

PÄÄLLYSTYSKOKEET 1977

**JA JÄLKITARKASTUKSET PÄÄLLYSTYSKOKEISTA
1966 - 1976**

**MASSATUTKIMUSMENETELMIEN VERTAILUTUT-
KIMUS KENTTÄLABORATORIOISSA**

08

TIE-



78 408

Yhteenveto

Massatutkimusmenetelmien vertailututkimus 1977

Loppukesällä 1977 tekivät VTT, Lemminkäinen Oy, Uudenmaan tie- ja vesirakennuspiiri sekä TVH:n maatutkimustoimisto yhteistoimin massatutkimusmenetelmien vertailututkimuksen kenttälaboratorio-olosuhteissa.

Tutkimuksella pyrittiin vertailemaan käytössä olevia ja uusia massatutkimusmenetelmiä. Tutkimuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota menetelmän tarkkuuteen, tutkimusnopeuteen ja työturvallisuuteen sekä vertailtiin tutkimuslaitteiden hintoja. Tutkimusmenetelmät olivat uuttosuodatus-, uuttohylsy-, painesuodatus- ja sentrifugimenetelmä.

Tutkimustulosten mukaan TVL:n päällystystyömailla käytössä oleva uuttosuodatusmenetelmä ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorion kenttälaboratorioita varten kehittämä uuttohylsymenetelmä soveltuvat tutkimustarkkuudeltaan massanäytteiden sideainepitoisuuden määrittämiseen.

Tutkimuksen mukaan massatutkimuksissa muodostuvia myrkyllisiä liuotinkaasuja voidaan vähentää hyvillä laboratorio-olosuhteilla (voimakastehoiset vetokaapit, sopivat työmenetelmät ja tilavat kenttälaboratoriot).

VTT:n uuttohylsymenetelmää voidaan käyttää TVL:n kenttälaboratorioissa nykyisen uuttosuodatusmenetelmän sijasta. Ennen menetelmän mahdollista käyttöönottoa tulee piirin ottaa yhteys TVH:n maatutkimustoimistoon laborantin koulutuksen, laitteiden hankinnan ym. suhteen. Myös sentrifugimenetelmää voidaan käyttää, kun huomioidaan sideainepitoisuudessa esiintyvä ero, mikä kullekin sentrifugille on määritettävä erikseen.

Vanhat vuosien 1966-76 kokeet

Asfalttibetonin rumpusekoituskoe on osoittanut, että rumpusekoittimella tehtyä epähomogeenista koepäällystettä on paikattu huomattavasti enemmän kuin annossekoittimella tehtyä vertailupäällystettä. Rumpusekoitinosuuksille oli muodostunut päällysteen purkautumista, mitä annossekoitinosuudella ei todettu.

Kuumapäälysteiden kiviaineskokeissa on todettu aikaisempia täydentävinä jatkohavaintoina, että heikko kalkkikivi ei sovellu kulutuskestävän päälysteen runkoaineeksi, ja että massan sisältämällä kalkkikivellä ei ole mainittavaa merkitystä päälysteen vaalentamisessa (Herttua-la-Punkasalmi).

Heikohko rapakivi (Los Angelesluku 36) on kestänyt melko vilkkaan liikenteen (2900 autoa KVL) kulutusta eikä eroa juuri huomaa kovemmasta kivilajista tehtyyn päälysteeseen (Kaipiainen-Kaitjärvi).

Epäjatkuvat asfalttibetonit ovat kuluneet mittausten mukaan hie-man vähemmän kuin normaalit asfalttibetonit. Valuasfaltit ovat kuluneet enemmän kuin asfalttibetonit. Eräissä epäjatkuvissa koepäälysteissä on todettu muodostuvan purkautumisen alkua työnaikaisiin lajittumakohtiin nopeammin kuin normaalipäälysteissä. (Tapiolan liittymä-Haukilahdin liittymä, Vantaa-Keimola, Hintta-Kiiminki-Ponto ja Rimminlampi-Punamäki).

Kuumapäälysteiden sideainekokeissa puhalletulla bitumilla B-120 tehty koepäälyste on kulunut tislatuilla bitumeilla tehtyjä osuuksia enemmän (Vehmainen-Huutijärvi), mutta mainittavaa eroa ei toisessa kokeilussa todeta (Laitila-Varhokylä).

Kuumapäälysteiden tartukekokeissa tartukkeet eivät ole aikaisempia kertoja täydentävien kulumismittausten mukaan merkittävästi parantaneet kulumiskestävyyttä. (Vehmainen-Huutijärvi, Aura-Pauna, Kaasmarkku-Tervahauta ja Mellunkylä-Gumbostrand). Poikkeuksen muodostaa kuitenkin tieosa Stensvik-Pikkala, jossa tartukkeella näyttäisi olleen kulumista pienentävä vaikutus. Marshall-lujuus on normaalipäälysteessä yleensä jonkinverran pienempi kuin tartuketta sisältävissä koepäälysteissä.

Kuumapäälysteiden täytejauhekokeissa on pitkäaikaisen seurannan tuloksena todettu, että Portland-sementti, talkkijauhe, asbestijauhe ja hienokalkki soveltuvat täytejauheeksi kalkkikivijauheen tavoin. Maasälpäjauheisuus on kulunut enemmän kuin normaali kalkkikivijauheisuus, eikä sen käyttö täytejauheena ole suositeltavaa. Asbestijauhetta ei kuitenkaan työsuojelusyistä saa käyttää täytejauheena. (Tammisaari-Salo, Kuusjärvi-Käsämä ja Laitila-Varhokylä)

Siltapäälystekokeessa suojabetoniton rakenne on osoittautunut saman veroiseksi kuin suojabetonin sisältävä rakenne. Kokeessa käytetty valuasfaltti ei purkautunut sillalla suuren liikennemäärän johdosta niin helposti kuin asfalttibetoni (Suurmetsän risteys-silta).

SISÄLLYSLUETTELO

<u>A. Vuoden 1977 tutkimus</u>	<u>Sivu</u>
Massatutkimusmenetelmien vertailututkimus kenttälaboratorioissa v. 1977	5
<u>B. Jälkitarkastukset vuosien 1966 - 76 kokeista</u>	
I Asfalttibetonin kuormalajittumatutkimus v. 1976 Hyvinkää - Mäntsälä	28
II Rumpusekoituskoee v. 1975 Ruskeasanta - Hyrylä	29
III Kiviaineskokeet (lujuus ja vaaleus) vv. 1966-71 Kaipilainen - Kaitjärvi	32
Herttuala - Punkasalmi	33
IV Kiviaineskokeet (rakeisuus) vv. 1972-74 Tapiolan liittymä - Haukilahden liittymä	34
Vantaa - Keimola	35
Yliskylä - Keski-Suomen läänin raja	36
Hintta - Kiiminki - Ponto	36
Rimminlampi - Punamäki	37
V Kuumapäällysteiden sideaine-, tartuke- ja täyte- jauhekoheet vv. 1968-75 Mellunkylä - Gumbostrand	39
Kaasmarkku - Tervahauta	41
Aura - Pauna	42
Munkulla - Kantvik	43
Stensvik - Pikkala	44

	<u>Sivu</u>
Vehmainen - Huutijärvi	45
Kuusjärvi - Käsämä	46
Tammisaari - Salo	48
Laitila - Varhokylä	48
VI Kylmäpäällysteiden sideaine-, tartuke ja täyte- jauhekokeet vv. 1966-76	
Hauvanlahti - Särkilähti	x)
Puujaan paikallistie	x)
Rantakylän jalkakäytävä ja pyörätie	52
Tuorlahti - Kuivarauma	x)
Punkalaidun - Murronharju	52
VII Kylmäpäällystekokeet ilman tartuketta vv. 1971-72	
Uusikylä - Vierumäki	53
Punkalaidun - Kanteenmaa	53
VIII Siltapäällystekoe v. 1972	
Suurmetsän risteyssilta (S 2)	54

x) ei raportoida v. 1977 tässä kansiossa

MASSATUTKIMUSMENETELMIEN VERTAILUTUTKIMUS
KENTTÄLABORATORIOISSA V. 1977

Sisällysluettelo

1. Tiivistelmä
2. Massatutkimusmenetelmät kenttälaboratorioissa
 - 2.1 Uttosuodatusmenetelmä
 - 2.2 Soxhletmenetelmä
 - 2.3 Sentrifugimenetelmä
 - 2.4 Painesuodatusmenetelmä
 - 2.5 Uttohylys-suodatusmenetelmä
3. Vertailututkimus
 - 3.1 Vertailututkimuksen tarve
 - 3.2 Suoritus aika, sekoitusasema, levitys ja tutkimuspaikat
 - 3.3 Massojen valmistuksessa käytetyt materiaalit ja koneet
 - 3.4 Massanäytteiden otto ja neliöinti rinnakkaisnäytteiksi
 - 3.5 Näytteiden tutkiminen
 - 3.6 Tutkimustulokset
4. Johtopäätelmät

1. Tiivistelmä

Loppukesällä 1977 tehtiin yhteistoiminnassa VTT:n, Lemminkäinen Oy:n, Uudenmaan tie- ja vesirakennuspiirin sekä TVH:n maatumkimustoimiston kanssa massatutkimusmenetelmien vertailututkimus kenttälaboratorio-olosuhteissa.

TVL:n päällystystöissä käytettyjen asfalttiasemien massanvalmistustehot ovat kasvaneet. Tämän vuoksi esiintyy tarvetta löytää aikaisempaa nopeampi massanäytteen tutkimusmenetelmä, jolla päästään riittävään tutkimustarkkuuteen. Tutkimuksella pyrittiin vertailemaan käytössä olevia ja uusia massatutkimusmenetelmiä. Tutkimuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota menetelmän tutkimusnopeuteen, tarkkuuteen ja työturvallisuuteen (käytettävät liuotinaineet ovat myrkyllisiä) sekä vertailtiin tutkimuslaitteiden hintoja.

Tutkimustulosten mukaan TVL:n työmailla käytössä oleva uuttosuodatusmenetelmä ja VTT:n tie- ja liikennelaboratorion kenttälaboratorioita varten kehittämä uuttohylsymenetelmä soveltuvat tutkimustarkkuudeltaan massanäytteiden sideainepitoisuuden määrittämiseen. Nämä määrittämismenetelmät osoittautuivat kuitenkin tutkimusnopeudeltaan hitaimmiksi, muihin menetelmiin verrattuna. Uuttohylsymenetelmän käyttäminen oli tosin tutkimuksessa vielä harjoittelua, joten siinä tutkimusnopeus tulee kasvamaan kokemuksen myötä jonkin verran.

Painesuodatusmenetelmä osoittautui tutkimusnopeudeltaan selvästi nopeimmaksi (taulukko 3), mutta menetelmässä käytetty ylipaine rikkoiki ravistelijan 0,074 mm seulan, jolloin läpäisy-arvo tuli virheelliseksi. Ylipaineen käyttö ravistelijassa ei ole näinollen sallittua. Tutkimustarkkuuden kustannuksella ei ole syytä nopeuttaa näytteen tutkimista.

Sentrifugimenetelmässä saatiin sideainepitoisuus keskimäärin 0,3 %-yksikköä toisten menetelmien antamaa arvoa suuremmaksi. Menetelmän käyttö oli helppoa ja tutkimusnopeus riittävä.

Mikäli on kyseessä suuritehoinen asfalttiasema, jolla tulokset tarvitaan erittäin nopeasti, niin kannattaa käyttää sentrifugimenetelmää, nykyisen uuttosuodatusmenetelmän sijasta, jolloin tulee ottaa huomioon systemaattinen ero sideainepitoisuudessa.

Tutkimuksen mukaan massatutkimuksissa muodostuvia myrkyllisiä liuotin kaasuja voidaan vähentää hyvillä laboratorio-olosuhteilla (voimakastehoiset vetokaapit, tilavat kenttälaboratoriot ja oikeat työmenetelmät).

2. Massatutkimusmenetelmät kenttälaboratorioissa

Tie- ja vesirakennuslaitoksen päällystystyömailla tutkitaan vuosittain tuhansia massanäytteitä esimerkiksi vuonna 1975 noin 3100 kpl. Näytteet tutkitaan yleensä rakennuttajan kenttälaboratoriossa. Joillakin työmailla tutkimukset tehdään sekä rakennuttajan että urakoitsijan kenttälaboratoriossa. Näytteiden ottoa ja tutkimista varten työmailla on laborantti.

Massanäytteistä tutkitaan yleensä sideainepitoisuus ja kiviaineksen rakeisuus. Tutkimus tapahtuu liuottamalla sideaine kiviaineksestä ja seulomalla kiviaines.

Kenttälaboratoriossa käytetään yleisesti seuraavia massatutkimusmenetelmiä:

- uuttosuodatusmenetelmä
- soxhletmenetelmä

Vähemmän käytettyjä menetelmiä ovat:

- sentrifugimenetelmä
- painesuodatusmenetelmä
- uuttohylsysuodatusmenetelmä

Seuraavassa on lyhyt selostus näistä tutkimusmenetelmistä.

Tarkempia menetelmäkuvauksia on esitetty alan kirjallisuudessa.

2.1 Uuttosuodatusmenetelmä

Uuttosuodatusmenetelmässä sideainepitoisuus määritetään liuottamalla näytteen sideaine uutosravistimessa liuotinaineeseen ja laskemalla sideainemäärä alkuperäisen näytteen painon ja pestyn kiviaineksen painon erotuksena.

Laitteet:

- uutoravistin ja seulat (0,074 mm, 0,125 mm, 1 tai 2 mm ja 4 mm)
- vaaka, kapasiteetti vähintään 2000 g ja tarkkuus 0,1 g
- suodatuslaite imupumppuineen.

Näyte punnitaan ja kaadetaan uutosravistimeen. Uutosravistimeen lisätään noin 1500 ml metyleenikloridia. Näytettä pestään noin 5 min. Ravistimen poistoventtiili avataan ja liuotin johdetaan suodatuslaitteeseen, jonka välipohjan päälle on asetettu suodatinpaperi (esim. Schleicher & Schüll n:o 575 tai 1575).

Suodatinlaitteen imupumppu käynnistetään. Suodatettu liuotinaine kaadetaan uudelleen uutosravistimeen ja pesua jatketaan 10 min., jonka jälkeen suoritetaan uusi suodatus. Tätä ennen on suodatuslaitteeseen vaihdettava uusi suodatinpaperi. Uutosravistimeen lisätään n. 1000 ml puhdasta metyleenikloridia ja näytettä pestään edelleen 5 min., jonka jälkeen tarkastetaan, onko kiviaines peseytynyt puhtaaksi. Jos osoittautuu tarpeelliseksi, jatketaan pesua 5 min. jaksoin ja välillä tarkastetaan kiviaineksen puhtaus. Lopuksi suoritetaan liuotinaineen suodatus käyttämällä taaskin uutta suodatinpaperia. Tämän jälkeen kiviaines ja suodatinpaperit kuivataan 150...200° C lämmössä 0,5...1,0 tunnin ajan. Suodatinpaperit poltetaan ja niissä oleva kiviaines ja muu kiviaines punnitaan. Sideainepitoisuus lasketaan kaavasta

$$S = 100 \frac{W_n - W_k}{W_n}$$

S = sideainepitoisuus (%)

W_n = näytteen paino (g)

W_k = kiviaineksen yhteispaino (g)

Menetelmän tarkkuus on 0,1 %-yksikköä. Tämä tarkkuus edellyttää kuitenkin erittäin huolellista työskentelyä. Suurimpina virhetekijöinä ovat laitteissa ilmenneet vuodot, huolimaton kiviaineksen kerääminen punnitukseen ja se, että filleriaines on päässyt läpäisemään suodatinpaperin. Kun mainitut tekijät aiheuttavat sen, että kiviaineksen paino tulee todellista pienemmäksi, saadaan menetelmää käytettäessä virhetapauksissa useimmiten todellista suurempia sideainepitoisuuksia.

2.2 Soxhlet-menetelmä

Soxhlet-menetelmällä määritetään öljysoran ja bitumiliuossoran sideaine- ja vesipitoisuus. Menetelmän periaatteena on sideaineen poisuuttaminen Soxhlet-laitteessa ksyleeniin ja ksyleenin mukana höyrystyneen veden määrän erottaminen laitteeseen liitetyn veden-erottimen pohjalle. Sideainepitoisuus lasketaan prosentteina kuivan massan painosta ja vesipitoisuus prosentteina kuivan kiviaineksen painosta.

