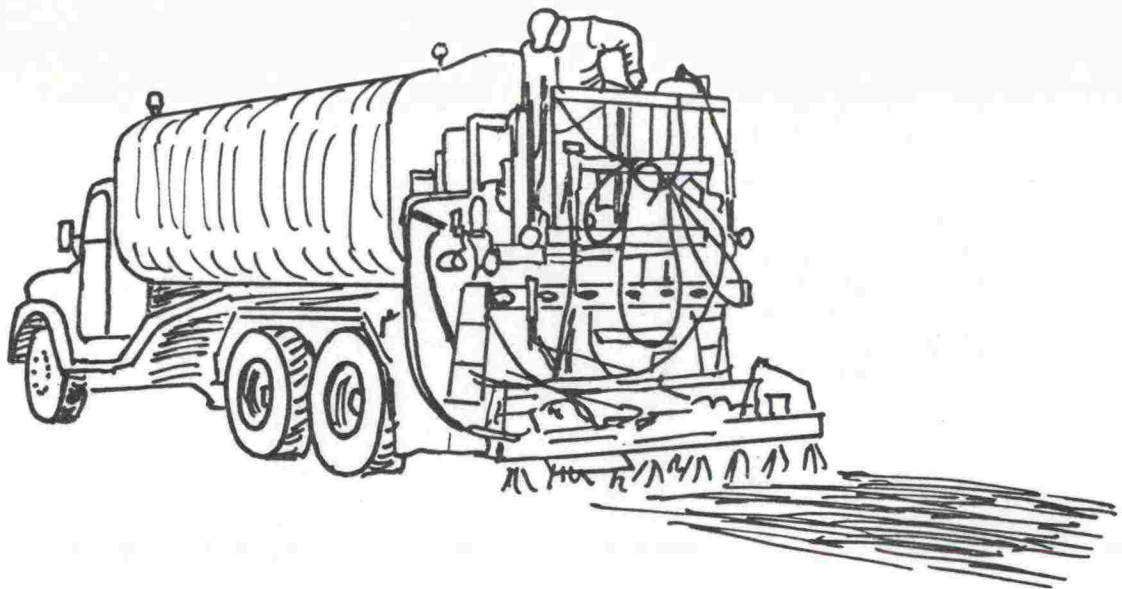


IMEYTYSSPELLYKSEN TALOUDELLISUUSVERTAILU



10.4.1985

Kyösti Laukkanen

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
Rakentamistalouden toimisto

TVH 734752

08

91E-



85 0390

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
YHTEENVETO	1
1. YLEISTÄ	3
2. IMEYTYSSEPELLYS SUOMESSA	3
2.1 Työmäärät	3
2.2 Materiaalit	4
2.3 Rakentaminen	5
3. IMEYTYSSEPELLYS RUOTSISSA	6
3.1 Työmäärät	6
3.2 Päällysrakennevaihtoehdot	6
3.3 Materiaalit	7
3.31 Kiviaines	7
3.32 Sideaine ja tartuke	9
3.4 Rakentaminen	9
4. IMEYTYSSEPELLYKSEN TALOUDELLISUUS	11
4.1 Materiaalit	11
4.11 Kiviaines	11
4.12 Sideaine ja tartuke	14
4.2 Rakentaminen	14
4.3 Vertailurakenne	15
4.4 Kustannukset	15
4.41 Materiaalikustannukset	15
4.42 Rakentamiskustannukset	18
4.43 Imeytyssepellys sitomattoman kantavan kerroksen vaihtoehtona	20
4.44 Imeytyssepellys sitomattoman kantavan kerroksen ja osan bitumiso-rasta korvaavana rakenteena	22
5. JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET	24
5.1 Suunnitteluohjeluonnoksen tarkistaminen	24
5.2 Tutkimustoiminta	25

LIITTEET I - IV

KIRJALLISUUSVIITTEET

MERKINTÖJEN SELITYKSET

YHTEENVETO

Imeytyssepellystä kantavaksi kerrokseksi tehtiin Suomessa yleisille teille 1960 -luvulla noin tuhat kilometriä, mutta sen käytöstä luovuttiin laatu- ja kustannussyistä. Ruotsissa sitä tehtiin esim. vuonna 1983 noin 2 milj.m² ja seuraavana vuonna vielä enemmän.

Ruotsissa sen käyttöä perustellaan nykyään halvalla hinnalla bitumisoraan verrattuna, laatunäkökohdilla sekä sillä, että imeytyssepellyksessä ei tarvita kaikkea tavanomaisen murskeen sisältämää hienoa lajitetta, joka voidaan käyttää edullisesti muihin tarkoituksiin.

Tämä imeytyssepellyksen taloudellisuusvertailu on tehty olettaen, että sen kiviaineksen rakeisuuden sekä sideainemenekin osalta noudatetaan ruotsalaisia ohjeita.

Tien rakenteen suunnitteluohjeluonnoksessa sallitaan imeytyssepellyksellä korvattavan vain tien sitomaton kantava kerros. Ruotsalaisten ohjeiden mukaan imeytyssepellys korvaa sekä sitomattoman kantavan kerroksen että osan bitumisorasta. Tämän periaatteellisen eron vuoksi on vertailu tehty näiltä osin molempien ohjeiden mukaisesti.

Kun imeytyssepellyksen karkeana kiviaineksena käytetään sepeleitä 12-80 mm tai 25-80 mm, jää alkuperäisestä 0-80 mm kiviaineksesta muihin tarkoituksiin käytettäväksi edellisessä tapauksessa 32 % ja jälkimmäisessä 51 %. Koska tämä hienompi lajite (0-8 mm tai 0-20 mm) on kalliimpaa, voidaan sen katsoa laskennallisesti alentavan imeytyssepellyksen karkean kiviaineksen hintaa noin 10-25 %.

Kun tämä säästö jää vuoden 1984 hintatasossa kuitenkin esim. 100 mm paksulla imeytyssepellyksellä suuruusluokkaan 0,3-0,6 mk/m², ei sillä pystytä kattamaan läheskään sideaineen ja tartukkeen materiaalikulujakaan 3,8 mk/m².

Imeytyssepellys osoittautuu kerrospaksuudesta riippuen noin 3-5 mk/m² kalliimmaksi kuin yhtä paksu tavanomainen sitomaton kantava kerros.

Uudessa suunnitteluohjeluonnoksessa on esitetty vaihtoehtoisiksi asfalttibetonipääallysrakenteet, joissa louhekerroksen päällä on kantavana kerroksena joko 100 mm imeytyssepellystä tai 150 mm murskettä, jolloin imeytyssepellys on tässä vertailussa esitetyin lähtöarvoin enää $1,3 \text{ mk/m}^2$ (16 %) sitomatonta kantavaa kerrosta kalliimpi.

Louhekerroksen päällä oleva imeytyssepellys ei varise louhekerroksen sisään yhtä helposti kuin sitomaton kantava kerros. Näin kulutuskerroksen kunnossapitokustannusten pieneminen tekee imeytyssepellyksen käytön louherakenteessa sopivissa kohteissa perustelluksi. Hyvä vedenläpäisevyys on myös imeytyssepellysrakenteen etu.

Vertailun tulos muuttuu olennaisesti imeytyssepellykselle edullisemmaksi, kun laskelmat tehdään ruotsalaisin pääallysrakennevaihtoehdoin.

Koska ne sallivat myös kalliin bitumisorakerroksen osittaisen korvaamisen imeytyssepellyksellä, pienentää asfalttibetonipintaishella tiellä imeytyssepellyksen käyttö pääallysrakenteesta riippuen rakennuskustannuksia $3-20 \text{ mk/m}^2$ tavanomaiseen ratkaisuun verrattuna. Pääallysteen ja kantavan kerroksen yhteenlaskettuihin kustannuksiin se merkitsee 7-27 % säästöä.

Imeytyssepellys on Ruotsissa tavanomaisen rakenteen vaihtoehtona, kun raskasta liikennettä on yli 100 rs ajon/vrk. Joka paikkaan se ei sovellu ja on myös yleensä sitä edullisempaa mitä vilkasliikenteisemmästä tiestä on kyse.

Myös imeytyssepellystä sisältävät pääallysrakenteet voidaan rakentaa vaiheittain.

Selvityksen jatkotoimenpiteenä on laadittu ehdotus kolmesta imeytyssepellyspääallysrakenteesta, jotka esitetään liitettäväksi uuteen suunnitteluohjeeseen. Imeytyssepellyksen mahdollinen uusi tuleminen edellyttäisi tutkimustoimintaa mm. sen kantavuusarvojen ja materiaalikysymysten osalta.

