



**Tielaitos**

Talvi ja tieliikenne -projekti

# **Tieliikenteen kunnossapidon ja nastojen vaikutus pölyyn ilmassa**

**Tielaitoksen  
sisäisiä  
julkaisuja  
60/1994**

Helsinki 1994

**Liikenteen  
palvelukeskus**

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja  
60/1994

Talvi ja tieliikenne -projekti

**Tieliikenteen kunnossapidon ja  
nastojen vaikutus pölyyn ilmassa**

**Tielaitos**  
Liikenteen palvelukeskus

Helsinki 1994

TIEL 4000093  
Painatuskeskus Oy  
Helsinki 1994

Julkaisun kustannus ja myynti:  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotepalvelut  
Telefax (90) 1487 2562

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

Tieliikenteen, kunnossapidon ja nastojen vaikutus pölyyn ilmassa. [Effekten av vägtrafik, underhåll och dubbar på luftens damm]. Tielaitos, kehittämiskeskus. Helsinki 1994. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 60/1994. 28 s. TIEL 4000093.

Aiheluokka: 05, 71

Asiasanat: tiepöly, nastat, hiekoitus, suolaus

## Tiivistelmä

Korkeat leijuvan pölyn pitoisuudet ovat ongelmana nykyisin useimmissa kaupunkien keskustoissa ja vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä. Useissa kaupungeissa hiekoitushiekan poistoa keväisin on tehostettu ja hiekoitusmääriä vähennetty, jotta pölyhaitat vähenisivät. Mitatut pitoisuudet ovat edelleen katutasossa ilmanlaadun ohjearvojen yläpuolella liikenneympäristössä keskusta-alueilla ja asuntoalueilla lähellä ohjearvojen tasoa. Pölyn keskeisenä haittana on viihtyvyyden väheneminen - pöly narskuu hampaisissa ja hiertää silmissä, rakennukset, kalusteet ja sisätilat likaantuvat. Haittoja voidaan vähentää kunnossapitoa tehostamalla. Maankäytön ja liikennesuunnittelun keinoin voidaan ennaltaehkäistä haittojen syntymistä.

Tämän selvityksen tavoitteena on tuottaa tietoja pölypitoisuuksista ja niiden ympäristövaikutuksista erilaisissa talvikunnossapidon strategioissa. Suolan käytön vähentyessä tai siirryttäessä käyttämään nastattomia renkaita hiekoitustarve yleensä lisääntyy.

Pölyn aiheuttamat haitat esiintyvät lähinnä kaupungeissa ja taajamissa. Yleisten teiden suolattua tieverkkoa on taajamissa 1 800 km, katuja 15 000 km ja rakennuskaavateitä 6 000 km. Taajamissa liukkauden torjuntaan käytetään jo nykyisin joko suolahiekkaa tai pelkkää hiekkaa. Suolan käytön väheneminen noin puoleen 90-luvun alun tilanteesta ei taajamissa vaikuttaisi hiekoitustarpeeseen merkittävästi. Taajamissa sadevedet johdetaan usein viemäreihin, joten suolan käyttäminen on myös mahdollista. Hiekan laatua parantamalla ja hiekoituksen määriä tarkistamalla sekä hiekoituksen poistoa tehostamalla voidaan estää uusien pölyhaittojen syntyminen ja vähentää olemassa olevia haittoja.

Suolan käytön lopettaminen yleisillä teillä lähes kaikissa olosuhteissa tulee lisämään hiekoitustarvetta ja pölyhaitat tulisivat lisääntymään nykyisestä. Tilanteessa, jossa joka toisessa autossa on nastattomat talvirenkaat, hiekoitustarve ei merkittävästi lisääntyisi taajamissa ja kaupungeissa. Jos siirryttäisiin nastattomaan liikenteeseen hiekoitushiekan aiheuttamat pölyhaitat hyvin todennäköisesti lisääntyisivät nykyisestä selvästi.

## Sammanfattning

Ett problem i många stadscentra och i närheten av livligt trafikerade leder är numera ofta höga halter av damm i luften. För att avvärja dammbesvärerna har man i många städer satsat på att minska sandningen och på att avlägsna sanden på våren, men försättningsvis är de uppmätta halterna i gatunivå över riktvärdena i centrums trafikmiljö och nära dem på bostadsområden. Dammet påverkar i synnerhet trivselen - dammet knarrar i tänderna, irriterar ögonen och smutsar byggnader, möbler och rum. Störningarna kan minskas med effektivare underhåll, men också planering av markanvändning och trafik kan bidra till att förhindra att störningar uppkommer.

Målet för denna utredning är att ge information om dammhalter och deras miljöeffekter, olika vinterunderhållsstrategier. Om man minskar användningen av salt eller övergår till dubbfria däck, ökar i allmänhet sandningsbehovet.

Dammbesvär förekommer främst i städer och tätorter. I tätorterna finns 1800 km allmänna vägar som saltas, 15 000 km gator och 6 000 km byggnadsplanevägar. I tätorterna använder man nuförtiden saltad sand eller enbart sand för halkbekämpning. Under 90-talet har användningen av salt halverats men det påverkar inte behovet av sandning i tätorter i större grad. Regnvattnet leds i tätorter ofta till avlopp, varvid det också är möjligt att använda salt. Med bättre sandkvalitet, en översyn av sandmängder och effektivare sandborttagning kan man hindra uppkomsten av nya dammbesvär och minska befintliga.

Upphör användning av salt nästan helt på allmänna vägar, måste sandningen ökas och dammbesvärerna ökar. Om varannan bil hade dubbfria vinterdäck skulle man inte behöva öka sandningen i tätorter och städer särskilt mycket, men en övergång till helt dubbfri trafik skulle antagligen leda till att dammbesvärerna på grund av sandning skulle öka klart från nuvarande.

## **Esipuhe**

Tämä selvitys liittyy tielaitoksen Talvi ja tieliikenne -projektin ympäristötutkimuksiin. Tämän selvityksen tarkoituksena on tuottaa tietoja pölypitoisuuksista ja niiden ympäristövaikutuksista erilaisissa talvikunnossapidon strategioissa ja nastarenkaiden käyttötilanteissa. Arviot perustuvat kokemuksiin suolan käytön vähentämisestä Kuopion tiepiirissä, pölyn mittaustuloksiin Suomesta ja ulkomaisiin selvityksiin pölyn ympäristövaikutuksista.

Selvityksen on laatinut suunnittelija *Mervi Karhula* tielaitoksen kehittämissivkuksesta. Työn on tilannut ja valvonut Talvi ja tieliikenne -projektin projektipäällikkö *Anne Leppänen*.

Helsingissä marraskuussa 1994

Talvi ja tieliikenne -projekti  
*Anne Leppänen*  
Projektipäällikkö

---

**Sisältö**

TIIVISTELMÄ/SAMMANFATTNING	3
ESIPUHE	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
1 JOHDANTO	7
2 PÖLYPITOISUUDET ILMASSA JA NIIDEN VAIKUTUKSET	9
3 PÄÄLLYSTE- JA RENGASPÖLYN KOOSTUMUS JA LEVIÄMINEN YMPÄRISTÖÖN	15
4 PÄÄLLYSTEEN KULUMINEN JA HIEKOITUS VUONNA 1992 JA ENNUSTE VUOSILLE 1995 JA 2005	17
5 HIEKAN JA SUOLAN KÄYTTÖ NASTARENKAIDEN JA TALVIKUNNOSSAPIDON ERI VAIHTOEHDOLLA	19
5.1 Suolattu ja vähän suolattu tieverkko	20
5.2 Kadut ja suolaamaton yleinen tieverkko	22
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	25
7 LÄHDEVIITTEET	27

## 1 JOHDANTO

Vuonna 1992 teetettiin kirjallisuusselvitys Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen aiheuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön (Tielaitos 1992a). Raportti sisältää tietoja pölyn määrästä, koostumuksesta ja leviämisestä sekä kunnossapidon keinoista vähentää pölyä. Raportissa esitellään myös ulkomaisia tutkimuksia ja niiden tuloksia.

Tämän selvityksen tarkoituksena on tuottaa tietoja pölypitoisuuksista ja niiden ympäristövaikutuksista erilaisissa talvikunnossapidon strategioissa. Suolan käytön vähentyessä tai siirryttäessä käyttämään nastattomia renkaiden hiekoitustarve yleensä lisääntyy.

Korkeat leijuvan pölyn pitoisuudet ovat ongelmana nykyisin useimmissa suurimpien kaupunkien keskustoissa ja vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä. Useissa kaupungeissa hiekoitushiekan poistoa keväisin on tehostettu ja hiekoitusmääriä vähennetty, jotta pölyhaitat vähenisivät. Mitatut pitoisuudet ovat edelleen katutasossa ilmanlaadun ohjearvojen yläpuolella keskusta-alueilla ja esikaupunkialueilla lähellä ohjearvojen tasoa.