Laitteet:

- soxhlet-laite
- keittopullo, tilavuus 2 l
- sähköhaude
- vaaka, kapasiteetti väh. 2000 g ja tarkkuus 0,1 g

Laitteen uutoshylsy (esim. Nagel & Co, kovempi laatu) kuivataan noin yksi tunti 105° C:n lämpötilassa, jäädytetään eksikaattorissa ja punnitaan. Hylsyyn sullotaan tutkittavaa näytettä vähintään 700 g, punnitaan ja asetetaan paikoilleen laitteen näytepesään siten, että hylsyn yläpinta tulee lappoputken yläpintaa korkeammalle.

Keittopulloon kaadetaan vedetöntä ksyleeniä n. 1,2-1,5 l ja pudotetaan muutamia keitinkiviä. Laite kootaan ja jäädytysvesi johdatetaan jäädyttäjään. Keittopulloa lämmitetään, jolloin ksyleeni alkaa kiehua ja höyrystyy tiivistyen jälleen jäädyttäjään, josta se alkaa valua näytepesällä olevan näytteen päälle liuottaen sideainetta pois kiviaineksesta. Lämmittämistä jatketaan niin, että liuotinta koko ajan tippuu jäädyttimestä. Nestepinnan saavuttaessa lappoputken ylimmän kohdan, tyhjenee näytepesä ksyleenin valuessa lappoputkea pitkin keittopulloon ja prosessi alkaa uudestaan. Määrityksen nopeuttamiseksi näytepesäosa eristetään lämpösuojausella. Määritystä jatketaan kunnes liuotin näytepesällä on miltei väritöntä. Uutosaika on tavallisesti 2-3 tuntia.

Uuttamisen jälkeen uutoshylsy ja siinä oleva kiviaines kuitavaan lämpökaapissa $150-170^{\circ}$ C lämpötilassa n. 1-2 tuntia eli kunnes kaikki ksyleeni on haihtunut. Koska ksyleenihöyryt vaikuttavat huumaavasti ja ovat terveydelle haitallisia, on kuivaaminen suoritettava mahdollisimman hyvin ilmastoidussa paikassa vetokaapissa. Uuttohylsy ja kiviaines punnitaan ja lasketaan kuivan kiviaineksen paino. Sideainepitoisuus lasketaan kaavasta.

$$W = 100 \frac{W_n - W_k - W_v}{W_n - W_v}$$

S = sideainepitoisuus (%)

W_k = kuivan kiviaineksen paino (g)

W_n = kostean näytteen paino (g)

W_v = veden paino (g)

Vedenerottimeen kertyneen veden määrä luetaan ja vesipitoisuus (%) lasketaan kaavasta:

$$W = 100 \frac{W_v}{B_k}$$

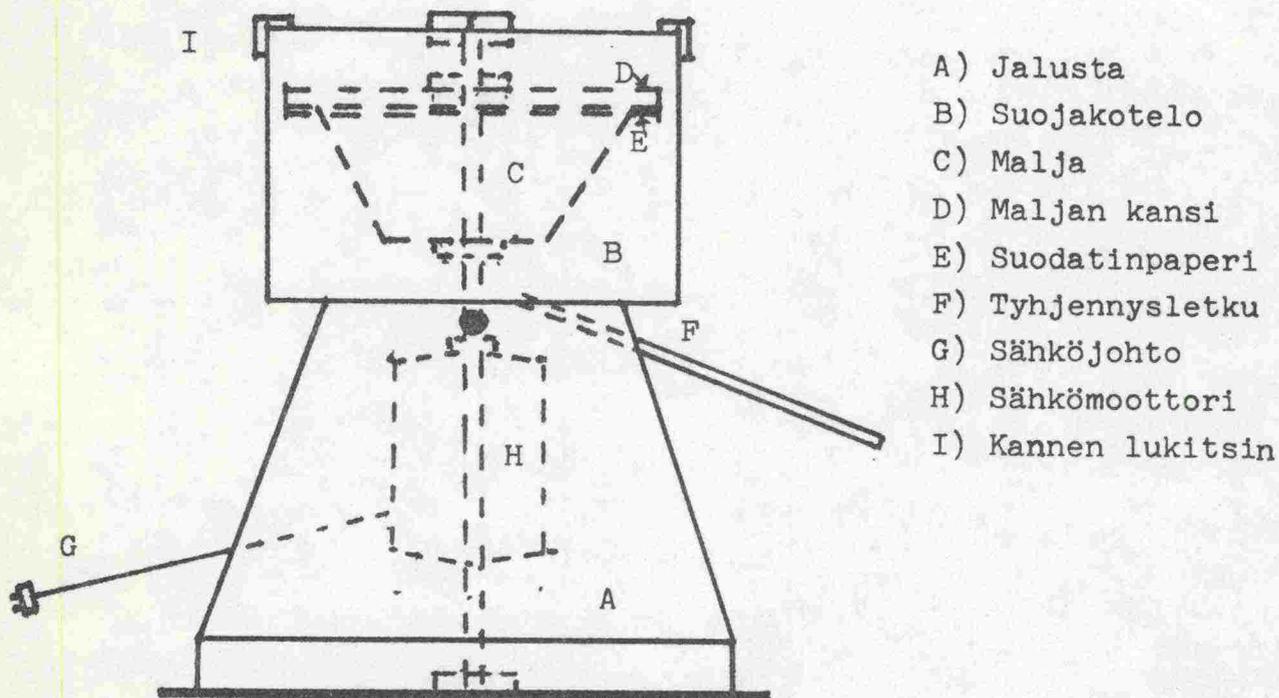
Soxhlet-menetelmää käyttäen saavutetaan huolellisesti työskennellen sideainepitoisuudessa tarkkuus 0,1 %-yksikköä. Epätarkkuutta aiheutuu siitä, ettei kiviaineksen pesua ole suoritettu riittävän tarkasti. Vesipitoisuudessa virhettä voi muodostua siitä, että veden ja ksyleenin raja vedenerottimessa on vaikea todeta ja että vettä on emulgoituneena ksyleenin erottimessa. Epätarkkuuta aiheutuu myös siitä, että filleriä pääsee hylsyn läpi keittopulloon. Hylsyn tiiviys voidaan testata sentrifugimalla uutoksen jälkeen kaikki siihen käytetty ksyleeni ja punnitsemalla ksyleeniliuoksesta saatu fillerimäärä.

2.3 Sentrifugimenetelmä

Sentrifugimenetelmässä sideainepitoisuus määritetään kuten edellä uutuosuodatusmenetelmässäkin alkuperäisen näytteen painon ja sideaineesta puhtaaksi pestyn kiviaineksen painon erotuksen avulla. Päälystemassojen tutkimiseen valmistettujen sentrifugien maljan tilavuus on yleensä niin pieni (n. 2000 cm³), että niissä voidaan käsitellä enintään 1200g massaa kerrallaan. Jos tutkittavan massan suurin raekoko edellyttää suurempaa tutkittavan näytteen määrää, käsittely on suoritettava kahdessa erässä.

Laitteet:

Maljasentrifugi



- A) Jalusta
- B) Suojakotelo
- C) Malja
- D) Maljan kansi
- E) Suodatinpaperi
- F) Tyhjennysletku
- G) Sähköjohto
- H) Sähkömoottori
- I) Kannen lukitsin

Näyte punnitaan ja pannaan (enint. 1200 g) sentrifugin maljaan. Suodatinpaperirengas sijoitetaan maljan päälle ja kansi kiinnitetään paikoilleen. Malja lukitaan akselillaan ja siihen kaadetaan noin 200 ml metyleenikloridia. Ennen käynnistystä liuottimen annetaan pehmentää näytettä muutaman minuutin ajan. Aluksi käytetään hidasta pyörimisnopeutta, josta massa jakaantuu tasaisesti maljaan. Nopeutta lisätään vähitellen ja samalla seurataan liuottimen poistvirtausta ulostuloputkesta. Kun liuotin on loppunut, lisätään uutta noin 200 ml. Tämä toistetaan 4...6 kertaa

Sentrifugoiminen lopetetaan, kunnes ulosvirtaava liuotin on lähes puhdasta ja kiviaines täysin peseytynyttä. Kanteen tarttunut kiviaines harjataan maljaan. Malja ja suodatinpaperirengas kiviaineksineen kuivataan 150...200° C lämmössä 0,5...1,0 tunnin ajan. Suodatinpaperi poltetaan ja siinä ollut kiviaines lisätään muuhun kiviainekseen, joka punnitaan. Sideainepitoisuus lasketaan kaavasta.

$$S = 100 \frac{W_n - W_k}{W_n}$$

S = sideainepitoisuus (%)

W_n = kiviaineksen paino (g)

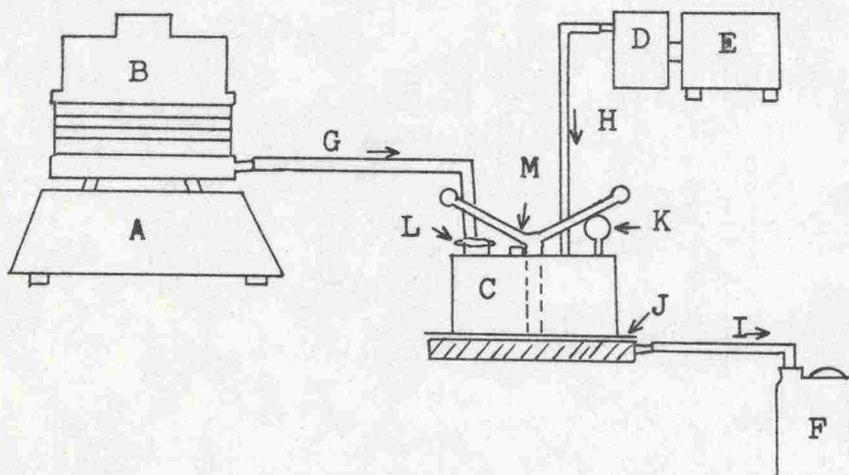
W_k = näytteen paino (g)

Menetelmän tarkkuus on 0,1 %-yksikköä. Tähän pääseminen edellyttää huolellista työskentelyä. Suurin virheenaiheuttaja tämän menetelmän käytössä on, että osa hienointa kiviainesta poistuu maljasta liuottimen mukana. Tästä seurauksena todellista korkeammat sideainepitoisuusarvot. Tämä virhe voidaan todeta sentrifugimalla ulosvirrannutta liuotinainetta uuttotislusmenetelmässä käytettävällä sentrifugilla.

2.4 Painesuodatusmenetelmä

Painesuodatusmenetelmä poikkeaa uuttosuodatusmenetelmästä vain siltä osin, että suodattaminen tapahtuu siinä paineen avulla.

Laitteet:



- A) Uuttoravistin
- B) Seulasto
- C) Painesuodatin
- D) Painepumppu Multifix MR-267
- E) Moottori Multifix MR-25
- F) Liuotinastia
- G) Tyhjennysletku
- H) Paineletku
- I) Tyhjennysletku
- J) Suodatinpaperi
- K) Painemittari
- L) Painesuodattimen täyttöaukko
- M) Ylipaineventtiili

Painesuodatus tapahtuu siten, että täyttöaukon kansi avataan ja liuotin lasketaan painesuodattimeen. Täyttöaukon kansi kiinnitetään ja varmistutaan, ettei tyhjennysletku vuoda tai ole tulossa. Tämän jälkeen lisätään suodattimen painetta. Paineen noustessa seurataan mittaria koko ajan, ettei paine pääse nousemaan yli 90 naulaa/neliötuuma. Kun paine alkaa laskea mittarissa, vaikka pumppu on käynnissä, niin laite on tyhjä liuottimesta. Suodattaminen suoritetaan niin monta kertaa, että näyte on puhdas.

2.5 Uuttohylys-suodatusmenetelmä

Tässä menetelmässä sideainepitoisuus määritetään liuotinaineeseen liuonneesta sideaineesta, kun uuttosuodatusmenetelmässä se saadaan massan ja massasta uuttamalla erotetun kiviaineksen painoerona.

Menetelmässä asfalttimassan kiviaines ja bitumi erotetaan toisistaan uuttamalla käyttäen liuottimena metyleenikloridia. Uuttaminen tehdään uutostarvaimessa.

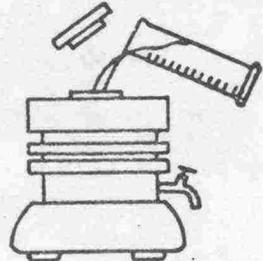
Uuttamisen jälkeen saadusta uuttoliuoksesta, joka sisältää täytejauhetta, poistetaan tämä menetelmän mukaan otettavasta osanäytteestä suodattamalla se paineella määrähuokoisen uuttohylysyn läpi, jolloin täytejauhe jää hylysyn ulkopuolelle. Tämän jälkeen otetaan uuttohylysyyn suodattuneesta liuoksesta tietyn tilavuuden omaava osanäyte, josta liuotin haihdutetaan pois tarkoitukseen sopivissa haihdutusastioissa esim. ilmavarran avulla ja lopuksi lämpökäpissa.

Haihdutusjäännöksestä eli astiaan jääneestä puhtaasta sideainemäärästä, lasketaan sitten asfalttimassan sisältämä sideainepitoisuus paino-%:na.

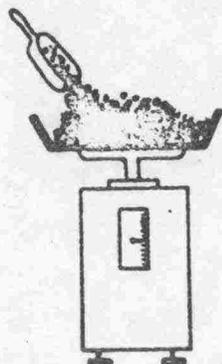
Menetelmä on selostettu VTT:n tie- ja liikennelaboratorion tiedonannossa 30/1977. Oheisessa kuvassa on periaatekaavio menetelmän työvaiheista.

KUVA. Periaatekaavio uuttohylsymenetelmän työvaiheista

Uuttolaitteen täyttö
liuotteella
(700-2800 ml)



Massan punnitus



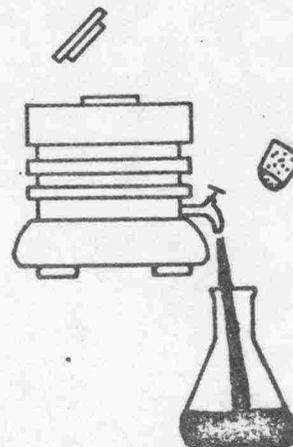
Uuttolaitteen täyttö
massalla (500-2000g)



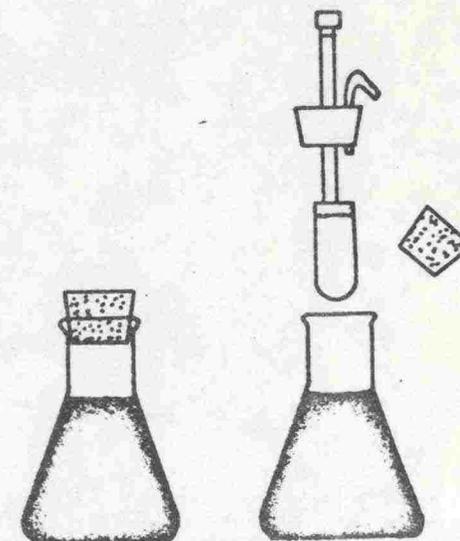
Uuttaminen
(20-30 min)



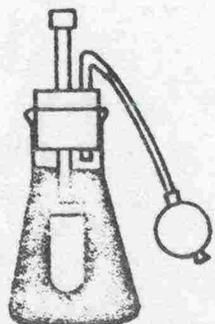
Liuksen otto pulloon
(750-1000 ml)



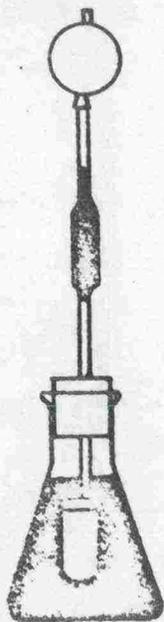
Suodattimen paikalleen
asetus



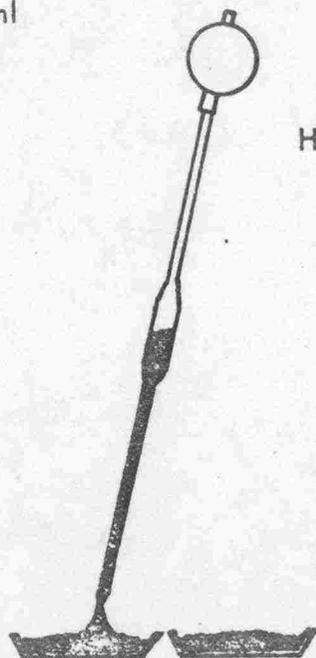
Painesuodatus



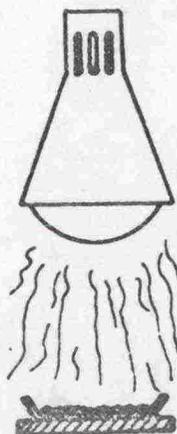
Pipetointi 2x50ml



Haihdutus



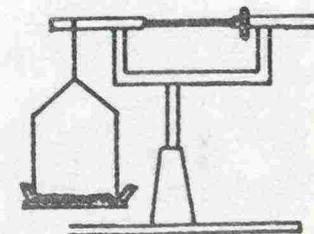
Lämpökaappi
130..140 °C
(5-10 min)



Jäähdytys



Punnitus
(tarkkuus 0,02 g)



3. Vertailututkimus

3.1 Vertailututkimuksen tarve

Päällystealalla on tapahtunut viime vuosina voimakasta kehitystä. Massan valmistuskoneet ovat automatisoituneet ja tehot kasvaneet. Massa valmistuu siis entistä nopeammin ja mikäli häiriöitä koneistossa esiintyy, voi kelpaamatonta massaa valmistua paljonkin, ellei näytetutkimuksia saada tehtyä entistä nopeammin.

