

Päällysteen kulumiskestävyyden määrittäminen

Prall –testi, SFS-EN 12697-16 A



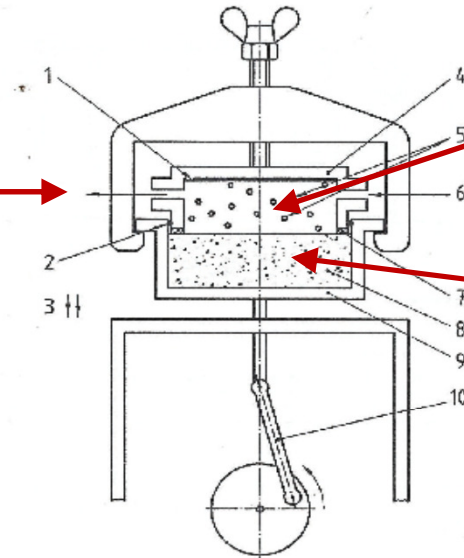
Taustaa:

- Valmiin asfalttipäällysteen nastarengaskulumiskestävyyttä on voitava selvittää riittävällä tarkkuudella reseptisuunnittelun ja mahdollisen loppuarvostelun vuoksi
- Pelkkä kiviaineksen lujuuden tietäminen on hyvä lähtökohta mutta ei ennusta täysin toteutumaa
- Rakeisuudella on suuri merkitys lopputulokseen, varsinkin karkean kiviainelajitteen määrällä suhteessa koko runkoaineksen määrään (otettava huomioon suhteituksessa tavoitteen mukaisesti mahdollisuuksien rajoissa)
- Lopputulokseen vaikuttavat lisäksi mm. RC:n kiviaineksen lujuus, käytetyn kiviaineserän lujuuden mahdollinen vaihtelu ja muiden kiviainestuotantoerien käyttö
- Muuttujia / huomioon otettavia seikkoja on useita ja niiden keskinäinen vaikutus epälineaarinen joten toteutuvaa kulumista on pystyttävä testaamaan myös kokeellisesti
- Prall –laitteita on Suomessa viidellä eri toimijalla, aiemmin samaan tarkoitukseen käytettyjä SRK –laitteita vielä käytössä kahdella eri toimijalla
- Lisäksi muissa pohjoismaissa ja Virossa laitteita yhteensä yli 20

Toimintaperiaate:

Huuhteluvesi sisään

Pystysuuntainen liike 950 rpm
iskunpituus 43 mm



40 kpl teräksisiä laakerikuulia

Huuhteluvesi ulos (2 l / min)

Testattava näyte $\varnothing = 100$ mm, h = 30 mm

Key

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 Rubber plate | 6 Cooling water |
| 2 Flat rubber ring | 7 O-ring |
| 3 Stroke | 8 Specimen |
| 4 Lid | 9 Test chamber |
| 5 Steel spheres | 10 Connection rod |

Figure 1 Abrasion apparatus, in general

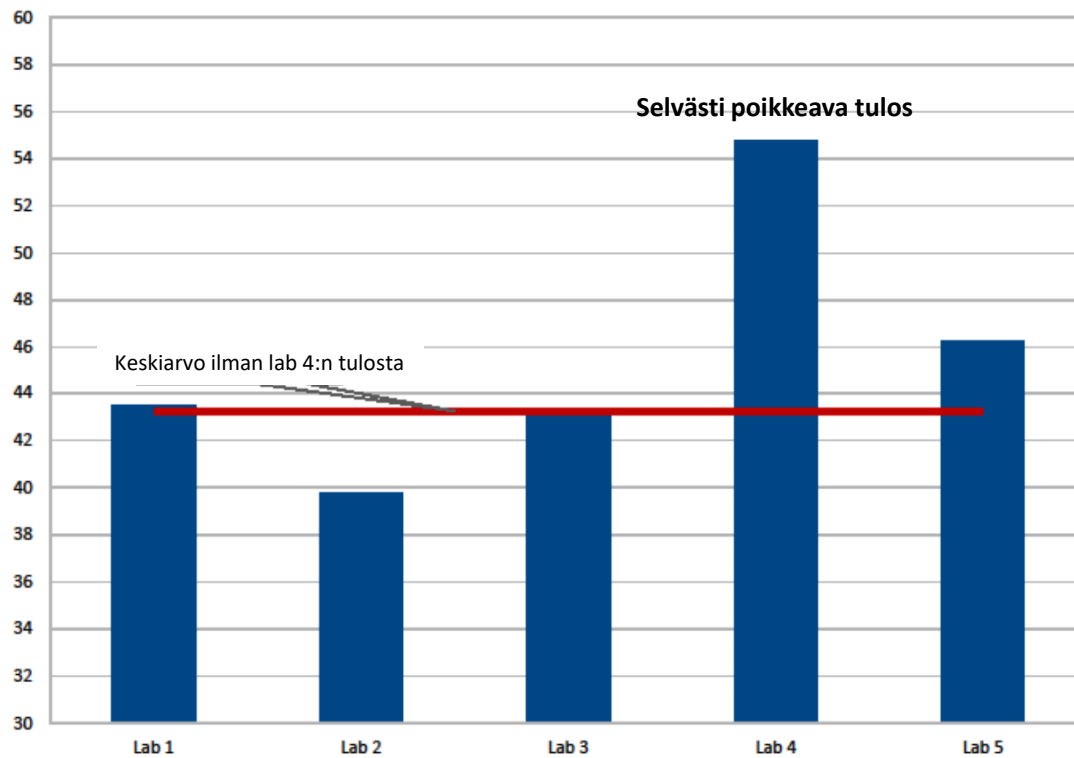
Testin kesto aika 15 min / näyte,
Testisarjassa testataan 5 näytettä