Energiantuotannon, teollisuuden ja liikenteen suorat hiukkaspäästöt olivat 90-luvun alussa 95 500 tonnia (Tielaitos 1992b, Energia-Ekono Oy 1994). Näiden lähteiden päästöt vuosina 1992 ja 2005 on esitetty taulukossa yksi. Autojen pakokaasupäästöjen lisäksi tieliikenne aiheuttaa hiukkaspäästöjä nostattamalla tieltä pölyä ilmaan. Tähän pölymäärään vaikuttaa päällysteen laatu, sääolosuhteet ja kunnossapito. 80-luvun lopulla arvioitiin, että autojen ilmaan nostattama pölymäärä on noin kymmenkertainen pakokaasupäästöihin verrattuna. Autojen hiukkaspäästöt ovat autotekniikan ja polttoaineiden laadun kehittyessä hieman vähentyneet 90-luvulla. Liikennemäärät eivät ratkaisevasti ole vähentyneet 80-luvun lopun tilanteesta, joten autojen ilmaan nostattama pölymäärä on pysynyt samalla tasolla eli on noin 160 000 tonnia. Teille levitetään hiekkaa vuodessa noin 1,3 milj. tonnia ja päällystettä irtoaa tien pinnasta 338 000 tonnia. Tiellä olevasta pölystä vain noin 10 % on sellaista pölyä, joka leijuu ilmassa pidempia aikoja. Tällä tavalla arvioiden ajoneuvojen ilmaan nostattama pölypäästö on myös noin 160 000 tonnia.

Autojen pakokaasupäästöt ja teollisuuden päästöt vähenevät tulevaisuudessa. Raskaiden ajoneuvojen hiukkaspäästö määräykset tulevat voimaan vuoden 1996 alussa. Nämä määräykset saavutetaan moottoriteknisin keinoin. Suunnitteilla on määräysten tiukentaminen edelleen ja tällöin joudutaan käyttämään myös pakokaasujen puhdistuslaitteita. Dieselpolttoaineen rikkipitoisuuden alentuessa ovat hiukkaspäästöt vähentyneet. Henkilöautojen ja pakettiautojen hiukkaspäästöt ovat vähentyneet bensiinin lyijypitoisuuden alentuessa ja siirryttäessä käyttämään lyijytöntä bensiiniä ja katalysaattoria.



Taulukko 1: Hiukkaspäästöt eri päästölähteistä vuonna 1992 ja 2005 (Tielaitos 1992b, Energia-Ekono Oy 1994).

	1992 tonnia/vuosi	2005 tonnia/vuosi
Teollisuus ja energiantuotanto	80 000	60 000
Autojen pakokaasut	11 000	5 000
Muu liikenne	4 500	4 000
YHTEENSÄ	95 500	69 000
Autojen ilmaan nostattama pöly	160 000	160 000
Päällysteen kuluminen	338 000	192 000

Autojen ilmaan nostattamaan pölymäärään tulevaisuudessa vaikuttaa liikenteen kehitys, sääolosuhteet ja kunnossapito. Oletettaessa nykyisen hiekoitus- ja suolauspolitiikan jatkuvan ja päällysteen kulumisen vähenevän kevyempien nastojen seurauksena voidaan arvioida, että ilmaan nouseva pölymäärä pysyisi suunnilleen ennallaan liikennemäärien kasvusta huolimatta. Arviota voidaan perustella sillä, että Helsingin keskustassa pölypitoisuudet ovat viime vuosina jonkin verran alentuneet (Aarnio et al. 1994). Tähän on vaikuttanut sekä hiekoitushiekan poiston tehostuminen että liikennemäärien lasku.

Päällysteen kulumiseen vaikuttaa nastojen koko ja päällysteiden laatu. Ruotsalaisten selvitysten mukaan kulumisen ajettua autokilometriä kohden voi vaihdella välillä 6-30 g/km ja keskiarvo on noin 24,5 g/ajokm (Carlsson et al. 1992). Arvioitaessa vuoden 1992 päällysteen kulumista on käytetty lähtöarvona 24 g/ajokm (VTT 1993). Suomessa tuli voimaan uudet nastamääräykset 1.4.1993. Näiden ns. kevytnastojen (paino alle 1,1 g) kulutus on noin puolet pienempi kuin aiemmin sallittujen noin 1,8 g nastojen kulutus (VTT 1987). Vuoden 2005 arviossa on käytetty kulumisena 10 g/ajokm, jolloin on oletettu sekä päällysteiden että nastojen kehittyvän edelleen. Päällysteestä vain osa on niin pieniä hiukkasia, jotka pysyvät ilmassa leijuvana pölynä.

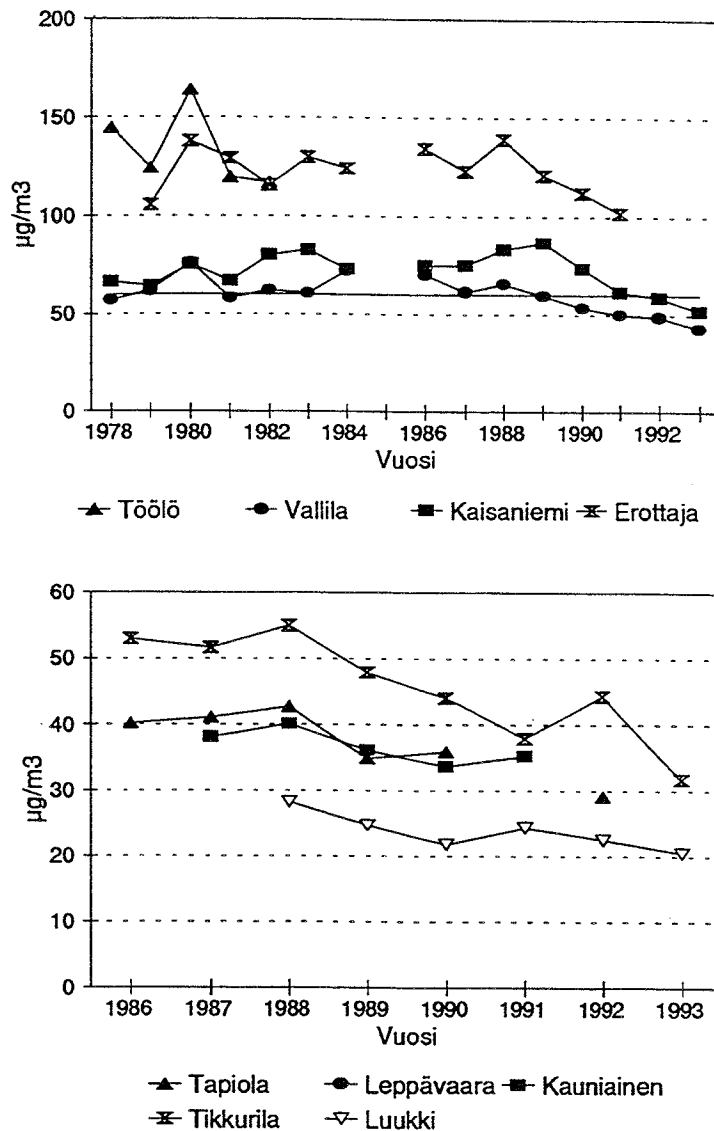
## 2 PÖLYPITOISUUDET ILMASSA JA NIIDEN VAIKUTUKSET

Ilmassa olevat hiukkaset ovat peräisin suorista energiantuotannon, teollisuuden ja liikenteen päästöistä; ilmakehässä kaasumaisista epäpuhtauksista muodostuvista hiukkasista; maasta nousevasta pölystä, hiekoitushiekasta ja päällysteestä ja kaukokulkeutuman mukana tulevasta hiukkasista. Suomessa tilanne on nastarenkaiden ja hiekoitushiekan käytön suhteen erilainen kuin useissa muissa maissa, joissa pölyn pitoisuuksia seurataan.

Kokonaisleijumaa eli leijuvaa pölyä (hiukkaskoko alle 30-40  $\mu\text{m}$ ) mitataan yli kymmenellä paikkakunnalla Suomessa jatkuvasti. Kaupunkien keskustoissa vilkkaasti liikennöityjen katujen ja teiden läheisyydessä mitataan suurimpia pitoisuuksia. Ilmanlaadun ohjearvojen ylityksiä esiintyy usealla eri paikkakunnalla ja pölyn aiheuttamista haitoista keskustellaan (Ilmanlaadun ohjearvotyöryhmän mietintö 1993).

Leijuvan pölyn pitoisuuksien avulla voidaan arvioida lähinnä hiukkasten aiheuttamaa viihtyvyyshaittaa ja hengitettävän pölyn pitoisuuksien avulla terveyshaittoja. Leijuva pöly tuntuu nenässä ja narskuu hampaissa sekä ilma näyttää selvästi likaiselta, kun leijuvan pölyn pitoisuus on yli  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Leijuvan pölyn pitoisuuksissa pääkaupunkiseudulla on havaittavissa pientä laskua (*kuva 1*) viime vuosina. Muilta paikkakunnilta ei ole mittaustuloksia yhtä pitkältä ajalta, joten kehityssuuntaa on vaikea arvioida. Ilman laadun ohjearvot ylittyvät edelleen Helsingin keskustan Erottajan mittaustuloksissa, joka sijaitsee vilkkaasti liikennöidyn kadun välittömässä läheisyydessä (Aarnio et al. 1994). Vallilan ja Kaisaniemen asemien mittaustulokset kuvaavat Helsingin kantakaupungin asuntoalueiden pitoisuutasoa. Tapiolan, Leppävaaran, Kauniaisten ja Tikkurilan asemat kuvaavat esikaupunkialueiden tilannetta pääkaupunkiseudulla. Luukin asema kuvaa taustapitoisuutta.

