

20140523

# YMPÄRISTÖNSUOJELU TIENPIDOSSA II

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

TVH 2.646 A4

08

TIE

YMPÄRISTÖN



TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSEN  
YMPÄRISTÖNSUOJELUSEMINAARI  
12 - 13.11.1974 Jyväskylässä

TVH 2.646 A4 750

ISBN 951-46-1564-6

## SISÄLLYSLUETTELO

### I YLEISET AIHEET

- I.1 Seminaarin avaus  
E.A. Hietanen, Tie- ja vesirakennushallitus
- I.2 Ympäristönsuojelun lainsäädäntö  
ja sen kehittäminen  
P. von Boguslawsky & A-R. Wallin, Sisäasiainministeriö
- I.3 Tie- ja vesirakennuslaitoksen ympäristön-  
suojelutoiminnasta  
E. Matilainen, M. Ilva, A. Pehkonen,  
G. Strandström, Tie- ja vesirakennushallitus

### II YMPÄRISTÖNSUOJELU TEIDEN SUUNNITTELUSSA

- II.1 Yleisillä teillä tapahtuvan liikenteen  
haitalliset ympäristövaikutukset ja  
niiden estäminen  
M. Ilva, Tie- ja vesirakennushallitus
- II.2 Liikenneperäinen lyijy  
T. Miikkulainen, Tie- ja vesirakennushallitus
- II.3 Soravarat ja niiden käyttö luonnonsuo-  
jelunäkökohdat huomioon ottaen  
M. Suomalainen, Tie- ja vesirakennushallitus

### III YMPÄRISTÖNSUOJELU TEIDEN RAKENTAMISESSA

- III.1 Rakennustyömaiden ympäristöhaitat  
ja niiden estäminen  
J. Junnikkala, Tie- ja vesirakennuslaitos
- III.2 Ympäristönsuojelu louhintatyömailla  
P. Lindgren, Helsingin teknillinen korkeakoulu

III.3 Asfaltti- ja murskausasemille asetettavat ympäristönsuojeluvaatimukset  
TVL:n töissä ja niiden huomioon ottaminen  
E. Matilainen, Tie- ja vesirakennushallitus

#### IV YMPÄRISTÖNSUOJELU TEIDEN KUNNOSSAPIDOSSA

IV.1 Tiestön viheralueiden kunnossapidosta  
E. Hiltunen, Tie- ja vesirakennuslaitos

#### V MELU- JA PÖLYMITTAUKSET

V.1 Katsaus ympäristömelusuositukseen  
J. Nuotio, Oy Suomen Brüel & Kjaer Ab

V.2 Melun mittaus  
J. Nuotio, Oy Suomen Brüel & Kjaer Ab

V.3 Rakennuskoneiden melun mittaaminen  
U. Miettinen, Kuopion teknillinen oppilaitos

V.4 Laskeutuvan ja leijuvan pölyn mittaamisesta  
R. Kartastenpää, Työterveyslaitos

E.A. Hietanen

SEMINAARIN AVAUS

E.A. Hietanen

## SEMINAARIN AVAUS

Vaikka tie- ja vesirakennushallituksessa onkin ollut jo vuodesta 1963 lähtien maisemanhoidonvalvojan toimi, ja maisemallisiin näkökohtiin on tienpidossa kiinnitetty huomiota tätä aikaisemminkin, ovat tielainsäädännöstä puuttuneet ympäristönsuojelua koskevat säädökset. Tosin valtioneuvoston päätöksessä, joka sisältää teknilliset ohjeet yleisten teiden tekemisestä ja kunnossapidosta sekä ohjeet näkemäalueen määräämisestä, on sen yleisessä osassa mainittu, että tiesuunnittelussa ja muussa tienpidossa on, huomioon ottaen mitä erikseen on säädetty luonnonsuojelusta ja muinaismerkkien suojelemisesta, tie- ja liikenneteknillisten näkökohtien lisäksi kiinnitettävä huomiota tien rakenteellisten osien esteettisyyteen sekä maisemallisiin kauneusarvoihin. Tämä ei kuitenkaan mielestäni riitä, vaan tielakiin tulisi saada säädös siitä, että tienpidossa tulee kiinnittää huomiota ympäristönsuojelullisiin näkökohtiin ja että tie on suunniteltava siten, että tien ja sillä kulkevan liikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Tähän tiesuunnittelussa on mahdollisuuksien mukaan pyrittykin, mutta on myönnettävä, että asian hyväksi voitaisiin tehdä enemmänkin.

Kun tarkastellaan yleensä koko ympäristönsuojelun kenttää, on vastuu ympäristöhaittojen torjumisesta vähintäänkin epäselvä. Kuka esim. vastaa ajoneuvojen ja yleensäkin liikenteen aiheuttamien haittojen torjunnasta ja haittakorvauksista? Onko se tienpitäjä, niin kuin eräissä yhteyksissä vastoin yleisesti hyväksytyä aiheuttamisperiaatetta on esitetty? Jos näin olisi, jouduttaisiin varmasti erittäin vaikeisiin käytännöllisiin ja juridisiin ongelmiin. Olipa tämän asian laita miten hyvänsä, on todettava, että ympäristönsuojelua koskevan lainsäädännön kehittämistä tulisi kiirehtiä, jotta lainsäädännön vahentuneisuus ja puutteet eivät olisi esteenä ympäristönsuojelutyössä.

Vuosien 1976 - 1980 toimintasuunnitelman laatimisen yhteydessä on TVL:n piirissä selvitetty ympäristönsuojelun nykytilaa ja pyritty asettamaan tavoitteita tulevaisuuden toiminnalle.

Nykyisessä ympäristönsuojelutoiminnassa, niin kuin edellä kävi ilmi, on kiinnitetty ensisijaisesti huomiota suoranaisten haittojen torjuntaan, jolloin suoranaisilla haitoilla ymmärretään töiden toteuttamisesta aiheutuvia haittoja. Vä-  
lillisten haittojen, kuten liikenteen aiheuttaman melun ja ilman saastumisen, tienvarsien roskaantumisen ja laittomien mainosten suhteen, ovat tienpitäjän mahdollisuudet haitan torjumiseksi rajoitetut. TVH:n maisemanvalvojan ja piirien maisemanvalvojen toiminta onkin ollut pääasiassa maiseman- ja luonnonsuojelua.

Mainitsemassani TVL:n toimintasuunnitelmassa on päädytty tulevan kehityksen suhteen johtopäätökseen, että uusien teiden rakentamisen osuuden pienentyessä siirtyy ympäristönsuojelutoimenpiteiden painopiste teiden parantamis- ja kunnossapitotoimenpiteiden edellyttämiin ympäristönsuojelutehtäviin. Tämä onkin aivan luonnollista ottaen huomioon nykyinen liikenne- ja tiepolitiikassa selvästi nähtävä suuntaus. Toimintasuunnitelman määrä- ja laatutavoitteiden suhteen on todettava, että ne ovat yleisluontoisia, eikä niissä ole menty pitkälle yksityiskohtiin.

- Tiesuunnittelussa pyritään välttämään maiseman- ja luonnonsuojelun kannalta arvokkaita alueita. Maisemanhoitotoimenpiteet tehdään siten, että luonnon uudistuva vaikutus tulee mahdollisimman suurella määrällä käytettyä hyväksi.
- Asfaltti- ja murskausasemilla varaudutaan suunnittelukaudella saavuttamaan nykyisten suojelutoimenpiteiden B-luokan taso vähimmäisvaatimustasoksi.
- Liikenteen melu otetaan huomioon uusien teiden suunnittelussa. Nopeusrajoituksin pyritään pienentämään vanhoilla teillä liikennöivien ajoneuvojen meluhaittoja.
- Vesiensuojelussa pyritään estämään öljytuotteiden ja muiden vesille haitallisten aineiden pääsy maahan ja vesiin.
- Vesakkomyrkytykset pyritään korvaamaan suunnittelukaudella mekaanisin vesakonleikkuulaittein.

Koska maisemanvalvojat useimmissa piirikonttoreissa ovat sivutoimisia, mikä hankaloittaa ympäristönsuojelutoimintaa, on toimintasuunnitelmassa lähdetty siitä, että ympäristön-



suojelu pyritään vakiinnuttamaan organisaatiossa. Tässä tarkoituksessa maiseanvalvojen tehtävät pyritään muuttamaan päätoimiseksi suunnittelukauden alkupuolella. Toimintasuunnitelman mukaan henkilöstön määrälliset muutokset hoidetaan sisäisin siirtein toimialalta toiselle ja luonnollisen vaihtuvuuden kautta. Laadullisiin muutoksiin pyritään aktiivisin toimenpitein vaikuttamaan lähinnä siten, että laitoksen palvelukseen saadaan erilaista koulutusta saanutta henkilöstöä, jollaisesta erityisesti piirihallinnossa on puutetta. Niinpä suunnittelukauden loppupuolella saattaa tulla tarpeelliseksi erikoiskoulutetun ympäristönsuojeluhenkilökunnan palkkaaminen laitoksen palvelukseen.

Kaikesta edellä olevasta voidaan havaita, että ympäristönsuojelun työsaika on tulevaisuudessa huomattavien muutosten edessä; muutosten, jotka eivät ainakaan vähennä työmäärää, vaan todennäköisesti lisäävät ja monipuolistavat toimintaa suuresti.

P. von Boguslawsky & A-R. Wallin

YMPÄRISTÖNSUOJELULAINSÄÄDÄNTÖ  
JA SEN KEHITTÄMINEN

	sivu
1. Johdanto .....	1
2. Vesiensuojelu .....	1
3. Ilmansuojelu .....	2
4. Meluntorjunta .....	4
5. Jätehuolto .....	4
6. Alkuperäisen luonnon suojelu ja maisemanhoito .....	5
7. Luonnon virkistyskäyttö .....	6
8. Muita näkökohtia .....	7

P. von Boguslawsky & A-R. Wallin

## YMPÄRISTÖNSUOJELULAINSÄÄDÄNTÖ JA SEN KEHITTÄMINEN

### 1. Johdanto

Nykyhetken tilannetta voidaan parhaiten kuvata toteamalla, että Suomessa ei ole olemassa varsinaista ympäristönsuojelulainsäädäntöä. Totta tosin on, että ympäristönsuojelua koskevaa lainsäädäntöä on olemassa. Lainsäädäntö, samoin kuin hallinnon kehittäminen, on keino ympäristönsuojelun tavoitteiden toteuttamiseksi. Tätä keinoa ei ole tähän mennessä käytetty sellaisella johdonmukaisella tavalla, joka oikeuttaisi puhumaan ympäristönsuojelulainsäädännöstä. Tämä ei niinkään johdu siitä, että ympäristöasioita ei pidettäisi yhteiskunnallisesti merkittävänä kysymyksenä, vaan siitä, että ympäristönsuojelun hallinto on ollut järjestämättä.