1. YLEISTÄ

Imeytyssepellyksellä (IS) tarkoitetaan bitumisella sideaineella imeyttämällä vahvistettua tien päällysrakenteen sepelikerrosta tai sorasepelikerrosta.

Imeytyssepellyksen käyttökohde on lähinnä kantava kerros tai sen yläosa. Sitä voidaan käyttää myös ajoradan tilapäisenä päällysteenä, jolloin se on pinnattava (IS+SIP) tai jakavana kerroksena.

Tämä selvitys imeytyssepellyksen käytön taloudellisuudesta TVL:n töissä on tehty TVH:n rakennusosaston toimeksiannosta.

Koska toimeksiannon taustalla ovat olleet Ruotsissa menetelmästä saadut hyvät kokemukset, on selvityksessä suhteellisen paljon nojauduttu Ruotsin käytäntöön.

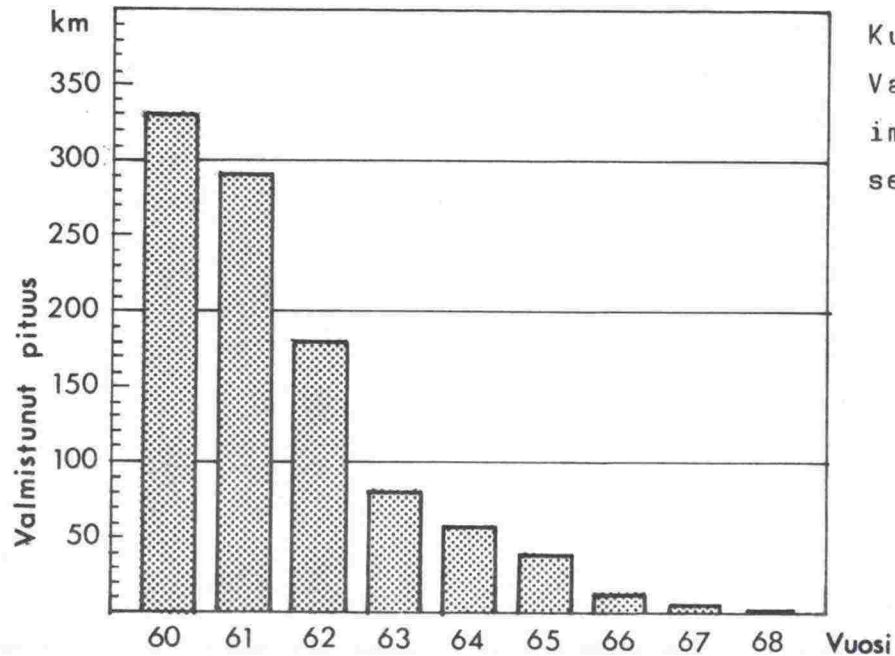
2. IMEYTYSSEPELLYS SUOMESSA

2.1 Työmäärät

Imeytyssepellyksellä sidottuna kantavana kerroksena oli 1960 -luvun alussa lyhyt nousukausi, edustihan vuoden 1960 imeytyssepellyspituus noin 15 % tuon vuoden päällystystyöpituudesta. Tämän alun jälkeen imeytyssepellyksen työmäärät pienenevät vuosi vuodelta. Kaikkiaan on imeytyssepellystä tehty yleisille teille noin tuhat kilometriä (kuva 1).

Syynä menetelmästä luopumiseen oli käsitys, ettei laatu vastannut hintaa. Bitumituotteiden suuret hinnankorotukset erityisesti vuosina 1974 ja 1980 ovat heikentäneet imeytyssepellyksen käyttöedellytyksiä sitomattomiin kerroksiin verrattuna, mutta toisaalta parantaneet niitä enemmän bitumituotteita sisältäviin rakenteisiin nähden.

Viime vuosina on imeytyssepellystä tehty lähinnä kokeiluluonteisesti muutamalla tiekilometrillä nimellä imeytys- ja pintakäsittely (IPK).



Kuva 1:
Valmistuneet
imeytyssepellyk-
set 1960-luvulla

2.2 Materiaalit

Kantavaan kerrokseen käytetyn imeytyssepellyksen karkean kiviaineksen tuli TVL:n töissä vuoden 1964 työselityksen mukaan olla sepelilajitetta 25-55 (40) mm ja kiilaussepelin sepelilajitetta 12-25 mm. Mahdolliseen pintakäsittelyyn käytettiin 8(6)-12 mm sepeliä /2/.

Asfalttinormit 1968 salli vastaavasti karkeana kiviaineksena käytettäväksi sepelin tai sorasepelin 20-64 mm ja kiilauksessa sepelin tai lajitellun soran 12-16 (20) mm tai 6-8 (12) mm. Kevyen liikenteen väylillä oli karkean lajitteen maksimirakoko 32 mm /3/.

Sideaineeseen käytettiin bitumiliuosta B1-4 tai bitumiemulsiota. TVL:n ohjeissa oli bitumiliuosmenekki $3,5 \text{ kg/m}^2$ ja emulsiomenekki $5,0 \text{ kg/m}^2$.

Sideaineeseen oli lisättävä tartuketta rakennuttajan erikseen ilmoittama määrä.

Uuden tien rakenteen suunnitteluohjeluonnoksen /4/ mukaan on imeytyssepelluksen karkean kiviaineksen oltava 20-64 mm sepeliä. Sorasepeliä ei ole mainittu tässä yhteydessä. Kiilaukseen käytetään 12-20 mm sepeliä.

Vaikka TVH:n vanhoissa ja uusissa imeytyssepellystä koskevissa ohjeissa /2/ ja /4/ ei murskesoralajitteiden käytöstä sen raaka-aineena ole mainintaa, ei sille liene estettä, vaan puute voidaan panna murskaustuotteiden terminologiassa muutoinkin eri ohjeiden /2/, /4/ ja /6/ välillä vallitsevan ristiriittaisuuden tiliin.

2.3

Rakentaminen

Imeytyssepelluksen tavanomainen kerrospaksuus oli 1960 -luvulla 80 mm. Imeytyssepellus tehtiin kahdessa työvaiheessa, jos kulutuskerros levitettiin heti niiden jälkeen:

- karkean sepelin levitys ja jyräys
- imeyttäminen ja kiilaus.

Jos imeytyspinnalle päästettiin liikenne, piti se imeyttää ja kiilata vielä toisen kerran.

Tien rakenteen suunnitteluohjeluonnoksen /4/ mukaan voidaan vain sitomaton kantava kerros korvata imeytyssepelluksella. Yleensä ei imeytyssepellystä tehdä sitomatonta kantavaa kerrosta ohuemmaksi.

Asfalttibetonipääallysrakenteissa on kuitenkin louhekerroksen päällä olevan imeytyssepellyksen paksuus 100 mm ja sen vaihtoehtona on 150 mm paksu murskekerros. Louhekerros tehdään imeytyssepellystä käytettäessä 50 mm paksumpana eli pääallysrakenteen kokonaispaksuus pysyy samana.

Vanhoissa pääallysrakenneohjeissa /2/ korvasi 80 mm paksu imeytyssepellys 60 mm paksun bitumisorakerroksen sekä 20 mm sitomatonta kantavaa kerrosta.

3. IMEYTYSSEPELLYS RUOTSISSA

3.1 Työmäärät

Ruotsissa tehtiin puhelimitse (David Arnelöv, VV) saadun tiedon mukaan imeytyssepellystä vuonna 1983 noin 2 milj.m² ja vuonna 1984 "huomattavasti enemmän".

Suurin osa näistä töistä on heikosti kantavien teiden rakenteen parantamiskohteita. Uusille teille sitä tehdään vain noin 10 km/v ja saman tiedon mukaan uusia teitä valmistuu vain 20-30 km/v.

Perusteena imeytyssepellyksen käytölle on sekä laatu että hinta. Imeytyssepellyksen päälle tuleva kerros voidaan tehdä eri vuonna kuin imeytyssepellys.

3.2 Pääallysrakennevaihtoehdot

Ruotsin tielaitoksen ohjeet /5/ sallivat imeytyssepellyspääallysrakenteen (IBÖ), jossa sitomaton kantava kerros sekä osa kantavan kerroksen bitumisorasta on korvattu imeytyssepellyksellä. Se, että imeytyssepellystä käytettäessä voidaan ohentaa myös bitumisorakerrosta, on kustannusvaikutuksiltaan merkittävä ero suomalaiseen ohjeluonnokseen verrattuna.

