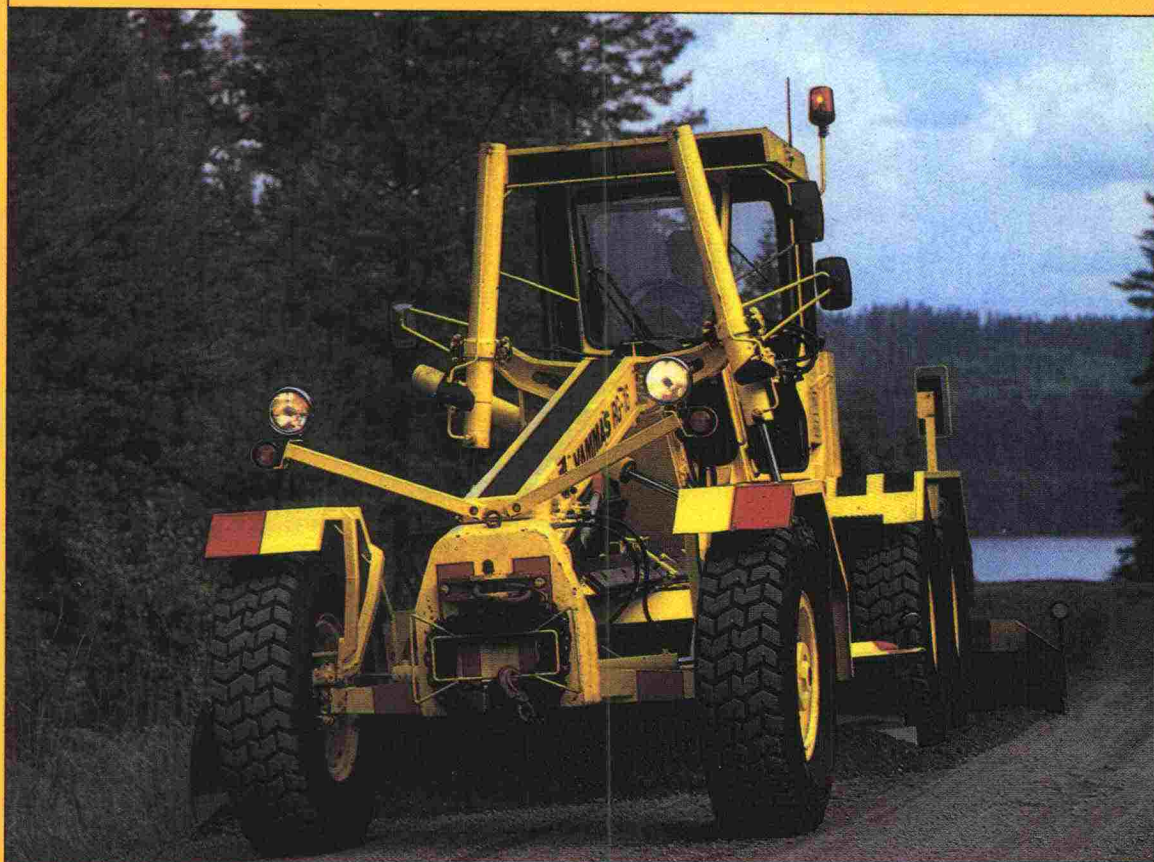




Tielaitos

Sorateiden hoito ja kunnostus



**Kunnossapidon
ohjaus**

Helsinki 1995

**Tuotannon
palvelukeskus**

**Liikenteen
palvelukeskus**

Sorateiden hoito ja kunnostus

Tielaitos
Tuotannon palvelukeskus
Liikenteen palvelukeskus

Helsinki 1995

ISBN 951-726-064-4
TIEL 2230013

Lahden Kirjapaino ja Sanomalehti
"Lahtiprint"
Lahti 1995

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos

Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

ALKUSANAT

Tässä soratien hoito- ja kunnostus ohjeessa on esitetty tärkeimmät periaatteet, joita tulee noudattaa ajoradan kesähoito- ja kunnostustöissä.

Erityisesti painotetaan töiden huolellista suunnittelua materiaalien, työn laadun ja oikea-aikaisesti tehtyjen hoitotoimenpiteiden suhteen. Huolellisesti tehty soratien kulutuskerros pidentää sen ikää ja vähentää hoitotarvetta. Lisäksi tienkäyttäjien ajoneuvokustannukset alenevat.

Ohjeen laadinnan aikana on osa-alueiden periaatteista käyty laajoja keskusteluja niin työryhmän kuin ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa.

Ohjeen on laatinut työryhmä, johon ovat kuuluneet: Kullervo Havu, Reijo Hörkkö, Olavi Kosonen, Niilo Olkkonen, Heikki Pernu, Asko Pöyhönen ja Matti Vuorinen.

Sisältö

Alkusanat

1 JOHDANTO	7
2 TEKNIS-TALOUDELLISIA NÄKÖKOHTIA	8
2.1 Kunnossapitokustannuksista	8
2.2 Ajokustannuksista	8
3 KUNNOSSAPIDON TARVE JA TASOVAATIMUKSET	9
3.1 Kunnossapidon perusteet	9
3.2 Kunnossapidon tavoite ja päämäärä	10
3.3 Sorateiden kuntoluokitus	10
3.4 Kunnossapitoluokat ja tavoitekuntoarvot	13
4 SORATIEN KULUTUSKERROKSEN HOITO	14
4.1 Hoidon ajoitus ja vaikutukset	14
4.1.1 Hoidon ajoitus hoitoluokittain	14
4.1.2 Hoitotoimenpiteiden vaikutukset	14
4.2 Soratien poikkileikkaus	15
4.2.1 Poikkileikkausmuoto	15
4.2.2 Toimenpiteet poikkileikkausmuodon korjaamiseksi	16
4.3 Pintakelirikon aikaiset hoitotyöt	17
4.3.1 Yleistä	17
4.3.2 Aurasvallien kaataminen ja jääpalteiden höyläys	17
4.3.3 Kulutuskerroksen käsittely	17
4.4 Höyläyslajit	17
4.5 Muokkaushöyläys	18
4.5.1 Muokkaushöyläyksen työvaiheet	18
4.5.2 Terävalinta	21
4.6 Pölynsidonta	22
4.6.1 Pölynsidontan tarve ja tarkoitus	22
4.6.2 Kalsiumkloridin ominaisuuksista	22
4.6.3 Pölynsidota ja ohjeelliset suolamäärät	23
4.6.3.1 Pölynsidonta hiutaleisella kalsiumkloridilla	23
4.6.3.2 Pölynsidonta kalsiumkloridiliuoksella	26
4.6.4 Lisäpölynsidonta	27

4.6.5 Kalsiumkloridin käsittely, varastointi ja ympäristövaikutukset	27
4.6.6 Muut pölynsidontamateriaalit	28
4.7 Tasaushöyläys	28
4.8 Tasaus lanalla tai kuorma-auton alusterällä	30
4.9 Reikien paikkaus	31
4.10 Hoitotyöt syksyllä	31
5 SORATIEN KULUTUSKERROKSEN KUNNOSTUS	32
5.1 Kunnostuksen tarkoitus	32
5.2 Kunnostuksen ohjelmointi	32
5.3 Kulutuskerrosmateriaalin rakeisuus ja laatuvaatimukset	32
5.4 Kulutuskerrosmateriaalin tarve	34
5.5 Kulutuskerrosmateriaalin lisäys	34
5.5.1 Luiskamateriaalin hyödyntäminen	34
5.5.1.1 Materiaalin laatu	35
5.5.1.2 Työmenetelmät	35
5.6 Sidemaan tarve ja käyttö	36
5.7 Kunnostuksen toteutus	37
5.7.1 Kunnostustyöt keväällä	37
5.7.2 Kunnostustyöt kesällä	37
5.7.3 Kunnostustyöt syksyllä	37
6 SORATEIDEN KUIVATUS	38
6.1 Yleistä	38
6.2 Sivuojat	38
6.3 Rummut	38
7 SORATEIDEN RUNKOVAURIOIDEN KORJAAMINEN	39
7.1 Yleistä	39
7.2 Vauriokohteiden kartoitus ja tutkiminen	39
7.3 Korjaustavan valinta ja korjauksen toteuttaminen	40
7.4 Nopeasti kuivuvat ja purkautuvat osuudet	41
8 LIIKENTEEN JÄRJESTELY	42
8.1 Hoito- ja kunnostustyöt	42
9 LÄHDELUETTELO	43

1 JOHDANTO

Maamme yleisistä teistä on sorateita noin 29000 km eli runsaat 37 prosenttia. Sorateiden osuus yleisten teiden kunnossapitokustannuksista on noin 14 prosenttia. Vastaavasti liikennesuorite on vain 5 prosenttia yleisten teiden liikennesuoritteesta.

Sorateiden kulutuskerroksen kunnossapito jakaantuu hoitoon ja kunnostukseen. Hoitoon kuuluvat tasaus, muokkaus ja pölynsidonta. Kunnostukseen kuuluvat kulutuskerrosmateriaalin lisäys sekä roudan nostamien maakivien poisto.

Soratien kulutuskerros on soramursketta, kalliomursketta tai moreenimursketta, johon lisätään tarvittaessa sideaineiksi esimerkiksi savea tai murskauksen ja päällystämisen yhteydessä syntyvää kivituhkaa. Kulutuskerroksessa käytetään pääasiassa murskattuja kiviaineksia. Murskeiden käyttö on vähentänyt sideaineena käytetyn saven tarvetta.

Moreenista on myös onnistuttu murskaamaan erittäin hyvää kulutuskerrosmateriaalia. Tämä antaa pontta sille, että jatkossa siirrytään yhä enemmän käyttämään luontoa säästäviä materiaaleja, jolloin vältetään vähenevien sora- ja kalliovarojen käytöstä. Lisäksi on syytä korostaa saven hyviä ominaisuuksia luonnollisena sideaineena, mikä vähentää muun muassa materiaalien tarvetta.

Suunnittelussa on erityisesti kiinnitettävä huomiota kulutuskerroksen materiaaleihin, joiden tulee täyttää muun muassa rakeisuusalue- ja hienoaineskriteerit. Samoin tulee menetellä, kun kulutuskerroksessa käytetään oja- ja luiskamateriaaleja. Materiaalien suhteitus tulee tehdä huolellisesti ja laboratorioasiantuntemusta hyväksikäyttäen, sillä väärällä materiaalien käytöllä pilataan hyvässä kunnossa oleva kulutuskerros. Suhteituksella voidaan lisäysmateriaalin määrää ratkaisevasti vähentää.

Sorateiden kuntotavoitteet perustuvat sorateiden kuntoluokitukseen. Muuttujina ovat pinnan tasaisuus, sitoutuneisuus ja pölyäminen. Näistä tasaisuus on monivivahteisin, sillä sen ilmenemismuotoja ovat muun muassa reikä, ura, halkeama, "pyykkilauta", kaltevuuspuutteet ja routavauriot. Sitoutuneisuus käsittää irtoaines- ja pinnan pehmenemisilmiöt. Mikäli tie on rakenteeltaan virheetön, vähenee kuntoon vaikuttavien tekijöiden lukumäärä. Tasaisuutta kuvaavat suureet ovat tällöin reiät, halkeamat ja "pyykkilauta", sitoutuneisuutta taas irtoaines ja pölyäminen. Nämä vauriot voidaan poistaa normaalein hoito- ja kunnostustoimenpitein.

Ohjeessa on uutena alueena käsitelty kuivatus sekä esitetty suodatinkan-kaan tai geovahvisteen käyttöön perustuvia sorateiden runkovaurioiden parantamisratkaisuja.

Ohjeen tarkoitus on lisätä "laatutietoisuutta" siten, että kulloinkin voimassa olevat tavoitteet toteutetaan suunnitellusti, tuloksena on yhdenmukainen sorateiden kunnan taso sekä soratiestön kunnossapidon taloudellisuus.

2 TEKNIS-TALOUDELLISIA NÄKÖKOHTIA

2.1 Kunnossapitokustannuksista

Sorateiden hoitoon ja kunnostukseen käytettiin vuonna 1993 varoja 244 milj. mk eli 8352 mk/km. Tämä jakaantuu siten, että hoitotöihin käytettiin 138 milj. mk ja kunnostukseen 106 milj. mk.

Sorateiden kulutuskerroksen hoitoon ja kuluneen materiaalin lisäykseen käytettiin vuonna 1993 8 % teiden kunnossapitokustannuksista.

Taulukossa 1 on esitetty kulutuskerroksen hoito- ja sorastustöiden kustannukset ja suoritelmäärät sekä kustannusosuudet vuodelta 1993.

Taulukko 1. Sorateiden kulutuskerroksen hoito- ja sorastustöiden kustannukset, suoritelmäärät ja kustannusosuudet v. 1993.

