

Asfalttipäällysteiden deformatumisen vähentäminen



Tielaitoksen
selvityksiä

36/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Tie- ja
liikennetekniikka

Tielaitoksen selvityksiä
36/2000

Asfalttipäällysteiden deformatumisen vähentäminen

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-667-7
TIEL 3200622

Oy Edita Ab
Helsinki 2000

Julkaisua myy
Tielaitos, julkaisumyynti
Faksi 0204 44 2652
S-posti julkaisumyynti@tielaitos.fi
www.tielaitos.fi/julk2.htm



Tielaitos
TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

Marko Kelkka, Jarkko Valtonen: Asfalttipäällysteiden deformaation vähentäminen.
Helsinki 2000. Tielaitos, Tie- ja liikennetekniikka, Tielaitoksen selvityksiä 36/2000. 33 s. + liitt.
49 s. ISBN 951-726-667-7. ISSN 0788-3722. TIEL 3200622.

Asiasanat: deformaation vähentäminen, asfalttipäällysteet, uramittaus, koetie
Aiheluokka: 33, 42

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa on selvitetty eri tienkohtien alttiutta deformaatiolle ja haettu hyvin deformaatiota kestäviä asfalttipäällysteratkaisuja kirjallisuus- ja haastattelututkimusten avulla, vieraillemalla Saksassa useiden asiantuntijatahojen luona ja lopuksi rakentamalla mittava deformaatiokoetie Kehä III:lle.

Tiepiirien ja Helsingin sekä Jyväskylän päällysteasiantuntijoiden mukaan deformaatio ei ole Suomessa yleinen kaikkia teitä koskeva ongelma. Jotkut tienkohdat deformaatuvat kuitenkin toisia herkemmin ja aiheuttavat siten "ennenaikaista" päällystämisen tarvetta. Tällaisia kohtia ovat mm. liikennevalojen edustat, ylämäet varsinkin etelärinteissä ja päällysteet, joissa on tehty väärinarvioita raaka-aineissa tai suhteituksessa.

Suomessa on päällysteiden deformaationkestävyyttä parannettu mm. kiinnittämällä aikaisempaa tarkempaa huomiota suhteitukseen ja siirtymällä kovempiin sideaineisiin, kuten B50/70, HD-45 ja bitumin ja gilsoniitin seokset. SMA-päällysteet ovat osoittautuneet AB- ja EA-päällysteitä paremmiksi deformaation kestoaltaan.

Suomen lisäksi myös ulkomaisissa tutkimuksissa on polymeerimodifioitujen bitumien sekä joidenkin lisäaineiden todettu parantavan asfalttipäällysteen deformaationkestävyyttä. Yksikään tuote ei kuitenkaan ole johdonmukaisesti osoittautunut muita paremmaksi.

Saksassa käytetään paksuja asfalttirakenteita, joiden deformaation vähentäminen on hyvin vähäistä. Asfalttirakenteet koostuvat kulutuskerroksesta sekä side- ja kantavasta kerroksesta. Kulutuskerroksena on esim. SMA, jossa on sideaineena kova polymeerimodifioitu bitumi. Myös sidekerroksen AB:ssä käytetään kovia ja usein myös polymeerimodifioituja bitumeja. Kantava kerros tehdään sidottuna ABK-kerroksena.

Kehä III:lle tehtiin deformaatiokoetie kesäkuussa 1998. Koeosuuksia on yhteensä 31. Kaikilta koeosuuksilta on mitattu poikkiprofiilit heti niiden valmistuttua, syksyllä 1998 sekä keväällä ja syksyllä 1999. Fortum Oil and Gas otti koeosuuksien massoista myös massanäytteet laboratoriokokeita varten.

Mittaustulosten mukaan koeosuudet, joissa on paksu asfalttirakenne, ovat deformaatuneet vähiten. Alku-urautumisen jälkeinen deformaation vähentäminen on ollut lähes olematonta. Yhteistä kaikille paksuille rakenteille on 10 cm paksu sidekerros, jossa on sideaineena EKB tai B50/70+gilsoniitti sekä kulutuskerros, jonka asfalttilaji on SMA 18. Muista koeosuuksista yksiselitteisesti parhaiksi ovat osoittautuneet ne, joissa on käytetty gilsoniittia, Neste City 2000:ta tai kuivaa suhteitusta (B50/70 5,1 %).

Liikennevalojen läheisyydessä deformaation vähentäminen on suurempaa kuin linjaosuuksilla. Varsinkin AB 18-koeosuus on deformaatunut huomattavan paljon. Eniten parannusta deformaationkestoon valojen läheisyydessä on saavutettu em. paksuilla asfalttirakenteilla sekä niillä koeosuuksilla, joilla SMA 18:n sideaineena on B50/70 + gilsoniitti tai Neste City 2000.

Key words: permanent deformation, test road, rutting

ABSTRACT

In recent years several methods have been used to prevent permanent deformation. The most common ones are the use of harder bitumen or Gilsonite and better design of asphalt mixes. Stone Mastic Asphalt (SMA) has in both laboratory tests and test roads proved better deformation resistance than traditional Asphalt Concrete (AC).

Today many additives and bitumen products are on market. Furthermore there are different kinds of constructional methods to increase permanent deformation. The Finnish National Road Administration (Finnra) has financed the research in which some of both binder-based and structural methods are tested in full-scale test road. The measuring of rutting and reporting are carried out by Laboratory of Highway Engineering at Helsinki University of Technology (HUT).

The paving works started after scarifying works on 21st of June in 1998 and they were finished on 30th of June. There were made 22 different test sections and altogether the number of test sections is 31 because of some parallel sections.

The test sections were situated close to four traffic lights. The aim was to have test sections right before or after traffic lights but a great number of sections were forced to be situated far away from intersections. That made also the traffic conditions very different from one test section to another. Not only the number of heavy traffic varies but also the speed and percentage of stopping heavy vehicles vary a lot.

On most of test sections paving works consisted of new wearing course. Underneath of it was left original (scarified) pavement and the base course was unbound, as usual in Finland. The tested variable of the surface layer was either binder or additive of the binder and the basic mix was SMA 18. The traditional AC 18 was also tested as well as SMA 12, SMA 8 and Gussasphalt made of PmB. Besides there were built seven sections where also a new binder course was built. On three of them there was also built a new bound base course.

The traffic flows and speeds on test sections varied a lot which makes the comparison quite difficult. However some clear conclusions can be made. First of all, the deformation resistance of AC-sections were weak. There were also remarkable deformations on Gussasphalt, SMA 18 reference, SMA 18 Hematite and SMA 18 with bitumen content 5,5 % sections, although those sections are not close to traffic lights.

The sections with thick binder course made of Extra hard bitumen or B50/70 with Gilsonite had clearly the best resistance against permanent deformation. Practically there was no permanent deformation, no matter if the base course was bound or unbound. Other test sections with good performance were those made of Gilsonite, Neste City 2000 and B50/70 with low bitumen content (5,1 %).

ALKUSANAT

Päällysteiden deformaatumista ei koeta Suomessa yleiseksi kaikkia teitä koskevaksi ongelmaksi. Joissakin paikoissa deformaation on kuitenkin niin suurta, että se voi aikaistaa koko tieosuuden uudelleenpäällystämisen tarvetta.

Tässä tutkimuksessa on selvitetty deformaation yleisyyttä sekä tyypillisiä deformaation alttiita tien kohtia. Deformaatiota kestäviä päällysteratkaisuja on haettu haastattelujen, kirjallisuuden sekä Saksan ekskursion avulla. Erilaisia päällysteratkaisuja kokeiltiin Kehä III:lle rakennetulla 31 koeosuutta käsittävällä koetiellä, jonka deformaation on seurattu uramittausten avulla.

Tutkimuksen tilaaja on Tielaitoksen Tie- ja liikennetekniikka. Tämän raportin ovat kirjoittaneet *Marko Kelkka* ja *Jarkko Valtonen* Teknillisen korkeakoulun tielaboratoriosta.

Helsingissä syyskuussa 2000

Tielaitos
Tie- ja liikennetekniikka

SISÄLLYSLUETTELO

<u>1</u>	<u>JOHDANTO</u>	<u>9</u>
<u>2</u>	<u>DEFORMAATIOON LIITTYVIÄ KOKEMUKSIA JA RATKAISUJA</u>	<u>10</u>
2.1	Yleistä	10
2.2	Kirjallisuustutkimus	10
2.3	Haastattelututkimus	11
2.4	Saksalaiset kokemukset ja ratkaisut	12
<u>3</u>	<u>URAMITTAUKSET YKSITTÄISISSÄ KOHTEISSA</u>	<u>14</u>
3.1	Kohteet	14
3.2	Mittausmenetelmä	16
3.3	Tulokset	17
3.4	Päätelmät	18
<u>4</u>	<u>DEFORMAATIOKOEITIE KEHÄ III:LLA</u>	<u>19</u>
4.1	Yleistä	19
4.2	Deformaatiokoeitien toteutus	19
4.3	Uramittaukset	21
4.4	Raskaan liikenteen analysointi	22
4.5	Tulokset	23
4.6	Laboratoriokokeet	26
4.7	Päätelmät	26

1 JOHDANTO

Tielaitoksen hallinnon Tie- ja liikennetekniikka tilasi TKK:n tielaboratoriolta vuonna 1998 tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää eri tienkohtien alttiutta deformaatiolle sekä erityisen hyvin deformaatiota kestäviä päällyste- ja tierakenneratkaisuja. Tutkimus jakautui seuraaviin osioihin:

- tiepiirien ja kahden kaupungin päällysteasiantuntijoiden haastattelut
- yksittäiset uramittaukset mielenkiintoisissa kohteissa
- kirjallisuustutkimus
- haastattelu- ja tutustumismatka Saksaan
- erilaisia koeosuuksia käsittävän deformaatiokoetien suunnittelu, rakentamisen seuranta, uramittaukset sekä tulosten tulkinta

Mittavimman osion tutkimuksesta muodostaa Kehä III:lle tehdyn koetien urautumisen seuranta, josta tilattiin jatkotutkimus vuonna 1999. Tässä raportissa on esitetty em. tutkimusten tulokset. Kehä III:n deformaatiokoetiestä esitetään vuosina 1998 ja 1999 tehtyjen uramittausten tulokset.

Kehä III:lla käytetyistä massoista tehtiin Neste Oy:n (nyk. Fortum Gas and Oil) toimesta laboratoriokokeita, joista saadut tulokset on esitetty tässä raportissa.

2 DEFORMAATIOON LIITTYVIÄ KOKEMUKSIA JA RATKAISUJA

2.1 Yleistä

Asfalttipäällysteiden deformaatioon liittyvää tietoa kerättiin haastattelemalla suomalaisia tahoja, etsimällä tietoa kirjallisuudesta sekä käymällä Saksassa tutustumassa paikallisiin menetelmiin. Tavoitteena oli kartoittaa mielipiteitä deformaation ongelmallisuudesta sekä saada tietoa erilaisista deformaatiota hyvin kestävästä ratkaisusta deformaatiokoetien suunnittelun pohjaksi.

2.2 Kirjallisuustutkimus

Deformaatioon liittyviä artikkeleita, konferenssiesitelmiä ja tutkimusraportteja etsittiin käyttämällä seuraavia lähteitä:

- jo tiedossa olevat raportit, mm. omat käsikirjastot
- TKK:n pääkirjaston omat tietokannat
- PageOne, Engineering Information Incorporationin tuottama tietokanta
- Internetissä mm. Alta Vistassa sekä eri tahojen linkkien kautta tehdyt haut

Seuraavassa on esitetty lyhyesti tärkeimmät kirjallisuudesta löydetyt asfalttipäällysteiden deformaatioon liittyvät tulokset.

Suomen nykyinen tietämys asfalttipäällysteistä

Suomessa tietämystä asfalttipäällysteistä on kerätty runsaasti vuosina 1987-1992 toteutetun Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelman (ASTO) raportteihin. ASTO:ssa deformaatiota tutkittiin laboratoriossa mm. jaksollisen virumiskokeen ja pyöräurituskokeen avulla ja maastossa koeteillä tehdyin uramittauksin. Tutkimukset painottuivat kolmen osatekijän vaikutusten tutkimiseen: sideaine, lisääaine ja suhteitus.

Suhteituksen vaikutus deformaatioon tuli selvästi esille sekä laboratoriokokeissa että koeteillä. Massatyypinä SMA:n todettiin olevan selvästi parempi kuin AB tai EA. AB oli koeteillä massatyypeistä huonoin, kun laboratoriokokeiden perusteella huonoin massatyyppi oli EA. Tilavuussuhteista parhaiten deformaatiotulosten kanssa korreloi täyttöaste. Optimi saavutettiin, kun täyttöaste oli 85 %.

Sideaineen vaikutusta deformaatioon voitiin parhaiten selittää laboratoriotulosten perusteella. Sekä jaksollisessa virumiskokeessa että pyöräurituskokeessa tulokset paranivat bitumin tunkeuman pienetessä (B-200 -> B-120 -> B-65), mikä ei sinänsä ole kovinkaan yllättävä tulos. Vielä parempia tuloksia saatiin joillakin polymeerimodifioituilla bitumeilla. Lisäaineista gilsoniitilla saatiin laboratoriossa hyviä tuloksia, kun taas Trinidad Epurella ei havaittu olevan deformaationkestävyyttä parantavaa vaikutusta. Sideainepitoisuuden merkitys tuli myös hyvin selville jaksollisessa virumiskokeessa: pysyvä deformaatio kasvoi lähes lineaarisesti sideainepitoisuuden kasvaessa.

ASTO:n koeteiden perusteella ei sideaineiden ominaisuuksien merkitystä deformaatioon pystytty yksiselitteisesti osoittamaan. Sen sijaan yhdellä koeosuudella lisäaineena käytetyn gilsoniitti-luonnonasfaltin todettiin parantaneen deformaationkestävyyttä.

Ulkomaisia tutkimustuloksia

Kirjallisuushaussa löytyneet ulkomaiset artikkelit ja raportit olivat pääsääntöisesti yhdysvaltalaisia. Niiden perusteella Pohjois-Amerikassa käytetään samantapaisia keinoja deformaatioon kuin Euroopassakin: polymeerimodifioituja sideaineita, deformaationkeston parantamiseen tarkoitettuja lisäaineita sekä huolellista päällysteen suunnittelua. Lisäksi nousi esiin suomalaisittain uudempana asiana suuren maksimiraekoon omaava ns. Large-Stone Asphalt.

Polymeerimodifioituja bitumeja ja bitumien lisäaineita on testattu Pohjois-Amerikassa lukuisissa laboratoriokokeissa ja koeteiden päällysteissä. Tulokset ovat monesti varsinkin kenttäkokeissa ristiriitaisia (Button 1992), mutta esim. Ontariossa tehdyllä koetiellä kaikilla viidellä koeosuudella (testatut lisäaineet Novophalt, Vestoplast S, Neoprene, Premium Asphalt ja UltraFine-kumiruouhe) mitattiin selvästi pienemmät urasyvyudet kuin referenssiosuuksilla (Ponniiah & Kennepohl 1996). Tuoreessa Michiganissa tehdyssä tutkimuksessa todetaan, että SBS-polymeerimodifioitu bitumi parantaa asfaltin deformaatiokestävyyttä ja samalla vähentää pakkaskatkojen syntyä (Khattak & Balati 1998).

Yhdysvalloissakin on huomattu SMA:n hyvät ominaisuudet, mm. hyvä deformaatiokestävyys, ja SMA-päällysteiden suunnittelulle on laadittu ohjeet National Center for Asphalt Technologyn (NCAT) toimesta (Brown & Cooley, 1999). Muutoinkin päällysteiden suunnittelussa on tapahtunut suurta kehitystä. Suurella rahoituksella toteutettu SHRP -tutkimusohjelma on tuottanut mm. Superpave -nimisen päällysteiden suunnittelumenetelmän, mikä vähentäneen virheitä asfaltin raaka-ainevalinnoissa ja suhteituksessa.

Large-Stone Asphalt Mixillä (LSAM) tarkoitetaan nimensä mukaisesti asfalttia, jossa on suuri maksimiraekoko. Erään määritelmän mukaan maksimiraekoon tulee olla suurempi kuin yksi tuuma (n. 25 mm). Se on tarkoitettu käytettäväksi side- ja kantavassa kerroksessa, kun halutaan erityisen hyvää deformaationkestävyyttä. Indianassa tehdyissä pyöräurituskokeissa testattiin 76 mm paksuja LSAM-laattoja, joissa maksimiraekoko oli 38 mm. Deformaation kannalta selvästi paras tulos saatiin tiheällä massalla, missä suuret kivi-rakeet ovat tiukasti kiinni toisissaan (Coree & Button 1997).

2.3 Haastattelututkimus

Keväällä 1998 tehtiin haastattelututkimus, jossa tiedusteltiin kaikilta yhdeksältä tiepiiriltä sekä Helsingin ja Jyväskylän kaupungeilta vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Millaisia syitä on deformaatioon ja millaisissa paikoissa sitä yleensä esiintyy ?
- Missä nimenomaisissa paikoissa piirin alueella on tapahtunut huomattavaa deformaation vähentämistä ?
- Miten deformaatio-ongelma on ratkaistu ?

Yksityiskohtaiset vastaukset löytyvät liitteestä 1. Seuraavassa on esitetty yhteenveto vastauksista.

Deformaation syyt ja sen esiintyminen

Deformaatiota ei koettu kaikkien tienkohtien ongelmaksi. Merkittävää deformaatiota nähtiin esiintyvän vain tietynlaisissa tienkohdissa. Deformaation syntymisen syyt voidaan päätellä suoraan esiintymispaikkojen perusteella. Deformaatiolle alttiita paikkoja ovat:

- liikennevalot ja liittymät (6 piiriä ja molemmat kaupungit)
- ylämäet, varsinkin etelärinteessä (5 piiriä ja Jyväskylän kaupunki)
- päällysteet, joissa on tehty väärinarvioiteja raaka-aineissa tai suhteituk-
sessa (4 piiriä)
- taajamien sisääntulotiet (2 piiriä)
- kaiteiden läheisyys (2 piiriä)
- bussipysäkit ja -kaistat (molemmat kaupungit)
- rampit, joissa liikenne seisoo (1 piiri)

Hyväksi koettuja ratkaisumalleja

Yleisin ratkaisu deformaation välttämiseksi on ollut tarkempi huomion kiinnittäminen suhteitukseen sekä siirtyminen kovempiin sideaineisiin. Varsinkin kaupungeissa on oltu tyytyväisiä SMA-päällysteiden deformaationkestävyyteen. Sideaineina deformaatiolle alttiissa paikoissa on käytetty mm. bitumia B50/70, kumibitumia, HD-45 bitumia ja bitumin ja gilsoniitin seoksia.

2.4 Saksalaiset kokemukset ja ratkaisut

Toukokuussa 1998 vierailivat Mats Reihe ja Keimo Komulainen Tielaitoksesta sekä Olli-Pekka Hartikainen Teknillisestä korkeakoulusta Saksassa tutustumassa paikallisiin päällysteasioihin. Kohteina olivat mm. asfalttialan yritykset HAM (Hamburger Asphalt Mischwerk), Heyer, Deutag ja Domen, kuitutoimittaja CFF (Cellulose-Fullstoff-Fabrik), Saksan suurin tienrakennusalan urakoitsija Strabag sekä Asphaltlabor, jossa tapaaminen professori Klaus Dammin kanssa.

Matkan antina kertyi runsaasti erilaista tietoa saksalaisesta asfaltin valmistuksesta ja urakoinnista. Deformaation osalta kirjattiin muistiin seuraavia huomioita:

- Deformaatiosta johtuva urautuminen on ongelmana muutamalla prosentilla Saksan tieverkosta (laboratoriopäällikkö Kluge / Strabag)
- Kantavan kerroksen maksimiraekoko on 32 mm (Kluge). Huom! Saksassa käytetään yleisesti sidottuja kantavia kerroksia, joiden kerrospaksuudet ovat tyypillisesti 10...22 cm ja sideainepitoisuudet 3,2...4,2 % (esim. B-65).
- Saksassa käytetään sidekerrosta, jossa sideaineena esim. PmB-25, PmB-45, B-45, B-65+Styrelf 13/40 (50%/50%). Polymeerimodifioitu sideaine estää päällystekerroksen halkeilun raskaan liikenteen kuormituksessa. (Kluge, Berg / HAM)
- Kulutuskerroksessa SMA:n käyttö on lisääntymässä ja valuasfaltin käyttö vastaavasti vähentymässä (Kluge)
- SMA:n tyypillinen kestoikä on 15 vuotta ja valuasfaltin 20 vuotta (Damm)

- VA:n sideaineina käytetään mm. Styrelfiä tai bitumia B-35, jossa on 2 % joko Trinidad Epurea tai Trinidad Pulveria (Berg)
- SMA:n sideaineina käytetään mm. Styrelfiä tai bitumia B-65 + Styrelfiä (Berg)
- Kuitujen käyttäminen yhdessä polymeeribitumien kanssa on kielletty (Damm)
- Urautunutta päällystettä uusittaessa jyrsitään deformaationut päällyste kokonaan pois. Jyrsinän paksuus riippuu siitä, missä kerroksessa deformaationut päällyste sijaitsee (Damm, Kluge)
- Hyvästä deformaatiota kestävästä rakenteesta professori Damm antoi esimerkin: SMA 11 3,5 cm + AB 16 8,5 cm, SMA:n sideaineena PmB 45 (SBS tai Styrelf); 6,5...7,0 % ja AB:n sideaineena PmB-15 – 25; 4,0 %. Näiden lisäksi on sidottu kantava kerros.

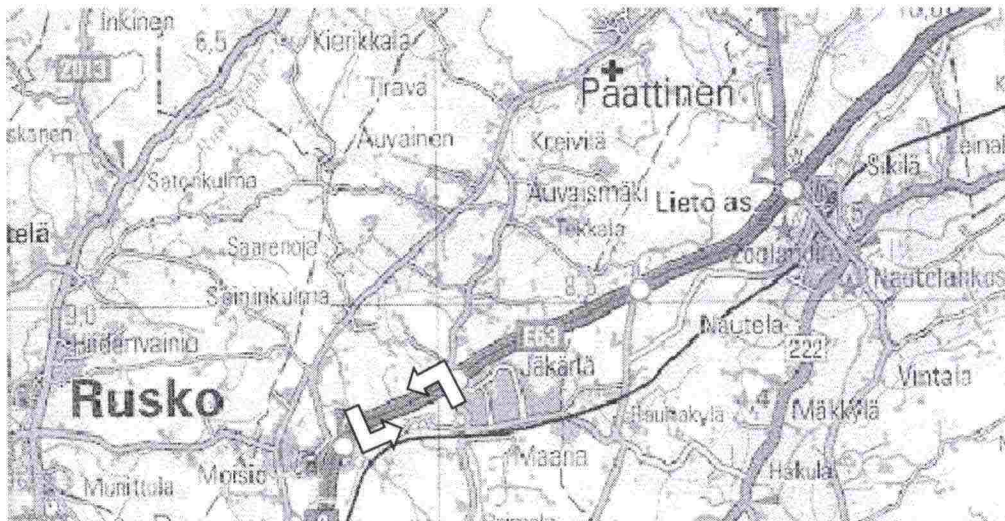
3 URAMITTAUKSET YKSITTÄISISSÄ KOHTEISSA

3.1 Kohteet

Kesällä 1998 tehtiin uramittauksia kohteissa, joiden deformaation seurantaan oli erityistä mielenkiintoa. Kohteet olivat:

Vt 9, Paattinen

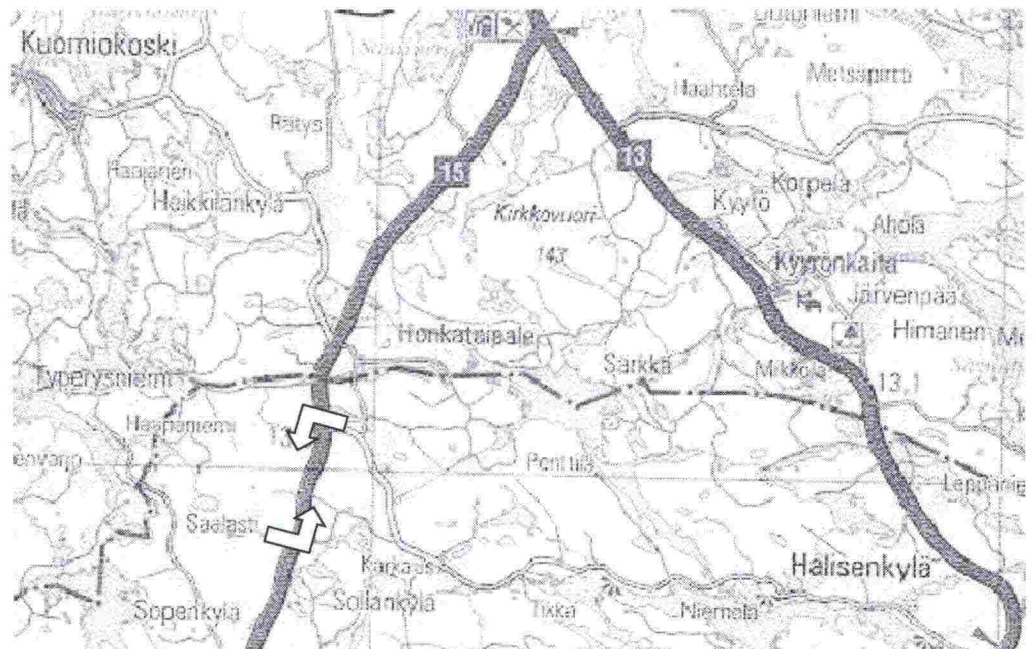
Tiepiirien haastatteluissa tuli esille, että Turun tiepiirissä oli valtateillä 9 ja 10 syntynyt ylämäkiin deformaation aiheuttamia paripyörien uria. Tämän perusteella valittiin mittauskohteeksi vt 9:n moottoritieosuudella Paattisten kohdalla oleva koillisen puolella oleva ylämäki ja sen jälkeinen tasainen tai hieman alaspäin viettävä osuus. Tarkoituksena oli selvittää, oliko ylämäessä tapahtunut muita tienkohtia voimakkaampaa deformaatiota. Tasaisen osuuden mittaukset tehtiin 180 m - 350 m ylämäen laen jälkeen.