Imeytyssepellys on tavanomaisen rakenteen vaihtoehtona, kun raskasta liikennettä on tien liikenteelle avaamisvuonna roudan sulamisen aikoihin yli 100 rs ajon/vrk. Jollei tarkempia liikenne-ennusteita ole tehty, oletetaan raskaita ajoneuvoja olevan 10 % KVL:sta.

Päällysten ja kantavan kerroksen yhteispaksuus niissä liikenne-luokissa, joissa imeytyssepellys tulee kyseeseen, vaihtelee louherakenteessa 150-250 mm välillä ja muussa 200-350 mm välillä.

Imeytyssepellyksen käyttö ei ohenna näitä kerroksia. Sen sijaan louherakenteessa voidaan käyttää 50-100 mm ohuempia kerroksia riippumatta siitä käytetäänkö imeytyssepellystä vai ei. Tältä osin käytäntö poikkeaa suomalaisista ohjeista.

Kantavan kerroksen imeytyssepellyksen paksuus vaihtelee välillä 125 mm - 170 mm. Imeytyssepellyksen päälle tulee jokin seuraavista kerrosvaihtoehdoista:

- 50 mm BS + yksinkert. SIP
- 50 mm BS + kaksinkert. SIP
- 50 mm AB
- 50...145 mm BS + 35 mm AB

Ruotsissa on käytössä myös päällysrakennevaihtoehto (BBÖ), jossa jakavan kerroksen murske vahvistetaan imeyttämällä. Louhekerroksen (ruots. F-lk.) päälle tulevan imeytyssepellyksen paksuus on 75-150 mm.

3.3 Materiaalit

3.31 Kiviaines

Imeytyssepellyksen teossa tarvitaan 2-3 kiviaineslajitetta. Kaikkien imeytyssepellykseen käytettävien kiviainesten on täytettävä laatuvaatimukset, joiden mukaan

- murtopintaluku = 100 (11,3-16,0 mm lajitteesta), mikä edellyttäisi raaka-aineeksi mursketta

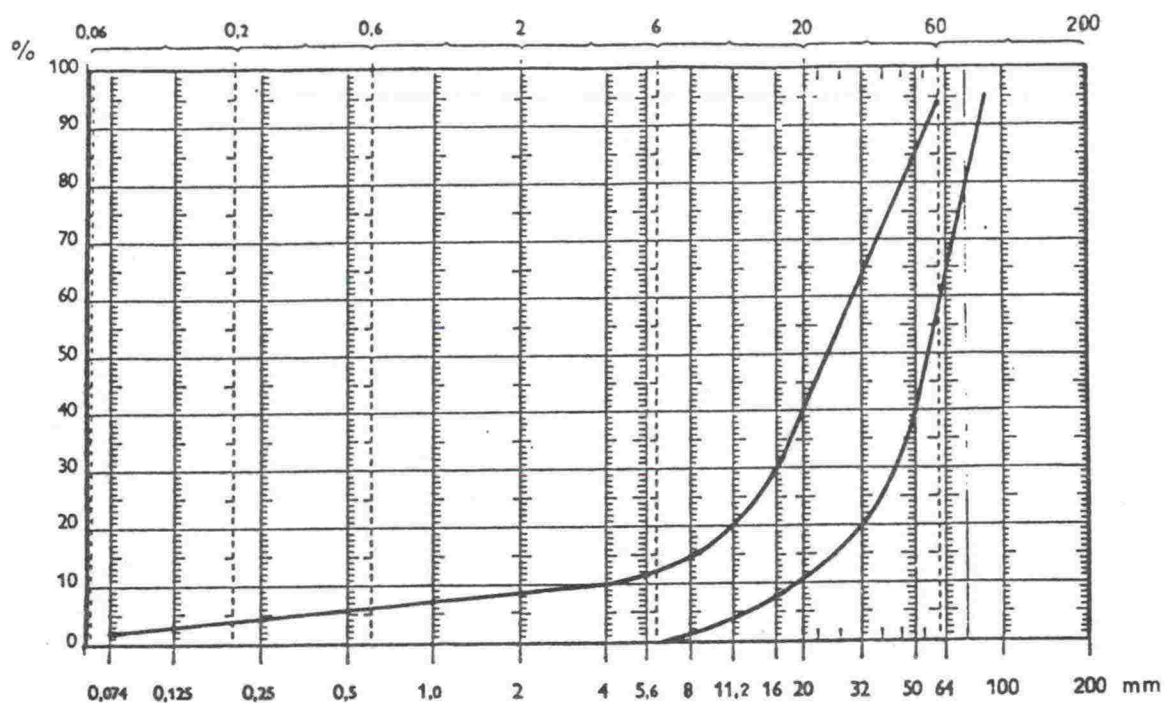
- liuskeisuus vastaa meikäläistä II -luokan vaatimusta
- puikkoisuus saa olla hieman meidän III -luokan vaatimustamme huonompi
- haurausarvo (≤ 60) vastaa meillä jo käytöstä pois jääneen määrittämissuunnitelman mukaista II -luokan kiviainesta.

Hienon lajitteen 8(16)-25 mm rakeisuusvaatimukset ovat

löpäisy-%

Raekoon yläraja	95
-"- alaraja	20
Puolet alarajasta	5

Karkean lajitteen rakeisuuskäyrän tulee sijaita kuvan 2 ohjealueella. Se vastaisi TVL:n ohjeissa lajitetta, jonka alaraja on 8...25 mm ja yläraja 60...80 mm.



Kuva 2: IS:n karkean kiviaineksen rakeisuusohjealue Ruotsissa

Rakeisuuskäyrän hienon pään leikkaamisen ei ole havaittu vaarantavan imeytyssepellyksen kantavuutta. Menetelmän erääksi eduksi onkin katsottu, että hienompi murskaustuote voidaan käyttää muihin tarkoituksiin.

3.32 Sideaine ja tartuke

Sideaineena käytetään Ruotsissa yleensä bitumiliuosta B1 4500R, nopeasti tai keskinopeasti murtuvia emulsioita tahi, jos ilman lämpötila on alle +10 °C, bitumiliuosta B1 1500R.

Suomessa tulisi sideaineena kyseeseen ensin mainittua bitumiliuosta ominaisuuksiltaan lähinnä vastaava Nesteen B1-5. Sen viskositeetti (60 °C) on kuitenkin alhaisempi.

Bitumiliuoksen joukossa käytetään tartuketta.

3.4 Rakentaminen

Ruotsalainen imeytyssepellys 100 mm tai paksumpana kerroksena tehdään seuraavasti:

- karkea kiviaines levitetään ja jyrätään
- tiivistetty kerros kiillataan hienommalla kiviaineksella 8(16)-25 mm, jonka jälkeen jyrätään
- kerros imeytetään bitumisella sideaineella
- imeytetty kerros tiivistetään esim. kiviaineksella 0-4 mm tai 4-8 mm ja jyrätään taas.

Jos kerrospaksuus on 30 tai 60 mm ei em. karkeaa kiviainesta käytetä, vaan imeytettävä kerros tehdään lajitteesta, jota paksummissa kerroksissa käytetään kiillaukseen. Myös tällöin pinta tiivistetään lajitteella 0-4 mm tai 4-8 mm. Näin ohuet kantavat kerroksen soveltunevat lähinnä kevyen liikenteen väylille tai vastaaville.

Sideainemenekki on suurimmillaan, kun kerrospaksuus on 60 mm, taul. 1.

Taulukko 1: Imeytyssepellyksen sideainemenekki BYA:n /15/ mukaan

Kerros paks. mm	Sideainemenekki l/m ²	
	Bitumi- liuos	Bitumi- emulsio
30	2,7	3,5
60	3,0	3,9
100	2,5	3,3

4. IMEYTYSSPELITYKSEN TALOUDELLISUUS

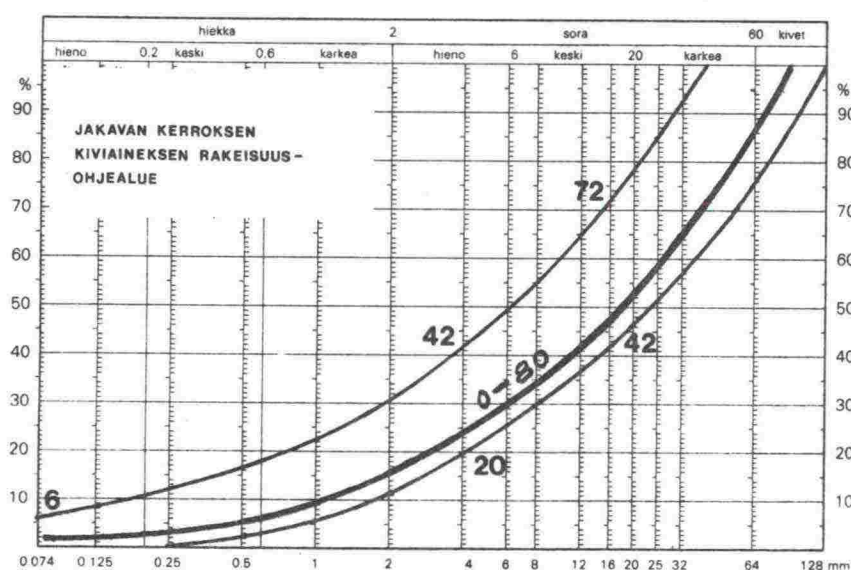
Kohdassa 4.4 on esitetty vertailulaskelma imeytyspellyksen ja tavanomaisen kantavan kerroksen rakennuskustannuksista olettaen, että kiviaineksen rakeisuuden sekä sideainemenekin osalta noudatetaan ruotsalaisia ohjeita.

