

# PANK

## KANTAVUUDEN MITTAUS, LOADMAN

PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA

Hyväksytty: 13.6.2002  
Korvaa menetelmän: -

### 1. MENETELMÄN TARKOITUS

Loadmanilla voidaan määrittää mitattavan rakenteen kantavuus E-moduulina ja tiivistettävän kerroksen tiiviysaste.

### 2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu sekä sitomattomien että ohuiden sidottujen rakenteiden ja rakennekerrosten kantavuusmittaukseen. Mittauksen vaikutussyvyys on n. 20-50 cm. Siihen vaikuttaa kuormituslevyn halkaisija: Mitä suurempi mittauslevyn halkaisija on, sitä suurempi laitteen ”tehollinen” mittaussyvyys (Boussinesqin teoria).

Tiiviysaste voidaan määrittää sitomattomilla rakennekerroksilla.

### 3. VIITTEET

- Honkanen P., Loadman, Tulosvertailu pudotuspainolaitteen ja levykuormituslaitteen kanssa, Tielaitos, Turun tiepiiri, Kehittämisyksikkö, Turku 1991.
- Korsu P. ja Gros M., Loadman-Kannettavan pudotuspainolaitteen käyttö, Oulun Yliopisto, Tie- ja liikennetekniikan laboratorion julkaisuja 21, Oulu 1993.
- Kuskelin A., Loadman-Kannettavan pudotuspainolaitteen käyttö, Tielaitos, Geokeskus, Muistio 29.02.1996
- Pidwerbesky B., Predicting rutting in unbound granular base-courses from Loadman and other in situ non-destructive tests, Road & Transport Research (New Zealand), Vol.6, No 3, September 1997.
- Kaapelikaivantotyöt, Yleinen työselostus 1999, Suomen Kuntaliitto, Helsinki 1999.

### 4. MÄÄRITELMÄT

Kantavuusmoduulilla E tarkoitetaan kuormituksen aiheuttaman painuman perusteella laskettua kantavuusmoduulia E. E lasketaan kaavalla  $E=1,5 \cdot p \cdot a / s$  (=levykuormitus-laitteen laskentakaava), jossa

E	on kantavuusmoduuli, MPa
p	on jännitys kosketuspinnassa = $P/(\Pi/a^2)$ , Pa
P	on maksimikuormitus, N
a	on kuormituspinnan säde, mm
s	on mitattu maksimipainuma, mm

Tiiviyssuhteella  $r$  tarkoitetaan samasta pisteestä eri mittauskerroilla laskettua kantavuusmoduulien suhdetta  $E_{max}/E_1$ , jossa

$E_{max}$  on samasta pisteestä mitattujen kantavuusarvojen maksimiarvo, MPa

$E_1$  on ensimmäisen mittauksen tulos, MPa

## 5. KOEMENETELMÄ

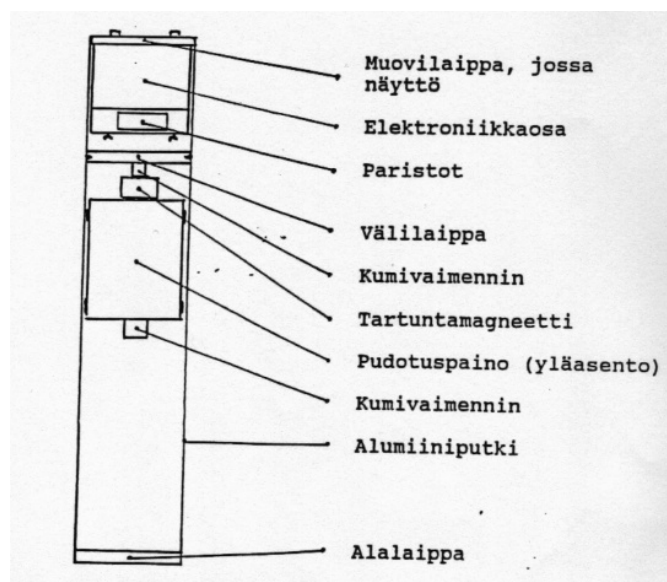
### 5.1. Periaate

Mittauksen periaatteena on pudottaa vapaasti putoava paino jäykälle kuormituslevylle ja mitata kuormituksen aiheuttama painuma laitteen kiinnitetyllä kiihtyvyyssanturilla. Laitteen elektroniikka laskee kiihtyvyyssignaalista aika-siirtymäkäyrän, jonka maksimisiirtymä = mitattu maksimipainuma. Kuormitus välittyy kuormituslevyyn pudotuspainoon kiinnitetyn kumivaimentimen avulla, jolloin kuormitus kasvaa joustavasti maksimiinsa kuten tavallisessa FWD-pudotuspainolaitteessa.

### 5.2. Laitteet ja tarvikkeet

Loadman laite koostuu kuvassa 1 esitetyistä osista. Laitteiston päämitat ovat seuraavat:

Kokonaispaino	16 kg
Pituus	1180 mm
Pohjalevyjen halkaisijat	132 mm (kiinteä) 200/300 mm (lisälevyt)
Pudotuspainon massa	10 kg
Pudotuskorkeus	800 mm



Kuva 1. Loadman-Kannettava pudotuspainolaite

### 5.3. Laitteen kalibrointi

Laitteen kalibrointi tapahtuu kahdessa vaiheessa: a) Mittauselektroniiikan kalibrointina, b) kuormitusvoiman kalibrointina ja c) toimintakunnon tarkastuksena.

