

1. MENETELMÄN TARKOITUS

Menetelmän avulla voidaan määrittää päällysteiden urautumisen seurauksena syntynyt uratilavuus palvelutasomittarilla (PTM-auto).

2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Uratilavuustulokset soveltuvat hyödynnettäviksi päällystyskohteiden suunnittelussa. Tuloksia voi hyödyntää esimerkiksi REM-kohteilla arvioitaessa lisämässän määrää ja sen ominaisuuksia.

3. MÄÄRITELMÄT

Tien uratilavuus määritellään tien poikkisuuntaisen profiilin ja maksimiurasyvyyden kuvauksessa käytetyn lankauramallin välisen pinta-alan (ura-alan) sekä tien pituusyksikön tulona. Uratilavuuden laskentaa varten tien poikkiprofiili mitataan määritellyltä leveydeltä.

Mittaustulosten raportointi tehdään tilaajan etukäteen määrittelemälle raportointivälille (yleensä 10 tai 100 m), jolle uratilavuus saadaan 1 metrin tulosten summana. Mittayksikkönä on m³. Tulosten esittämistarkkuus on 0,001 m³.

4. KOEMENETELMÄ

4.1 Periaate

Uratilavuuden mittaus- ja laskentaperiaatteet pohjautuvat menetelmäohjeeseen PANK-5208 /1/ sekä julkaisuun /2/. Tien poikkiprofiili mitataan tarkoitukseen sopivalla laitteistolla (katso kappale 4.2) vähintään 3,2 metrin leveydeltä. Mitattuun poikkiprofiiliin sovitetaan lankamittausalgoritmi. Lankaura määritetään niin, että poikkiprofiiliin sijoitetaan kuvitteellinen, profiilin reunoihin kiinnitetty jännitetty lanka. Algoritmi etsii langan ja poikkileikkauksen välistä kohtisuoraa maksimietäisyyttä. Algoritmia on havainnollistettu kuvassa 1.

Uratilavuuden laskennassa määritetään ensin maksimiuran määrittämiseen käytetyn lankamallin ja tien pinnan väliin jäävä pinta-ala, ura-ala A_{ura} (m²)

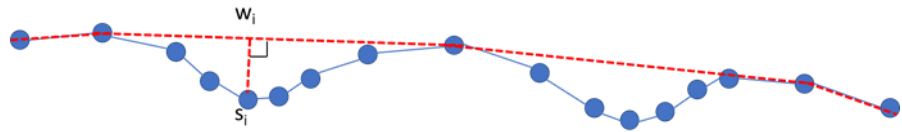
$$A_{ura} = \sum_{i=1}^{N-1} (w_i^{leveys} - w_{i+1}^{leveys}) \frac{(w_i^{korkeus} - s_i^{korkeus}) + (w_{i+1}^{korkeus} - s_{i+1}^{korkeus})}{2}$$

jossa N on poikkiprofiilin pisteiden määrä, w_i^{leveys} lankamallin vaakasuuntainen pituus pisteessä i , $w_i^{korkeus}$ lankamallin pisteen i korkeus ja $s_i^{korkeus}$ tien poikkiprofiilin pisteen i korkeus. Ura-alan laskentaan käytetään tien poikkiprofiileista laskettua yhden metrin keskiarvoa.

Uratilavuus V_{ura} lasketaan kertomalla ura-ala A_{ura} tien pituusyksiköllä (1 m) ja summaamalla halutun tulostusvälin tulokset

$$V_{ura} = \sum_{i=1}^N (A_{ura} \cdot 1m)$$

jossa N on haluttu tulostusväli (esim. 10 m tai 100 m). Uratilavuuden yksikkönä on kuutiometri mittausleveyttä ja tulostusjakson pituutta kohden eli $m^3 / (\text{mittausleveys} \cdot \text{tulostusjakson pituus})$. Esimerkiksi 10 m:n jaksoille yksikkönä on $m^3 / (3,2 \text{ m} \cdot 10 \text{ m})$.



Kuva 1. Esimerkkiprofiili, jossa siniset pisteet ovat tien poikkiprofiilin mittaustuloksia ja punainen katkoviiva edustaa lankamallia.

4.2 Laitteisto

Poikkisuuntaista tasaisuutta voidaan mitata kaikilla tähän tarkoitukseen rakennetuilla laitteilla, mikäli ne täyttävät kohdassa 4.3 esitetyt kalibrointi- ja tarkkuusvaatimukset. Laitteiden tekninen toiminta voi perustua esimerkiksi laserantureihin. Mittaukset tehdään vähintään 3,2 metrin leveydeltä joko riittävällä määrällä (vähintään 17) pistemäisiä antureita tai ns. laserjuovan avulla. Havaintopisteiden tulee edustavasti kuvata pinnan profiilia koko mittausleveydeltä. Keskimääräinen havaintoväli poikkisuunnassa on korkeintaan 200 mm ja pituussuunnassa 1 metri. Vertikaalietäisyyden mittaustarkkuuden on oltava vähintään 0,5 mm. Mittalaitteessa tulee olla kalibroitu oleva pituusmittauslaite, jonka tarkkuus on vähintään 0,1 %. Alle 1 km:n mittauksissa etäisyys tulee määrittää vähintään 1 m:n tarkkuudella. Kunkin laitteiston tekniset yksityiskohdat ovat saatavissa joko mittausten tai laitteiden toimittajilta.

