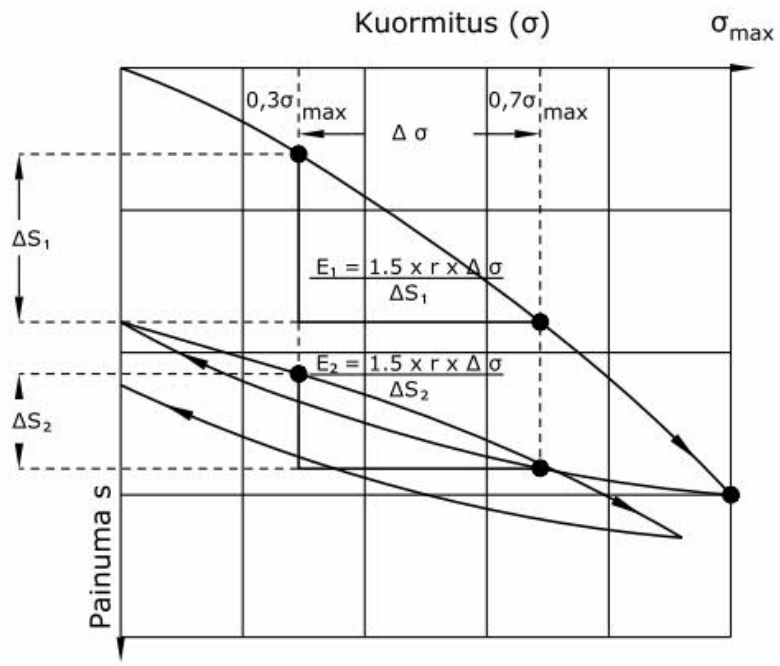
$$E = r(1-\upsilon^2)\cdot\frac{p\cdot a}{s} = k\cdot\frac{p\cdot a}{s}$$

Levykuormituskoe, muodonmuutosmoduulin laskenta

Muodonmuutosmoduuli lasketaan väliltä 30…70 % maksimikuormasta molemmilla kuormistuskerroilla

Tähän palataan hetken kuluttua!!!!

Kuva Liite 2:K1 Muodonmuutosmoduulin määrittäminen.



Levykuormituskokeiden tiiviyssuhdevaatimukset

Jakavan kerroksen päältä

Kantavuus (E_2), MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 125	≤ 2,2
125...134	≤ 2,3
135...144	≤ 2,4
145...154	≤ 2,5
155...164	≤ 2,6
165...174	≤ 2,7
175...184	≤ 2,8
≥ 185	≤ 2,9

« takaisin

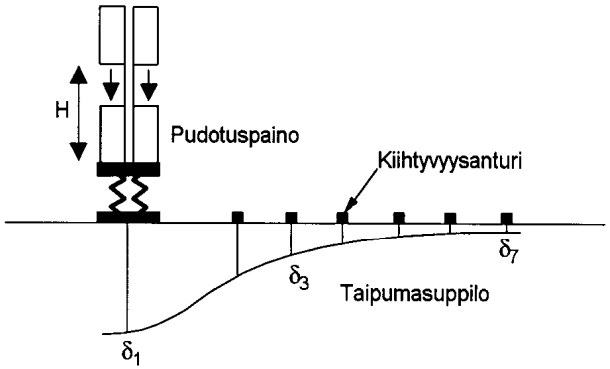
Kantavan kerroksen päältä

Kantavuus (E_2),MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 145	≤ 2,0
145...159	≤ 2,1
160...174	≤ 2,2
175...189	≤ 2,3
190...204	≤ 2,4
205...219	≤ 2,5
220...234	≤ 2,6
≥ 235	≤ 2,7

« takaisin

Pudotuspainolaite

Pudotetaan paino 300 mm teräslevylle, kuormitus vastaa 50 kN pyöräkuormaa, eli 1 standardiakseli
HUOM! Sitomattomalla pinnalla levystä etäällä olevien geofonien lukema ei ole välttämättä luotettava.



Kuva 143. Pudotuspainomittauslaitteen toimintaperiaate ja taipumasuppilon mittaus [Liimatta ym., 1989].