Kunnossapitotyö	Suorite- määrä	Milj. mk	Osuus %	Osuus teiden kp. kust. %
Tasaus ja paikkaus	0,58 milj. jkm	39,1	27,8	2,3
Pölynsidonta	36557 t	43,2	30,7	2,5
Sorastus	1,64 milj. t	55,4	39,3	3,2
Sidemaan lisäys	0,15 milj. t	3,1	2,2	0,2
Yhteensä		140,8	100	8,2

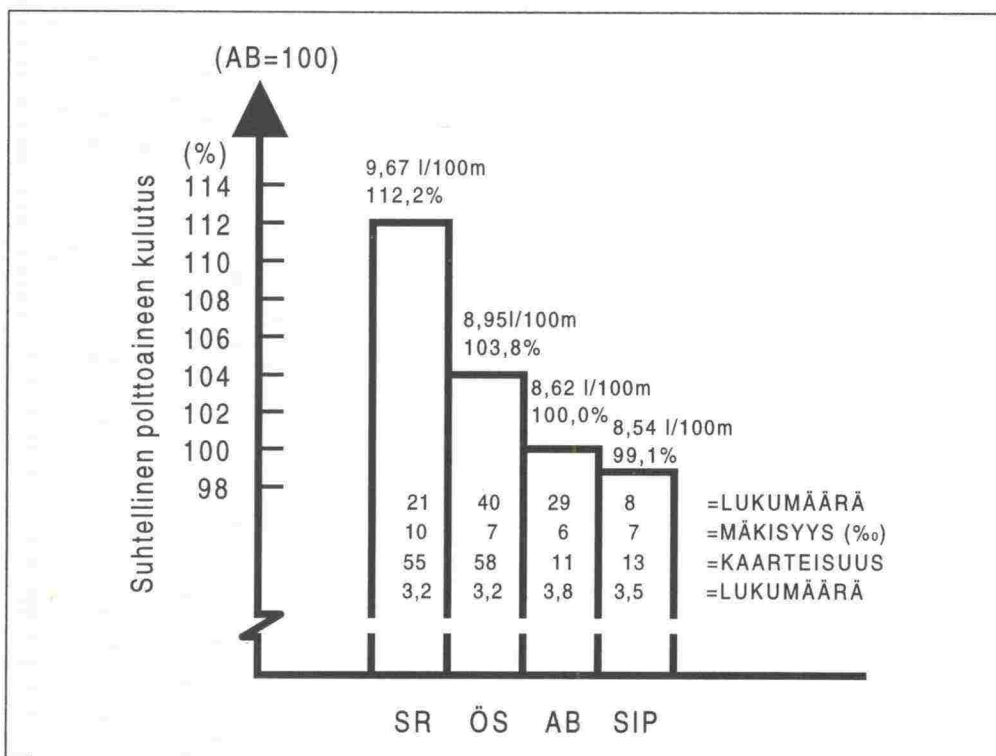
2.2 Ajokustannuksista

Ajokustannuksiin sisällytetään tavallisesti seuraavat kustannustekijät:

1. Ajoneuvon käyttökustannukset (polttoaine, öljy, kunnossapito, korjaukset jne)
2. Tienkäyttäjän aikakustannukset
3. Onnettomuuskustannukset.

Ajokustannuslaskelmat perustuvat siihen tosiasiaan, että mm. tien muoto ja tien fyysinen tila vaikuttavat ajokustannuksiin. Tietoja tarvitaan esim. kunnossapitostrategioiden ja -standardien suunnitteluun. Tavallisesti ajokustannuslaskelmat liittyvät osana kansantaloudellisiin hyöty-kustannusanalyysiin, joissa tarkastellaan varojen käyttöä kansantalouden kannalta.

Kuvassa 1 on esitetty suomalaisen tutkimuksen tulokset, jossa mitattiin polttoaineen kulutusta Saab 99 GL -henkilöautolla.



Kuva 1. Polttoaineenkulutus eri kulutuskerrostyypeillä, henkilöauto, nopeus 80 km/h.

Ensisijaisesti kulutuskerroksen kiinteys ja märkyys vaikuttavat sorateillä polttoaineenkulutuksen lisääntymiseen.

3 KUNNOSSAPIDON TARVE JA TASOVAATIMUKSET

3.1 Kunnossapidon perusteet

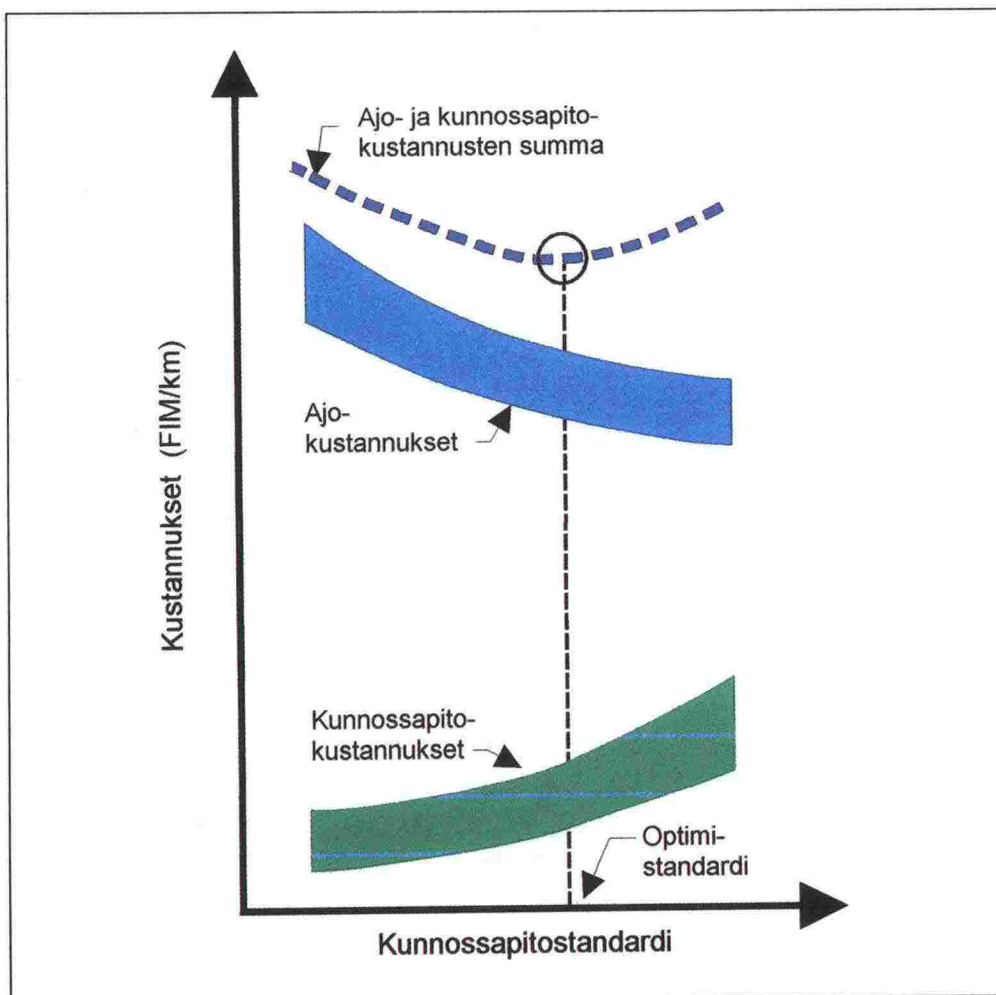
Teiden kunnossapito perustuu Tielakiin. Lain 11 § mukaan tie on pidettävä liikennettä tyydyttävässä kunnossa. Kunnossapito käsittää tien hoidon ja kunnostuksen.

Hoitotyöt on tehtävä mahdollisimman taloudellisesti. Tämä edellyttää, että ne tehdään oikeaan aikaan ja teknisesti oikealla tavalla. Sorateiden kunnossapitotarpeet ja tarkoitus riippuvat vuodenajoista. Kevään hoitotoilla vähennetään kelirikon haittoja, varmistetaan kulutuskerroksen pitkäaikaista kestoa ja tavoitekunnon toteutumista. Kesähoidolla ylläpidetään tien tavoitekuntoa. Syksyn toimenpiteillä vähennetään mahdollisia pintakelirikkoja ja tehdään tasainen pinta talvihoitoa varten. Hoitotoimenpiteeksi valitaan se, mikä tehokkaimmin parantaa taikka poistaa kulloisetkin vauriot (taulukko 2).

3.2 Kunnossapidon tavoite ja päämäärä

Kunnossapitomenetelmillä soratien pinta pidetään tasaisena, kiinteänä ja pölyämättömänä. Näin lisätään ajomukavuutta ja vähennetään vierimisvastusta ja ajoneuvokustannuksia.

Tärkeimmät toimenpiteet ovat tasaus, pölynsidonta ja sorastus. Kansantaloudellisesti asiaa tarkastellen tavoitteena on pitää tiestö sellaisessa kunnossa, joka minimoi ajoneuvo- ja kunnossapitokustannusten määrän. Kuva 2 esittää tätä ajatusmallia. Siinä ylimmälle summakäyrälle merkitty piste vastaa kansantaloudellista optimitilannetta.



Kuva 2. Ajoneuvokustannukset ja kunnossapitokustannukset kunnossapitostandardin funktiona.

3.3 Sorateiden kuntoluokitus

Sorateiden kunnan arviointi suoritetaan silmämääräisesti viisiportaisen kuntoluokituksen mukaan. Arviointi perustuu tien tasaisuuden, irtoaineksen, poikkileikkausmuodon ja pölyävyyden määrittämiseen. Soratien kunto määritetään aina alimman kuntotekijän mukaan.

Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus:



Kuntoluokka 5: Tien pinta on säilyttänyt muotonsa ja on hyvin tasainen ja kiinteä. Pinnan mahdollinen epätasaisuus ei vaikuta ajomukavuuteen.



Kuntoluokka 4: Tien pinta on yleensä säilyttänyt muotonsa ja on tasainen ja kiinteä. Muutamia pieniä erillisiä kuoppia voi siellä täällä esiintyä. Pölyämistä ei tiellä ole havaittavissa. Pinnan epätasaisuuden vuoksi ei ajonopeutta tarvitse hiljentää.



Kuntoluokka 3: Tien pinta on yleensä säilyttänyt muotonsa ja on suurimmaksi osaksi tasainen ja kiinteä. Pienehköjä kuoppia ja muuta epätasaisuutta voi olla paikoitellen. Tie pölyää jonkin verran. Tiellä olevat kuopat ja muut epätasaisuudet voidaan väistää tai ne ovat sellaisia, ettei ajonopeutta tarvitse niiden vuoksi hiljentää. Ohittavaa tai vastaantulevaa ajoneuvoa väistettäessä sekä vastaavissa olosuhteissa saattaa ajonopeuden hiljentäminen tulla kyseeseen.



Kuntoluokka 2: Tien poikkileikkausmuoto on jonkin verran voinut muuttua. Tien pinnassa on jonkin verran "pyykkilautaa". Paikoin voi olla

varoituserkein osoitettavia painumia tai kohoutumia. Tie pölyää kohtalaisesti. Ajonopeutta on joskus hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varottava.



Kuntoluokka 1: Tien poikkileikkausmuoto on useista kohdista muuttunut. Pinta on epätasainen kuoppien, "pyykkilaudan" ja purkautumien vuoksi. Tiellä on painumia ja kohoumia, joita ei voida väistää. Tie pölyää runsaasti. Tien pintaa on jatkuvasti tarkkailtava ja ajonopeutta useasti vaihdettava.

3.4 Kunnossapitoluokat ja tavoitekuntoarvot

Sorateiden tavoitekunto määritetään kunnossapitoluokan mukaan, joka puolestaan määräytyy liikenteen määrän ja laadun perusteella.

Tavoitekunto määritellään kesäkauden keskimääräisenä kuntona. Toimenpideraja on sallitun kunnan alaraja ja se määrittää ajankohdan hoitotoimenpiteiden aloittamiselle erikseen määriteltynä aikana.

Kyseiset tavoitteet on esitetty sorateiden hoitopolitiikan tai tuotantosopimusten määrittämisen yhteydessä.

4 SORATIEN KULUTUSKERROKSEN HOITO

4.1 Hoidon ajoitus ja vaikutukset

4.1.1 Hoidon ajoitus kunnossapitoluokittain

Hoitotoimenpiteiden tarve ja laatu määräytyvät yleensä alimman kuntotekijän mukaan. Kuntotekijöitä ovat:

- tasaisuus (painumat, töyssyt, reiät ja pyykkilauta)
- kiinteys (irtoainesmäärä)
- pölyäminen

Tien kunto arvioidaan silmämääräisesti säävaihteluiden määräämin väliajoin tehtävillä tarkastuskierroksilla. Tien kuntoarvo määritellään sanallisen kuvastandardin (*kuntoluokat 1 - 5*) perusteella. Kunnossapitoluokasta ja tavoitekunnosta riippumatta hoitotoimenpiteet ovat samat. Vain hälytysraja, toimenpideaika ja eräät materiaalmäärät poikkeavat kunnossapitoluokittain. Hoitotoimenpiteitä ovat:

muokkaushöyläys

tasaushöyläys

pölynsidonta

reikien paikkaus

mahd. lisäpölynsidonta.