Ympäristönsuojelua koskevat säännökset sisältyvät lukuisiin eri lakeihin ja alemman asteisiin säännöksiin, joiden täytäntöönpano ja valvonta jakautuu usean eri viranomaisen kesken. Tärkeimpinä lakeina voidaan pitää vesilakia (264/61), luonnonsuojelulakia (71/23), rakennuslakia (370/58), terveydenhoitolakia (469/65) sekä lakia eräistä naapuruussuhteista (26/20). Seuraavassa tarkastellaan lainsäädäntöä ympäristönsuojelun osa-alueittain, vaikka ympäristönsuojelu sinänsä muodostaakin toiminnallisen kokonaisuuden.

### 2. Vesiensuojelu

Vesilaki sisältää säännökset vesien käytön yleisistä rajoituksista sekä niin sanotusta yleiskäytöstä. Toimenpiteeseen, joka voi aiheuttaa vesistön pilaantumista tai vesistön muuttumista, saa vesilain mukaan ryhtyä vain, jos vesioikeus antaa siihen luvan. Käytännössä on vesistöjen pilaaminen siten sallittua tämän luvan nojalla. Kysymys onkin viime kädessä siitä, millä ehdoilla vesistöjä saa pilata. Lupamenettelyn lisäksi vesien pilaantuminen pyritään estämään ennakolta eräin ns. vesiensuoje-

luasetuksessa (283/62) mainituin erityistoimenpitein.

Koska vesilaki koskee vain yksittäisiä toimenpiteitä ja sen luvallisuutta, ei suojeluperiaatteen toteuttaminen käytännössä aina ole mahdollista, ellei riittävästi pystytä ottamaan huomioon eri pilaavien toimintojen yhteisvaikutusta. Tämä edellyttää vesienkäytön kokonaissuunnittelua. Vesilain tarkistamiskomitean mietinnössä (komiteamietintö 1972: B134) ehdotetaan, että vesilaissa annettaisiin säännökset ns. vesienkäytön yleissuunnitelmien laatimisesta ja vahvistamisesta. Komitea on esittänyt myös eräitä aineellisoikeudellisia muutoksia mm. pilaamiskieltoon sekä lupa-asioiden käsitteilyn siirtämistä vesioikeuksilta hallinnolliselle viranomaiselle: vesihallitukselle. Vesilain tarkistamistyö on menellään oikeusministeriössä.

Vesilain lisäksi vesiensuojelua koskevia säännöksiä on mm. laissa meren pilaamisen ehkäisemisestä (146/65) sekä aluksista aiheutuvien öljyvahinkojen torjumiseksi annetussa laissa (669/72). Näihin, eristyisesti merensuojelun kannalta keskeisiin lakeihin, tulee muutoksia Suomen allekirjoittamien kansainvälisten sopimusten johdosta. Tällaisena sopimuksena voidaan mainita Itämeren merellistä ympäristöä koskeva yleissopimus.

### 3. Ilmansuojelu

Erityinen ilmansuojelulainsäädäntö puuttuu Suomesta kokonaan. Tällä hetkellä koskevat ilmansuojelusta ainoastaan hajanaiset, muita tarkoituksia varten laaditut säännökset. Yleistettynä voidaan sanoa niiden vaikuttavan vain ilman likaantumista aiheuttavan toiminnan sijoittamiseen. Rakennuslainsäädännön mukaan asuntotontille tai yleisen rakennuksen tontille ei saa sijoittaa sellaista laitosta, joka kipinöiden, noen, savun, löyhkän tai muun sellaisen kautta aiheuttaa pysyväistä kohtuutonta räsitusta tontilla ja sen läheisyydessä asuville. Samantapainen säännös sisältyy lakiin eräistä naapuruussuhteista, jonka perusteella tällaisen laitoksen läheisyydessä asuva voi vaatia ryhdyttä-

väksi toimenpiteisiin ilman pilaantumisen vähentämiseksi. Sellainen tehdas, laitos tai varasto, josta voidaan katsoa aiheutuvan terveydellistä haittaa ympäristölle, saadaan terveydenhoitolain mukaan sijoittaa vain terveyslautakunnan hyväksymään paikkaan, mikäli sijoituspaikka ei ole asema- tai rakennuskaavassa varattu tällaiseen tarkoitukseen. Kunnallinen terveyslautakunta voi asettaa ennakkoehtoja laitoksen tai tehtaan sijoittamiselle sekä velvoittaa luvanhakijan suorittamaan tiettyjä toimenpiteitä haitan vähentämiseksi. Tieliikennelain (143/57) nojalla annettuun moottoriajoneuvoasetukseen (33/57) sisältyy määräys, jonka mukaan ajoneuvojen poistoputkista ei saa päästää savuja eikä pahanhajuista tai myrkyllistä kaasua siinä määrin tai siten, että siitä syntyy haittaa.

Erityisen ilmansuojelulain valmistelu on vireillä sisäasiainministeriössä. Tämä laki on tarkoitus säätää ilmansuojelun yleislaiksi; lakia sovellettaisiin kaikkeen ilmaa likaavaan toimintaan, kuitenkin niin, että työympäristön ilmansuojelussa noudatettaisiin työlainsäädännön säännöksiä. Ilmaa likaava toiminta on tarkoitus saattaa vesilainsäädäntöä vastaavalla tavalla ilmoituksen- ja luvanvaraiseksi. Sen lisäksi valtioneuvostolla olisi valta antaa immissionormeja, jotka ilmaisevat ilman sallitut epäpuhtaudet sekä emissionormeja, jotka puolestaan ilmaisevat ilmaa likaavasta toiminnasta ilmaan päästettävien kiinteiden, nestemäisten tai kaasumaisten aineiden sallittuja enimmäismääriä. Nämä normit ovat erityisen tarpeen ns. kollektiivisen likaantumisen, kuten autojen aiheuttaman likaantumisen vähentämiseksi. Ilmansuojelulain mukaan liikenteeseen käytetyt alueet, mutta eivät yksittäiset ajoneuvot, tulevat ilmoitus- ja lupamenettelyn piiriin. Valtioneuvosto voisi myös antaa koostumusnormeja, jotka koskevat ilmansuojelun kannalta haitallisten aineiden koostumusta. Valtioneuvostolla olisi siten mahdollisuus vaikuttaa esimerkiksi bensiinin lyijy- tai polttoöljyn rikkipitoisuuteen. Tämän normijärjestelmän toimivuutta on tarkoitus kokeilla antamalla ohjearvoja ennen varsinaisten normien säätämistä. Ilmansuojelulain edellyttämän lupajärjestelmän käytännön toteuttamisesta ei vielä ole päästy poliittisesti yksimielisyyteen. Pohdittavana on kolme eri lupamenettelyn vaihtoehtoa: ns. hallintolinja, jossa luvan myöntävänä viranomaisena olisi lääninhallitus,

sisäasiainministeriö tai valtioneuvosto aina asian laajuuden ja merkityksen mukaan; ns. oikeuslinja, jossa lupa-asiat käsiteltäisiin ympäristöoikeuksissa sekä Ruotsin mallin mukainen ns. lautakuntalinja, jolloin lupaviranomaisena toimisivat väliportaanhallintoon liitettävät lupalautakunnat. Uusi ilmansuojelulaki saataneen lakiteknillisesti valmiiksi ensi kevään aikana. Lakiesityksen antamisajankohta sekä lain voimaantulo riippuu poliittisista päätöksentekijöistä.

#### 4. Meluntorjunta

Myös meluntorjuntaa tarkoittava lainsäädäntö puuttuu Suomesta kokonaan. Sitä koskevat säännökset ovat jokseenkin samat kuin edellä ilmansuojelun osalta on esitetty. Ilmansuojelusekä meluntorjuntalakien valmistelu on tapahtunut koko ajan jokseenkin samanaikaisesti. Myös meluntorjuntalaki rakentuu melua aiheuttavan toiminnan ilmoituksen- ja luvanvaraisuuden pohjalle.

#### 5. Jätehuolto

Jätehuoltoa koskevia säännöksiä sisältyy terveydenhoitolaikiin sekä mm. paikallisiin poliisi- ja rakennusjärjestyksiin. Erityistä jätehuoltolakia on valmisteltu vuonna 1970 mietintönsä jättäneen jätehuoltokomitean ehdotusten pohjalta sisäasiainministeriössä.

Lakiehdotuksen lähtökohtana on, että toisaalta kunta katsotaan pääsääntöisesti velvolliseksi huolehtimaan alueensa jätehuollosta ja että toisaalta ne, joiden toiminnasta jätteet syntyvät, katsotaan velvollisiksi vastaamaan jätehuollon aiheuttamista kustannuksista. Lakiehdotus sisältää kaikkia jätehuollon vaiheita: jätteiden keräilyä, kuljetusta, vastaanottoa sekä varastointia, vaarattomaksi tekemistä ja näihin rinnastettavaa muuta käsittelyä koskevia säännöksiä. Jätteiden keräily on osa kiinteistön hoitoa ja kuuluu siten kiinteistön haltijalle. Tiealueiden jätehuolto tulisi kuulumaan tienpitäjälle. Yleisen tien tienpitäjän puhdistusvelvollisuus saattaa olla aiheellista ulottaa tiealueen lisäksi tien

vierialueelle sekä pysähdyspaikoille ja niiden välittömään ympäristöön. Tämä edellyttäisi tarkennusta yleisistä teistä annettuun lakiin (243/54), joka nykyisin edellyttää tien puhtaana pitoa vain milloin se on tarpeen.

Pääsäännön mukaan kunnan olisi järjestettävä alueellaan syntyvien jätteen käsittely. Milloin jätettä syntyisi kuitenkin poikkeuksellisen paljon, jäte olisi koostumukseltaan tuntematonta tai käsittelyn kannalta merkityksellisiltä ominaisuuksiltaan poikkeuksellista (räjähdysvaaralliset aineet), kunnan jätehuoltoviranomainen voisi päätöksellään jättää tällaiset jätteet kunnan järjestämän käsittelyn ulkopuolelle. Kunnan ei myöskään tarvitsisi ottaa vastaan kovin suuria määriä ns. erityis- eli ongelmajätteitä, joiden käsittelyn käytännön järjestelyjä pohditaan sisäasiainministeriön asettamassa ongelmajätetoimikunnassa. Jätteen käsittelyä varten kunnalla tulee olla vähintään yksi ns. valvottu kaatopaikka, samoin kuin erityisjätteen vastaanottopaikka. Kunnalla voi myös olla käsittelylaitoksia ja jätteen siirtokuormausasemia.

Lainsäädäntöömme ei - mahdollisia poliisijärjestyksen määräyksiä lukuun ottamatta - ole sisältynyt roskaamiskieltoa. Tämä puute on tarkoitus korjata uudessa jätehuoltolaissa, johon sisältyisi yleinen roskaamiskielto. Kiellon vastaisesta toiminnasta tai menettelystä seuraa mahdollisen rangaistuksen lisäksi puhdistamisvelvollisuus, minkä katsotaan toteuttavan ns. ennaltamisperiaatetta. Jätehuoltolaki saataneen lakiteknilisest i valmiiksi tämän vuoden aikana.