PPL-mittausten tiiviyssuhdevaatimukset

Jakavan kerroksen päältä

Kantavuus (E_2), MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 125	≤ 1,9
125...134	≤ 2,0
135...144	≤ 2,1
145...154	≤ 2,2
155...164	≤ 2,3
165...174	≤ 2,4
175...184	≤ 2,5
≥ 185	≤ 2,6

« takaisin

Kantavan kerroksen päältä

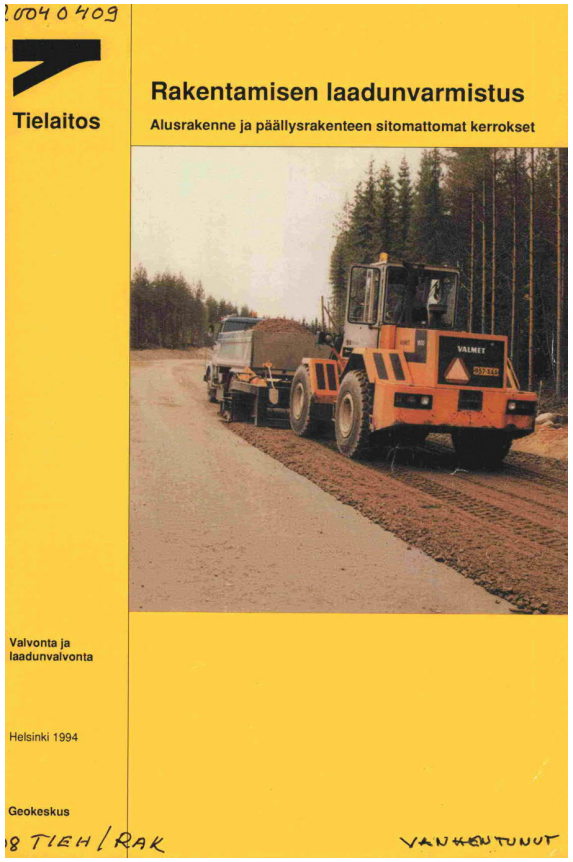
Kantavuus (E_2),MPa	Tiiviyssuhde E_2/E_1
< 145	≤ 1,7
145...159	≤ 1,8
160...174	≤ 1,9
175...189	≤ 2,0
190...204	≤ 2,1
205...219	≤ 2,2
220...234	≤ 2,3
≥ 235	≤ 2,4

« takaisin

Levykuormituskokeesta

- Valtaosa tuloksista lasketaan väärin. Tulokset lasketaan suoraan maksimikuormasta
- Joskus koko koe tehdään väärin. Paine lisätään suoraan 0…60 kN eli maksimikuormaan.
- Koe tulee tehdä 10 kN portaissa ja kirjata painumat joka portaalla ylös
- Jos koe on jo tehty väärin, ei tulosta voi myöskään laskea InfraRYLissä määritetyllä tavalla.
- Annetut vaatimustaulukot on laadittu lähtökohdasta, jossa muodonmuutosmoduuli määritetään kuormitusväliltä 30…70 %

Levykuormituskokeen tekeminen



10.2 Koemenettely

Tutkittavasta kohdasta poistetaan irtoainekset. Kohta tasataan ohuella hiekkakerroksella (hiekka 0,5-2 mm). Tasatun alustan on oltava mahdollisimman vaakasuora. Levy sijoitetaan tasattuun kohtaan. Tunkki asetetaan levyn ja vastapainon väliin. Mittaripukki sijoitetaan siten, että 3-kelloisessa laitteessa mittakellot voidaan asentaa levyn reunan kolmannespisteisiin ja 1-kelloisessa keskelle levyä. Pukin jalkojen etäisyyden levyn reunasta on oltava vähintään 50 cm. Mittakellot on asennettava siten, että ne ovat pystysuorassa ja helposti luettavissa.

Asennustyön jälkeen levyä kuormitetaan noin 3,5 kN (350 kp) esikuormituksella, jotta tasauskerros tiivistyy.

Esikuormituksen jälkeen mittakellot siirretään osoittamaan lukemaa 0. Kuormitusta nostetaan vaiheittain 10 kN välein 10 kN:stä 60 kN:iin (1 kN = 100 kp). Kun levyn painumisnopeus on kuormituksen nostamisen jälkeen pienentynyt alle 0,1 mm/min., luetaan aina mittakello ja manometri sekä merkitään lukemat muistiin lomakkeelle 732141.

Kun on saatu maksimi kuormituksen, 60 kN (6000 kp) tai sitä lähellä olevan todellisen kuormituksen aiheuttamat painumalukemat merkityksi, kuormitus poistetaan hitaasti. Kuormituksesta aiheutunut pysyvä painuma merkitään muistiin. Tämän jälkeen kuormitusta nostetaan uudelleen vaiheittain kuten edellä ja merkitään mittakellojen lukemat muistiin. Kokeen aikana on tarkkailtava mittakelloista, tapahtuuko kuormituksen lisäyksen

10 LEVYKUORMITUSKOE

Levykuormituskokeen avulla selvitetään tierakenteen kantavuutta ja myös tiiviyttä. Kokeessa kuormitetaan alustaa pyöreän teräslevyn välityksellä käyttäen tietyn suuruisia kuormituksia. Kantavuutta kuvaavat arvot lasketaan levyn painuman sekä kuormituksen perusteella.