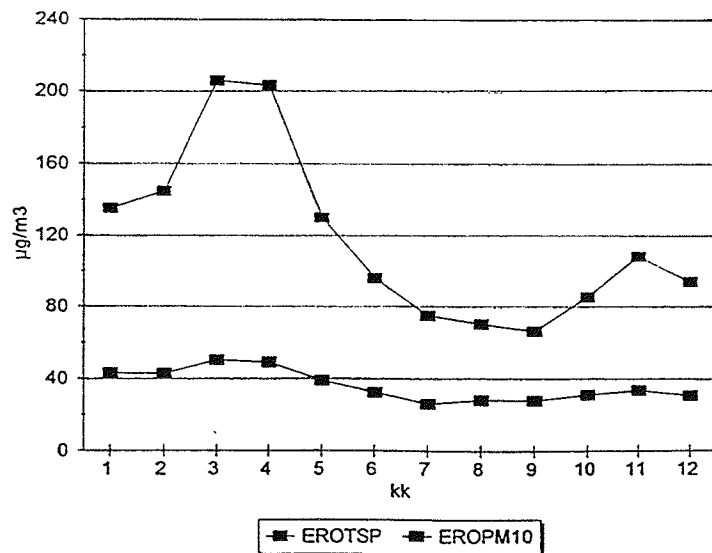
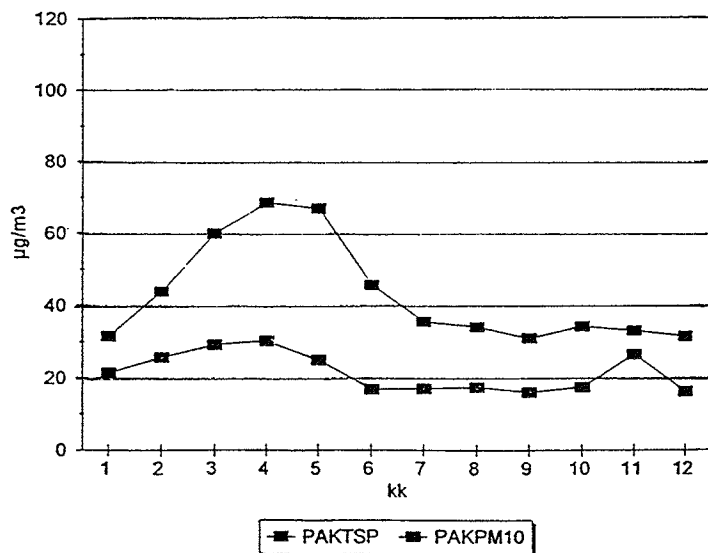


Kuva 1: Leijuvan pölyn vuosikeskiarvojen kehitys pääkaupunkiseudun eri mitausasemilla vuosina 1978-1993 (Aarnio et al. 1994). Ohjearvo  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Hengitettävän pölyn (hiukkaskoko alle  $10 \mu\text{m}$ ) mittauksia on Suomessa viideltä paikkakunnalta. Hengitettävän pölyn osuus lejuvasta pölystä oli vuonna 1993 pääkaupunkiseudulla välillä 20-80 %. Liikenneympäristössä noin kolmannes on hengitettävää pölyä ja asuntoalueilla noin puolet lejuvasta pölystä on hengitettävää pölyä. (Aarnio et al. 1994). Vuodenaikaisvaihtelu on hengitettävällä pölyllä pienempää kuin kokonaislejumalla (Kuva 2). Pitoisuustason erot taajamien keskustan ja esikaupunkialueiden välillä ovat myös pienemmät. Erottajan asema sijaitsee Helsingin kaupungin keskustassa ja Pakilan asema Pohjois-Helsingin asuntoalueella. Hengitettävälle pölylle ei ole vielä ohjearvoa, mutta ilmanlaadun ohjearvotyöryhmä on sitä esittänyt. Pääkaupunkiseudulla hengitettävän pölyn ohjearvoehdotus ylittyi kahdessa mittauskohteessa keväällä 1993 (Helsingin keskusta Töölo ja Vantaa Tikkuri-

la). Ylityksiä on vähemmän ja ne ovat pienempiä kuin leijuvan pölyn ohjearvon ylitykset. Korkeita pitoisuuksia on mitattu myös keväällä 1994.

Hengitettävä pöly jaetaan syntyperänsä perusteella vielä pienhiukkasiin (fine particles, hiukkaskoko alle 2,5 µm) ja suuriin hiukkasiin (coarse particles, hiukkaskoko yli 2,5 µm). Pienhiukkaset syntyvät lähinnä palamisessa ja ilmakeemillisissa reaktioissa, kun taas suuret hiukkaset ovat peräisin maaperästä ja kasvillisuudesta sekä muodostuvat mekaanisessa kulumisessa. Mittaustuloksia näistä jakeista on vain lyhyiltä ajanjaksoilta, joten pitoisuustasoa ei juurikaan tunneta (Hämeikoski 1994).



Kuva 2: Leijuvan pölyn (TSP) ja hengitettävän pölyn (PM10) kuukausikeskiarvojen vaihtelu vuonna 1994 pääkaupunkiseudulla esikaupunkialueella (Pakila) ja keskustassa (Erottaja). (Aarnio et al. 1994)

Helsingin keskustassa leijuvan pölyn lyijypitoisuuden avulla on arvioitu pakokaasujen osuutta mitatuissa pitoisuuksissa. Näiden selvitysten perusteella on pakokaasujen osuudeksi arvioitu 5-10 prosenttia leijuvassa pölyssä. Energiantuotannon osuutta on arvioitu pölyn rikki- ja hiilipitoisuuden avulla ja osuudeksi saatiin noin 5 prosenttia (Laukkanen 1990). Osa väylän läheisyydessä olevasta pölystä on myös muualta alueelle laskeutunutta pölyä. 70-80 prosenttia ilmassa olevasta leijuvasta pölystä on ajoneuvojen ja tuulen väylältä ja maasta nostattamaa pölyä. Hiekoituksen ja päällysteen kulumisen osuutta on vaikea selvittää, koska useimmat tutkimukset on tehty olosuhteissa, joissa nastarenkaita ei käytetä eikä myöskään hiekoitushiekkaa. Varsinkin hiekalla on Suomen olosuhteissa suuri merkitys leijuvan pölyn pitoisuuksiin ilmassa.

Pakokaasupäästöjen ja energiantuotannon päästöjen osuutta hengitettävässä pölyssä on arvioitu hiukkasten sulfaatti-, nitraatti- ja kloridipitoisuuksien ja näiden vaihteluiden avulla pääkaupunkiseudulla. (Hämeikoski 1994). Hengitettävä pöly sisältää keskimäärin 50 % sulfaattia, noin 8 % nitraattia ja noin 4 % kloridia ja noin 38 % muita yhdisteitä. Energiantuotannon osuus pitoisuuksissa on noin 10 %. Ajoneuvojen ja tuulen ilmaan nostattamalla pölyllä on huomattava vaikutus myös hengitettävän pölyn pitoisuuksiin. Hiekoituksen ja päällysteen kulumisen vaikutusta on vaikea arvioida samoista syistä kuin leijuvan pölyn kohdalla.

Norjassa 1980-luvun puolivälissä Oslossa tehdyissä pölyn mittauksissa pyrittiin selvittämään pakokaasujen ja nastojen irrottaman päällysteen osuutta pölypitoisuuksissa. Mittaukset tehtiin Store Ringvein varrella Oslossa. Liikennemäärä väylällä oli 37 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja ajonopeus 60-65 km/h. Hiekkaa ei käytetty väylällä. Mittauksia tehtiin sekä kuivalla että märällä tien pinnalla (Larssen et al. 1988). Samalla tutkittiin myös tiellä olevan pölyn ja ilmassa hengitettävän pölyn hiukkasten kokoa ja koostumusta.

Tieltä kerätyssä pölyssä alle 2 % hiukkasten massasta oli hiukkasia, joiden hiukkaskoko oli alle 30-40  $\mu\text{m}$ . Hieman alle 30 % hiukkasten massasta oli kooltaan 40-100  $\mu\text{m}$  ja noin 70 % hiukkasista oli halkaisijaltaan yli 100  $\mu\text{m}$ . Halkaisijaltaan yli 40  $\mu\text{m}$  hiukkanen pysyy ilmassa vain lyhyen aikaa ja laskeutuu maahan 10-20 metrin etäisyydelle tiestä (Larssen et al 1988).