Kuva 1 Paattisten tutkimuskohde vt 9:n moottoritieosuudella

Vt 15, Suomenniemi

Haastattelujen mukaan Kouvolan ja Mikkelin välisellä valtatiellä on mäkiä, joihin on muodostunut deformaatiouria. Kohteeksi valittiin Suomenniemellä yksi etelärinteessä oleva ylämäki ja sen jälkeinen tasainen osuus, joista mitattiin urasyvyudet. Ylämäen viimeisen ja tasaisen osuuden ensimmäisen mittauskohdan välinen matka oli 660 m.



Kuva 2 Suomenniemen tutkimuskohde vt 15:llä

Kt 67, Närpiö

Närpiössä Kaskisiin johtavan kantatie 67:n KVL on ainoastaan 2000 ajoneuvoa vuorokaudessa, mutta Kaskisten sellutehtaan takia tiellä kulkee paljon raskasta liikennettä. Päällysteen deformatioiden oli huomattavan suurta, joten vuonna 1997 tielle tehtiin ABS-kerros kovasta bitumista (35/50) ja päällysteeksi valittiin SMA.

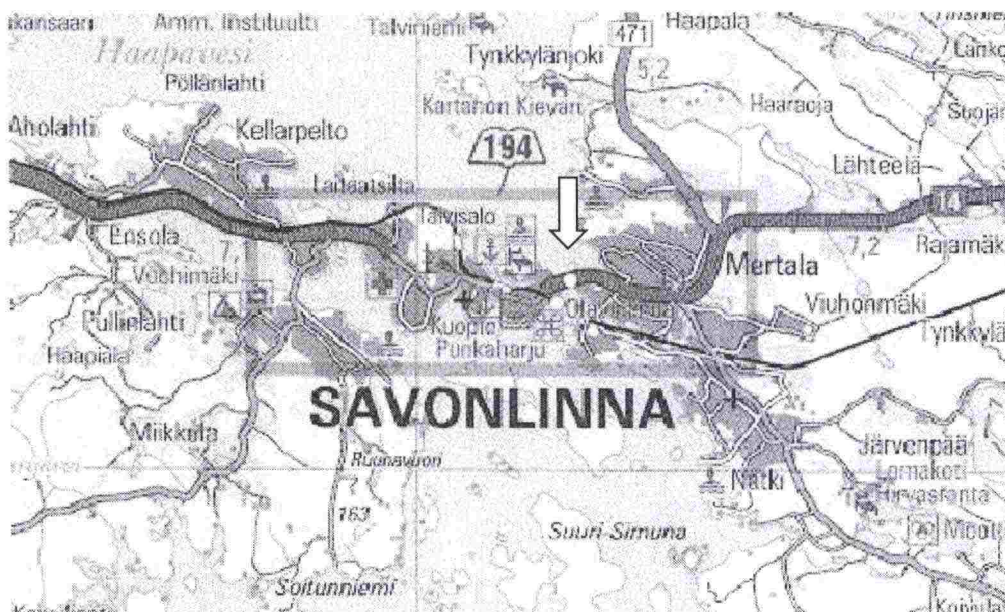
Kt 67:llä mitattiin urasyvyydet keväällä ja syksyllä 1998 sen toteamiseksi, miten suurta deformatioiden on uusitussa päällysterakenteessa.



Kuva 3 Närpiön tutkimuskohde kt 67:llä

Vt 14, Kyrönsalmen silta, Savonlinna

Savonlinnassa sijaitsevalla Kyrönsalmen sillalla (KVL 25000) deformaation on aiemmin ollut huomattavan suurta. Sillan nykyiseksi päällysteeksi on tästä syystä valittu KBVA. Sillan urasyvydet mitattiin keväällä ja syksyllä 1998 KBVA:n deformaatiokestävyyden selvittämiseksi.

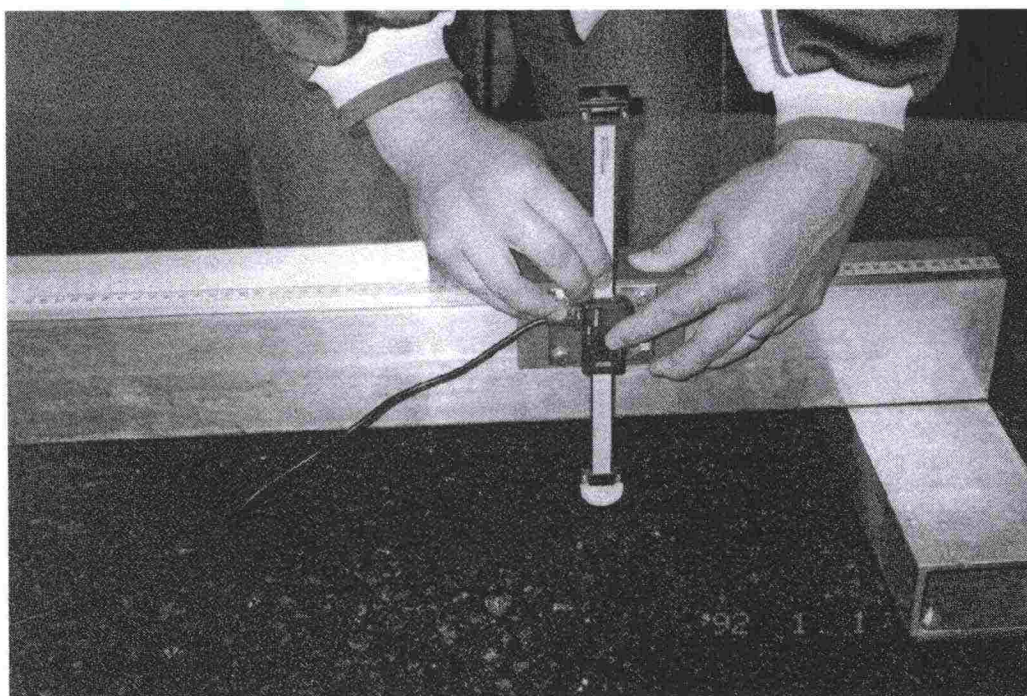


Kuva 4 Savonlinnan tutkimuskohde I. Kyrönsalmen vanha silta (uusi silta rakenteilla)

3.2 Mittausmenetelmä

Maakuntakohteissa mitattiin jokaiselta tutkittavalta osuudelta viisi poikittaisprofiilia. Mittaukset tehtiin Teknillisen korkeakoulun tielaboratoriossa valmistetulla profilometrillä. Sen tehollinen pituus on 380 cm. Mittalukemien talletusväli profiilin suunnassa oli mittauksissa 2 cm lukematarvituksen ollessa 1/100 mm.

Mittaustulokset tallentuivat suoraan kannettavan tietokoneen Excel-aulukkolaskentaan. Myöhemmin mittausdatasta piirrettiin kuvat, joista urasyvydet voitiin manuaalisesti mitata oikolauta-periaatteella.



Kuva 5 Mittaus tapahtuu palkkia pitkin kuljetettavalla digitaalisella työntömitalla, josta data siirtyy suoraan kannettavan tietokoneen taulukkolaskentaan.

3.3 Tulokset

Tuloksia laskettaessa on käytetty tarkkoja 1/100 mm arvoja. Tuloksia esitetäessä arvot on pyöristetty 1/10 mm tarkkuuteen.

Paattisissa ja Suomenniemellä mitattiin urasyvyudet keväällä 1998. Tulokset on esitetty taulukossa 1 ja tarkemmin liitteessä 2.

Taulukko 1 Paattisten ja Suomenniemen tulokset keväältä 1998

Kohde	Ylämäki-osuus Urasyvyys (mm)			tasainen osuus urasyvyys (mm)			erotus ylämäki - tasainen (mm)		
	Vasen	oikea	ka	vasen	oikea	ka	vasen	oikea	ka
Paattinen	9,0	10,2	9,6	16,9	16,5	16,7	-7,9	-6,3	-7,1
Suomenniemi	15,6	14,6	15,1	10,5	12,2	11,4	5,1	2,4	3,7

Närpiössä ja Savonlinnassa mitattiin urasyvyudet vuoden 1998 keväällä ja syksyllä. Tulokset on esitetty taulukossa 2 ja tarkemmin liitteessä 2.

Taulukko 2 Urasyvyudet ja niiden muutokset Närpiön ja Savonlinnan koh-teissa kesällä 1998

Kohde	Kevät 1998 Urasyvyys (mm)			syksy 1998, urasyvyys (mm)			urasyvyuden muutos (mm)		
	Vasen	oikea	ka	vasen	oikea	ka	vasen	oikea	ka
Närpiö	0,7	2,4	1,6	0,8	2,8	1,8	0,1	0,4	0,2
Savonlinna	9,1	12,8	10,9	9,5	12,8	11,2	0,4	0,0	0,2

3.4 Päätelmät

Suomenniemellä urat ovat ylämäessä selvästi suuremmat kuin mäen jälkeisellä tasaisella osuudella. Paattisissa tilanne on täysin päinvastainen. Selitys tähän saattaa löytyä ilmansuunnista. Suomenniemellä ylämäki sijaitsee etelärinteessä, kun taas Paattisissa ylämäki on koillisen puoleisessa rinteessä ja ylämäen jälkeinen tasainen tai jopa hieman alaspäin viettävä osuus on lounaan puolella. Suomenniemen osalta tulokset siis vahvistavat käsitykset joidenkin etelänpuoleisten mäkien muita kohtia suuremmasta deformaatiosta.

Närpiön tulokset osoittavat, että deformaatiosta kestävä rakenteen tavoittelussa on onnistuttu hyvin. Urasyvytydet eivät ole kesän aikana muuttuneet käytännössä lainkaan. Myöskään Savonlinnassa Kyrönsalmen sillalle tehdyn KBVA:n urasyvytydet eivät kesän aikana kasvaneet, vaikka KVL on 25 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Pientä deformaatiota sillalla kuitenkin tapahtui, sillä urasyvytyksissä tapahtui tulosten mukaan pientä elämistä. Keskiarvosyvytydet pysyivät silti lähes muuttumattomina.

4 DEFORMAATIOKOEKIE KEHÄ III:LLA

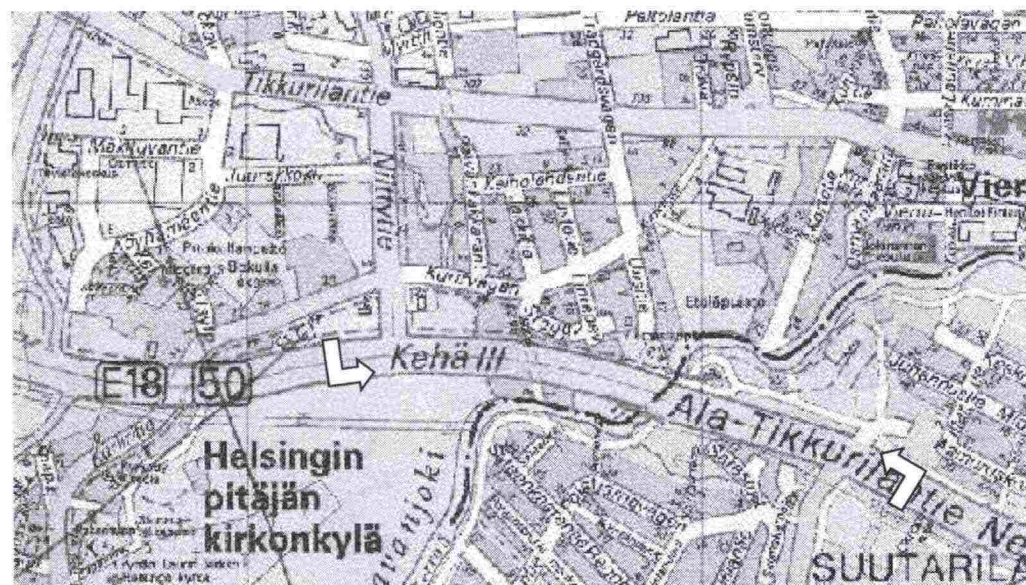
4.1 Yleistä

Keväällä 1998 pohdittiin sopivia kohteita deformaatiokoealien rakentamiseksi. Tavoitteena oli löytää päällystysohjelman puitteissa kohde, jossa voitaisiin testata päällysteiden deformaationkestävyyttä erityisesti liikennevalojen edessä. Tällainen kohde löytyikin kun selvisi, että Uudenmaan tiepiiri aikoo tehdä päällystystöitä Kehä III:lla.

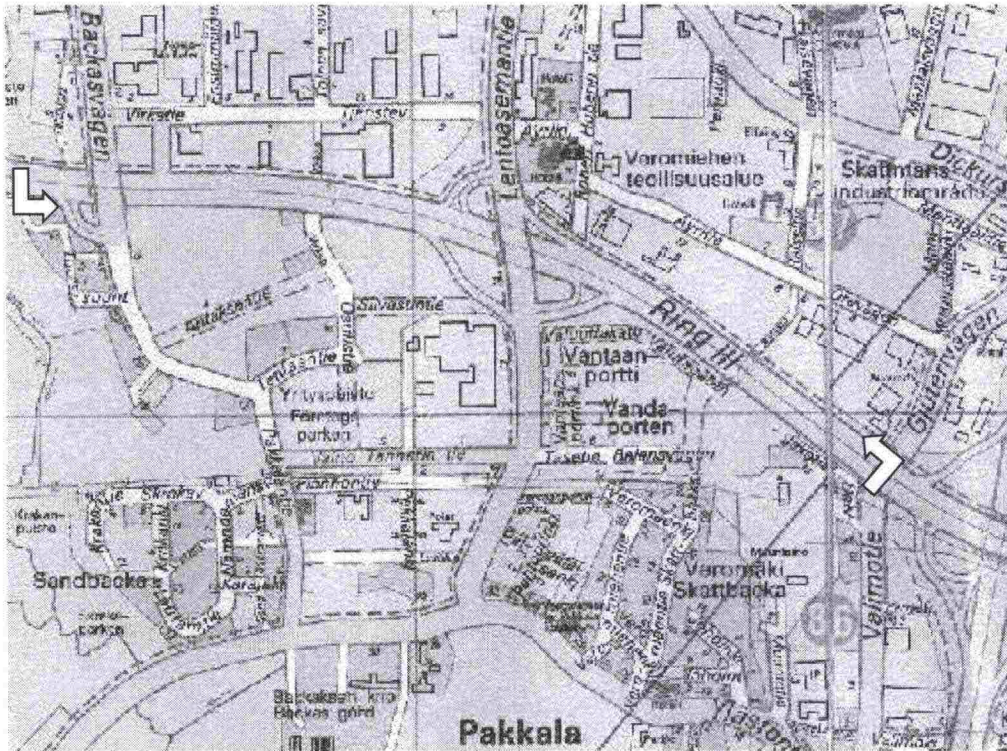
Alun perin oli tarkoituksena, että kokeillaan viittä tai kuutta erilaista päällysteratkaisua. Kokeiltaviksi haluttavia asfalttimassoja oli kuitenkin runsaasti, joten päällystystöiden lähestyessä ja jopa niiden aikana erilaisten testattavien koeosuuksien määrä kasvoi lukemaan 22. Joillekin massoille suunniteltiin useampia koeosuuksia, joten koeosuuksien lopulliseksi määräksi tuli 31.

4.2 Deformaatiokoealien toteutus

Kehä III:n päällystysurakka kohdentui lännestä itään menevällä ajoradalla Tuusulantien kummallekin puolelle ja idästä länteen menevällä ajoradalla Tuusulantien itäpuolelle (kuvat 6 ja 7). Koeosuudet sijoiteltiin useampien liikennevalojen kohdalle neljään erilliseen ryhmään. Koeosuuksia tehtiin sekä normaaleille ajokaistoille että ohituskaistoille. Varsinkin Tuusulantien länsipuolelle tehtiin osuuksia niin paljon, että huomattavan osan niistä voidaan katsoa sijaitsevan liikenteellisesti valojen vaikutuspiirin sijaan ns. linjaosuudella. Bussikaistoille koeosuuksia ei tehty.



Kuva 6 Koeosuuksien sijoittuminen Tuusulantien itäpuolella



Kuva 7 Koeosuuksien sijoittuminen Tuusulantien länsipuolella. Kaikki koeosuudet tehtiin itään menevälle ajoradalle.

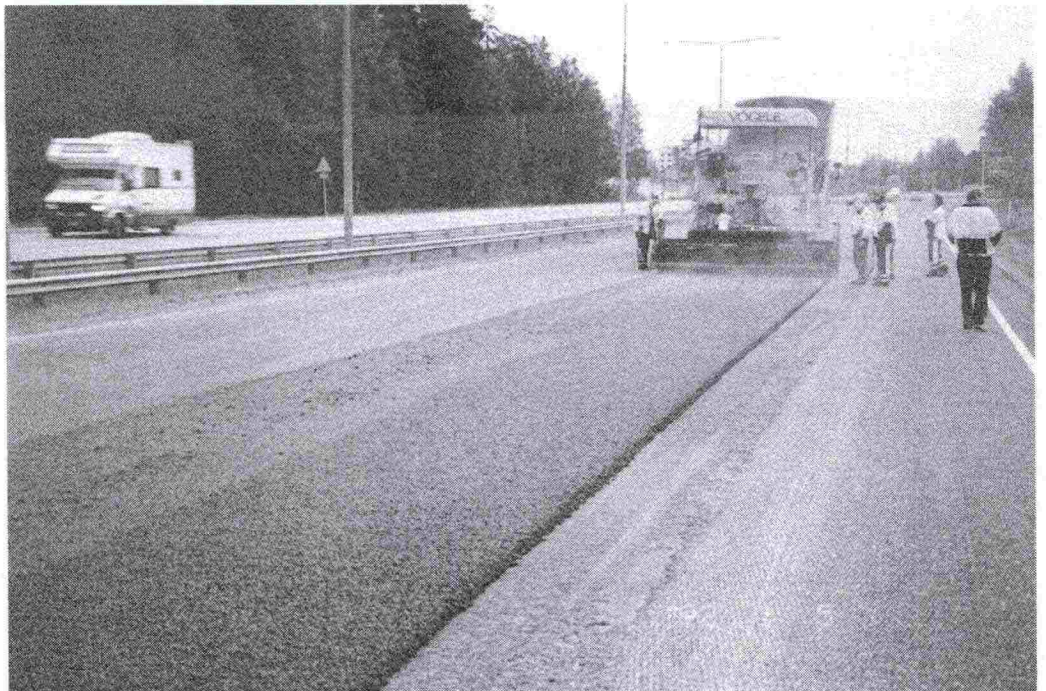
Kehä III:lle tehdyt koeosuudet on esitetty taulukossa 3 ja tarkemmin sijaintitietojen osalta liitteessä 3 sekä massatietojen osalta liitteessä 4.

Taulukko 3 Kehä III:n deformaatiokoeakselien koeosuudet

osuus nro	Massatyyppi, sideaine, lisäaine, muut mahd. sidotut rakenteet
1	SMA 18, B50/70 + gilsoniitti
2	SMA 18, B50/70, "kuiva suhteitus", bitumia 5,5 %
3	SMA 18, Neste HD-45
4	SMA 18, Shell Multiphalte
5	SMA 18, B50/70, referenssimassa
6	KBVA 16, PMB70/90
7	SMA 18, B50/70 + Vestoplast S
8	SMA 18, B50/70, täytejauheena hematiitti
9	SMA 18, Neste City 2000
10	SMA 18, Nelastic
3/11E	SMA 18, Neste HD-45 / ABS 18 (10 cm), EKB
4/11E	SMA 18, Shell Multiphalte / ABS 18 (10 cm), EKB
5/11E	SMA 18, B50/70 / ABS 18 (10 cm), EKB
5/11G	SMA 18, B50/70 / ABS 18 (10 cm), EKB + gilsoniitti
9/11E	SMA 18, Neste City 2000 / ABS 18 (10 cm), EKB
5/12E	SMA 18, B50/70 / ABS 18 (10 cm), EKB / ABK 32 (9 cm), EKB
5/12G	SMA 18, B50/70 / ABS 18 (10 cm), EKB +gilsoniitti / ABK 32 (9 cm), EKB
13	AB 18, B50/70
14	SMA 18, B50/70 + PBS
15	SMA 18, B50/70, "kuiva suhteitus", bitumia 5,1 %
16	SMA 12, B50/70
17	SMA 8, B50/70

Urakoitsijana toimi Uudenmaan tiepiiri ja kaikki massat valmistettiin valuasfalttia lukuun ottamatta Uudenmaan tiepiirin asfalttiasemalla Maantiekylässä. Päällystystyöt tehtiin jyrсылle pinnalle ja ne alkoivat koeosuuksien osalta juhannuksen jälkeisenä sunnuntaina 21. kesäkuuta. Työt tehtiin vilkkaan liikenteen takia öisin klo 20 – 06 välisenä aikana ja ne saatiin valmiiksi 30. kesäkuuta.

Massojen suuresta määrästä ja nopeasta vaihtumisesta huolimatta sekä massan valmistus että levitystyö (100 kg/m^2) sujuivat hyvin eikä sekaantumisia massakuormien järjestyksessä tai muita ongelmia sattunut. Koeosuuksien rajat merkittiin maastoon maalimerkinnöin ja muistiin mittapyörän lukemina.



Kuva 8 Koeosuuksien levitystyöt käynnissä Kehä III:lla.

ABK-kerroksen oli alunperin tarkoitus olla 14 cm paksu, mutta koska jyrittäessä tuli sitomaton kerros vastaan, muutettiin ABK-kerroksen paksuudeksi 9 cm. Koeosuuksien suunnitteluvaiheessa oli tapahtunut myös pieni ajatteluvirhe. ABK- ja ABS-kerroksia käsittävien koeosuuksien oli tarkoitus ulottua aivan Tuusulantien liittymän liikennevaloihin asti. Idästä päin tultaessa ennen ko. liittymää oli kuitenkin jäänyt huomaamatta kehän alittava Valimotie ja sen myötä siltarakenne, joka esti jyrsimistä vaativien paksujen rakenteiden tekemisen 180 metriä lähemmäs valoja.

4.3 Uramittaukset

Koeosuuksilla tehtiin profilometrimittaukset aina vuorokauden kuluttua kunkin koeosuuden valmistumisesta. Sen jälkeen profiilit on mitattu syksyllä 1998 sekä keväällä ja syksyllä 1999.

Koeosuuksilta on mitattu profiilit pääsääntöisesti viidestä kohdasta. Vuonna 1998 käytettiin mittauksissa TKK tielaboratorion valmistamaa profilometriä.

Keväällä 1999 siirryttiin käyttämään AL-Engineering Oy:n valmistamaa laserprofilometriä (kuva 9) lähinnä sen nopeuden takia. TKK tielaboratorion tekemien kalibroitimittausten mukaan profilometrien tulokset eivät poikkea merkittävästi toisistaan, joten kaikki Kehä III:n deformaatiokoetiellä tehdyt profiilimittaukset ovat täysin vertailukelpoisia.



Kuva 9 Profiilien mittausta laserprofilometrillä

Sekä vanhan että uuden profilometrin mittausdatasta on tehty kuvaajat, joista on mitattu urasyvyydet.

4.4 Raskaan liikenteen analysointi

Koeosuuksien liikennettä tarkasteltiin sekä simuloinnilla että maastossa tehdyn liikennelaskennan avulla. Tavoitteena oli selvittää osuuksien välisiä eroja raskaan liikenteen määrissä sekä liikennevalojen takia myös nopeuksissa.

Jo syksyllä 1998 tehtiin analyysi deformaatiokoetien liikenteestä. Se perustui pääosin Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratoriossa kehitettyyn HUT-SIM-mikrosimulointimalliin (ks. liite 5). Analyysin perusteella voitiin nähdä joitakin eroavaisuuksia koeosuuksien välillä, mutta sen tuoma informaatio oli riittämätön johtopäätösten tekemiseksi.