Toimenpiteet ja ajoitus kunnossapitoluokassa II

Hoitotyöt aloitetaan toimenpideaikana, kun tien, tiejakson tai jonkin tiekohdan kuntoarvo laskee alle tavoitekunnon. Toimenpiteen määrää alimman kuntoarvon saanut tekijä. Työt aloitetaan 1 - 4 vuorokauden kuluessa.

Toimenpiteet ja ajoitus kunnossapitoluokassa III

Hoitotyöt aloitetaan, kun tien, tiejakson tai jonkin tiekohdan kunto on laskenut alle tavoitekunnon. Työt aloitetaan 1 - 6 vuorokauden kuluessa. Toimenpiteen määrää alin kuntotekijä.

4.1.2 Hoitotoimenpiteiden vaikutukset

Kuntotekijästä riippuen hoitotyön vaikutukset ovat joko tehokkaita tai vähemmän vaikuttavia. Tästä syystä on tärkeää valita tehokkaimmin vaikuttava toimenpide (*taulukko 2*).

Ennen kuin töihin ryhdytään on tärkeää harkita, missä laajuudessa hoitotoimenpide kannattaa tehdä. Yleensä kunnossa olevia tieosuuksia ei kannata käsitellä ellei tien kokonaiskunto ole lähestymässä toimenpiderajaa. Parhaimmassa tapauksessa soratien pinta saattaa kestää koko kesän ilman hoitotoimenpiteitä. Tähän pääsemiseksi on erityistä huomiota kiinnitettävä

kulutuserrosmateriaaliin, keväällä tehtävään muokkaushöyläykseen sekä pölynsidontaan ja oikeisiin työmenetelmiin.

Taulukko 2. Hoitotoimenpiteet kuntotekijän mukaan.

Toimenpide	Tasaisuus	Kiinteys	Pölyäminen	Huomioitavaa
Muokkaushöyläys	4 ¹⁾	1	0	Keväällä
Pölynsidonta	0	2	4	Ks. taulukko 5
Tasaushöyläys	3	1	0	Kesällä
Lanaus ²⁾	1	0	0	Vain keväällä (ja syksyllä)
Lisäpölynsidonta	0	2	4	Kalsiumkloridi- liuos tai hiutalesuola
Reikien paikkaus	3	0	0	

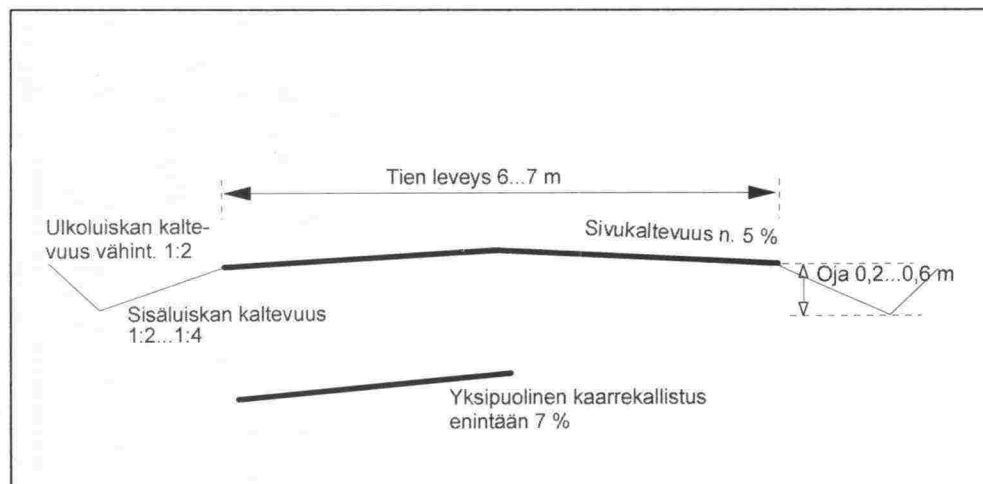
¹⁾ 4=tehokain vaikutus, 3=tehokas vaikutus, 2=kohtalainen vaikutus, 1=heikko vaikutus ja 0=ei vaikutusta.

²⁾ Kulutuserrosmateriaalin lisäyksen yhteydessä lanalla hyvä materiaalin sekoittamiskyky.

4.2 Soratien poikkileikkaus

4.2.1 Poikkileikkausmuoto

Soratien poikkileikkausmuoto on esitetty kuvassa 3. Poikkileikkauksen oikealla muodolla on merkitystä ajomukavuuteen, liikenneturvallisuuteen, tien rakenteen toimivuuteen ja kunnossapitokustannusten suuruuteen. Eritoten osuuksilla, missä tien pituuskaltevuus on suuri, tulee tien poikkileikkausmuotoon kiinnittää erityistä huomiota. Näin estetään veden pituussuuntaista virtaamista ja vähennetään vesisyöpymien ja reikien syntymistä.



Kuva 3. Soratien poikkileikkausmuoto.

4.2.2. Toimenpiteet poikkileikkausmuodon korjaamiseksi

Poikkileikkauksen kunnostustarve ja sen toistuvuus riippuvat lähinnä tien kantavuusolosuhteista. Kantavilla pohjamailla poikkileikkauksen muoto muuttuu yleensä hitaasti. *Taulukossa 3* on esitetty yleisimmät poikkileikkausmuodon virheet sekä virheistä aiheutuvia haittoja ja virheiden korjaustoimenpiteitä.

Taulukko 3. Poikkileikkausmuodon yleisimmät virheet ja niistä aiheutuvat haitat.

Virhe	Haitta tai seuraus	Korjaustoimenpide
Sivukaltevuus < 5 %	Vesi ei valu tieltä vaan jää ajoradalle ja synnyttää lammikoita → tien pinnan reikiintyminen.	Tiehöylän terälevyn asettelulla ja karheenlevittimen säädöillä voidaan vaikuttaa höylästyön onnistumiseen niin, että sivukaltevuudet ovat riittävät. Tarvittaessa lisätään materiaalia.
Kaarrekallistus > 7 %	Kulutuskerrosmateriaali alkaa vaelttaa. Suositellaan enintään 7 %:n kallistusta.	Kaltevuus palautetaan oikeaksi siirtämällä mursketta tiehöylällä takaisin kaarteeseen.
Reunapalle	Estää vesien valumisen ajoradalta sivuojaan.	Reunapalteleiden syntymistä pystytään eliminoimaan karheenlevittimen säädöillä ja kiinnittämällä huomiota terälevyn asentoon niin, että korkeuseroa ei pääse tien reunalla muodostumaan.
Tie on liian leveä > 7 m	Sivukaltevuuksien säilyttäminen on vaikeaa ja kunnossapitotarve kasvaa tarpeettomasti. Edistää reunapalteleiden syntymistä.	Tien kaventaminen ojituksen tai sisäluisikan sisäänoton yhteydessä.
Liian jyrkkä sisäluisika	Reunakantavuus alenee, epäesteettinen ja liikenneturvallisuushaitta.	Loivennetaan luisika vähintään kaltevuuteen 1:2. Tapauskohtaisesti voidaan myös ojaa madaltaa tai kaventaa ajorataa. Samalla poistetaan ojien tukkeumat ja allastumat.
Liian jyrkkä takaluisika	Materiaalia valuu ojaan aiheuttaen sivuojien tukkeutumista.	Takaluisikan minimikaltevuus on 1:1. Koheesiomaalajeilla oltava loivempi. Puutteet korjataan ojituksen yhteydessä.
Sivuoja on liian syvä	Syvän sivuojan kunnossapito on työlästä ja kallista. Syviä sivuojia tarvitaan vain erikoistapauksissa (peltojen salaojituskohdat ja ympäröivän alueen kuivattaminen).	Ojitusoiden yhteydessä huomioidaan tarvittava sivuojan syvyys (0,2 - 0,6 m). Ojitusoiden yhteydessä selvitetään, voidaanko sisäluisikan materiaali hyödyntää kulutuskerroksessa. Ks. kohta 6.2 Pellon kuivatus tien kohdalla.

4.3 Pintakelirikon aikaiset hoitotyöt

4.3.1 Yleistä

Kun roudan sulaminen alkaa keväällä, se tapahtuu routakerroksen ylä- ja alapinnasta samanaikaisesti. Sulamisen vaikutuksesta vapautuu tierakenteen yläosasta vettä, joka pehmentää tien pinnan. Tätä ilmiötä sanotaan pintakelirikoksi. Pintakelirikkovaihe kestää säästä riippuen enintään parin viikon ajan. Aurasvalleista sulava vesi pahentaa pintakelirikkooa. Haitan estämiseksi aurasvallit kaadetaan tien sivuun. Pintakelirikkooa pystytään ehkäisemään myös oikealla kulutuskerrosmateriaalilla ja oikeilla poikkileikkauksen sivukaltevuuksilla.

Pintakelirikkovaihetta seuraa usein tien runkokelirikkovaihe, jolloin tien kantavuus alenee huomattavasti. Kantavuuden aleneminen aiheutuu siitä, että tierungossa ja -pohjassa olevat routalinssit alkavat sulaa tuottaen runsaasti vettä. Liikenteen kuormituksesta johtuva huokosveden paine pienentää maaraikoiden välistä tehokasta jännitystä ja heikentää maakerrosten jäykkyyttä sekä pienentää samalla tierakenteen kantavuutta. Runkokelirikkovaihe kestää yleensä useamman viikon ajan.

4.3.2 Aurasvallien kaataminen ja jääpalteiden höyläys

Aurasvallien kaataminen ja jääpalteiden höyläminen ovat tärkeitä toimenpiteitä kelirikkovaurioiden lieventämiseksi. Aurasvallien kaatamisella tien sivuun estetään valleista vapautuvien sulamisvesien pääsy tielle. Aurasvallien kaataminen voidaan tehdä esimerkiksi tiehöylän terälevyllä, lumisii-vellä, sivuauralla tai kuorma-auton sivuauralla. Aurasvallien kaatamisen yhteydessä poistetaan jääpalteet tiehöylällä tien reunoilta.

4.3.3 Kulutuskerroksen käsittely

Pintakelirikkovaiheessa tien pinta on usein raiteistunut tai muutoin epätasainen. Paremman liikennöitävyyden vuoksi tietä joudutaan tasaamaan. Koska tien kantavuus saattaa olla hyvin alhainen on lana keveytensä takia monesti tiehöylää parempi vaihtoehto. Lanauksella saadaan taseisen tien pinnan lisäksi kulutuskerrosmateriaalista hyvin sekoittunut.

4.4 Höyläyslajit

Soratieen kulutuskerroksen höyläyksessä voidaan käyttää kolmea eri tasaustyyppiä: raskashöyläys, normaali- eli tasaushöyläys ja kevythöyläys (*taulukko 4*). Raskashöyläyksessä irrotettava materiaalmäärä on niin suuri, että karheentasaajaa ei voida käyttää. Tästä syystä raskashöyläystä käytetään pääasiassa muokkaushöyläyksen yhteydessä. Normaali- eli tasaushöyläys on yleisin sorateiden kunnossapidossa käytetty tasaustyyppi (*ks. 4.7*).

Taulukko 4. Höyläyslajit.