Oslossa mitattiin ilmasta ainoastaan hiukkasia, joiden halkaisija on alle 10  $\mu\text{m}$  eli seurattiin hengitettävän pölyn pitoisuusvaihtelua. Hiukkasista tutkittiin lyijy-, kvartsi-, polyaromaattisia hiilivetyypitoisuuksia ja mutageenisuutta. Tutkimuksessa todetaan, että hengitettävässä pölyssä on runsaasti nokea ja palamisesta aiheutuvia yhdisteitä, mutta erityisesti kuivalla tiellä pöly sisältää myös bitumia, kiviaineksia ja suolaa (Larssen et al. 1988). Tiellä oleva pöly (nastojen irrottama päällyste ja tielle laskeutunut pöly) vaikuttaa pakokaasujen ohella hengitettävän pölyn pitoisuuksiin.

Oslossa tehdyissä lyhyen aikaa kestäneissä mittauksissa hengitettävän pölyn pitoisuus oli määrällä tiellä 20 - 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja kuivalla tiellä noin kymmenkertainen (Larssen et al. 1988). Suomessa pääkaupunkiseudulla hengitettävän pölyn vuosikeskiarvot olivat 15 - 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja korkeimmat mitatut vuorokausipitoisuudet välillä 36 - 89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vuonna 1993. Pitoisuuksien vertaaminen näiden eri paikkakuntien välillä on vaikeaa olosuhteiden erilaisuuden vuoksi. Lisäksi mittausten kesto vaihtelee huomattavasti. Hengitettävän pölyn keskiarvopitoisuuksissa ei ole suurta eroa. Mitatut maksimipitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla olleet alhaisempia kuin Oslossa tehdyissä mittauksissa.

Hiekoituksen ja nastojen irrottaman päällysteen osuutta hengitettävän pölyn pitoisuuksissa ei pystytä nykyisten tutkimusten perusteella tarkasti arvioimaan. Ajoneuvojen hiukkaspäästöt vähenevät polttoaineiden laadun ja ajoneuvotekniikan seurauksena. Hengitettävän pölyn pitoisuuksiin tällä kehityksellä saattaa olla myönteisiä vaikutuksia eli pitoisuudet voivat laskea ja pölyn sisältämät terveydelle haitallisimmat yhdisteet vähentyä. Mahdollisten terveyshaittojen kannalta tilanne saattaa olla kehittymässä parempaan suuntaan.

Kokonaisleijuman eli leijuvan pölyn pitoisuuksiin ajoneuvojen päästöjen väheneminen ei juurikaan vaikuta. Pölyn pitoisuuksiin vaikuttaa enemmän väylien kunnossapito ja liikennemäärä. Pölyn viihtyvyyshaitat kaupunkien keskustoissa ja vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä eivät vähene merkittävästi tulevaisuudessa, jos nykyisen mukaista kunnossapitoa jatketaan ja liikennemäärät kasvavat.

Tieliikenteen päästöjen aiheuttamien haittojen kustannuksia on arvioitu tielaitoksessa vuonna 1991 (Tielaitos 1992a) ja KTM:n rahoittamassa projektissa uudelleen vuonna 1994 (Energia-Ekono Oy 1994). Ajoneuvojen pakokaasupäästöt sisältävät polyaromaattisia hiilivety-yhdisteitä, jotka lisäävät riskiä sairautua keuhkosyöpään. Hengitettävällä pölyllä on myös muita terveyshaittoja. Ulkomaisiin selvityksiin perustuen ajoneuvojen pakokaasujen sisältämien hiukkasten aiheuttamien terveyshaittojen kustannukset ovat Suomessa tällä hetkellä noin 160 milj. markkaa, jos otetaan huomioon pelkästään sairauksista yhteiskunnalle aiheutuvat kustannukset. Jos pakokaasupäästöjen hiukkasten kustannuksia arvioidaan ihmisten maksuhalukkuuden avulla kustannukset nousevat selvästi ja ovat tällöin noin 1,5 mrd. markkaa vuodessa. Hiekoituksella ja nastapölyllä on vähäinen merkitys näissä kustannuksissa.

Leijuvan pölyn likaantumishaittojen kustannuksia on arvioitu Yhdysvalloissa tehtyihin selvityksiin nojautuen (Tielaitos 1992c, Energia-Ekono Oy 1994). Tieliikenteen osuus kustannuksista on noin 400 milj. markkaa vuodessa. Pakokaasujen osuus kustannuksista on noin 60 milj. markkaa. Ajoneuvojen ja tuulen ilmaan nostattama pöly aiheuttaa kustannuksista suurimman osan. Hiekoituksen osuus likaantumiskustannuksista on huomattava.



### 3 PÄÄLLYSTE- JA RENGASPÖLYN KOOSTUMUS JA LEVIÄMINEN YMPÄRISTÖÖN

Asfalttipäällyste sisältää noin 90 % kiviainesta, 5 % täyte-ainetta (kivipölyä) ja 5 % bitumia. Bitumi koostuu useasta orgaanisesta yhdisteestä ja osa näistä yhdisteistä on terveydelle haitallisia orgaanisia hiilivety- ja klooriyhdisteitä. Orgaanisten hiilivety-yhdisteiden (PAH) pitoisuuksia bitumissa on mitattu Norjassa vuonna 1992 ja pitoisuus vaihteli välillä 6 ja 66 ppm (Bakken 1993). Asfaltin PAH-pitoisuus jää näiden selvitysten perusteella alle 5 ppm. Suomessa tuote luokitellaan syöpävaaralliseksi, jos sen PAH-pitoisuus on yli 100 ppm.

Bitumi sisältää myös raskasmetalleja. Nikkelipitoisuus on ollut välillä 15 - 100 ppm ja vanadiinipitoisuus 50 - 600 ppm. Asphaltissa näiden aineiden pitoisuudet jäävät alle 30 ppm. Suomessa seurataan sammaleen raskasmetallipitoisuutta. Pitoisuudet ovat laskeneet 80-luvulta lähtien ja suurimmat pitoisuudet ovat metallinjalostus tehtaiden läheisyydessä.

Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC 1987) ja lisäksi myös Suomessa Kemiallisten Aineiden Terveysvaaran Arviointineuvosto (KATA 1991) on arvioinut, että dieselpakokaasujen yhdisteet aiheuttavat todennäköisesti syöpää ihmisissä. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos arvioi vuonna 1987 näytön bitumin syöpävaarallisuudesta olevan epäselvän.

Renkaiden kumi sisältää epäpuhtauksina pieniä määriä raskasmetalleja. Norjalaisten selvitysten mukaan kumipöly sisältää sinkkiä, lyijyä ja kadiumia. Kumipölyssä näitä metalleja on alle 3 %. Renkaat kuluvat ajokilometriä kohden laskettuna 0,2 g eli se on noin sadasosa nastojen aiheuttamaan päällysteen kulumiseen verrattuna (Bakken 1993).

Nastojen irrottamat päällystepölyn hiukkaset ovat suuria eivätkä pysy ilmassa pitkiä aikoja ja laskeutuvat maahan pääosin 20 metrin etäisyydelle tiestä. Tien reunan maaperään kertyy päällysteen ja renkaiden sisältämiä raskasmetalleja ja asfaltin sisältämiä orgaanisia yhdisteitä. Näiden yhdisteiden vesiliukoisuus on pieni, joten niiden kulkeutuminen veden mukana eteenpäin on vähäistä. Aineiden liukenemiseen vaikuttavat sekä maaperän että veden sisältämät yhdisteet ja ominaisuudet, joten liukenemista saattaa tapahtua vähitellen (Bakken 1993). Ruotsissa tielaitos on teettämässä tutkimuksia tien varren maaperän ja tieltä valuvan veden epäpuhtauksista ja niiden mahdollisista ympäristöhaitoista.



Helsingissä on tutkittu maaperän epäpuhtauksista orgaanisia halogeeniyhdisteitä, mineraaliöljyjä ja raskasmetalleja lähinnä kaatopaikoilla ja vanhoilla teollisuusalueilla. Näytteitä otettiin myös Lahden moottoritien ja Kehä I risteyksen läheisyydestä sekä puhtailta alueilta Vuosaaresta ja Keskuspuistosta. Mitatut orgaanisten halogeeniyhdisteiden pitoisuudet liikenneväylän läheisyydessä eivät eronneet muiden mittauspaikkojen pitoisuuksista. Mitatut lyijy- ja mineraaliöljypitoisuudet olivat puhtaisiin alueisiin verrattuna selvästi korkeampia kuin tausta-alueilla. Pitoisuudet olivat kuitenkin alhaisempia kuin esimerkiksi hollantilaiset ohje-arvot (Puntti 1990). Teollisuusalueella mitattiin liikenneväylän läheisyydessä saatuja pitoisuuksia korkeampia arvoja.

Päällysteen kulumisen ja tiellä olevan pölyn aiheuttama maaperän kuormitus ei käytössä olevien tutkimusten perusteella näytä olevan merkittävä ympäristöhaitta. Ruotsalaisten selvitysten valmistuttua tilannetta on kuitenkin arvioitava uudelleen.