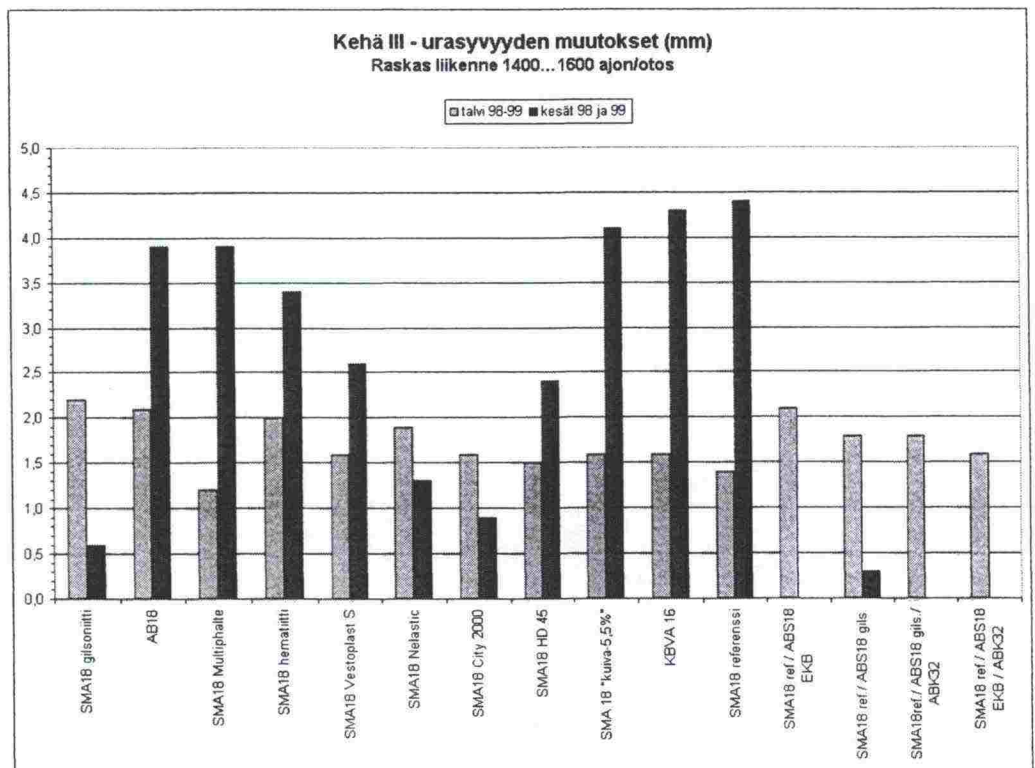
Elokuussa 1999 (tiistai 10.8) laskettiin koetiellä raskaiden ajoneuvojen lukumääriä neljässä jaksossa yhteensä 9 tuntia 15 minuuttia. Laskennat aloitettiin klo 6.00 ja lopetettiin klo 18.00. Laskennat tapahtuivat aina samanaikaisesti kuudesta eri pisteestä. Laskentapisteet sijaitsivat liittymien läheisyydessä, jolloin voitiin kaistakohtaisten raskaan liikenteen määrien lisäksi teh-

dä myös jaottelu sen mukaan pysähtyivätkö ajoneuvot liikennevaloihin (jarrutukset ja kiihdytykset) vai ajoivatko ne liittymästä pysähtymättä. Pysähtymisen kriteerinä käytettiin arvioitua nopeuden pudottamista alle 30 km/h eli vaihtamista pienelle vaihteelle.

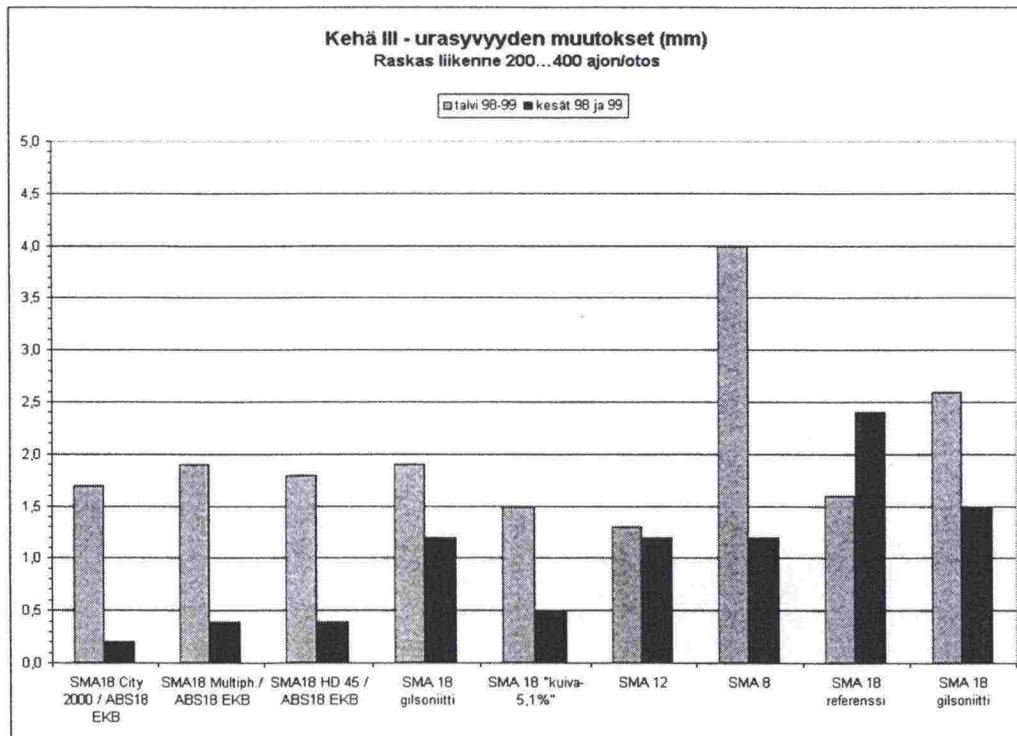
Liikennelaskennan tuloksena saatiin otoksen mukaiset raskaan liikenteen määrät koeosuuksilla sekä liikennevalojen ja iltapäiväruuhkan mukaiset raskaan liikenteen pysähtymisprosentit. Tulosten oletetaan kuvaavan koko kesän raskaan liikenteen ominaisuuksia riittävän hyvin, jotta niillä voidaan osaltaan selittää deformaatiotuloksia. Tulokset on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 5.

4.5 Tulokset

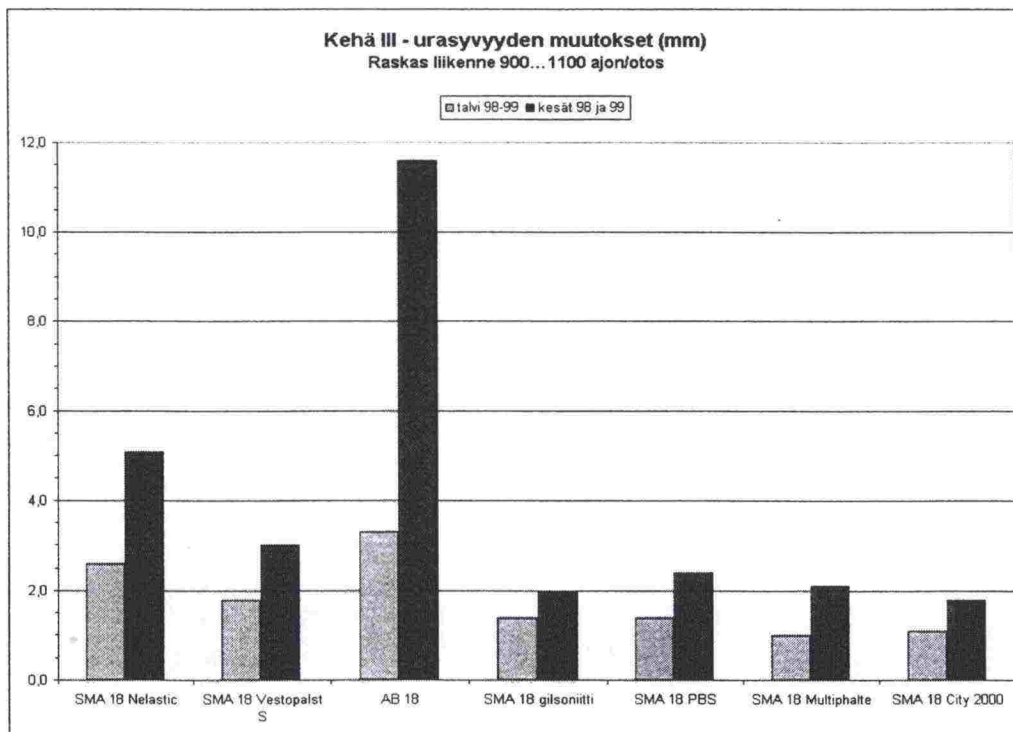
Mittausten tulokset on esitetty kolmena eri kuvana koska liikennemäärät, raskaan liikenteen määrät ja nopeushajonnat vaihtelevat suuresti koetien eri osuuksilla. Kuvissa 10, 11 ja 12 on esitetty kokonaisdeformaatio kahden kesän osalta sekä vertailun vuoksi myös talven 1998-99 kuluminen.



Kuva 10 Urasyvyyden muutokset koeosuuksilla. Ajosuunta lännestä itään, Tuusulantien länsipuoli, oikea ajokaista.



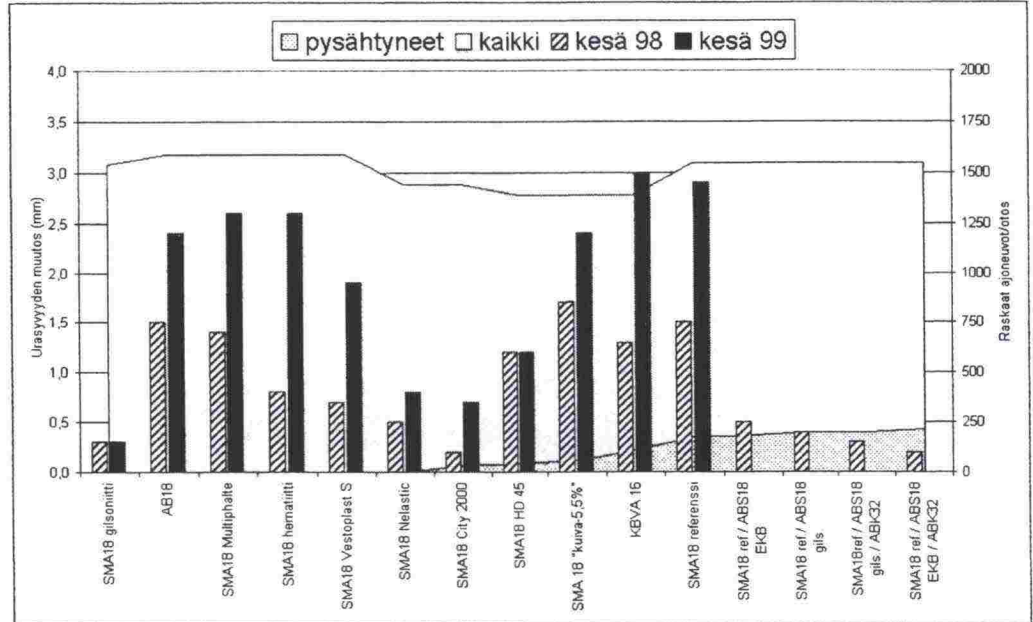
Kuva 11 Urasyvyyden muutokset koeosuuksilla. Ajosuunta lännestä itään, ohituskaistan koeosuudet.



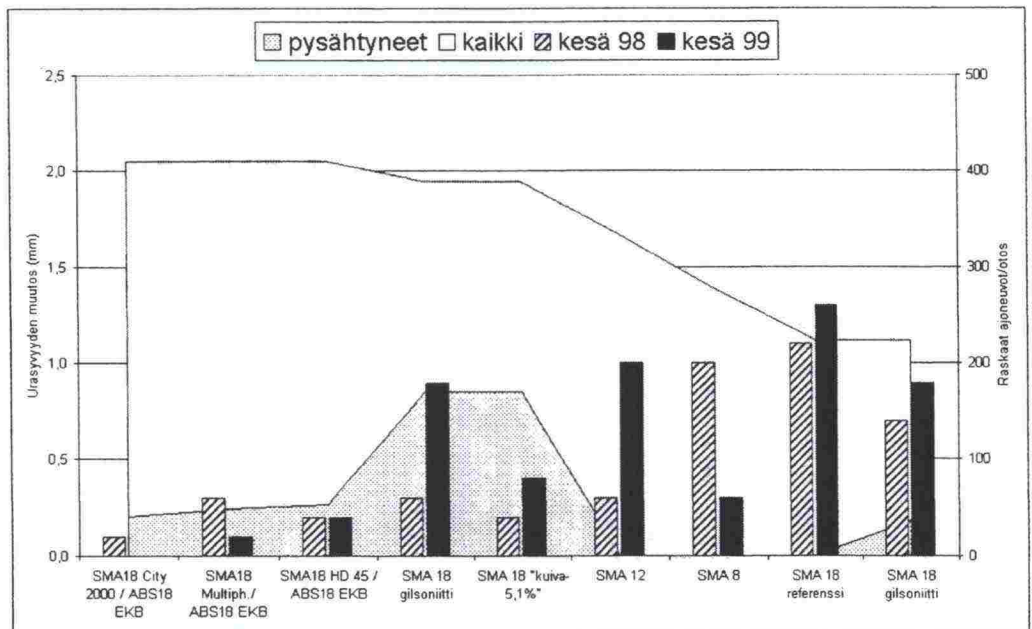
Kuva 12 Urasyvyyden muutokset koeosuuksilla. Tuusulantien itäpuoli, kaikki oikean ajokaistan koeosuudet.

Kuvissa 13, 14 ja 15 on esitetty osuuksittain kesien 1998 ja 1999 urasyvyyksien muutokset sekä otoslaskennan mukaiset raskaan liikenteen kokonais-

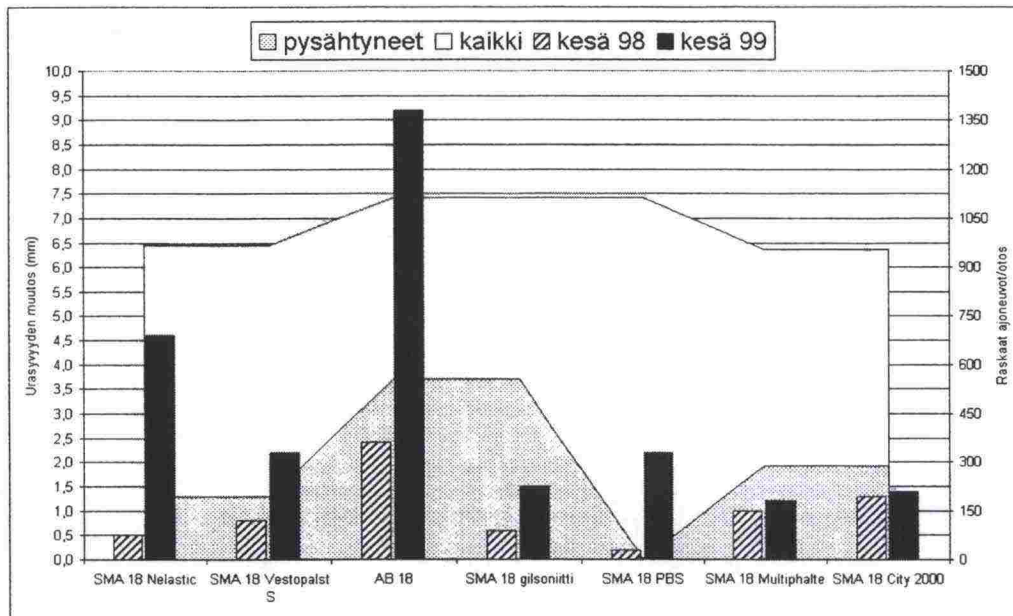
määrät ja erikseen pysähtyvien ja sen jälkeen kiihdyttävien osuudet. Kaikki tulokset on esitetty yksityiskohtaisemmin liitteessä 6.



Kuva 13 Uramittausten tulokset pylväskaaviona sekä aluekaaviona otoksen mukainen raskaan liikenteen määrä, josta erotettuna pysähtyvien osuus. Ajosuunta lännestä itään, Tuusulantien länsipuoli, oikea ajokaista.



Kuva 14 Uramittausten tulokset pylväsdiagrammina sekä aluediagrammina otoksen mukainen raskaan liikenteen määrä, josta erotettuna pysähtyvien osuus. Ajosuunta lännestä itään, ohituskaistan koeosuudet



Kuva 15 Uramittausten tulokset pylväsdiagrammina sekä aluediagrammina otoksen mukainen raskaan liikenteen määrä, josta erotettuna pysähtyvien osuus. Tuusulantien itäpuoli, kaikki oikean ajokaistan koeosuudet

4.6 Laboratoriokokeet

Neste Oy:n Bitumitutkimuksessa tehtiin kaikille koetiellä käytetyille massoille paitsi KBVA:lle ja hematiittia sisältäneelle SMA:lle sideaineiden analysoinnit, jaksolliset virumiskokeet (tiivistys ICT:llä) sekä massan tiheyden määrittäykset päällysteen tiheyden laskentaa varten.

Deformaationkestävyyttä kuvaavassa jaksollisessa virumiskokeessa parhaat tulokset olivat EKB:llä sidotuilla ABS:illä ja ABK:lla sekä varsinaisista päällysteistä SMA-massoilla, joissa sideaineena oli CITY 2000, B50/70 + Vestoplast sekä B50/70 + gilsoniitti. Huonoimmat tulokset jaksollisesta virumiskokeesta saivat AB 18 ja SMA 18 Multiphalte. Nesteen laatima tutkimusraportti on kokonaisuudessaan liitteenä 7.

4.7 Päätelmät

Sään merkitys

Kehä III:n koeosuudet rakennettiin kesäkuun lopulla 1998. Sää oli kesäkuussa, samoin kuin koko loppukesän normaalia kylmempi. Tilastokeskuksen mukaan keskilämpötila heinäkuussa oli Helsingissä 16,4 °C ja elokuussa 14,1 °C. Vastaavat pitkäaikaiset keskiarvot ovat 17,0 °C ja 15,7 °C. Säätila ei siis kesän 1998 aikana ollut suotuisa koeosuuksien deformaation vähentämiseksi, joten silloin voidaan olettaa tapahtuneen lähinnä vain alku-urautumista.

Kesä 1999 oli huomattavasti lämpimämpi ja aurinkoisempi kuin edellinen kesä. Tilastokeskuksen mukaan keskilämpötila kesäkuussa oli 17,6 °C, heinäkuussa 18,7 °C ja elokuussa 15,6 °C. Deformaation kannalta otollisen sään vaikutus näkyy selvästi koeosuuksien kasvaneina urasyvyyden muu-

toksina. Kuten edellä mainittiin, kesällä 1998 tapahtui lähinnä alku-urautumista, joten pääpaino deformaatiotarkastelussa kohdennetaan vuoden 1999 tuloksille.

Tulosten analysointi

ASTO:n loppuraportin mukaan alku-urautuminen ja toisen kesän deformaatio ovat lineaarisesti riippuvaisia raskaan liikenteen määrästä. Koeosuuksilla raskaan liikenteen määrässä onkin suuria eroja, mutta tämän lisäksi osuuk-
sien välillä on liittymien takia huomattavia eroja myös ajonopeuksissa ja niiden muutoksissa (jarrutukset/kiihdytykset). Perinpohjaisen analyysin tekeminen liikenteen vaihteluiden merkityksestä eri koeosuuksilla olisi vaatinut paitsi laajamittaisia laskentoja niin myös selvästi nykyistä useampia koeosuuksia. Tämän takia ei tuloksia ole esitetty yhteismitallisina esim. muunnettuna tuhatta raskasta ajoneuvoa kohden.

Koetien linjaosuuksilla (liittymien ulkopuolella) sijaitsevista osuuksista vähiten ovat deformatuneet ne, joissa on paksut asfalttirakenteet. Näillä osuuk-
silla deformaation on alku-urautumisen jälkeen ollut lähes olematonta riippumatta siitä, millaista SMA:ta on käytetty kulutuskerroksessa. Eniten puolestaan ovat deformatuneet referenssi-, KBVA-, B50/70 5,5%-, hematiti-
ti-, Multiphalte- ja AB 18 -osuudet.

Liikennevalojen edessä sijaitsevilta osuuksilta saatiin odotetusti suurimmat urasyvyudet. AB 18 osuus 13b on deformatunut selvästi enemmän kuin mi-
kään muu koeosuus. Myös Nelasticilla tehty osuus 10b on kestänyt huonosti deformaation. Sen sijaan ne valojen edessä sijaitsevat osuudet, joissa on käytetty gilsoniittia tai Shell Multiphaltea, ovat kestäneet deformaation melko hyvin.

Liikennevalojen jälkeen sijaitsevista koeosuuksista gilsoniitti- ja City 2000-
osuudet ovat kestäneet deformaation hieman paremmin kuin Vestoplast- ja PBS-osuudet.

Seuraavassa on esitetty yksityiskohtaisemmat päätelmät koetiellä käytetyistä päällysteistä/rakenteista:

SMA 18 B50/70 + gilsoniitti

Koeosuudella 1a deformaation on ollut vähäistä. Koeosuudet 1b ja 1c sijaitsevat liikennevalojen edessä ja 1 d heti liikennevalojen jälkeen. Tämä on lisännyt selvästi deformaation riippumatta raskaan liikenteen kokonaisuudesta. Liittymäalueella sijaitsemisesta huolimatta deformaation on ollut pienempää kuin linjaosuuksilla sijaitsevilla referenssiosuuksilla. Osuuden 1c tuloksessa (kuva 14, viimeinen pylväs) on otettava huomioon, että osuudella on poikkeuksellisesti mitattu vain kolme profiilia, joista viimeinen on liikennevalojen välittömässä läheisyydessä ja vaikuttaa näin poikkeuksellisen suurella painoarvolla suurentavasti osuuden keskiarvotulokseen (vrt. liite 6). Kokonaisuutena voidaan todeta, että gilsoniitin käyttäminen sideaineessa on parantanut selvästi kulutuskerroksen deformaatiokestävyyttä.

SMA 18 B50/70 5,5 %, ”kuiva suhteitus”

Koeosuus nro 2 tehtiin käyttämällä hieman normaalia vähemmän sideainetta. Deformaation on ollut hieman pienempää kuin referenssiosuudella,

mutta kuitenkin selvästi suurempaa kuin useilla samalla linjaosuudella sijaitsevilla koeosuuksilla. Sideainepitoisuus 5,5 % ei siis ole merkittävästi parantanut deformaatiokestävyyttä.

SMA 18 HD-45

Koeosuudella 3 käytettiin Nesteen HD-45 sideainetta. Lisäksi HD-45:tä käytettiin osuudella 3/11E, josta arvio edempänä. Koeosuuden 3 deformaatio on alle puolet referenssiosuuden deformaatiosta, mutta selvästi suurempi kuin joidenkin muiden liikenteellisesti vastaavien osuuksien varsinkin, jos otetaan alku-urautuminen huomioon. Neste HD-45 on siis kuitenkin parantanut deformaationkestävyyttä.

SMA 18 Shell Multiphalte

Shellin Multiphalte-bitumia käytettiin koeosuuksissa 4a ja 4b. Näistä ensimmäinen sijaitsee linjaosuudella ja toinen liikennevalojen edustalla. Lisäksi Multiphaltea käytettiin osuudella 4/11E, josta arvio edempänä. Osuus 4a on deformaationut lähes yhtä paljon kuin vastaava referenssiosuus. Lähes yhtä vilkkaasti liikennöity ja liikennevalojen edustalla sijaitseva osuus 4b puolestaan on deformaationut melko vähän, kun sitä verrataan osuuteen 4a tai vastaaviin muihin osuuksiin. Tulokset ovat siis liikennemääriinkin suhteutettuina jonkin verran ristiriidassa keskenään. Tulosten mukaan Multiphalte ei siis ole parantanut deformaationkestävyyttä linjaosuudella, mutta liikennevalojen yhteydessä deformaationkestävyys on yhtä hyvä kuin gilsoniitilla ja City 2000:lla.

SMA 18 B50/70 referenssi

Referenssiosuuksia tehtiin lopulta kaksi, osuudet 5a ja 5c. Jälkiviisaasti voidaan todeta, että useammankin referenssiosuuden tekemiseen näinkin monimuotoisen koetien tapauksessa olisi ollut aihetta. Lisäksi referenssipäällystettä käytettiin paksujen rakenteiden koeosuuksissa 5/11E...5/12E, joista arviot edempänä.

Molemmat osuudet sijaitsevat periaatteessa linjaosuuksilla. Osuudelle 5a havaittiin muodostuvan iltapäiväruuhkan aikaan hitaasti kulkevaa tai pysähtelevää jonoa, jonka osuus otoslaskennassa oli kuitenkin vain 11 %. Osuuden 5c mitatut profiilit sijaitsevat 125...155 metriä ennen liikennevaloja, joten aivan puhtaasta linjaosuudella sijainnista ei nytkään voitane puhua. Referenssiosuuksien tulokset ovat odotetun kaltaisia: urautuminen on ollut keskimääräistä suurempaa. Samalla on kuitenkin nähtävissä, että massatyypinä SMA on deformaation kannalta selvästi parempi kuin AB.

KBVA 16

Kumibitumivaluasfalttia tehtiin hieman normaalia lyhyempi osuus (nro 6) sen kalliin hinnan takia. Tulosten mukaan se on deformaationut jopa enemmän kuin vastaava referenssiosuus (kuva 13) ja alku-urautuminenkin huomioon ottaen lähes yhtä paljon kuin referenssiosuus (kuva 10). Valuasfalttiosuuden deformaatiokestävyys on siis muihin osuuksiin verrattuna ollut huono.

SMA 18 B50/70 + Vestoplast S

Vestoplastia käyttäen tehtiin koeosuudet 7a (linjaosuudella) ja 7b (heti liikennevalojen jälkeen). Osuuden 7a deformaatio on noin kaksi kolmasosaa vastaavan referenssiosuuden deformaatiosta eli keskimääräistä enemmän,

kuten kuvasta 13 voidaan nähdä. Osuuden 7b deformaatio on hieman suurempi. Raskaita ajoneuvoja osuudella on kolmannes vähemmän, mutta 30 % niistä kiihdyttää edeltävistä liikennevaloista. Osuus 7b on deformaationen enemmän kuin vastaavissa tai raskaammissa liikenneoloissa sijaitsevat koeosuudet 1d (gilsoniitti) ja 9b (City 2000). Vestoplast S:n lisäys on parantanut deformaationkestävyyttä, mutta ei niin huomattavasti kuin joillakin muilla koeosuuksilla käytetyt ratkaisut.