## 6. Alkuperäisen luonnon suoje lu ja maisemanhoito

Luonnonsuojelulaki mahdollistaa luonnonsuojelualueiden perustamisen sekä luonnonmuistomerkkien, harvinaisten kasvilajien ja riistaeläimiin kuulumattomien eläimien rauhoittamisen sekä ulkomainonnan rajoittamisen. Eläilajien suojelusta sisältyy säännöksiä myös metsästyslakiin (290/62). Luonnonsuojeluviranomaiset ovat luonnonsuojelulain tarjoamien mahdollisuuksien rajoissa ryhtyneet jossain määrin edistämään luonnonsuojelua, vaikka asian nykyistä tilaa ei voida enää pitää tyydyt-

tävänä. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että yli 50-vuotias luonnonsuojelulaki ei enää vastaa sille asetettavia vaatimuksia. Luonnonsuojelulain valmistelu on ollut vireillä maa- ja metsätalousministeriössä 60-luvun puolivälistä lähtien. Erityisenä epäkohtana on pidetty maisemansuojelun yleissäännösten ja erityisesti maankamaran ainesten ottamisen säätelymahdollisuuksien puuttumista. Rakennuslainsäädännön uudistamisen periaatemietinnössä (komiteamietintö 1974: 44) esitetään, että maankamaran ainesten ottaminen olisi tavanomaista kotitarvekäyttöä lukuun ottamatta saatettava yleisesti luvanvaraiseksi. Sisäasiainministeriö onkin kuluvan vuoden toukokuussa asettanut erityisen toimikunnan (maankamara-toimikunta), jonka tehtävänä on selvittää, miten rakennuslainsäädännössä olisi säädettävä maankamaran ainesten ottamista.

Luonnonsuojelulain pääsäännön mukaan ei taajaan rakennetun alueen ulkopuolella saa mainos-, propaganda- tai muussa sellaisessa tarkoituksessa sijoittaa ulkosalle ilmoituksia, julisteita, tauluja tai muita laitteita. Poikkeuksen muodostavat kokous-, valistus-, huvi- tai muuta sellaista tilaisuutta tai valtiollista tai kunnallista vaalia koskeva ilmoittelu. Samoin saadaan liike-, työ-, toimisto-, liikunta- tai kokoushuoneistona käytettävässä rakennuksessa tai sen välittömässä läheisyydessä ilmoittaa paikalla harjoitettavasta toiminnasta ja siellä myytävistä tavaroista. Lisäksi lääninhallituksella on valta hakemuksesta antaa tarpeellisiksi katsomillaan ehdoilla lupa kiellettyynkin mainosten sijoittamiseen. Ulkomainontaa koskevat säännökset ovat monissa kohdin tarkistamisen ja täydentämisen tarpeessa, vaikkakin tehostetulla valvonnalla ulkomainokset ovat vähentyneet n. 30 %.

## 7. Luonnon virkistyskäyttö

Luonnon virkistyskäyttöä koskevia säännöksiä on mm. ulkoilulaissa (606/73) sekä rakennuslainsäädännössä. Ulkoilulaki sisältää säännökset ulkoilureiteistä ja leirintäalueista. Valtion maalle, jolla on ulkoilun kannalta huomattava yleinen merkitys, voidaan perustaa valtion retkeilyalue.



Rakennuslainsäädäntö edellyttää, että kaavoituksessa osoitetaan (riittävästi) alueita virkistystarkoituksiin. Niin sanotut jokamiehenoikeudet ovat osittain lainsäädännön, osittain maan tavan mukaisia yleiskäyttöoikeuksia. Niihin kuuluu oikeus kulkea toisen maalla ja poimia sieltä erinäisiä luonnontuotteita sanottavaa häiriötä aiheuttamatta. Valtioneuvoston vuonna 1972 asettaman virkistysaluekomitean tehtävänä oli puolestaan selvittää ulkoiluun ja siihen verrattavaan virkistystoimintaan soveltuvien alueiden tarve, laatia ehdotus tällaisten alueiden käyttöönsaamisen turvaamiseksi ja ehdotus niistä järjestelyistä, jotka ovat tarpeen sovitettaessa ulkoilu- ja virkistyskäyttö muihin käyttötarpeisiin. Varsinaisena hallituksen esityksen muotoon puettuna lakiehdotuksena komitea esitti lakia virkistysalueen hankkimisesta ja ylläpitämisestä eräissä tapauksissa sekä lakia erämaa-alueista ja eräistä saaristoalueista. Mietintöön sisältyy myös rakennuslakia koskevia muutosehdotuksia sekä kannanotto jokamiehenoikeuksien lainsäädännöllisestä turvaamisesta. Mietintö on ollut lausuntokierroksella ja komitean ehdotuksia valmistellaan sisäasiainministeriössä edelleen.

Luonnon virkistyskäytön sääntelyyn laajassa mielessä voidaan lukea myös ns. maastoliikenne. Tätä koskevan lain valmistelu perustuu moottorikelkkatoimikunnan mietintöön (komiteamietintö 1972: B 64), jonka ehdotusten edelleen valmistelu tapahtuu nykyisin oikeusministeriössä.

#### 8. Muita näkökohtia

Edellä mainittujen lakien lisäksi ympäristönsuojeluun liittyviä säännöksiä on mm. torjuntalaissa (327/69) ja myrkkylaisissa (309/69), muinaismuistolaisissa (295/63) sekä laissa kulttuurihistoriallisesti huomattavien rakennusten suojelusta (572/64).

Yleisen ympäristönsuojelun kehittämisen kannalta keskeisinä seikkoina edellä mainittujen lisäksi voidaan pitää rakennuslainsäädännön kokonaisuudistusta sekä ympäristöhallinnon kehittämisyhtymyksiä.

Rakennuslainsäädännön uudistuksen valmistelu on ollut vireillä vuodesta 1970, jolloin sisäasiainministeriö antoi kaavoitus- ja rakennusasiain neuvottelukunnan tehtäväksi laatia ehdotuksen uuden lainsäädännön johtavista periaatteista. Koska maa-alueiden käytön suunnittelu on osa ennaltaehkäisevää ympäristönsuojelua, tähän uudistukseen liittyvät, entistä tehokkaampaan maankäytön rajoitukseen tähtäävät ehdotukset palvelevat ympäristönsuojelun kenttää.

Vuonna 1973 toteutettiin huomattavia ympäristönsuojeluun liittyvän hallinnon organisatorisia järjestelyjä. Sisäasiainministeriöön perustettiin erityinen ympäristönsuojeluosasto, jonka tehtävänä on käsitellä ympäristönsuojelun yleissuunnittelua ja valvontaa sekä niihin kuuluvien tehtävien hoidon koordinointia; ilmansuojelua, meluntorjuntaa sekä ulkoilua. Maa- ja metsätalousministeriöön perustettiin luonnonvarainhoitotoimisto, jolle siirrettiin aikaisemmin valtion luonnon-suojeluvalvojalle kuuluneet tehtävät. Nämä toimenpiteet ovat olleet omiaan jossain määrin kiinteyttämään ja vahvistamaan ympäristönsuojelun aikaisemmin hajanaista ja puutteellista hallinoa. Kuitenkin tärkeät ympäristönsuojelun osa-alueet kuuluvat edelleenkin kahden eri ministeriön alaisuuteen.

Valtioneuvoston kanslia asettikin helmikuussa 1973 työryhmän, jonka tehtävänä oli selvittää ja tehdä ehdotuksensa siitä, onko ympäristönsuojeluhallinnon keskittämiseksi tarkoituksenmukaista perustaa erityinen ympäristönsuojeluministeriö sekä millainen piirihallintojärjestelmä olisi ympäristönsuojelun hoitoa varten luotava. Työryhmä jätti selvityksensä tuloksena syntyneet vaihtoehtoiset hallintomallit kuluvan vuoden tammikuussa. Asian jatkokäsittely on siirtynyt edelleen uudelle komitealle, jonka tehtävänä on yleisesti selvittää uusien ministeriöiden perustamistarvetta.

E. Matilainen  
 M. Ilva  
 A. Pehkonen  
 G. Strandström

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSEN YMPÄRISTÖNSUOJELUTOIMINNASTA

	sivu
1. Johdanto .....	1
2. Ympäristönsuojelun huomioon otto tiedustelussa .....	1
3. Ympäristöhaittojen torjunta tie- rakentamisessa .....	5
4. Ympäristöhaittojen torjunta tien kunnossapidossa .....	7
5. Ympäristönsuojelu vesirakennustöissä .....	10
6. Ympäristönsuojelun tutkimustoiminta nykyään .....	10
7. Ympäristönsuojelu TVL:n organisaatiossa .....	11
8. Ympäristönsuojelun kustannukset .....	11
9. Ympäristönsuojelun koulutustoiminta .....	13
10. TVL:n ympäristönsuojelutoiminta tulevaisuudessa .....	13

E. Matilainen  
M. Ilva  
A. Pehkonen  
G. Strandström

## TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSEN YMPÄRISTÖNSUOJELUTOIMINNASTA

### 1. Johdanto

Tie- ja vesirakennuslaitoksen toimintaan liittyvät ympäristöhaitat voidaan jakaa suoranaisiin ja välillisiin haittoihin. Suoranaisilla haitoilla tarkoitetaan tällöin töiden toteuttamisesta johtuvia ja välillisillä haitoilla tiellä liikennöivien ajoneuvojen aiheuttamia ja muita sellaisia haittoja, jotka ovat seurausta tien tekemisestä. Suoranaisia haittoja ovat esim. teiden tekemisestä ja raaka-aineiden otosta aiheutuvat luonnon- ja maisemanmuutokset, työkoneiden aiheuttama melu, pöly, värinä ja vesien likaantuminen sekä kunnossapitotoimien mahdollisesti aiheuttamat haitat vesille.

Välillisiä haittoja ovat mm. tieliikenteen aiheuttama melu ja ilman likaantuminen, tienvarsien roskaantuminen ja tienvarsimainokset.

Ympäristönsuojelussa omaksutun ja jo käytetyn aiheuttamisperiaatteen mukaan tulee haitan aiheuttajan huolehtia sen torjumisesta ja siitä aiheutuvista kustannuksista. Tämän vuoksi on TVL:n ympäristönsuojelutoiminnassakin kiinnitetty ensisijaisesti huomiota suoranaisten haittojen torjuntaan. Yleisesti aiheuttamisperiaatteesta poiketen on tienpitäjälle katsottu kuitenkin kuuluvan mm. liikenteen aiheuttamien haittojen torjunta (komiteamietintö 1973: 6).

### 2. Ympäristönsuojelun huomioon otto tiesuunnittelussa

Tie pyritään suunnittelemaan harmoniseksi ja sellaiseksi, että se optisen ohjauksen avulla auttaa autoilijaa havaitsemaan ajoissa kaarevuuden muutokset ja siten edistämään liikenneturvallisuutta (tien sisäinen sopusointu). Toisaalta tie pyritään sovittamaan maastoon niin, ettei se kohtuuttomasti riko maise-

maa ja että se pystyy välittämään tiellä liikkujalle maiseman kauneusarvot (tien ulkoinen sopusointu).