Höyläyslaji	Olosuhteet	Työmenetelmä
Raskashöyläys	-tie erittäin kuoppainen -höylästarve suuri -kulutuskerros kyllin paksu, jotta raskashöyläys voidaan suorittaa vahingoittamatta kulutuskerroksen alapuolista rakennetta	-höylä työskentelee maksimitehollaan -leikkaussyvyys on suurimmillaan eli kulutuskerros pyritään repimään syvimpienkin kuoppien pohjia myöten -kulutuskerroksen alapuolista rakennetta on varottava vahingoittamasta
Normaali- eli tasaushöyläys	-tie on kuoppainen -olosuhteet höyläykselle ovat hyvät eli sade on pehmentänyt kulutuskerroksen	-normaalihöyläyksessä saavutetaan yleensä riittävä viimeistelyaste kahdella höyläyskerralla poikkileikkausta kohti, ellei tie ole kovin leveä (> 6,5 m) -lanaa voidaan käyttää myös normaalihöyläyksen yhteydessä, mikäli riittävää viimeistelyastetta ei muuten saavuteta. Leikkaussyvyys 1,5 X maksimirakoko
Kevytohöyläys	-tiellä on suoritettu raskashöyläys ja pinta on viimeistelyn tarpeessa -tiellä on karhe tai irtokiviä	-kevytohöyläyksellä pyritään sekoittamaan ja tasoittamaan raskashöyläyksessä irrotettua materiaalia -höyläysvastus on pieni, jolloin höyläysnopeus voi olla verrattain suuri

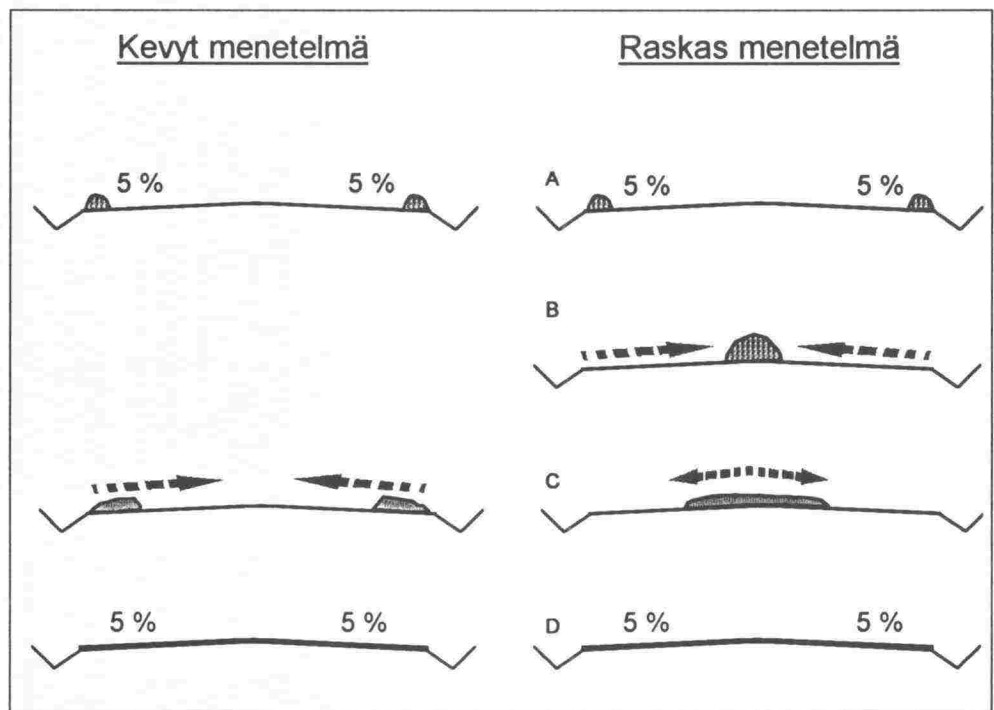
4.5 Muokkaushöyläys

4.5.1 Muokkaushöyläyksen työvaiheet

Muokkaushöyläystä tarvitaan, kun tien kunto ja poikkileikkausmuoto ovat huonontuneet merkittävästi. Muokkaushöyläystä tarvitaan myös silloin, kun kulutuskerrokseen lisätään mursketta tai sidemaata. Muokkaushöyläyksen tavoitteena on saada kulutuskerros tasapaksuiseksi ja homogeeniseksi sekä tasoittaa tien epätasaisuudet ja palauttaa tien oikea poikkileikkausmuoto.

Muokkaushöyläysmenetelmä jakaantuu irrotus- ja sekoitusvaiheeseen (kuva 4). Irrotusvaiheessa kulutuskerros leikataan kuoppien pohjia myöten ja materiaali siirretään karheelle tien reunoille. Sekoittamista jatketaan siirtämällä materiaali tien keskelle. Pohja muotoillaan samaan kaltevuuteen kuin kulutuskerroksen pinnan kaltevuudelta edellytetään. Tämän jälkeen tien keskellä oleva materiaali levitetään keskilinjän molemmille puolille. Lopuksi materiaali tasoitetaan höylällä kummallekin ajokaistalle. Koska tien keskellä oleva karhe saattaa muodostua niin korkeaksi, että sen ylittäminen henkilöautolla estyy, on liikennehaitan takia kerralla käsiteltävän osuuden oltava mahdollisimman lyhyt.

Jos höyläyksen yhteydessä ei lisätä kulutuskerrosmateriaalia tai kulutuskerrosmateriaali katsotaan tarpeeksi sekoittuneeksi *kuvassa 4* esitetyn työvaiheen A jälkeen, voidaan materiaali levittää suoraan tien reunoilta tasaiseksi matoksi tielle. Mikäli muokkaushöyläys ajoittuu keväaseen kalsiumkloridi sekoitetaan kulutuskerrokseen muokkaushöyläyksen yhteydessä.



Kuva 4. Muokkaushöyläyksen työvaiheet.



Kuva 4a. Muokkaushöyläyksen irrotusvaiheessa kulutuskerros leikataan kuoppien pohjia myöten ja materiaali siirretään karheelle tien reunoille.



Kuva 4b. Sekoittamista jatketaan siirtämällä materiaali tien keskelle.



Kuva 4c. Tien keskellä oleva materiaali levitetään keskiviivan molemmille puolille. Lopuksi materiaali tasoitetaan kummallekin ajokaistalle.

4.5.2 Terävalinta

Tiehöylän terävalinnalla ja terien oikeaoppisella käyttämisellä on oleellinen vaikutus höylästyön lopputulokseen. Höylätessä kovaksi pakkautuneita kulutuskerroksia etenkin tasaterät kuluvat nopeasti.

Tappiterällä on todettu olevan paremmat irrotus- ja leikkausominaisuudet kuin tasaterällä. Lisäksi tappiterä (kuva 5) kuluu tasaisesti kauttaaltaan ja leikkuupinta jää uraiseksi, jolloin irronnut kulutuskerrosmateriaali asettuu paikalleen paremmin kuin tasaterän jättämälle leikkuupinnalle, joka on sileä ja kova.

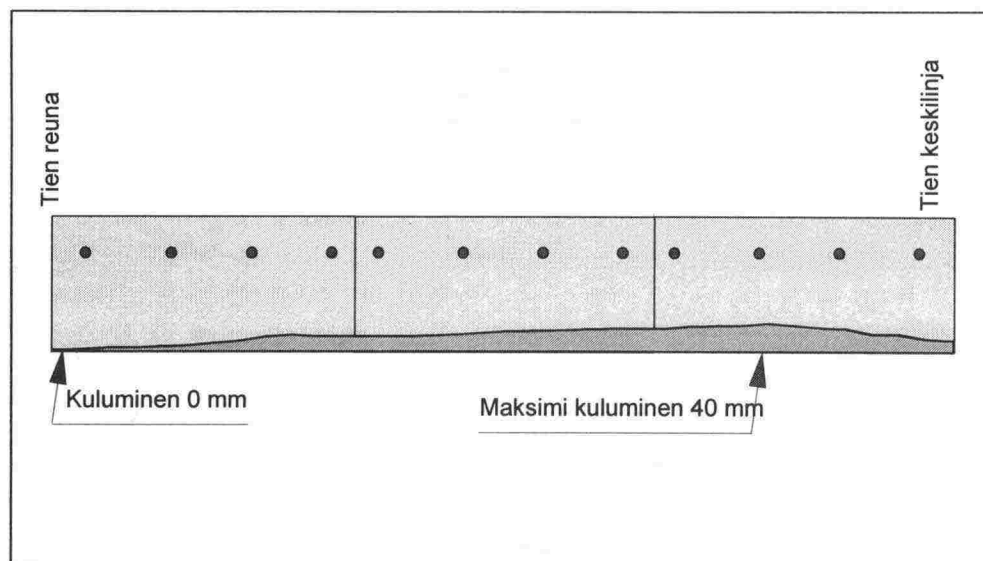
Etenkin kovia kulutuskerroksia höylätessä on tappiterä tasaterää parempi vaihtoehto. Tappiterässä käytetään leveälaippaisia teräväkärkisiä tappeja.



Kuva 5. Tappiterä kulutuskerroksen höyläyksessä.

Kevyt- ja normaalihöyläyksessä voidaan käyttää esimerkiksi tasaamisvaiheessa myös tasaterää. Tasaterä kuluu nopeimmin yleensä ajosuuntaan nähden terän vasemmasta reunasta, koska kulutuskerros on kovinta tien keskellä (kuva 6).

Koveraksi kulunut terä leikkaa kulutuskerrosta epätasaisesti. Pahimmillaan keskiosa terästä raapii ohuesti tien pintaa kun taas terän reunat ohuessa kulutuskerroksessa leikkaavat liian syvältä, jolloin kulutuskerroksen alapuolista materiaalia sekoittuu kulutuskerrokseen.



Kuva 6. Tasaterän kulumisprofiili kymmenen höyläyskilometrin jälkeen.

4.6 Pölynsidonta

4.6.1 Pölynsidonnan tarve ja tarkoitus

Liikenne irrottaa kuivasta soratien pinnasta hienoa ainesta, jota nousee pölynä ilmaan. Pölystä suurin osa eli noin 70 % on rakeisuudeltaan karkeampaa kuin 0,053 mm ($d_{50} = 0,06 - 0,12$ mm). Tienpinnan pölyämisellä on useita haitallisia vaikutuksia. Tienkäyttäjän ja ympäristön kannalta katsottuna pölyäminen haittaa näkyvyyttä heikentäen liikenneturvallisuutta ja pöly liikaa tien lähiympäristön rakennuksia ja kasvillisuutta. Varsinkin hyvin hienojakoinen pöly leijuu kauan ilmassa ja saattaa kulkeutua tuulen mukana pitkienkin matkojen päähän. Lisäksi pölyävän tien irtonainen kiviaines vaurioittaa autojen maalipintoja.

Tienpitäjälle soratien pölyäminen merkitsee lisääntyneitä kunnossapitotöitä ja -kustannuksia. Kun kulutuskerroksen hienoainespitoisuus laskee, kulutuskerroksesta tulee irtonainen. Seurauksena on kuoppia, urautumista ja kulutuskerros materiaalin sinkoutumista pientareelle ja luiskiin. Pölynsidontaa tarvitaan, kun tien pinta on kuivimmillaan ja hienoaineksen sitova vaikutus pyrkii häviämään veden aiheuttaman rakeiden välisen tartuntavoiman vähetessä.

4.6.2 Kalsiumkloridin ominaisuuksista

Suomessa kalsiumkloridia (CaCl_2) valmistetaan kalkkikivestä ja suolahaposta. Kemiallisen prosessin tuloksena syntyvän hiutalesuolan CaCl_2 -pitoisuus on 77 - 80 %. Ennen veden haihuttamista tuotantoprosessissa kalsiumkloridiliuoksen CaCl_2 -pitoisuus on noin 42 %.

Kalsiumkloridin ominaisuuksia ovat muun muassa, että se liukenee hyvin veteen, imee kosteutta (hygroσκοoppisuus) ja vapauttaa lämpöä kosketuksessa veden kanssa.

Kalsiumkloridia käytetään pölynsidonnassa joko hiutaleutettuna irtosuolana tai suursäkeissä hankittuna sekä liuksena, joka noudetaan suoraan tehtaan tuotantoprosessista työkohteeseen. Hiutaleisesta kalsiumkloridista voidaan tehdä liuosta myös tiemestaripiirin omalla liuosasemalla, jolloin päästään ulkoilman lämpötilasta riippuen liuosväkevyyteen, jonka CaCl_2 - pitoisuus on maksimissaan 37 - 41 %.

4.6.3 Pölynsidonta ja ohjeelliset suolamäärät

4.6.3.1 Pölynsidonta hiutaleisella kalsiumkloridilla

Kevään ensimmäinen pölynsidonta tehdään sekoitussuolauksena muokkaushöyläyksen yhteydessä heti pintakelirikon loputtua, mikäli pintakelirikkoo ei seuraa runkokelirikkovaihe. Tie on tällöin yleensä riittävän kostea ja muokkaushöyläyksen jälkeen kuohkea, jolloin suola saadaan sekoittumaan koko kulutuskerrokseen.

Sekoitussuolauksella pintasuolaukseen verrattuna kulutuskerroksesta saadaan homogeeninen ja kosteutta pidättävä kerros. Lisäksi, jos pintasuolausta käytetään vilkkaasti liikennöidyillä teillä, osa suolakiteistä saattaa lentää liikennevirran mukana tien pientareille ja luiskiin.

Teillä, joilla esiintyy runkokelirikkovaurioita (alhainen kantavuus, routanousut ja savisilmäkkeet), pölynsidonta tehdään näiltä osin vasta kelirikon päätyttyä.

Ennen suolauskauten alkamista on suolanlevittimien säädöt tarkistettava ja tarvittaessa tehtävä levittimien kalibrointi. Mikäli suolakuorma pölisee häiritsevästi siirryttäessä suolavarastolta työkohteeseen on suolakuorma peitettävä (Ajoneuvoasetus 58 §).

Tarvittavaan suolamäärään vaikuttavat liikennemäärän ja tien leveyden lisäksi muun muassa metsäisyys, ilmansuunnat tiehen nähden, pohjamaa, tien rakenne (rakennettu/rakentamaton tie) ja kulutuskerrosmateriaalin laatu. Useiden muuttujien takia tulee pyrkiä laatimaan jokaiselle soratielle tiekohtainen suolaussuunnitelma, jossa huomioidaan edellä mainittujen muuttujien vaikutuksia.