Ongelmia Prall –testissä tällä hetkellä:

- Laitteiden (eli käytännössä laboratorioden) välinen tasoero
- Rinnakkaisnäytteiden tulosten suuri hajonta (suhteellisen pieni testattava pinta-ala per näyte, näytteen pinnan tekstuurin vaikutus)
- Laitteen antama oikea taso ei tule ilmi testausstandardin mukaisia kalibrointeja tekemällä
- Laitteistojen tasoero johtuu osaltaan eroavaisuuksissa itse laitteissa ja niiden perustamistavoissa mutta jopa vielä suuremmalta osaltaan laitteistojen kulumisesta jota on vaikea hallita
- Kunnollisen, tarpeeksi tasalaatuisen kalibrointimateriaalin puute (asfaltista valmistetut kalibrointinäytteet eivät ole tarpeeksi tasalaatuisia)

Eri laitteiden tasoero Suomessa, vertailutestissä vuonna 2016

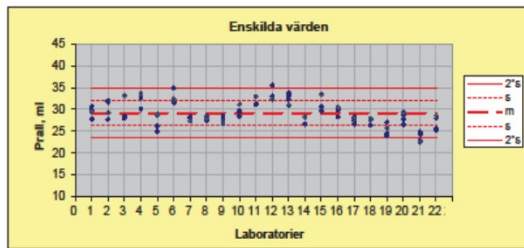
betoninäytteet, arvioitu kuluminen n. 40 ml



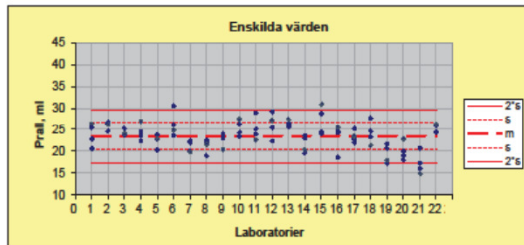
Vertailutestin jälkeen laboratorio 4 huomasi suuren kulumisen laakerissa

Yksittäistulokset

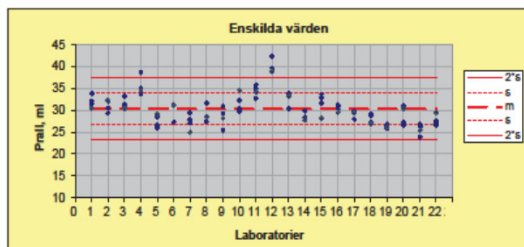
3.1. Enskilda värden



Figur 2. Enskilda värden för Material 1.



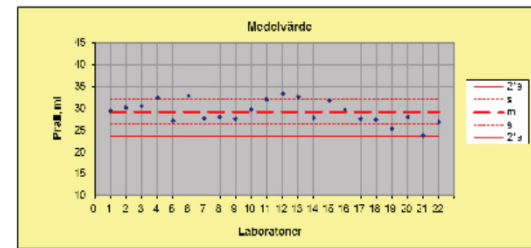
Figur 3. Enskilda värden för Material 2.