Tien pääsuunnan määrittelyvaiheessa inventoidaan ympäristölliset tekijät sekä maiseman sietokyky erääksi maastokäytävän valintaperusteeksi. Valitun käytävän ympäristötekijät selvitetään tämän jälkeen tarkemmin ja laaditaan periaatteelliset toimenpide-ehdotukset suositellulle linjausvaihtoehdolle. Tien yleissuunnitelmaan kuuluu mm. maisemanhoidon yleissuunnitelma. Siinä kartoitetaan ne alueet ja kohteet, jotka vaativat maisemanhoito- ja muita ympäristönsuojelutoimenpiteitä. Tie- ja rakennussuunnitelmaan sisällytetään maisemanhoitosuunnitelma. Maisemanhoito otetaan huomioon kaikkien teiden suunnittelussa. Maisemanhoitoon sijoitettavat varat ovat suhteessa tien merkitykseen eli sen toiminnalliseen luokkaan ja tieympäristön laatuun. Moottoriteistä laaditaan aina maisemanhoitosuunnitelma, muista teistä, liitännäisalueista, tienpi-toaineenottopaikoista ja läjitysalueista sekä tiemestari-tukikohdista laaditaan maisemanhoitosuunnitelma alueen maisemallisen merkityksen mukaan. Maisemanhoitosuunnitelmassa, joka sisältää työpiirustukset ja -selostukset, erotetaan toisistaan toimenpiteet tiealueella ja tiealueen ulkopuolella. Tiealueen ulkopuoliset toimenpiteet esitetään suosituksina ja niiden suorittaminen edellyttää maanomistajan suostumista. Maisemanhoitosuunnitelman osasuunnitelmat ovat: maastonmuotoilu-, istutus-, nurmetus-, maansitomis- ja metsänmuotoilusuunnitelma. Maastonmuotoilusuunnitelmassa esitetään mm. normaalipoikkileikkauksista poikkeavat ratkaisut, tientekoai- neenottopaikat, läjitysalueet ja muut erikoisalueet. Istutus- suunnitelmassa esitetään mm. istutustyötä koskevat laatuvaati- mukset, ohjeet kasveista, ruokamullasta, lannoitteista, kasvualustojen kunnostyksesta, taimien istuttamisesta ja tu- kemisesta sekä edelleen istutusten sijainti ja muoto, kas- vien laji, lukumäärä, taimikoko ja istutusväli. Nurmetussuun- nitelmassa esitetään mm. nurmetettavat alueet, nurmetusluok- ka, nurmetusmenetelmä ja työselitys. Maansitomissuunnitelma laaditaan yleissuunnitelmassa osoitetuista kohdista. Metsän- muotoilusuunnitelma sisältää mm. työkohtaisen työselityksen kaikista raivaus-, harvennus- ja metsänperkaustöistä. Uuden metsämanttelin istuttaminen kuuluu myös tähän suunnitelmaan.

Tienpitoon tarvittavien raaka-aineiden ottopaikkojen valinnassa pyritään välttämään maiseman ja luonnon kannalta arvokkaita alueita. Tie- ja vesirakennushallituksen toimeksiannosta suorittaa Geologinen tutkimuslaitos Suomen soravarojen arviointia. Työ kestää 5 - 6 vuotta. Kuluvan vuoden syksyyn mennessä oli kartoitettu 2 ha suuremmat soraesiintymät Uudellamaalla, Kymessä, Turussa, Hämeessä, Keski-Suomessa, Vaasassa, Keski-Pohjanmaalla, Oulun läntisessä osassa, Kuopion piirin läntisessä osassa ja Mikkelin piirin läntisessä osassa. Tämän arviointityön yhteydessä ei ole toistaiseksi voitu määrittellä maiseman- ja luonnonsuojelun kannalta arvokkaita alueita muutoin kuin esiintymien geologisen arvon perusteella. TVH:n tarkoituksena on kuitenkin yhdessä luonnonsuojeluviranomaisten kanssa määrittellä arvokkaat, säilytettävät sora-alueet ja laatia sorankäyttösuunnitelmat nämä näkökohdat huomioon ottaen. Tie- ja vesirakennushallitus pitää erittäin tärkeänä sellaisen lainsäädännön aikaansaamista, jolla estetään myös sellainen yksityisten maanomistajien toiminta, joka voi pilata maiseman- ja luonnonsuojelun kannalta arvokkaita alueita. Vanhojen ja jo loppuun käytettyjen tienpitoaineenottopaikkojen aiheuttamat haitalliset maisemanmuutokset pyritään TVL:n toiminnassa korjaamaan jälkikäteen tapahtuvien hoitotoimenpitein.

Uuden soranottoalueen avaaminen edellyttää nykyään ennakolta laadittua soranotto-suunnitelmaa ja tähän perustuvaa hyväksyttyä kunnostussuunnitelmaa. Rahoitus kunnostamiseen varataan suunnitelman kustannusarviossa. Myös itse tiet pyritään maiseman- ja luonnonhoitotoimenpitein saamaan mahdollisimman miellyttäväiksi. Näiden ympäristövaikutusten huomioon ottamiseksi on TVH:ssa julkaistu mm. seuraavaa kirjallisuutta:

- Tienvarsien maisemanhoidon suunnittelu
- Ohjeita maisema- ja ulkonäkötekijöiden huomioon ottamiseksi tie- ja siltasuunnittelussa
- Istutustyön suorittaminen
- Tie- ja vesirakennuslaitoksen normaalimääräykset ja ohjeet
- Tierakennustöiden yleinen työselitys, yhteiset työt
- Vihertöiden yleinen työselitys
- Suuntauksen suunnittelu, normiehdotus
- Levähdys- ja pysäköimisalueet

- Kaivutoiminta yleisen tien läheisyydessä, ohjeluonnos
- Tienluiskien kasvillisuustutkimusraportti
- Tiemestartukikohtien viheraluetutkimus
- Ympäristönsuojelu ja -hoito maankamaraan ainesten kaivutoiminnassa.

Liikenteen aiheuttamista ympäristöhaitoista pahin on melu. TVH:n toiminnassa meluntorjuntaan on viime aikoina ryhdytty kiinnittämään entistä enemmän huomiota. Tieverkkosuunnittelutasolla - tällöin erityisesti taajamia koskevissa tieverkkosuunnitelmissa - pyritään melun vähentämiseen laatimalla suunnitelmat yhteistyössä kuntien kanssa, jolloin on mahdollista suositella taajamarakennetta, joka minimoii ajoneuvoliikenteen. Toisena keinona on tie- ja katuverkon jäsennöinti siten, että meluherkät alueet rauhoitetaan läpi- ja kauttakulkuliikenteeltä. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa pyritään samoin liikenneväylien ja niiden lähialueiden maankäytön suunnittelun yhteen niveltämiseen. TVH:n vaikutusmahdollisuudet tältä osin rajoittuvat suoja-alueeseen ja asemakaava-alueilla liikennealueeseen sekä näiden ulkopuolella maankäyttösuunnitelmista annettaviin lausuntoihin. Viimeksi mainituissa on lähdetty siitä, että liikenneväylän ja melukohteen etäisyyden tulee olla riittävä, jotta suositeltavia enimmäismelutasoja ei ylitetä. Erikoisratkaisut, kuten meluvallit, melua paremmin eristävät ikkunat jne., tulevat kysymykseen vain erityistapauksissa. Meluntorjuntalainsäädännön puuttuessa ei ole toistaiseksi selvitetty kenelle melun torjunta eri tapauksissa kuuluu.

Liikenteen aiheuttamista ympäristöhaitoista on TVH:ssa tehty mm. seuraavat tutkimukset:

- Liikenteen hättavaikutukset elinympäristöön
- Moottoriteiden vaikutukset asukkaisiin
- Liikenteen melu ja tiesuunnittelu
- Meluesteet

Liikenteen hättavaikutuksia elinympäristöön käsittelevä tutkimus suoritettiin omana työnä v. 1973. Tutkimuksessa kartoitettiin kyselyin suomalaisen taajamaväestön mielipiteitä tie- liikenteen hättöistä asuinympäristölle. Tutkimus moottoritei-

den vaikutuksista asukkaisiin suoritettiin v. 1971 niiden haittojen selvittämiseksi, joita moottoritie aiheuttaa sen varrella asuville ja tiealueelta poismuuttaville. Tuloksia käytettiin hyväksi mm. Naantali-Turku-Piikkiö-moottoritien suunnittelussa.

Liikenteen melua ja tiesuunnittelua käsittelevässä tutkimuksessa, joka suoritettiin TVH:n toimeksiannosta v. 1971, selviteltiin liikennemelun teoriaa ja torjuntakeinoja lähinnä yleisten teiden suunnittelua koskevien normaalimääräysten ja ohjeiden tarkistamista varten.

Liikennemelun torjumisessa kyseeseen tulevien melusteiden rakennetta ja kustannuksia selviteltiin omana työnä v. 1973-1974.

### 3. Ympäristöhaittojen torjunta tierakentamisessa

Pahimmat ympäristöhaitat tierakennustoiminnassa aiheutuvat asfaltti- ja murskausasemien toiminnasta. Asemien sekä niiden yhteydessä käytettävien työkoneiden ympäristöhaitoista on TVH:n toimeksiannosta suoritettu Teknillisessä korkeakoulussa seuraavat tutkimukset:

- Asfalttiaseman pölyämisestä ja sen mittaamisesta
- Murskausaseman toiminnasta aiheutuvasta ympäristön saastumisesta
- Asfalttiaseman savukaasujen koostumuksesta
- Asfalttiaseman melun ja pölyn mittaamisesta
- Asfalttiasemien pölynpoistolaitteiden ja emissiomittauslaitteiden kehittämistä
- Asfalttiaseman immission mittaamisesta.

Asfalttiaseman pölyämistä ja sen mittaamista koskeva tutkimus suoritettiin v. 1971. Tutkimus käsitteli mm. asfalttiasemilla syntyviä pölymääriä ja niihin vaikuttavia tekijöitä, pölyn-erottimia, pölynormeja ja pölymittaustekniikkaa.

Murskausasemia koskevassa tutkimuksessa v. 1972 selviteltiin mm. murskausaseman ympäristössä esiintyviä pöly- ja meluarvoja sekä näiden mittaustekniikkaa. Tulosten perusteella mää-



riteltiin tarvittavat suoja-alueet murskausaseman ympäristössä suositeltujen enimmäisarvojen alittamiseksi.

Asfalttiasemalla käytettävän polttoöljyn palamista ja savukaasun koostumusta selviteltiin v. 1972. Tutkimuksessa todettiin mm., että rumpujen ns. termiset hyötysuhteet olivat verraten alhaisia, mikä johtui polttoöljyn epätäydellisestä palamisesta. Savukaasun ei todettu aiheuttavan haittaa ympäristölle.