10.1 Laitteet

- Levykuormitusvälineet
- Teräslevy ϕ 300 mm
- Mittaripukki
- Mittakellot (t), 1 tai 3 kpl, tarkkuus 0,01 mm
- Tunkki
- Manometri, taulun halkaisija vähintään 150 mm jakoväli 0,5 kN (50 kp), toimintatarkkuus 1 %
- Vastapainoillaan lastattu kuorma-auto

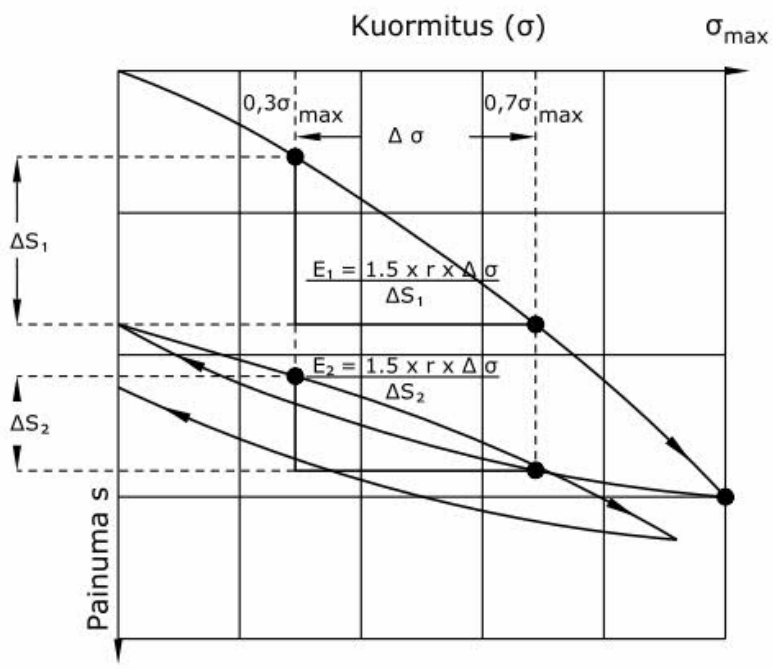
Koe voidaan tehdä joko erillisellä tai autoon kiinnitetyllä laitteistolla.

Tässä ohjeessa moduuli laskettiin maksimikuormalla, mutta koemenettelly ei ole muuttunut

Muodonmuutosmoduulin laskenta

- 30 % maksimikuormasta = 18 kN
- 70 % maksimikuormasta = 42 kN
- Kumpikaan ei tismalleen kuormitusportaan kohdalla
- → esim. Lineaarinen interpolointi kuormitusvä-leille 10…20 kN ja 40…50 kN
- Määritetään painuma (Δs)
- Jännitys muuttuu välillä 18…42 kN 339,4 kPa, eli Δσ = 339,4 kPa
- Lasketaan moduulit kuvan kaavalla

Kuva Liite 2:K1 Muodonmuutosmoduulin määrittäminen.



Muodonmuutosmoduulin laskenta

Kuormitus 1													
Jännitys (kPa)	Kuorma (kN)	Siirtymä (mm)											
0	0	0											
142	10	0,41		s30	sig30								
283	20	0,56		0,53	254,8								
424	30	0,71		s70	sig 70								
566	40	0,89		0,914	594,2								
707	50	1,01		delta s	selta sig								
849	60	1,1		0,384	339,4					Virheellinen tapa!			
				InfraRYL mukaan		E1	198,9			Maksimikuormasta		E1	173,5
Kuormitus 2													
Jännitys (kPa)	Kuorma (kN)	Siirtymä (mm)											
0	0	0											
142	10	0,31		s30	sig30								
283	20	0,48		0,446	254,8								
424	30	0,62		s70	sig 70								
566	40	0,75		0,776	594,2								
707	50	0,88		delta s	selta sig								
849	60	0,98		0,33	339,4								
				InfraRYL mukaan		E2	231,4			Maksimikuormasta		E2	194,7
				InfraRYL mukaan		E2/E1	1,16			Maksimikuormasta		E2/E1	1,12

Muodonmuutosmoduulin laskenta

- Yleensä laskemalla moduuli oikein, saadaan jonkin verran korkeampi moduuliarvo. Useimmiten pienet “puutteet kantavuudessa” kuittaantuvat vaatimusten mukaisiksi, jos moduuliarvot lasketaan oikein.
- Samalla yleensä hieman suurempi tiiviyssuhde
- Voitaisiinko sopia, että tämä jatkossa osattaisiin?