Massanäytteiden tutkimistiheys perustuu TVH:n päällystetöiden valvontaohjeiden mukaan valmistuneeseen massamäärään. Massanäyte otetaan yleensä jokaisesta alkavasta 500 tonnin massaerästä ja määritysten on oltava suoritettu yleensä viimeistään silloin, kun näytteenoton jälkeen on valmistettu massaa 500 tonnia.

Nykyään TVL:n kenttälaboratorioissa käytössä oleva asfalttimassanäytteiden tutkimismenetelmä (uuttosuodatusmenetelmä) on melko hidas. Hyvänä ominaisuutena voidaan pitää sen tarkkuutta, välineiden yksinkertaisuutta ja helppokäyttöisyyttä.

Asfalttimassakoneiden tehon lisääntyttyä on selvää, että esiintyy tarvetta nopeamman tutkimismenetelmän aikaansaamiseksi. Menetelmän tulee olla tarkka, käytettyjen välineiden on oltava yksinkertaisia ja helppokäyttöisiä. Työturvallisuutta on myös voitava entisestä edelleen parantaa.

3.2 Suoritus aika, sekoitusasemat, levitys- ja tutkimuspaikat

Tutkimus tehtiin 4.8 - 17.10.1977 TVL:n Uudenmaan piirin Maantiekylän ja Mäntsälän asfalttiasemilla.

Asfalttibetonimassat levitettiin Porvoon moottoritieltä erkanevalle maantielle n:o 1533 Keupasmäki-Kalkkiranta (näytteet 1-4) ja valtatielle n:o 3 välille Kaivoksela-Vantaankoski (näytteet 5-12) moottoritien vasemman ajoradan varsinaiselle ajokaistalle.

Tasausmassaa käytettiin mt. 131 ja pt. 11595 tasaukseen. Öljysoramassa tehtiin Mäntsälän asfalttiaseman varastoon.

Näytetutkimukset tehtiin sentrifugi- ja uuttosuodatusmenetelmillä TVL:n Maantiekylän asfalttiaseman kenttälaboratoriossa, painesuodatusmenetelmällä Lemminkäinen Oy:n Sammonmäen asfalttiasemalla laboratorioautossa, uuttohylsysuodatusmenetelmällä TVL:n Nummelan tukikohdan kenttälaboratoriossa ja Soxhlet-menetelmällä TVH:n laboratoriossa Pitäjänmäellä.

3.3 Massojen valmistuksessa käytetyt materiaalit ja koneet

Materiaalit:

Asfalttibetonin Ab 25/100 kiviaineksena käytettiin murskesoraa 0-25 mm 94 % ja kalkkifillieriä 6 %. Sideaineen B-120 ohjearvo oli 5,6 %.

Tasausmassan TAS 12 kiviaineksena käytettiin murskesoraa 0-12 mm 100 %. Sideaineen B-120 ohjearvo oli 5,1 %.

Öljysoran kiviaineksena käytettiin murskesoraa 0-18 mm 100 %. Tieöljyn ohjearvo oli 3,6 % ja siihen sekoitettiin tartuketta R-Amin T 8020 0,8 %. Kiviaines kuivattiin.

Koneet:

Maantiekylän sekoitusasemalla oli ARA 150 vm.-76 ja Mäntsälän sekoitusasemalla oli ARA 100 vm.-66. Levittimenä oli Barber Greene SA 141 ja esijyränä Hatran kolmivalssijyrä (paino 8 t) sekä jälkijyränä Greens Griffin Blacemaker valssijyrä (9,5 t).

3.4 Massanäytteiden otto ja neliöinti.

Asfalttibetoni- ja tasausmassanäytteet otettiin TVL:n Uudenmaan piirin Maantiekylän asemalla ja öljysoramassanäytteet Mäntsälän asemalla. Näytteet otettiin tasakärkisellä lapiolla massakuormista TVL:n päällystystöiden valvontaohjeiden edellyttämällä tavalla.

Näytteet asetettiin puhdistetulle 1 m^2 :n suuruiselle metallilevyille (n. 25 kg massaa) ja sekoitettiin huolellisesti. Sitten näyte jaettiin neljään osaan. Kaksi vastakkaista osaa poistettiin toiset kaksi yhdistettiin. Sitten jatkettiin massan sekoitusta ja se jaettiin taas neljään osaan. Kaksi vastakkaista näytettä otettiin talteen mahdollisia myöhempiä tutkimuksia varten ja toiset kaksi taas yhdistettiin. Massan sekoittamisen jälkeen näyte jaettiin kolmannen kerran 8- osanäytteeseen, joista aina vastakkaiset yhdistettiin ns. rinnakkaisnäytteeksi (4 kpl).

Rinnakkaisnäytteet talletettiin voimapaperipusseihin tutkimuksia varten. Rinnakkaisnäytteen suuruus oli n. 1,5 kg. Massanäytteiden otto ja neliöinti kesti n. 20 min.

3.5 Näytteiden tutkiminen

Edellä kohdassa 2 selostettiin kussakin menetelmässä tarvittavat laitteet ja tarvikkeet sekä menetelmän käyttö. Tässä yhteydessä selvitetään lähinnä asfalttibetonimassan Ab 25/100 näytteiden tutkimisessa eri menetelmillä saatuja kokemuksia.

Sentrifugimenetelmä

Sentrifugimenetelmässä maljasentrifugin kokoaminen ja näytteen suodatus tapahtui nopeasti. Liuottimen täyttöaukko oli kuitenkin ahdas. Menetelmässä kiviaines suodatuksen jälkeen pesuseulotaan. Uuttosuodatus, painesuodatus ja uuttohylsy-menetelmässä sitä ei tarvitse tehdä. Piirin asfalttiasemalla saatiin pesuvesi vesijohtaverkosta, jota mahdollisuutta kentällä ei aina ole. Tutkimuksessa saatiin hieman normaalia pienempi kiviaineksen pesuaika. Työturvallisuuden kannalta menetelmä on hyvä. Drager-laitteella saatiin ilman epäpuhtaudeksi keskimäärin 50 ppm. Laboratoriossa oli hyvät työskentelyolosuhteet.

Painesuodatusmenetelmä

Tämä menetelmä on ollut käytössä vasta kaksi vuotta. Sitä käytetään Lemminkäinen Oy:n laboratoriossa. Tutkimuksen perusteella menetelmä osoittautui erittäin nopeaksi ja käytöltään varsin yksinkertaiseksi. Tutkimuksen luonteen takia laborantti kiinnittää ehkä huomiota enemmän näytetutkimuksen nopeuteen kuin tarkkuuteen. Ylipaineen käyttö rikkoi 0,074 mm:n seulan ja aiheutti läpäisyarvon kasvua ainakin näytteissä 3, 6 ja 7.

Suodatusastiassa käytettiin ylipainetta (50 psi). Erään näytteen aikana ylipaine oli jopa n. 80 psi. Tällöin alipainepumppu kuumenteli liikaa ja painetta vähennettiin.

Suodatusastian tulee olla ao. tarkastuslaitoksen hyväksymä. Ylipaineen käyttö aiheuttaa vaaratilanteita, ellei käytön suhteen olla varovaisia ja noudateta tarkoin laitteen käytöstä annettuja ohjeita.

Ylipaineastiassa suodatinpaperi on alaosassa kannen ja pohjan välissä. Paperi ulottuu n. 2 cm laidan ulkopuolelle. Tutkimuksen aikana todettiin paperin kastuvan 1-1,5 cm pöntön laidan ulkopuolelta melko voimakkaasta kannen kiristyksestä huolimatta.

Näytetutkimukset tehtiin ahtaassa autossa. Hetkellinen keskimääräinen ilman epäpuhtauspitoisuus oli 150 ppm ja seulojen tyhjennyksen aikana 250 ppm. Laboratorioautossa ei ollut vetokaappia, ainoastaan yksi sähkötuuletin.

Uuttosuodatusmenetelmä

Kuten edellä kerrottiin, menetelmä on ollut käytössä TVL:n päällystetyömaiden kenttälaboratorioissa varsin pitkään. Uuttosuodatusmenetelmää käytettäessä laitteet eivät "reistailleet" ollenkaan, mitä normaalityössä usein tapahtuu. Ravisteluajalla, suodatuksen suoritustavalla ja sillä seikalla kuinka sideainerikasta massa on, on suuri merkitys tutkimuksen nopeuteen.

Tutkimukset tehtiin samassa laboratoriossa kuin sentrifugimenetelmäkin. Laboratoriossa työskentelyosuhteet olivat erinomaiset. Ilman epäpuhtauspitoisuudeksi saatiin keskimäärin 70 ppm.

Uuttohylsymenetelmä

Uuttohylsymenetelmää ei ehditty käyttää paljon ennen tutkimukseen ryhtymistä. Tällä on selvästi vaikutuksensa ainakin tutkimisnopeuteen. Lähinnä näytteen tulosten laskemisaikaan. Keskimääräinen näytteen tutkimusaika tulee ilmeisesti pienenevän arviolta 30 min. laborantin saatua enemmän kokemusta menetelmästä.

Menetelmä todettiin laitteiden ja välineiden osalta melko yksinkertaiseksi, joskin laitteet ovat suurelta osin lasitavaraa ja siten helposti särkyviä.

Tutkimuksessa todettiin sideainepitoisuus voitavan määrittää melko nopeasti ja ennalta arvioidun ajan kuluessa.

Tutkimuksessa saatiin kokonaisajaksi keskimäärin 2 h 13 min.

Ilman epäpuhtaus oli Drager-laitteella keskimäärin 240 ppm (liuoksen mittaus 300, pipetointi 70 ja haihdutus 350 ppm), mikä oli edellisiin tutkimusmenetelmiin verrattuna huomattavan suuri. Mikäli menetelmä otetaan kenttälaboratorioissa käyttöön, tulisi haihdutusvaihe tehdä kokonaan vetopaapissa. Nytkin haihdutusastiat olivat vetokaapissa, mutta luukku jouduttiin pitämään auki, koska haihdutusta nopeutettiin käyttäen hiustenkuivaajaa.

Tietenkin kuivaaja olisi voitu asentaa kiinteäksi, jolloin veto-kaapin luukku olisi voitu pitää kiinni. Tällä voisi olla vaikutus tutkimustuloksen tarkkuuteen, jos sideaineeseen pääsisi muodostumaan kalvo määrättyyn kohtaan. Liuotinainetta voisi jäädä tällöin haihtumatta. Tämän kenttälaboratorion työskentelyolosuhteet olivat huomattavasti huomommat kuin sentrifugi- ja uutuosuodatusmenetelmissä, mikä vaikuttaa ratkaisevasti ilman epäpuhtausarvoon.

Soxhlet-menetelmä

Tällä menetelmällä tutkittiin vain 2 öljysoranäytettä TVH:n laboratoriossa. Tutkimuksessa pyrittiin samalla selvittämään voiko kuivatusta kiviaineksesta tehtyä öljysoramassaa tutkia luotettavasti kuumamassan tutkimusmenetelmillä.

Soxhlet-menetelmä on melko hidas ja työturvallisuuden kannalta edellisiä huomattavasti huonompi. Siinä liuottimena käytettävä ksyleeni on kaasuuntuessaan erittäin palo- ja rajähdysherkkä. Työilman hetkellinen epäpuhtauspitoisuus ksyleenillä saa olla korkeintaan 100 ppm, kun taas edellisissä käytetty metyleenikloriidin sallittu pitoisuus on 500 ppm.

TVH:n laboratoriossa tehtiin määritykset samoilla laitteilla kuin kenttälaboratorioissa, mutta vesi oli normaalia kylmempää. Jäähdytys oli näinollen tehokkaampaa, mikä nopeutti hieman prosessia sekä paransi työturvallisuutta.

3.6 Tutkimustulokset

Jokaisella asfalttimassan tutkimusmenetelmällä (maljasentrifugi, painesuodatus, uutuosuodatus ja uuttohylsy) tutkittiin 12 kpl Ab 25/120 massanäytettä (taulukot 1 ja 2), 2 kpl Ös 18/100 ja 2 kpl Tas 12 massanäytettä (taulukot 4 ja 5). Öljysoranäytteet tutkittiin lisäksi Soxhlet-menetelmällä, mikä on TVL:ssä yleisin öljysoramassan sideainepitoisuuden määrittäminen.

Kaikki tutkimukseen osallistuneet laborantit olivat tutkineet massanäytteitä pääasiassa TVL:n kenttälaboratorioissa. Uuttohylsymenetelmän käyttöä harjoiteltiin hieman ennen varsinaisen tutkimuksen aloittamista. Massanäytteiden tutkimukset tehtiin

TVL:n työmaiden kenttälaboratorioissa, lukuunottamatta painesuodatusmenetelmää, jossa tutkimukset tehtiin Lemminkäinen Oy:n laboratorioautossa. Soxhlet-tutkimukset tehtiin TVH:n laboratoriossa.

Taulukossa 1 esitetään päällystemassan Ab 25/100 yksittäisten massanäytteiden 1-12 rinnakkaiset tutkimustulokset kullakin menetelmällä määritettynä.

Tuloksista voidaan todeta, että yksittäisissä rinnakkaisnäytteissä eri menetelmillä esiintyy suurta vaihtelua. Sideainepitoisuudessa on eräissä tapauksissa n. 1 $\%$ -yksikön ero. Rakeisuudessa esim. seulan 0,074 mm läpäisy- $\%$:ssa on n. 3 $\%$ -yksikön eroja.

Nämä erot ovat 2-3 kertaisia verrattuna menetelmän sisäisiin eroihin.

TAULUKKO 1. Ab 25/120 rinnakkaiset massanäytteet

Tutkimusmenetelmä	Näyte n:o	Sideainemäärä - %	Rakeisuuskeskiarvo lämpisy - %			
			0,074	2	4	12
1.	1.	6,34	9,1	36,1	48,3	76
2.		5,90	10,2	34,9	46,0	75
3.		6,16	9,1	35,4	47,2	73
4.		5,75	10,0	35,9	47,2	75
Keskiarvo		6,04	9,6	35,6	47,2	75
1.	2.	5,54	8,2	33,5	44,9	70
2.		5,54	11,2	38,4	51,5	80
3.		5,46	9,2	35,2	47,9	74
4.		5,60	10,2	37,6	49,6	77
Keskiarvo		5,54	9,7	36,2	48,5	75
1.	3.	5,90	8,2	32,6	41,9	76
2.		5,72	11,0	32,1	41,1	74
3.		5,90	8,1	32,1	41,9	74
4.		5,61	9,2	32,4	41,3	72
Keskiarvo		5,78	9,1	32,3	41,6	74
1.	4.	5,60	8,1	36,4	46,1	75
2.		5,44	9,6	38,2	49,1	78
3.		5,56	8,1	37,3	48,4	75
4.		5,48	8,9	37,2	47,7	78
Keskiarvo		5,52	8,7	37,3	47,8	77
1.	5.	5,84	7,8	32,5	44,2	76
2.		5,23	9,0	32,1	43,0	74
3.		5,26	7,9	31,3	42,5	73
4.		5,69	8,5	34,1	45,9	80
Keskiarvo		5,51	8,3	32,5	43,9	76
1.	6.	5,99	8,5	37,9	50,3	76
2.		5,42	11,6	36,0	47,2	72
3.		6,27	7,7	37,6	50,5	75
4.		5,79	9,0	37,5	49,3	74
Keskiarvo		5,87	9,2	37,3	49,3	74
Ohjeavot		5,60	9,0	35,0	46,0	73

Tutkimusmenetelmä	Näyte n:o	Sideainemäärä - %	Rakeisuuskeskiarvo lämpisy - %			
			0,074	2	4	12
1.	7.	6,05	9,2	40,8	52,7	80
2.		5,40	10,1	38,0	46,3	74
3.		5,27	9,2	38,2	49,2	74
4.		5,51	10,0	40,2	51,7	78
Keskiarvo		5,56	9,6	39,3	50,5	77
1.	8.	5,96	8,8	38,9	49,0	76
2.		5,21	9,1	37,0	46,9	72
3.		5,89	8,9	38,3	49,2	78
4.		5,63	9,7	38,8	49,0	76
Keskiarvo		5,67	9,1	38,3	48,5	76
1.	9.	5,94	8,7	35,0	48,4	77
2.		4,92	8,7	31,0	42,0	66
3.		5,35	8,9	33,4	46,1	73
4.		5,34	9,4	34,4	47,0	71
Keskiarvo		5,39	8,9	33,5	45,9	72
1.	10.	6,04	9,7	40,3	51,3	78
2.		5,70	10,7	38,7	49,6	75
3.		5,38	9,0	36,4	46,6	71
4.		5,63	10,4	40,2	51,2	76
Keskiarvo		5,69	10,0	38,9	49,7	75
1.	11.	5,35	8,0	32,5	43,6	68
2.		5,43	9,2	35,2	47,0	72
3.		5,48	8,6	35,2	46,4	72
4.		5,13	8,7	33,9	44,5	72
Keskiarvo		5,35	8,6	34,2	45,4	71
1.	12.	5,86	8,2	35,1	46,8	73
2.		5,66	9,0	34,6	47,1	77
3.		5,48	7,7	33,7	45,8	73
4.		5,42	8,5	34,2	46,0	71
Keskiarvot		5,61	8,4	34,4	46,4	74
Ohjeavot		5,60	9,0	35,0	46,0	73

1. Maljasentrifugi (lab. K. Makkila)
2. Painesuodatus (lab. J. Hassinen)
3. Uuttosuodatus (lab. H. Bückerman)
4. Uuttohylsy (lab. J. Nisunen)

Taulukossa 2 esitetään samojen massanäytteiden keskiarvotulokset tietokonelaskemmasta kerättynä.