Taulukossa 5 esitetyissä ohjeellisissa suolamäärissä muuttujina ovat pelkästään tien leveys ja liikennemäärä. Suolamäärä voi olla suurempi tieosuuksilla, jotka sijaitsevat aukeilla tai jos tien välittömässä läheisyydessä on asutusta tai vilja- ja marjatiloja. Vastaavasti suolamäärät voivat olla pienempiä metsäisillä tieosuuksilla tai tieosuuksilla, joilla tien rakennekerrokset ovat ohuet ja pohjamaa on hyvin kapillaarinen.

Mikäli kulutuskerrosmateriaali sisältää riittävästi hienoainesta, saattaa olla mahdollista tulla toimeen täysin ilman suolaa. Suolauksen sijasta kannattaa kiinnittää enemmän huomiota sopivan laatuksen kiviaineksen lisäämiseen.

Taulukko 5. Enintään käytettävät suolamäärät t/km keväällä suoritettavassa pölynsidonnassa.

Liikennemäärä, KKVL (ajon./d)	Tieleveys (m)		
	5,0	6,0	7,0
> 500	-	2,0	2,5
200 - 500	1,2	1,6	2,0
100 - 200	0,9	1,3	1,5
< 100	0,7	0,9	1,1

Sekoitusuolaus voidaan tehdä kahdella eri työmenetelmällä (kuvat 7a, 7b ja 7c). Jos kulutuskerrosmateriaali on höylätty karheelle ajoradan keskelle, levitetään suola karheen päälle yhdellä levityskerralla. Mikäli karheella ollut materiaali on levitetty höylällä kummallekin ajokaistalle, levitetään suola molemmille ajokaistoille erikseen.

Suolan levityksen jälkeen kulutuskerros sekoitetaan esimerkiksi lanalla ja viimeistellään tiehöylällä. Viimeistelyn yhteydessä on huomioitava, ettei reu-napalletta jää veden poisvirtaamista estämään. Tarvittaessa tie kastellaan, jolloin suola liukenee paremmin kulutuskerrokseen.



Kuva 7a. Suola levitetään karheen päälle yhdellä levityskerralla.



Kuva 7b. Kulutuskerros sekoitetaan ja viimeistellään tiehöylällä.



Kuva 7c. Tarvittaessa tie kastellaan, jotta suola liukenee paremmin kulutuskerrokseen.

Kulutuskerroksen tiivistämisellä on oleellinen vaikutus kulutuskerroksen kunnan säilymiseen ja materiaalihävikin pienentymiseen. Kun kulutuskerros tiivistetään arvioidussa optimikosteudessa se kestää liikenteen aiheuttamaa rasiusta, sateita ja pitempiäkin poutajaksoja hyvin. Edellä mainitun takia

kulutuserroksen tiivistäminen tulee tehdä huolellisesti puutteellisista tiivistämisresursseista huolimatta. Erillisten kumipyörä- tai valssijyrien käyttö ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavaa.

Jyrä, mikä on asennettu pölynsidontatyössä muutoin tarvittavaan ajoneuvoon (esimerkiksi vesiauto), on edullisempi ratkaisu kuin erillinen jyrä (kuva 8). Yleensä tyydyttävään lopputulokseen päästään kuorma-autolla systemaattisesti ajamalla, kun kulutusmateriaali on vielä optimikosteudessa. Lisäksi suolalla on tiivistämistulosta parantava vaikutus. Tiivistäminen on ulotettava niin lähelle tien reunoja kuin tien kantavuus vain sallii.



Kuva 8. Jyrä liikuteltavissa tien poikkisuunnassa.

4.6.3.2 Pölynsidonta kalsiumkloridiliuoksella

Pölynsidonta on mahdollista tehdä myös tehtaalta (Kokkola) haettavalla kalsiumkloridiliuoksella. Liuosta voidaan tehdä myös hiutalesuolasta esimerkiksi tiemestaripiirin omalla liuosasemalla. Taulukossa 6 on esitetty hiutalesuolaa vastaavat liuosmäärät tilavuusyksikkönä eri CaCl_2 -pitoisuuksilla.

Taulukko 6. Hiutalesuolaa vastaavat liuosmäärät (m³) eri CaCl₂-pitoisuuksilla.

Liuoksen CaCl ₂ -pitoisuus %	Hiutalesuolamäärä t/km (CaCl ₂ -pitoisuus 77 %)					
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	2,0
37	0,76	1,22	1,52	1,97	2,28	3,04
38	0,73	1,17	1,47	1,91	2,20	2,94
39	0,71	1,14	1,42	1,85	2,13	2,84
40	0,69	1,10	1,38	1,79	2,06	2,75
41	0,67	1,07	1,33	1,73	2,00	2,66
42	0,65	1,03	1,29	1,68	1,94	2,58
43	0,63	1,00	1,25	1,63	1,88	2,50
44	0,61	0,97	1,22	1,58	1,82	2,43

4.6.4 Lisäpölynsidonta

Vilkasliikenteisillä tai aukeilla tieosuuksilla soratien kulutuskerros saatetaan joutua käsittelemään suolalla useita kertoja kesän aikana. Kesällä tehtävässä lisäpölynsidonnassa levitettävät suolamäärät ovat pienempiä kuin kevään sekoitussuolauksessa käytettävät suolamäärät. Jos tien pinta on reikiintynyt ja purkaantunut niin pahasti, että tielle on tehtävä muokkaushöyläys, tehdään lisäpölynsidonta sekoitussuolauksena. Muussa tapauksessa pölynsidonta tehdään pintasuolauksena. Pintasuolauksessa kalsiumkloridi levitetään tasoitetulle tien pinnalle kulutuskerrosta sekoittamatta. Varsinkin hiutaleista suolaa käytettäessä pölynsidonta kannattaa tehdä heti sateen jälkeen, jolloin tien kastelutarve on vähäisempi. Lisäpölynsidonnassa on mahdollista käyttää suolaliuosta samaan tapaan kuin keväällä tapahtuvassa pölynsidonnassa.

Lisäpölynsidonnassa käytettävä suolamäärä päätetään tapauskohtaisesti. Mikäli lisäpölynsidonta joudutaan tekemään alkukesästä, kannattaa suolamäärä pyrkiä valitsemaan sellaiseksi, että syksyyn päästään yhdellä lisäpölynsidontakerralla.

4.6.5 Kalsiumkloridin käsittely, varastointi ja ympäristövaikutukset

Hygroskooppisena aineena kalsiumkloridi ärsyttää ja vaurioittaa ihoa, silmiä ja limakalvoja. Tämän vuoksi kalsiumkloridia käsiteltäessä tulee suojavaatetuksen olla hyvä (suojapuku, suojakäsineet, kumiset suojajalkineet ja kasvojensuojain).

Säkkejä ei missään tapauksessa saa varastoida suoraan maanpinnalle vaan ne tulee varastoida ympäristöä korkeammalle, mieluummin puualustalle irti maasta siten, että pinta- ja sulamisvedet pääsevät virtaamaan pois. Suursäkkejä suositellaan pinottavaksi korkeintaan kahteen kerrokseen.

Kalsium kuuluu maa-alkalimetalleihin ja se liukenee veteen samaan tapaan kuin alkalimetallit. Kalsiumia esiintyy luonnossa runsaasti ja se on välttämätön alkuaine kasveille. Kloridi sen sijaan on ympäristölle haitallista. Pölynsidonnassa sorateilla käytetyt suolamäärät ovat kuitenkin varsin pieniä eli suolan sisältämästä kloridista on mahdollisesti haittaa vain tapauksissa, joissa soratie sijaitsee pohjavesialueella tai tien välittömässä läheisyydessä on kaivo.

4.6.6 Muut pölynsidontamateriaalit

Kalsiumkloridin ohella on käytetty vähäisessä määrin myös muita pölynsidontamateriaaleja. Tällaisia ovat kipsi ja sulfiittilipeä eli ligniini. Lisäksi suoloista magnesiumkloridi ($MgCl_2$) on kalsiumkloridin tavoin käyttäytyvä pölynsidontamateriaali.

Ligniini on sulfiittiselluloosan valmistuksessa syntyvää jäteliettä. Ligniiniä on saatavana liemenä, jonka käyttöväkevyys on 10 % tai erikoistilauksesta 45 %. Kipsin ja ligniinin käyttö rajoittuu kuljetuskustannusten takia vain tuotantopaikkojen läheisyyteen.

Magnesiumkloridi on hygroskooppisempi materiaali kuin kalsiumkloridi mutta magnesiumkloridin suolapitoisuus on vain noin 50 %. Kideveden suuren määrän vuoksi magnesiumkloridia tarvitaan tiekilometriä kohti noin 10 % enemmän kuin kalsiumkloridia.

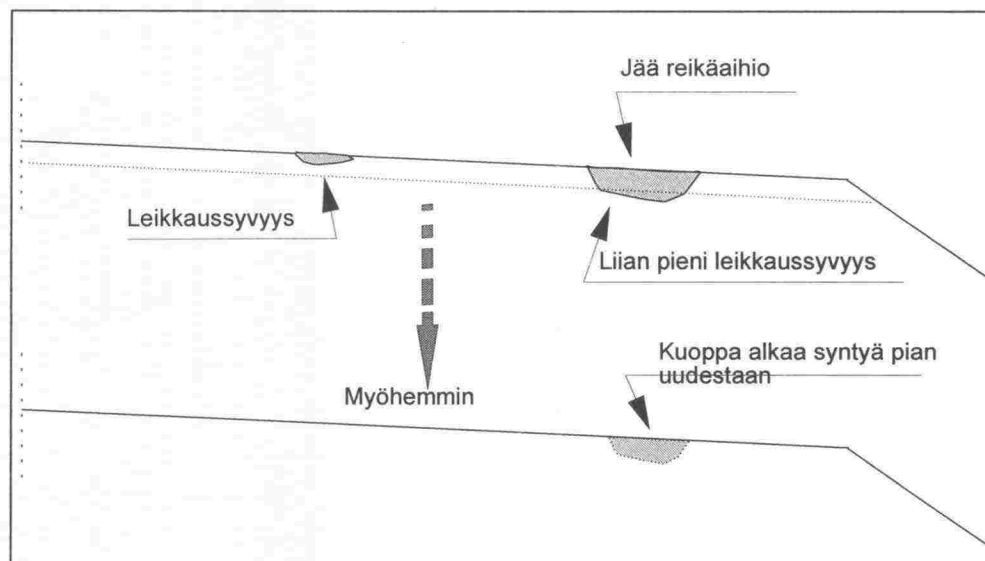
Eräs vaihtoehtoinen pölynsidontamateriaali tulevaisuudessa saattaa olla bitumiemulsio. Bitumiemulsio on bitumin ja veden seos, jossa bitumi on jakaantunut eli emulgoitunut hienojakoisiksi pisaroiksi veteen. Emulsiolla käsitelty kulutuskerros säilyttää muokattavuutensa ja höylättävyytensä. Emulsion pölynsidontavaikutus on monivuotinen. Menetelmä on käytössä osassa Ruotsia ja Suomessa emulsiolla tehtävät pölynsidontakokeet ovat parhailaan käynnissä.

4.7 Tasaushöyläys

Hyvää kiviainesta käytettäessä kulutuskerroksesta tulee tiivis ja kova. Tällaista kerrosta ei lyhytaikainen sade ehdi pehmentää höyläykseen eikä varsinkaan lanaukseen sopivaksi. Jos höylätään osittain kuivaa kerrosta kulutuskerros rikkoontuu lähtien paloina eikä irronneesta materiaalista tule kiinteää kerrosta. Lisäksi tiehöylälläkin leikkaussyvyys tällaisissa olosuhteissa jää suuren höyläysvastuksen takia liian ohueksi. Kulutuskerroksen kosteus on lähellä optimikosteutta, kun materiaali näyttää kauttaaltaan "likaiselta" eli hienoaines on tarttuneena kivirakeiden pintaan tasaisesti.

Tasaushöyläyksessä leikkaussyvyuden täytyisi ulottua kuoppien pohjien tasalle ja muuallakin syvyydelle 1,5 x maksimiraekoko, jolloin kulutuskerros materiaali sitoutuu hyvin alustaansa uudelleen. Jos höyläyssyvyys ei ulotu kuoppien pohjien tasalle, reiät muodostuvat samoille kohdille varsin nopeasti uudestaan (*kuva 9*). Höylästyössä on kuitenkin huomioitava, että leikkaussyvyys ei saa olla suurempi kuin kulutuskerroksen paksuus, koska tällöin kulutuskerros materiaalin laatu saattaa oleellisesti huonontua. Paras

tulos saavutetaan käyttämällä höyläyksessä tappiterää, ns. stopparin kanssa (kuva 10).



Kuva 9. Leikkaussyvyuden merkitys reikien poistossa.