SMA 18 B50/70, hematiitti

Koeosuus 8 tehtiin massasta, jossa täytejauheena on käytetty hematiittia. Kun useimmilla koeosuuksilla täytejauheena käytetyn kalkkifillerin määrä oli 9 % kiviaineksesta, käytettiin hematiittia 11 %. Osuus 8 sijaitsee linjaosuudella, johon ei muodostu jonoa edes iltapäiväruuhkan aikaan. Kuitenkin sen deformaationen on ollut lähes yhtä suurta kuin referenssiosuuden, jolle ruuhka-aikaan syntyy jonoa. Deformaationen on ollut yhtä suurta kuin edeltävien osuuksien 13a (AB 18) ja 4a (Multiphalte). Jos alku-urautuminen otetaan huomioon, on osuuden 8 deformaatio hieman pienempää kuin em. edeltävien osuuksien. Tulosten mukaan voidaan kuitenkin todeta, että hematiitin lisäys ei ole merkittävästi parantanut päällysteen deformaationkestävyyttä.

SMA 18 Neste City 2000

Neste City 2000-bitumia käytettiin kahdella koeosuudella. Osuus 9a on linjaosuudella ja 9b liittymäalueella heti valojen jälkeen. Tulosten mukaan osuus 9a on deformaationen 1a:n (gilsoniitti) jälkeen toiseksi vähiten, kun paksuja asfalttirakenteita ei oteta lukuun. Deformaatio on ollut noin neljännes referenssiosuuden deformaatiosta. Osuuden 9b deformaationen on myöskin ollut vähäistä, saman suuruista kuin vastaavalla Multiphalte-osuudella 4b ja jonkin verran raskaammin liikennöidyllä gilsoniitti-osuudella 1d. City 2000-sideaineella on saavutettu merkittävä parannus deformaationkestävyydessä.

SMA 18 Nelastic

Osuudet 10a ja 10b on tehty käyttäen sideaineena Nelasticia. Osuuden 10a deformaatio on ollut vain hieman suurempaa kuin vastaavan City 2000-osuuden (kuva 13). Osuus 10 b sijaitsee valojen edessä. Tämä on lisännyt huomattavasti deformaationen, kuten kuvasta 15 voidaan nähdä. Deformaationen on ollut suurempaa kuin muilla liikenteellisesti vastaavilla SMA-koeosuuksilla. Näyttäisi siis siltä, että Nelasticilla on saavutettu melko hyvä deformaationkestävyys linjaosuudella, mutta ei liittymäalueella.

AB 18 B50/70

Koetille tehtiin kaksi asfalttityyppiä AB 18 olevaa koeosuutta; 13a ja 13b. Osuus 13a sijaitsee linjaosuudella. Sen deformaationen on ollut saman suuruista kuin eniten deformaationen SMA-osuuksien. Referenssiosuuteen verrattuna se on deformaationen hieman vähemmän. Tähän voi olla selityksenä se, että referenssiosuudelle syntyy jonoa iltapäiväruuhkan aikaan. Toinen AB 18 -osuuksista sijaitsee liikennevalojen edustalla, mihin pysähtyy koetien puitteissa suurin määrä raskasta liikennettä. (kuva 15). Tämän myötä osuus on deformaationen huomattavan paljon; kaksi kertaa enemmän kuin seuraavaksi eniten deformaationen koeosuus (10b, Nelastic). Voidaan siis todeta, että AB 18:sta deformaationkestävyys ei ole hyvä linjaosuuksilla, ja liittymissä se on erityisen altis voimakkaalle deformaationen.

SMA 18 B50/70 + PBS

Koeosuus 14 tehtiin käyttämällä PBS-lisäaineella modifioitua bitumia. Koeosuus alkaa n. 170 metriä liikennevalojen jälkeen, joten ajoneuvojen kiihdytykset eivät todennäköisesti vaikuta deformaatioon samalla tavoin kuin liittymiin päättyvillä tai niistä alkavilla osuuksilla. Jos verrataan deformaatiosta referenssiosuuden 5a deformaatioon, niin osuus 14 on liikennemääriin suhteutettuna deformoitunut hieman enemmän.

Liittymäalueilla sijaitseviin liikennemäärältään vastaaviin osuuksiin verrattuna PBS-osuus deformoitui saman verran kuin osuus 7b (Vestoplast) ja jonkin verran enemmän kuin osuudet 1d (gilsoniitti), 9b (City 2000) ja 4b (Mulliphalte).

SMA 18 B50/70 5,1 %, "kuiva suhteitus"

Koeosuus 15 tehtiin käyttämällä selvästi normaalia vähemmän bitumia. Osuuden deformaatio on noin kolmannes referenssiosuuteen 5c verrattuna. Myös edeltävään, valojen edessä sijaitsevaan osuuteen 1b (gilsoniitti) verrattuna osuus 15 on deformoitunut vähän, mutta tähän voivat olla syynä myös jarrutusten ja kiihdytysten erilaiset vaikutukset deformaatioon. Joka tapauksessa sideaineen vähentämisellä 5,1 %:iin on saavutettu selvä parannus deformaationkestoon.

SMA 8 ja SMA 12

Koeosuus 16 tehtiin SMA 12:sta ja koeosuus 17 SMA 8:sta. Tulosten vertaaminen muihin tuloksiin on ongelmallista, sillä kaikki muut liikennemäärältään vastaavat osuudet sijaitsevat enemmän tai vähemmän liikennevalojen vaikutuspiirissä. Koska osuuksien 16 ja 17 voidaan katsoa sijaitsevan linjaosuuksilla, niillä tapahtunutta deformaatiota voidaan useista muista osuuksista poiketen verrata raskaan liikenteen määrän suhteessa myös Tuusulantien länsipuolella sijaitsevien osuuksien tuloksiin. Lisäksi SMA 8- ja SMA 12-osuuksilta saadut tulokset ovat hieman erikoisia, sillä kokonaisdeformaatio on niillä yhtä suuri, mutta alku-urautumisen ja toisen kesän deformaation suuruudet menevät osuuksilla ristiin (kuva 14).

Otoksen mukainen raskaan liikenteen määrä osuuksilla 16 ja 17 oli n. 300 ajoneuvoa, kun se Tuusulantien länsipuolella oikealla ajokaistalla oli n. 1500 ajoneuvoa. Jos katsotaan luvun alussa mainitun periaatteen mukaisesti lähinnä toisen kesän deformaatiota, on se SMA 12:sta melko suurta, varsinkin jos sen suhteuttaa edellä mainittujen liikennemäärien mukaisesti muiden koeosuuksien tuloksiin. Sen sijaan SMA 8 on alku-urautumisen jälkeen deformoitunut vain vähän ja jos se suhteutetaan kuvan 13 tuloksiin, se sijoittuu deformaationkestoltaan HD-45:n ja Vestoplastin väliin.

Läheiseen samalla kaistalla sijaitsevaan referenssiosuuteen 5c verrattuna SMA 12 on deformoitunut hieman vähemmän ja SMA 8 huomattavasti vähemmän.

Tutkimuksen tavoitteisiin ei varsinaisesti kuulunut kulutuskestävyyden mittaaminen. Päällysteen hyvällä deformaationkestävyydellä ei kuitenkaan ole suurta merkitystä, jos päällyste kestää nastarengaskulutusta keskimääräistä huonommin. Talven aikaisista tuloksista nähdään, että ainakin SMA 8-

koeosuudella urat ovat syventyneet selvästi keskimääräistä enemmän (kuva 11).

Paksut asfalttirakenteet

Tuusulantien länsipuolelle lähimmäksi liikennevaloja (etäisyys minimissään n. 180 m) tehtiin kahdelle kaistalle yhteensä seitsemän koeosuutta, joissa käytettiin paksuja asfalttirakenteita. Pituusleikkaukset rakenteista on esitetty liitteessä 3 (2/2). Oikean ajokaistan neljällä osuudella kulutuskerros on tehty referenssipäällysteestä, kun vasemman kaistan kolmella koeosuudella on kulutuskerroksessa käytetty Neste HD 45:tä, Shell Multiphaltia ja Neste City 2000:a.

Deformaation on ollut kaikilla osuuksilla hyvin vähäistä; alle puoli millimetriä kahden kesän aikana. ABK 32-osuudet eivät ole deformaationeet lainkaan. Osuuksille saatiin kesän 1999 urasyvyysmuutoksiksi hyvin pieniä negatiivisia arvoja (tulokset esitetty nollina), mistä johtuu pieni ristiriita kuvien 10 ja 13 tuloksissa.

Osuuksien väliset erot deformaatiossa ovat niin pieniä, että niiden asettaminen paremmuusjärjestykseen ei ole mielekästä. Merkillepantavaa kuitenkin on se, että ABS 18 EKB- ja ABS 18 B50/70 + gilsoniitti –sidekerroksilla saavutettiin erittäin hyvin deformaatiota kestävä asfalttirakenne riippumatta ABK:n käytöstä tai kulutuskerroksessa käytetyistä SMA-vaihtoehdoista.

Laboratoriotuloksista

Koeosuuksien liikenteellisten erojen takia ei ole perusteltua laskea uramittaus- ja jaksollisen virumiskokeen tulosten (ks. liite 7) välisiä korrelaatioita. Tuloksia vertailtaessa voidaan kuitenkin nähdä, että ne ovat hyvin samansuuntaisia. Gilsoniitin käytön edut näkyvät kiistatta kummissakin tuloksissa. Tulokset ovat hyvin yhteneviä myös City 2000:n, Nelasticin (koetiellä vain 10 a osalta) ja kuivan suhteituksen (5,1 %) kohdalla. Vestoplastin ja referenssipäällysteen tulokset jaksollisesta virumiskokeesta ovat hieman parempia kuin koetien mittauksissa on todettu, samoin Multiphaltin ja AB 18:n tulokset hieman huonompia.

Yhteenvedon voidaan todeta, että jaksollisessa virumiskokeessa saadut tulokset kuvastavat melko hyvin koetieltä mitattuja deformaation aiheuttamia urasyvyyden muutoksia silloin, kun on kyse linjaosuuksista. Liikennevalojen läheisyydessä sijaitsevien koeosuuksien deformaatiotulokset ja jaksollisen virumiskokeen tulokset poikkeavat hieman enemmän toisistaan.

KIRJALLISUUS

ASTO Loppuraportti. VTT tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Espoo 1993.

Brown, ER & Cooley, LA Jr. Designing Stone Matrix Asphalt Mixtures for Rut-resistant Pavements. NCHRP Report 425. USA 1999.

Button, JW. Summary of Asphalt Additive Performance at Selected Sites. Transportation Research Record 1342. TRB 1992.

Coree, B & Button, JW. Full-Scale Rutting Tests of Large-Stone Asphalt Mixes in Kentucky. Transportation Research Record 1590. TRB 1997.

Der Elsner Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen 1998. Otto Elsner Verlagsgesellschaft. Berlin 1998.

Halttunen, Kimmo. ASTO loppuraportti TR4 nro 4. Asfalttipäällysteiden deformatumisen. VTT tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Espoo 1992.

Halttunen, Kimmo. ASTO väliraportti TR4 nro 5. Asfalttipäällysteiden deformatumisen tutkiminen laboratoriossa. VTT tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio. Espoo 1991.

Khattak, MJ & Baladi, GY. Engineering Properties of Polymer-modified Asphalt Mixtures. Transportation Research Record 1638. TRB 1998.

Peltonen, Petri. Hematiittijauheen soveltuvuus SMA-massaan. Tielaitoksen selvityksiä 75/1996. Helsinki 1996.

Ponniiah, J & Kennepohl, G. Polymer-modified Asphalt Pavements in Ontario: Performanse and Cost-effectiveness. Transportation Research Record 1545. TRB 1996.

Reihe, Mats. Matkakertomus 18.-20.5.1998 Saksa. Tielaitos/hallinto. Helsinki 1998.

LIITELUETTELO

Liite 1 (1/4...4/4)	Valtonen, J. Deformaatiota kestävät päällysteet. Haastattelututkimus. TKK 1998.
Liite 2 (1/1)	Maakuntien uramittausten tulokset
Liite 3 (1/2...2/2)	Kartta Kehä III:n koeosuuksista Pituusleikkaukset paksuista asfalttirakenteista
Liite 4 (1/13...13/13)	Suhteitustiedot koeosuuksilla käytetyistä asfaltti- massoista
Liite 5 (1/5...5/5)	Lehmuskoski, V. Kehä III:n liikenteelliset kenttä- mittaukset ja mikrosimuloinnit. TKK 1998. Liikenteenlaskennan tulokset, kesä 1999.
Liite 6 (1/9...9/9)	Kehä III:n uramittausten tulokset
Liite 7 (1/9...9/9)	Kärkkäinen, T. Deformaatiokoetien testitulokset. Neste Oyj / Bitumitutkimus 1999.

Teknillinen korkeakoulu**Tielaboratorio****Jarkko Valtonen****21.4.1998****DEFORMAATIOTA KESTÄVÄT PÄÄLLYSTEET****Haastattelututkimus****Kysymykset:**

1. Millaisissa paikoissa deformaatiota esiintyy?
Millaisia syitä deformaatioon on?
2. Miten deformaatio-ongelmaa on ratkaistu?
3. Missä nimenomaisissa paikoissa on ollut deformaatiota?

Vastaukset:**Lasse Nurhonen Tielaitos Kaakkois-Suomi 7.4.1998**

1. Ongelma korostuu kaupungin liepeillä, liittymissä, liikennevaloissa. Joissakin paikoissa tuntuu, että koko päällyste pitäisi poistaa. On muutamia teitä, joissa vanha massatyyppe ei kestä. Leveää ajorata auttaa.
2. Ei kokemuksia gilsoniitista tms.
3. Vt 13 Mikkelistä 2-3 km länteen, vilkkaan paikallistien liittymä. Siihen tehtiin hienonlainen SMA
yöllä, tieto liiallisesta hienoudesta ei mennyt urakoitsijalle ja huonon massan teko pääsi jatkumaan.

Vt 15 Mikkeli-Kouvola, mäenrinteitä, joissa kolme sidottua kerrosta. Ensimmäinen päällyste Sab, joka tehtiin soramurskeesta. Alempien kerrosten deformatumisesta tuskin on kysymys, koska penkereet ovat jopa 6-7 m korkeita ja niissä on louhepatja.

Vt 7 Kotka, alkutiivistymistä oli liikaa (vuosi lienee -95). Sideainepitoisuus oli 4,8 % ja tyhjättila 1 %.

Kyrönsalmen silta Savonlinnassa (KVL 25 000), päällystetty sittemmin KBVA:lla.

Raimo Ledentsä Tielaitos Savo-Karjala 8.4.1998

1. Pääteillä, sisääntuloteillä, kaiteen kohdalla, nousevissa rinteissä, liikennevaloissa.
2. Gilsoniittia ja kovaa bitumia on kokeiltu Puijon merkkikiven liikennevaloissa, jossa KVL

30-40 000. Siinä käytettiin 1980-luvun lopulla KBEA-päällystettä, joka kului loppuun 7 vuodessa,

kun aiemmat päällysteet olivat deformoituneet kelvottomiksi 1-2 vuodessa.

Vt 17 Viinijärvi, kokeiltu Shellin Multiphaltea, joka kestää sekä lämpöä että pakkasta. Päällysteen

kunnon seuranta keskittyy pakkaskatkoihin.

Kt 75 Siilinjärvi, kokeiltu HD-45 -bitumia.

Hematiitti on osoittautunut stabiloivaksi aineeksi, alkutiivistymistä ei tapahdu.

3. Vt 5 Kuopio-Vuorela. Kohdat, missä kaide on lähellä, urautuvat 1-2 vuotta aikaisemmin kuin muut kohdat ja paripyörän jälki näkyy.

Lasse Lähteenmäki Tielaitos Häme 8.4.1998

1. Liittymäalueilla, liikennevaloissa.

2. Ei kokemuksia gilsoniitista tms. Asia hoidettu suhteittamalla massat karkeammiksi. Aikanaan kokeiltu myös kumibitumia.

3. Mt 130 Janakkalan liittymä, paljon juurikasrekkoja.

Vt 3 Valkeakoski, remixerin jäljiltä deformaatiota.

Markku Kleemola Tielaitos Vaasa 8.4.1998

1. Enimmäkseen historiaa ja suhteituksen vikaa.

2. Mietitty gilsoniittia, mutta käytetty vain kovaa bitumia.

3. Kaskisten sellutehtaan tie (KVL 2 000), menokaista deformoitui puukuormien alla. Vuonna 1997 tehtiin ABS-kerros kovasta bitumista (35/50) ja päällysteeksi valittiin SMA. Myös rakenteissa on saattanut olla hieman syytä.

Vt 8 (KVL 2-5 000), syynä lähinnä rakenneongelmat. Korjattu stabiloinnilla ja teräsverkoilla sekä panostettu suhteitukseen.

Raimo Halonen Tielaitos Turku 8.4.1998

1. Liikennevaloissa, ylämäissä.

2. On jo pitänyt kokeilla gilsoniittia, mutta ei ole vielä kokeiltu. Valta- ja kantateillä käytetty jo viiden

vuoden ajan B 50/70 ja myös kuonaa. Moottoriteillä on kantavassa kerroksessa B 25. Ura-remixerillä on korjattu yli 200 km vuonna -97.

3. Kt 40 Raisio, liikennevalot, syntyy 30 cm leveät deformaatioharjanteet lähinnä Nesteen rekkojen takia.

Vt 1 Salo-Halikko, liikennevalot.

Vt 9 ja Vt 10, ylämäissä paripyöränjalkia.

Vt 9 Moottoritie Paattisissa, 500 m pituinen mäki (tehty ehkä vuonna -91), urat loppuvat mäen harjalla. Pitäisi korjata -98, muttei ole vielä varmaa tietoa korjaamisesta.

Kalevi Luiri Tielaitos Lappi 8.4.1998

Vain yksi deformaatiokokemus Kemissä Vt 4:llä noin 5 vuotta sitten. Uusi päällyste, jonka lämpötila oli alunperin korkea, deformoitui, kun heti levityksestä alkoi 3 viikon hellekausi ja öisinkin oli lämmintä. Päällyste oli kauan 60-asteista.

Tapio Joensuu Tielaitos Oulu 9.4.1998

1. Etelärinteet ja rampit, missä liikenne seisoo. Ongelma oli yleinen aiemmin, kun hiekkaa ja EA-päällysteitä käytettiin.
2. H-D -bitumia on kokeiltu yhdellä rampilla Oulussa (Antero Pohjonen tietää asiasta).
3. Vanha 4-tie Oulunsalosta Ouluun päin, rautatien yli menevä kohta.

Vt 4 Lehtomäki, Pulkkilan eteläpuolella (pohjoisrinne!), päällystetty uudelleen -96. Myös rakenne oli deformoitunut.

Tapio Puttonen Tielaitos Keski-Suomi 9.4.1998

1. Liittymäalueet, suorat osuudet erityisesti kun alitetaan siltaa, ylämäet, joihin aurinko paistaa sekä kaiteen läheisyys.

Yksi syy on se, että kantavan kerroksen yläosaan laitetaan hienoja aineksia kantavuuden parantamiseksi, mutta ne imevät vettä ja jopa routivat.

”Liimaus aikaansaa voileipä rakenteen, joka voi deformoitua.”

Deformaatio oli 1980-luvulla suurempi paha kuin kuluminen ja syinä olivat soramurskeen käyttö ja suhteituspuutteet. Nykyään on deformaatiosta päästy hyvin eroon!

2. Gilsoniittia on käytetty Vaajakosken liittymässä.

”Kuumennusjyrsintä tekee päällysteen yhdeksi puuksi.”

3. Vt 4 Kuhmoinen oli ongelmapaikka, kun kiviaineksena oli SrM vuosina 1986-91. Remixer-kunnostuksen jälkeen on nyt kestänyt 7 vuotta deformatumatta.

Mikko Eerola Tielaitos Uusimaa 15.4. ja 16.4.1998

1. Liikennevalot, ylämäet ja kun EA-päällysteitä kunnostetaan remixerillä. Käyrä saattaa muuttua.

2. Hienojyrsinnällä on pintaa tasattu ja pyritty ennakoimaan deformatumista teettämällä Wheel Tracking-kokeita. Suhteitusta muuttamalla on saatu osalla Vt 3:n Savikon suoraa deformaatio estetyksi.

3. Kehä III, kun EA-pohjaa kunnostettiin remixerillä, syntyi samana kuumana kesänä 10 mm urat. Tarkoitus korjata -98.

Porvoon moottoritiellä idästä tultaessa sekä ennen Kehä III:a että vähän sen jälkeen (myös EA-pohja).

Vt 25 Lohjanharju, kesän -97 töissä syntyi tavallista suurempaa alku-uraa.

Kari Ström Jyväskylän kaupunki 9.4.1998

1. Viime kesän helteillä ongelmia liittymissä, liikennevaloissa, mäissä ja bussipysäkeillä.

2. EA ja SMA nykyään hyviä, parempi kulumisen ja deformaation kestävyys. ASTO-tietous on hyödynnetty ja siirretty kovempaan (B-80) sideaineeseen. Kun urasyvyys oli 18 mm vuonna -86, niin vastaavassa paikassa vain 8 mm vuonna -97.

3. Vapaudenkatu, jolle raskas liikenne keskustassa on siirretty. Ko. katu on rakennettu vanhan tietämyksen mukaan, eikä lainkaan raskasta liikennettä varten.

Seppäläntien ja Vaajakoskentien liittymä.

Keskustan bussireitit on tarkoitus kunnostaa uusien keinoin.

Olli J. Dolk Helsingin kaupunki 14.4.1998

1. Aiemmin iso ongelma, erityisesti bussikaistoilla. Nykyään jonkin verran ongelmia bussipysäkeillä

ja liikennevaloissa, kun jarrutus- ja kiihdytysvoimat ovat mukana.

2. VA oli aikanaan hyvä ratkaisu, nyt SMA, kunhan sen Wheel Tracking-arvo on korkeintaan 4 mm.

SMA:ssa käytetään gilsoniittia. Muutama lämmin kesä on saanut silti SMA:nkin hieman deformatumaan. Trinidad luonnonasfalttia ei ole käytetty vuosikausiin

AB20 on herkäkö deformatumaan ja siksi se on suhteitettava suurissa töissä aina erikseen.

3. Mannerheimintiellä on edelleen suurimmat deformaatio-ongelmat. Siellä on myös H-D -koeosuus,

mutta se ei ole ollut niin hyvä kuin SMA + gilsoniitti.