Kullakin menetelmällä tutkittujen massanäytteiden 1-12 keskiarvotuloksista todetaan, että ylivoimaisesti nopein tutkimusmenetelmä oli painesuodatusmenetelmä. Massanäytteen punnituksen jälkeen kesti vain keskimäärin 1 tunti 15 min., kun massanäyte oli tutkittu ja tulokset lomakkeelle piirrettynä. Massatutkimukset tehtiin Lemminkäinen Oy:n laboratorioautossa TVH:n valvonnassa. Hitaimmaksi menetelmäksi osoittautui uuttohylsy-menetelmä, tutkimisaika keskimäärin 2 tuntia 21 min. Tällä menetelmällä oli laborantti tutkinut ennen koetta vain muutamia näytteitä, joten tutkimusaika tulee jonkinverran nopeutumaan kokemuksen kasvaessa.

Sideainepitoisuuden keskiarvon mukaan saadaan maljasentrifugimenetelmällä n. 0,3 %-yksikköä liian suuri tulos. Todellinen käytetty sideainemäärä oli kuitenkin lähempänä tämän menetelmän antamaa tulosta. Työmaalla tehtiin päivittäin useampaa laatua massaa, jolloin todellisen käytetyn sideainemäärän laskeminen tuotti vaikeutta ja epätarkkuutta. Sideainepitoisuuden parhain keskihajonta oli uuttohylsymenetelmätuloksissa 0,19 %.

Rakeisuuden keskiarvotulosissa todetaan keskimäärin 1,0 % suurempi läpäisyarvo painesuodatusmenetelmässä 0,074 mm seulan kohdalla. Tähän osaltaan vaikuttaa ravistelijan ko. seulan lievä rikkoontuminen näytteiden 3, 6 ja 7 tutkimuksen aikana. Näytettä tutkittaessa painesuodatusmenetelmällä laborantti käytti ylipainetta ravistelijan seuloilla tutkimuksen nopeuttamiseksi. Muiden seulojen kohdilla rakeisuusvaihtelu johtuu pääasiassa massanäytteen sekoituksessa ja neliöinnissä tapahtuvasta virheestä (max - raekoko 25 mm). Seulan 0,074 mm keskihajonta oli ko. menetelmässä hieman toisia suurempi. Maljasentrifugimenetelmässä keskihajonta oli seulojen 0,25 - 4 mm kohdalla muilla menetelmillä saatuja suurempi. Karkeimpien seulojen kohdalla oli keskihajonta kaikilla lähes samanlaista.

Taulukko 2: Ab 25/120 massanhytteen keskiarvotulokset, hajonnat, alitukset, ylitykset ja poikkeamat

Tutkim. menetelm*	Näyt-teit*	Tutk. aika min.	Sideainepitoisuus									Rakeisuus l ₅₀ - % 0,074 mm								0,125 mm		0,25 mm		
			ka	kh	Alituksia		Ylityksi*		Poikkeamia		Til.mat.p.	ka	kh	Alituksia		Ylityksi*		Poikkeamia		Til.mat.poik.	ka	kh	ka	kh
					kpl	%	kpl	%	kpl	%				kpl	%	kpl	%	kpl	%					
1.	12	111	5,87	0,26	0	0,0	3	25,0	3	25,0	31,8	8,5	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,4	10,9	0,8	15,2	1,6
2.	12	75	5,47	0,27	1	8,3	0	0,0	1	8,3	18,6	10,0	1,0	0	0,0	2	16,7	2	16,7	14,9	11,5	0,8	15,2	1,3
3.	12	129	5,62	0,35	0	0,0	2	16,7	2	16,7	25,1	8,5	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,5	11,0	0,7	15,2	1,3
4.	12	141	5,55	0,19	1	8,3	0	0,0	1	8,3	3,9	9,4	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,9	11,8	0,9	15,9	1,5
Ohjearvot			5,60									5,0												

0,5 mm		1 mm		2 mm									4 mm								6 mm		8 mm		
ka	kh	ka	kh	ka	kh	Alituksia		Ylityksi*		Poikkeamia		Til.mat.poik.	ka	kh	Alituksia		Ylityksi*		Poikkeamia		Til.mat.poik.	ka	kh	ka	kh
						kpl	%	kpl	%	kpl	%				kpl	%	kpl	%	kpl	%					
20,0	2,3	26,9	2,8	36,0	3,0	0	0,0	2	16,7	2	16,7	11,2	47,3	3,3	0	0,0	2	16,7	2	16,7	16,0	55	4	62	4
20,2	2,0	26,8	2,4	35,5	2,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6,9	46,6	3,1	0	0,0	1	8,3	1	8,3	11,9	55	4	62	4
20,0	1,9	26,6	2,2	34,3	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3,6	46,8	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6,6	55	3	61	3
20,3	2,1	27,1	2,5	36,4	2,6	0	0,0	2	16,7	2	16,7	9,0	47,5	2,9	0	0,0	2	16,7	2	16,7	13,2	55	4	63	4
				35,0									46,0												

12 mm									16 mm		20 mm		25 mm		32 mm	
ka	kh	Alituksia		Ylityksi*		Poikkeamia		Til.mat.pok.	ka	kh	ka	kh	ka	kh	ka	kh
		kpl	%	kpl	%	kpl	%									
75	3	0	0,0	1	8,3	1	8,3	20,9	85	3	94	2	100	0	100	0
74	4	1	8,3	1	8,3	2	16,7	18,0	83	4	94	4	100	1	100	0
74	2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,9	84	3	93	3	100	1	100	0
75	3	0	0,0	1	8,3	1	8,3	17,2	86	3	95	3	99	2	100	0
73																

Sideaine tod. käytetty 5,80 % (ohje 5,60 %)
 Kalkkifilleri " 5,04 % (ohje 6,00 %)

1. Maljasentrifugi (lab. K. Morkila)
2. Painesuodatus (lab. J. Hassinen)
3. Uttosuodatus (lab. H. Böckerman)
4. Uttohylsy (lab. J. Nisunen)

Taulukossa 3 esitetään Ab 25/120 massanäytteiden kokonaistutkimusaika eri menetelmillä tutkittaessa.

Taulukko 3:

Tutkimusvaiheet	Tutkimusaika min.			
	Sentri-fugi	Painesuodatus	Uuttosuodatus	Uuttohylsytuodatus
Ravistelu ja suodatus	23	25	65	43
Kuivatus (°C)	14 (229°C)	17 (155°C)	25 (217°C)	20 (140°C)
Pesu (kiviaines)	6	-	-	-
Seulonta	12	11	13	13
Punnitus, laskeminen ja piirtäminen	17	15	15	32
Siirtymäaika	39	7	11	25
Kokonaistutkimisaika	111	75	129	133

Siirtymäaika = Eri työvaiheiden välinen aika, sentrifugimenetelmässä siihen sisältyy lisäksi kiviaineksen kuivausaika pesun jälkeen.

Taulukossa 4 ovat öljysoramassan Ös 18/100 massanäytteiden 1 ja 2 rinnakkaiset tutkimustulokset 5-menetelmällä määritettynä.

Taulukko 4.

Tutkimusmenetelmä	Näyte n:o	Vesipitoisuus - %	Sideainemäärä - %	Rakeisuuden lämpöisy - %		
				0,074	4	12
1.	1.	0,14	3,36	3,5	52,4	83
2.		0,28	3,13	4,3	52,1	83
3.			3,53	4,1	52,4	83
4.			2,91	4,3	52,1	83
5.			0,27	3,41	4,8	50,2
Keskiarvo		0,23	3,27	4,2	51,8	83
1.	2.	0,10	3,53	3,9	49,2	74
2.		0,20	3,29	4,0	42,6	70
3.			3,42	4,3	45,7	75
4.			3,26	4,9	52,2	79
5.			0,40	3,10	5,2	48,6
Keskiarvo		0,23	3,32	4,5	47,7	75
Ohjearvo			3,60			

1. Maljasentrifugi
2. Painesuodatus
3. Uuttosuodatus

4. Uuttohylsytuodatus
5. Soxhlet

Öljysoramassanäytteiden 1 ja 2 tuloksista todetaan, että massan vesipitoisuus on ollut sallitussa arvossa kuivatusta kiviaineksesta valmistettuna. Menetelmillä 3 ja 4 on vesipitoisuuden määrittäminen jäänyt suorittamatta massan kuivauksen yhteydessä.

Sideainemäärä samasta massanäytteestä määritettynä viidellä eri menetelmällä vaihtelee erittäin paljon ja mitään selvää tulosten yhtäläisyyttä molempien näytteiden tuloksia tarkastellen ei voida esittää. Mikäli öljysoran varsinaista Soxhlet-menetelmän antamaa tulosta pidetään oikeana (samasta massasta tehtiin kaksi määrittystä) ja tarkastellaan molempia näytteitä, ovat kunkin menetelmän tulokset ristiriitaisia.

Taulukossa 5 ovat tasausmassan Tas 12 tulokset. Massanäytteen sideainepitoisuus ja rakeisuus ovat hyvin samanlaiset kaikilla käytetyillä menetelmillä määritettyinä.

Taulukko 5. Tas 12 rinnakkaiset massanäytteet

Tutkimusmenetelmä	Näyte n:o	Sideainemäärä-%	Rakeisuuden läpisy - %		
			0,074	4	12
1.	1.	5,10	4,1	53,6	97
2.		4,94	4,9	53,4	96
3.		4,83	4,0	51,0	93
4.		4,92	4,6	53,5	96
Keskiarvo		4,95	4,4	52,9	96
1.	2.	5,33	7,6	56,0	98
2.		5,31	8,9	54,6	97
3.		5,49	7,5	58,2	99
4.		5,38	7,8	55,6	99
Keskiarvo		5,38	8,0	56,1	98
Ohjearvot		5,10	5,0	54,0	93

1. Maljasenrifugi
2. Painesuodatus

3. Uttosuodatus
4. Uttoshylsy suodatus

Näytteiden 1 ja 2 seulan 0,074 mm:n läp-%:en suuret erot johtuvat täytejauheiden suuresta määrällisestä erosta.

4. Massatutkimuslaitteiden hinnat, näytteen tutkimuskustannus sekä vertailuarvot eri menetelmillä 1.1.1978.

Tutkimuslaitteiden hinnat esitetään oheisessa taulukossa 6. Taulukkoarvoista todetaan, että laitteistoltaan halvin tutkimusmenetelmä oli uuttoshylsymenetelmä ja kallein painesuodatusmenetelmä. Uttosuodatus- ja sentrifugi-menetelmillä laitekustannusten suhteen ei ole merkittävää eroa.

Vaa'an, kuivausuunin, normaaliseulasarjan ja seulatäryttimen hinnat on tarkoituksella otettu tässä samoiksi. Toisaalta eri tutkimuksissa käytetyt hieman erilaiset laitteet esim. kuivausuuni, vaaka jne. ovat luonnollisesti vaikuttaneet hieman tutkimusajan pituuteen ko. menetelmissä. Tällä ei liene tämän tutkimuksen osalta kuitenkaan suurta merkitystä (uuttosuodatus- ja sentrifugimenetelmillä tehtiin näytetutkimukset samassa kenttälaboratoriossa).

Taulukko 6. Tutkimuslaitteiden hinnat 1.1.1978

Laitteet	Tutkimusmenetelmät			
	Sentri-fugi	Paine-suodatus	Uutto-suodatus	Uutto-hylsy
Vaaka ja punnukset (esim. Ohaus 760)	740	740	740	740
Kuivausuuni (esim. pikkuliesi RLMK 2 HC)	450	450	450	450
Normaaliseulasarja (esim. Santasalo & Sohlberg)	1.300	1.300	1.300	1.300
Seulatärytin (esim. Santalalo & Sohlberg 16-22)	2.900	2.900	2.900	2.900
Maljasentrifugi (esim. AP 174-B -8)	7.850			
Pesuseula (esim. Santasalo & Sohlberg)	350			350
Uuttoravistin (esim. IKA S-50)		3.680	3.680	3.680
Uuttoravsstimen seulat + runko-osa (esim. Helake Oy)		1.000	1.000	1.000
Imu- ja painepumppu (esim. MR 267)		1.150	1.150	
Monitoimimoottori (esim. Multifix MR 25)		1.350	1.350	
Suodatinastia (esim. Asmeko)		3.500		
Suodatinastia + kansi (esim. Helake Oy)			480	
Vaaka + punnukset (esim. Ohaus 311)				650
Imupullo + kumipalje + pipetti + kuivauspuhallin + suodatuslaite + mittalasi + lämpömittarit				300
Yhteensä mk	13.590	16.070	13.050	11.370

Taulukossa 7 on koottuna näytteen tutkimuskustannus kullakin menetelmällä. Halvimmaksi osoittautui yhtä massanäytettä kohti painesuodatusmenetelmä, johon vaikuttaa selvästi menetelmän tutkimusnopeus. Painesuodatusmenetelmän laitteisto osoittautui kuitenkin toisia selvästi kalliimmaksi (taulukko 6), joten sen kuoletus ja korko olisi syytä huomioida erikseen menetelmien edullisuusvertailua suoritettaessa.

Taulukko 7.

Massanhytteen tutkimuskustannus ja vertailuarvot eri menetelmillä 1.1.1978
 (kustannuksissa ei ole mukana tutkimuslaitteiden kuoletusta eikä korkoa)

	Tutkimusmenetelmä			
	Sentri- fugi	Paine- suodatus	Uutto- suodatus	Uutto- suodatus
Palkkakustannus mk	41,55	28,08	48,29	49,64
Raaka-ainekustannus mk	13,50	11,80	17,00	12,40
Valaistus, lämmitys ja laitteiden käyttö mk	1,60	1,00	1,70	1,72
Vertailuarvo	99	72	117	112

I ASFALTTIBETONIN KUORMALAJITTUMATUTKIMUS V. 1976

Hyvinkää - Mäntsälä, Hyvinkää

Koe tehtiin vuonna 1976. Kokeen tarkoituksena on selvittää asfalttibetonipäällysteen Ab 25/120 kuormalajittuman muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä, kuormalajittuman vaikutusta päällysteen ikään ja työtapa kuormalajittuman ehkäisemiseksi. Tieosan keski vuorokausiliikenne oli v:n 1977 laskennan mukaan koeosilla 1800 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 11.5 ja 13.10.1977 todettiin seuraavaa:

Päällysteet olivat hyvässä kunnossa. Päällyste vaikutti paikoin avonaiselta.

Koeosuudella 1 esiintyi vieläkin sideaineen pintaannousua läiskinä.

Koeosuudella 2 näkyi aikaisemmin todetut päällystelajittumat 7 kpl. Päällysteeseen oli muodostunut yksi purkautunut kohta.

Koeosuudella 3 päällystelajittumat (3 kpl) eivät olleet lisääntyneet. Keskiura oli kulunut karkeaksi.

Koeosuudella 4 oli päällystelajittumia 15 kpl. Yhdessä lajittumakohdassa todettiin purkautuman alkua. Keskiura oli kulunut karkeaksi.