Koska niissä on maksimirakekoko suurempi ja sideainemenekki pienempi kuin Suomessa aiemmin voimassa olleissa ohjeissa, ovat nämä oletukset imeytyspellystä suosivia. Kustannusvertailu on tehty v. 1984 hintatason mukaisesti.

4.1 Materiaalit

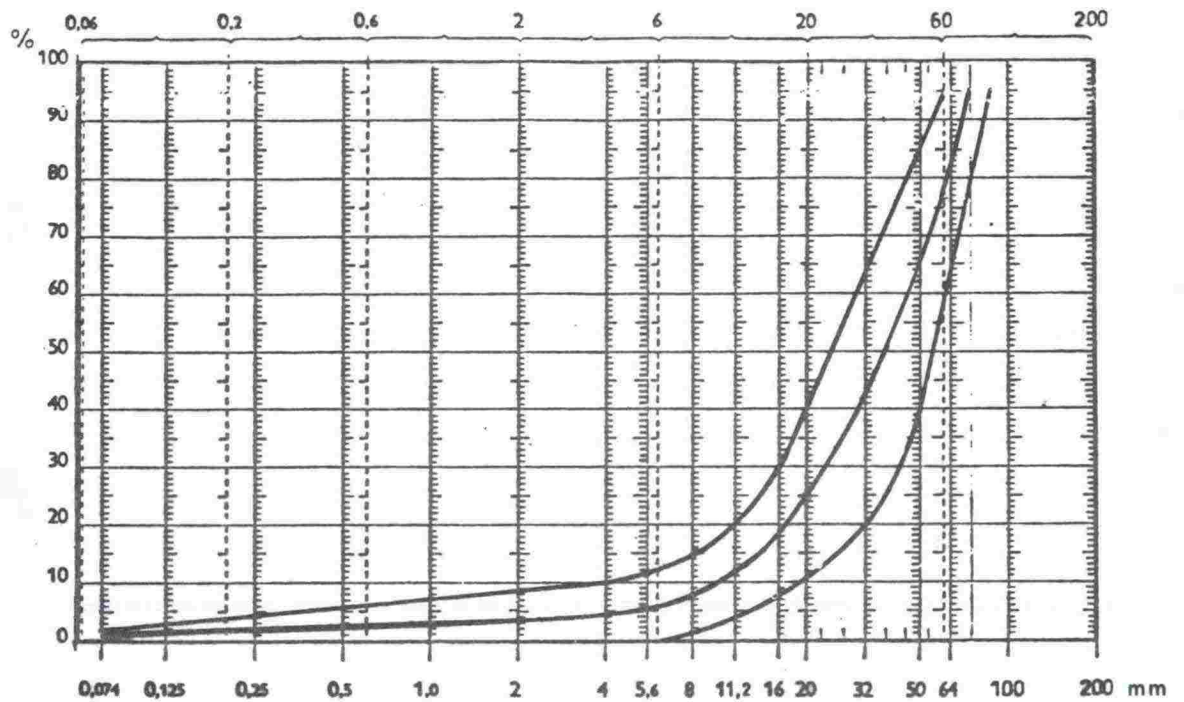
4.11 Kiviaines

Koska murskatusta 0-80 mm kiviaineksesta ei ole käytettävissä rakeisuusyhteenvetoja, jouduttiin sen rakeisuus määrittämään tässä yhteydessä jakavan kerroksen ohjealueen rajojen suuntaisesti kulkevana käyränä, jonka läpäisyprosentti on 80 mm seulan kohdalla 95 % ja 0.074 mm seulan kohdalla 2 % (kuva 3).



Kuva 3: Kiviaines 0-80 mm sekä jakavan kerroksen kiviaineksen rakeisuuden ohjealue

Ruotsalaisten ohjeiden mukaan on kantavan kerroksen imeytyssepellyksen kiviaineksen oltava kuvan 4 ohjealueella. Ohjealueen ylä- ja alarajojen keskiarvokäyrällä vastaa 95 %:n läpäisyä 80 mm raekoko ja 15 %:n läpäisyä 12 mm raekoko. Käytetään vertailun pohjana aluksi tätä keskiarvolajitetta (12-80 mm), joka on seulottava kuvan 3 mukaisesta 0-80 mm kiviaineksesta.



Kuva 4: Imeytyssepellyksen karkean kiviaineksen ohjealue sekä sen keskiarvolajite 12-80 mm

0-80 mm kiviaineksesta saatavan 12-80 mm lajitteen määrä lasketaan seuraavasti:

- kiviaines 0-80 mm sisältää kuvan 3 mukaan 58 % yli 12 mm lajitetta
- lajite 12-80 mm sisältää rakeisuuden alarajan määrittelmän mukaan 15 % alle 12 mm lajitetta

- kun merkitään, että kiviainesta 0-80 mm on 100 a kg ja lajite 12-80 mm sisältää alle 12 mm lajitetta X kg, saadaan yhtälö

$$\frac{X}{58a + X} = 0,15 \quad \text{josta saadaan } X = 10a$$

Lajitteen 12-80 mm osuus kiviaineksesta 0-80 mm on siten $58 a + 10 a = 68 a$ kg eli 68 %.

Kiviaineksesta 0-80 mm jää siten jäljelle 32 % lajitetta 0-8 mm. Tämä voidaan käyttää esim. hiekoitukseen, kevyen liikenteen väylän kulutuskerrokseen tai muuhun sopivaan tarkoitukseen. Koska hienon lajitteen murskaus on yleensä kalliimpaa kuin karkean, saadaan siitä tavallaan laskennallisesti alennusta imeytyssepellyksen kiviaineksen hintaan.

Jos imeytyssepellyksen kiviainekseksi seulotaan lajite, joka sisältää mahdollisimman vähän hienoainesta, mutta on kuitenkin kuvan 4 ohjealueella, saadaan lajitetta 25-80 mm. Sen osuus kiviaineksesta 0-80 mm olisi 49 %.

Sivutuotteena saataisiin tässä tapauksessa 0-20 mm päällystekiviainesta 51 % kiviaineksen 0-80 mm painosta.

Paksujen imeytyssepellysten (≥ 100 mm) kiillaukseen sekä ohuiden imeytyssepellysten (30 ja 60 mm) karkeana kiviaineksena käytetään lajitetta 12-25 mm.

Murskatuille päällystekiviaineksille on käytettävissä keskiarvokäyrät /7/, joiden perusteella saadaan edellä kuvatulla tavalla laskettua, että 0-25 mm murskesora sisältää 35 % 12-25 mm lajitetta ja 65 % alle 12 mm lajitetta. Vastaava jakautuma 0-25 mm murskeelle on 47 %:53 %:

Kiillaukseen ja pinnan tiivistämiseen käytettävän kiviaineksen määrä on arvioitu. Kiviainesmenekkeinä eri kerrospaksuuksilla on käytetty taulukon 2 mukaisia arvoja.

Taulukko 2: Kiviainesmenekin riippuvuus kerrospaksuudesta ja lajitteesta

Kerros- paks. mm	Karkea kiviaines		Kiilaus ja tiivist. 1/m ²
	lajite mm	menekki 1/m ²	
30	12-25	44	5
60	-"-	88	5
100	12-80	150	20
150	-"-	220	20
200	-"-	270	20
100	25-80	150	25
150	-"-	220	25
200	-"-	270	25

Imeytyssepellyksen karkean kiviaineksen roikkuvakäyräistä lajitetta voidaan sopivasta raaka-aineesta valmistaa mahdollisesti suoraan 1 -vaihemurskauksella. Tämä alentaa murskaus-kustannuksia, jos murskauspaikalla ei valmisteta 2 -vaihemurskausta edellyttäviä lajitteita.