Elektroniiikan kalibrointi on tehtävä vähintään kerran vuodessa esim. mittauskauden alkaessa, kuormitusvoiman kalibrointi aina vaihdettaessa uusi kumivaimennin ja toimintakunnon tarkastus n. kuukauden välein.

### 5.4. Mittauselektroniiikan kalibrointi

Mittauselektroniiikan kalibroinnilla varmistetaan, että elektroniiikan eri komponenttien, erityisesti kiihtyvyyssanturin antamat tulokset pysyvät muuttumattomina ja antavat kiihtyvyyssignaalista integroituna oikean siirtymätuloksen. Kalibroitaessa kiihtyvyyssanturi asennetaan erilliseen telineeseen, johon aiheutetaan pudotusta muistuttava siirtymä, joka mitataan samalla Loadmanin elektroniiikan avulla. Todellinen siirtymä mitataan ulkoisella CCD-kameralla. Laitteen kalibrointiarvo lasketaan todellisen siirtymän ja laitteen antamien siirtymän suhteen avulla ja ”poltetaan” laitteen ROM-muistiin.

Loadman laitteen siirtymä voidaan kalibroida myös ulkoisen laseranturin avulla tekemällä laitteella pudotus ja vertaamalla saatuja arvoja keskenään. Ulkoisen kalibrointimittauksen ja laitteen antama tulos saavat poiketa  $\pm 2\%$ .

#### a) Kuormitusvoiman kalibrointi

Laitteen kumivaimentimen kalibrointi tapahtuu siten, että määritetään laitteessa käytetyn kumivaimentimen vaikutus pudotuksen aiheuttamaan voimaan erillisen voima-anturin avulla. Tämä tapahtuu siten, että Loadman asetetaan jäykällä alustalla olevan voima-anturin päälle ja suoritetaan mittaus (pudotus). Mittaustuloksena saadaan Loadmanin aiheuttaman kuormituksen maksimivoima (kN).

#### b) Toimintakunnon tarkastus

Laitteen toimintakunnon tarkastus tehdään tekemällä mittaus aina samalla vakioalustalla (esim. jäykkä betonilaatta, jonka päällä joustava materiaalista tehty laatta). Tähän liittyy myös vaimenninkumin silmämääräinen tarkastus.

### 5.5. Mittaus

Mittauksessa laite asetetaan pystysuoraan mitattavalle paikalle, painetaan käsin ja ”hierotaan” edestakaisin, jotta pohjalevy asettuu tasaisesti alustalle koskettaes koko alaltaan mittauskohtaa. Pudotuspista painaen suoritetaan ensimmäinen mittaus. Tulos näkyy välittömästi näytöllä, josta se tallennetaan laitteen muistiin tai kirjoitetaan

ylös. Seuraavat mittaukset tehdään samalla tavalla samalla paikalla ja tuloksista saadaan suoraan E-arvot ja tiiviysasteet.

Käytettäessä isompaa  $D=200$  tai  $300$  mm pohjalevyä asetetaan ko. levy mittauspäikälle, astutaan levyn päälle ”alkutiivistämistä” varten ja tämän jälkeen suoritetaan mittaukset alimmaisen pohjalevyn päältä sitä paikaltaan nostamatta. Isompaa pohjalevyä käytetään hienojakoisilla materiaaleilla ja painumann ollessa yli  $3-4$  mm.

Mittauksessa tarvittavien pudotusten lukumäärään vaikuttaa mittauskohteen ominaisuudet, kuten materiaali (luonnonmateriaali/murskattu materiaali), tiivistystyö, kosteusolosuhteet jne, tavallisesti se on  $3-6$  ja määräytyy kokemukseräisesti. Yhden pisteen mittaamiseen kuluva aika on n.  $1-2$  min.

## 5.6. Tulosten esittäminen

Mittauspisteen tuloksena esitetään yleensä kantavuusarvo E ja tiiviysarvo r, lisäksi on hyvä kirjata muistiin käytetty pohjalevyn halkaisija, sillä se vaikuttaa mittauksen syvyysvaikutukseen.

Mittaustuloksista kirjataan muistiin seuraavat tiedot:

Päivämäärä

Kohteen sijainti, esim. paaluluku, etäisyys reunasta tms.

Mitattava kerros tms.

Alustan laatu

Kaikki mittaustulokset yhdellä pisteellä, joista lisäksi ilmoitetaan E1, Emax ja r

Pistekohtaiset huomiot (esim. alustan kosteus-tila, pinnan tasaisuus/karkeus, päällysteen lämpötila).

## 5.7. Tarkkuus ja toistettavuus

Mittaustuloksen toistettavuus on n.  $5\%$ , millä tarkoitetaan joustavalla alustalla tehtyjen mittausten keskihajontaa.