Koeosuudella 5 oli päällystelajittumia 7 kpl. Sideaineen pintaannousua näkyi paikoin läiskinä.

Kevään tarkastuksen yhteydessä mitattiin 3,5 m oikolaudalla kulku-urien syvyydet:

Koe- osuus	Mittauk- sia kpl	Suurin urasyvyys keskimäärin mm			
		Reunaura		Keskiura	
		1976	1977	1976	1977
1	3	1	1	3	3
2	3	1	1	1	2
3	3	0	1	2	4
4	3	0	1	1	2
5	3	1	0	2	3

Kuluminen on ollut vielä vähäistä. Keskiura on kulunut reuna-uraa enemmän. Koeosuuksien väliset erot ovat vielä merkityksettömiä.

Johtopäätelmä

Eräissä lajittumakohdissa todettiin jo yhden vuoden kulutuksen jälkeen purkautumisen alkua tai purkautumista.

II RUMPUSEKOITUSKOE V. 1975

Ruskeasanta - Hyrylä, Tuusula

Koe tehtiin vuonna 1975. Kokeen tarkoituksena on selvittää rumpusekoittimella tehtyjen asfalttibetonipäällysteiden Ab 25/125 ja Ab 25 E/125 (epäjatkua) käyttökelpoisuus ja kulutuskestävyys vertaamalla niitä normaalilla annossekoittimella tehtyyn päällysteeseen. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan koeosilla 10500 autoa (KVL).

Tarkastuksissa 5.5 ja 22.9.1977 todettiin seuraavaa:

Tieosalla on tehty runsaasti rakennustöitä. Koeosuudet 1 ja 2 ovat lyhentyneet siten, että osuudesta 1 on jäljellä enää n. 1/3 ja osuudesta 2 n. 2/3. Nämä vaikeuttavat osaltaan koeosuuksien keskinäistä vertailua.

Koe- ja vertailuosuuksia ei ole tänä vuonna paikattu sanottavasti. Vuoden 1976 paikkausta oli näkyvissä vielä koeosuudella 1 3 kpl, osuudella 2 28 kpl ja osuudella 3 22 kpl. Vertailuosuutta 4 oli paikattu vain 2 kohdassa. Rumpusekoitin osuudella 5 ei ollut paikkausta. Paikkausten perusteella ovat osuudet 2 ja 3 heikoimmat.

Purkautuman alkua esiintyi edelleen kaikilla osuuksilla. Osuudella 1 sitä oli 14 kohdassa, osuudella 2 18 kohdassa, osuudella 3 33 kohdassa, osuudella 4 40 kohdassa ja osuudella 5 4 kohdassa.

Purkautumista osuudella 1 oli 6 kohdassa, osuudella 2 3 kohdassa, osuudella 3 4 kohdassa ja osuudella 5 3 kohdassa. Osuudella 4 ei ollut purkautumista.

Reikiä oli kaikilla osuuksilla 1 kpl.

Tieosan päällysteessä esiintyi säännöllisin välein poikkisuuntaisia halkeamia, jotka johtuvat alustasta.

Kevään tarkastuksen yhteydessä mitattiin 3,5 m oikolaudalla päällysteiden kulku-urat. Tulokset esitetään yhdessä vuosien 1975-76 tulosten kanssa oheisessa taulukossa.

Koe- osuus	Mitt. luku- määrä	Suurin urasyvyys keskimäärin mm											
		vas. reunaura			keskiura			keskiura			oik. reunaura		
		-75	-76	-77	-75	-76	-77	-75	-76	-77	-75	-76	-77
1	(4) 2	3	4	9	4	6	9	2	4	9	2	5	9
2	(5) 3	3	5	10	4	5	9	2	3	7	3	3	6
3	5	3	3	6	3	4	5	2	3	5	2	4	6
4	10	3	4	6	4	4	6	2	3	5	3	4	5
5	5	3	4	6	2	4	7	4	4	6	2	3	4

Päällysteen kuluminen on ollut 2-5 mm vuodessa. Rumpusekoittimella valmistetut osuudet 1 ja 2 ovat kuluneet enemmän kuin samalla menetelmällä valmistetut osuudet 3 ja 5 sekä annoskoittimella tehty normaaliosuus 4.

Osuuksilta 2-5 otettiin 4 kaistanäytettä. Näiden tulokset esitetään yhdessä vuoden 1975 TVH:n tulosten kanssa.

Kokeilu katsotaan loppuunkäsitellyksi.

Koeosuus	Näyt- teitä	Sideaine- määrä %		Rakeisuus läpäisy - %					
				0,074 mm		4 mm		12 mm	
		KA		KA		KA		KA	
		kpl	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75
1.	4	5,39		10,7		50,0		77,7	
2.	4	5,35	5,58	9,7	9,8	49,0	52,0	76,5	78,7
3.	4	5,24	5,11	9,2	9,4	47,5	45,6	76,2	74,4
4.	8	5,37	5,38	10,4	10,8	50,4	49,4	77,9	77,0
Ohjearvo (1-4)		5,80		8,0		49,0		74,0	
5.	2	6,06	5,70	15,0	12,8	55,5	47,2	64,5	55,7
Ohjearvo (5)		6,40		12,0		48,0		52,0	

Koeosuus	Näyt- teitä	Massamäärä				Massan tiheys				Massan kiintotiheys			
		kg/m ²				kg/dm ³				kg/dm ³			
		KA		KH		KA		KH		KA		KH	
		kpl	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75
1.	16	126,0		13,6		2,385		0,022		2,479		0,009	
2.	16	121,7	113,4	12,5	16,3	2,387	2,385	0,016	0,014	2,472	2,464	0,007	0,026
3.	16	114,2	105,8	15,5	17,3	2,402	2,414	0,021	0,016	2,490	2,469	0,016	0,006
4.	28	121,7	113,1	11,3	11,7	2,385	2,403	0,017	0,012	2,466	2,457	0,014	0,006
5.	8	130,6	125,1	14,7	10,1	2,344	2,359	0,034	0,033	2,469	2,468	0,014	0,013

Koeosuus	Tyhjättila				Flow				Marshall-lujuus			
	%				mm				kN			
	KA		KH		KA		KH		KA		KH	
	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75	-77
1.	3,8		0,9		2,04		0,38		3,940		1,390	
2.	3,4	3,2	0,6	0,9	1,67	4,70	0,44	1,50	3,040	2,810	1,070	0,920
3.	3,5	2,2	1,2	0,6	2,14	5,10	0,66	1,85	4,550	4,170	1,840	1,310
4.	3,3	2,2	0,7	0,5	2,05	4,70	0,38	0,90	3,230	3,560	0,880	0,810
5.	5,1	4,4	1,6	1,3	2,10	4,70	0,27	0,80	3,470	3,690	1,390	1,040

Päällysteen tyhjättila on pienentynyt 0,2-1,3 %-yksikköä kahden vuoden kulutuksen aikana.

Johtopäätelmät

Paikkausten perusteella olivat rumpusekoitusosuudet 2 ja 3 huonoimmat.

Rumpusekoitinosuuksilla todettiin päällysteen purkautumista. Annossekoitinosuudella sitä ei ollut (annossekoitinosuuden pituus on 13-15 kertainen yksittäiseen rumpusekoitinosuuteen verrattuna).

Rumpusekoitinosuudet 1 ja 2 ovat kuluneet kahden vuoden aikana noin 2 mm enemmän kuin muut osuudet.

Päällysteen tyhjättila on selvästi pienentynyt liikenteen alaisena kahden vuoden aikana.

III KIVIAINESKOKEET (LUJUUS JA VAALEUS) VV. 1966-71

Kaipiainen - Kaitjärvi, Luumäki

Koe tehtiin vuonna 1971. Kokeen tarkoituksena on selvittää Los-Angelesluvun ja kivilajin (rapakivi) vaikutus SAB-päällysteen laatuun, erityisesti kulumiskestävyyteen. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 2900 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 17.5.1977 todettiin koeosuuksien ja normaalipäällysteen olevan vieläkin hyvässä kunnossa. Vaurioita ei todettu.

Päällysteiden kulku-urat on mitattu vuosittain (v. 1971-77) oikolaudalla ja vuosina 1972, -74 ja -76 lisäksi profiilometrillä (VTT).

Koeosuus	Los Angeles-luku	Suurin urasyvyys keskimäärin mm								
		Piiri	VTT	TVH	VTT	TVH	TVH	VTT	TVH	TVH
		-71	-72	-73	-74	-74	-75	-76	-76	-77
1. Joutseno	24,8	3	5	6	9	6	7	14	10	13
2. Kaipiainen (norm.osuus)	28,0	2	4	4	10	5	6	14	10	11
3. Pyhältö	36,3	3	5	5	10	6	8	16	12	12

Pyhältö ja Kaipiainen ovat rapakiveä, Joutseno kiillegneisiä.

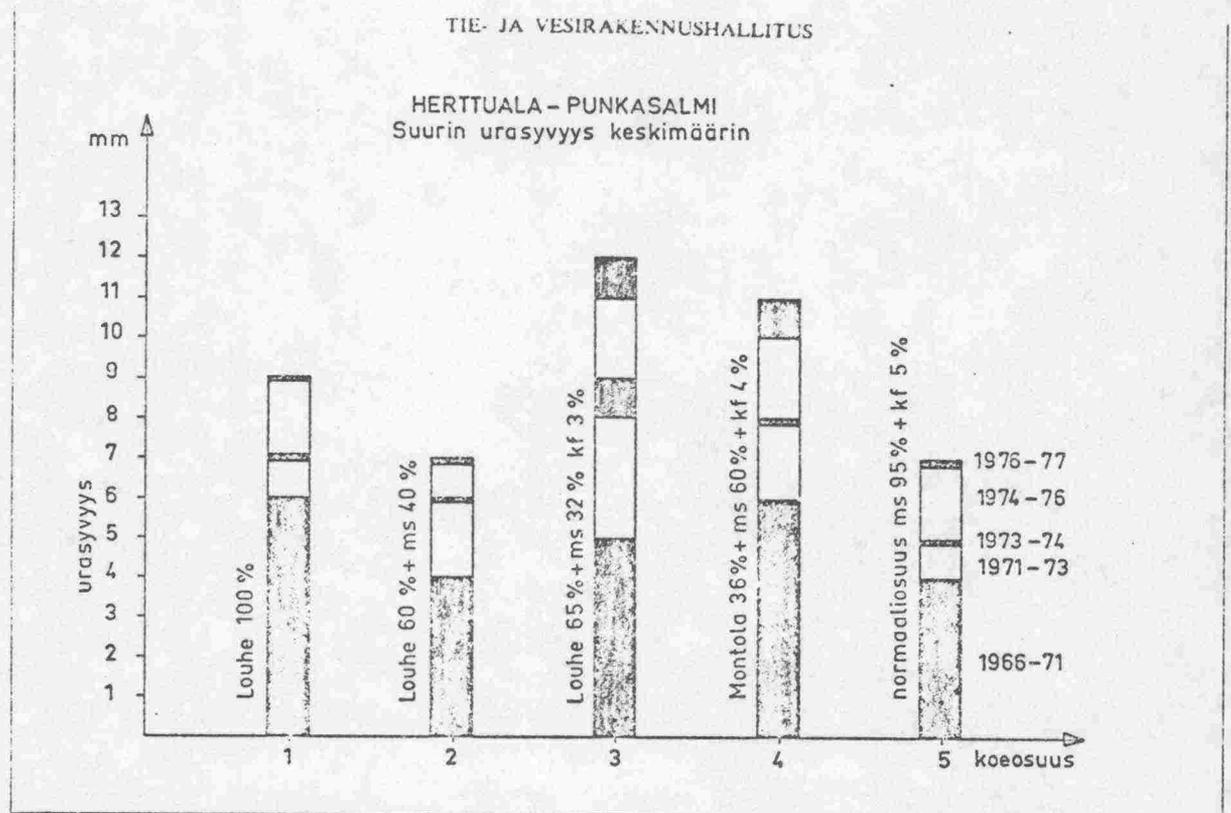
Mittaustulosten mukaan rapakivestä tehdyt osuudet (2 ja 3) ovat kestäneet samalla lailla kovemmassa kivilajista tehdyn osuuden (1) kanssa. Mittaustavan erilaisuudesta johtuen on tuloksissa eroja. VTT:n profilometrillä mittauslevyys on 3,5 m ja oikolaudalla 2 m, mikä vaikuttaa tulosten tasoeroon.

Herttuala - Punkasalmi, Kerimäki

Koe tehtiin vuonna 1966. Kokeen tarkoituksena on selvittää Louhen ja Montolan kaivoksien kalkkivilajitteiden soveltuvuutta kuumapäällysteen kiviainekseksi sekä niiden päällystettä vaalentavaa vaikutusta. Kalkkivilajitteista kiviainesta käytettiin 40-100 % kiviaineksen määrästä. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 2300 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 18.5.1977 todettiin, että koe- ja normaalipäällysteet olivat vieläkin tyydyttävässä kunnossa. Massan seassa olevalla kalkkivilajitteellä ei havaittu päällystettä vaalentavaa vaikutusta. Päällysteiden urissa oli tapahtunut paikoin voimakasta kulumista. Paikkausta ei ollut tehty tänä keväänä.

Jälkitarkastuksen yhteydessä mitattiin vuosina 1971-77 kulkuurien syvyydet 2 m:n oikolaudalla päällysteiden kulumisen selvittämiseksi.



Normaalipäällyste ja osuus 2 ovat mittauksen mukaan kuluneet edelleen vähiten.

Johtopäätelmät em. kiviainekokeista

Rapakivi (Los Angelesluku 36) on kestänyt vuoden 1977 mittaus-
tulosten mukaan kulutusta samanlaisesti kuin kovemmasta kivi-
lajista (Los Angelesluku 25) tehty osuus.

Kalkkikivikoe osoittaa, että massan sisältämällä kalkkikivellä
ei ole saatu aikaan riittävää päällysten vaalenemista. Se ei
kestä kulutusta yhtähyvin kuin kovemmista kivilajeista tehdyt
päällysteet.

IV KIVIAINESKOKEET (RAKEISUUS) VV. 1972 - 74

Tapiolan liittymä - Haukilahden liittymä, Espoo

Koe tehtiin vuonna 1974. Kokeen tarkoituksena on selvittää vai-
kuttaako epäjatkuva rakeisuuskäyrä ja kova bitumi B-65 paranta-
vasti asfalttibetonipäällysten (Ab 25 E/120) kulumiskestävyy-
teen nastarenkaita vastaan. Lisäksi tehtiin erittäin karkeara-
keiset asfalttibetoni (Ab 32/150) ja valuasfaltti (VA 25/80) sekä
normaali ja karkearakeinen valuasfaltti (VA 16/80 ja 20/80).
Kokeiltavilla päällysteillä pyritään selvittämään niiden käyttö-
kelpoisuus ja kulumiskestävyys. Tieosan keskivuorokausiliiken-
ne oli v:n 1975 laskennan mukaan 29000 autoa (KVL).

Tarkastuksissa 2.6 ja 1.9.1977 todettiin, että asfalttibetoni-
päällysteet olivat edelleen tyydyttävässä kunnossa, valuasfaltti-
osuudet olivat enää välttävissä kunnossa. Valuasfalttiosuuksilla
oli muodostunut kulku-urien kohdilla runsaasti 1-5 cm² suuruisia
reikiä ja pieniä kohoumia. Osuudella 5 niitä oli päällysteessä
koko leveydeltä lähes yhtenäisesti. Valuasfalttipäällysteet
ovat kuluneet sileiksi. Epäjatkuvissa asfalttibetonipäällys-
teissä ei esiinny vaurioita. Ne olivat pinnaltaan karkeita ja
kestäneet silmämäärin tarkasteltuna hyvin kulutusta. Erittäin
karkearakeisessa Ab 32/150 päällysteessä oli 2 kpl reikiä,
3 purkautunutta kohtaa ja 2 kpl purkautuman alkua (osuus 3).

Kevään tarkastuksen yhteydessä mitattiin osuuksien kulku-urien syvyydet 3,5 m oikolaudalla VTT:n asettamien folioiden kohdilta.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskim. mm					
	Keskiura			Reunaura		
	-75	-76	-77	-75	-76	-77
1. Ab 25 E/120, bitumi B-65	10	12	15	8	11	14
2. Ab 25 E/120, bitumi B-80	10	13	14	5	10	14
3. Ab 32/150, bitumi B-80	9	14	18	8	10	16
4. VA 16/180, normaali	11	16	22	9	14	20
5. VA 20/80, karkearakeinen	13	20	23	8	13	17
6. VA 25/80, erittäin karkearakeinen	11	18	24	9	12	20

Tulosten mukaan päällysteiden kuluminen on jatkunut erittäin voimakkaana. Keskiura on kulunut reunauraa enemmän. Valuusfalttiosuudet ovat kuluneet asfalttibetoniosuuksia enemmän. Valuusfalttiosuuksien suurempaan kulumiseen vaikuttaa niihin muodostuneet runsaat 1-5 cm²:n reiät. Valuusfalttiosuuksia tehdessä tapahtui massassa alustan kosteuden johdosta kuplimista varsinkin osuudella 5, mikä lienee reikien muodostumisen todennäköisin syy.