## 4 PÄÄLLYSTEEN KULUMINEN JA HIEKOITUS VUONNA 1992 JA ENNUSTE VUOSILLE 1995 JA 2005

Hiekoituksen määrä ja päällysteen kuluminen vaihtelee tien talvikunnossapitoluokituksen, sääolosuhteiden ja liikennemäärän mukaan. Tarkasteluja varten yleiset tiet on jaettu kahteen osaan: suolattu ja vähän suolattu tieverkko (10 500 km vuonna 1992 ja 8 000 km vuonna 1995) ja muu tieverkko (65 000 km). Katuja on tarkasteltu yhtenä ryhmänä ja niiden yhteinen pituus on noin 15 000 km. Taulukossa kaksi on henkilöautojen ja muiden ajoneuvojen liikennesuorite tie- ja katuverkon eri osilla ja ennuste suoritteesta vuosille 1995 ja 2005 (Tielaitos 1993). Päällysteen kuluminen on laskettu suoritteiden avulla.

Vuonna 1990 haastateltiin 24 000 henkilöauton kuljettajaa ja kyseltiin auton käyttötapoja ja ajosuoritetta eri olosuhteissa (Pirtala ja Ernvall 1992). Tässä kyselyssä talvirenkailla ajon osuus vuotuisesta ajosta oli 39 %. Uudellamaalla, Turun ja Porin sekä Hämeen lääneissä talvisuoritteiden osuus on 35 %. Itä- ja Pohjois-Suomessa noin 45 %. Muutamien Pohjois-Suomen kuntien alueella talvirenkailla ajetaan jopa puolet kokonaissuoritteesta.

Kyselyssä tiedusteltiin myös taajamissa ajon osuutta. Taajamissa henkilöautolla ajettiin 8 500 km ja taajamien ulkopuolelle 11 700 km. Taajama-ajon osuus kokonaissuoritteesta oli kyselyn mukaan 42 %. Suolattua ja vähän suolattua yleistä tieverkkoa on tierekisterin tietojen mukaan taajamissa 1 800 km. Yleisiä teitä taajamissa on yhteensä 4 500 km (Tielaitos 1994). Pölyn haitat esiintyvät lähinnä taajamissa.

Päällysteen kuluminen on laskettu vuonna 1992 olettamalla nastojen irrottamaksi päällysteen määräksi tie- ja katuverkolla 24 g/ajokm. Samalla on oletettu, että henkilöautoissa on ainostaan nastat ja kokonaissuoritteesta 39 % ajetaan nastarenkailla. Vuosien 1995 ja 2005 arviossa päällysteen kulumisen määränä on käytetty 12 g/ajokm ja 10 g/ajokm.

Suolattu ja vähän suolattu tieverkko on paljaana koko talven, mutta muu yleinen tieverkko on paljaana vain osan talvirenkaiden käytön ajasta. Muun tieverkon osalta ja myös katuverkon osalta päällysteen kulumisen määrä taulukossa 2 on lähinnä maksimiarvo.

Taulukko 2: Henkilöautojen ja muiden ajoneuvojen liikennesuorite ja päällysteen kuluminen vuonna 1992 ja ennuste vuosille 1995 ja 2005

	Liikennesuorite Päällysteen kuluma	Liikennesuorite Päällysteen kuluma	Liikennesuorite Päällysteen kuluma
	1992 mrd. km 1 000 t	1995 mrd. km 1 000 t	2005 mrd. km 1 000 t
Suolattu ja vähän suolattu tieverkko 8 000 km	Henkilöautot 14,8 muut 3,0 <b>Pääll. kuluma 140</b>	Henkilöautot 15,1 muut 3,1 <b>Pääll. kuluma 70</b>	Henkilöautot 20,4 muut 3,8 <b>Pääll. kuluma 80</b>
Muu tieverkko 65 000 km	Henkilöautot 8,0 muut 1,6 <b>Pääll. kuluma 75</b>	Henkilöautot 8,1 muut 1,6 <b>Pääll. kuluma 38</b>	Henkilöautot 10,9 muut 2,0 <b>Pääll. kuluma 42</b>
Kadut 15 000 km	Henkilöautot 13,2 muut 1,7 <b>Pääll. kuluma 123</b>	Henkilöautot 13,5 muut 1,8 <b>Pääll. kuluma 63</b>	Henkilöautot 18,0 muu t 2,1 <b>Pääll. kuluma 70</b>
<b>YHTEENSÄ</b>	Henkilöautot 36,1 muut 6,3 <b>Pääll. kuluma 338</b>	Henkilöautot 36,7 muut 6,5 <b>Pääll. kuluma 171</b>	Henkilöautot 49,3 muut 7,9 <b>Pääll. kuluma 192</b>

## 5 HIEKAN JA SUOLAN KÄYTTÖ NASTARENKAIDEN JA TALVIKUNNOSSAPIDON ERI VAIHTOEHDOISSA

Talvi ja tieliikenne -projektin yksi keskeinen tavoite on selvittää eri kunnossapidon strategioiden ja nastarenkaiden käytön vaikutuksia liikenneturvallisuuteen, ympäristöön, ajo-olosuhteisiin, tienpitäjän kustannuksiin. Lähtökohdiana tarkasteluissa on ollut nastarenkaiden vaihtoehtoiset käyttötasot ja arvio nastarenkaallisten henkilöautojen liikennesuoritteesta talvirenkaiden käyttöpakon aikana (1.12-28.2):

- 1) Nykyinen käyttö eli yli 95 %:ssa henkilöautojen suoritteesta ajetaan nastarenkailta
- 2) Nastarenkaallisten henkilöautojen osuus liikennesuoritteesta noin 50 %
- 3) Nastarenkaallisten henkilöautojen osuus suoritteesta alle 20 %.

Talvikunnossapidon vaihtoehtoiset strategiat ovat vastaavasti määriteltä seuraavasti:

- A) Suolan käyttö on talven 1991-1992 tasolla. Pääteiden kunnan tavoitetaso kuntoluokituksen mukaan pääsääntöisesti 4.
- B) Nykyinen käyttö. Suolan käyttö vähenee noin 50 % talven 1991-1992 tasosta. Pääteiden kunnan tavoitetaso 4.
- C) Suolan käyttö vähenee talven 1991-1992 tasosta 80-90 %. Pääteiden talvihoidon tavoitetaso on kuntoluokituksen mukaan 4 paitsi liukkauden osalta 3.

Näiden eri vaihtoehtojen vaikutusta päällysteen kulumiseen ja hiekoituksen määrään on arvioitu päätieverkolla (suolattu ja vähän suolattu), muulla yleisellä tiEVERKolla ja kaduilla. Näiden tietojen avulla voidaan tehdä karkeita arvioita pölypitoisuuksista ilmassa ja niiden aiheuttamista haitoista. Hiekoituksen määrää koskevat arviot perustuvat Kuopion tiepiiriin keräämiin tietoihin suolaamattomuuskokeilun aikana (Lappalainen 1993, VTT 1994) ja katuojen osalta suolan ja hiekan käyttötiedot perustuvat talvikunnossapidon seurantaselvitykseen (Suomen Kaupunkiliitto 1991, VTT 1994)

## 5.1 Suolattu ja vähän suolattu tieverkko

Suolatun ja vähän suolatun tieverkon tiet kuuluvat kunnossapitoluokkaan yksi. Nämä tiet ovat pääteitä, joiden liikennemäärä on yli 2 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Suolattua tai vähän suolattua tietä on noin 8 000 km ja näillä teillä ajetaan yleisten teiden suoritteesta 65 % ja kokonaisliikennesuoritteesta 42 %. Liikennesuorite näillä teillä vuonna 1995 on ennusteiden mukaan 18,2 miljardia km, josta henkilöautoilla ajettaisiin 15,1 mrd. km.

I-kunnossapitoluokan teillä liukkauden torjuntaan käytetään lähinnä suolaa. Suolan lisäksi käytetään hiekkaa pakkasliukkauden (tienpinnan lämpötila alle  $-7^{\circ}$ ) torjuntaan. Hiekoitusta tehdään yleensä mäkiin, mutkiin ja liittymiin, mutta erityisesti ns. pääkallokeleillä hiekoitus tehdään jatkuvana. Hiekan seassa käytetään suolaa (Tielaitos 1992d).

Suolan ja hiekan käyttömäärät vaihtelevat sääolojen mukaan. Erittäin kylminä talvina hiekan käyttö lisääntyy I-kunnossapitoluokan teillä leutoihin talviin verrattuna. 90-luvun alussa on käytetty keskimäärin talvessa suolaa 120 000 tonnia ja hiekkaa 135 000 tonnia suolatulla ja vähän suolatulla tieverkolla. Tällä tieverkolla käytetään noin 15 % tielaitoksen käyttämästä hiekoitushiekasta.

Hiekkaa levitetään kerralla noin  $150 - 350 \text{ g/m}^2$  ja suolahiekkaa  $100 - 200 \text{ g/m}^2$  (Tielaitos 1992d). Hiekka pysyy tiellä kunnes noin 300 - 500 ajoneuvoa on ajanut hiekoitetulla osuudella. Hiekka ja päällyste jauhautuu renkaiden mekaanisen kulutuksen seurauksena. Jauhautuminen on kuitenkin vähäisempää kuin kaduilla, koska hiekka pysyy tiellä vain vähän aikaa. Hiekoitushiekan raekoon suositus on välillä  $74 \mu\text{m} - 8 \text{ mm}$ , joten siinä on jo levitettäessä jonkin verran ilmassa leijuvaa hienoainesta.