Asfalttiaseman melun ja pölyn mittaamista käsittelevä tutkimus, joka tehtiin v. 1972, oli jatkotutkimus ensiksi mainittuun tutkimukseen. Tutkimuksessa mitattiin melu- ja pölyarvoja asfalttiasemien ympäristöissä sekä määriteltiin tarvittavat suoja-alueet suositeltujen enimmäisarvojen alittamiseksi. Lisäksi kehitettiin asfalttiaseman olosuhteisiin entistä paremmin soveltuva pölymittauslaitteisto. Edellä mainittuun tutkimukseen tehtiin täydentävä jatkotutkimus v.1973, jolloin kehitettiin vielä uusi pölymittauslaitteisto. Samassa tutkimuksessa laskettiin myös, mitä eristasoisten pölyvaatimusten toteuttaminen TVL:n töissä tulisi maksamaan. Vuonna 1973 suoritettiin asfalttiasemilla pölymittauksia, joilla tarkistettiin aikaisemmin saadut suoja-alue-etäisyydet.

Koska suuri osa päällystysmassan valmistus- ja kiviaineksen murskaustöistä TVL:n tarpeisiin suoritetaan urakointina, katsottiin TVH:ssa tarpeellisiksi sellaisten työselitysten kaltaisten urakkavaatimusten aikaansaaminen, joilla voidaan estää pahimpien ympäristöhaittojen syntyminen. Tällaiset urakkavaatimukset laadittiin v. 1973:

- Asfalttiaseman ympäristönsuojelu
- Murskausaseman ympäristönsuojeluvaatimukset.

Näitä vaatimuksia, joita noudatetaan myös omissa töissä, käsitellään tarkemmin myöhemmässä esityksessä. Myös seuraavissa urakka-asiakirjoissa on ympäristönsuojelua käsitteleviä vaatimuksia ja ohjeita:

- Tienpäällystysurakan urakkaohjelma
- Murskaustyön urakkaohjelma
- Murskaustyön työselitys.

Ympäristönsuojelun huomioon ottamista varten on töiden valvo-  
jille annettu ohjeita seuraavissa asiakirjoissa:

- Päällystystöiden valvontaohjeet
- Murskaustöiden valvontaohjeet.

Valvontaohjeiden lisäksi on TVL:n piirikonttoreille annettu  
eräitä menettelytapaohjeita, mm. terveydenhoitolain edellyttä-  
män luvan hakemisessa noudatettavasta menettelystä.

#### 4. Ympäristöhaittojen torjunta tien kunnossapidossa

Tiemaisemaan sisältyy sekä rakennettuja että luonnonvaraisia  
maiseman osia, jotka usein ilman selvää rajaa liittyvät ym-  
päröivään maastoon. Rakennettujen nurmikoiden ja istutusten  
tarkoituksena on sitoa luiskia ja muita rakenteita. Eri paik-  
koihin sijoitetut istutukset toimivat myös liikenteen optisi-  
na ohjaajina, häikäisy-, näkö-, melu- ja tuulensuojina sekä  
kinostimina. Lisäksi tiemaiseman onnistunut muotoilu ja muut  
maisemanhoidon toimenpiteet liittävät tien luontevasti ympä-  
ristöönsä.

Luonnonvaraisiin tiemaiseman osiin sisältyy monia kunnossapi-  
dossa huomioon otettavia kohteita, kuten liittymäalueilla si-  
jaitsevia metsiköitä, rauhoitettuja puuyksilöitä ja muita  
luonnonmuistomerkkejä.

Tiemaiseman kunnossapidon tarkoituksena ja tavoitteena on niin  
rakennettujen kuin luonnonvaraistenkin osien hoitaminen siten,  
että ne jatkuvasti täyttävät tekniset, liikenteelliset ja es-  
teettiset tehtävänsä alkuperäisellä tai sitä paremmalla taval-  
la.

Tiemaiseman hoidolla on myös yleistä luonnonhoidollista mer-  
kitystä. Niinpä taajamissa tiemaiseman laajat viheralueet muo-  
dostavat osan asutusta kaunistavasta ja ilmaa puhdistavasta  
puistojärjestelmästä.

Moottori- ja moottoriliikenneteiden viheralueiden tasovaati-  
mus on etenkin taajamien kohdalla korkealuokkainen. Asutuskes-  
kusten ulkopuolella maisemoinnin tasovaatimus on alempi. Täl-

löin tulevat kyseeseen lähinnä metsäistutukset.

Viheralueiden kunnossapito edellyttää määrällisesti ja laadullisesti merkittäviä toimenpiteitä noin viisi kuukautta kestäväenä hoitokautena.

Viheralueiden hoitaminen poikkeaa muusta kunnossapitotoiminnasta merkittäväällä tavalla siinä suhteessa, että kuolleen materiaalin sijasta käsiteltävänä on elävä luonto. Eri kasvilajeilla on omat yksilölliset ravinnon-, veden- ja valontarpeensa. Ne kestävät eri tavalla vaurioitumisen seuraukset ja ne vaativat kullekin kasville soveltuvia ja oikeina ajankohtina suoritettuja hoitotoimenpiteitä. Kasvustojen iän ja olosuhteiden muuttuessa muuttuvat myös toimenpiteiden laatu ja suoritustiheys.

Edellisten näkökohtien perusteella on hoitotoimenpiteet valittava ja mitoitettava kullekin kohteelle erikseen. Hoitosuunnitelma on varauduttava lisäksi tarkistamaan vuosittain.

Teiden ja tienvarsien puhtaanapidon tarkoituksena on poistaa roskat, jätteet ja muut sellaiset ainekset, joita maisemahoidollisista, terveydellisistä tai muista syistä ei voida jättää tienpitäjän hoidossa olevalle alueelle. Puhtaanapito edistää osaltaan myös liikenneturvallisuutta.

Puhdistustarvetta aiheuttavat mm. seuraavat syyt:

- Tielle ja luiskiin heitetyt roskat
- Levähdysalueille, linja-autopysäkeille yms. paikoille kertyvät jätteet (jättesäkit ja -säiliöt, käymälät, levähdysalueen olekelumaaston roskaantuminen)
- Tienpidon aiheuttama puhdistustarve (liukkauden torjunnassa käytetty hiekka, liikennealueelle kulkeutuvat maa-ainekset, niitosta tai vesakontorjunnasta syntyvät jätteet)
- Kesto- tai muusta päällysteestä liikenteen irrottama aines
- Liikkuvista ajoneuvoista putoavat, varisevat tai valuvat ainekset
- Liikennevauriot (roskat, jätteet, saastuttavien ja/tai vaarallisten aineiden valuminen)
- Tuulen tai muiden luonnonilmiöiden seurauksena tiealueelle joutuvat rungot, latvukset ja oksat

- Tiealueelle kuolleiden eläinten haaskat
- Laitteisiin roiskuva kura

Viime aikoina on erityisesti levähdysalueiden puhtaanapidossa esiintynyt vaikeuksia, koska niitä käytetään mm. huvilajätteen kaatopaikkoina.

Teiden ja tienvarsien kunnossapitotoimenpiteistä saattavat ympäristölle olla haitallisia liukkauden torjunta suolaamalla, pölynsidonta öljyperäisillä tuotteilla ja vesakoiden torjunta myrkyttämällä. Näiden vaikutusten huomioon ottamiseksi on julkaistu mm. seuraavaa kirjallisuutta:

- Tutkimus moottoritien luiskan maaperän suolautumisesta liukkauden torjunnassa käytetyn suolan vaikutuksesta
- Tiesuolan esiintyminen moottoritien lähialueen maaperässä sekä pinta- ja pohjavesissä
- Vesakontorjuntaohjeet.

Maaperän suolautumista käsittelevä selvitys suoritettiin Uudenmaan piirissä v. 1968. Selvityksen mukaan eivät useana peräkkäisenä vuotena levitettyt suhteellisen suuret natriumkloridimäärät juuri lainkaan kohottaneet maa-aineksen kloridipitoisuutta.

Suolan liikkumisen selvittämiseksi suoritettiin v. 1969-1972 edellä mainittuun tutkimukseen jatkotutkimus. Tämänkään tutkimuksen mukaan ei maa-aines tieluiskissa ole suolautunut käytännöllisesti katsoen lainkaan, eikä havaittu pohjaveden suolautuminen ole alentanut lähellä tietä sijaitsevien kaivojen käyttöarvoa.

Vesakoiden torjunnasta on vuosittain annettu TVH:n ohjeet, joissa on otettu huomioon myrkkyjen vaarallisuus.

Välillisiä ympäristöhaittoja, kuten sorateiden pölyämistä, tienpinnalta irtoavan aineksen likaavaa vaikutusta, tienvarsien roskaantumista ja laittomia mainoksia, on tutkittu TVH:n toimesta tienpitäjän käytettävissä olevien torjuntatapojen selvittämiseksi.

## 5. Ympäristönsuojelu vesirakennustöissä

Vesiväylien rakentamisesta aiheutuvat ympäristöhaitat ovat melko vähäiset, joten aihetta ei ole TVH:n toimesta enemmälti tutkittu. Pahimmillaan haitat ilmenevät väylien rakentamisvaiheessa työkoneiden meluna, ruoppausten aiheuttamana vesien samentumisena sekä massasiirtojen aiheuttamana luonnon ja maiseman muutoksina. Luonnon- ja maisemansuojelunäkökohdat otetaan huomioon siistimällä rakennustöiden jäljet.

## 6. Ympäristönsuojelun tutkimustoiminta nykyään

TVL:n toimesta tai toimeksiannosta ovat parhaillaan tutkimuksen kohteena mm. seuraavat ympäristönsuojeluun liittyvät aiheet:

- Sorateiden pölyäminen
- Louhintatyömaiden ympäristöhaitat
- Liikenteen aiheuttaman lyijyn leviäminen
- Asfaltti- ja murskausasemien pölynpoistolaitokset
- Työskentelyolosuhteet asfaltti- ja murskausasemilla
- Nurmetettujen maantieluiskien kasvipeitteisyys ja sen kehitys.

Sorateiden pölynsidontatutkimuksia on tekeillä kaksi kappaletta, joista toinen tehdään TVH:ssa omana työnä ja toinen tilaustyönä TKK:ssa. Edellisessä tutkimuksessa on tavoitteena taloudellisimman suolaustavan löytäminen. Viime mainituksa tutkimuksessa selvitetään teiden pölyämisestä aiheutuvia ympäristöhaittoja. Ensin mainittu tutkimus valmistunee vuoden vaihteessa.

Louhintatyömaiden melua ja pölyä tutkitaan TVH:n tilaustyönä TKK:ssa. Ko. tutkimusten tuloksia käsitellään lähemmin myöhemmin tässä seminaarissa pidettävässä esitelmässä.

Liikenteen tienvarsille keräämän lyijyn haitallisia vaikutuksia selvitetään työterveyslaitoksella TVH:n tilaamassa tutkimuksessa. Tutkimus valmistuu näinä päivinä.

Asfaltti- ja murskausasemien pölynpoistolaitoksia tutkittiin viime kesän aikana TVH:n omana työnä ja tutkimuksia tultane jatkamaan ensi kesänä.