Vantaa - Keimola, Vantaa

Koe tehtiin vuonna 1973. Kokeen tarkoituksena on selvittää vaikuttaako epäjatkuva rakeisuuskäyrä parantavasti asfalttibetonipäällysteen (Ab 25 E/120) kulumiskestävyyteen nastarenkaita vastaan. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 14000 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 5.5.1977 todettiin, että päällyste oli edelleen tyydyttävässä kunnossa. Päällysteessä todettiin yli 20 purkautunutta kohtaa ja noin 10 pientä reikää (5-10 cm). Koeosuuden keskivaiheilta Keimolaan päin esiintyi päällysteessä melko säännöllistä kuormalajittumaa. Eräessä kohdassa oli n. 10 m:n matkalla kulku-ura kulunut tasausmassaa myöten. Paikkausta ei ollut tehty.

Tarkastuksen yhteydessä on mitattu v. 1973-77 kulku-urat 2 m:n oikolaudalla.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskimäärin mm				
	1973	1974	1975	1976	1977
Ab 25 E/120	3	5	8	11	13

Tulosten mukaan päällysteen vuosikuluma on ollut n. 3 mm.

Yliskylä - Keski-Suomen läänin raja, Orivesi

Koe tehtiin asfalttibetonilla (Ab 20 E/100 epäjatkuva) vuonna 1973 ja samasta syystä kuin em. koe tieosalla Vantaa-Keimola. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan osuudella 1 3300 ja osuudella 2 1800 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 11.5.1977 todettiin, että koe- ja vertailupäällyste olivat hyvässä kunnossa, muutamia pituus- ja poikkihalkeamia lukuunottamatta ei vaurioita esiintynyt. Mitään mainittavaa eroa näiden välillä ei todettu. Epäjatkuva koepäällyste oli hieman karkea koko liikenteen alaiselta alueelta, kun vertailupäällyste oli sitä vain kulku-urista.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin kulku-urat 2 m:n oikolaudalla.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskim. mm			
	1973	1975	1976	1977
1. Koeosuus Ab 20 E/100	3	4	4	5
2. Norm.työ Ab 20/100-120	3	3	4	5

Hintta - Kiiminki - Ponto, Oulu, Haukipudas, Kiiminki

Koe tehtiin asfalttibetonilla (Ab 20 E/100 epäjatkuva) vuonna 1973 ja samasta syystä kuin em. kaksi koetta. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 4800 (2100-7500) autoa (KVL).

Tarkastuksessa 10.6.1977 todettiin, että päällyste oli hyvässä kunnossa. Aikaisemmin todetut muutamat karkeat lajittuneet kohdat eivät olleet lisääntyneet. Niissä todettiin eräissä purkautuman alkua. Päällysteessä oli useita poikki- ja pituushalkeamia, jotka olivat nyt paikkaamatta.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin kulku-urat 2 m oikolaudalla km-pylväiden kohdilta.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskimäärin mm				
	1973	1974	1975	1976	1977
Ab 20 E/100	3	4	5	6	7

Tulosten mukaan epäjatkuva päällyste on kestänyt hyvin kulutusta kohtalaisella liikenteellä olevalla tieosalla. Vuosikuluma on ollut noin 1 mm.

Rimminlampi - Punamäki, Korpilahti

Koe tehtiin vuonna 1972. Kokeen tarkoituksena on kuten edellisissäkin kokeissa tutkia, vaikuttaako rakeisuuskäyrän epäjatkuva muoto parantavasti asfalttibetonipäällysteen kulumiskestävyyteen nastarenkaita vastaan. Lisäksi pyritään selvittämään, lisääkö runsas hienon kiviaineksen ja bitumin muodostama mastiksi karkean kiviaineksen pysyvyyttä päällysteessä (koeosuus 2). Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 3600 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 12.5.1977 todettiin, että koe- ja normaalipäällysteet olivat tyydyttävässä kunnossa. Osuudella 1 oli paikoin purkautuman alkua ja muutama purkautuma kulku-urissa. Osuudella 2 oli vain muutamassa kohdassa purkautuman alkua. Tämä osuus vaikuttaa kestäneen osuutta 1 paremmin. Sillä ei ole purkautuneita kohtia. Osuus 3:n kulku-urat olivat oikealla ajokaistalla kuluneet erittäin paljon. Useassa kohdassa urat olivat kuluneet jopa puhki. Niitä oli myös osittain paikattu.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin 2 m:n oikolaudalla päällysteiden kulku-urat kulumisen selvittämiseksi.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskimäärin mm							
	VTT	TVH					VTT	TVH
	-72	-73	-74	-75	-76	-76	-77	
1. Ab 25 E/100, B-80 5,5 %	4	4	8	9	11	15	12	
2. Ab 25 E/100 + mastiksi, B-80 5,9 %	2	5	7	8	11	17	13	
3. Norm.osuus Ab 20/100, B-120 5,9 %	5	5	8	9	12	16	12	

Mittauksetulosten mukaan koe- ja normaalipäällysteen urat olivat kuluneet lähes yhtäpaljon. Kohtalaisella liikennemäärällä uramuodostus on ollut vähäistä. Kahden metrin oikolauta ei anna tässä oikeata kuvaa päällysteen kulumisesta, koska autoilijat eivät käytä samaa ajouraa.

Kesällä otettiin koe- ja vertailuosuuksilta päällystenäytteet. Ne tutkittiin TVH:n laboratoriossa. Niiden tulokset esitetään oheisessa taulukossa yhdessä vuoden 1972 tulosten kanssa.

	Näytteitä		Sideainemäärä %		Rakeisuuden läpisy - %					
					0,074 mm		4 mm		12 mm	
	kpl		KA		KA		KA		KA	
	-72	-77	-72	-77	-72	-77	-72	-77	-72	-77
1.	4	4	5,22	4,97	9,1	9,7	48,4	46,6	71,7	69,0
2.	4	4	5,98	5,85	12,1	12,1	57,7	57,0	81,3	78,8
3. Normaaliosuus	15	4	5,82	5,51	9,2	12,3	52,3	49,0	82,7	80,6

Näyte	Massamäärä				Massan tiheys			Massan kiintotiheys			Tyhjättila		
	kg/m ²				kg/dm ³			kg/dm ³			%		
	KA		KH		KA		KH	KA		KH	KA		KH
kpl	-72	-77	-72	-77	-72	-77	-77	-72	-77	-77	-72	-77	-77
16	12	110	81	15,2	2,379	2,410	0,012	-	2,490	0,004	4,1	3,2	0,5
16	12	115	84	17,1	2,376	2,380	0,024	-	2,461	0,016	3,6	3,3	1,0
16	12	106	70	11,0	2,378	2,419	0,021	-	2,491	0,003	3,7	2,9	0,9

Flow			Marshall-lujuus		
mm			kN		
KA		KH	KA		KH
-72	-77	-77	-72	-77	-77
-	2,6	0,8	3,56	2,82	0,7
-	2,6	0,8	3,77	2,70	0,8
-	2,6	0,8	4,53	4,00	1,2

Tulosten mukaan sideainemäärä on 5 vuoden jälkeen vähentynyt päällysteessä 0,1-0,3 % ja rakeisuus säilynyt lähes entisellään. Massamäärä on vähentynyt 30-35 kg/m², mikä vastaa n. 13 mm kulumista. Tyhjättila ja Marshall-lujuus ovat pienentyneet.

Johtopäätelmät em. kiviainekokeista

Epäjatkovat asfalttibetonit ovat kuluneet hieman vähemmän kuin normaalit asfalttibetonit. Eräisiin epäjatkovakäyräisiin koe-päällysteisiin on todettu muodostuvan purkautumisen alkua työntöaikaisiin lajittumakohtiin nopeammin kuin normaalipäällysteisiin. Valuasfaltit ovat kuluneet enemmän kuin asfalttibetoni (Tapiolan liittymä - Haukilahden liittymä).

V KUUMAPÄÄLLYSTEIDEN SIDEAINE-, TARTUKE- JA TÄYTEJAUHEKOKKEET
VV. 1963 - 75

Mellunkylä - Gumbostrand, Sipoo

Koe tehtiin vuonna 1975. Kokeen tarkoituksena on selvittää tartukkeiden vaikutus asfalttibetonipäällysteeseen (Ab 25/120) Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 4100 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 6.5 ja 21.9.1977 todettiin seuraavaa:

Koe- ja vertailupäällyste olivat edelleen hyvässä kunnossa. Tartuketta sisältävät koepäällysteet sekä niiden perässä samalla ajokaistalla sijaiseva tartukkeeton normaalipäällyste olivat silmämäärin tarkasteltuna samanlaisia. Purkautumisen alkua esiintyi osuudella 1 (Diamiini 0,8 %) 4 kohdassa ja osuuksilla 2 (Triamiini 0,8 %) ja 3 (ei tartuketta) 3 kohdassa. Pituussuuntaisia halkeamia oli osuudella 1 4 kpl ja osuudella 2 2 kpl. Osuudella 3 ei niitä todettu. Poikkisuuntaisia halkeamia oli joka osuudella keskimäärin 20 kpl/osuus.

Kevään tarkastuksen yhteydessä mitattiin koeosuuksien kulku-urien syvyydet 3,5 m oikolaudalla.

Koeosuus	Mitt. lukumäärä kpl	Suurin urasyvyys keskim. mm					
		Keskiura			Reunaura		
		-75	-76	-77	-75	-76	-77
1. Diamiini 0,8 %	5	2	3	4	2	2	3
2. Triamiini 0,8 %	5	3	3	4	1	3	3
3. Vertailuosuus ilman tartuketta	5	1	2	4	3	3	4

Tulosten mukaan päällysteen kuluminen on ollut vähäistä kohtalaisella liikenteellä olevalla tiellä. Vuosikuluma on ollut 1 mm luokkaa.

Keväällä otettiin koe- ja vertailuosuuksilta päällystenäytteet. Tulokset esitetään yhdessä vuosien 1975 tulosten kanssa.

Osuus	Näyt- teitä	Sideaine- määrä - %		Rakeisuus läpäisy - %					
				0,074 mm		4 mm		12 mm	
		KA		KA		KA		KA	
kpl	-75	-77	-75	-77	-75	-77	-75	-77	
1. Kova diamiini 0,8%	3	5,73	5,59	10,3	10,8	59,3	57,0	85,0	82,1
2. Kova suorak.tri- amiini 0,8 %	3	5,61	5,42	11,7	12,0	59,0	56,5	81,7	76,2
3. Vertailuosuus (ei tartuketta)	3	5,46	5,58	9,3	9,9	59,3	60,0	77,3	78,7
Ohjearvo		5,90		8,0		55,0		77,0	

Osuus	Näyt- teitä	Massamäärä				Päällysteen tiheys				Päällysteen kiintotiheys			
		kg/m ²				kg/dm ³				kg/dm ³			
		KA		KH		KA		KH		KA		KH	
kpl	1975	1977	1975	1977	1975	1977	1975	1977	1975	1977	1975	1977	
1.	9	119,9	110,0	18,4	8,9	2,384	2,399	0,013	0,015	2,477	2,477	0,007	0,006
2.	9	116,2	110,0	6,3	4,7	2,404	2,416	0,011	0,014	2,478	2,478	0,004	0,002
3.	9	112,4	103,0	10,4	12,3	2,370	2,397	0,042	0,031	2,474	2,472	0,003	0,010

Tyhjättila				Marshall-lujuus			
%				kN			
KA		KH		KA		KH	
1975	1977	1975	1977	1975	1977	1975	1977
3,8	3,1	0,4	0,7	2,590	2,700	0,400	0,500
3,0	2,5	0,5	0,6	3,180	2,900	0,730	0,600
4,2	3,1	1,7	1,2	1,780	2,400	0,810	0,700

Taulukkoarvoista todetaan, että massamäärä on vähentynyt keskimäärin 8 kg/m². Massamäärän väheneminen vastaa n. 3 mm päällysteen kulumista. Tyhjättila on pienentynyt. Marshall-lujuus on vertailuosuudella huonompi kuin tartuketta sisältävissä koepäällysteissä.

Kaasmarkku - Tervahauta, Kiikoinen

Koe tehtiin vuonna 1974 ja samasta syystä kuin em. koe tieosalla Mellunkylä-Gumbostrand. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v. 1975 laskennan mukaan 1300 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 28.4.1977 todettiin, että koe- ja vertailupäällysteet olivat hyvässä kunnossa. Eri päällysteosuuksien kesken ei todettu vielä mainittavaa eroa. Päällysteestä on murtunut isoja (ruosteisia) rakeita. Näihin kohtiin on muodostunut koloja. Osuudella 5 kaistan keskiosassa todettiin lievää kuormalajittumaa.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin 2 m:n oikolaudalla päällysteiden suurin urasyvyys kulumisen selvittämiseksi. Kulumisen on ollut vähäistä 3-4 mm. Kulumiseroa eri osuuksien välillä ei ole.

Keväällä otettiin koe- ja vertailuosuuksilta päällystenäytteet. Ne tutkittiin TVH:n laboratoriossa. Niiden tulokset esitetään oheisessa taulukossa yhdessä vuoden 1974 tulosten kanssa.

Koeosuus	Näyt- teitä	Rakeisuus läpäisy - %							
				0,074 mm		4 mm		12 mm	
				KA		KA		KA	
	kpl	1974	1977	1974	1977	1974	1977	1974	1977
1. Diamiini 1,0 %	3	5,89	5,73	8,7	8,7	52,4	51,5	77,5	76,5
2. Diamiini 1,0 %+A 1,0%	3	5,45	5,43	8,3	8,3	48,6	48,4	73,2	73,6
3. Diamiini 0,5 %+A 1,0%	3	5,35	5,60	8,4	7,8	47,2	49,7	69,9	74,6
4. Diamiini 1,0 %+B 1,0%	3	5,59	5,37	8,0	8,3	52,9	49,6	78,2	72,3
5. Vertailuosuus (ilman tartuketta)	3	5,57	5,60	9,2	8,5	51,8	49,4	74,4	73,1
Ohjearvo		5,80		7,0		55,0		79,0	

Koe- osuus	Näyt- teitä kpl	Massamäärä		Massan tiheys		Massan kiintot		Tyhjätila		Marshall-lu	
		kg/m ²		kg/dm ³		kg/dm ³		%		kN	
		KA		KA		KA		KA		KA	
		-74	-77	-74	-77	-74	-77	-74	-77	-74	-77
1.	9	112	112	2,374	2,366	2,462	2,454	3,6	3,6	3,42	3,07
2.	9	122	117	2,395	2,395	2,464	2,468	2,8	3,0	4,43	3,87
3.	9	113	115	2,387	2,391	2,461	2,456	3,0	2,7	3,63	3,62
4.	9	129	125	2,393	2,396	2,478	2,470	3,4	3,0	4,21	4,15
5.	9	120	122	2,389	2,403	2,466	2,478	3,1	3,1	4,11	3,44

Taulukkoarvojen mukaan päällysteissä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Aura - Pauna, Pöytyä

Koe tehtiin vuonna 1973 ja samasta syystä kuin em. kokeet tieosilla Mellunkylä-Gumbostrand ja Kaasmarkku-Tervahauta. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v. 1975 laskennan mukaan 2500 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 28.4.1977 todettiin, että koe- ja vertailupäällysteet olivat tyydyttävässä kunnossa. Päällysteessä esiintyi edelleen 5-10 mm leveitä onkaloita, varsinkin osuuksilla 2 ja 4. Päällysteiden kulumisesta johtuen onkalot ovat kuitenkin vähentyneet kulku-urien kohdilta, josta voidaan päätellä, että ne ovat olleet vain päällysteen pintaosassa. Eri päällysteosuuksien kesken ei todettu vielä sanottavaa eroa.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin päällysteiden kulku-urat 2 m:n oikolaudalla.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskim. mm		
	1974 ja 1975	1976	1977
1. Eetteriamiini	5	5	6
2. Haarautunut triamiini	4	7	7
3. Suoraketjuinen triamiini	4	6	6
4. Polyram	4	6	7
5. Vertailuosuus (ilman tartuketta)	4	5	6

Päällysteen kuluminen kaikilla osuuksilla on ollut lähes yhtävähäistä.

Keväällä otettiin koe- ja vertailuosuuksilta päällystenäytteet. Ne tutkittiin TVH:n laboratoriossa. Niiden tulokset esitetään oheisessa taulukossa yhdessä vuosien 1973-76 tulosten kanssa.