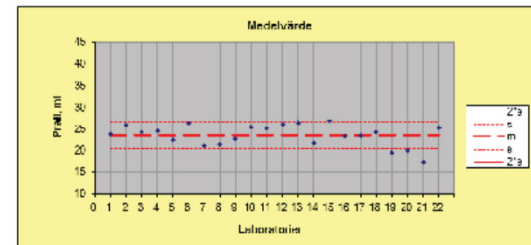
Figur 4. Enskilda värden för Material 3.

Sarjan keskiarvo

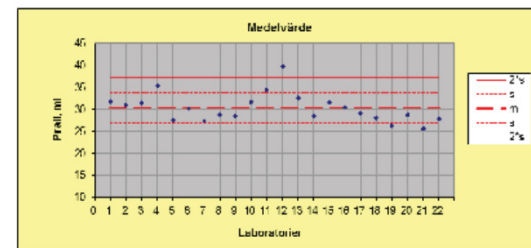
3.2. Medelvärden



Figur 5. Medelvärden för Material 1.



Figur 6. Medelvärden för Material 2.



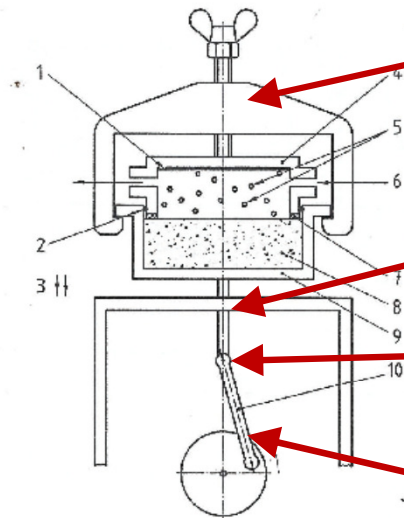
Figur 7. Medelvärden för Material 3.

Korjausesitys ongelmiin:

Laitteiston muuttaminen siten, että kaikki ylimääräiset sivuliikkeet ja kiihtyvyydet minimoidaan:

- Kiertokangen pituuden muuttaminen 200 mm -> 255 mm (poikkeaa sen jälkeen standardista), tämä vähentää vaakasuoria voimia männänakseliin ja vähentää liukulaakerin kulumista
- Vaihdetaan liukulaakeri paremmin sopivaan, kestävämpään ja oikeansuuruisella välyksellä
- Kestävämpi rullalaakeri akselin niveleen
- Oikeankovuinen akselitappi ja -haarukka
- Poistetaan vaaka- ja pystysuuntaiset välykset testikammioista ylimääräisellä tiivisterenkaalla ja uudentyyppisellä kannenkiinnityksellä
- Vesivuotojen estäminen (huuhteluveden paine pysyy oikeana koko testin ajan)
- Huuhteluveden poistoputken suulle metallilanka estämään poistoputken tukkeentuminen testin aikana

Muutokset:



Key

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 Rubber plate | 6 Cooling water |
| 2 Flat rubber ring | 7 O-ring |
| 3 Stroke | 8 Specimen |
| 4 Lid | 9 Test chamber |
| 5 Steel spheres | 10 Connection rod |