Asfaltti- ja murskausasemilla syntyvän melun ja pölyn arvoja selvitetään TVH:n tilaamassa tutkimuksessa työterveyslaitoksella. Tämäkin tutkimus valmistunee vuodenvaihteen tienoilla.

Nurmetettujen maantieluiskien kasvipeitteisyyttä ja sen kehitystä koskeva tutkimus suoritetaan TVH:n toimeksiannosta Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksella.

Kuten suoritetuista tutkimuksista ja selvityksistä ilmenee, käsittää TVL:n ympäristönsuojelutoiminta lähes kaikki ympäristönsuojelun osa-alueet.

#### 7. Ympäristönsuojelu TVL:n organisaatiossa

Ympäristönsuojeluasioiden käsittely keskushallituksessa tapahtuu lähinnä tiesuunnittelu- ja tierakennusosastoissa. Päätömmisiä virkoja on vain yksi: vuonna 1963 TVH:een perustettu maisemanhoidonvalvojan ylimääräinen toimi. Vuonna 1966 nimitettiin TVL:n jokaiseen piiriin yksi sivutoiminen maisemanhoidonvalvoja, joka yhteistyössä TVH:n maisemanhoidonvalvojan kanssa hoitaa maiseman- ja luonnonsuojeluun kuuluvat tehtävät.

Ilmansuojelu, meluntorjunta ja vesiensuojelu töiden toteuttamisessa perustuu urakointimääräyksiin ja erityisohjeisiin. Suojelutoimenpiteiden valvonta on tapahtunut työsuoritusten muun valvonnan yhteydessä ilman erityishenkilökuntaa.

#### 8. Ympäristönsuojelun kustannukset

Ympäristönsuojelun kustannuksia aiheutuu mm. seuraavien töiden toteuttamisesta:

- Viherrakentaminen
- Viherkunnossapito
- Asfaltti- ja murskausasemien pölynpoisto, meluntorjunta ja vesiensuojelu
- Tienvarsien ja levähdysalueiden puhtaanapito.

Tehdyt ympäristönsuojelutoimenpiteet on rahoitettu erittelemättä hankkeiden muiden menojen yhteydessä, koska ympäristönsuojelutoimenpiteitä ei yleensä ole voitu erottaa omaksi kokonaisuudekseen, joka litteroitaisiin jälkikäteen tapahtuvaa kustannuslaskentaa varten. Ympäristönsuojelutoimenpiteillä on usein myös rakenteellisia tehtäviä: esim. vihertöillä luiskien sitominen ja pölynsidonnalla kulutuskerroksen kunnossapito. Lisäksi ne voivat edistää mm. liikenneturvallisuutta, kuten esim. viherkunnossapito, joka vaikuttaa näkemien paranemiseen.

Viherrakennustyöt edustavat n. 0,5 - 1,0 % rakennuskustannuksista. Moottoritieillä ne maksavat n. 100 000 - 250 000 mk/tiekilometri ja muulla tiellä 10 000 - 100 000 mk/tiekilometri tien luokasta riippuen. Nurmisiementä kuluu vuosittain n. 150 tonnia ja lannoitteita n. 1 500 tonnia, jotka maksavat yhteensä n. 2 milj.mk/vuosi.

Viherkunnossapidon, josta 2/3 on niittoa, kustannukset vaihtelevat melko paljon. Viherkunnossapito moottoritieillä maksaa vuosittain n. 2 500 mk/tiekilometri ja muulla tiellä vähintään n. 150 mk/tiekilometri.

Kemiallinen vesakontorjunta maksaa kertasuorituksena 30 - 40 mk/tiekilometri ja mekaaninen n. 300 mk/tiekilometri. Edellinen vaikuttaa 3 - 5 vuotta ja jälkimmäinen n. 2 vuotta. Tänä vuonna käytettiin kemiallista vesakontorjuntaa n. 6 000 tiekilometrillä, mistä aiheutuvat kustannukset olivat n. 250 000 mk.

Soranottoalueiden kunnostus (muotoilu ja metsitys) maksaa n. 7 000 mk/ha.

Asfalttiasemien pölynpoiston lisäkustannukset ovat n. 70 000 mk/urakka käytettäessä märkäerotinta ja n. 140 000 mk käytettäessä suodatinta.

Sorateiden pölynsidontaan käytetään tänä vuonna n. 20 milj.mk. Ympäristönsuojelun osuus tästä on vaikeasti erotettavissa.

Lisäksi aiheutuu kustannuksia tien linjauksen ja tasauksen muutoksista, jotka ovat seurausta ympäristönsuojelunäkökohtien huomioon ottamisesta. Nämä kustannukset saattavat olla erit-

täin huomattavat.

Ulkopuolisilla teetettyihin ympäristönsuojelun tutkimuksiin on käytetty tähän mennessä n. 200 000 mk.

#### 9. Ympäristönsuojelun koulutustoiminta

Koska ympäristönsuojelun yleisiä koulutustilaisuuksia on maasamme toistaiseksi järjestetty vähän ja harvoin, eivätkä tällaiset tilaisuudet täytä täysin alan sovelletun tiedon tarvetta, järjestää TVL henkilökunnalleen koulutustilaisuuksia ympäristönsuojeluun liittyvien näkökohtien huomioon ottamiseksi kaikkentasoisessa toiminnassa. Toimialoittain järjestettyjen koulutustilaisuuksien ohella pidetään vuosittain alan kokoava tilaisuus, ns. ympäristönsuojeluseminaari.

#### 10. TVL:n ympäristönsuojelutoiminta tulevaisuudessa

TVL:n toimintasuunnitelmassa v. 1976 - 1980 on esitetty määrä- ja laatuavoitteet huomioon otettavaksi TVL:n ympäristönsuojelutoiminnassa:

1. Tiesuunnittelussa pyritään välttämään maiseman- ja luonnon-suojelun kannalta arvokkaita alueita.
2. Maisemanhoitotoimenpiteet tehdään siten, että luonnon uudistuva vaikutus tulee mahdollisimman suuressa määrin käytettyä hyväksi.
3. Asfaltti- ja murskausasemilla varaudutaan suunnittelukaudella saavuttamaan nykyisten suojelutoimenpiteiden B-luokan taso vähimmäisvaatimustasoksi.
4. Liikenteen melu otetaan huomioon uusien teiden suunnittelussa. Nopeusrajoituksin pyritään pienentämään vanhoilla teillä liikennöivien ajoneuvojen meluhaittoja.
5. Vesiensuojelussa pyritään estämään öljytuotteiden ja muiden vesille haitallisten aineiden pääsy maahan ja vesiin.
6. Vesakkomyrkytykset pyritään korvaamaan suunnittelukaudella mekaanisin vesakonleikkuulaittein.



Ympäristönsuojelu vakiinnutetaan toimintasuunnitelman mukaan organisaatiossa. Henkilöstöä käytetään toiminnan laajetessa suunnittelukaudella nykyistä enemmän ympäristönsuojeluun. Suunnittelukauden alkupuolella pyritään maisemanvalvojen tehtävät muuttamaan päätoimisiksi. Kauden loppupuolella saattaa tulla tarpeelliseksi erikoiskoulutetun henkilökunnan hankkiminen. Ulkopuolisia resursseja käytetään ympäristönsuojelun suunnittelutehtävissä.

Keskushallituksen toimesta suoritetaan ympäristönsuojelun tutkimus- ja kehitystoimintaa ja järjestetään jatkuvaa koulutusta, joka suunnataan kaikille tasoille.

Edelleen on toimintasuunnitelmassa annettu ohjeeksi mm., että hankkeiden rahoituksessa otetaan huomioon ympäristönsuojelun aiheuttamat lisäkustannukset, ja että määrärahoja varataan toteutettujen järjestelyjen ylläpitoon. Lisäksi pyritään ottamaan huomioon tutkimus-, kehitys- ja koulutustoiminnasta ja mahdollisista öljyvahingoista aiheutuvat kustannukset, ilmansuojelun ja meluntorjunnan valvontalaitteistojen hankintakustannukset sekä näiden käyttökustannukset.

M. Ilva

YLEISILLÄ TEILLÄ TAPAHTUVAN LIIKENTEEN HAITAL-  
LISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN ESTÄMINEN

	sivu
1. Johdanto .....	1
2. Liikenteen aiheuttama melu	
2.1 Melutasoon vaikuttavat tekijät .....	3
2.2 Melualueen laskeminen ja tavoitteel- liset enimmäismelutasot .....	6
2.3 Liikennemelun torjunta .....	9
3. Eräitä TVL:n toimintaan liittyviä muita näkökohtia .....	12
Kirjallisuusluettelo .....	13

M. Ilva

YLEISILLÄ TEILLÄ TAPAHTUVAN LIIKENTEEN HAITALLISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA NIIDEN ESTÄMINEN

1. Johdanto

Käsitteeseen "liikenteen aiheuttamat haitalliset ympäristövaikutukset" luetaan kuuluvaksi lähinnä liikenteen aiheuttama melu sekä ilman ja maaperän saastuminen. Toisinaan katsotaan, että myös liikenneturvallisuus tai paremminkin turvattomuus kuuluu tämän nimikkeen alle. Koska tämän seminaarin tarkoituksena ei ole käsitellä liikenneturvallisuuskysymyksiä - järjestäähän laitos yksinomaan niitä käsitteleviä neuvottelupäiviä - jätän ne esitykseni ulkopuolelle.

Liikenteeseen liittyviä haittatekijöitä tutkittiin TVH:n toimesta v. 1973. Haastattelutukimuksen tuloksena saatiin mm. seuraava taulukko (taulukko 1), joka syntyi siten, että vastaajia pyydettiin jakamaan 10 000 mk oletetussa asunnonostotilanteessa annettujen kymmenen liikennehaitan vähentämiseksi.

Taulukko 1. Eri parannustoimenpiteiden arvostus oletetussa asunnonostotilanteessa

Tekijä	Koko aineisto (1424) %	Kaupungit (1159) %	Maalaiskunnat (265) %
1) Jalankulun turvallisuus	19	19	18
2) Ilman saastuminen	15	15	13
3) Ajoneuvoliikenteen turvallisuus	14	13	17
4) Liikenteen melu	13	14	12
5) Työmatkan kokonaisaika	11	11	11
6) Liikenneolosuhteet	8	8	9
7) Vuorotiheys	7	6	7
8) Ajoaika keskustaan	5	5	5
9) Kävelyaika lähiliikekeskukseen	5	5	5
10) Kävelyaika ulkoilualueelle	4	4	3

Annetuista haitoista puuttui mm. maaperän saastuminen, joten täydellistä kuvaa taulukko ei anna. Lisäksi on huomattava, että kysely kohdistui vain taajamaväestöön - maalaiskunnat tosin mukaanluettuna - joten täysin kattavana ei tutkimusta voida tästäkään syystä pitää. Puutteistaan huolimatta tutkimus viittaa siihen, että liikenteen aiheuttamat ympäristöhaitat ovat niitä, joiden vähentämiseen ihmiset toivovat uhrattavan enemmän rahaa kuin useaan muuhun liikenteeseen liittyvään haittaan.