Taulukkoon kolme on kerätty nastarenkaiden käytön ja talvikunnossapidon eri vaihtoehtoisissa suolan ja hiekan käyttö sekä päällysteen kulumisen talven aikana. Näiden tietojen avulla on arvioitu pölymäärä, joka vaikuttaa leijuvan pölyn pitoisuuksiin. Vain osa tiellä olevasta pölystä pystyy leijumaan ilmassa pitempiä aikoja. Taulukkoon on laskettu autojen ilmaan nostattama "pölypäästö", joka aiheutuu hiekasta, suolasta ja päällysteestä. Arvio on tehty olettamalla, että tiellä olevasta materiaalista 10 % on sellaista, joka viipyy ilmassa pitempiä aikoja eli hiukkasten halkaisija on alle  $40 \mu\text{m}$ .

Taulukko 3: Suolan ja hiekan käyttö (VTT 1994) sekä päällysteen kuluminen eri nastarenkaiden käyttö ja talvikunnossapidon tilanteissa vuonna 1995 ja arvio autojen ilmaan nostattamasta pölymäärästä suolatulla ja vähän suolatulla tieverkolla.

Suolattu tieverkko ja vähän suolattu tieverkko 8 000 km	Suolan käyttö ja hiekkoitus talven 1991-92 tasolla	Suolan käyttö vähenee 50 % talven 1991-1992 tasosta	Suolan käyttö vähenee 80 % talven 1991-1992 tasosta
Nykyinen käyttö, henkilöautoista yli 95 % nastarenkaat	Suola 120 000 t Hiekka 135 000 t Pääll. kuluma 70 000 t  <b>PÖLY 33 000 t</b>	60 000 t 270 000 t 70 000 t  <b>40 000 t</b>	24 000 t 700 000 t 70 000 t  <b>80 000 t</b>
Nastarenkaat noin 50 % henkilöautoista	Suola 120 000 t Hiekka 135 000 t Pääll. kuluma 35 000 t  <b>PÖLY 29 000 t</b>	60 000 t 270 000 t 35 000 t  <b>37 000 t</b>	24 000 t 700 000 t 35 000 t  <b>76 000 t</b>
Nastarenkaat alle 20 % henkilöautoista	Suola 120 000 t Hiekka 270 000 t Pääll. kuluma 15 000 t  <b>PÖLY 40 000 t</b>	60 000 t 270 000 t 15 000 t  <b>35 000 t</b>	24 000 t 1 400 000 t 15 000 t  <b>144 000 t</b>

Suolan käytön väheneminen puoleen nykyisestä lisää hiekoitusmäärän vähintään kaksinkertaiseksi suolatulla ja vähän suolatulla tieverkolla. Nastattomien talvirenkaiden yleistyminen ei lisäisi hiekoitustarvetta.

Suolan käytön vähentyessä 80 % hiekoitusmäärät päätieverkolla kasvaisivat noin viisinkertaiseksi nykyiseen verrattuna. Jos siirryttäisiin lähes nastattomaan liikenteeseen, hiekoituksen määrä kasvaisi noin kymmenkertaiseksi nykyiseen verrattuna. Päällysteen kuluminen vähenisi samassa suhteessa kuin nastattomien talvirenkaiden käyttö yleistyisi, mutta saavutettava hyöty olisi merkityksetön lisääntyvän hiekoituksen vuoksi.

Pölyn aiheuttamat haitat esiintyvät lähinnä taajamissa. Suolattua ja vähän suolattua tieverkkoa on taajamissa 1 800 km. Taajamissa liukkauden torjuntaan käytetään jo nykyisin joko suolahiekkaa tai pelkkää hiekkaa. Suolan käytön väheneminen ei aiheuta taajamissa hiekoituksen lisääntymistä yhtä paljon kuin taajamien ulkopuolella. Taajamissa hiekkaa kerätään keväisin pois lakaisukoneilla. Pölyämisen haittoja voidaan vähentää hiekan laatua parantamalla ja hiekoitushiekan määriä tarkastamalla sekä hiekoitushiekan poistoa tehostamalla. Siirryttäessä lähes nastattomaan liikenteeseen hiekoituksen tarve lisääntyisi myös taajamissa merkittävästi ja pölyhaittoja olisi selvästi nykyistä enemmän.

## 5.2 Kadut ja suolaamaton yleinen tieverkko

Suolaamattomat yleiset tiet kuuluvat kunnossapitoluokkiin II ja III. Liikennemäärä on näillä teillä yleensä alle 2 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Suolaamatonta yleistä tieverkkoa on 65 000 km, josta kestopäällysteistä 6 500 km, kevytpäällysteistä 30 000 km ja sorateitä 30 000 km. Tien pinta on talvella osan ajasta jään tai lumen peitossa. Liukkauden torjuntaan käytetään pelkästään hiekkaa tai suolahiekkaa, johon on tarttuvuuden parantamiseksi lisätty hiekan suolaa. Hiekkaa tarvitaan eniten leutoina talvina, jolloin haittana on teiden lumipinnan jäätyminen. Hiekoitushiekkaa näillä teillä käytetään keskimäärin 750 000 tonnia vuodessa.

Kaupunkien rakentaman ja ylläpitämän katuverkon pituus on noin 15 000 km. Nämä tiedot perustuvat Kaupunkiliiton kaupunkeihin tekemiin kyselyihin. Kuntien rakentamista ja ylläpitämistä rakennuskaavateistä ei ole käytävissä vastaavia kyselytuloksia, mutta karkeana arviona on esitetty 7 000 km. Kuntien ja kaupunkien väylistä on osa päällystetty (Ojala 1994).

Vuonna 1991 Kaupunkiliitto, Kuntaliitto ja Ympäristöministeriö tekivät kyselyn talvikunnossapidon tilasta (Suomen Kaupunkiliitto 1991). Kyselyyn vastasi 41 kaupunkia ja 15 kuntaa. Asukasmäärien avulla tulokset laajennettiin koskemaan kaikkia kuntia. Liukkauden torjuntaan kunnat käyttivät talvella 1990-1991 suolaa 11 000 tonnia, suolaa hiekan seassa 2 500 tonnia, hiekoitushiekkaa 402 000 tonnia ja hiekoitussepeleitä 127 000 tonnia. Hiekoitushiekan ja yleensä katujen puhtaanapito lumen poistoa lukuunottamatta kuuluu kunnissa kiinteistöille. Useissa kunnissa on kuitenkin katsottu, että hiekoitushiekan poisto sisältyy talvikunnossapitoon. Kiinteistöjen ja kuntien yhteistyötä hiekanpoistossa on pyritty lisäämään monilla paikkakunnilla. Hiekoitushiekan poiston kustannukset talvikunnossapidon kustannuksista on kaupungeissa noin 10 % ja kunnissa 6 %.

Leijuvan pölyn pitoisuudet ilmassa ylittyvät useissa kaupungeissa erityisesti keskusta-alueilla (Ilmanlaadun ohjearvotyöryhmä 1993). Katujen puh-  
taanapitoa on tehostettu useilla paikkakunnilla ja hiekoitus määriä tarkennet-  
tu. Pitoisuuksissa ainakin pääkaupunkiseudulla havaitaan pientä laskua. Pi-  
toisuuksien alenemiseen vaikuttavat useat eri tekijät (sääolosuhteet, liikenne-  
määrät, muiden lähteiden hiukkaspäästöt), joten kunnossapidon osuutta yk-  
sinään on vaikea arvioida.

Taulukkoon neljä on kerätty nastarenkaiden käytön eri vaihtoehtoisissa suolan  
ja hiekan käyttö sekä päällysteen kulumisen talven aikana. Näiden tietojen  
avulla on arvioitu pölymäärä, joka vaikuttaa leijuvan pölyn pitoisuuksiin.  
Suolan käytön on oletettu pysyvän ennallaan kaupungeissa ja kunnissa. Tau-  
lukkoon on laskettu autojen ilmaan nostattama "pölypäästö", joka aiheutuu  
hieka- ja suolasta ja päällysteestä. Arvio on tehty olettamalla, että tiellä ole-  
vasta materiaalista 10 % on sellaista, joka viipyy ilmassa pitempiä aikoja eli  
hiukkasten halkaisija on alle 40 µm.

Nastattomien talvirenkaiden yleistymisen ei merkittävästi lisää hiekoitustar-  
vetta nykyisestä. Jos siirryttäisiin lähes nastattomaan liikenteeseen hiekoituk-  
sen määrä lisääntyisi merkittävästi kaduilla eli noin kaksinkertaiseksi nykyi-  
sestä. Hiekan poistoa jouduttaisiin tehostamaan ja hiekan joutuminen viemä-  
reihin lisäisi myös niiden kunnostustarvetta. Pölyn aiheuttamat likaantu-  
mishaitat taajamissa lisääntyisivät nykyisestä, jos ei voitaisi hiekan tilalla  
käyttää korvaavia liukkaudentorjunta-aineita.



Taulukko 4: Suolan ja hiekan käyttö (VTT 1994) sekä päällysteen kuluminen eri nastarenkaiden käyttö tilanteissa vuonna 1995 ja arvio autojen ilmaan nostattamasta pölymäärästä kaduilla ja suolaamattomilla yleisillä teillä.