Näytteenotto

Näytteenotosta

- Milloin on järkevää ottaa näytteitä?
  - Materiaalin valmistuksen yhteydessä?
  - Rakenteesta?
- Kuinka paljon näytteitä pitäisi ottaa?
- Miten näytteiden tuloksia pitäisi tulkita?

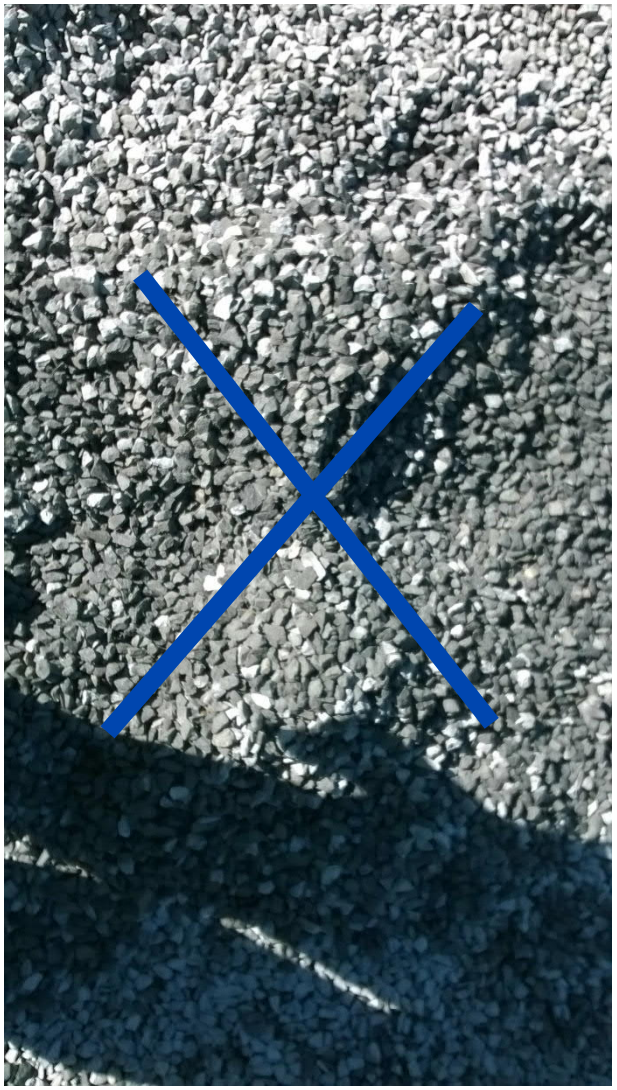
Näytteenottoajankohta

- Näytteet valmistuksen aikana (aina tärkeää prosessin seurannan kannalta):
  - Suodatinkerros: ehdottomasti kannatettavaa, pelkkä näytteenotto ei kuitenkaan riitä, vaan rintauksen jatkuva havainnointi on avainasemassa, jotta materiaalin homogeenisuudesta voidaan varmistua.
  - Jakava kerros: Murskauksen yhteydessä. Ainoa järkevä tapa, jos materiaalin maksimiraekoko on 63…90 (125) mm.
  - Kantava kerros: Murskauksen yhteydessä. Järkevä tapa, jotta voidaan varmistua materiaalin tasalaatuisuudesta.
  - Soratien kulutuskerrokset:Kannatettavaa suunnitella kunnolla jo ennen varsinaista murskausta sorastusmurskeen ja vanhan kulutuskerrosmateriaalin suhteistuksen kannalta.
  - Päällystekiviainekset: Avainasemassa laadun varmistamiseksi. Tihennetty testaustaajuuksia, jotta laatu saadaan paremmin varmistettua, eikä nojata yksittäistuloksiin.

- Kun näytteitä otetaan murskauksen yhteydessä, tulee huomioida, että suoraan materiaalivirrasta otettaessa, näyte kuvaa vain hetkellistä tilannetta.