Tämänkertaisen seminaarin tarkoituksena on viimevuotista enemmän keskittyä teorian sijasta yleisten teiden liikenteen aiheuttamiin ympäristöhaittoihin ja näiden osalta niihin, joista on olemassa suhteellisen varmaa tietoa. Tällaisina konkreettisina haittoina käsitellään tässä yhteydessä liikenteen aiheuttamaa melua ja lyijyn leviämistä. Jotta liikenteen aiheuttamaa ilman saastumista ei täysin unohdettaisi, on siitä tässä yhteydessä kuitenkin syytä mainita muutama sana. Laajemmin asiaa on käsitelty mm. viimevuotisen seminaarin esityksessä "Liikenteen aiheuttama ilman saastuminen".

Liikenteen osuus ilman saastumisesta vaihtelee alueellisesti siten, että se kaupunkien keskustoissa saattaa nousta 80-90 %:iin jääden maaseutuolosuhteissa usein alle 10 %:n. Toisaalta vaihtelu on suuri eri yhdisteiden osalta. Pääasiassa liikenneperäisiä saasteita ovat hiilimonoksidi ja hiilivedyt. Lisäksi typpioksidien tuotossa liikenteellä on suuri osuus. Rikkidioksidia puolestaan joutuu ilmakehään pääasiassa teollisuuden, lämmityksen ja voimantuotannon tuloksena (taulukko 2).

Taulukko 2. Liikenteen osuus ilman saasteista eri yhdisteiden osalta (liikenne, teollisuus, lämmitys ja muut kulttuuriperäiset saasteet)

Epäpuhtaus	Suomi v. 1970	Ruotsi v. 1970	USA v. 1970
Hiilimonoksidi CO	90 %	98 %	64 %
Hiilivedyt HC <sub>x</sub>	65 %	100 %	52 %
Typpioksidit NO <sub>x</sub>	40 %	60 %	40 %
Rikkioksidit SO <sub>x</sub>	2 %	3 %	2 %
Partikkelit	10 %	6 %	4 %

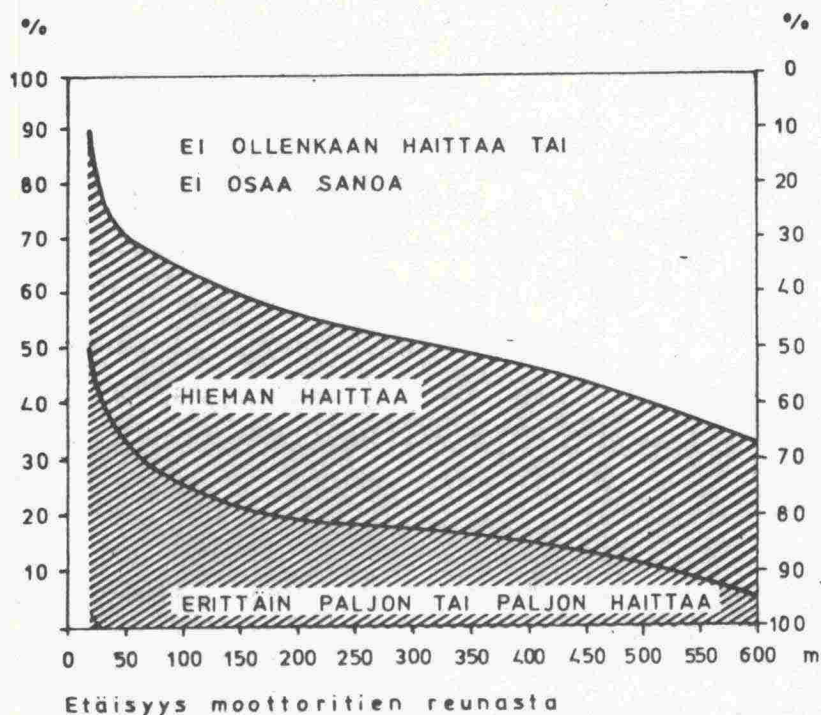
Ajoneuvoihin kohdistuvien määräysten ohella voidaan liikenneperäisten saasteiden vähentämiseen vaikuttaa suunnittelijan käytettävissä olevin keinoin: esimerkiksi minimoimalla liikennetarve, suosimalla joukkoliikennettä ja kevyttä liikennettä sekä parantamalla liikenteen sujuvuutta.

Lyijyn leviämistä tienvarsille käsitellään seminaarissa erikseen.

## 2. Liikenteen aiheuttama melu

### 2.1 Melutasoon vaikuttavat tekijät

TVH:n toimesta tehtiin v. 1972 haastattelututkimus, jossa selvitettiin mm. miten eri etäisyydellä moottoritiestä asuvat ihmiset kokevat moottoritien liikenteen aiheuttaman melun (kuva 1).



Kuva 1. Melun haitallisuuden kokeminen etäisyyden funktiona.

Käyrästä on luonnollisesti jossain määrin "epätieteellinen", koska liikennemääriä, välimaaston kasvillisuutta, rakennuksen korkeusasemaa tiehen nähden jne. ei ole otettu huomioon. Meluproblematiikan tarkastelun lähtökohdaksi se kuitenkin antaa kokemusperäisen ja helposti ymmärrettävän kuvan. Kuvasta voidaan havaita, että n. 50 m:iin saakka liikenteen haitallinen vaikutus on huomattava, mutta selvä muutos haitan kokemisessa tapahtuu jo 150 m:n etäisyydellä.

Liikenteen aiheuttaman melun tasoon vaikuttavia tekijöitä on laajemmin käsitelty viimevuotisen seminaarin esityksessä "Maankäytön ja tien suunnittelu meluntorjunnan kannalta". Seuraavassa käsittelem näitä tekijöitä lyhyesti.

Lähtökohtana myös liikennemelun torjunnassa voidaan pitää liikenneverkon jäsenöintiä, jonka avulla saavutetaan kullakin väylällä tasalaatuinen liikennevirta.

Liikennemäärän vaikutusta melutasoon kuvaa taulukko 3, nopeuden vaikutusta taulukko 4, kuorma-autoihin kohdistetun ajoikiellon vaikutusta taulukko 5 ja tien tasauksen vaikutusta taulukko 6. Mäen jyrkkyys alkaa vaikuttaa nousuprosentin ylitäessä 2 %. 3 - 4 %:n nousu lisää melutasoa n. 2 dB(A), 5 - 6 %:n nousu n. 3 dB(A) ja 7 %:n nousu n. 7 dB(A). Vaikutus on luonnollisesti suurempi mitä pidemmästä noususta on kyse. Pääallsteen vaikutusta melutasoon selvittävät kuva 2 ja taulukko 7.

Taulukko 3. Liikennemäärän vaikutus melutasoon

Ajon./vrk	Korjaus dB(A)	Ajon./vrk	Korjaus dB(A)
1 000 - 1 100	- 10	10 000 - 11 000	0
1 200 - 1 400	- 9	12 000 - 14 000	+ 1
1 500 - 1 700	- 8	15 000 - 17 000	+ 2
1 800 - 2 200	- 7	18 000 - 22 000	+ 3
2 300 - 2 800	- 6	23 000 - 28 000	+ 4
2 900 - 3 500	- 5	29 000 - 35 000	+ 5
3 600 - 4 400	- 4	36 000 - 44 000	+ 6
4 500 - 5 600	- 3	45 000 - 56 000	+ 7
5 700 - 7 000	- 2	57 000 - 70 000	+ 8
7 100 - 8 900	- 1	71 000 - 89 000	+ 9
9 000 - 10 000	0	90 000 - 112 000	+ 10

Liikennemäärän kaksinkertaistuminen lisää melutasoa 3 dB(A) ja 10-kertaistuminen 10 dB(A).

Taulukko 4. Nopeusrajoituksen vaikutus liikennevirran melutasoon (dB(A))

Nopeus ennen rajoitusta	Rajoitettu nopeus km/h				
	50	70	90	110	130
130 km/h			-3	-1	0
110 "		-5	-2	0	+1
90 "	-5	-3	0	+2	+3
70 "	-2	0	+3	+5	
50 "	0	+2	+5		

Taulukko 5. Kuorma-autoihin kohdistetun ajokiellon vaikutus melutasoon

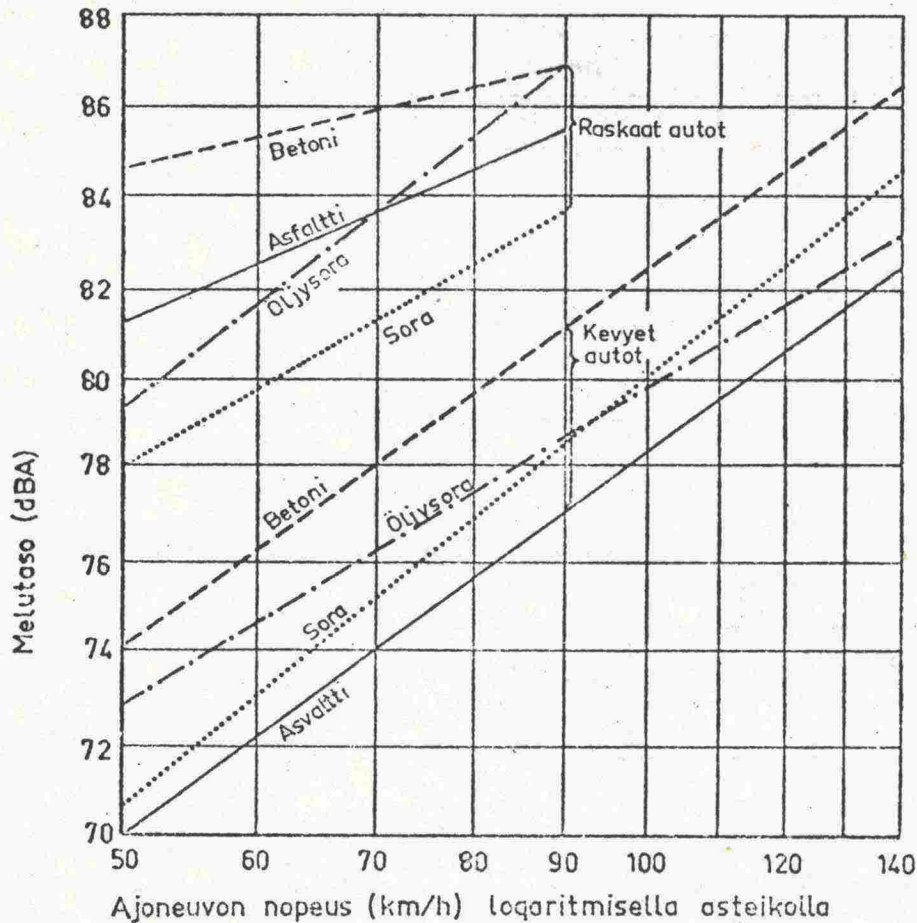
Kuorma-autojen prosentuaalinen osuus	50	40	30	20	15	10	5
Kiellon aiheuttama melutason lasku dB(A)	8	7	6	5	4	3	1

Taulukko 6. Tien tasauksen vaikutus liikennemelun leviämiseen

Tasaus	Melutaso dB(A)	
	30 m tiestä	150 m tiestä
Maanpinnan tasossa	71	62
Tie 7 m:n leikkauksessa	58	47
Tie 7 m:n penkereellä	60	59

Taulukko 7. Karkealla ja sileällä asfaltilla mitattujen melutasojen erotus (dB(A)) (nopeus 50 km/h)

Ajoneuvotyyppi	Maksimi	Minimi	Keskiarvo
Kevyt auto	10	0	5,2
Raskas auto	4	-2	1,0



Kuva 2. Melutason riippuvuus nopeudesta eri päällysteillä

## 2.2 Melualueen laskeminen ja tavoitteelliset enimmäismelutasot

Mikäli tarkempaa mitoitusta ei suoriteta, voidaan melualueen määrittämiseen käyttää taulukon 8 ja/tai kuvan 3 osoittamia minimietäisyyksiä. Kummatkin perustuvat efektiiviseen melutasoon 59 dB(A) rakennusten ulkopuolella. Edellisessä raskaan liikenteen osuudeksi on arvioitu n. 10 %, jälkimmäisessä n. 15 %.