Käytännössä 1 -vaihemurskaus tulee kyseeseen valmistettaessa sorasta jakavan, karkean kantavan kerroksen tai imeytyssepellyksen lajitteita.

Lopputuotteen tasalaatuisuus on 1 -vaihemurskauksessa heikompi. Kalliomurskeen valmistamiseen se soveltuu huonommin.

4.12 Sideaine ja tartuke

Sideaineena oletetaan käytettävän Neste Oy:n toimittamaa bitumiliuosta Bl-5 ruotsalaisten ohjeiden mukainen kerroksen paksuudesta riippuva määrä (taul. 1).

Tartukkeena käytetään Raision tehtaiden säiliötoimituksena myytävää diamiinia 1 % sideaineen painosta.

4.2 Rakentaminen

Imeytyssepellyksen karkea kiviaines voidaan levittää mm. tiehöylällä, puskutraktorilla tai pyörätraktorilla. Koska kantavan kerroksen levitys on kerrosten levitystutkimuksen /8/ mukaan edullisinta hydraulisella perälevyllä varustetulla pyörätraktorilla, käytetään vertailussa sitä.

Sideaineen ruiskutuksessa, kiilaussepelin levityksessä ja tiivistyksessä käytetään Turun piirissä soratien pintauksessa sekä imeytys- ja pintakäsittelyssä käytetyn mukaisia toimintayksiköitä.

4.3 Vertailurakenne

Imeytyssepellystä verrataan sekä uuden suunnitteluohjeluonnoksen mukaisiin rakenteisiin, joissa imeytyssepellyksellä voidaan korvata sitomaton kantava kerros että ruotsalaisten normien mukaisiin rakenteisiin, jotka sallivat lisäksi bitumi-soran ohentamisen imeytyssepellystä käytettäessä.

Tavanomaisen paksuiseen (≥ 100 mm) sitomattomaan kantavaan kerrokseen käytetään tässä vertailussa 0-55 mm murskattua kiviainesta. Ohuemman (50-60 mm) sitomattoman kantavan kerroksen kiviainekseksi valitaan 0-35 mm murskaustuote. Näin ohuiden kerrosten käyttö tulee kyseeseen lähinnä vähäliikenteisillä sorateilla tai kevyen liikenteen väylillä

4.4 Kustannukset

4.41 Materiaalikustannukset

Imeytyssepellys

Lasketaan kustannukset käyttäen muuttujina kiviaineksen lähtömateriaalia (Sora/Kallio), käytettävää karkean lajitteen maksimiraekoon alarajaa sekä kerrospaksuutta. Käytetään taulukon 3 mukaisia kiviaineksen yksikköhintoja.

Taulukko 3: Murskatun kiviaineksen kokonaisyksikköhinta välivarastossa v. 1984

Raekoko (mm)	Yksikköhinta (mk/m ³ itd)	
	Murskesora	Murske
0- 8...0-12	16	27
0-16...0-25	15	26
0-30...0-45	13	24
0-50...0-80	12	22

Hinnat on määritetty käyttäen hyväksi litterakohtaista toteutumaporttia, murskaustilastoja ja murskausindeksiä. Kaikki nämä tiedostot ovat siten puutteellisia, ettei niistä ole puhdistettu olosuhdetekijöiden vaikutusta (louhintakustannukset, kuljetusmatkat, toimitusurakat ym.). Näin ollen ovat käytetyt hinnat osittain arvioita. Arvioinnista seuraava virhemahdollisuus vaikuttaa eri paksuisten kerrosten vertailuun.

Jotta saadaan 1 m³ esim. lajitetta 12-80 mm, pitää kohdan 4.11 mukaan murskata 1,47 m³ lajitetta 0-80 mm. Se maksaa taulukon 3 mukaan 17,6 mk (Ms) tai 32,3 mk (Mk).

Sivutuotteena saadaan lajitetta 0-8 mm 0,47 m³, joka "myydään" muuhun tarkoitukseen hinnalla 7,5 mk (Ms) tai 12,7 mk (Mk). Vähentämällä sivutuotteen hinta lajitteen 0-80 mm hinnasta saadaan imeytyssepellyksen kiviaineslajitteen laskennallinen hinta (taul. 4).

Taulukko 4: Imeytyssepellyksen kiviainesten laskennalliset yksikköhinnat välivarastossa

Lajite mm	Yks.hinta (mk/m ³ itd)	
	Murskesora	Murske
12-25	13,1	24,9
12-80	10,1	19,6
25-80	8,9	17,9

Näillä kiviaineshinnoilla sekä käyttäen bitumiliuoksen hintana Naantalissa 1,3 mk/kg sekä tartukkeen hintana 12,4 mk/kg, saadaan laskettua imeytyssepellyksen materiaalikustannusten riippuvuus kerrospaksuudesta (taul. 5). Bitumiliuoksen hintaan on lisätty v. 1984 päällystysurakoiden asfalttibetonin sideainepitoisuuden keskimääräisen muutoshinnan ja urakkaohjelman mukaisen bitumihinnan avulla laskettu kuljetuskustannus 9 p/kg.

Taulukko 5: Imeytyssepellyksen materiaalikustannukset

Kerros- paks. mm	Karkea lajite mm	Kiviaines		Tiivist. + kiilaus		Side- aine mk/m ²	Tartuke mk/m ²	Yhteensä	
		Ms mk/m ²	Mk mk/m ²	Ms mk/m ²	Mk mk/m ²			Ms mk/m ²	Mk mk/m ²
30	12-25	0,58	1,11	0,08	0,14	3,75	0,33	4,74	5,33
60	12-25	1,16	2,21	0,08	0,14	4,14	0,37	5,75	6,86
100	12-80	1,50	2,90	0,30	0,51	3,48	0,31	5,59	7,20
150	12-80	2,24	4,35	0,30	0,51	3,48	0,31	6,33	8,65
200	12-80	2,99	5,81	0,30	0,51	3,48	0,31	7,08	10,11
100	25-80	1,32	2,65	0,37	0,64	3,48	0,31	5,48	7,08
150	25-80	1,98	3,98	0,37	0,64	3,48	0,31	6,14	8,41
200	25-80	2,64	5,30	0,37	0,64	3,48	0,31	6,80	9,73

Murskesorasta valmistettavassa imeytyssepellyksessä on kiviaineksen kustannusosuus noin 25 %, kun kerrospaksuus on 150 mm.

Tämän neljänneksen kustannuksiin voidaan vaikuttaa murskauksen hinnalla. 1 -vaihemurskauksen selvin säästö muodostunee siitä, että jälkimurskainta ei tarvitse tuoda paikalle. Murskausasemien siirtokustannusten perusteella voidaan arvioida säästön jäävän 150 mm imeytyssepellyksellä 10 p/m² suuruusluokkaan.

4.42 Rakentamiskustannukset

Karkean kiviaineksen levitys

Rakentamiskustannuksiin on sisällytetty kaikki kustannukset välivarastosta valmiiksi rakenteeksi.

		mk/h
Kiviaineksen kuormaus	KUP 09	109,-
K2 = 165 m ³ itd/h		
K3 = 132 m ³ itd/h		
Kiviaineksen kuljetus, 7 KA, á 8 m ³		
kuljetusväli 9-10 km		
7x84,2 mk/h+6,73 mk/m ³ itd x132 m ³ itd/h =		1478,-
Levitys TRN 70 P + hydr. perälevy		85,-
Tiivistys JK 20		122,-
Aputyöt 3 RM á 55 mk/h		<u>165,-</u>
	yhteensä	1959 mk/h
		=====

Karkean kiviaineksen levityskustannusta käytetään sellaisenaan sitomattoman kantavan kerroksen rakentamiskustannuksena sekä osana imeytyspellyksen kustannusta.

Kerroksen rakentamisen neliöhinta (taul. 6) riippuu luonnollisesti kerrospaksuudesta, kun kuormaus on työketjua mitoittava työ.