Kocisuus	Näyt- teitä	Sideainemäärä				Rakeisuuden läpikisy - %											
		%				0,0/4 mm				4 mm				12 mm			
		KA				KA				KA				KA			
		kpl	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76
1. Eetteriamini	3	5,76	5,57	5,23	5,47	8,7	7,9	8,4	8,8	50,5	47,5	44,8	46,6	79,0	76,6	73,7	74,3
2. Haerakutsunut triamiini	3	5,74	5,46	5,43	5,61	7,7	7,8	8,8	8,2	44,8	42,7	44,3	44,3	72,8	72,8	73,0	77,0
3. Suoraketjuinen triamiini	3	5,40	5,45	5,25	5,35	7,2	7,3	7,7	8,0	45,6	45,7	47,4	44,9	74,7	74,2	75,7	73,9
4. Polyram	3	6,03	5,59	5,45	5,29	8,5	7,6	7,7	8,2	48,0	42,4	41,2	41,7	81,5	73,5	73,1	72,6
5. Vertailuosuus (ilman tartuketta)	3	5,77	5,65	5,44	5,53	8,2	7,8	8,4	8,8	47,5	46,8	45,3	45,8	76,3	74,7	73,7	73,3
Ohjearvo		5,80				8,0				47,0				72,0			

Näyt- teitä	Massamäärä				Massan tiheys				Massan kiintotiheys				Tyhjättila			Marshall-lujuus				
	kg/m ²				kg/cm ³				kg/dm ³				%			KN				
	KA				KA				KA				KA			KA				
	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76	-77	-73	-74	-76	-77
9	105	102	92	94	2,389	2,383	2,400	2,406	2,450	2,442	2,450	2,453	2,5	2,0	2,0	1,9	3,840	3,780	3,200	3,260
9	102	101	92	95	2,401	2,405	2,405	2,407	2,440	2,428	2,443	2,441	1,6	1,1	1,7	1,4	4,900	5,280	3,080	3,190
9	103	103	95	96	2,387	2,390	2,384	2,385	2,457	2,434	2,448	2,433	2,8	1,8	2,6	2,1	2,620	3,530	2,500	2,860
9	105	104	94	100	2,397	2,393	2,397	2,401	2,450	2,445	2,456	2,446	2,2	2,1	2,4	1,8	4,420	4,560	2,980	3,180
9	101	103	90	92	2,391	2,396	2,392	2,403	2,453	2,445	2,459	2,442	2,5	2,0	2,7	1,6	3,510	4,030	2,550	2,870

Tulosten mukaan sideainemäärä on 4 vuoden aikana vähentynyt päällysteessä 0,1-0,7 % ja rakeisuus säilynyt lähes entisellään. Massamäärä on vähentynyt keskimäärin 8 kg/m², mikä vastaa n. 3 mm kulumista. Tyhjättila ja Marshall-lujuus ovat pienentyneet.

Munkulla - Kantvik, Kirkkonummi

Koe tehtiin vuonna 1970. Sen tarkoituksena on selvittää bitumin kovuuden (B-65, B-120 ja B-300) vaikutus asfalttibetonipäällysteen Ab 20/100 kulumiskestävyyteen ja muihin ominaisuuksiin sekä tutkia bitumien vanhenemisominaisuuksia. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 2200 (1300-3300) autoa (KVL).

Tarkastuksessa 6.5.1977 todettiin, että koe- ja no maalipäällysteet olivat edelleen hyvässä kunnossa. Bitumeilla B-65 ja B-120 tehdyt osuudet 1 ja 3 olivat kulku-urista karkeita. Pehmeämmällä bitumilla B-300 tehty osuus 2 oli sileä.

Osuutta B-65 ei ollut tarvinnut paikata tänä keväänä. Osuutta B-300 ei ole paikattu vielä. Osuutta B-120 oli nyt paikattu kahdessa kohdassa (työnaikainen kuormalajittuma). Viime keväänä todettu vähäinen purkautuma reunimmaisella kulku-uralla ei ollut lisääntynyt.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin päällysteiden kulku-urat 2 m:n oikolaudalla. Ne esitetään yhdessä vuosien 1972-76 tulosten kanssa.

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskim. mm			
	1972	1973	-74, -75 ja -76	1977
1. Neste B-65	1	3	3	3
2. Neste B-300	1	4	5	6
3. Shell B-120 vertailuosuus	2	4	5	6

Neste Oy:n kovalla bitumilla B-65 tehty osuus on kulunut vähemmän kuin muilla bitumeilla tehdyt osuudet.

Stensvik - Pikkala, Kirkkonummi

Koe tehtiin vuonna 1970. Kokeen tarkoituksena on selvittää missä määrin tartukkeet Polyram HO 200 ja Riva S parantavat Ab 20/100 päällysteen ominaisuuksia. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 7900 (6600-9300) autoa (KVL).

Tarkastuksessa 6.5.1977 todettiin, että tartuketta sisältävät koepäällysteet olivat vielä tyydyttävässä kunnossa. Tartukkeen normaalipäällyste oli välttävissä kunnossa. Normaalipäällysteessä oli useassa kohdassa varsinkin keskiura kulunut puhki (tasausmassa näkyi) ja paikkausta oli tehty n. 20 kohdassa urissa. Tartukkeellisia osuuksia ei ollut yleensä paikattu, lukuunottamatta alustan pettämisestä johtuvia laajoja paikkauksia. Polyram-osuutta oli melkein puolet paikattu tien leveydeltä. Alustan ominaisuuksista johtuvat päällystepaikkaukset häiritsivät päällysteiden vertailua.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin 2 m:n oikolaudalla kulkuurien syvyydet:

Koeosuus	Suurin urasyvyys keskim. mm					
	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1. Polyram HO-200	2	4	6	7	8	10
2. Riva S	2	5	6	6	6	11
3. Normaaliosuus	4	5	7	8	10	13

Puhalletusta bitumista tehty osuus on kulunut selvästi enemmän kuin muilla bitumeilla tehdyt osuudet.

Kokeilu katsotaan loppuunkäsittelyksi.

Kuusjärvi - Käsämä, Liperi

Koe tehtiin vuonna 1969. Kokeen tarkoituksena on selvittää asbesti- ja talkkijauheiden kelpoisuus sora-asfalttibetonipäällysteen SAB 18/120 täytejauheeksi. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan koeosilla 1800 autoa (KVL), paitsi koeosilla 1 ja 3, jossa se oli 2500 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 18.5.1977 todettiin, että koeosuudet 1 ja 3 oli päällystetty uudestaan kesällä 1976. Jäljellä olevat osuudet olivat normaalipäällysteen kanssa edelleen tyydyttävässä kunnossa. Silmämääräisen tarkastelun perusteella ei voitu todeta eri täytejauheista johtuvia päällysteiden välisiä eroja. Osuuskilla 12, 13 ja 15 todettiin reunaauralla päällysteeseen verkko- halkeamia.

Jälkitarkastusten yhteydessä vuosina 1972-77 mitattiin kulkuurien syvyudet 2 m:n oikolaudalla kulumisen selvittämiseksi.

Koeosuus	a = asbestijauhe t = talkkijauhe k = kalkkikivijauhe b = bitumi B-200	Suurin urasyvyys keskimäärin mm				
		1971	1974	1975	1976	1977
5.	5 % a; 6,2 % b	3	6	6	7	9
6.	5 % t; 5,8 % b	5	5	5	5	7
8.	3 % t; 5,5 % b	3	5	6	7	6
10.	5 % t; 6,2 % b	7	8	8	9	12
11.	2,5 % a; 2,5 % k; 5,8 % b	6	6	6	6	8
12.	1,25 % a; 3,75 % k; 5,8 % b	3	5	5	6	8
13.	2,5 % t; 2,5 % k; 5,8 % b	5	6	6	7	9
14.	1,25 % t; 3,75 % k; 5,8 % b	5	6	6	6	8
15.	Normaaliosuus 5 % k; 5,8 % b	6	7	7	9	8

Päällysteen verkkohalkeamakohtista ei otettu kulumistulosta luonnollisesti mukaan taulukkoarvoihin. Tuloksissa esiintyy mittaustavasta johtuvia pieniä epäjohtonmukaisuuksia osuuskilla 8 ja 15. Osuus 10 oli kulunut eniten ja osuudet 6 ja 8 vähiten.

Kesällä otettiin koeosuuksilta päällystenäytteet. Ne tutkittiin TVH:n laboratoriossa. Niiden tulokset esitetään oheisessa taulukossa yhdessä aikaisempien tulosten kanssa.

Koe- osuus	Näytteitä	Sideainemäärä				Rakeisuuden läpäisy - %											
		%				0,074 mm				4 mm				12 mm			
		KA				KA				KA				KA			
		kpl	-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74
5.	3	6,11	6,07	5,55	5,83	10,7	10,0	9,4	9,9	51,6	51,3	47,8	48,3	79,0	80,0	77,6	77,0
6.	3	5,72	6,11	5,60	5,90	11,0	9,9	9,2	10,0	50,3	55,4	49,1	53,6	77,5	82,6	79,9	82,6
8.	3	5,84	5,92	5,54	5,80	9,8	8,1	8,7	8,5	51,0	51,4	49,1	52,5	81,5	82,5	78,1	83,1
10.	3	6,28	6,00	5,61	6,11	10,5	9,1	9,0	10,3	51,9	48,4	46,4	51,9	77,6	77,3	76,0	78,5
11.	3	5,82	5,66	5,47	5,79	10,7	9,4	8,9	11,5	50,3	50,3	47,0	53,5	80,3	81,4	78,2	81,2
12.	3	5,79	5,77	5,37	5,69	11,2	9,7	10,2	10,4	51,6	52,4	49,5	53,7	78,9	82,7	79,7	82,8
13.	3	5,74	5,95	5,32	5,90	10,4	9,5	9,2	11,1	48,8	52,4	48,6	53,9	75,5	81,8	78,2	82,5
14.	3	5,60	5,36	5,66	5,45	10,2	8,9	9,5	10,6	47,9	47,2	49,7	49,6	74,3	74,8	79,1	77,4

Näytteitä	Massamäärä				Massan tiheys				Massan kiintotiheys			
	kg/m ²				kg/dm ³				kg/dm ³			
	KA				KA				KA			
	kpl	-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74
9	118	105	97	94	2,400	2,400	2,410	2,404	2,450	2,468	2,467	2,457
9	121	117	106	106	2,390	2,420	2,420	2,410	2,480	2,496	2,479	2,464
9	121	121	111	109	2,370	2,400	2,410	2,408	2,450	2,468	2,475	2,475
9	120	107	104	98	2,390	2,410	2,410	2,409	2,460	2,458	2,461	2,464
9	126	121	114	107	2,380	2,410	2,410	2,408	2,460	2,472	2,482	2,472
9	120	113	110	106	2,370	2,400	2,400	2,403	2,460	2,477	2,475	2,478
9	119	115	109	102	2,380	2,400	2,410	2,405	2,470	2,474	2,473	2,472
9	119	110	102	97	2,380	2,400	2,410	2,412	2,450	2,475	2,471	2,457

Tynjättila				Marshall-lujuus				Flow			
%				kN				mm			
KA				KA				KA			
-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74	-77	-69	-72	-74	-77
2,5	2,6	2,5	2,2	3,9	2,9	2,2	2,5	2,1	1,8	1,8	2,9
3,2	3,1	2,4	2,2	2,9	3,1	2,1	2,1	1,8	1,7	1,7	3,2
3,5	2,8	2,6	2,7	2,3	2,9	1,8	2,1	1,6	1,6	1,7	3,1
2,4	2,1	2,2	2,2	3,2	2,5	1,8	2,2	1,9	1,6	2,2	3,4
3,4	2,6	2,8	2,6	3,3	3,1	2,5	2,3	1,7	1,8	1,9	3,4
3,7	3,1	2,8	3,1	2,6	2,9	2,2	2,4	1,8	1,5	1,4	2,9
3,8	2,9	2,5	2,7	2,6	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,6	3,3
3,0	2,9	2,6	1,8	2,4	2,6	2,0	2,2	1,6	1,3	1,5	2,8

Massan sideainemäärä ja rakeisuus ovat vuosittain vaihdelleet.

Massamäärä on kahdeksan vuoden aikana vähentynyt 12-24 kg/m².

Päällysteen tynjättila on pienentynyt 0,2-1,2 %. Marshall-lujuus on pienentynyt 0,2-1,4 kN.

Tammisaari - Salo, Perniö

Koe tehtiin vuonna 1969. Kokeen tarkoituksena on selvittää maasälpä jauheen kelpoisuus asfalttibetonipäällysteeseen Ab 20/120 täyte jauheeksi. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 2400 (1800-3000) autoa (KVL).

Tarkastuksessa 27.4.1977 todettiin, että koe- ja vertailupäällysteessä oli Salosta tullessa Perniön risteykseen asti kulku-urissa vaimakasta kulumista ja purkautumisen alkua. Paikkausta ei ollut kuitenkaan nyt suoritettu. Ajoturvallisuuden kannalta päällyste oli välttävässä kunnossa. Tästä eteenpäin Tammisaaren suuntaan päällysteet olivat tyydyttävässä kunnossa. Koe-päällyste vaikuttaa silmämääräisen tarkastelun perusteella enemmän kuluneelta kuin normaalipäällyste.

Tarkastuksen yhteydessä mitattiin kulku-urien syvyydet 2 m:n oikolaudalla kulumisen selvittämiseksi.

Osuus	Suurin urasyvyys keskimäärin mm						
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1. Koeosuus (maasälpätäyte- jauhe)	4	6	9	9	10	13	14
2. Normaaliosuus (kalkkikivitäyte- jauhe)	3	7	7	7	8	10	11

Maasälpä jauheosuus on kulunut enemmän kuin kalkkikivijauheosuus.

Laitila - Varhokylä, Laitila

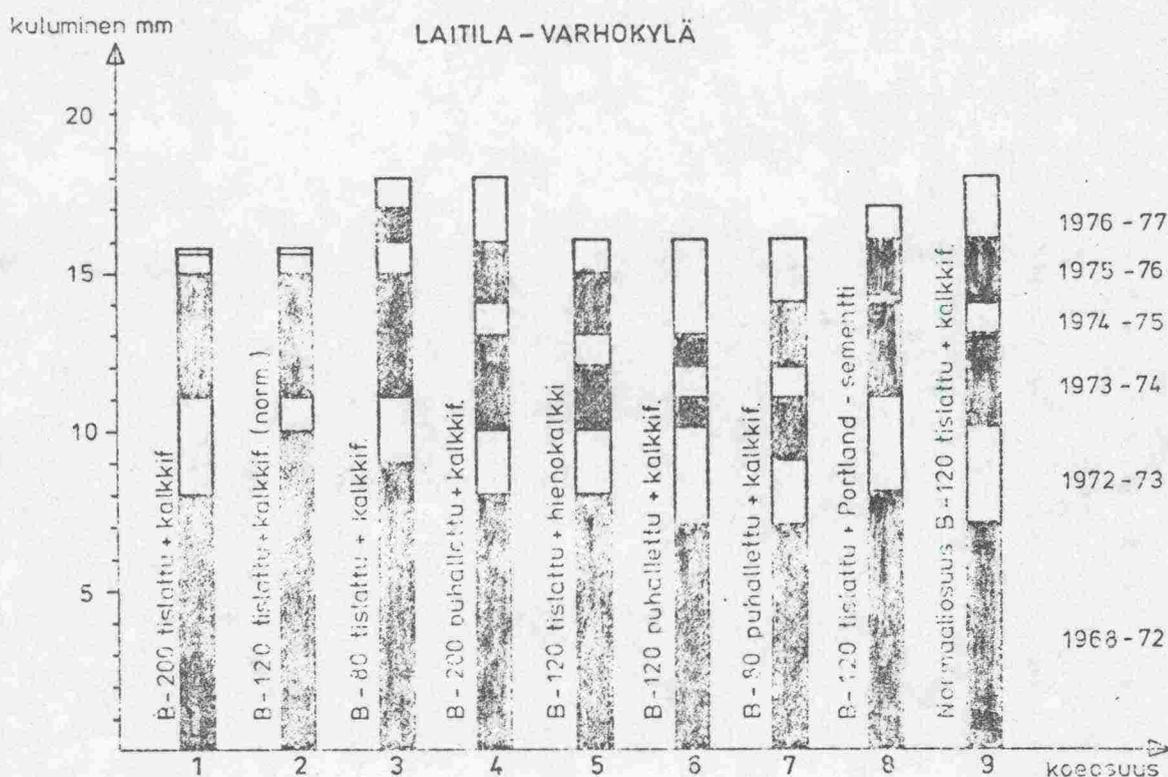
Koe tehtiin vuonna 1968. Kokeen tarkoituksena on selvittää tislattujen ja puhallettujen bitumien B-80, B-120 ja B-200 sekä hienokalkki- ja Portland-sementtitäyte jauheiden vaikutusta sora-asfalttibetonin SAb 18/100 laatuun. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 4500 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 27.4 todettiin, että koe- ja normaalipäällysteet olivat välttävässä kunnossa. Alustan ominaisuuksista johtuvia

painaumia ja tien pituussuuntaista epätasaisuutta esiintyi paljon. Päällysteiden kulku-urat olivat kuluneet melkoisesti.