4.3 Laitteiston hyväksyntäperiaatteet

Käytettävän laitteiston tulee läpäistä säännöllisin väliajoin (1-3 vuotta) tehtävät vertailumittaukset. Testien periaatteet on kuvattu muistiossa /3/. Pääperiaatteet ovat lyhyesti seuraavat:

- laitetoimittaja/mittausten toimittaja vastaa laitteiden teknisestä kunnosta sekä mittausten kohdistuvuudesta ”tosimitaan” (nämä asiat on pystyttävä esittämään pyydettyäessä)
- vertailumittauksissa tutkitaan sekä mittausten toistettavuus että vertailtavuus vastaaviin muihin laitteisiin (yksi laite per toimittaja)
- laitetoimittaja/mittausten toimittaja vastaa, että kaikki heidän laitteensa mittaavat samalla tavoin kuin kalibrointeihin osallistunut laitteisto
- laitetoimittaja/mittausten toimittaja vastaa, että laitteiston kunto pysyy jatkuvasti kalibrointitestejä vastaavalla tasolla.

Vertailumittauksissa hyväksytään ne laitteistot, joiden mittausten toistettavuus ja vertailtavuus ovat hyväksyttävissä tilastollisilla menetelmillä korkeintaan 5 prosentin riskitasolla (=laitteet mittaavat keskimäärin samalla tavalla 95 % todennäköisyydellä).

4.4 Mittaus

Mittaamisen käytännön ohjeet ovat mittausten toimittajan vastuulla. Niiden lisäksi mittaukset tulee tehdä tilaajan laatuvaatimusten mukaisesti. Oleellimmat laatuperiaatteet on esitetty ohessa, tarkemmat ohjeet löytyvät mittausten toimittajien mittausohjeista:

- mitattavan tien tulee olla riittävän kuiva (ei seisovaa vettä) ja puhdas (ei savea/soraa tms.) sekä lämpötilan mittalaitteen valmistajan suosittelemalla alueella
- mittaus tehdään yhden kerran kullakin kohteella. Jos mittaukset joudutaan uusimaan, tehdään ne uudelleen koko kohteelle
- mittaus tehdään muuta liikennettä häiritsemättä, jolloin tavallinen mittausnopeus on 30-80 km/h.

5. TULOSTEN ESITTÄMINEN

Tulostustapa (tiedosto, raportti, jne.) sovitaan mittausten tilaajan kanssa.

Tulostuksessa ilmoitetaan vähintään seuraavat asiat:

- mittausta on tehty tämän menetelmäkuvauksen mukaan
- mahdolliset poikkeamat menetelmäkuvauksen mukaisesta järjestelystä
- kokeen suorituspäivämäärä
- käytetty mittalaite ja mittaajan nimi
- tutkitun päällysteen sijainti- ja tunnistetiedot johonkin paikkatietoon sidottuna (esim. tierekisteriosoite)
- mitatut tunnusluvut tilatulle tulostusvälille (esim. 100 m)
- mitattujen tunnuslukujen keskiarvo koko kohteelle
- mittaussopeuden keskiarvo tilatulle tulostusvälille
- muut tilaajan ilmoittamat tiedot, esim. päällystetyyppi ja tie-luokka.

6. TARKKUUS

Mittausten toimittaja vastaa seuraavista mittaustarkkuuteen liittyvistä asioista:

- yksittäisen mittauksen tarkkuus
- mittauksen oikeellisuus ('tosimitaan' nähden)
- mittausten toistettavuuden tarkkuus.

Tiedot on toimitettava mittausten tilaajalle pyydettyä.

7. VIITTEET

1. PANK Päällystealan neuvottelukunta (2004), PANK-5208, Poikkisuuntainen tasaisuus lanka-ura, PTM-auto.
2. Michalina Makowska, Eeva Huuskonen-Snicker, Pauli Alanaatu, Kalle Aromaa, Abhishek Savarnya, Terhi Pellinen & Animesh Das (2018), Incorporating the transverse profile of the wearing course into the control of the hot in-place recycling of asphalt concrete, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 356 (2018) 012019.
3. Liikennevirasto (2013), Päällystetyn tieverkon palvelutasomittaukset 2014-2019. Tarjouspyynnön liite 4: Hyväksymisestä.