Taulukko 6: Sitomattoman kerroksen rakentamisen työku-
tannus

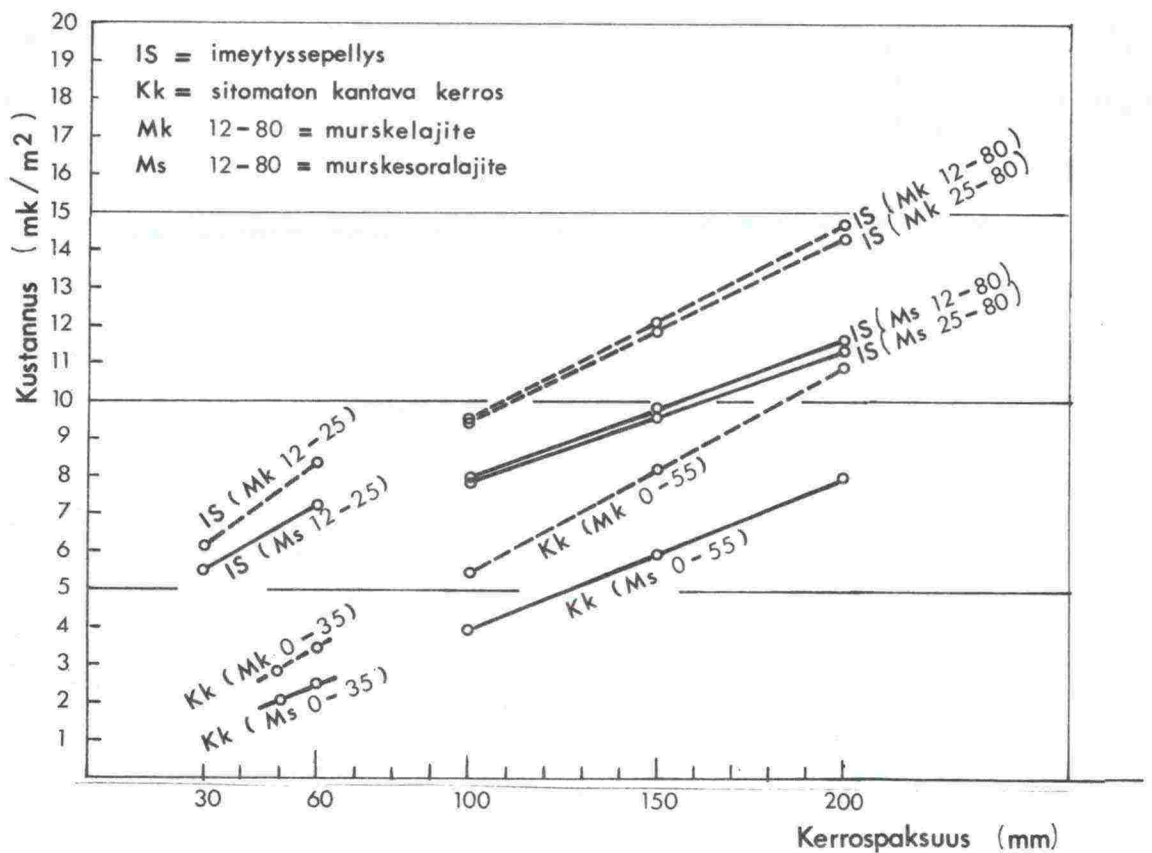
Kerrospaks. (mm)	Työkust. (mk/m ²)
30	0,66
60	1,32
100	2,20
150	3,30
200	4,40

	19
Imeyttäminen ja kiilaus	
	mk/h
Ruiskutusrampilla varustettu säiliöauto (Breining 13 m ³)	390,-
Sideainesäiliö, 25 m ³ , 25 kW lämm.teho jälleenhank.hinta 150 000 mk käyttöaika 10 v, 600 h/v korke 6 % = pääomakust. 0,136 x 150 000 mk/v = 20 400 mk/v =	34,-
käyttökust.	2,-
Aggregaatti 50 kVA jälleenhank.hinta 100 000 mk käyttöaika 10 v, 800 h/v korke 6 % = pääomakust. 13 600 mk/v	17,-
käyttökust.	10,-
Sirotteenlevitin esim. Salco HS jälleenhank.hinta 55 000 mk käyttöaika 8 v, 600 h/v = pääomakust. 0,161 x 55 000 mk/v = 8 855 mk/v	15,-
käyttökust.	5,-
Tiivistys JTM 06 K esim. Dynapac CA 15	114,-
Huoltoauto	30,-
Aputyöt 2 RM á 55 mk/h	110,-
	<u>110,-</u>
yhteensä	727,-
	=====

Imeyttämisen ja kiillauksen kapasiteettina voidaan pitää $K_3=4450 \text{ m}^2/\text{h}$, johon on päästy vastaavassa soratien pintaustyössä /9/. Imeytyksen ja kiillauksen työn neliöhinta on siten suuresta kapasiteetista johtuen vain $0,16 \text{ mk}/\text{m}^2$.

4.43 Imeytyssepellys sitomattoman kantavan kerroksen vaihtoehtona

Kuvassa 5 on esitetty imeytyssepellyksen ja uuden suunnitteluohjeluonnoksen mukaisen, vertailurakenteena pidetyn sitomattoman kantavan kerroksen rakennuskustannusten eli materiaali- ja rakentamiskustannusten summan riippuvuus kerrospaksuudesta, kiviaineksen raaka-aineesta ja lajitteesta.



Kuva 5: Imeytyssepellyksen ja sitomattoman kantavan kerroksen rakennuskustannusten riippuvuus kerrospaksuudesta, murskaustuotteen raaka-aineesta ja lajitteesta v. 1984

Imeytyssepellys on kaikissa laskentaolosuhteissa saman paksuista sitomatonta kantavaa kerrosta kalliimpi. Hintaero on noin 3-5 mk/m² ja se johtuu lähinnä bitumisen sideaineen kustannuksista.

100 mm paksuinen imeytyssepellys on saman hintainen kuin 170 mm sitomaton kantava kerros, kun kiviaineksena on murske. Murskesoraa käytettäessä olisi vastinpaksuus 200 mm.

Karkeasta lajitteesta tehtävä imeytyssepellys on kerrospaksuus huomioon ottaen hienosta lajitteesta tehtävää edullisempaa, koska karkea lajite vie vähemmän sideainetta ja on kiviaineksena halvempaa.

Jos kiviaines on kallista (murske, pitkä ajomatka) on imeyttäminen suhteellisesti edullisempaa kuin kiviaineksen ollessa halvempaa (murskesora/lyhyt ajomatka).

Imeytyssepellyksellä voidaan saavuttaa myös kustannussäästöjä, jotka näkyvät vasta kunnossapidossa. Esim. louhekerroksen päälle tulevan kerroksen vahvistaminen imeyttämällä saattaa estää kantavan kerroksen kiviainesta varisemasta louheen sisään. Jos kantavaa kerrosta pääsee valumaan louhekerrokseen päällystämisen jälkeen, vaurioituu päällyste nopeasti.

Koska kantavan kerroksen imeyttäminen mahdollistaa sen ohentamisen, kun alla on louhekerros, on imeytyssepellyksen käyttö tässä tapauksessa tien rakentamis- ja kunnossapitokustannukset huomioon ottaen perusteltavissa, kun kohde on riittävän suuri ja soveltuvia materiaaleja on käytettävissä.

Asfalttibetonin uusiminen (100 kg/m²) maksaa noin 18 mk/m², joten päällysrakenteen mitoitusaikana (20 v) kertyvät uusimiskustannukset huomioon ottaen saattaa imeytyssepellys tulla käyttökelpoiseksi vaihtoehdoksi muulloinkin, jos sen voidaan osoittaa tutkimustulosten perusteella lisäävän päällysteen kulutuskerroksen kestoikää.

4.44 Imeytyssepellys sitomattoman kantavan kerroksen ja osan bitumisorasta korvaavana rakenteena

Ruotsalaisissa suunnitteluohjeissa samoin kuin TVH:n vanhoissa ohjeissa sallittu bitumisoran ohentaminen imeytyssepellystä käytettäessä on keino, jolla imeytyssepellys saadaan myös rakennuskustannuksiltaan tavanomaista rakennetta edullisemmaksi.

Tämä on luonnollinen seuraus kerrosten hintasuhteista. Esimerkiksi 100 mm paksu imeytyssepellys maksaa lähes kaksi kertaa niin paljon kuin saman paksuinen sitomaton kantava kerros, mutta on vain noin neljänneksen saman paksuisen bitumisorakerroksen hinnasta.

Liitteissä I ja II on esitetty ruotsalaisten ohjeiden mukaisen tavanomaisen pääallysrakenteen (GB0) ja sen kanssa vaihtoehdoisen imeytyssepellyspääallysrakenteen (BB0) pääallysteen ja kantavan kerroksen hintavertailu, kun kantavan kerroksen alla on louhetta.

Liitteissä III ja IV on vastaava vertailu muun kuin louherakenteen osalta (GB0 ↔ IB0).