DEFORMAATIOTUTKIMUS
Maakuntien uramittausten tulokset
Närpiö, kt 67

profiili nro	kevät 98		syksy 98		kesä 1998	
	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura	urasyvyyden muutos	
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	Δh (mm)	Δh (mm)
1	0,7	2,6	0,7	3,1	0,0	0,5
2	0,7	2,4	0,6	2,9	-0,1	0,5
3	0,6	2,2	0,8	2,4	0,2	0,2
4	0,9	2,0	1,0	2,3	0,1	0,3
5	0,7	2,9	1,1	3,2	0,4	0,3
keskiarvo	0,7	2,4	0,8	2,8	0,1	0,4
ka yht.	1,6		1,8		0,2	
kh	0,1	0,3	0,2	0,4		

Savonlinna, Kyrönsalmen silta

profiili nro	kevät 98		syksy 98		kesä 1998	
	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura	urasyvyyden muutos	
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	Δh (mm)	Δh (mm)
1	11,4	13,0	10,5	10,5	-0,9	-2,5
2	10,2	10,2	5,6	13,6	-4,6	3,4
3	8,6	13,3	9,6	14,3	1,0	1,0
4	5,5	13,4	12,2	12,9	6,7	-0,5
5	9,6	14,0	9,5	12,8	-0,1	-1,2
keskiarvo	9,1	12,8	9,5	12,8	0,4	0,0
ka yht.	10,9		11,2		0,2	
kh	2,2	1,5	2,4	1,4		

Suomenniemi, vt 15

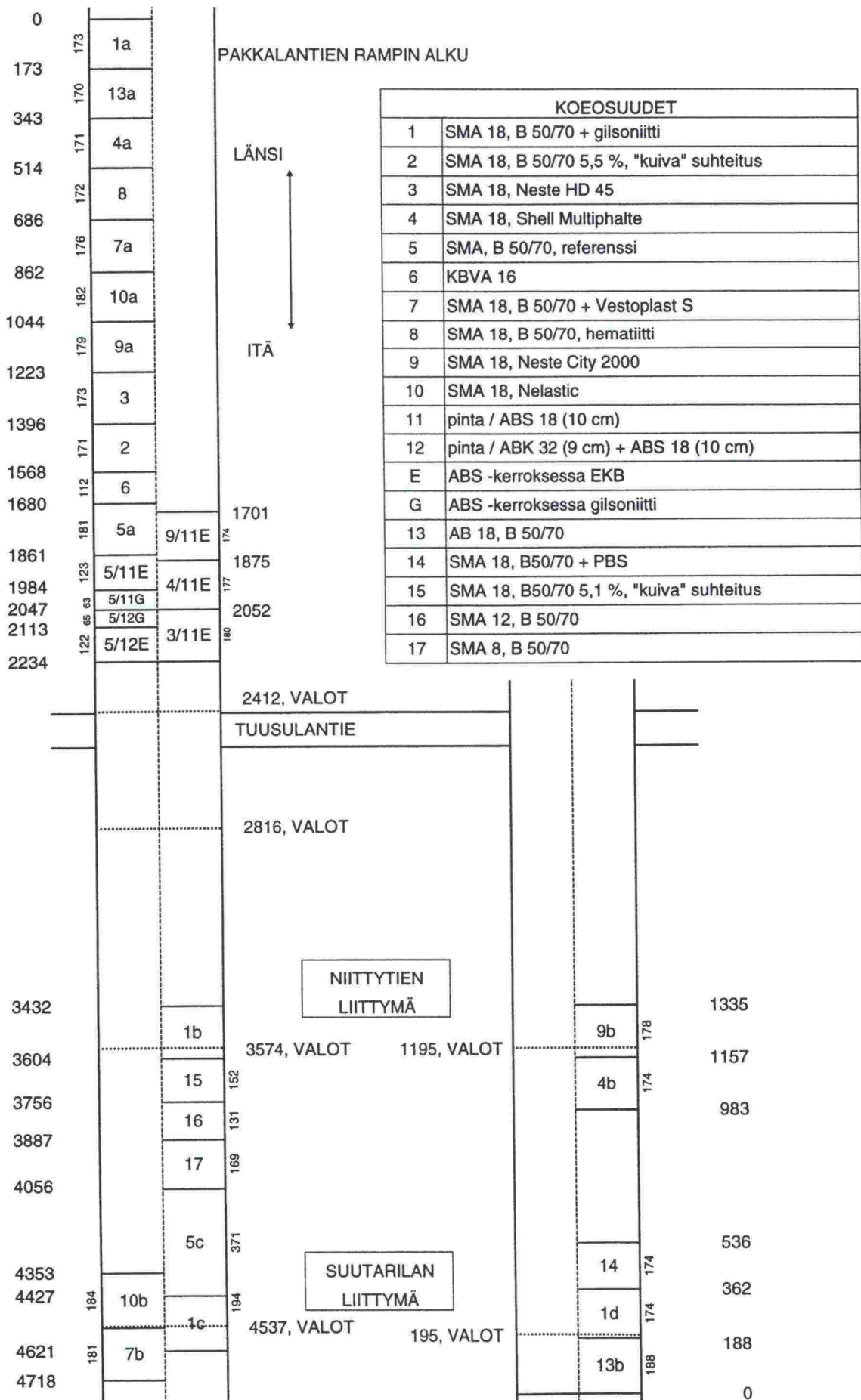
profiili nro	kesä 98, ylämäki		kesä 98, tasainen		Urasyvyyksien ero (ylämäki-tasainen)			
	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	Δh (mm)	Δh (mm)	Δh (%)	Δh (%)
1	14,6	12,5	11,1	12,4	3,5	0,1	132 %	101 %
2	16,5	15,3	10,7	13,8	5,8	1,5	154 %	111 %
3	14,7	15,1	10,1	11,3	4,6	3,8	146 %	134 %
4	15,6	13,2	10,5	11,2	5,1	2,0	149 %	118 %
5	16,5	16,8	10,2	12,4	6,3	4,4	162 %	135 %
keskiarvo	15,6	14,6	10,5	12,2	5,1	2,4	148 %	119 %
ka yht.	15,1		11,4		3,7		134 %	
kh	0,9	1,7	0,4	1,1				

Paattinen, vt 9

profiili nro	kesä 98, ylämäki		kesä 98, tasainen		Urasyvyyksien ero (ylämäki-tasainen)			
	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura	vasen ura	oikea ura
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	Δh (mm)	Δh (mm)	Δh (%)	Δh (%)
1	8,1	10,0	17,8	17,5	-9,7	-7,5	46 %	57 %
2	8,8	9,0	17,6	13,8	-8,8	-4,8	50 %	65 %
3	10,7	12,1	15,6	15,1	-4,9	-3,0	69 %	80 %
4	9,2	11,2	15,9	18,3	-6,7	-7,1	58 %	61 %
5	8,4	8,7	17,7	18,0	-9,3	-9,3	47 %	48 %
keskiarvo	9,0	10,2	16,9	16,5	-7,9	-6,3	53 %	62 %
ka yht.	9,6		16,7		-7,1		58 %	
kh	1,0	1,4	1,1	2,0				

DEFORMAATIOKOEOSUUDET, KEHÄ III

KESÄ 1998



KEHÄ III DEFORMAATIOKOETIE - PAKSUT ASFALTTIRAKENTEET

Ajorata itään: pituusleikkaus vasemmasta ajokaistasta ennen Tuusulan moottoritien liittymää

Osuus 5/11E	Osuus 5/11G	Osuus 5/12G	Osuus 5/12E	
SMA 18 B50/70				
ABS 18 EKB	ABS 18 B65 + gilsoniitti		ABS 18 EKB	10 cm
		ABK 32 EKB		9 cm

Ajorata itään: pituusleikkaus oikeasta ajokaistasta ennen Tuusulan moottoritien liittymää

Osuus 9/11E	Osuus 4/11E	Osuus 3/11E	
SMA 18 Neste City 2000	SMA 18 Shell Multiphalte	SMA 18 Neste HD 45	
ABS 18 EKB			10 cm

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	SMA-18 GLS	
KOEOSUUS	1	GILSONIITTIA KÄYTETÄÄN 10% SIDEAINEEN PAINOSTA, JOKA VÄHENNETÄÄN SIDEAINEEN SYÖTÖSTÄ.
BITUMI - %	6,0	
KF -%	9,0	
		BITUMILAATU: B 50/70
KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	56 %
GRANULAATTI TOPCELL	0,40 %	
OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	SMA-18, KUIVA SUHTEITUS
KOEOSUUS	2
BITUMI - %	5,5
KF - %	9,0

BITUMILAATU:
B 50/70

KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	56 %

GRANULAATTI TOPCELL	0,40 %
------------------------	--------

OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

DEFORMAATIOKOKKEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	SMA-18
KOEOSUUDET	3, 4, 5, 9, 10
BITUMI -%	6,0
KF - %	9,0

BITUMILAADUT:

3. HD-45
4. SHELL MULTIPHALTE
5. B 50/70
9. NESTE CITY 2000
10. NELASTIC, SBS

KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	56 %

GRANULAATTI TOPCELL	0,40 %
------------------------	--------

OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU KBVA-16

KOEOSUUS 6

BITUMI - % 8,0

KF - % 24,0

BITUMILAATU:

B 70/90 + KUMI 7,5 %

SIDEAINEEN PAINOSTA

LATOSTENMAAN	KAM 0-2	31 %
	KAM 5-12	30 %
	KAM 12-18	15 %

OHJEARVOT	0,063	26
	0,5	40
	2	60
	8	83

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	SMA-18	VESTOPLAST
KOEOSUUS	7	VESTOPLASTIA KÄYTETÄÄN 7% SIDEAINEEN PAINOSTA, JOKA VÄHENNETÄÄN SIDEAINEEN SYÖTÖSTÄ.
BITUMI - %	6,2	
KF - %	9,0	
		BITUMILAATU: B 50/70
KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	56 %
GRANULAATTI TOPCELL	0,40 %	
OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

DEFORMAATIOKOKKEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU SMA-18 HEMATIITTI

KOEOSUUS 8

BITUMI - % 6,3

HEMATIITTI - % 11,0

BITUMILAATU:
B 50/70

KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	54 %

EI KÄYTETÄ KUITUA.

OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	ABS-18, EKB	
KOEOSUUS	11	
BITUMI - %	4,8	
KF -%	4,0	
	BITUMILAATU: EKB	
LATOSTENMAA	KAM 0-2	33 %
	KAM 5-12	28 %
	KAM 12-18	35 %
OHJEARVOT	0,063	9
	0,5	18
	2	33
	8	55

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU ABK-32, EKB

KOEOSUUS 12

BITUMI -% 4,0

BITUMILAATU:
EKB

LATOSTENMAAN SRM 0-32

OHJEARVOT	0,063	5
	0,5	12
	4	37
	12	60

DEFORMAATIOKOEILU 1998

KEHÄ III

MASSALAATU AB-18

KOEOSUUS 13

BITUMI - % 5,3

KF - % 4,0

BITUMILAATU:
B 50/70

LATOSTENMAAN KAM 0-2 33 %

LATOSTENMAAN KAM 5-12 28 %

KOSKENKYLÄN KAM 12-18 35 %

OHJEARVOT 0,063 9

0,5 18

2 30

8 50

DEFORMAATIOKOKOKEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	SMA-18	PBS
KOEOSUUS	14	PBS KÄYTETÄÄN 3% SIDE- AINEEN PAINOSTA, JOKA VÄHENNETÄÄN SIDEAINEEN SYÖTÖSTÄ.
BITUMI - %	6,0	SEKOITUSAIKAA LISÄTÄÄN 10 SEK.
KF - %	9,0	

BITUMILAATU:
B 50/70

KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	56 %

GRANULAATTI
TOPCELL 0,40 %

OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

LIIKENNETTÄ EI LASKETA ENNENKUIN
LÄMPÖTILA ON ALLE 30-35 C

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU SMA-18, KUIVA SUHTEITUS

KOEOSUUS 15

BITUMI - % 5,1

KF - % 9

BITUMILAATU:
B 50/70

KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	15 %
	KAM 5-8	5 %
	KAM 8-12	15 %
	KAM 12-18	56 %

GRANULAATTI
TOPCELL 0,40 %

OHJEARVOT	0,063	10
	0,5	16
	2	23
	8	30

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU SMA-12

KOEOSUUS 16

BITUMI - % 6,4

KF - % 9

BITUMILAATU:
B 50/70

KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	14 %
	KAM 2-5	7 %
	KAM 5-8	10 %
	KAM 8-12	60 %

GRANULAATTI
TOPCELL 0,40 %

OHJEARVOT	0,063	11
	0,5	16
	2	22
	8	47

DEFORMAATIOKOEILU 1998 KEHÄ III

MASSALAATU	SMA-8		
KOEOSUUS	17		
BITUMI - %	6,6		
KF - %	9,0		
		BITUMILAATU:	
		B 50/70	
KOSKENKYLÄN	KAM 0-2	10 %	
	KAM 2-5	5 %	
	KAM 5-8	76 %	
GRANULAATTI TOPCELL	0,35 %		
OHJEARVOT	0,063	11	
	0,5	15	
	2	20	
	8	97	

Kehä III päällystetutkimukset

Liikenteelliset kenttämittaukset ja mikrosimuloinnit

TKK Tielaboratorio
Ville Lehmuskoski

Tieosuudella Pakkala - Tuusulantie analyysit perustuvat laajoihin kenttätutkimuksiin keväällä 1998. Kenttätutkimusten perusteella on kalibroitu Kehä III:n liikennettä kuvaava mikrosimulointimalli (HUTSIM-malli). Mallin on todettu vastaavan hyvin alueen to

Mikrosimuloimalla analysoitiin liikennettä halutuissa pisteissä tutkimusalueella. Mikrosimuloinnin tulosten ja kenttätutkimusten perusteella arvioitiin tarkastelualueen liikennemääriä, kaistajakaumia ja nopeusjakaumia.

Kehä III:n ja Niittytien ja Suutarilan liittymien liikennemääräanalyysit perustuvat alueella tätä tarkoitusta varten tehtyihin liikennelaskentoihin sekä Vantaan kaupungin (Jussi Hackman) alueen liikenteestä toimittamiin tietoihin.

Päällysteteknisiä analyysejä varten tehtyihin liikenteellisiin tutkimuksiin on käytetty aikaa noin 27-30 tuntia.

Ville Lehmuskoski
Otaniemessä, 16.11.1998

Kehä III lännestä itään välillä Pakkala - Tuusulantie

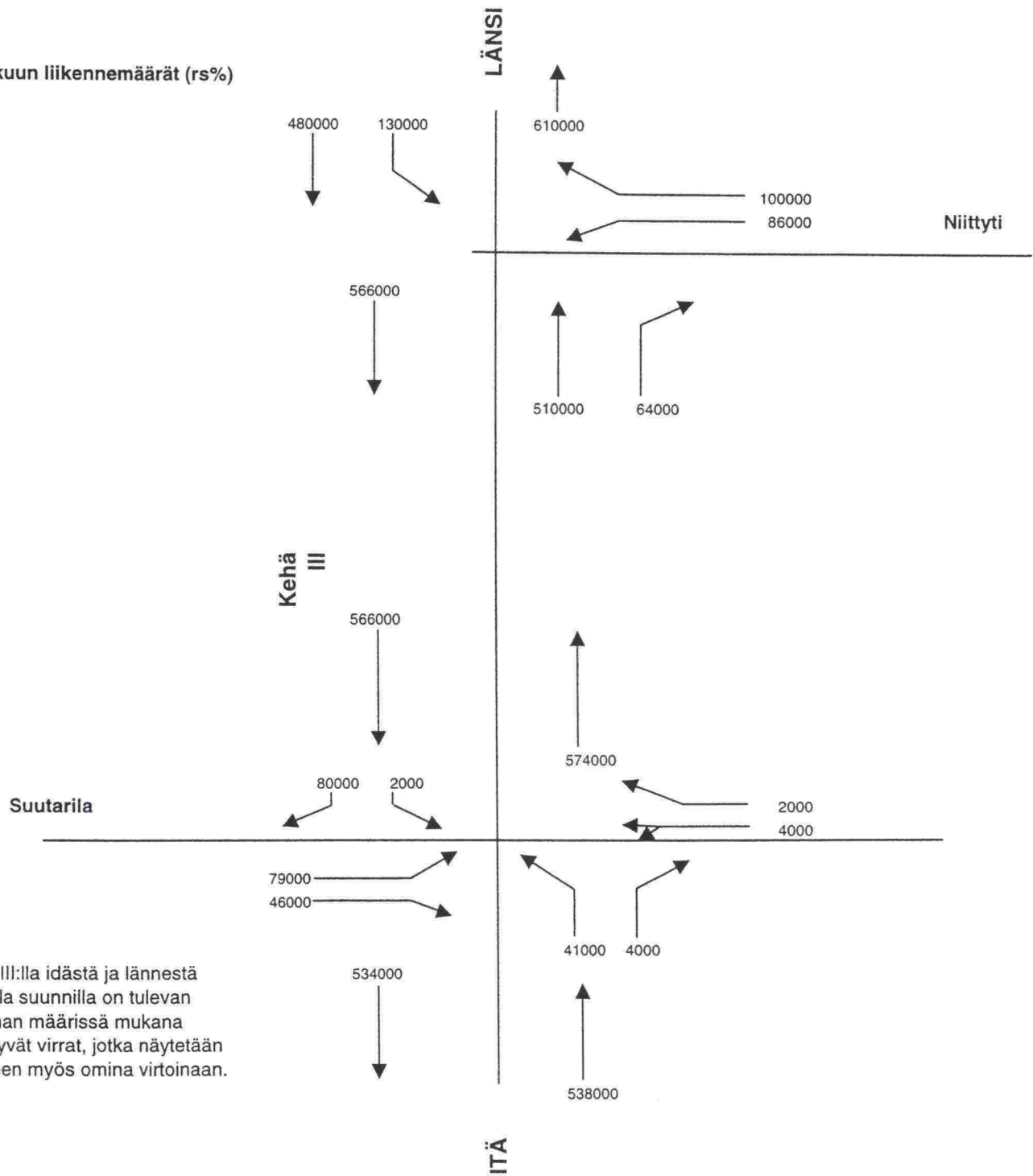
Etäisyys valoista tarkoittaa etäisyyttä Kehä III:n ja Tuusulantien läntisistä liikennevaloista (Vantaan kaupungin valot nro. 316)
Tulokset Tielaitoksen mittauspisteen, liikennelaskentojen, kenttämittausten ja HUTSIM-simulointien perusteella

et. valoista	PL	kaista	detektori	Liikennemäärä				Nopeushajonta						
				AHT	KVL kesäkuu	rs %	<55 km/h	55-65 km/h	65-75 km/h	75-85 km/h	85-95 km/h	95-105 km/h	>105 km/h	
0	2412	perus	1539	736	12158	425521	15 %	48 %	26 %	11 %	8 %	6 %	1 %	0 %
		ohitus	1540	627	6546	229115	4 %	43 %	26 %	13 %	9 %	6 %	2 %	1 %
65	2347	perus	1542	740	12224	427853	15 %	44 %	25 %	13 %	10 %	7 %	1 %	0 %
		ohitus	1541	621	6484	226946	4 %	40 %	25 %	14 %	10 %	8 %	2 %	1 %
178	2234	perus	1544	838	13850	484750	15 %	21 %	25 %	27 %	18 %	7 %	2 %	1 %
		ohitus	1543	723	7543	264005	4 %	19 %	21 %	24 %	22 %	10 %	3 %	2 %
299	2113	perus	1547	851	14058	492031	14 %	6 %	20 %	41 %	24 %	6 %	2 %	1 %
		ohitus	1546	711	7424	259837	5 %	3 %	13 %	33 %	34 %	11 %	4 %	2 %
365	2047	perus	1550	845	13959	488562	14 %	5 %	19 %	40 %	27 %	6 %	2 %	1 %
		ohitus	1551	699	7299	255452	5 %	2 %	13 %	34 %	34 %	12 %	4 %	1 %
428	1984	perus	1553	842	13909	486828	14 %	5 %	18 %	40 %	28 %	6 %	2 %	1 %
		ohitus	1552	716	7476	261664	5 %	2 %	11 %	32 %	35 %	13 %	5 %	2 %
537	1875	perus	1556	837	13829	484015	14 %	3 %	4 %	21 %	45 %	23 %	4 %	1 %
		ohitus	1555	713	7446	260610	5 %	2 %	2 %	11 %	35 %	38 %	10 %	2 %
711	1701	perus	1559	798	13200	462000	14 %	3 %	4 %	21 %	45 %	23 %	4 %	1 %
		ohitus	1558	722	7522	263270	5 %	2 %	2 %	11 %	36 %	37 %	10 %	2 %
845	1567	perus	1562	672	11120	389200	14 %	3 %	4 %	21 %	45 %	23 %	4 %	1 %
		ohitus	1561	645	6716	235060	5 %	2 %	2 %	11 %	34 %	38 %	11 %	2 %
1016	1396	perus	1565	640	10700	374500	15 %	3 %	4 %	21 %	45 %	23 %	4 %	1 %
		ohitus	1566	668	6847	239645	5 %	2 %	2 %	11 %	35 %	38 %	10 %	2 %
1172	1240	perus	1568	784	12951	453293	15 %	3 %	4 %	21 %	45 %	23 %	4 %	1 %
		ohitus	1567	612	6390	223657	5 %	2 %	2 %	11 %	35 %	38 %	10 %	2 %
1368	1044	perus	1571	992	16387	573555	16 %	4 %	6 %	21 %	44 %	21 %	3 %	1 %
		ohitus	1572	784	8186	286515	6 %	2 %	4 %	12 %	35 %	37 %	9 %	2 %
1452	960	perus	1574	960	15859	555053	16 %	4 %	7 %	21 %	43 %	20 %	4 %	1 %
		ohitus	1573	824	8604	301133	6 %	2 %	6 %	13 %	34 %	36 %	8 %	2 %
1584	828	perus	1577	1035	17098	598417	18 %	3 %	6 %	22 %	44 %	21 %	3 %	1 %
		ohitus	1576	895	9345	327080	6 %	2 %	5 %	15 %	36 %	34 %	7 %	1 %
1726	686	perus	1580	1011	16720	585200	18 %	4 %	6 %	21 %	46 %	19 %	3 %	1 %
		ohitus	1579	998	10402	364070	6 %	3 %	4 %	14 %	36 %	33 %	8 %	2 %
1898	514	perus	1583	984	16600	581000	18 %	2 %	8 %	22 %	45 %	18 %	4 %	1 %
		ohitus	1582	1089	11026	385910	6 %	2 %	5 %	13 %	35 %	37 %	8 %	1 %
2069	343	perus	1586	1035	17110	598850	18 %	4 %	7 %	22 %	43 %	18 %	5 %	1 %
		ohitus	1585	1068	11140	389900	6 %	2 %	4 %	12 %	35 %	37 %	9 %	2 %
2239	173	perus	1589	978	16300	570500	17 %	6 %	11 %	21 %	27 %	26 %	8 %	1 %
		ohitus	1588	1062	10945	383075	6 %	3 %	4 %	12 %	34 %	32 %	13 %	2 %
2412	0	perus	1592	1098	18150	635250	17 %	4 %	7 %	22 %	43 %	18 %	5 %	1 %
		ohitus	1591	1047	10920	382200	6 %	3 %	6 %	22 %	43 %	20 %	5 %	1 %

Vuorokausitasolla Tuusulantien läntisissä liikennevaloissa lännestä itään menevistä keskimäärin 17-21 % joutuu pysähtymään valoihin.

Kehä III / Niittytien liittymä / Suutarilan liittymä

Kesäkuun liikennemäärät (rs%)



Kehä III:lla idästä ja lännestä tulevilla suunnilla on tulevan suunnan määrissä mukana kääntyvät virrat, jotka näytetään erikseen myös omina virtoinaan.

Raskaiden ajoneuvojen määrä / otos
Kehä III itään

3 profiilia Pakkalanliitt. saarekkeen kohdalla!
(osuus 1: vähennetty arv. $5\% \times 3/5 = 48$)

erkaneminen Jumboon, arv. $< 10\% = 150$

erk. Lentoasemantielle, arv. hyvin vähän = 50

liittyvät Lentoas, 1545-1389 = 156

erkaneminen Hki:in likim. 442

	oikea kaista			vasen kaista			
	osuus	lkm (raskas)	pysähtyy	osuus	lkm (raskas)	pysähtyy	
	1	1541		-	269	0 %	
	13a	1589	0 %	-	269	0 %	Pakkalantie
	4a	1589	0 %	-	269	0 %	
	8	1589	0 %	-	269	0 %	
	7a	1589	0 %	-	269	0 %	
	10a	1439	0 %	-	269	0 %	
	9a	1439	2 %	-	269	1 %	
	3	1389	3 %	-	269	3 %	Lentoasemantie
	2	1389	4 %	-		4 %	
	6	1389	8 %	-		7 %	
	5a	1545	11 %	9/11E	410	10 %	
	5/11E	1545	12 %			11 %	
	5/11G	1545	13 %	4/11E	410	12 %	
	5/12G	1545	13 %			12 %	
	5/12E	1545	14 %	3/11E	410	13 %	
	Valimotie						Valoihin osuuden 5/12E
		1103	44 %		410	44 %	lopusta 178 m
	Tuusulan moottoritie						



Raskaiden ajoneuvojen määrä / otos

Kehä III itään	oikea kaista			vasen kaista			Niittytie
	osuus	lkm (raskas)	pysähtyy	osuus	lkm (raskas)	pysähtyy	
	-	1123	21 %	1b	389	44 %	
	-			15	224	0 %	
	-			16	224	0 %	
	-			17	224	0 %	
	-			5c	224	0 %	
Suutarilantie	10b	967	20 %	1c	224	16 %	
	7b	967	0 %	-	224	0 %	

Raskaiden ajoneuvojen määrä / otos

Kehä III länteen

	oikea kaista			vasen kaista			Suutarilantie
	osuus	lkm (raskas)	pysähtyy	osuus	km (raskas)	pysähtyy	
	13b	1112	50 %	-	304	45 %	
	1d	1112	0 %	-	304	0 %	
	14	1112	0 %	-	304	0 %	
	-			-			
Niittytie	4b	965	30 %	-	300	20 %	
	9b	956	0 %	-	300	0 %	