Tasaushöyläyksessä on tärkeää sivukaltevuuden säilyttäminen, sillä se estää veden lammikoitumisen ja siten reikien syntymisen. Myös karheenlevittimen säätöön on kiinnitettävä huomiota, sillä väärin asennettuna se jakaa materiaalin epätasaisesti ja saattaa vyöryttää materiaalia luiskaan tai materiaali jää palteeksi pientareelle. Materiaalimäärän vaihtelun tasaajana tulee käyttää karheenlevittimen molempia säätöpyöriä yhtäaikaaisesti.

Toistuvasti ilmenevään tienkohdan reikiintymiseen ovat syynä joko kulutuskerrosmateriaalin huono laatu, taitamattomasti tehdyt työt, liian pieni sivukaltevuus tai tien heikko kantavuus.



Kuva 10. Stoppari estää karheen valumisen luiskiin.

4.8 Tasaus lanalla tai kuorma-auton alusterällä

Lanan terän leikkaussyvyys kovassa kulutuskerrosmateriaalissa on usein vain 5 - 10 mm. Kelirikkokauden aikana, jolloin kulutuskerros on veden pehmentämä, on pinnan tasaus mahdollista tehdä myös lanalla. Koska lanan sekoitusvaikutus on tehokas, on sen käyttö suositeltavaa esimerkiksi materiaalin lisäyksen yhteydessä.

Alusterän käyttö rajoittuu lähinnä lyhyehköjen reikäjonojen tai vauriokohtien korjaamiseen, koska alusteränkin leikkaussyvyys on yleensä alle 10 mm. Alusteristä soratien tasaukseen soveltuu parhaiten terä, jossa on luovutus-kulma myös vasemmalle. Tällöin materiaali saadaan siirrettyä ajosuuntaan nähden tien keskelle. Alusterässä samoin kuin lanassakin voidaan käyttää tappiterää.



Kuva 11. Lana kulutuskerroksen tasauksessa.

4.9 Reikien paikkaus

Silloin kun tie on muutoin hyvässä kunnossa ja siinä on vain lyhyitä reikäjonoja ja reikiä ei ole paljon ei tietä kannata höylätä, vaan paikata reikäjonot kuorma-auton alusterällä tai miestyönä. Reiät ovat saattaneet syntyä joko liian pienen leikkaussyvyyden tai sivukaltevuuden takia. Paikkaus tehdään kulutuskerroksen rakeisuusohjekäyrän mukaisella kostealla ja suolaa sisältävällä materiaalilla. Tällöin mahdolliset reikäaihiot, joihin jää sateella vettä, saadaan poistettua.

4.10 Hoitotyöt syksyllä

Syksyn hoidolla huolehditaan routaantuvan tienpinnan tasaisuudesta talvihoidon ja ennen muuta aurauksen vuoksi. Oikein ajoitetulla syystasauksella estetään syysateiden aikana rei'ittyneen ja raiteistuneen tienpinnan jäätyminen epätasaisena. Samalla huolehditaan siitä, että sivukaltevuudet säilyvät riittävinä ja mahdolliset reunapalteet poistetaan. Näin varmistetaan, että kevään sulamisvedet valuvat luiskiin, jolloin tielle ei synny tien pintaa pehmittäviä vesilammikoita. Syyshoidon yhteydessä koholla olevat maakivet poistetaan, jotta ne eivät olisi liikenteelle haitaksi ja aura- ja höylärikoilta talven aikana välttyttäisiin.

5 SORATIEN KULUTUSKERROKSEN KUNNOSTUS

5.1 Kunnostuksen tarkoitus

Sorateilla joudutaan kulutuskerrokseen lisäämään uutta materiaalia, koska materiaalia häviää pölynä ilmaan, lentää ojiin ja sekoittuu tien rakentamiseen. Soratien kulutuskerroksen kunnostukseen kuuluvat murskeen ja side-
maan lisäykset.

Kunnostuksen tarkoituksena on kulutuskerrosrakenteen säilyttäminen riittävä-
vänä ja laadultaan oikeana, ts. korjata kulutuksessa menetetty tai muuttu-
nut materiaali. Materiaalihävikki riippuu ensisijaisesti liikennemäärästä, sääs-
tä, materiaalin koostumuksesta ja rakeisuudesta sekä kunnossapitotoimen-
piteistä. Oikea-aikaisilla hoitotoimenpiteillä voidaan kulumista hidastaa, mut-
ta ei kokonaan estää.

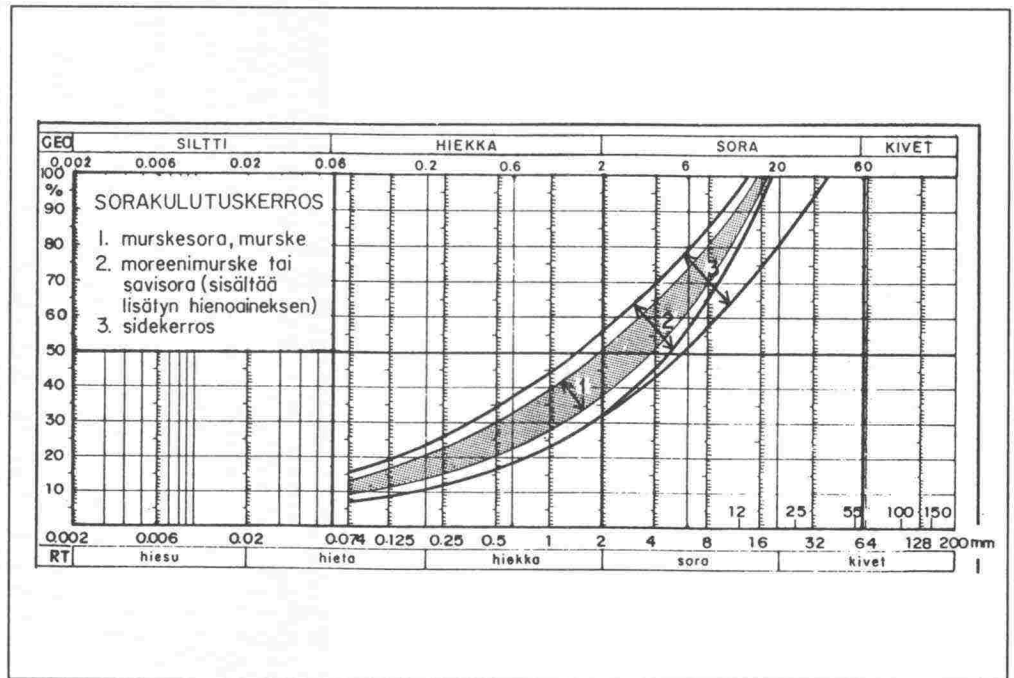
5.2 Kunnostuksen ohjelmointi

Ohjelmointia varten tehdään kulutuskerroksen paksuuden selvitykset. Selvi-
tyksen tavoitteena on löytää kaikkein heikoimmat tiejaksot. Kulutuskerrok-
sen optimi paksuus on noin 50 mm:ä ja minimi $1\frac{1}{2}$ x maksimiraekoko. Kun-
nostu tehdään tiekohtaisen suunnitelman mukaan, joka takaa sen, että työt
aloitetaan sieltä missä tilanne on huonoin.

Ennen kunnostusta on selvitettävä, onko mahdollista hyödyntää luiskista
saatava materiaali. Tällöin tutkitaan luiskamateriaalin laatu, rakeisuus ja
määrät, koska tavoitteena on suhteuttaa rakeisuudeltaan optimaalinen kulu-
tuskerrosmateriaali. Tällöin selvitetään myös mahdollisten lisäysmateriaali-
en jalostus tai hankinta.

5.3 Kulutuskerrosmateriaalin rakeisuus ja laatuvaatimukset

Sorateiden kulutuskerros voidaan tehdä moreenimurskeesta, soramurs-
keesta tai kalliomurskeesta. Mursketta käytetään, koska luonnonsora ja mo-
reeni eivät useinkaan täytä rakeisuusvaatimuksia. Kulutuskerrosmateriaalin
rakeisuuden ohjealue on esitetty *kuvassa 12*.



Kuva 12. Soratien kulutuskerroksen kiviaineksen rakeisuusohjealue.

Kiviaineksen suurin sallittu raekoko on 16 mm. Kun materiaalina käytetään murskettä (0 - 16), josta puuttuu hienoainesta (0,074/ 13 ± 3 %), tulee materiaaliin lisätä esim. savea tai kivituhkaa.

Sidemaan (0,074 mm) savilajitteiden määrän eli alle 0.002 mm rakeiden prosentuaalisen osuuden tulee olla vähintään 25 painoprosenttia. Paras tulos saavutetaan, kun savilajitteiden osuus on yli 50 painoprosenttia.

Materiaaleja murskattaessa on järkevää tehdä suhteutus jo murskausvaiheessa. Tämä tehdään siten, että maa-ainepaikan eri osissa olevat luonnonmateriaalit syötetään murskaimeen, jotta murskatun aineksen rakeisuus saadaan ohjealueen mukaiseksi.

Kulutuskerroksen täytyy olla mahdollisimman hyvin kulutusta kestävä ja kantava sekä hyvin sitoutunut kaikissa olosuhteissa. Tällöin vesi ei imeydy tierakenteeseen, eikä pääse pehmittämään kulutuskerrosta. Kulutuskerros tehdään 50 mm paksuksi.

Lapin tiepiirissä on tutkittu sora- ja moreenimurskeen soveltuvuutta kulutuskerrokseen. Tutkimustulokset puoltavat moreenimurskeen käyttöä. Moreenimurskeesta rakennetun tien keskimääräinen kunto oli tutkimusten aikana selvästi parempi kuin soramurskeesta tehdyllä kulutuskerroksella. Selvimät erot moreenimurskeen eduksi saatiin kuivarunkoisilla teillä. Moreenimurskeen rakeisuus pysyi lähes muuttumattomana koko tarkkailujakson ajan. Sen sijaan soramurskeen rakeisuus muuttui huomattavasti.

5.4 Kulutuskerrosmateriaalin tarve

Sorastusmateriaalin tarve selvitetään tiehöylänkuljettajilta siten, että he arvioivat tiekohtaisen tilanteen. Mikäli halutaan tarkempaa tietoa, tarve selvitetään mittaamalla kulutuskerroksen paksuus.

Tiejaksot, joissa kulutuskerrosta on alle 2 cm, vaativat materiaalin lisäystä. Mittauskohdat on valittava edustavasti sopivin välein. Ongelmana mittauksessa on usein se, ettei kulutuskerroksen alarajaa ole selvästi havaittavissa. Varsinkin rakentamattomilla teillä kulutuskerroksen mittaaminen voi olla erittäin hankalaa. Paksuus voidaan mitata seuraavasti:

1. Miestyönä käyttämällä rautatankoa, jonka päässä on talttamainen jatke ja tangon maahan lyöntiä varten tangon yläpäässä on lyöntihylsy.
2. Poraamalla näytteenottoporalla, joka on varustettu Ø 125 mm terällä.
3. Tiehöylällä, jolloin terän päihin ja keskelle hitsataan 100 x 100 mm:n kokoiset ulokkeet. Ulokkeet painetaan kulutuskerrokseen ja urista mitataan paksuudet, joiden keskiarvo on paksuus kyseisessä mittauskohdassa.

Myös muutama tiekohtainen materiaalinäyte otetaan myöhempiä suhteitus-tarpeita varten.

Materiaalin lisäys tehdään otosten perusteella saadun massavajeen mukaisin materiaalmäärin. Kerrospaksuuden kulumista voidaan tarkastella erilaisilla materiaaleilla taulukon 7 perusteella.

Taulukko 7. Materiaalien hävikki, lisäysväli ja höylästarve

Materiaalit	Hävikki/m ³ itd/a	Lisäysväli/a	Höyl.tarve krt/a
SrM 16 mm	125-150	2	5-10
MrM 16 mm	15-20	5-6	0-1
MrM 12 mm	35-45	4-5	0-1
KaM 16 mm	70-80	3	1-5

Kuten taulukosta käy ilmi, ovat moreenimurskeet erityisen kestäviä ja vähän hoitoa vaativia lajeja.

5.5 Kulutuskerrosmateriaalin lisäys

5.5.1 Luiskamateriaalien hyödyntäminen

Liikenteen vaikutuksesta siirtyy suurin osa sorakulutuskerroksen materiaalista sivuojiin. Kunnossapitokustannusten alentamiseksi on ryhdytty hyödyntämään oja- ja reunapallemateriaalia siirtämällä se takaisin kulutuskerrokseen. Tämän seurauksena vältetään uuden kulutuskerrosmateriaalin lisäys

joko kokonaan tai osittain luiskamateriaalin rakeisuuden ja määrän mukaan. Sisäluiskan puhdistaminen tulee tehtyä samanaikaisesti.