Pääallystehinnat vastaavat v. 1984 urakkahintoja /10/, joihin on lisätty kiviaines- ja valvontakustannukset. Vertailu on tehty erikseen kalliomurskeen ja murskesoran hinnoilla.

Liitteiden I-IV yhteenvetona voidaan todeta, että imeytyssepellyksen käyttö ruotsalaisilla kerrospaksuuksilla alentaa suomalaisten hintojen mukaan laskettuna asfalttibetonipintaisen tien pääallysteen ja kantavan kerroksen rakennuskustannusten summaa louherakenteella 7-27 % ja muulla rakenteella 7-14 %, taul. 7.

Taulukko 7: Asfalttibetonipintaisten päälysrakenteiden hintaerot (%) päälysteen ja kantavan kerroksen osalta imeytyssepellyksen hyväksi

Kiviaines	Hintaero	
	Louherakenne %	Muu %
Murske	7-26	7-13
Murskesora	8-27	8-14

Päälysrakenneluokasta riippuen on säästö asfalttibetonipintaaisella tiellä 3-20 mk/m². Vuonna 1983 imeytyssepellystä tehtiin Ruotsissa kaikkiaan noin 2 milj.m², joten vuotuinen säästö oli suuruusluokaltaan useita miljoonia markkoja.

Liitteiden I-IV mukaisilla sirotepintauspintaaisilla päälysrakenteilla ei säästöä kerry, koska niissä ei ole bitumisoraä ohennettu merkittävästi.

5. JATKOTOIMEPIDE-EHDOTUKSET

5.1 Suunnitteluohjeluonnoksen tarkistaminen

Imeytyssepellyksen E -modulista, jota tarvittaisiin suunnitteluohjeen mukaisessa kantavuusmitoituksessa, ei ole saatavissa tutkimustietoa. Koska muiden rakennekerrosten E -moduli on kuitenkin tiedossa, voidaan ruotsalaisten ohjeiden vaihtoehtoisten rakenteiden avulla arvioida myös imeytyssepellyksen E -modulin suuruusluokkaa.

Näiden laskelmien pohjalta esitetään suunnitteluohjeluonnoksen kuvan 51:1 mukaisille asfalttibetonipintaisille, bitumisoraa sisältäville päällysrakenteille seuraavat vaihtoehdot (taul. 8).

Taulukko 8: Ehdotus suunnitteluohjeen rakennevaihtoehtojen täydentämiseksi

Ohjeluonnos		Vaihtoehto	
Pääll	Paks mm	Pääll	Paks mm
AB	40	AB	40
AB	40	AB	40
AB	40	AB	40
BS	80	BS	50
		IS	150
AB	40	AB	50
AB	40	AB	50
BS	70	IS	150
AB	40	AB	50
BS	60	IS	150

Vaihtoehtoisen päällysrakenteen kokonaispaksuus pysyy ennallaan, joten siinä ohennetaan sitomatonta kantavaa kerrosta tarvittavissa määrin (100-120 mm).

5.2 Tutkimustoiminta

Imeytyssepellyksen E- moduli olisi selvitettävä kantavuusmittauksin ensi tilassa. Mittauksia olisi tehtävä mahdollisuuksien mukaan sekä vanhoista että uusista imeytyssepellyskerrokista. Ensimmäinen vanhan imeytyssepellyksen kantavuutta selvittävä tutkimus on päätetty tehdä Pohjois-Karjalan piirissä Outokumpu-Vuonos tiellä.

Jos imeytyssepellysten rakentaminen aloitetaan laajemmin uudelleen, tulee tutkimuksin selvittää niihin parhaiten soveltuvat materiaalit ja työmenetelmät.

LIITTEET I - IV

Ruotsalaisten suunnitteluohjeiden mukaisten tavanomaisten päällysrakenteiden (GBÖ) ja niiden kanssa vaihtoehtoisten imeytyssepellyspäällysrakenteiden (BBÖ ja IBÖ) kustannusvertailu

- Liite I: Louherakenne, kiviaines murske
II: "- , "- murskesora
III: Muu rakenne , "- murske
IV: "- "- , "- murskesora

LIITE I: Louherakenne. Päällyste- ja kantavan kerroksen kiviaines mursketta

Liikenne- luokka	KVL rs autoa/ vrk	Pääll.rakenne GBÖ			Pääll.rakenne BBÖ			Ero	
		kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	mk/m ²	%
4 B	100- 500	SIP	15	4,2	SIP	15	4,2		
		BS	65	23,2	BS	50	18,5		
		Kk	70	4,0	IS	85	9,0		
		yht	150	31,4	yht	150	31,7	+ 0,3	+ 1,0
4 B	100- 500	SIP	25	7,9	SIP	25	7,9		
		BS	50	18,5	BS	50	18,5		
		Kk	75	4,2	IS	75	8,7		
		yht	150	30,6	yht	150	35,1	+ 4,5	+14,7
4 B	100- 500	AB	25	12,0	AB	50	22,1		
		BS	50	18,5	IS	100	9,5		
		Kk	75	4,2					
		yht	150	34,7	yht	150	31,6	- 3,1	- 8,9
4 B	100- 500	AB	35	16,3	AB	50	22,1		
		BS	35	13,4	IS	100	9,5		
		Kk	80	4,4					
		yht	150	34,1	yht	150	31,6	- 2,5	- 7,3
5	500-1500	AB	35	16,3	AB	35	16,3		
		BS	95	32,7	BS	50	18,5		
		Kk	70	4,0	IS	115	10,2		
		yht	200	53,0	yht	200	45,0	- 8,0	-15,1
6	1500-3000	Ab	35	16,3	AB	35	16,3		
		BS	145	48,8	BS	65	23,2		
		Kk	70	4,0	IS	150	11,9		
		yht	250	69,1	yht	250	51,4	-17,7	-25,6
7	> 3000	AB	35	16,3	AB	35	16,3		
		BS	195	65,1	BS	105	35,9		
		Kk	20	1,1	IS	110	10,0		
		yht	250	82,5	yht	250	62,2	-20,3	-24,6

LIITE II: Louherakenne. Päällyste- ja kantavan kerroksen kivi-
aines murskesoraa

Liikenne- luokka	KVL rs autoa/ vrk	Pääll.rakenne GBÖ			Pääll.rakenne BBÖ			Ero	
		kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	mk/m ²	%
4B	100 - 500	SIP	15	4,0	SIP	15	4,0		
		BS	65	22,1	BS	50	17,6		
		Kk	70	2,8	IS	85	7,6		
		yht.	150	28,9	yht.	150	29,2	+ 0,3	+ 1,0
4B	100 - 500	SIP	25	7,5	SIP	25	7,5		
		BS	50	17,6	BS	50	17,6		
		Kk	75	3,0	IS	75	7,5		
		yht.	150	28,1	yht.	150	32,6	+ 4,5	+ 16,0
4B	100 - 500	AB	25	11,6	AB	50	21,2		
		BS	50	17,6	IS	100	7,9		
		Kk	75	3,0					
		yht.	150	32,2	yht.	150	29,1	- 3,1	- 9,6
4B	100 - 500	AB	35	15,7	AB	50	21,2		
		BS	35	12,8	IS	100	7,9		
		Kk	80	3,2					
		yht.	150	31,7	yht.	150	29,1	- 2,6	- 8,2
5	500 -1500	AB	35	15,7	AB	35	15,7		
		BS	95	31,1	BS	50	17,6		
		Kk	70	3,0	IS	115	8,4		
		yht.	200	49,8	yht.	200	41,7	- 8,1	- 16,3
6	1500 - 3000	AB	35	15,7	AB	35	15,7		
		BS	145	46,3	BS	65	22,1		
		Kk	70	3,0	IS	150	9,7		
		yht.	250	65,0	yht.	250	47,5	- 17,5	- 26,9
7	> 3000	AB	35	15,7	AB	35	15,7		
		BS	195	61,8	BS	105	34,1		
		Kk	20	0,8	IS	110	8,2		
		Yht.	250	78,3	yht.	250	58,0	- 20,3	- 25,9

LIITE III: Muu kuin louherakenne. Päällyste- ja kantavan kerroksen kiviaines mursketta