OSUUS	SELITE	PROFILI	KEVÄT 1998		SYKSY 1998		MUUTOS		
			oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vas. (mm)	Δh ka (mm)
			1	SMA 18 B 50/70 + gilsoniitti	1	1,0	0,3	1,3	0,7
		2	0,6	0,4	0,5	0,5	-0,1	0,1	0,0
		3	0,4	0,5	1,0	1,1	0,6	0,6	0,6
		4							
		5	0,7	0,2					
		ka	0,7	0,4	0,9	0,8	0,3	0,4	0,3
13	AB 18 B 50/70	1	0,2	0,4	3,6	1,3	3,4	0,9	2,2
		2	1,6	0,4	2,6	1,8	1,0	1,4	1,2
		3	0,6	1,2	3,2	1,2	2,6	0,0	1,3
		4	0,6	0,4	1,4	1,7	0,8	1,3	1,1
		5	0,6	0,4	3,2	1,0	2,6	0,6	1,6
		ka	0,7	0,6	2,8	1,4	2,1	0,8	1,5
4	SMA 18 Shell Multiphalte	1	0,6	0,4	1,8	1,4	1,2	1,0	1,1
		2	0,3	1,0	1,8	1,0	1,5	0,0	0,8
		3	0,3	0,3	1,7	1,2	1,4	0,9	1,2
		4	0,4	0,2	1,7	3,0	1,3	2,8	2,1
		5	0,7	0,2	2,9	1,4	2,2	1,2	1,7
		ka	0,5	0,4	2,0	1,6	1,5	1,2	1,4
8	SMA 18 B 50/70 + hematiitti	1	0,4	0,4	1,6	1,6	1,2	1,2	1,2
		2	0,8	0,6	2,2	1,0	1,4	0,4	0,9
		3	0,6	0,6	1,7	0,6	1,1	0,0	0,6
		4	0,7	0,5	0,7	1,3	0,0	0,8	0,4
		5	0,4	0,6	1,2	1,5	0,8	0,9	0,9
		ka	0,6	0,5	1,5	1,2	0,9	0,7	0,8
7	SMA 18 B 50/70 + Vestoplast S	1	0,6	1,4	1,0	1,4	0,4	0,0	0,2
		2	0,4	0,5					
		3	0,5	0,5	1,3	0,7	0,8	0,2	0,5
		4	0,6	0,7	3,1	1,4	2,5	0,7	1,6
		5	0,3	0,5	1,2	0,9	0,9	0,4	0,7
		ka	0,5	0,7	1,7	1,1	1,2	0,3	0,7
10	SMA 18 Nelastic	1			1,0	1,4			
		2	0,6	0,8	1,1	1,2	0,5	0,4	0,5
		3	0,7	0,9	1,1	1,2	0,4	0,3	0,4
		4	0,8	0,6	1,2	1,0	0,4	0,4	0,4
		5	0,2	0,4	0,9	1,3	0,7	0,9	0,8
		ka	0,6	0,7	1,1	1,2	0,5	0,5	0,5
9	SMA 18 Neste City 2000	1	0,4	0,7	0,7	1,0	0,3	0,3	0,3
		2	0,4	0,4	0,9	0,4	0,5	0,0	0,3
		3	1,1	0,6	1,2	0,8	0,1	0,2	0,2
		4	0,5	0,2	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1
		5	0,2	0,7	0,8	0,7	0,6	0,0	0,3
		ka	0,5	0,5	0,8	0,6	0,3	0,1	0,2
3	SMA 18 Neste HD 45	1	0,4	0,5	1,3	1,2	0,9	0,7	0,8
		2	0,6	0,2	1,8	1,2	1,2	1,0	1,1
		3	0,3	0,8	2,3	2,0	2,0	1,2	1,6
		4	0,6	0,4	1,8	1,1	1,2	0,7	1,0
		5	0,5	0,3	2,4	1,2	1,9	0,9	1,4
		ka	0,5	0,4	1,9	1,3	1,4	0,9	1,2
2	SMA 18 B 50/70 (5,5 %) "kuiva" suhteitus	1	0,4	0,6	3,2	2,4	2,8	1,8	2,3
		2	0,6	0,9	3,0	1,8	2,4	0,9	1,7
		3	0,6	0,8	2,8	2,0	2,2	1,2	1,7
		4	0,4	0,9	2,6	2,0	2,2	1,1	1,7
		5	0,6	0,4	2,6	1,0	2,0	0,6	1,3
		ka	0,5	0,7	2,8	1,8	2,3	1,1	1,7
6	KBVA 16	1	1,3	0,8	4,7	1,4	3,4	0,6	2,0
		2	2,7	1,7	5,1	2,5	2,4	0,8	1,6
		3	2,8	0,6	3,2	0,6	0,4	0,0	0,2
		4	1,2	0,6	3,6	1,1	2,4	0,5	1,5
		5	2,4	0,4	4,4	0,6	2,0	0,2	1,1
		ka	2,1	0,8	4,2	1,2	2,1	0,4	1,3
5	SMA 18 B 50/70, referenssi	1	0,7	0,4	2,7	2,0	2,0	1,6	1,8
		2	0,4	0,2	2,0	1,4	1,6	1,2	1,4
		3	0,3	0,5	2,2	1,8	1,9	1,3	1,6
		4	0,2	0,4	2,3	0,8	2,1	0,4	1,3
		5	0,4	0,7	1,8	2,1	1,4	1,4	1,4
		ka	0,4	0,4	2,2	1,6	1,8	1,2	1,5
9/11E	SMA 18 Neste City 2000 /ABS 18 EKB	1	0,6	0,3	0,8	0,6	0,2	0,3	0,3
		2	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,0	0,2
		3	1,2	0,5	1,4	0,3	0,2	0,0	0,1
		4	1,2	0,4	1,2	0,7	0,0	0,3	0,2
		5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
	<i>ohituskaista itään</i>	ka	0,9	0,4	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1
5/11E	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 EKB	1	0,7	0,3	1,2	0,8	0,5	0,5	0,5
		2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,0	0,1
		3	0,2	0,2	0,8	1,0	0,6	0,8	0,7
		4	0,2	0,5	0,9	1,1	0,7	0,6	0,7
		5							
		ka	0,3	0,3	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5
4/11E	SMA 18 Shell Multiphalte /ABS 18 EKB	1	0,8	1,2	1,0	1,5	0,2	0,3	0,3
		2	0,6	0,4	0,8	0,6	0,2	0,2	0,2
		3	0,9	0,4	1,0	0,8	0,1	0,4	0,3
		4	0,8	0,6	1,0	1,1	0,2	0,5	0,4
		5	0,4	1,1	0,9	1,1	0,5	0,0	0,3
	<i>ohituskaista itään</i>	ka	0,7	0,7	0,9	1,0	0,2	0,3	0,3
5/11G	SMA 18	1	0,5	0,4	1,3	0,4	0,8	0,0	0,4

OSUUS	SELITE	PROFIILI	KEVÄT 1998		SYKSY 1998		MUTOS		
			oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vas. (mm)	Δh ka (mm)
	B 50/70, referenssi /ABS 18 GLS	2	0,7	0,9	1,0	1,5	0,3	0,6	0,5
		3	0,4	0,4	0,7	1,0	0,3	0,6	0,5
		4	0,4	0,4	1,0	0,7	0,6	0,3	0,5
		5							
		ka	0,5	0,5	1,0	0,9	0,5	0,4	0,4
5/12G	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 GLS /ABK 32	1	1,0	0,6	1,3	0,8	0,3	0,2	0,3
		2	0,6	0,3	1,0	0,5	0,4	0,2	0,3
		3	1,2	0,4	1,6	0,8	0,4	0,4	0,4
		4	0,8	0,6	1,2	0,6	0,4	0,0	0,2
		ka	0,9	0,5	1,3	0,7	0,4	0,2	0,3
3/11E	SMA 18 Neste HD 45 /ABS 18 EKB	1	1,9	0,8	2,0	0,8	0,1	0,0	0,1
		2	1,3	1,2	1,8	1,2	0,5	0,0	0,3
		3	1,4	0,6	2,0	0,7	0,6	0,1	0,4
		4	1,0	1,0	1,4	1,2	0,4	0,2	0,3
		ka	1,2	1,7	1,4	1,7	0,2	0,0	0,1
5/12E	ohituskaista itään SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 EKB /ABK 32	1	0,8	0,4	1,0	0,6	0,2	0,2	0,2
		2	0,7	0,5	0,8	1,0	0,1	0,5	0,3
		3	0,6	0,4	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0
		4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,1	0,0	0,1
		ka	1,2	0,3	2,1	0,7	0,9	0,4	0,7
1b	SMA 18 B 50/70 + gilsoniitti	1	0,5	0,4	1,0	1,0	0,5	0,6	0,6
		2	0,8	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	0,2
		3	0,2	0,9	0,5	1,0	0,3	0,1	0,2
		4	0,3	0,5	0,7	0,4	0,4	-0,1	0,2
		ka	0,4	0,3	0,7	1,2	0,3	0,9	0,6
15	SMA 18 B 50/70 (5,1 %) "kuiva suhteitus"	1	0,6	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3	0,3
		2	0,4	1,0	0,7	1,0	0,3	0,0	0,2
		3	1,0	0,6	1,0	1,1	0,0	0,5	0,3
		4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,0	0,0	0,0
		ka	0,4	0,7	0,4	1,2	0,0	0,5	0,3
16	ohituskaista itään SMA 12 B 50/70	1	0,6	0,9	1,0	1,0	0,4	0,1	0,3
		2	0,3	0,9	0,3	1,3	0,0	0,4	0,2
		3	0,6	0,7	0,6	1,2	0,0	0,5	0,3
		4	0,5	1,4	0,8	2,0	0,3	0,6	0,5
		ka	0,8	1,2	0,8	1,6	0,0	0,4	0,2
17	ohituskaista itään SMA 8 B 50/70	1	0,3	0,8	0,6	2,4	0,3	1,6	1,0
		2	1,0	1,4	1,0	2,6	0,0	1,2	0,6
		3	0,7	1,9	1,2	4,2	0,5	2,3	1,4
		4	0,3	1,2	0,5	2,8	0,2	1,6	0,9
		ka	0,3	0,8	0,7	2,6	0,4	1,8	1,1
5c	ohituskaista itään SMA 18 B 50/70, referenssi	1	1,8	1,1	2,6	2,7	0,8	1,6	1,2
		2	0,6	0,7	1,5	2,2	0,9	1,5	1,2
		3	1,6	0,8	2,4	1,8	0,8	1,0	0,9
		4							
		ka	1,3	0,9	2,2	2,2	0,8	1,4	1,1
10b	SMA 18 Nelastic	1			1,0	1,4	1,0	1,4	1,2
		2	0,6	0,8	1,1	1,2	0,5	0,4	0,5
		3	0,7	0,9	1,1	1,2	0,4	0,3	0,4
		4	0,8	0,6	1,2	1,0	0,4	0,4	0,4
		ka	0,2	0,4	0,9	1,3	0,7	0,9	0,8
1c	ohituskaista itään SMA 18 B 50/70 + gilsoniitti	1	2,0	0,8	2,6	1,4	0,6	0,6	0,6
		2	4,0	1,2	4,4	1,3	0,4	0,1	0,3
		3	0,8	1,0	2,7	2,4	1,9	1,4	1,7
		4							
		ka	2,3	1,0	3,2	1,7	1,0	0,7	0,8
7b	SMA 18 B 50/70 + Vestoplast S	1	0,8	0,8	1,2	0,8	0,4	0,0	0,2
		2	0,4	0,9	1,4	1,4	1,0	0,5	0,8
		3	0,6	0,6	2,5	1,8	1,9	1,2	1,6
		4	1,2	0,6	1,3	1,2	0,1	0,6	0,4
		ka	0,8	0,6	2,2	1,4	1,4	0,8	1,1
13b	AB 18 B 50/70	1	0,4	1,6	1,4	2,1	1,0	0,5	0,8
		2	0,8	0,8	3,2	2,4	2,4	1,6	2,0
		3	1,6	1,2	4,9	3,4	3,3	2,2	2,8
		4	1,4	1,4	7,2	3,6	5,8	2,2	4,0
		ka	0,4	2,8					
1d	länteen SMA 18 B 50/70 + gilsoniitti	1	0,7	0,7	1,9	1,4	1,2	0,7	1,0
		2	0,4	0,6	0,8	1,2	0,4	0,6	0,5
		3	0,4	0,9	0,5	1,2	0,1	0,3	0,2
		4	0,2	0,3	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8
		ka	0,4	1,0	1,0	1,3	0,6	0,3	0,5
14	länteen SMA 18 B 50/70 + PBS	1	1,0	1,6	1,6	1,6	0,6	0,0	0,3
		2			1,8	1,2	1,8	1,2	1,5

OSUUS	SELITE	PROFIILI	KEVÄT 1998		SYKSY 1998		MUUTOS		
			oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vas. (mm)	Δh ka (mm)
					3	0,5	1,2	0,6	1,2
		4			3,4	1,6	3,4	1,6	2,5
		5			2,2	1,8	2,2	1,8	2,0
	<i>länteen</i>	ka	0,8	1,4	1,9	1,5	1,6	0,9	1,3
4b	SMA 18	1	0,8	1,1	0,8	1,2	0,0	0,1	0,0
	Shell Multiphalte	2	0,4	0,4	1,0	1,3	0,6	0,9	0,8
		3	0,4	0,7	2,1	1,0	1,7	0,3	1,0
		4	0,4	1,0	2,1	1,4	1,7	0,4	1,1
		5			2,4	1,4	2,4	1,4	1,9
	<i>länteen</i>	ka	0,5	0,8	1,7	1,3	1,3	0,6	1,0
9b	SMA 18	1			1,0	4,2	1,0	4,2	2,6
	Neste City 2000	2			2,4	2,8	2,4	2,8	2,6
		3	1,0	1,2	1,3	1,2	0,3	0,0	0,2
		4	0,9	0,9	2,7	1,0	1,8	0,1	1,0
		5	0,9	1,0	1,3	1,2	0,4	0,2	0,3
	<i>länteen</i>	ka	0,9	1,0	1,7	2,1	1,2	1,5	1,3

OSUUS	SELITE	PROFILLI	SYKSY 1998		KEVÄT 1999		MUUTOS		
			oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vasen (mm)	Δh ka (mm)
1	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	1,3	0,7	3,3	2,5	2,0	1,8	1,9
		2	0,5	0,5	2,0	4,0	1,5	3,5	2,5
		3	1,0	1,1	2,3	3,0	1,3	1,9	1,6
		4			2,3	2,5			
		5	0,7	0,2	3,0	3,5	2,3	3,3	2,8
		ka	0,9	0,6	2,6	3,1	1,8	2,6	2,2
13	AB 18 B 50/70	1	3,6	1,3	5,8	4,0	2,2	2,7	2,4
		2	2,6	1,8	4,0	4,3	1,4	2,5	1,9
		3	3,2	1,2	5,0	4,5	1,8	3,3	2,6
		4	1,4	1,7	3,8	3,5	2,4	1,8	2,1
		5	3,2	1,0	4,5	3,0	1,3	2,0	1,7
		ka	2,8	1,4	4,6	3,9	1,8	2,5	2,1
4	SMA 18 Shell Multiphalte	1	1,8	1,4	3,3	3,3	1,5	1,9	1,7
		2	1,8	1,0	3,3	2,5	1,5	1,5	1,5
		3	1,7	1,2	2,3	3,0	0,6	1,8	1,2
		4	1,7	3,0	2,3	3,8	0,6	0,8	0,7
		5	2,9	1,4	3,3	3,5	0,4	2,1	1,2
		ka	2,0	1,6	2,9	3,2	0,9	1,6	1,2
8	SMA 18 B 50/70 + hematii	1	1,6	1,6	3,8	3,3	2,2	1,7	1,9
		2	2,2	1,0	5,0	3,3	2,8	2,3	2,5
		3	1,7	0,6	3,5	3,0	1,8	2,4	2,1
		4	0,7	1,3	3,5	3,0	2,8	1,7	2,3
		5	1,2	1,5	2,3	3,0	1,1	1,5	1,3
		ka	1,5	1,2	3,6	3,1	2,1	1,9	2,0
7	SMA 18 B 50/70 + Vestop	1	1,0	1,4	2,0	3,3	1,0	1,9	1,4
		2			3,8	2,5			
		3	1,3	0,7	3,0	2,5	1,7	1,8	1,8
		4	3,1	1,4	4,5	3,5	1,4	2,1	1,8
		5	1,2	0,9	2,0	2,8	0,8	1,9	1,3
		ka	1,7	1,1	3,1	2,9	1,2	1,9	1,6
10	SMA 18 Nelastic	1	1,0	1,4	2,3	3,8	1,3	2,4	1,8
		2	1,1	1,2	3,0	2,8	1,9	1,6	1,7
		3	1,1	1,2	3,5	3,3	2,4	2,1	2,2
		4	1,2	1,0	3,0	3,3	1,8	2,3	2,0
		5	0,9	1,3	2,3	3,5	1,4	2,2	1,8
		ka	1,1	1,2	2,8	3,3	1,7	2,1	1,9
9	SMA 18 Neste City 2000	1	0,7	1,0	3,0	2,8	2,3	1,8	2,0
		2	0,9	0,4	2,0	1,3	1,1	0,9	1,0
		3	1,2	0,8	3,5	2,3	2,3	1,5	1,9
		4	0,6	0,3	2,5	1,3	1,9	1,0	1,4
		5	0,8	0,7	2,5	2,0	1,7	1,3	1,5
		ka	0,8	0,6	2,7	1,9	1,9	1,3	1,6
3	SMA 18 Neste.HD 45	1	1,3	1,2	4,3	2,5	3,0	1,3	2,1
		2	1,8	1,2	3,3	2,8	1,5	1,6	1,5
		3	2,3	2,0	3,0	3,3	0,7	1,3	1,0
		4	1,8	1,1	3,8	2,3	2,0	1,2	1,6
		5	2,4	1,2	4,3	2,5	1,9	1,3	1,6
		ka	1,9	1,3	3,7	2,7	1,8	1,3	1,5
2	SMA 18 B 50/70 (5,5 %) "kuiva" suhteitus	1	3,2	2,4	4,5	3,8	1,3	1,4	1,3
		2	3,0	1,8	4,8	3,3	1,8	1,5	1,6
		3	2,8	2,0	5,0	3,5	2,2	1,5	1,9
		4	2,6	2,0	4,8	3,3	2,2	1,3	1,7
		5	2,6	1,0	3,8	2,8	1,2	1,8	1,5
		ka	2,8	1,8	4,6	3,3	1,7	1,5	1,6
6	KBVA 16	1	4,7	1,4	7,0	3,0	2,3	1,6	2,0
		2	5,1	2,5	5,8	4,0	0,7	1,5	1,1
		3	3,2	0,6	5,0	2,3	1,8	1,7	1,7
		4	3,6	1,1	5,3	3,0	1,7	1,9	1,8
		5	4,4	0,6	5,3	2,8	0,9	2,2	1,5
		ka	4,2	1,2	5,7	3,0	1,5	1,8	1,6
5	SMA 18 B 50/70, referenssi	1	2,7	2,0	3,5	3,3	0,8	1,3	1,0
		2	2,0	1,4	3,8	2,8	1,8	1,4	1,6
		3	2,2	1,8	3,3	3,5	1,1	1,7	1,4
		4	2,3	0,8	4,0	2,8	1,7	2,0	1,8
		5	1,8	2,1	3,3	3,0	1,5	0,9	1,2
		ka	2,2	1,6	3,6	3,1	1,4	1,4	1,4
9/11E	SMA 18 Neste City 2000 /ABS 18 EKB	1	0,8	0,6	2,8	3,0	2,0	2,4	2,2
		2	0,8	0,4	2,0	2,5	1,2	2,1	1,7
		3	1,4	0,5	2,8	1,5	1,4	1,0	1,2
		4	1,2	0,7	2,8	2,0	1,6	1,3	1,4
		5	1,0	0,5	3,0	2,8	2,0	2,3	2,1
		ku	1,0	0,5	2,7	2,4	1,6	1,8	1,7
5/11E	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 EKB	1	1,2	0,8	2,3	3,3	1,1	2,5	1,8
		2	0,4	0,2	1,8	2,3	1,4	2,1	1,7
		3	0,8	1,0	3,5	3,3	2,7	2,3	2,5
		4	0,9	1,1	3,0	4,0	2,1	2,9	2,5
		5							
		ka	0,8	0,8	2,6	3,2	1,8	2,4	2,1
4/11E	SMA 18 Shell Multiphalte /ABS 18 EKB	1	1,0	1,5	2,3	3,5	1,3	2,0	1,6
		2	0,8	0,6	2,5	2,0	1,7	1,4	1,6
		3	1,0	0,8	4,0	2,5	3,0	1,7	2,4
		4	1,0	1,1	3,5	2,5	2,5	1,4	2,0
		5	0,9	1,1	3,5	2,8	2,6	1,7	2,1
		ku	0,9	1,0	3,2	2,7	2,2	1,6	1,9
5/11G	SMA 18	1	1,3	0,4	2,8	2,8	1,5	2,4	1,9

OSUUS	SELITE	PROFILI	SYKSY 1998		KEVÄT 1999		MUUTOS			
			oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vasen (mm)	Δh ka (mm)	
	B 50/70, referenssi /ABS 18 GLS	2	1,0	1,5	2,3	3,3	1,3	1,8	1,5	
		3	0,7	1,0	2,8	3,0	2,1	2,0	2,0	
		4	1,0	0,7	2,8	2,3	1,8	1,6	1,7	
		5								
		ka	1,0	0,9	2,6	2,8	1,6	1,9	1,8	
5/12G	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 GLS /ABK 32	1	1,3	0,8	3,3	3,3	2,0	2,5	2,2	
		2	1,0	0,5	2,5	2,3	1,5	1,8	1,6	
		3	1,6	0,8	3,8	1,8	2,2	1,0	1,6	
		4	1,2	0,6	3,0	2,5	1,8	1,9	1,9	
		5								
ka	1,3	0,7	3,1	2,4	1,9	1,8	1,8			
3/11E	SMA 18 Neste HD 45 /ABS 18 EKB	1	2,0	0,8	4,3	2,0	2,3	1,2	1,7	
		2	1,8	1,2	4,0	2,5	2,2	1,3	1,8	
		3	2,0	0,7	3,8	3,3	1,8	2,6	2,2	
		4	1,4	1,2	3,0	3,0	1,6	1,8	1,7	
		5	1,4	1,7	3,0	3,8	1,6	2,1	1,8	
ka	1,7	1,1	3,6	2,9	1,9	1,8	1,8			
5/12E	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 EKB /ABK 32	1	1,0	0,6	3,0	3,0	2,0	2,4	2,2	
		2	0,8	1,0	2,0	2,5	1,2	1,5	1,4	
		3	0,6	0,4	1,8	1,8	1,2	1,4	1,3	
		4	0,7	0,6	3,0	2,5	2,3	1,9	2,1	
		5	2,1	0,7	3,8	1,5	1,7	0,8	1,2	
ka	1,0	0,7	2,7	2,3	1,7	1,6	1,6			
1b	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	1,0	1,0	3,0	4,5	2,0	3,5	2,8	
		2	0,9	1,0	4,3	2,0	3,4	1,0	2,2	
		3	0,5	1,0	2,0	2,0	1,5	1,0	1,3	
		4	0,7	0,4	3,3	1,5	2,6	1,1	1,8	
		5	0,7	1,2	2,3	3,0	1,6	1,8	1,7	
ka	0,8	0,9	3,0	2,6	2,2	1,7	1,9			
15	SMA 18 B 50/70 (5,1 %) "kuiva suhteitus"	1	0,8	0,8	1,8	1,8	1,0	1,0	1,0	
		2	0,7	1,0	2,0	2,0	1,3	1,0	1,2	
		3	1,0	1,1	2,5	3,0	1,5	1,9	1,7	
		4	1,4	1,4	2,3	2,0	0,9	0,6	0,7	
		5	0,4	1,2	4,8	2,8	4,4	1,6	3,0	
ka	0,9	1,1	2,7	2,3	1,8	1,2	1,5			
16	SMA 12 B 50/70	1	1,0	1,0	1,8	2,0	0,8	1,0	0,9	
		2	0,3	1,3	1,3	3,0	1,0	1,7	1,3	
		3	0,6	1,2	2,8	2,8	2,2	1,6	1,9	
		4	0,8	2,0	1,8	3,5	1,0	1,5	1,2	
		5	0,8	1,6	2,5	2,8	1,7	1,2	1,4	
ka	0,7	1,4	2,0	2,8	1,3	1,4	1,3			
17	SMA 8 B 50/70	1	0,6	2,4	4,0	5,5	3,4	3,1	3,3	
		2	1,0	2,6	4,3	7,5	3,3	4,9	4,1	
		3	1,2	4,2	5,3	8,3	4,1	4,1	4,1	
		4	0,5	2,8	4,5	8,0	4,0	5,2	4,6	
		5	0,7	2,6	4,5	6,5	3,8	3,9	3,9	
ka	0,8	2,9	4,5	7,2	3,7	4,2	4,0			
5c	SMA 18 B 50/70, referenssi	1	2,6	2,7	4,3	4,0	1,7	1,3	1,5	
		2	1,5	2,2	3,5	3,3	2,0	1,1	1,5	
		3	2,4	1,8	4,0	3,8	1,6	2,0	1,8	
		4								
		5								
ka	2,2	2,2	3,9	3,7	1,8	1,4	1,6			
10b	SMA 18 Nelastis	1	1,0	1,4	4,3	2,5	3,3	1,1	2,2	
		2	1,1	1,2	4,5	2,5	3,4	1,3	2,4	
		3	1,1	1,2	5,0	2,8	3,9	1,6	2,7	
		4	1,2	1,0	5,0	1,8	3,8	0,8	2,3	
		5	0,9	1,3	7,8	1,8	6,9	0,5	3,7	
ka	1,1	1,2	5,3	2,3	4,2	1,0	2,6			
1c	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	2,6	1,4	5,5	3,5	2,9	2,1	2,5	
		2	4,4	1,3	5,8	5,8	1,4	4,5	2,9	
		3	2,7	2,4	4,5	5,0	1,8	2,6	2,2	
		4								
		5								
ka	3,2	1,7	5,3	4,8	2,0	3,1	2,5			
7b	SMA 18 B 50/70 + Vestop.	1	1,2	0,8	2,5	2,0	1,3	1,2	1,3	
		2	1,4	1,4	4,0	3,3	2,6	1,9	2,2	
		3	2,5	1,8	5,0	3,5	2,5	1,7	2,1	
		4	1,3	1,2	2,8	3,0	1,5	1,8	1,6	
		5	2,2	1,4	4,0	2,8	1,8	1,4	1,6	
ka	1,7	1,3	3,7	2,9	1,9	1,6	1,8			
13b	AB 18 B 50/70	1	1,4	2,1	4,3	5,3	2,9	3,2	3,0	
		2	3,2	2,4	4,5	5,0	1,3	2,6	2,0	
		3	4,9	3,4	6,5	5,8	1,6	2,4	2,0	
		4	7,2	3,6	8,0	7,5	0,8	3,9	2,4	
		5	0,4	2,8	5,3	12,5	4,9	9,7	7,3	
ka	3,4	2,9	5,7	7,2	2,3	4,3	3,3			
1d	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	1,9	1,4	3,0	1,8	1,1	0,4	0,7	
		2	0,8	1,2	3,0	2,0	2,2	0,8	1,5	
		3	0,5	1,2	2,8	4,0	2,3	2,8	2,5	
		4	1,0	1,0	2,0	1,8	1,0	0,8	0,9	
		5	1,0	1,3	3,0	2,5	2,0	1,2	1,6	
ka	1,0	1,2	2,8	2,4	1,7	1,2	1,4			
14	SMA 18 B 50/70 + PBS	1	1,6	1,6	2,0	2,3	0,4	0,7	0,5	
		2	1,8	1,2	2,3	3,3	0,5	2,1	1,3	