5.5.1.1 Materiaalin laatu

Materiaalien hyödyntäminen tulee perustua tutkittuun tietoon kulutuskerroksen ja luiskamateriaalin osalta. Mikäli ei ole tiedossa luiskasta otettavan materiaalin ja kulutuskerroksen rakeisuuksia, ei materiaaleja voida suhteuttaa, eikä määrittää mahdollisen lisämateriaalin tarvetta. Näissä tapauksissa luiskamateriaalien käyttöä on vältettävä, sillä tulokset ovat todennäköisesti huonot. Liian runsaiden luiskamateriaalien käyttöä on myös vältettävä, sillä aines on usein liian hienorakeista.

5.5.1.2 Työmenetelmät

Mahdollisuuksien mukaan käytetään kahta tiehöylää, joista toinen on varustettu tasaterällä ja ojasiivellä sekä toinen tappiterällä. Karheenlevitin on tarpeen molemmissa höylissä. Materiaali siirretään tielle tiehöylän ojasiivellä.



Kuva 13. Oja- ja luiskamateriaalin siirtoa tielle.

Toinen tiehöylä (tasaterä) irrottaa vanhaa kulutuskerrosta sekä siirtää ja sekoittaa sitä yhdessä reunakarheen kanssa karheeksi keskitielle. Ojasiivellä varustettu höylä leikkaa toisella ajokerralla sisäluiskaa ja ojanpohjaa sekä tarvittaessa takaluiskaa. Materiaali jää tien reunaan. Toinen höylä leikkaa loput vanhasta kulutuskerroksesta ja siirtää materiaalin keskitielle. Tässä yhteydessä poistetaan tarvittaessa kivet, turpeet, yms. kivipoimurilla.



Kuva 14. Kivipoimurilla poistetaan tarvittaessa kivet, turpeet yms. epäpuhtaudet.

Materiaali sekoitetaan siirtämällä se ajoradan reunalle ja takaisin keskitielle. Tarvittaessa sekoitusta jatketaan. Mikäli on syytä, lisätään uutta kulutuskerrosmateriaalia tässä vaiheessa. Ajoradan keskeltä karhe levitetään ajoradalle ajamalla höylää terän ollessa poikittain 90 -asteen höyläyskulmassa. Tämän jälkeen kulutuskerros tasataan ja muotoillaan ajokaistoille.

5.6 Sidemaan tarve ja käyttö

Sidemaan lisäyksen tarkoituksena on korvata tien pinnasta pois pölynnyt hienoaines. Moreenimurskeen käyttö kulutuskerroksessa vähentää pölyämistä.

Ongelman muodostavat alueet, joilla moreenia on saatavissa rajoitetusti. Tällaisissa tapauksissa sideaineena voidaan käyttää savea. Saven käyttö on erittäin taloudellista ja tehokasta. Suhteutuksessa huomataan, että sitä tarvitaan erittäin pieniä määriä. Rakeisuutta korjataan hienoainesta lisäämällä siten, että rakeisuuskäyrän hienoainespää saavuttaa ohjealueen.

Saven käyttöä sideaineena on syytä lisätä, sillä sitä on järkevää kuljettaa pitkienkin matkojen takaa. Saven lisäyksen materiaaliin tulisikin pääsääntöisesti tapahtua (suhteitus) jo murskausvaiheessa. Käytännössä se voidaan hoitaa esim. siten, että murskan leukoihin sumutetaan veteen liuotettua savea paineella suuttimien avulla. Tästä on monia hyötyjä:

- murskauksessa syntyvä pöly vähenee
- murskatun materiaalin rakeisuus saadaan optimiksi

- materiaali on homogeenistä
- nopea ja helppo levittää
- savea on riittävästi ja se korvaa eräitä muita vähemmän "luonnonmukaisia" aineita

Sideaineena käytettävän saven on oltava ominaisuuksiltaan kohdan 5.3 mukaista.

5.7 Kunnostuksen toteutus

5.7.1 Kunnostustyöt keväällä

Kevätsorastuksella lisätään materiaalia kohtiin, jotka ovat pintakelirikon seurauksena pehmenneet. Mikäli syysorastus on jäänyt tekemättä se on tehtävä keväällä, kun tien runko on vielä jäässä. Tällöin työnaikainen liikenne ei vaurioita tietä.

Keväällä lisätään myös sideainetta syksyllä lisättyihin materiaaleihin tarvittaessa. Tällöin sideaine sekoitetaan huolellisesti kulutuskerrokseen muokkaushöyläyksen yhteydessä ennen pölynsidontaa.

5.7.2 Kunnostustyöt kesällä

Täydentävää sorastusta tehdään kesän aikana niissä kohdissa, joissa kuluminen on normaalia suurempaa (mäet, kaarteet, kantavuudeltaan heikot kohdat jne.).

Mikäli luiska- ja ojamateriaaleja on tarkoitus käyttää kulutuskerroksessa, tulee työ tehdä kesä - elokuun välisenä aikana. Tällöin materiaalin kosteus on sopivan alhainen ja materiaalin käsittely ja sekoitus kulutuskerrokseen on helppoa.

5.7.3 Kunnostustyöt syksyllä

Ennen sorastusta poistetaan ajoradalta liikennettä ja talvikunnossapitoa haittaavat kivet.

Syysorastus on varsinaista kulumisesta aiheutunutta materiaalin lisäystä. Tällöin tien pinta on kostea ja materiaali tarttuu parhaiten kiinni kulutuskerrokseen.

Materiaalin levityksen tulee tapahtua autojen kulkusuunnassa. Tasaisen kerrospaksuuden saamiseksi kuormat levitetään tien pituussuunnassa limitäin. Alle 5,0 metrin levyiselle tielle riittää yksi levityskaista, mutta yli 5,0 metrin tielle levitetään kaksi kaistaa. Levitetty materiaali tasataan ns. kevyt-höyläyksellä.

6 SORATEIDEN KUIVATUS

6.1 Yleistä

Kuivatuksella estetään pintaveden ja toisaalta maan sisäisten vesien tuomat haitat liikenteelle, tien rakenteelle ja tien lähialueille. Pintakuivatuksen toimivuuden puutteet aiheuttavat sorateilla muun muassa reikiintymistä, syöpymiä tien pinnalla varsinkin mäkisillä osuuksilla, luiskien syöpymistä ja toisinaan myös kantavuuden alentumista. Tien pinta- ja syväkuivatus tehdään *sivulla 15* olevan *kuvan 3* periaatteen mukaisesti. Syvien avo-ojien tapauksessa ylimitoitus saattaa johtaa tien reunakantavuuden alentumiseen ja tien muiden ominaisuuksien, kuten liikenneturvallisuuden tai tiemaiseman huonontumiseen. Lisäksi ylisyvillä sivuojilla ei voida merkittävästi vaikuttaa tien rungon kuivatukseen.

6.2 Sivuojat

Sivuojan tärkein tehtävä on estää vesien kertyminen lammikoiksi tien viereen. Avo-ojien kunnossapidon tehtävä on tukkeumien poistaminen ja ojien oikeista viettävyyksistä huolehtiminen. Avo-ojan kaivu voidaan tehdä päältä- tai sivultakaivuna. Työmenetelmän valintaan vaikuttavat maaperä, työkohte ja kaivettavat massamäärät. Ojien kaivu ja puhdistus voidaan tehdä muotokauhalla varustetulla kaivinkoneella, kaivurilla, pyöräkuormaajalla tai tiehöylällä. Käytettäessä tiehöylän ojasiipeä kaivumaat joko kuljetetaan läjitysalueelle tai levitetään tien vierialueelle mikäli maanomistaja antaa tähän luvan. Ensisijaisesti "hukkamateriaaleja" tulisi hyödyntää esimerkiksi siten, että tien geometriaa parannetaan käyttämällä kaivumaita notkopaikoilla tien tasauksen nostamisessa. Puhdistamisen yhteydessä syntyviä oja- ja luiskamateriaaleja voidaan joissain tapauksissa hyödyntää myös kulutuskerros- materiaalin osana (ks. kohta 5.4.1 *luiskamateriaalin hyödyntäminen*). Pellon kohdalla ojasyvyyyksiä voi pienentää huomioimalla julkaisussa: *Pellon kuivatus tien kohdalla (TIEL3200189)* esitettyjä keinoja.

6.3 Rummut

Rumpujen kunnossapidon tarkoituksena on pitää ne sellaisessa kunnossa, että avo-ojaan virtaavat pintavedet voivat esteettömästi kulkea rummussa. Rumpujen kunnossapitotöitä ovat umpeen jäätyneiden rumpujen sulattaminen keväällä, liettyneiden rumpujen puhdistaminen ja painumisen tai routimisen seurauksena rikkoontuneen rummun korjaaminen tai uusiminen.

Jäätyneet rummut on pyrittävä sulattamaan viimeistään lumen sulamisen alettua. Niiden sulattamisessa käytetään höyrykehittämiä ja sähkökaapeleita. Helposti umpeen jäätyvät rummut voidaan korvata myös hyvin viettävällä muoviputkella tai rummun yläpuolelle tehdään tulvapatki, jonka halkaisija on 200 mm. Sorateilla rumpujen perustamissyvyys on yleensä aina pienempi kuin siirtymäkiilasyvyys. Tämän takia, mikäli rumpu on tehty betoniputkista

ja maaperä on voimakkaasti routivaa, saattavat rumpujen saumat aueta aiheuttaen pahimmassa tapauksessa tien pintaan asti ulottuvan reiän. Rik-koutuneet soratien rummut korvataan usein muovi- tai teräsputkella, jonka ympärille tulee routiva täyte. Routa voi silloin nostaa putken päitä, mutta au-keavia saumoja ei ole kuten betoniputkessa. Toinen vaihtoehto on routima-
ton ympärystäyttö. Tällöin tien pintaan voi tulla joka talvi painanne. Painan-
ne voidaan tasoittaa siirtymäkiiloilla. Jälkimmäinen tapa on varmin, jos tie
päällystetään. Teiden kuivatustarvikkeiden suunnittelu- ja valintaohjeita on
esitetty julkaisussa *Tien kuivatustarvikkeet TIEL 2140006*.

7 SORATEIDEN RUNKOVAURIOIDEN KORJAAMINEN

7.1 Yleistä

Sorateiden kantavuusongelmien pääsyyt ovat tien puutteellinen kuivatus, pohjamaan heikko kantavuus sekä liian ohuet rakennekerrokset erityisesti tien reunoilla tai pohjamaahan joko osittain tai kokonaan sekoittuneet ra-
kennekerrokset. Reunojen kantavuusongelmiin ja painumiin vaikuttavat li-
säksi kapea piennar ja jyrkät sisäluiskat. Sorateiden runkovauriot ja keliri-
kon aikaiset painorajoitukset aiheuttavat merkittäviä kustannuksia tienpitä-
jälle ja -käyttäjille.

7.2 Vauriokohteiden kartoitus ja tutkiminen

Tilanteeseen sopivan korjausratkaisun löytämiseksi ja toteuttamiseksi lähtö-
tietojen hankinta ja nykytilatutkimukset ovat tärkeä osa kunnollisen lopputu-
loksen kannalta korjaustoimenpiteiden toteuttamisessa. Lähtötiedot voivat
koostua silmämääräisistä havainnoista, kantavuusmittauksista, routavaai-
tuksista tai maatutkaluotauksista.

Sorateiden vaurioinventointia voidaan tehdä silmämääräisesti täydentämäl-
lä havaintoja routanousuvaaituksin. Tarkastusta edeltävänä keväänä tien
pinta tasoitetaan hyvin ennen pinnan jäätymistä. Tasoittamisen jälkeen teh-
dään ensimmäinen vaaitus. Alkukevällä tarkastetaan silmämääräisesti hai-
talliset epätasaisuudet ja tehdään toinen vaaitus. Tuloksen luotettavuutta
lisää, jos seuranta on tehty vähintään kahtena keväänä.