Figure 1 Abrasion apparatus, in general

Uudentyyppinen kannen kiinnitys

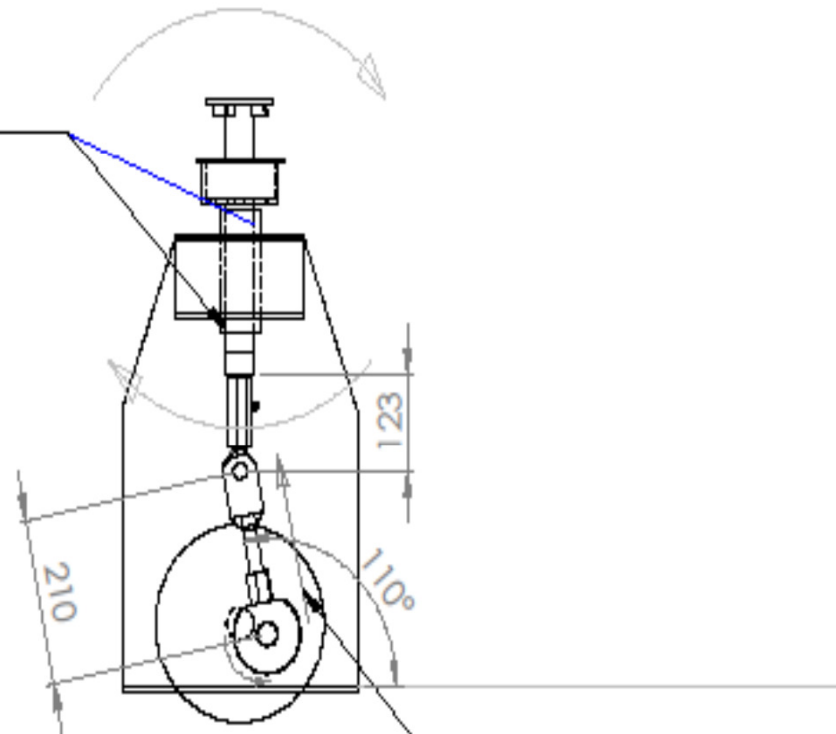
Uudenlainen liukulaakeri

Uudenlainen laakeri, akselitappi ja akselihaarukka

Kiertokanki 200 millimetristä 255 millimetriseksi

Vanha konstruktio

Suurta kulumista sivuvoimien takia

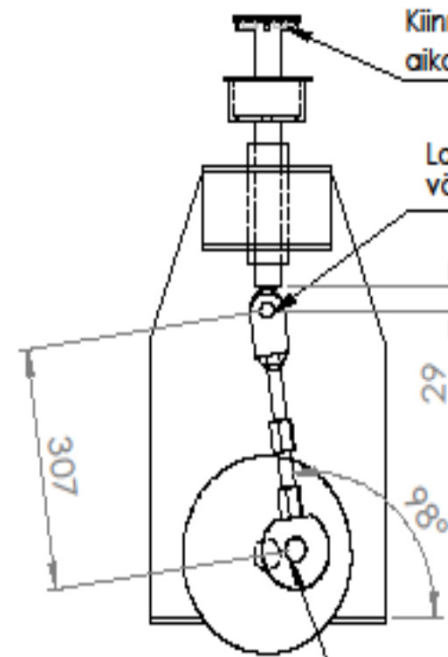


Tämä voima aiheuttaa turhaa sivuliikettä pysty akseliin

Uusi konstruktio

Kiinnityshampaat paremman lukituksen aikaansaamiseksi

Laakeriliitos lähemmäksi pysty akselia vähentää vaakasuoraa hikkaavaa voimaa



Akselikeskipisteet ovat 21,5 mm:n etäisyydellä toisistaan joten männän iskun pituus on edelleen 43 mm

Näiden muutosten vaikutus tulostasoon:

Ennen muutostöitä:

SMA 1/1	16
SMA 2/1	19
SMA 3/1	20
SMA 4/1	14
SMA 5/1	16
Keskiarvo:	17
Min:	13,7
Max:	20,4
Max-Min:	6,6

Muutostöiden jälkeen:

SMA 1/2	13
SMA 2/2	13
SMA 3/2	12
SMA 4/2	13
SMA 5/2	13
Keskiarvo:	13
Min:	12,3
Max:	13,2
Max-Min:	0,9

Uusi ongelma ilmeni muutostöiden jälkeen:

Kun saimme kaikki laitteistossa olleet välykset ja sivuliikkeet poistettua, ilmeni uusi ongelma:

Kun itse laitteistossa ei ollut enää joustoja, voimat kohdistuivat alustan kiinnityksiin. Jo toisen näytteen testaamisen aikana (< 30 min testiajoa) laitteen kiinnitykset alkoivat irrota betonialustasta, jota ei ollut aiemmin tapahtunut satojenkaan testiajojen aikana.

Ongelma korjattiin hitsaamalla laitteen kiinnitysjalat suoraan kiinni betoniin valettuihin kiinnityspultteihin.

Voimat kohdistuvat nyt siis suoraan perustuksiin ja sitä kautta lattiaan tms., joten perustamistapaan on ehkä kiinnitettävä muutosten jälkeen erityistä huomiota. Meidän tapauksessa betoniperustus (n. 500 kg) oli viety lattian läpi sitomattoman murskeen päälle joka vaikuttaa hyvinkin toimivalta. Sopivan paksuinen kumimatto lattian ja perustuksen välissä on myös todennäköisesti riittävä ratkaisu.