OSUUS	SELITE	PROFILI	SYKSY 1998		KEVÄT 1999		MUUTOS		
			oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	oik.ura (mm)	vas.ura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vasen (mm)	Δh ka (mm)
					3	0,6	1,2	2,5	2,5
		4	3,4	1,6	4,5	3,5	1,1	1,9	1,5
		5	2,2	1,8	4,3	3,5	2,1	1,7	1,9
	<i>länteen</i>	ka	1,9	1,5	3,1	3,0	1,2	1,5	1,4
4b	SMA 18	1	0,8	1,2	1,3	1,8	0,5	0,6	0,5
		2	1,0	1,3	2,0	1,8	1,0	0,5	0,7
	Shell Multiphale	3	2,1	1,0	4,0	2,3	1,9	1,3	1,6
		4	2,1	1,4	2,5	1,8	0,4	0,4	0,4
		5	2,4	1,4	4,5	3,3	2,1	1,9	2,0
	<i>länteen</i>	ka	1,7	1,3	2,9	2,2	1,2	0,9	1,0
9b	SMA 18	1	1,0	4,2	1,3	5,3	0,3	1,1	0,7
		2	2,4	2,8	1,8	4,5	-0,7	1,7	0,5
	Neste City 2000	3	1,3	1,2	1,0	4,5	-0,3	3,3	1,5
		4	2,7	1,0	4,0	3,5	1,3	2,5	1,9
		5	1,3	1,2	1,3	3,0	-0,1	1,8	0,9
	<i>länteen</i>	ka	1,7	2,1	1,9	4,2	0,1	2,1	1,1

OSIUS	SELITE	PROFIILI	KEVÄT 1999		SYKSY 1999		MUUTOS		
			oikeaura (mm)	vasenura (mm)	oikeaura (mm)	vasenura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vasen (mm)	Δh ka (mm)
1	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	3,3	2,5	2,2	3,4	-1,1	0,9	-0,1
		2	2,0	4,0	3,0	3,5	1,0	-0,5	0,3
		3	2,3	3,0	3,8	2,6	1,6	-0,4	0,6
		4	2,3	2,5	2,3	3,6	0,0	1,1	0,6
		5	3,0	3,5	3,2	3,2	0,2	-0,3	0,0
		ka	2,6	3,1	2,9	3,3	0,3	0,2	0,3
13	AB 18 B 50/70	1	5,8	4,0	8,7	5,8	3,0	1,8	2,4
		2	4,0	4,3	8,2	7,7	4,2	3,5	3,8
		3	5,0	4,5	7,2	6,8	2,2	2,3	2,3
		4	3,8	3,5	5,1	5,5	1,4	2,0	1,7
		5	4,5	3,0	6,2	5,2	1,7	2,2	2,0
		ka	4,6	3,9	7,1	6,2	2,5	2,4	2,4
4	SMA 18 Shell Multiphalte	1	3,3	3,3	3,9	5,4	0,7	2,2	1,4
		2	3,3	2,5	4,8	3,9	1,6	1,4	1,5
		3	2,3	3,0	2,4	3,5	0,2	0,5	0,3
		4	2,3	3,8	5,8	10,2	3,6	6,5	5,0
		5	3,3	3,5	7,0	9,2	3,8	5,7	4,7
		ka	2,9	3,2	4,8	6,4	1,9	3,2	2,6
8	SMA 18 B 50/70 + hematii	1	3,8	3,3	6,1	9,9	2,4	6,7	4,5
		2	5,0	3,3	7,9	5,6	2,9	2,4	2,6
		3	3,5	3,0	7,0	5,4	3,5	2,4	3,0
		4	3,5	3,0	4,0	4,6	0,5	1,6	1,1
		5	2,3	3,0	3,2	5,5	1,0	2,5	1,7
		ka	3,6	3,1	5,6	6,2	2,0	3,1	2,6
7	SMA 18 B 50/70 + Vestop	1	2,0	3,3	5,1	5,5	3,1	2,3	2,7
		2	3,8	2,5	7,3	3,3	3,6	0,8	2,2
		3	3,0	2,5	4,8	3,3	1,8	0,8	1,3
		4	4,5	3,5	7,0	4,5	2,5	1,0	1,8
		5	2,0	2,8	4,3	3,2	2,3	0,5	1,4
		ka	3,1	2,9	5,7	4,0	2,7	1,1	1,9
10	SMA 18 Nelastic	1	2,3	3,8	3,3	4,3	1,1	0,6	0,8
		2	3,0	2,8	3,6	3,0	0,6	0,3	0,4
		3	3,5	3,3	3,8	3,3	0,3	0,0	0,2
		4	3,0	3,3	4,8	3,8	1,8	0,6	1,2
		5	2,3	3,5	4,0	4,3	1,8	0,8	1,3
		ka	2,8	3,3	3,9	3,7	1,1	0,4	0,8
9	SMA 18 Neste City 2000	1	3,0	2,8	4,3	3,2	1,3	0,5	0,9
		2	2,0	1,3	2,9	1,5	0,9	0,3	0,6
		3	3,5	2,3	3,7	2,6	0,2	0,4	0,3
		4	2,5	1,3	3,6	1,9	1,1	0,7	0,9
		5	2,5	2,0	2,6	3,3	0,1	1,3	0,7
		ka	2,7	1,9	3,4	2,5	0,7	0,6	0,7
3	SMA 18 Neste HD 45	1	4,3	2,5	4,6	3,6	0,4	1,1	0,7
		2	3,3	2,8	4,8	3,6	1,6	0,9	1,2
		3	3,0	3,3	5,0	3,6	2,0	0,4	1,2
		4	3,8	2,3	6,0	3,5	2,3	1,3	1,8
		5	4,3	2,5	5,5	3,9	1,3	1,4	1,3
		ka	3,7	2,7	5,2	3,6	1,5	1,0	1,2
2	SMA 18 B 50/70 (5,5 %) "kuiva" suhteitus	1	4,5	3,8	8,7	6,4	4,2	2,7	3,4
		2	4,8	3,3	8,2	5,4	3,5	2,2	2,8
		3	5,0	3,5	5,5	4,4	0,9	0,9	0,7
		4	4,8	3,3	7,9	5,5	3,2	2,3	2,7
		5	3,8	2,8	6,8	4,3	3,1	1,6	2,3
		ka	4,6	3,3	7,4	5,2	2,9	1,9	2,4
6	KBVA 16	1	7,0	3,0	11,5	4,9	4,5	1,9	3,2
		2	5,8	4,0	10,5	6,3	4,8	2,3	3,5
		3	5,0	2,3	8,7	3,5	3,7	1,3	2,5
		4	5,3	3,0	8,5	5,3	3,3	2,3	2,8
		5	5,3	2,8	9,2	4,7	4,0	2,0	3,0
		ka	5,7	3,0	9,7	4,9	4,0	1,9	3,0
5	SMA 18 B 50/70, referenssi	1	3,5	3,3	8,0	5,9	4,5	2,7	3,6
		2	3,8	2,8	7,5	3,7	3,8	1,0	2,4
		3	3,3	3,5	8,0	5,6	4,8	2,1	3,4
		4	4,0	2,8	6,6	3,3	2,6	0,6	1,6
		5	3,3	3,0	6,7	6,4	3,5	3,4	3,4
		ka	3,6	3,1	7,4	5,0	3,8	1,9	2,9
9/11E	SMA 18 Neste City 2000 /ABS 18 EKB <i>ohituskaista itään</i>	1	2,8	3,0	2,4	3,8	-0,4	0,8	0,2
		2	2,0	2,5	2,0	2,7	0,0	0,2	0,1
		3	2,8	1,5	2,8	2,0	0,0	0,5	0,3
		4	2,8	2,0	3,0	1,6	0,3	-0,4	-0,1
		5	3,0	2,8	3,0	2,0	0,0	-0,8	-0,4
		ka	2,7	2,4	2,6	2,4	0,0	0,1	0,0
5/11E	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 EKB <i>ohituskaista itään</i>	1	2,3	3,3	1,7	2,4	-0,6	-0,9	-0,7
		2	1,8	2,3	1,4	1,7	-0,4	-0,6	-0,5
		3	3,5	3,3	3,8	2,0	0,3	-1,3	-0,5
		4	3,0	4,0	2,2	3,6	-0,8	-0,4	-0,6
		5							
		ka	2,6	3,2	2,3	2,4	-0,4	-0,8	-0,6
4/11E	SMA 18 Shell Multiphalte /ABS 18 EKB <i>ohituskaista itään</i>	1	2,3	3,5	4,0	3,0	1,8	-0,5	0,6
		2	2,5	2,0	2,0	1,2	-0,5	-0,8	-0,7
		3	4,0	2,5	2,6	2,9	-1,4	0,4	-0,5
		4	3,5	2,5	3,7	2,8	0,2	0,3	0,3
		5	3,5	2,8	3,9	3,8	0,4	1,1	0,7
		ka	3,2	2,7	3,2	2,7	0,1	0,1	0,1
5/11G	SMA 18	1	2,8	2,8	2,2	2,8	-0,6	0,0	-0,3

OSUUS	SELITE	PROFILI	KEVÄT 1999		SYKSY 1999		MUUTOS		
			oikeaura (mm)	vasenura (mm)	oikeaura (mm)	vasenura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vasen (mm)	Δh ka (mm)
	B 50/70, referenssi /ABS 18 GLS	2	2,3	3,3	2,2	3,2	0,0	0,0	0,0
		3	2,8	3,0	3,2	2,6	0,5	-0,4	0,0
		4	2,8	2,3	2,8	1,6	0,0	-0,7	-0,3
		5							
		ka	2,6	2,8	2,6	2,6	0,0	-0,3	-0,1
5/12G	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 GLS /ABK 32	1	3,3	3,3	3,3	3,5	0,0	0,3	0,2
		2	2,5	2,3	2,2	2,0	-0,3	-0,3	-0,3
		3	3,8	1,8	3,4	1,1	-0,4	-0,7	-0,5
		4	3,0	2,5	2,4	1,6	-0,6	-0,9	-0,8
		5							
ka	3,1	2,4	2,8	2,1	-0,3	-0,4	-0,3		
3/11E	SMA 18 Neste HD 45 /ABS 18 EKB	1	4,3	2,0	4,6	2,2	0,4	0,2	0,3
		2	4,0	2,5	4,4	2,8	0,4	0,3	0,4
		3	3,8	3,3	4,0	3,6	0,3	0,4	0,3
		4	3,0	3,0	2,8	3,1	-0,2	0,1	-0,1
		5	3,0	3,8	2,7	4,5	-0,3	0,8	0,2
ka	3,6	2,9	3,7	3,2	0,1	0,3	0,2		
5/12E	SMA 18 B 50/70, referenssi /ABS 18 EKB /ABK 32	1	3,0	3,0	2,3	2,0	-0,7	-1,0	-0,9
		2	2,0	2,5	2,1	2,6	0,1	0,1	0,1
		3	1,8	1,8	1,5	1,6	-0,3	-0,2	-0,2
		4	3,0	2,5	2,0	2,2	-1,0	-0,3	-0,7
		5	3,8	1,5	3,4	1,2	-0,4	-0,3	-0,3
ka	2,7	2,3	2,3	1,9	-0,4	-0,3	-0,4		
1b	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	3,0	4,5	4,5	2,9	1,5	-1,6	-0,1
		2	4,3	2,0	3,7	3,5	-0,6	1,5	0,5
		3	2,0	2,0	2,7	3,8	0,7	1,8	1,3
		4	3,3	1,5	2,4	3,3	-0,9	1,8	0,5
		5	2,3	3,0	3,2	6,6	1,0	3,6	2,3
ka	3,0	2,6	3,3	4,0	0,4	1,4	0,9		
15	SMA 18 B 50/70 (5,1 %) "kuiva suhteitus"	1	1,8	1,8	2,0	2,2	0,3	0,5	0,4
		2	2,0	2,0	2,3	2,2	0,3	0,2	0,3
		3	2,5	3,0	2,2	3,2	-0,3	0,2	0,0
		4	2,3	2,0	2,3	3,6	0,0	1,6	0,8
		5	4,8	2,8	4,7	3,7	0,0	1,0	0,5
ka	2,7	2,3	2,7	3,0	0,1	0,7	0,4		
16	SMA 12 B 50/70	1	1,8	2,0	3,0	2,6	1,3	0,6	0,9
		2	1,3	3,0	2,5	4,2	1,3	1,2	1,2
		3	2,8	2,8	3,0	3,6	0,3	0,9	0,6
		4	1,8	3,5	2,6	5,0	0,9	1,5	1,2
		5	2,5	2,8	3,0	4,2	0,5	1,5	1,0
ka	2,0	2,8	2,8	3,9	0,8	1,1	1,0		
17	SMA 8 B 50/70	1	4,0	5,5	4,3	6,9	0,3	1,4	0,9
		2	4,3	7,5	5,0	8,0	0,8	0,5	0,6
		3	5,3	8,3	5,3	8,5	0,0	0,3	0,2
		4	4,5	8,0	4,7	7,0	0,2	-1,0	-0,4
		5	4,5	6,5	4,7	7,2	0,2	0,7	0,5
ka	4,5	7,2	4,8	7,5	0,3	0,4	0,3		
5c	SMA 18 B 50/70, referenssi	1	4,3	4,0	5,4	5,6	1,2	1,6	1,4
		2	3,5	3,3	4,4	5,2	0,9	2,0	1,4
		3	4,0	3,8	4,4	5,4	0,4	1,7	1,0
		4							
		5							
ka	3,9	3,7	4,7	5,4	0,8	1,7	1,3		
10b	SMA 18 Nelastic	1	4,3	2,5	6,3	10,2	2,1	7,7	4,9
		2	4,5	2,5	3,0	9,1	-1,5	6,6	2,6
		3	5,0	2,8	5,6	13,3	0,6	10,6	5,6
		4	5,0	1,8	2,6	11,0	-2,4	9,3	3,4
		5	7,8	1,8	3,5	19,4	-4,3	17,7	6,7
ka	5,3	2,3	4,2	12,6	-1,1	10,4	4,6		
1c	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	5,5	3,5	5,9	3,8	0,4	0,3	0,4
		2	5,8	5,8	7,5	5,5	1,8	-0,3	0,8
		3	4,5	5,0	5,4	8,3	0,9	3,3	2,1
		4							
		5							
ka	5,3	4,8	6,3	5,9	1,0	1,1	1,1		
7b	SMA 18 B 50/70 + Vestop	1	2,5	2,0	2,7	5,0	0,2	3,0	1,6
		2	4,0	3,3	4,8	5,8	0,8	2,6	1,7
		3	5,0	3,5	5,0	7,8	0,0	4,3	2,2
		4	2,8	3,0	6,0	3,8	3,3	0,8	2,0
		5	4,0	2,8	5,8	8,3	1,8	5,6	3,7
ka	3,7	2,9	4,9	6,1	1,2	3,2	2,2		
13b	AB 18 B 50/70	1	4,3	5,3	6,7	7,0	2,5	1,8	2,1
		2	4,5	5,0	14,3	12,7	9,8	7,7	8,8
		3	6,5	5,8	19,6	12,6	13,1	6,9	10,0
		4	8,0	7,5	18,2	13,8	10,2	6,3	8,3
		5	5,3	12,5	19,0	33,0	13,8	20,5	17,1
ka	5,7	7,2	15,6	15,8	9,9	8,6	9,2		
1d	SMA 18 B 50/70 + gilsonii	1	3,0	1,8	4,4	3,4	1,4	1,7	1,5
		2	3,0	2,0	3,7	2,5	0,7	0,5	0,6
		3	2,8	4,0	5,0	4,0	2,3	0,0	1,1
		4	2,0	1,8	7,0	2,6	5,0	0,9	2,9
		5	3,0	2,5	5,5	2,4	2,5	-0,1	1,2
ka	2,8	2,4	5,1	3,0	2,4	0,6	1,5		
14	SMA 18 B 50/70 + PBS	1	2,0	2,3	7,3	4,6	5,3	2,4	3,8
		2	2,3	3,3	7,2	5,4	5,0	2,2	3,6

OSUUS	SELITE	PROFILI	KEVÄT 1999		SYKSY 1999		MUUTOS		
			oikeaura (mm)	vasenura (mm)	oikeaura (mm)	vasenura (mm)	Δh oikea (mm)	Δh vasen (mm)	Δh ka (mm)
					3	2,5	2,5	4,5	3,4
		4	4,5	3,5	6,0	4,2	1,5	0,7	1,1
		5	4,3	3,5	5,7	4,2	1,5	0,7	1,1
	<i>länteen</i>	ka	3,1	3,0	6,1	4,4	3,0	1,4	2,2
4b	SMA 18	1	1,3	1,8	4,2	2,4	3,0	0,7	1,8
	Shell Multiphalte	2	2,0	1,8	3,5	2,9	1,5	1,2	1,3
		3	4,0	2,3	3,4	3,4	-0,6	1,2	0,3
		4	2,5	1,8	4,6	2,5	2,1	0,8	1,4
		5	4,5	3,3	6,0	4,0	1,5	0,8	1,1
	<i>länteen</i>	ka	2,9	2,2	4,3	3,0	1,5	0,9	1,2
9b	SMA 18	1	1,3	5,3	2,6	9,3	1,4	4,1	2,7
	Neste City 2000	2	1,8	4,5	3,7	6,2	2,0	1,7	1,8
		3	1,0	4,5	2,7	4,5	1,7	0,0	0,9
		4	4,0	3,5	4,1	4,0	0,1	0,5	0,3
		5	1,3	3,0	2,3	4,3	1,1	1,3	1,2
	<i>länteen</i>	ka	1,9	4,2	3,1	5,7	1,2	1,5	1,4

DEFORMAATIOKOETIEN TESTITULOKSET**TAUSTA**

Kesällä 1998 Tielaitos kokeili deformaatiokoetiellä, kehä 3, deformaatiota kestäviä päällysteitä ja päällysterakenteita.

NÄYTTEET

Neste Oyj:n Bitumitutkimus otti koneasemalla sideaine- ja massanäytteitä analysointia ja testauksia varten. Näytteitä otettiin kuudesta (6) sideaineesta. Suurimmassa osassa massoista sideaineena oli BIT65, johon konease- man rummussa sekoitettiin lisäaineet, joten niistä ei ollut saatavilla si- deainenäytteitä. Massanäytteet otettiin koekohteeseen toimitetuista mas- soista massa-auton lavalta.

TESTAUKSET**SIDEAINEIDEN ANALYSOINTI**

Sideaineiden analyysitulokset ja menetelmät ovat liitteessä 1.

MASSAN TIHEYS

Bitumitutkimuksessa koekohteen massanäytteistä määritettiin massan tihe- ys PANK-4109 Asfalttimassan tiheys Ricen menetelmän mukaisesti. Tihe- ys määritettiin vain näytteistä, jotka jäivät koekohteessa kulutuskerrokseksi. Tuloksia käytettiin koekohteen DOR-mittausten tulosten laskennassa. Ti- heydet ovat liitteessä 2 taulukossa 1.

TIIVISTYS

Koekohteen massanäytteistä käytettiin jatkotutkimuksia varten kuusitoista (16) massaa. Massoista tiivistettiin koekappaleet PANK-4004, Päällyste- näytteen valmistus, menetelmän mukaisesti. Koekohteessa otetuista näyt- teistä jätettiin tiivistämättä kolme (3) massaa: koeosuudet 2 ja 8. Koeosuus- desta 6 ei ollut näytettä. Tiivistyksessä käytetyt massat ovat liitteessä 2 taulukossa 1.

Näytteet tiivistettiin ICT-150 kiertotiivistimellä. Tiivistyksessä käytettiin seuraavia asetusarvoja:

näytepaine	kierros	poikkeutus-	työkierrokset
	luku	kulma	
kPa	rpm	mrad	
333	30	40	60

Tutkittavista massoista tiivistettiin kaksi (2) n. 170 mm korkeaa lieriökapp- aleetta, joista kummastakin sahattiin kaksi (2) n. 60 mm korkeaa kappaletta jaksolliseen virumiskokeeseen. Tiivistystyön määrä kaikilla massoilla oli samansuuruinen. Tiivistyslämpötilat ovat liitteessä 2 taulukossa 1. Tiivis-

tettyjen koekappaleiden tiheydet, jotka on saatu kiertotiivistimen tiivistystiedoista, ovat liitteessä 2 taulukossa 1. Liitteessä 2, kuvassa 1 ovat massojen (RICE) ja tiivistettyjen koekappaleiden (ICT-150) tiheydet.

JAKSOLLINEN VIRUMISKOE

Sahattujen koekappaleiden korkeus mitattiin PANK-4111, Asfalttipäällyste tiheys ulkomittamenetelmällä. Koekappaleet testattiin PANK-4208, Jaksollinen virumiskoe, menetelmää noudattaen. Ainoa poikkeus menetelmään nähden oli koekappaleen halkaisija, joka menetelmässä on 100 mm, mutta testikappaleissa se oli 150 mm. Kuormitustallan halkaisija oli menetelmän mukainen 100 mm, jolloin koekappaleeseen jäi kuormitusalueen ulkopuoliseksi sivutueksi 25 mm.

Jaksollisen virumiskokeen tuloksista laskettiin virumistuloksen lisäksi virumisnopeus kullekin massalle. Virumisnopeus, joka laskettiin lopullisen virumistuloksen ja 900 sekunnin kohdalla olleen virumisen erotuksena 1000 sekuntia kohden. Liitteessä 3, kuvassa 1 ovat virumistulokset, kuvassa 2 ovat virumisnopeudet ja kuvassa 3 virumiskäyrät kolmelle(3) eri massatyypille. Taulukossa 1 ovat kokeiden tulokset, hajonnat ja rinnakkaisten lukumääriä.

TULOSTEN TARKASTELU

Sideainenäytteiden analyysitulokset osoittivat normituotteiden olevan normien mukaisia. Tuotteissa, jotka on tarkoitettu vaativiin deformaatiokohteisiin, ovat pehmenemispisteet ja viskositeetti 60°C muita tuotteita korkeammat. Multiphalte oli koekohteessa tunkeumaltaan pehmein tuote.

Massanäytteiden tiheydet (Rice) massatyypeittäin ovat keskenään samantasoiset. Tiivistettyjen näytteiden tiheydet SMA18-massoilla, lukuunottamatta kuivaa suhteitusta, olivat keskenään samalla tasolla. Hienolla kiviainesrungolla (SMA8) ja kuivalla suhteituksella (sideainepitoisuus 5,1 m%), koekappaleet eivät tiivistyneet yhtä paljon.

Jaksollisen virumiskokeen tuloksissa eri massatyyppien välillä oli selvät erot. Alkutiivistymisen osuus ABS- ja ABK-massoilla oli selvästi pienempi muihin massatyyppeihin verrattuna. ABK-massalla, jossa raekoko oli suurin, oli hajonta testissä suuri. SMA-massoilla virumistuloksissa näkyy sideaineen tunkeumaluokan vaikutus virumisissa. Virumisnopeustuloksissa, joissa alkutiivistyminen ei vaikuta tuloksiin, suurin deformaatiovastus oli CITY200:lla ja BIT65+Vestoplast'illa.