	Muu tieverkko 65 000 km	Kadut 15 000 km
Nykyinen käyttö, yli 95 % ha nastarenkaat	Suola 0 t Hiekka 765 000 t Pääll. kuluma 38 000 t  <b>PÖLY 80 000 t</b>	Suola 24 000 t Hiekka 405 000 t Pääll. kuluma 63 000 t  <b>PÖLY 49 000 t</b>
Nastarenkaat noin 50 % ha	Suola 0 t Hiekka 765 000 t Pääll. kuluma 19 000 t  <b>PÖLY 78 000 t</b>	Suola 24 000 t Hiekka 405 000 t Pääll. kuluma 32 000 t  <b>PÖLY 46 000 t</b>
Nastarenkaat alle 20 % ha	Suola 0 t Hiekka 765 000 t Pääll. kuluma 8 000 t  <b>PÖLY 77 000 t</b>	Suola 48 000 t Hiekka 810 000 t Pääll. kuluma 13 000 t  <b>PÖLY 87 000 t</b>

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Korkeat leijuvan pölyn pitoisuudet ovat ongelmana nykyisin useimmissa kaupunkien keskustoissa ja vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä. Useissa kaupungeissa hiekoitushiekan poistoa keväisin on tehostettu ja hiekoitusmääriä vähennetty, jotta pölyhaitat vähenisivät. Mitatut pitoisuudet ovat edelleen katutasossa ilmanlaadun ohjearvojen yläpuolella liikenneympäristössä keskusta-alueilla ja asuntoalueilla lähellä ohjearvojen tasoa. Pölyn keskeisenä haittana on viihtyvyyden väheneminen - pöly narskuu hampaissa ja hiertää silmissä, rakennukset ja kalusteet likaantuvat, pöly kulkeutuu sisätiloihin ja likaa myös siellä. Haittoja voidaan vähentää kunnossapitoa tehostamalla. Maankäytön ja liikennesuunnittelun keinoin voidaan ennaltaehkäistä haittojen syntymistä.

Ajoneuvojen, teollisuuden ja energiantuotannon hiukkaspäästöt vähenevät tulevaisuudessa ja tämän seurauksena pölyn sisältämät terveydelle haitallisimmat yhdisteet vähenevät. Nastapöly ja hiekka jauhautumisen seurauksena vaikuttavat myös jonkin verran hengitettävän pölyn pitoisuuksiin, mutta näiden osuus terveyshaittojen syntymisessä on selvästi pienempi kuin pako kaasujen osuus.

Autojen ilmaan nostattamaan pölymäärään tulevaisuudessa vaikuttaa liikenteen kehitys, sääolosuhteet ja kunnossapito. Kunnossapidossa otetaan nykyisin huomioon myös pölyhaitat. Autojen ilmaan nostattama pölymäärä pysyykin todennäköisesti ennallaan tulevaisuudessa, vaikka liikennemäärät nousisivat. Leijuvan pölyn haitat taajamissa eivät nykyisestä vähene tulevaisuudessa, jos ei oteta käyttöön uusia toimenpiteitä haittojen vähentämiseksi.

Suomessa tuli voimaan uudet nastamääräykset 1.4.1993. Näiden ns. kevytnastojen (paino alle 1,1 g) kulutus on noin puolet pienempi kuin aiemmin sallittujen noin 1,8 g nastojen kulutus. Päällysteen kuluminen vähenee kevytnastojen käytön yleistyessä, mikä saattaa jonkin verran vähentää ilmaan nousevan pölyn määrää. Kuluminen vähenee 90-luvun alun 340 000 tonnista 180 000 tonniin. Hiekkaa käytetään nykyisin vuodessa tie- ja katuverkolla noin 1,3 milj.tonnia ja suolaa 135 000 tonnia. Ajoneuvojen ilmaan nostattama pölymäärä Suomessa on tällä hetkellä noin 160 000 tonnia.

Suolan käytön väheneminen puoleen nykyisestä lisää hiekoitustarpeen noin kaksinkertaiseksi suolatulla ja vähän suolatulla tieverkolla. Suolaa käytettäisiin tällöin tie- ja katuverkolla 80 000 tonnia ja hiekkaa 1,45 mrd tonnia vuodessa. Nastattomien talvirenkaiden yleistymisen noin puoleen henkilöautoista ei tässä suolausvaihtoehdossa lisäisi vielä hiekoitustarvetta, mutta päällysteen kuluminen vähenisi 90 000 tonniin vuodessa. Ajoneuvojen ilmaan nostattamassa pölymäärässä ei tapahdu oleellisia muutoksia näissä vaihtoehdoissa ja pölyn haitat pysyisivät nykyisellä tasolla.

Suolan käytön vähentyessä noin puoleen nykyisestä ja siirryttäessä lähes nastattomaan liikenteeseen hiekoitustarve lisääntyisi sekä suolatulla tieverkolla että kaduilla. Päällysteen kuluminen vähentyisi noin 40 000 tonniin, mutta hiekan käyttö olisi noin 2 mrd tonnia vuodessa tie- ja katuverkolla. Ajoneuvojen ilmaan nostattama pölymäärä nousisi tässä vaihtoehdossa selvästi nykyisestä eli noin 250 000 tonniin vuodessa. Pölyn aiheuttamat haitat lisääntyisivät selvästi taajamissa.

Suolan käytön vähentyessä 80 % nykyisestä tasosta hiekoitusmäärät päätieverkolla kasvaisivat yli viisinkertaiseksi nykyiseen verrattuna. Jos lisäksi vielä siirryttäisiin lähes nastattomaan liikenteeseen, hiekoituksen määrä kasvaisi suolatulla tieverkolla yli kymmenkertaiseksi nykyiseen verrattuna ja katuverkolla kaksinkertaiseksi nykyiseen verrattuna. Hiekkaa käytettäisiin tässä vaihtoehdossa lähes 3 mrd. tonnia vuodessa. Päällysteen kulumisen vähenemisellä ei olisi näissä vaihtoehdoissa merkitystä pölyhaitoissa, koska hiekan käyttö lisääntyy niin merkittävästi. Haitat taajamissa tulisivat merkittävästi lisääntymään. Keväisin tapahtuva hiekoitushiekan tehostettu poistokaan ei pölyhaittoja poistaisi, koska pölypitoisuuksia havaittaisiin myös syksyllä ja talvella sateettomina aikoina.

Pölyn aiheuttamat haitat esiintyvät lähinnä kaupungeissa ja taajamissa. Yleisten teiden suolattua tieverkkoa on taajamissa 1 800 km, katuja 15 000 km ja rakennuskaavateitä 6 000 km. Taajamissa liukkauden torjuntaan käytetään jo nykyisin joko suolahiekkaa tai pelkkää hiekkaa. Suolan käytön väheneminen noin puoleen 90-luvun alun tilanteesta ja nastattomien talvirenkaiden yleistyminen noin puoleen henkilöautoista ei taajamissa vaikuttaisi hiekoitustarpeeseen. Taajamissa sadevedet johdetaan usein viemäriin, joten suolan käyttäminen on myös mahdollista. Hiekan laatua parantamalla, hiekoituksen määrää tarkistamalla ja hiekoituksen poistoa tehostamalla voidaan estää uusien pölyhaittojen syntyminen ja vähentää olemassa olevia haittoja.

Suolan käytön lopettaminen lähes kaikissa olosuhteissa tulee lisämään hiekoitustarvetta ja pölyhaitat tulisivat lisääntymään nykyisestä. Tilanteessa, jossa joka toisessa autossa on nastattomat talvirenkaat, hiekoitustarve ei merkittävästi lisääntyisi taajamissa ja kaupungeissa. Jos siirryttäisiin nastattomaan liikenteeseen hiekoitushiekan aiheuttamat pölyhaitat lisääntyisivät nykyisestä merkittävästi.

## 7 LÄHDEVIITTEET

(Aarnio et al. 1994) Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1993. Helsinki 1994. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1994:8. ISSN 0357-5454.

(Bakken 1993) Miljøvirkninger av vegtrafikkens asfalt og dekk-litasje. Nivå-rapport 2874. ISBN 82-577-2293-6.

(Carlsson et al. 1992) Effekter av dubbdäck, Konsekvenser av ändrade bestämmelser. Linköping 1992 VTI Meddelande 674. ISSN 0347-6049.

(Energia-Ekono Oy 1994) Tieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen vaikutusten arvottaminen, Yhteenveto tuloksista ja johtopäätöksistä. Espoo 1994. Mobile 207Y.

(Hämeikoski 1994) Hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>) pääkaupunkiseudulla. Muistio. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Ympäristötoimisto.

(Ilmanlaadun ohjearvotyöryhmän mietintö 1993) Ympäristöministeriö, Työryhmän mietintö 72/1993. Helsinki 1993. ISBN 951-47-4855-7.

(Lappalainen 1993) Talvihoidon poikkileikkauseuranta. Työmäärät ja laatu 1992/93. Tampere 1993. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 27/1993.