Päällysteessä esiintyi purkautumista osuuksilla 2-4 ja 9. Paikkausta oli tehty osuudella 3 seitsemässä kohdassa. Paikkauksen syy oli päällistystyönaikainen lajittuma n. 150 m matkalla. Osuuksilla 1-3 ja 7 tasausmassa oli tullut näkyviin kulku-urissa paikoitellen. Säännöllistä kuormalajittumaa todettiin osuuksilla 3-9. Osuudella 2 verkko- ja pituushalkeamat eivät olleet lisääntyneet.

Jälkitarkastuksen yhteydessä vuosina 1972-77 mitattiin kulku-urat 2 m:n oikolaudalla.



Kulumiserot eri osuuksien päällysteiden välillä ovat vähäiset.

Syksyllä koe- ja normaaliosuuksilta otettiin päällystenäytteet. Ne tutkittiin TVH:n laboratoriossa. Niiden tulokset esitetään oheisessa taulukossa yhdessä vuosien 1968-70 ja 1972-73 tulosten kanssa.

Koeosuus	Näyt- teitä kpl	Sideainemäärä						Rakeisuuden läpäisy - %																	
		%						0,074 mm					4 mm					12 mm							
		KA						KA					KA					KA							
		-68	-69	-70	-72	-73	-77	-68	-69	-70	-72	-73	-77	-68	-69	-70	-72	-73	-77	-68	-69	-70	-72	-73	-77
1. B-200 tislattu+kalkkif.	3	5,84	5,65	5,87	5,88	5,35	5,31	9,9	9,6	8,7	9,0	9,6	8,9	50,1	48,4	51,8	52,5	51,6	50,9	80,2	78,7	83,3	82,5	82,3	83,0
2. B-120 " +kalkkif. (norm	3	6,00	5,74	5,90	6,05	5,63	5,69	11,0	9,9	9,3	10,5	10,1	9,4	52,8	50,0	51,2	54,0	52,8	54,8	84,3	79,9	84,9	84,6	82,9	85,6
3. B=80 " + kalkkif.	3	5,81	5,78	5,58	5,87	5,51	5,82	10,4	11,4	9,8	11,0	10,5	10,2	50,2	50,0	47,3	52,7	51,6	53,6	79,8	79,3	78,4	83,4	81,9	84,4
4. B-200 puhallettu+kalkkif.	3	5,86	5,62	5,87	5,79	5,75	5,45	10,8	10,0	9,1	9,8	10,4	9,3	50,6	46,9	50,3	50,9	53,8	51,0	78,7	75,5	82,4	81,3	82,1	80,0
6. B-120 " + "	3	5,84	5,91	5,83	5,91	5,77	5,69	8,4	11,3	9,7	9,3	10,0	9,0	47,7	50,6	51,4	51,3	53,5	50,2	77,8	81,3	83,1	80,5	83,8	81,9
7. B-80 " "	3	5,90	5,82	5,83	5,88	5,87	5,74	10,7	10,3	9,3	9,7	9,4	8,7	50,5	49,2	49,8	51,6	51,6	50,5	80,5	76,9	80,8	81,3	81,0	79,5
5. B-120 tislattu+hienokalkki	3	6,08	5,96	5,85	5,88	5,75	5,75	10,6	8,8	8,2	8,2	8,7	7,6	51,3	49,1	48,4	49,1	51,6	48,8	82,5	79,7	80,7	80,4	84,5	79,0
8. B-120 tisl.+Portland-sementti	3	6,05	5,77	5,97	5,75	5,72	5,80	11,3	10,2	10,2	9,9	10,2	9,9	51,8	49,6	52,3	50,3	53,2	52,6	82,2	81,0	87,0	79,7	83,0	82,5
Onjearvo		5,90						9,0						54,0						82,0					

kpl	Massamäärä						Massan tiheys						Massan kiintotiheys					
	kg/m ²						kg/dm ³						kg/dm ³					
	KA						KA						KA					
	1968	1969	1970	1972	1973	1977	1968	1969	1970	1972	1973	1977	1968	1969	1970	1972	1973	1977
12	90	84	86	81	76	55	2,390	2,380	2,380	2,384	2,383	2,393	2,440	2,460	2,470	2,453	2,472	2,443
12 (9)	96	87	86	80	79	59	2,380	2,380	2,380	2,387	2,387	2,379	2,387	2,460	2,460	2,452	2,461	2,447
12 (9)	91	82	76	78	71	59	2,370	2,380	2,380	2,378	2,361	2,378	2,460	2,450	2,470	2,460	2,453	2,448
12	91	85	83	75	62	59	2,390	2,380	2,380	2,376	2,374	2,397	2,460	2,450	2,470	2,432	2,452	2,459
12	92	86	80	81	82	58	2,340	2,370	2,380	2,368	2,373	2,390	2,460	2,460	2,470	2,441	2,459	2,448
12	93	84	83	84	87	70	2,380	2,360	2,380	2,371	2,370	2,382	2,460	2,450	2,460	2,443	2,462	2,443
12 (11)	85	77	81	77	73	70	2,370	2,340	2,340	2,358	2,346	2,366	2,440	2,440	2,460	2,439	2,439	2,436
12 (10)	91	84	82	83	78	52	2,380	2,380	2,400	2,396	2,397	2,400	2,460	2,470	2,470	2,463	2,470	2,455

Tynjättila						Marshall-lujuus						Flow					
%						kN						mm					
KA						KA						KA					
1968	1969	1970	1972	1973	1977	1968	1969	1970	1972	1973	1977	1968	1969	1970	1972	1973	1977
2,4	3,4	3,3	2,8	3,6	2,1	3,79	3,06	3,18	2,20	2,81	2,61	1,9	1,6	1,4	1,1	1,2	1,9
3,3	3,1	3,4	2,7	3,4	2,5	3,90	4,33	3,96	3,61	3,04	3,12	2,1	2,0	2,0	1,3	1,5	2,5
3,7	3,4	3,6	3,3	3,7	2,9	4,37	4,60	4,78	4,08	3,23	2,42	2,6	2,1	2,3	1,6	1,7	3,0
3,1	3,1	3,5	2,3	3,4	2,5	3,64	3,42	3,96	2,64	2,84	2,89	2,0	2,0	1,8	1,3	1,4	2,5
4,4	3,1	3,7	3,9	3,5	2,4	3,39	3,93	4,77	3,43	4,16	3,48	2,4	1,9	2,4	1,4	2,0	3,4
3,7	3,4	3,0	3,0	3,7	2,5	4,99	5,28	6,10	4,11	4,23	3,80	2,3	2,1	2,7	1,7	2,0	3,8
3,8	3,9	4,8	3,3	3,8	2,7	5,43	3,54	3,61	3,26	3,07	2,68	1,9	1,6	2,1	1,4	1,5	4,4
3,3	3,2	2,9	2,7	2,9	2,2	3,78	4,50	4,65	4,23	3,89	3,64	2,0	1,6	2,1	1,4	1,5	2,5

Taulukkoarvoista voidaan todeta, että eri koeosuuksien sideainemäärä on vähentynyt yndeksän vuoden aikana keskimäärin 0,25 %-yksikkää. Eniten se on vähentynyt pehmeillä bitumeilla. Rakaisuus on yleensä hieman hienontunut (4 ja 12 mm seulat). Massamäärä on vähentynyt erittäin paljon ja eräillä osuuksilla se on enää vain puolet ohjemäärästä. Tällä on ollut vaikutus Marshall-lujuutta määritettäessä. Useita porakappaleita hajosi kesken määritystä, jolloin tulosta niistä ei saatu. Tutkitut näytemäärät on esitetty sulkeissa. Päällysten vanhetessa tyhjätila on yleensä pienentynyt (päällyste jälkitiivistynyt) ja Marshall-lujuus vähentynyt.

Kokeilu katsotaan loppuunkäsittellyksi alustasta johtuvista syistä.

Johtopäätelmät em. kuumapäällystekokeista

1. Sideainekokeet

- Kovalla bitumilla B-65 tehty koepäällyste on kulunut vähemmän kuin pehmeämmillä bitumeilla tehdyt päällysteet (Munkulla-Kantvik).
- Puhalletulla bitumilla tehty koepäällyste on kulunut toisilla bitumeilla tehtyjä osuuksia enemmän (Vehmainen-Huutijärvi), mutta mainittavaa eroa ei toisessa kokeilussa todeta (Laitila-Varhokylä).

2. Tartukekokeet

Kokeillut tartukkeet eivät oikolautamittausten mukaan merkittävästi paranna kuumapäällysteiden kulumiskestävyttä.

Marshall-lujuus on normaalipäällysteessä yleensä pienempi kuin tartuketta sisältävissä koepäällysteissä.

3. Täytejauhekokeet

Kokeillut täytejauheet (asbesti, talkki, hienokalkki ja Portland-sementti) soveltuvat kuumapäällysteiden täytejauheiksi kalkkikivijauheen tavoin. Maasälpäjauheella tehty koepäällyste Tammissaari-Salo tieosalla on kulunut enemmän kuin kalkkikivijauheosuus eikä sen käyttö täytejauheeksi ole suositeltava.

VI KYLMÄPÄÄLLYSTEIDEN SIDEAINE-, TARTUKE- JA TÄYTEJAUHEKOKKEET
VV. 1966-76

Rantakylän jalkakäytävä ja pyörätie, Mikkelin mlk.

Koe tehtiin vuonna 1971. Kokeen tarkoituksena on selvittää kevytpäällysteen soveltuvuus yhdistetyn pyörätien jalkakäytävän päällysteeksi.

Tarkastuksessa 7.5.1977 todettiin, että jalkakäytäväpäällyste oli hyvässä kunnossa. Mikkelin puoleisessa päässä oli avoimia pituushalkeamia noin 300 m matkalla. Ne johtuivat alustan ominaisuuksista. Pientä päällysteen epätasaisuutta esiintyi paikoin.

Punkalaidun - Murrinharju, Punkalaidun

Koe tehtiin vuonna 1976. Kokeen tarkoituksena on selvittää Portland-sementin vaikutus öljysorapäällysteen ominaisuuksiin, kuten kestävyYTEEN. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v. 1975 laskennan mukaan 500 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 28.4.1977 todettiin, että koe- ja vertailupäällysteet olivat hyvässä kunnossa. Päällysteitä silmämäärin tarkasteltaessa ei todettu mitään suurta eroa. Portland-sementtiä täytejauheena käytetyillä osuuksilla 1 ja 2 päällyste oli ulko- näöltään hieman tiiviimpää pinnaltaan ja tasaisempaa kuin normaali öljysora. Väriltään sementtiosuudet eivät olleet enää mainittavasti normaalipäällysteitä tummempia.

Koe- ja normaalipäällysteet olivat kaikki kovia niitä metalliesineellä painettaessa, ulkoilman lämpötilan ollessa 8° C. Koeosuuden 1 vieressä olevassa normaalipäällysteessä oli heti alussa muutama kuoppa ja purkautuma. Koeosuuksien 1 ja 2 rajakohdassa oli koepäällysteessä 5 m:n matkalla karkea kuormalajittuma kohta.

Johtopäätelmät kylmäpäällysteiden sideaine- ja täytejauhekokeista.

Portland-sementillä tehdyssä öljysorassa päällysteen pinta vaikuttaa hieman tiiviimmältä ja tasaisemmalta kuin normaali öljysora.

VII KYLMÄPÄÄLLYSTEKOKKEET ILMAN TARTUKETTA VV. 1971 - 72

Uusikylä - Vierumäki, Nastola

Koe tehtiin bitumiliuosoralla vuonna 1972. Kokeen tarkoituksena on selvittää voidaanko tartuke jättää pois bitumiliuosorasta, jossa kiviaines kuivataan. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 400 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 19.5.1977 todettiin, että ilman tartuketta kuumennetusta kiviaineksesta tehty koepäällyste ja tartukkeellinen normaalipäällyste olivat edelleen tyydyttävässä kunnossa. Koepäällysteessä oli kaksi pientä reikää. Sitä oli paikattu muutamassa kohdassa. Hienoaineksen lisäkulumista isojen rakeiden ympäriltä ei ollut tapahtunut lisää. Aikaisemmissa tarkastuksissa todettiin molemmissa päällysteissä runsaasti alustan ominaisuuksista johtuvia verkko- ja pituushalkeamia. Ne olivat tarkastushetkellä auki.

Punkalaidun - Kanteenmaa, Punkalaidun

Koe tehtiin vuonna 1971. Kokeen tarkoituksena on selvittää voidaanko tartuke jättää pois öljysorasta, jonka kiviaines kuivataan. Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 400 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 28.4.1977 todettiin, että tartukkeeton koepäällyste ja tartukkeellinen normaalipäällyste olivat edelleen tyydyttävässä kunnossa. Koepäällysteessä oli kolme pientä reikää. Sitä oli paikattu tänä keväänä yhdessä kohdassa. Molemmissa päällysteissä esiintyi alustan ominaisuuksista johtuvia pituus- ja verkkohalkeamia. Päällysteen purkautumista oli molemmissa kahdessa kohdassa.

Johtopäätelmät ilman tartuketta tehdyistä öljy- ja bitumiliuosorakokeista

Tartukkeettomien (kiviaines kuivattu) ja tartukkeellisten päällysteiden välillä ei ole silmämäärin tarkasteltuna vieläkään merkittävää eroa. Näissä kahdessa vielä verrattavassa kokeessa tartukkeettomaan koepäällysteeseen on muodostunut muutama pieni reikä ja paikkausta oli tehty joissain kohdissa.

Vastaavia kokeita on tehty aikaisemmin mm. Hyönölä - Heijala (BLS) tieosalla. Tässä kokeessa todettiin tartukkeettomasta päällysteestä irtoavan hienoainesta isojen rakeiden ympärillä helpommin, kuin tartukkeellisesta normaalipäällysteestä.

VIII SILTAPÄÄLLYSTEKOE V. 1972

Suurmetsän risteyssilta (S 2), Helsinki

Koe tehtiin vuosina 1972-73. Kokeen tarkoituksena on selvittää:

1. Voidaanko normaalieristys ja suojabetoni korvata eristysvaluasfaltilla sekä voidaanko normaalin asfalttibetonipäällysteen sijasta käyttää valuasfalttipäällystettä (itäinen ajorata) ja
2. Normaalia paksumman koepäällysteen (Ab 20/120 + Ab 12/50 + suojabetoni + bitumimattoeristys) kulumiskestävyys ja muut ominaisuudet moottoritien sillan päällysteenä edellä kohdassa 1 mainittuun VA-päällysteeseen verrattuna.

Tieosan keskivuorokausiliikenne oli v:n 1975 laskennan mukaan 20000 autoa (KVL).

Tarkastuksessa 6. ja 13.10.1977 todettiin seuraavaa:

Kesällä 1976 uusittiin moottoritien päällyste, lukuunottamatta itäisen ajoradan koesillan kansipäällystettä. Kansipäällyste on kulunut urista varsinaiselta ajokaistalta. Urat mitattiin 3,5 m oikolaudalla. Keskiuran syvyys oli keskimäärin 29 mm ja reunaan 20 mm. Ajokaista oli lähes koko leveydeltä sileä. Siltapäällysteessä todettiin muutamia halkaisijaltaan 10 cm:n kohoumia, jotka johtuvat päällystemassan deformatumisesta lämpimällä säällä. Sillan liikuntasaumot olivat ehjät lukuunottamatta sillan päissä olevia saumoja. Ne olivat auki ja paikkaamatta.

Ensimmäisen tarkastuksen aikana vallitsi voimakas sade. Vettä tuli sekä syöksytorvista että tippuputkista, mutta ei painetasausputkista.

Kokeilu katsotaan loppuunkäsitellyksi.

Johtopäätelmät

Siltapäällystekokeessa suojabetoniton rakenne on osoittautunut saman veroiseksi kuin suojabetonin sisältävä rakenne.

Valuasfaltti ei tämän kokeen mukaan purkaudu yhtä helposti kuin asfalttibetoni.

Liikenneturvallisuuden- ja ajomukavuuden takia tulisi itäisen ajoradan kansipäällyste uusia ensitilassa vuonna 1978.