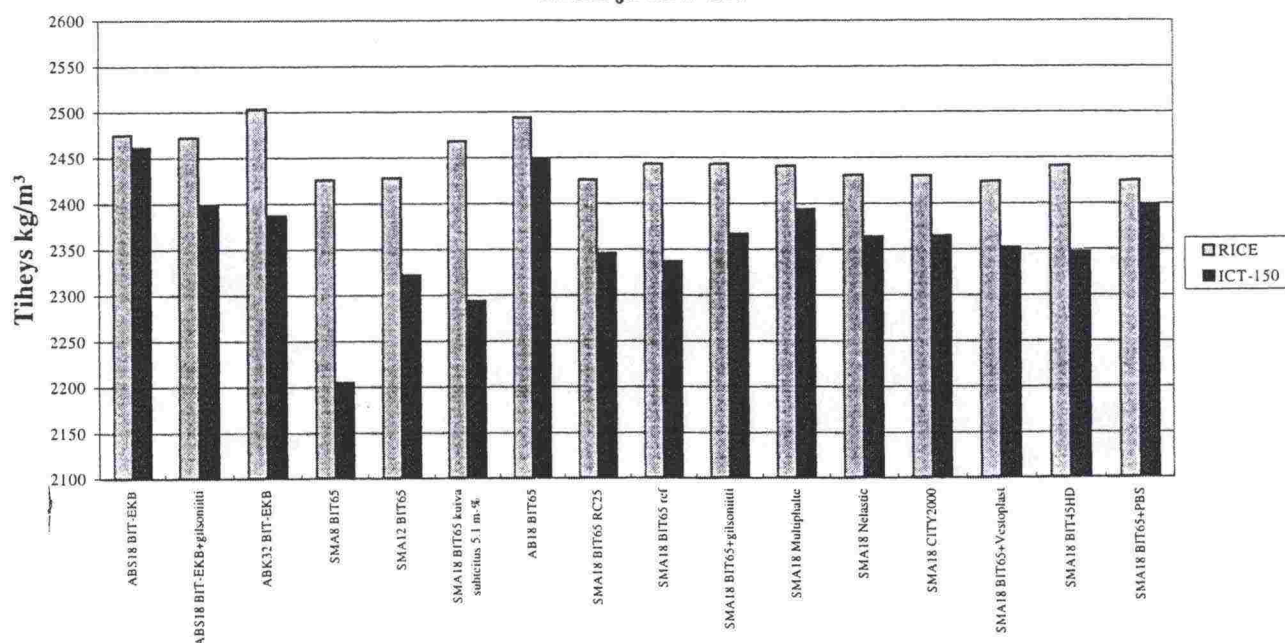
Taulukko 1 Sideaineanalyysit deformaatiokoetie

näyte			BIT65	BIT-EKB	BIT45HD	Multiphalte	Nelastic	CITY2000
näytetunnus			297/B98	319/B98	316/B98	289/B98	317/B98	318/B98
analyysi	menetelmä	laatu	21.6.-98	25.6.-98	21.6.-98	21.6.-98	19.6.-98	23.6.-98
tunkeuma 25 °C	ASTM D 5	1/10 mm	57	27	42	75	92	81
pehmenemispiste	ASTM D 36	°C	48.9	55.5	53.7	50.5	78.3	77.3
viskositeetti 60 °C	ASTM D 2171	Pas	264	599	604	415		
viskositeetti 135 °C	ASTM D 2170	mm ² /s	435	483	632	864	1117	1028
viskositeetti 160 °C	ASTM D 2170	mm ² /s					402	388
murtumispiste	DIN 52015	°C	-22	-16	-23	-29	-23	-19
Ohutkalvokoe RTFOT	ASTM D 2872							
painon muutos		%	-0.054	-0.052	-0.061	-0.177	0.020	0.047
tunkeuman saanto 25 °C		%	58.0	59.0	62.0	59.0		
pehmenemispiste	ASTM D 36	°C	56.0	65.0	61.7	61.8	76.0	79.3

Taulukko 2 Testatut massat, tiheydet ja tiivistyslämpötilat

Massatyyppi	Sideaine	Pvm/koeosuus	Ricen tiheys massanäyte kg/m ³	Tiivistys lämpötila °C	tiheys ICT-150 kg/m ³
ABS18	BIT-EKB	220698/11	2475	147	2461
ABS18	BIT-EKB+gilsoniitti	210698/11.2	2472	147	2399
ABK32	BIT-EKB	210698/12	2504	147	2387
SMA8	BIT65	290698/17	2426	167	2205
SMA12	BIT65	290698/16	2428	167	2322
SMA18	BIT65 kuiva suht.	290698/15	2468	157	2294
AB18	BIT65	280698/13	2494	142	2448
SMA18	BIT65 RC25	300698/18	2426	167	2346
SMA18	BIT65 referenssi	240698/5	2443	157	2337
SMA18	BIT65+gilsoniitti	280698/1	2443	177	2367
SMA18	Multiphalte	250698/4.2	2441	174	2394
SMA18	Nelastac	240698/10	2431	185	2364
SMA18	CITY2000	250698/9.2	2430	183	2365
SMA18	BIT65+Vestoplast	280698/7	2424	172	2352
SMA18	BIT45HD	250698/3	2441	167	2347
SMA18	BIT65+PBS	280698/14	2425	172	2398

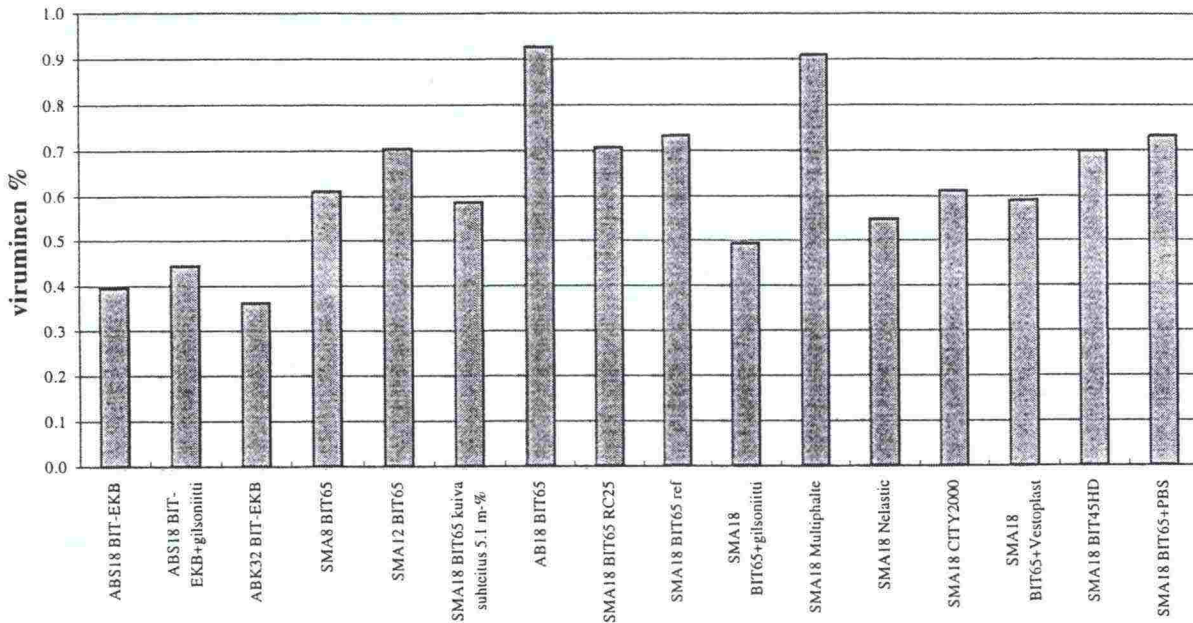
MASSOJEN JA KOEKAPPALEIDEN TIHEYDET
RICE ja ICT-150



Kuva 1 Massojen ja tiivistettyjen koekappaleiden tiheydet

JAKSOLLINEN VIRUMISKOE

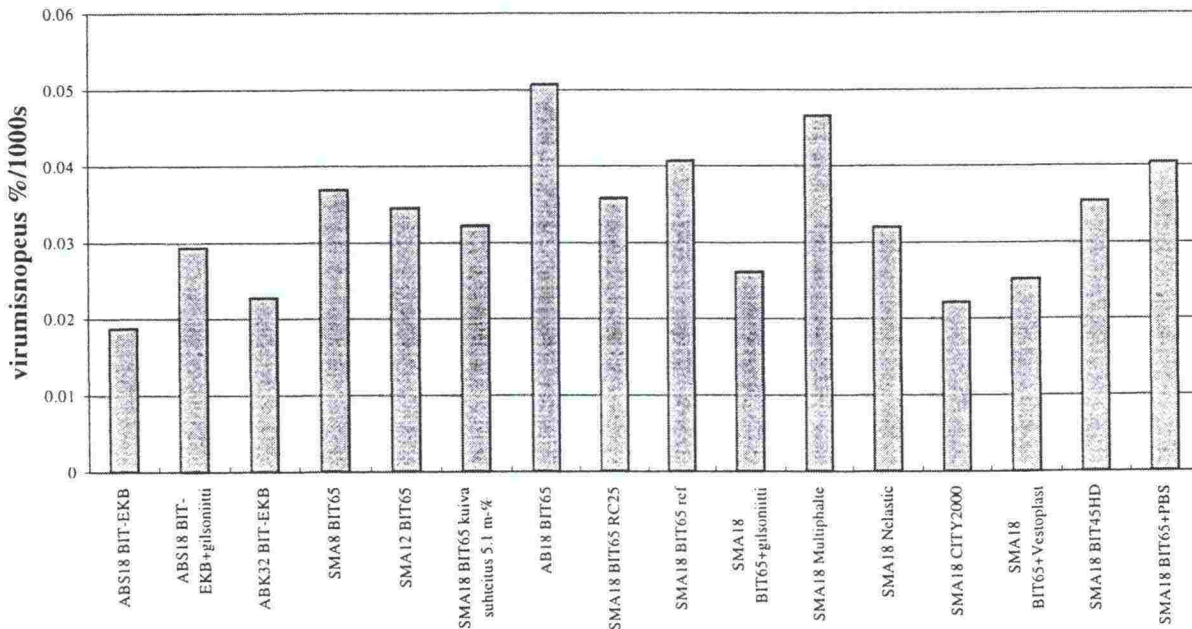
kehä 3, deformaatiokoetie, viruminen



Kuva 1 Jaksollinen virumiskoe, viruminen

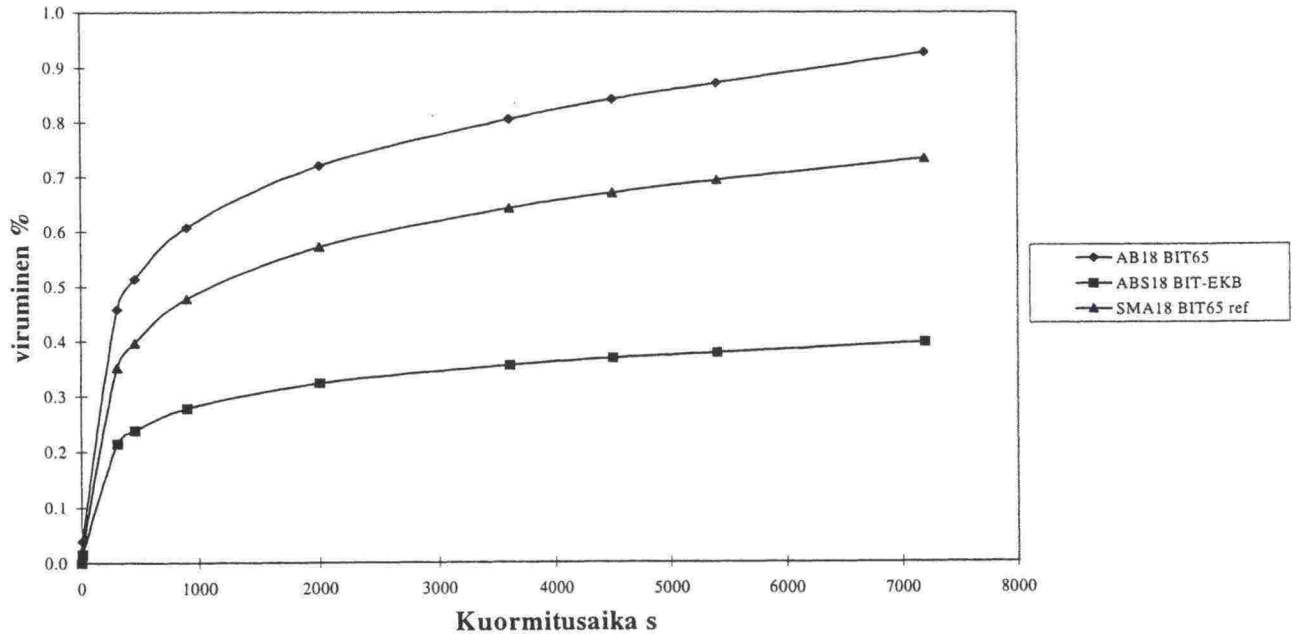
JAKSOLLINEN VIRUMISKOE

kehä 3, deformaatiokoetie, virumisnopeus



Kuva 2 Jaksollinen virumiskoe, virumisnopeus

Jaksollinen virumiskoe
kehä 3, deformaatiokoetie, viruminen



Kuva 3 Jaksollisen virumiskoe, eri massatyypit

Taulukko 1 Jaksollisen virumiskokeen tulokset

aika s	viruminen %			virumisnopeus %/1000s		
	ABS18 BIT-EKB			ABS18 BIT65+gilsoniitti		
	ka	haj	lkm	ka	haj	lkm
0	0.000	0.000	3	0.000	0.000	3
2	0.014	0.012	3	0.010	0.009	3
300	0.215	0.166	3	0.185	0.101	3
450	0.238	0.181	3	0.211	0.106	3
900	0.278	0.206	3	0.259	0.114	3
2000	0.323	0.228	3	0.326	0.121	3
3600	0.356	0.243	3	0.381	0.129	3
4500	0.368	0.247	3	0.401	0.133	3
5400	0.377	0.250	3	0.416	0.136	3
7200	0.396	0.255	3	0.444	0.141	3
virumisnopeus	0.019			0.029		

	ABK32 BIT-EKB			SMA18 BIT65 ref		
0	0.000	0.000	3	0.000	0.000	4
2	0.000	0.000	3	0.023	0.007	4
300	0.145	0.048	3	0.353	0.064	4
450	0.173	0.046	3	0.397	0.076	4
900	0.220	0.050	3	0.477	0.100	4
2000	0.277	0.056	3	0.572	0.129	4
3600	0.318	0.063	3	0.642	0.151	4
4500	0.333	0.065	3	0.670	0.160	4
5400	0.345	0.068	3	0.692	0.166	4
7200	0.364	0.070	3	0.733	0.176	4
virumisnopeus	0.023			0.041		
	SMA18 Nelastic			SMA18 CITY2000		
0	0.000	0.000	4	0.000	0.000	4
2	0.010	0.012	4	0.042	0.028	4
300	0.256	0.032	4	0.383	0.020	4
450	0.290	0.031	4	0.417	0.024	4
900	0.347	0.031	4	0.473	0.035	4
2000	0.417	0.033	4	0.529	0.047	4
3600	0.472	0.038	4	0.566	0.055	4
4500	0.493	0.041	4	0.578	0.059	4
5400	0.511	0.043	4	0.590	0.062	4
7200	0.549	0.054	4	0.612	0.069	4
virumisnopeus	0.032			0.022		
	SMA18 BIT45HD			SMA18 BIT65+PBS		
0	0.000	0.000	4	0.000	0.000	4
2	0.023	0.015	4	0.019	0.013	4
300	0.359	0.066	4	0.347	0.051	4
450	0.402	0.072	4	0.395	0.062	4
900	0.477	0.083	4	0.478	0.080	4
2000	0.561	0.094	4	0.577	0.104	4
3600	0.624	0.103	4	0.646	0.123	4
4500	0.648	0.106	4	0.672	0.130	4
5400	0.667	0.109	4	0.694	0.136	4
7200	0.700	0.114	4	0.733	0.151	4
virumisnopeus	0.035			0.040		

Öljy

Bitumitutkimus/T Kärkkäinen

26.01.1999

4 (5)

	SMA18 Multiphalte			SMA18 BIT65+Vestoplast		
0	0.000	0.000	4	0.000	0.000	4
2	0.028	0.019	4	0.030	0.023	4
300	0.468	0.050	4	0.346	0.034	4
450	0.522	0.051	4	0.378	0.034	4
900	0.616	0.056	4	0.433	0.038	4
2000	0.727	0.060	4	0.496	0.047	4
3600	0.808	0.061	4	0.539	0.057	4
4500	0.839	0.061	4	0.555	0.062	4
5400	0.864	0.061	4	0.568	0.065	4
7200	0.910	0.063	4	0.592	0.069	4
virumisnopeus	0.047			0.025		
	AB18 BIT65			SMA12 BIT65		
0	0.000	0.000	4	0.000	0.000	4
2	0.038	0.030	4	0.024	0.008	4
300	0.458	0.016	4	0.369	0.026	4
450	0.513	0.013	4	0.413	0.029	4
900	0.607	0.032	4	0.487	0.038	4
2000	0.719	0.058	4	0.571	0.050	4
3600	0.804	0.079	4	0.636	0.060	4
4500	0.840	0.089	4	0.657	0.063	4
5400	0.870	0.096	4	0.674	0.065	4
7200	0.927	0.109	4	0.705	0.070	4
virumisnopeus	0.051			0.035		
	SMA8 BIT65			SMA18 BIT65+gilsoniitti		
0	0.000	0.000	4	0.000	0.000	4
2	0.014	0.008	4	0.010	0.007	4
300	0.271	0.052	4	0.243	0.144	4
450	0.307	0.059	4	0.273	0.158	4
900	0.379	0.073	4	0.330	0.185	4
2000	0.467	0.087	4	0.395	0.219	4
3600	0.531	0.095	4	0.442	0.242	4
4500	0.557	0.100	4	0.459	0.251	4
5400	0.577	0.102	4	0.473	0.256	4
7200	0.612	0.107	4	0.494	0.262	4
virumisnopeus	0.037			0.026		

TS BTx/99

Öljy

Bitumitutkimus/T Kärkkäinen

26.01.1999

5 (5)

	SMA18 BIT65 RC25			SMA18 BIT65 kuiva suhteitus bitumipitoisuus 5.1 m-%		
0	0.000	0.000	4	0.000	0.000	4
2	0.019	0.016	4	0.010	0.016	4
300	0.362	0.040	4	0.293	0.073	4
450	0.406	0.038	4	0.325	0.080	4
900	0.481	0.035	4	0.383	0.094	4
2000	0.567	0.028	4	0.455	0.110	4
3600	0.633	0.026	4	0.509	0.121	4
4500	0.655	0.023	4	0.531	0.125	4
5400	0.673	0.023	4	0.548	0.129	4
7200	0.708	0.030	4	0.587	0.141	4
virumisnopeus	0.036			0.032		

Ympäristö/vaikutukset

- TIEL 3200555 Ohikulkutie ja taajama (TS 9/1999)
- TIEL 3200558 Niittykasvillisuuden perustaminen tieluiskiin - Koetuloksia ja kirjallisuus selvitys (TS 12/1999)
- TIEL 3200560 Saneerattujen taajamien viherympäristö, kivetty pinnat, kalusteet - Kuntotarkastelu (TS 15/1999)
- TIEL 3200590 Taajamateiden suunnittelun kehittäminen. Seurantatutkimus. Jaala, Keuruu, Sotkamo. (TS 1/2000)
- TIEL 4000205 Tierummut vaellusesteinä - Ongelman kuvaus ja ratkaisumalleja (SJ 22/1999)
- TIEL 4000206 Suomen tieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset - Vuoden 1996 selvityksen päivitys (SJ 23/1999)
- TIEL 4000215 Tieliikenne-ennuste vuosille 1997-2030. Vuoden 1995 ennusteen päivitys (SJ 35/1999)
- TIEL 4000216 Tieliikenteen ajokustannukset: Onnettomuuskustannukset Suomessa ja Ruotsissa (SJ 36/1999)
- TIEL 4000217 Tieliikenteen ajokustannukset: Ajoneuvokustannukset (SJ 37/1999)
- TIEL 4000216 Tieliikenteen ajokustannukset: Aikakustannukset (SJ 36/1999)
- TIEL 4000241 Mitä on tehty? - Tielaitoksen ympäristön toimenpideohjelman 1997 - 2000 toteuttaminen (SJ 13/2000)
- TIEL 4000250 Miten on käynyt? - Tielaitoksen ympäristöohjelman vaikutukset (SJ 30/2000)

Tietekniikka

- TIEL 3200562 Törmäyskokeet Tielaitoksen tiekaiteeseen 1993-1999 (TS 17/1999)
- TIEL 3200571 Asfalttinormien kiviainesten hienoainesseoksen laatuvaatimukset (TS 26/1999)
- TIEL 3200575 Kuulamyly- ja Micro-Deval -kokeiden tulosten vastaavuus (TS 30/1999)
- TIEL 3200578 Halvat kevyen liikenteen väylät (TS 35/1999)
- TIEL 3200579 Kiviaineksen pintakarkeuden vaikutus kuulamylyarvoon (TS 36/1999)
- TIEL 3200580 Kiviaineksen välilajitteen raemuodon vaikutus päällysteen ominaisuuksiin (TS 37/1999)
- TIEL 3200591 Kasvipeitteisen meluesteen kokeilu (TS 2/2000)
- TIEL 3200594 Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa. Mitoitus- ja työohje (TS 5/2000)
- TIEL 3200599 Tiesuolan käytön arviointi talvikuukausien lämpötilan avulla (TS 9/2000)
- TIEL 3200604 Syvästabiloitujen pilarien ja maan yhteistoiminta (TS 15/2000)
- TIEL 3200611 Lentotuhkafilleri SMA-päällysteessä - Työskentely- ja ympäristövaikutukset (TS 23/2000)
- TIEL 3200622 Asfalttipäällysteiden deformaation vähentäminen (TS 36/2000)
- TIEL 3200625 Varusteluettelot (TS 39/2000)
- TIEL 4000199 Selvitys tien häikäisysojista (SJ 5/1999)
- TIEL 4000200 Kelirikkoisen soratien kantavuuden parantamismenetelmiä. Bitumistabilointi ja raudoitettu murske. Loppuraportti. (SJ 6/1999)
- TIEL 4000201 Teiden talvihoidon yhteiskunnalliset vaikutukset. Yhteenvedo tehdyistä selvityksistä. (SJ 9/1999)
- TIEL 4000202 Tutkimus- ja kehittämistoiminnan vuosiraportti 1998 (SJ 10/1999)
- TIEL 4000209 Kevyen liikenteen kaatumistapaturmien selvittäminen sairauskertomusten perusteella - Jyväskylä (SJ 26/1999)
- TIEL 4000210 Laatuvaatimusten asettaminen, kun urakka sisältää suunnittelun ja rakentamisen (SJ 27/1999)
- TIEL 4000222 Tunnin pilotti. Hoidon toteutuminen, II väliraportti syyskuu 1999 (SJ 41/1999)
- TIEL 4000228 Masuunikuonatuotteiden E-moduulit (SJ 49/1999)
- TIEL 4000229 Analyttisessä mitoituksessa käytettävät asfalttipäällysteen jäykkyydet ja väsymismallit (SJ 50/1999)
- TIEL 4000232 Tunnin pilotti - Vaikutus liikenneturvallisuuteen (SJ 54/1999)
- TIEL 4000236 Kevyen liikenteen väylien kunnossapitotason ja kaatumistapaturmien selvitys. Kesäkauden osaraportti (SJ 5/2000)
- TIEL 4000239 Pyöräiden routavauriotutkimus (SJ 10/2000)
- TIEL 4000255 Los Angeles ja Micro-Deval -kokeiden vertailu (SJ 35/2000)

OHJEET JA LAATUVAATIMUKSET

- TIEL 2110014 Läjitysalueen suunnittelu - Läjitysalueohje
 TIEL 2140015 Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset
 TIEL 2140016 Puun käyttö melusteissa
 TIEL 2150008 Luonnon monimuotoisuus ja tienpito - Tieluonnon hoito-ohjelma
 TIEL 2150009 Tiehankkeiden ja tienpidon toimien ympäristövaikutusten selvittäminen
 TIEL 2150010 Tiehankkeen vaikutukset ihmisiin ja yhteisöihin
 TIEL 2210013 TYLT: Tiekaiteet
 TIEL 2210014-2000 TYLT: Yleiset perusteet - Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet - Penger- ja kerrosrakenteet - Lisäykset ja muutokset vuonna 2000
 TIEL 2212456-2000 TYLT: Perustamis- ja vahvistamistyöt
 TIEL 2212802-2000 TYLT: Päälystystyöt
 TIEL 2212809-98 TYLT: Murskaustyöt
 TIEL 2230054 Kevyen liikenteen väylien hoito; Menetelmätieto
 TIEL 2230055 Viherhoito tieympäristössä
 TIEL 2240002-98 Yleiset arvonmuutosperusteet: Murskaustyöt
 TIEL 2243560-2000 Yleiset arvonmuutosperusteet: Päälystystyöt

SELVITYKSIÄ (=TS) JA SISÄISIÄ JULKAISUJA (=SJ):

Liikennetekniikka

- TIEL 3200561 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Ohitusnäkemät (TS 16/1999)
 TIEL 3200566 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus (TS 21/1999)
 TIEL 3200570E S 12 Improvement solutions for main roads:
New road types - Summary on test roads in Finland (TS 25/1999)
 TIEL 3200602 Raskaat ajoneuvot kiertoliittymissä (TS 12/2000)
 TIEL 3200602E Roundabouts and heavy vehicles (TS 13/2000)
 TIEL 3200603 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Tietyömaiden liikennehaittojen arviointi (TS 14/2000)
 TIEL 3200613 Kiertoliittymien turvallisuus (TS 25/2000)
 TIEL 4000191 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Uudet tietyypit - Koeteiden turvallisuus (SJ 20/1999)
 TIEL 4000193 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Uudet tietyypit - Selvitys ulkomaisista kokemuksista (SJ 21/1999)
 TIEL 4000212 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Parannettavien pääteiden suuntaus (SJ 30/1999)
 TIEL 4000213 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Uusien tietyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 6 välillä Koskenkylä - Kouvola
Osa A: Raportti, Osa B: Liitekartat (SJ 31/1999)
 TIEL 4000214 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Kevyen liikenteen ja yksityistieliittymien yhteiset ratkaisut (SJ 33/1999)
 TIEL 4000221 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Tutkimussuunnitelma (SJ 42/1999)
 TIEL 4000227 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Kapeiden pientareiden vaikutus kaksiajorataisten teiden turvallisuuteen (SJ 48/1999)
 TIEL 4000233 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Uusien tietyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 5 välillä
Joroinen - Varkaus (SJ 55/1999)
 TIEL 4000234 S 12 Pääteiden parantamisratkaisut:
Uusien tietyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 4 välillä
Haurukylä - Haaransilta - Kempele (SJ 56/1999)
 TIEL 4000242 Liikenneteknisen mitoituksen perusarvot (SJ 14/2000)
 TIEL 4000243 Taajamakeskustateiden poikkileikkaukset
Testiajo- ja kirjallisuusselvitys (SJ 18/2000)
 TIEL 4000245 Joukkoliikenne -
Opas tiepiirin joukkoliikenneselvityksen laatimiseksi (SJ 23/2000)
 TIEL 4000247 S 12 Improvement solutions for main roads:
Nordic Highway Capacity - Uninterrupted Flow Facilities in Denmark, Finland, Norway and Sweden (Finnra Internal Publications 4/2000)