Kantavuus arvioidaan pitkäaikaisten (vähintään kahtena keväänä parin vii-
kon välein) silmämääräisten havaintojen perusteella seuraavasti:

- jonakin keväänä lähes ajokelvottomaksi pehmenevän kohdan
20 tai 35 MN/m² (vaikka mittauksin olisi saatu suurempia
arvoja)
- lievästi pehmenneet kohdat 50 tai 65 MN/m²
- joka kevät hyvin kantavat osuudet 75 tai 90 MN/m²

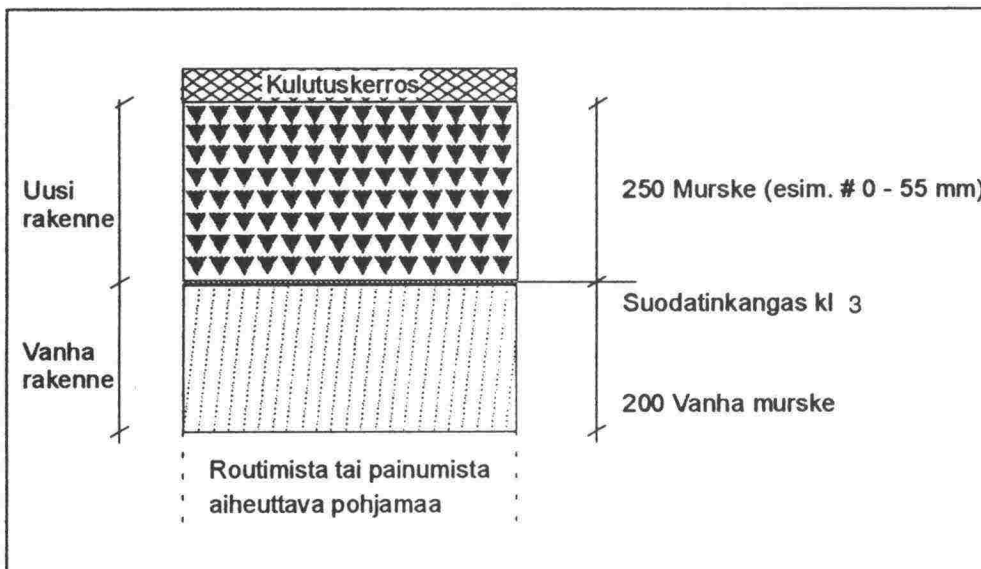
Hyvin kantavilla osuuksilla voidaan kantavuus mitata lisäksi pudotuspainolaitteella, benkelmanpalkilla tai levykuormituslaitteella. Kantavuus mitataan roudan sulamiskauden lopulla tai syksyllä. Näin saatu tulos kerrotaan kevätkantavuuskertoimella (k), joka on sorateilla 0,4...0,8. Varsinaisessa mitoituksessa tie jaetaan homogeenisiin osiin, jonka kantavuudeksi valitaan kantavuus, jonka enintään 25 % osuuden kevätkantavuuskertoimella korjatuista kantavuustuloksista alittaa.

Eräs tapa vauriokartoituksessa on käyttää maatutkaa rakennekerrosten paksuuden ja niiden sekoittumisen sekä pohjasuhteiden vaihteluiden selvittämiseksi. Maatutka antaa jatkuvan profiilin, josta kerrospaksuudet ja pohjaveden pinta (karkearakeiset maalajit) ovat tietyllä tarkkuudella määritettävissä. Lisäksi epätasaisia routaheittoja aiheuttavat kalliopiikit ja isot kivet on mahdollista paikallistaa tällä menetelmällä. Maatutka ei kuitenkaan läpäise märkiä ja paksuja savikerroksia.

7.3 Korjaustavan valinta ja korjauksen toteuttaminen

Kulutuserroksen kestävyuden sekä toisaalta tien liikennöitävyyden ja liikenneturvallisuuden takia tien rakenteen tulisi olla riittävän kantava. Sorateiden tavoitekantavuusarvoksi valitaan tavallisesti (E_2 -arvo) 80 MN/m².

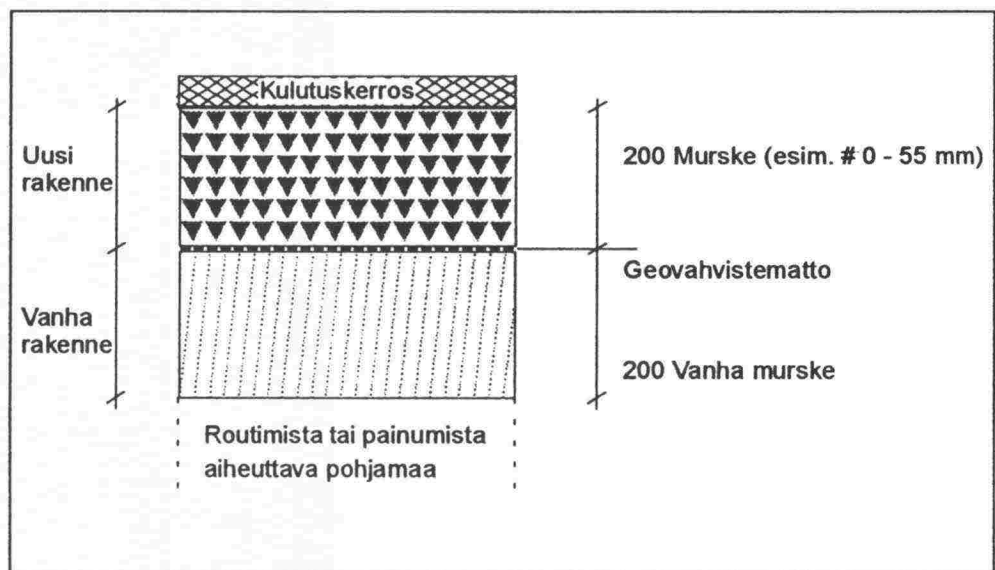
Yleisimmin kysymykseen tuleva korjausvaihtoehto on kantavuuden lisääminen murskeella. Ennen työn aloittamista pahoissa routapuhkeamakohdissa pohja harataan tasalaatuisiksi. Routa- ja kantavuusvaurioiden korjaamisessa kannattaa useimmiten käyttää suodatinkangasta (käyttöluokka 3) murskekerroksen alla (kuva 15). Kankaan levityksen aikana ei kankaan päällä saa liikkua sitä rikkovia työkoneita tai autoja ennenkuin kiviaineksesta tehty rakennekerros on levitetty. Suositeltavat kankaan limitysvarat ovat tavanomaisessa käytössä 0,5 m pituussuunnassa ja 2 m poikkisuunnassa.



Kuva 15. Vanha päällysrakenne, suodatinkangas ja murske.

Suodatinkangas toimii erottimena pohjamaan ja rakennekerrosten välillä mutta se ei pysty lujittamaan rakennetta. Geovahvisteet toimivat sekä erottimena (matot) että lujitteena tierakenteessa (kuva 16). Geovahvisteita ovat geovahvisteverkot ja -matot. Niiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan merkittävästi niiden erilaisten raaka-aineiden ja valmistustapojen takia. Useimmilla tuotteilla on lisäksi eri lujuuden omaavia laatuja. Lujuus ilmaistaan yleensä tuotenimen perässä lyhytaikaisena standardivetolujuutena. Lisäksi vahvisteet mahdollistavat ohuempien rakennekerrosten käyttämisen suodatinkankaan käyttöön verrattuna. Geovahvisterakenteet ovat yhtä nopeita toteuttaa kuin vastaavat suodatinkangasrakenteet, minkä vuoksi vahvisteita voidaan käyttää myös kiireellisiä toimenpiteitä vaativissa korjauskohteissa.

Muita sorateilla kyseeseen tulevia korjausmenetelmiä ovat muun muassa kuivatuksen tehostaminen, stabiloinnit ja joskus myös lämpöeristeet. Kuivatausta voidaan tehostaa esimerkiksi sala- ja suoto-ojilla. Stabilointimateriaaleina voidaan käyttää esimerkiksi teollisuuden sivutuotteita. Jäykkää maabetonilaattaa ei pitäisi käyttää osuuksilla, joiden routanousu on yli 100 mm. Tutkimus- ja suunnitteluohjeita korjausmenetelmistä ja -vaihtoehdoista saa muun muassa julkaisuista *Rakenteen parantaminen* (Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 7) tai *Uusia menetelmiä kelirikkoaurioiden korjaamiseksi* (Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 57/94).



Kuva 16. Geovahvistematto vanhan ja uuden tierakenteen välissä.

7.4 Nopeasti kuivuvat ja purkautuvat osuudet

Aurinkoisilla ja helposti kuivuvilla rakentamattomilla osuuksilla pölyäminen aiheuttaa tienvarsiasutukselle ja -viljelyksille pöly- ja likaantumishaittoja. Tästä on seurauksen toistuvat pölynsidontatoimet.

Suosittelavaa on - mikäli päällystäminen ei tule kyseeseen - tehdä seuraava parantamistyö: Kantavalle pohjalle tehdään hienoainespitoisemmasta materiaalista sidekerros (0-35 mm) ja kulutuskerros (0-16 mm), joiden yhteispaksuus on 100 mm. Erityisen ongelmallisilla osuuksilla sidekerroksen ja kulutuskerroksen yhteispaksuuden tulisi olla vähintään 200 mm.

8 LIIKENTEEN JÄRJESTELY

8.1 Hoito- ja kunnostustyöt

Sorateiden hoito- ja kunnostustyistä aiheutuu liikenteelle erilaisia ongelmia ja häiriötilanteita. Jotta vaaratilanteet saadaan minimoitua yhtenäistämällä liikenteenjärjestelyt, menetellään seuraavasti:

Kevään hoitotöissä käytetään tarvittaessa liikennemerkkejä (142) ja (814). Nämä liikenne-merkit poistetaan silloin, kun työalainen osuus on valmistunut ja koneet yms. poistuneet. Kun ajoradalle hienoaineksen käytöstä ja kastelusta johtuen voi synnyttää liirtovaaraa, käytetään liikennemerkkejä (144) ja (814), kunnes pinta on kiinteytynyt.

Materiaalin lisäyksessä käytetään liikennemerkkejä (142) ja (814). Vaurio-
korjauksissa sekä oja- luiskamateriaaleja käytettäessä noudatetaan tielaitoksen ohjeessa TIEL 2272000, " Liikenne tietyömaalla", annettuja ohjeita.

9 LÄHDELUETTELO

1. Tie- ja vesirakennushallitus, Käyttöosasto, Kunnossapitotoimisto 1984. Sorateiden kunnossapito 1984. TVH 743949
2. Inkala, J. 1993. Sorateiden kunnossapito. Uudenmaan tiepiiri. 16 s.
3. Tielaitos, tiehallitus 1991. Rakenteen parantaminen. Luonnos koekäyttöön. Helsinki 1991. 31 s. TIEL 214002.
4. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. Pölynsidonta tehtaalta haettavalla kalsiumkloridiliuoksella (CaCl₂). Kuopio 1992. 21 s. + liitt. 17 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 2/1992).
5. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. Magnesiumkloridi (MgCl₂) pölynsidonnassa. Kuopio 1994. 21 s. + liitt. 6 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 10/1994).
6. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti I. Kuopio 1991. 52 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 27/1991).
7. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti IV. Kuopio 1992. 80 s. + liitt. 9 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 52/1992).
8. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. Tieterien pinnoitteet ja kovametalliterät lumiauroissa. Kuopio 1992. 22 s. + liitt. 3 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 53/1992).
9. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. SYSTEM 2000 - eli tappiterän käyttökokemuksia ja muita teräkokeiluja. Helsinki 1991. 28 s. + liitt. 5 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 19/1991).
10. Tielaitos, Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö. Tappiterä kuorma-auton alusterässä. Kuopio 1993. 17 s. + liitt. 6 s. (Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 41/1993).
11. Tielaitos, kehittämiskeskus. Tien kuivatustarvikkeet suunnittelu- ja valintaperusteita. Helsinki 1993. 46 s. + liitt. 3 s.
12. Pöyhönen, A. 1994. Sorateiden pölynsidonta. Tiennäyttäjä nro 2/1994, s. 10. ISSN 0789-1075.
13. Tie- ja vesirakennushallitus, Käyttöosasto, Kunnossapitotoimisto 1982. Oja- ja luiskamateriaalien käyttö soratien kulutuskerroksessa. Helsinki 1982. 12 s. + liitt. 2 s. ISBN-951-46-5566-4, TVH 743815.
14. Tie- ja vesirakennushallitus, suunnitteluosasto, tiensuunnittelu- toimisto 1982. Rumpujen uusiminen. Helsinki 1982. 22 s. ISBN-951-46-5548-6, TVH 722332.
15. Korsu, P. 1990. Sorateiden kulutuskerroksen materiaalit ja kunnossapito. Oulu. 72 s. + liitt. 11 s. Diplomityö: Oulun yliopisto, TTK/rakentamistekniikka.

16. Heikkinen, M. 1990. Luento, Savorakulutuserroksen tiivistys. Kunnossapidon menetelmäpäivät Kuopiossa 28. - 29.03.1990.
17. Piippo, H. 1984. Soratien kulutuserroksen kunnossapidosta ja uusimistarpeen arvioimisesta TVL:n Lapin piirissä. Oulu. 101 s. + liitt. 12 s. Diplomityö: Oulun yliopisto, TTK/ rakentamistekniikka.
18. Sorateiden parantaminen ja kunnossapito. FUG, Yhteispohjoismaisen tutkimuksen loppuraportti. VTT- 243 tutkimuksia. 96 s.; Espoo, elokuu 1984.
19. Pellon kuivatus tien kohdalla. Tielaitoksen selvityksiä 64/1993. ISBN 951-47-8113-9, TIEL 3200189.
20. TOP-kortit
 - Kp 605 Oja-auran kiinnitys ja irrotus / Lehtonen TOH 1627S
 - Kp 609 Soratien tasaushöyläys
 - Kp 610 Soratien muokkaushöyläys
 - Kp 613 Kivikoukun käyttö (Lehtonen)
 - Kp 615 Tappiterän kokoaminen, kiinnitys, irrotus ja käyttö