Referenssinäytteiden tuloksia kaudelta 2017 (65 testinäytettä testattiin tällä ajanjaksolla):

Referenssi	tulos	päiväys
SMA, näyte 6	13	26.4.2017
SMA, näyte 7	14	28.4.2017
SMA, näyte 8	13	7.7.2017
SMA, näyte 9	11	18.8.2017
SMA, näyte 10	13	24.8.2017
SMA, näyte 11	13	5.10.2017
SMA, näyte 12	14	5.10.2017
SMA, näyte 13	13	15.1.2018
Keskiarvo:	13	
Min:	10,9	
Max:	14,0	
Max-Min:	3,1	

Mielipiteitä ja johtopäätöksiä:

- **Laitteiston kulumisen takia on paljon helpompaa saada liian suuri virheellinen tulos kuin liian pieni virheellinen tulos**
- **Ylimääräisistä välyksistä täytyy päästä eroon, tällöin myös laitteiston kulumistakin on huomattavasti helpompi seurata**
- **Löydettävä kunnollinen referenssimateriaali jolla voimme testata tulostasomme oikeellisuuden. Testausstandardin mukaisia kalibrointeja tekemällä ei voi löytää tulostason virheellisyyttä tai muuttumista**
- **Kun löydämme tarpeeksi tasalaatuisen referenssimateriaalin, voimme käyttää niitä tuloksen yhteydessä ilmoitettavana ”level-check” informaationa**

Referenssimateriaalin löytäminen:

Vaatimuksia:

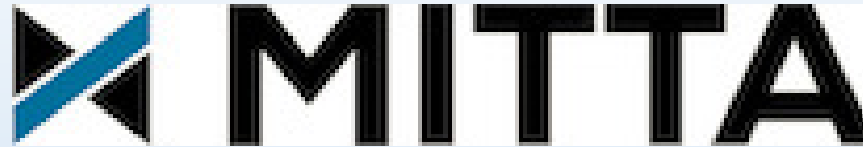
1. Tasalaatuisuus, pieni hajonta rinnakkaisnäytteiden välillä -> kalibrointiin riittää yksi näyte
2. Helppo saatavuus, halpa
3. Helposti työstettävissä testinäytteiksi $\varnothing = 100$ mm, h = 30 mm
4. "Säilyvyys" (ei muutu vanhetessaan, saatavilla myös tulevina vuosina)
5. Tulostaso n. 20 ml tai 10 ml jolloin ajetaan kaksi peräkkäistä testiajoa

Referenssimateriaalin löytäminen:

Asfalttinäytteet:	oletuksena/kokemuksena, että asfaltista tehtyjen rinnakkaisnäytteiden vaihtelu liian suurta
Betoninäytteet:	osittain sama ongelma kuin asfalttinäytteillä, lisäksi betonin koveneminen vanhetessaan voi olla ongelma, sopivan reseptin löytäminen (hienorakeinen kuluu liikaa, karkearakeinen vaihtelee liikaa)
Teolliset betoni-laatat, pihakivet:	tavanomaiset laatat kuluvat aivan liikaa, kulutuskestäväksi pinnoitettujen pinnoituspaksuus vaihtelee joka voi aiheuttaa tuloksen vaihtelua (kuluu pinnoitteen läpi), PINNOITETTU MAHDOLLINEN
Poltettu tiili:	ei kestä testiä, kuluu aivan liikaa
Suojatiekivi:	kahta versiota testattu, toinen pirstaloitui testissä (vrt. lasi), toinen kului aivan liikaa
Graniitti (kallio):	aivan liian pieni kuluminen, 1-2 ml
Hiekkakivi (kallio):	pieni kuluminen (4-7 ml / 1 ajo – 7-12 ml / 2 ajoa), vaihtelu liian suurta
Teolliset seinä- tai pöytätaasolaatat:	sideaineena useimmiten hartsi -> eivät sovellu tähän käyttötarkoitukseen aivan liian pienen kulumisen takia (1-2 ml / 2 ajoa), kompotiittirakenteiset eivät toimi, pinnoitettuja puulevyjä ei testattu
Vuolukivilaatta:	ei vielä testattu, seuraavana listalla

Apua tarvitaan, ehdotuksia referenssimateriaalista sähköpostitse sami.simila@mitta.fi

Selvityksen suunnittelu,
toteutus ja johtopäätökset:



Sami Similä

sami.simila@mitta.fi

puh. 040 - 776 1754

Mekaaniset muutostyöt:

Kaltekno Oy

Kalevi Puukko

kalevi.puukko@kolumbus.fi

puh. 0400 - 456 913