Näytteenotto tuotantopaikalla

Näytteenotto tuotantopaikalla



Näytteenottoajankohta

- Rakenteesta otettavat näytteet:
  - Suodatinkerros: tarvittaessa, jos materiaalissa vaikuttaa olevan vaihtelua ilmoitettuihin tuloksiin verrattuna.
  - Jakava kerros: Jos materiaalin maksimiraekoko yli 63 mm, ei kovin järkevää. 63 mm tai alle, normaali laadun tarkastus
  - Kantava kerros: Näytteenotto vaadittu InfraRYLissä. Kokemukseen perustuen läheskään aina ei oteta, miksi?
  - Soratien kulutuskerrokset: Erittäin tärkeää ottaa näytteitä heti toimenpiteiden alettua, jotta varmistutaan halutusta lopputuloksesta .
  - Päällystekiviainekset: Voidaan ottaa tarvittaessa, tekemisen kannalta kuitenkin myöhäistä.

Näytteenotto rakenteesta

Näytteenotto rakenteesta

Näytemäärät

- Näytemäärä riippuu käytetyn materiaalin maksimiraekoosta seuraavasti:
  - M 0/31,5 mm: 50 kg
  - M 0/40 mm ja 0/45 mm: 60 kg
  - M 0/56 mm ja 0/63 mm: 70 kg

Kantavan kerroksen näytteenotto

- Näytteitä otetaan 200 m:n välein, kuitenkin vähintään 3 kpl/tieosuus. Ensimmäisen näytteenottopisteen paalulukema määritetään ennen kohteelle menoa viikonpäivään perustuen siten, että maanantaina ensimmäinen näyte otetaan 20 m tutkittavan osuuden alusta, tiistaina 40 m tutkittavan osuuden alusta ja niin edelleen siten, että sunnuntaina ensimmäinen näyte otetaan 140 m tutkittavan osuuden alusta. Tämän jälkeen näytteenotto jatkuu 200 m:n välein. Kohteen kokonaispituuden ollessa < 600 m, näytteenottoväli on 1/3 kohteen kokonaispituudesta.
- Näytteet edustavat koko ajorataa, jos koko ajoradan leveys on tehty samalla kerralla ja samalla tavalla samasta materiaalista eikä työmaaliikenne ole keskittynyt toiselle vasemmalle puolelle., josta näytteitä ei tämän ohjeen mukaan oteta. Jos ajokaistat tiivistetään erikseen, näytteitä otetaan molemmista ajokaistoista.
- Tierakenteissa näytteet otetaan vasta siinä vaiheessa, kun liikenne ei enää merkittävästi aiheuta hienoainespitoisuuden lisääntymistä.
- Näytteestä A ja D tutkitaan rakeisuus ja hienoainespitoisuus standardin *SFS-EN 933-1* mukaisella pesuseulonnalla. Tulosten pitää täyttää *kohdan 21310.1* rakeisuus ja hienoainespitoisuus vaatimukset.Tulosten keskiarvo ja toisaalta huonoin tulos otetaan huomioon tutkittavaa osuutta arvioitaessa.

Kehitteillä: kevennetty versio

- Kantavasta kerroksesta otetaan näyttitä, joista tutkitaan vain hienoainespitoisuus
- Edellyttää työn alussa tehtävää materiaalitarkastusta
- Materiaalitarkastus: 1. kilometrin matkalla otetaan 5 kpl näytemäärältään standardin SFS-EN 932-1 täyttävää näytettä.
- Määritetään referenssiarvo hienoainespitoisuudelle
- Otetaan seuraavien kilometrien osalta noin 10 kg näytteitä (ämpärillinen) ja tutkitaan materiaalin hienoainespitoisuus. Jos tutkittavan näytteen hienoainespitoisuus poikkeaa referenssihienoainespitoisuudesta alle 2 %-yksikköä, materiaali täyttää vaatimukset.
- Jos tulee ylitys, tutkitaan jälleen normaaleja, standardin SFS-EN 932-1 näytemäärän täyttäviä näytteitä.

Yleisesti koetuloksista ja hajonnasta

- Koemenetelmien standardeissa on esitetty koemenetelmälle uusittavuus ja toistettavuus.
- Nämä asiat kuuluvat lähtökohtaisesti jo CE-merkinnän piiriin ja pitää huomioida jo materiaalin valmistusvaiheessa.
- Esim. Los Angeles-luku:
- Toistettavuus r1 = 0,06 x X.
- Uusittavuus R1 = 0,17 x X.
- Jos saadaan tulos 28 ensimmäisessä testissä, voidaan siis samasta näytteestä, samoilla laitteella saada seuraavassa testissä: 28 + 0,06 x 28 =30 (29,68).
- Samasta materiaalista voidaan saada toisilla laboratoriolaitteilla tulos: 28 + 0,17 x 28 = 33 (32,76).
- Hajontaa siis on ja se pitäisi huomioida markkinoille tuonnin yhteydessä.