



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

TEE KONSTRUKTSIOONI KIHTIDE KANDEVÕIME JA
SELLE MÕÕTMINE SEADMEGA DYNATEST LWD

BEARING CAPACITY OF THE ROAD CONSTRUCTION LAYERS AND
MEASURING IT WITH DYNATEST LWD

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Riho Eichfuss

Üliõpilaskood: 122414EATI

Juhendaja: Ain Kendra

Tallinn, 2018.a.

Kokkuvõte

Teekonstruktsiooni tugevusomadusi iseloomustab elastsusmoodul ehk konstruktsioonile rakendatud pinge ja tulemusena tekkinud deformatsiooni suhe. Tänapäevaste teadmiste põhjal sõltub mõõdetava elastsusmooduli suurus peamiselt pinnase niiskusest ja pingerežiimist mõõtmistel. Pingerežiimi mõju on uuritud ka käesoleva töö raames.

Teede projekteerimisel arvutatakse konstruktsiooni eeldatav kandevõime, kuid osutub keeruliseks projektis esitatud nõudeid kontrollida. Esmalt lähtuvad projekteerimise meetodikad vene normidest, mille arvutusallikad vajaksid uuendamist. Teisalt on mõõdetavale kandevõimele seatud nõuded seni peamiselt kasutatavale Inspector-seadmele kogemuslikud ning 2017 aastal sooritatud plaatkoormuskatsetest killustikalustel saavutati nõuetele vastav E_{V2} 46% ja suhe E_{V2}/E_{V1} ainult 17% juhtudest, mis sunnib kahtlema sätestatud nõuete objektiivsuses.

Elastsusmooduli mõõtmiseks on välja töötatud hulk erinevaid seadmeid. Tööpõhimõttest tulenevalt võib neid jagada peamiselt dünaamilisteks ja staatilisteks seadmeteks. Seni on Eestis kasutatud kandevõime mõõtmiseks peamiselt kolme erinevat seadet, millest dünaamilise tööpõhimõttega on Inspector ja FWD (Falling Weight Deflectometer) ning staatilisega plaatkoormuskatse seade.

Täna on Eestis ka üks Taani koolkonna kaasaskantav deflektomeeter Dynatest 3031 LWD. Käesoleva töö raames sooritati Dynatest LWD ja seni Eestis kasutatud seadmete vahel võrdluskatsed. Tulemused näitavad head korrelatsiooni FWD seadmega. Plaatkoormuskatsega võrreldes on võimalik saada tulemusi, mis erinevad vähem kui 5%, kuid vajalik on sooritada veel võrdlused objekti killustikalusel. Kasutades vastavat pingerežiimi mis on kordades suurem reaalses konstruktsioonis esinevast režiimist, saavutati ka Inspector-seadmega sarnased tulemused.

Pingerežiimi mõju uurimisega mõõdetavale kandevõimele LWD seadmega, jõuti järeldusele, et liivpinnastel on kandevõime tõus pinge tõstmisega seotud pigem talla aluse pinnase järeltihenemisega. Kuid killustikul tuvastati tugev pingerežiimi mõju mõõdetavale kandevõimele. Seega on oluline järgida kindlaid katsete meetodikaid LWD seadmega mõõtmistel.

Antud töö tulemusena jõuti järeldusele, et peale lisauuringute teostamist võib osutada mõistlikuks Dynatest LWD kasutamine plaatkoormuskatse asemel. Asenduse efekt väljendub ajas (Dynatest LWD-ga ühe punkti mõõtmine ca 2 minutit, plaatkoormuskatsel 20 kuni 90 minutit) ja kvaliteedis ehk sama aja jooksul võib LWD-ga mõõta oluliselt suurema punktide arvu, mis annab kindluse lisaks nõutud kandevõime saavutamisele ka konstruktsiooni homogeensuse osas.

Summary

BEARING CAPACITY OF THE ROAD CONSTRUCTION LAYERS AND MEASURING IT WITH DYNATEST LWD

Riho Eichfuss

The strength properties of the road structure are defined by the elastic modulus, which is a relation between tension applied to the structure and the caused deformation. According to widespread knowledge the elastic modulus has a dependency on soil moisture but the dependency on the stress level is rather new. The dependency from tension is scrutinized in the current thesis.

When road is designed the necessary bearing capacity is calculated but it turns out that comparing the designed number to the measured one is rather difficult. First of all, the design methodology is based on Russian regulations and the calculation base requires an upgrade. Secondly, the requirements set on the bearing capacity measured with Inspector are experience-based and the plate load tests carried out on the crushed stone base turned out to meet the required E_{V2} in 46% and the E_{V2}/E_{V1} ratio in only 17% of cases, which leads to question the objectivity of the requirements set.

There have been many devices developed to measure the bearing capacity. According to the principle of operation they can be divided primarily into dynamic and static devices. So far, three different devices have been used to measure bearing capacity in Estonia of which the Inspector and the FWD (Falling Weight Deflectometer) are dynamic and the plate load test a static device.

For one year, a Danish portable deflectometer Dynatest 3031 LWD has been used in Estonia. Tests to compare this device to the ones used in Estonia so far, have been done within current task. The results show a good correlation with the FWD device. Compared to the plate load test it is possible to produce results that differ by less than 5% but it is still necessary to perform comparison tests on crushed stone base. When a right amount of tension is applied it is possible to get similar results to Inspector device.

When studying the relations between tension and bearing capacity, measured with the LWD device it was deduced that sandy soils tend to have higher bearing capacity when tension is increased because of the compaction of material beneath the device plate. However, on the crushed stone a strong tension related effect on the measured bearing capacity was discovered. Therefore, it is important to follow specific test methods with LWD measurements.

As a result of this work a conclusion was made, that after further studies it may be reasonable to use Dynatest LWD instead of plate load test. The main effects of the substitution are time (2 minutes for point with Dynatest LWD compared to 20 to 90 minutes with plate load test) and quality related. In the same amount of time a significantly higher number of points could be measured with LWD which provides an overview of construction homogeneity in addition to required bearing capacity measurements.