(Larsen et al. 1988) Støv fra asfaltveger. Vurdering av helsefare. Oslo 1988. Statens Vegvesen Vegdirektoratet. Intern rapport nr. 1371.

(Laukkanen 1990) Energiantuotannon ja tieliikenteen hiukkaspäästöt ja arvioita niiden vaikutuksista ilmanlaatuun. Helsinki 1990. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990:10. ISSN 0357-5454.

(Ojala Kari 1994) Kaupunkiliitto. Suullinen tiedonanto.

(Pirtala ja Ernvall 1992) Henkilöautojen omistus, ajosuoritteet ja käyttöalueet. Helsinki 1992. Tielaitoksen selvityksiä 53/1992. ISBN 951-47-6518-4. TIEL 3200104.

(Puntti 1990) Selvitys Helsingin maaperän epäpuhtauksista. Helsinki 1990, Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta julkaisu 2/1990. ISSN 0783-9111.

(Suomen Kaupunkiliitto 1991) Talvikunnossapidon seurantaselvitys 1991. Helsinki 1991. ISBN 951-759-778-9.

(Tielaitos 1992a) Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen aiheuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön. Helsinki 1992. Tielaitoksen selvityksiä 70/1992. ISBN 951-476850-7, TIEL 3200120.

(Tielaitos 1992b) Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys, Ilmanlaatu. Helsinki 1992. Tielaitoksen selvityksiä 76/1992. ISBN 951-47-6967-8, TIEL 3200128.

(Tielaitos 1992c) Melun ja pakokaasujen hinnoittelu tiensuunnittelussa. Helsinki 1992. Tielaitoksen selvityksiä 2/1992. ISBN 951-47-5535-9, TIEL 3200058.

(Tielaitos 1992d) Teiden talvihoito II, Menetelmä ohjeet. Helsinki 1992. Kunnossapidon ohjaus. ISBN 951-47-6071-9, TIEL 2230006.

(Tielaitos 1993) Liikenne- ja autokantaennuste 1989-2010. Ennusteen seuranta 1992. Ennusteen tarkistaminen. Helsinki 1993. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 18/1993.

(Tielaitos 1994) Yleiset tiet 1.1.1994. Helsinki 1994. Tielaitoksen tilastoja 1/1994. ISBN 951-47-8742-0. TIEL 3300001-94.

(VTT 1987) Nastan muodon ja painon vaikutus tien päällysteen kulumiseen. VTT:n julkaisuja 624.

(VTT 1993) Kestopäällysteiden urautuminen, VTT:n julkaisuja 781.

(VTT 1994) Yhteenvedo renkaiden käytön ja talvikunnossapidon yhteiskunnallisesta optimoinnista. Työohjelma. Espoo 1994. VTT:n tutkimusraportti 208.

## TALVI JA TIELIIKENNE -PROJEKTIN JULKAISUJA (Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja)

Raskaan liikenteen kuljettajien kyselytutkimus (Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 44/1993. TIEL 4000050

Nastarenkaiden vaikutus matkoihin ja kuljettajien riskinottoon; Kuljettajavertailu, väliraportti (Tapani Mäkinen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 1/1994. TIEL 4000054

Liikennemäärät eri kelioloissa tiesääasemien kelitiedon ja liikenteen automaattisilta mittauspisteiltä saadun liikennetiedon perusteella (Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 14/1994. TIEL 4000064

Rajoitetun suolauksen kokeilu Uudenmaan tiepiirissä 1993-94; Ammattikuljettajien mielipiteet (Heikki Lappalainen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 20/1994. TIEL 4000068

Nastarenkaiden vaikutus polanteen kulumisnopeuteen ja tienpinnan kitkaominaisuuksiin (Matti Anila - Veli-Pekka Kallberg). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 26/1994. TIEL 4000072

Talvikelin vaikutus henkilöauton polttonesteen kulutukseen (Matti Anila, Veli Pekka Kallberg). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 27/1994. TIEL 4000073

CMA:n suotautumisen lysimetrikokeet talvikaudella 1993-1994. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 34/1994. TIEL 4000078.

Natriumkloridille tutkitut vaihtoehdot Yhdysvalloissa tehtyjen kirjallisuusselvitysten ja haastattelujen perusteella; Kirjallisuusselvitys. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 35/1994. TIEL 4000079.

Lumipolanteen kiillottuminen (Matti Anila, Kari Alppivuori) Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 39/1994. TIEL 4000082

Talvihoidon poikkileikkauseuranta; Suolauksen rajoitukset 1993-94 (Heikki Lappalainen). Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 40/1994. TIEL 4000083

Tieliikenteen kunnossapidon ja nastojen vaikutus pölyyn ilmassa. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 60/1994. TIEL 4000093

## TALVI JA TIELIIKENNE -PROJEKTIN JULKAISUJA (Tielaitoksen selvityksiä)

CMA:n ympäristövaikutuksia ja käyttökokemuksia, kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 38/1992. TIEL 3200092

Nastojen, hiekoituksen ja suolauksen aiheuttama pöly ja sen leviäminen ympäristöön, kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 70/1992. TIEL 3200120

Asfalttipäällysteiden suunnitteluperusteiden vertailu nastallisen ja nastattoman liikenteen välillä, kirjallisuustutkimus. Tielaitoksen selvityksiä 17/1993. TIEL 3200144

Nastallisen ja nastattoman liikenteen päällysteet, yhteenveto. Tielaitoksen selvityksiä 28/1993. TIEL 3200154

Tiesuolan pohjavesivaikutusten mallintaminen Joutsenonkankaalla (Amelia de Conter, Kirsti Granlund, Jouko Soveri). Tielaitoksen selvityksiä 33/1993. Keskushallinnon erillisprojekti. TIEL 3200158

Talvikunnossapidon laadun logistiset vaikutukset (Hanna Kalenoja, Jorma Mäntynen) Tielaitoksen selvityksiä 37/1993. TIEL 3200162

Talvirengastutkimus; Talvirenkaiden käyttö ja kunto sekä kuljettajien arviot talvirenkaistaan talvikaudella 1992-1993 (Kimmo Saastamoinen, Heikki Heinijoki). Tielaitoksen selvityksiä 45/1993. TIEL 3200170

Tiesuolaus ja pohjavedet; Nykytilan selvitys (Jukka Yli-Kuivila, Anna-Liisa Kivimäki, Timo Kinnunen). Tielaitoksen selvityksiä 49/1993. TIEL 3200174

Tiesuolan pohjavesivaikutukset - Kulkeutumismekanismien moni-ilmiömallinnus (Terhi Kling, Veijo Pirhonen). Tielaitoksen selvityksiä 65/1993. Keskushallinnon erillisprojekti. TIEL 3200190

Kokemuksia Japanin nastattomasta talviliikenteestä. Tielaitoksen selvityksiä 66/1993. TIEL 3200191

Suolan käytön vähentäminen, väliraportti väestön asenteista Kuopion läänin kokeiluun talvikaudella 1992-1993 (Pauli Niemelä, Juhani Laurinkari, Sakari Kainulainen, Risto Tuunanen). Tielaitoksen selvityksiä 67/1993. TIEL 3200192

Kelin vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikennevirran ominaisuuksiin (Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen selvityksiä 80/1993. TIEL 3200204

Teiden suolauksen vähentäminen Kuopion tiepiirissä; Vaikutukset talvella 1992-1993 (Veli-Pekka Kallberg). Tielaitoksen selvityksiä 86/1993. TIEL 3200210

Kuljettajakäyttäytyminen kaarre- ja jonoajossa (M. Roine). Tielaitoksen selvityksiä 87/1993. TIEL 3200212

Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen (Heikki Heinijoki). Tielaitoksen selvityksiä 19/1994. TIEL 3200229

Talvirangastutkimus; Talvikauden kulumis- ja kitkaominaisuuksien vertailu sekä käyttö ja kunto talvikaudella 1993-1994 (Jukka Antila, Timo Mäkelä, Heikki Heinijoki, Kimmo Saastamoinen). Tielaitoksen selvityksiä 34/1994. TIEL 3200243

Tiestön kunnossapito vähemmällä suolauksella. Loppuraportti väestön asenteista Kuopion läänin kokeiluun talvikausina 1992-1994 (Pauli Niemelä, Sakari Kainulainen). Tielaitoksen selvityksiä 38/1994. TIEL 3200247

Rajoitetun suolan käytön vaikutus asfalttibetonin kulumiseen (Timo Kurki). Tielaitoksen selvityksiä 46/1994. TIEL 3200255

Tiesuolan käytön vähentämisen vaikutukset tienvarren mäntyyn (Pinus sylvestris): Neulasten suolapitoisuudet ja ulkoiset vauriot vuosina 1992-94 (Eeva-Liisa Hautala, Lauri Kärenlampi): Tielaitoksen selvityksiä 51/1994. TIEL 3200260

Teiden talvisuolauksen vaikutus korroosio- ja kulumiskustannuksiin (Markku Rönholm, Jorma Huura, Eva Häkkä-Rönholm). Tielaitoksen selvityksiä 51/1994. TIEL 3200260

Nastojen vähentämisen vaikutus kunnossapitokustannuksiin (Pertti Virtala). Tielaitoksen selvityksiä 58/1994. TIEL 3200267