Liikenne- luokka	KVL, rs autoa/ vrk	Pääll.rakenne GBÖ			Pääll.rakenne IBÖ			Ero	
		kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	mk/m ²	%
4B	100-500	SIP	15	4,2	SIP	15	4,2		
		BS	65	23,2	BS	50	18,5		
		Kk	120	6,5	IS	135	11,2		
		yht.	200	33,9	yht.	200	33,9	0	0
4B	100-500	SIP	25	7,9	SIP	25	7,9		
		BS	50	18,5	BS	50	18,5		
		Kk	125	6,8	IS	125	10,7		
		yht.	200	33,2	yht.	200	37,1	+ 3,9	+ 11,7
4B	100-500	AB	25	12,0	AB	50	22,1		
		BS	50	18,5	IS	150	11,9		
		Kk	125	6,8					
		yht.	200	37,3	yht.	200	34,0	- 3,3	- 8,8
4B	100-500	AB	35	16,3	AB	50	22,1		
		BS	35	13,4	IS	150	11,9		
		Kk	130	7,0					
		yht.	200	36,7	yht.	200	34,0	- 2,7	- 7,4
5	500-1500	AB	35	16,3	AB	35	16,3		
		BS	95	32,7	BS	65	23,2		
		Kk	120	6,5	IS	150	11,9		
		yht.	250	55,5	yht.	250	51,4	- 4,1	- 7,4
6	1500-3000	AB	35	16,3	AB	35	16,3		
		BS	145	48,8	BS	95	32,7		
		Kk	120	6,5	IS	170	13,0		
		yht.	300	71,6	yht.	300	62,0	- 9,6	- 13,4
7	> 3000	AB	35	16,3	AB	35	16,3		
		BS	195	65,1	BS	145	48,8		
		Kk	120	6,5	IS	170	13,0		
		yht.	350	87,9	yht.	350	78,1	- 9,8	- 11,1

LIITE IV: Muu kuin louherakenne. Päällyste- ja kantavan kerroksen kiviaines murskesoraa

Liikenne- luokka	KVL rs autoa/ vrk	Pääll.rakenne GBÖ			Pääll.rakenne TBÖ			Ero	
		kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	kerros	paks. mm	kust. mk/m ²	mk/m ²	%
4B	100 - 500	SIP	15	4,0	SIP	15	4,0		
		BS	65	22,1	BS	50	17,6		
		Kk	120	4,8	IS	135	9,1		
		yht.	200	30,9	yht.	200	30,7	- 0,2	- 0,6
4B	100 - 500	SIP	25	7,5	SIP	25	7,5		
		BS	50	17,6	BS	50	17,6		
		Kk	125	5,0	IS	125	8,8		
		yht.	200	30,1	yht.	200	33,9	+ 3,8	+ 12,6
4B	100 - 500	AB	25	11,6	AB	50	21,2		
		BS	50	17,6	IS	150	9,7		
		Kk	125	5,0					
		yht.	200	34,2	yht.	200	30,9	- 3,3	- 9,6
4B	100 - 500	AB	35	15,7	AB	50	21,2		
		BS	35	12,8	IS	150	9,7		
		Kk	130	5,2					
		yht.	200	33,7	yht.	200	30,9	- 2,8	- 8,3
5	500 - 1500	AB	35	15,7	AB	35	15,7		
		BS	95	31,1	BS	65	22,1		
		Kk	120	4,8	IS	150	9,7		
		yht.	250	51,6	yht.	250	47,5	- 4,1	- 7,9
6	1500 - 3000	AB	35	15,7	AB	35	15,7		
		BS	145	46,3	BS	95	31,1		
		Kk	120	4,8	IS	170	10,4		
		yht.	300	66,8	yht.	300	57,2	- 9,6	- 14,4
7	> 3000	AB	35	15,7	AB	35	15,7		
		BS	195	61,8	BS	145	46,3		
		Kk	120	4,8	IS	170	10,4		
		yht.	350	82,3	yht.	350	72,4	- 9,9	- 12,0

KIRJALLISUUSVIITTEET

- /1/ Tiepäällysteet 1.1.1977, TVH 732803/1977
- /2/ Normaalimääräykset ja ohjeet 1964, TVH
- /3/ Asfalttipäällystenormit 1968, RIL 61
- /4/ Teiden suunnittelu, IV Tien rakenne, luonnos 1984, TVH
- /5/ BYA 84, Byggnadstekniska föreskrifter och allmänna råd, Vägverket TU 154/1984
- /6/ Murskaustyön valvontaohjeet 1982, TVH 732810
- /7/ Päällystesuunnittelu 1984, TVH 742853
- /8/ Tutkimus tien jakavan ja sitomattoman kantavan kerroksen levitysmenetelmistä, Työntutkimustiedote 35, TVH 734751/1983
- /9/ Soratien pintaous, TVH 731457/1981
- /10/ Tie- ja siltapäällysteiden urakkahinnat vuonna 1984, TVH 742797

MERKINTÖJEN SELITYKSET

AB	=	asfalttibetoni
BS	=	bitumisora
SIP	=	sirotepinta
IS	=	imeytyssepellys
Kk	=	sitomaton kantava kerros
Mk	=	murske (louheen, lohkareiden ja suurten kivien murskauksessa saatu lajittelematon kiviaines)
Ms	=	murskesora (kivien ja soran murskauksessa saatu lajittelematon kiviaines)
GBÖ	=	tavanomainen ruotsalainen päällysrakenne
IBÖ } BBÖ }	=	imeytyssepellystä sis. ruotsalainen päällysrakenne

v. 1976

1. Asfalttipäällysteen Ab 25/120 tiivistäminen omalla moottorivoimalla kulkevalla täryvalssiyrällä (TVH 732730)
2. Työmaatukikohdan ylläpito (TVH 732731)
3. Roudan rikkominen pudotusjärkälleellä (TVH 732732)
4. Jättisäkkien käyttö CaCl_2 -suolan käsittelyssä (TVH 732733)
- 5a. Soratien kulutuskerrostutkimus I (TVH 732734)
- 5b. Selvitys morenimurteen käyttökelpoisuudesta soratien kulutuskerrosmateri-
aalina (TVH 732735)
6. Tienpitoaineen ottopaikkojen hoito- ja kunnostus (TVH 732736)
7. Höylästarve (TVH 732737)

v. 1977

8. Savipenkereen tiivistyskokeilu kumipyörävetoisella täryvalssiyrällä (TVH 732738)
9. Vesakonraivaimien vertailu
10. Vertaileva työntutkimus eri tiehöylistä lumipolanteen höyläyksessä
11. IOBI -alikulukäytävät, työmenetelmäkuvaus rakentamisesta (TVH 732739)
12. Neli- ja kaksipyörävetoisen traktorikuormaajan vertailututkimus
13. Vertaileva tutkimus tiehöylistä saviorakulutuserroksen muokkauksessa
14. Vertaileva tutkimus kunnossapidon kuormauskoneiden kapasiteeteista
15. Auranopeudet v. 1977
16. Routavaurio- ja pehmeikkökohtien vahvistustöiden työmenetelmät ja kustannukset (TVH 732740)

v. 1978

17. Vertailu kalsiumkloridin ja jätelipeän käytöstä pölynsidonnassa eri kuljetusetäisyyksillä (TVH 732741)
18. Seulontavaunu SL-550
19. Höyrykehittimien vertailu
- 20a. Soratien kulutuskerrostutkimus IIa (TVH 732742)
- 20b. Soratien kulutuskerrostutkimus IIb (TVH 732743)
21. Työmaatukikohtien perustamiskustannukset (TVH 732744)
- 22a. Tielanojen vertailututkimus I (TVH 732745)
- 22b. Tielanojen vertailututkimus II (TVH 732746)

v. 1979

23. Työmaatukikohdan paikan valinta (TVH 732747)
24. Tutkimus kuorma-autojen sivuauran käytöstä
25. Pengerluiskan tasauksen menetelmävertailu

v. 1980

26. Tiehöyliä vertailututkimus
27. Tutkimus sirottelulaitteiden toimivuudesta
28. Vertaileva tutkimus öljysoran revinnän menetelmistä (TVH 732748)

v. 1981

29. TH -talvihammasterien vertailututkimus (TVH 732749)
30. Lanaus-höyläys vertailu (TVH 734750)
31. KA -vinoetuauran lumenohjaussiipien vertailututkimus
32. Tutkimus VAMMAS -lumisiiven heitto-ominaisuuksista

v. 1982

33. Lumiaurojen vertailututkimus
34. Suoran, teroitettun hammasterän ja koveran talvihammasterän vertailu

v. 1983

35. Tutkimus tien jakavan ja sitomattoman kantavan kerroksen levitysmenetelmistä (TVH 734751)
36. Liemestariipiirin tukikohtatilojen käyttö
37. Tiehöylän renkaiden pitokykytutkimus

v. 1984

38. Vamma-tiehöylän superkelluntalaitteen toiminta polanteen höyläyksessä

v. 1985

39. Imeytysseppelyksen taloudellisuusvertailu (TVH 734752)