Melualueen tarkempaa laskemista varten on Statens planverk laatinut käyrästön korjauskertoiminen. Laskentaesimerkki on esitetty viimevuotisessa esityksessä.

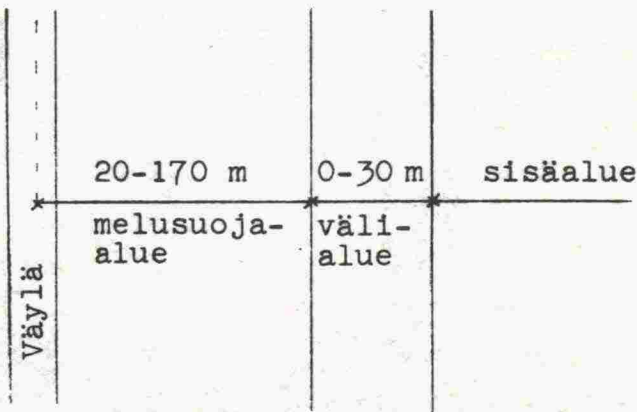


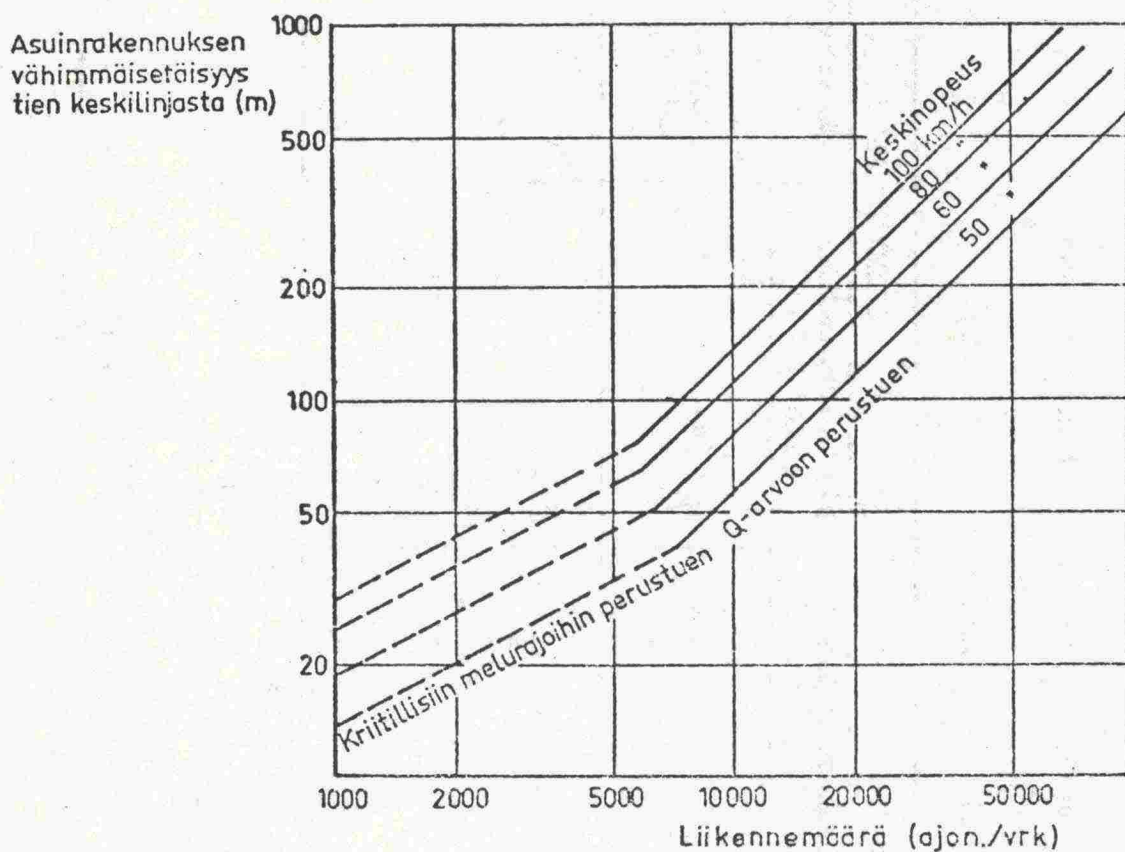
Taulukko 8. Tien keskilinjan ja asuinrakennuksen välinen minimietäisyys (melusuoja-alue), kun tarkempaa mitoittamista ei suoriteta.

Välialueella vaadittava ikkunaeristys on 27 dB(A) tiellepäin olevissa makuu- ja olohuoneissa

Melusuoja-alue koko leveydeltään istutettu (ei muita melusteitä).

VÄYLÄLUOKKA	ULOMMAT ALUEET				SISEMMÄT ALUEET			
	yksikerroksiset rakennukset		viisikerroksiset rakennukset		yksikerroksiset rakennukset		viisikerroksiset rakennukset	
	melusuoja-alue m	väli-alue m	melusuoja-alue m	väli-alue m	melusuoja-alue m	väli-alue m	melusuoja-alue m	väli-alue m
Moottoritiet 2 + 2 kaistaa	140	50	170	30	130	50	160	30
Moottorikadut 2 + 2 -"-	120	50	160	30	80	50	130	30
I-luokan pääkadut 2 + 2 -"-	90	50	140	30	60	30	100	30
II-luokan pääkadut 1 + 1 -"-	50	30	90	30	35	20	65	30
Kokoojakadut	melusuoja-alue aina 20 m, ei välialuetta							
Tonttikadut	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-





Kuva 3. NKB:n melutyöryhmän vuonna 1970 esittämä käyrästä tien melualueen mitoittamiseksi.

Suunnittelijoita sitovia melunormeja Suomessa ei tois-  
taiseksi ole. Ruotsissa Statens planverk suosittelee  
seuraavia enimmäismelutasoja (taulukko 9), joita on  
sovellettu meillä joidenkin kaupunkien ja myös TVL:n  
toiminnassa.

Taulukko 9. Statens planverkin suosittelimat enimmäismelutasot.

Toiminta/huonetila	Sallittu efektiivinen melutaso dB(A)	
	päivällä 06...18	yöllä 23...06
<b>SISÄLLÄ</b>		
Asunnot		
- asuinhuoneet	35	25
- muut tilat	40	
Työtilat		
- taustamelu rajoitettu	40	-
Koulutustilat		
- luokkahuoneet, kokoontumistilat, kurssihuoneistot jne.	35	-
Hoitolaitokset		
- potilashuoneet	35	25
- toimenpidehuoneet	35	-
<b>ULKONA</b>		
Virkistysalueet		
- asuntojen / koulujen ja sairaaloiden läheisyydessä	55	

### 2.3 Liikennemelun torjunta

Liikennemelun torjunnan tulee lähteä em. melutasoon vaikuttavien tekijöiden huomioon ottamisesta. Tätä on syytä korostaa, koska muut torjuntakeinot ovat kalliita ja usein ympäristöön huonosti sopeutuvia. Lisäksi vastuukykyksiä ei toistaiseksi ole selvitetty. Näitä keinoja, joista itse mielelläni käytän sanontaa "häätäratkaisu", ovat kiinteät meluesteet ja ääntä paremmin eristävät ikkunat sekä kasvillisuuden käyttö.

Kiinteän meluesteen ( seinä, valli tai kaide ) tehon ratkaisee

esteen tehollinen korkeus. Kovin korkeita esteitä ei maisemallisten tekijöiden vuoksi voida käyttää.

Seuraavassa on eräs esimerkki melusteiden vaikutuksesta (kohde on 4 m:n korkeudella ja 100 m:n etäisyydellä tiestä).

- 2 - 3 m:n este tien vieressä,	vähennys	5 dB(A)
- 4 m:n este tien vieressä,	- " -	8 "
- 6 m:n este 40 m:n etäisyydellä tien keskilinjasta,	- " -	8 "
- 12 m:n este 40 m:n etäisyydellä tien keskilinjasta,	- " -	15 "

Meluseinä tai -kaide voidaan tehdä mm. puusta, betonista, tiilestä tai metallista. Melukaidetta voidaan käyttää lähinnä silloilla ja korkeilla penkereillä. Ongelman muodostaa Suomen olosuhteissa talvella lumen poisto väylältä melukaiteen kohdalla. Meluvalli puolestaan vaatii riittävästi tilaa leveys-suunnassa ja asettaa vaatimuksia maapohjan kantavuudelle. Vallin materiaalilla ei ole erityisvaatimuksia.

Tavallisen ikkunan ääneneristyskyky on 25 dB(A). Pienellä ikkunapinta-alalla ( alle 20 % ) ja huolellisella tiivistyksellä voidaan päästä 27 dB(A):iin. Varustamalla kadunpuoleiset ikkunat koneellisella ilmanvaihdolla, johon kuuluu myös raittiin ilman sisäänpuhallus, voidaan päästä 30 dB(A) ääneneristyskykyyn. Parhaimmillaan voidaan ääneneristyskyky nostaa arvoon 33 dB(A).

Kasvillisuus vähentää melua tehokkaasti silloin, kun se on tarpeeksi tiheätä ja muodostaa tarpeeksi leveän vyöhykkeen. Istutuksilla voidaan lisäksi parantaa kiinteiden melusteiden maisemallisia vaikutuksia. Etuna on lisäksi se, että kasvillisuus estää liikenteen aiheuttamien saasteiden leviämistä ympäristöön.

Erilaisten meluntorjuntatoimenpiteiden karkeat yksikkökustannukset ovat seuraavat ( taulukko 10 ) :

Taulukko 10. Liikennemelun torjuntatoimenpiteiden kustannuksia (syyskuu 1974).

Meluste, 3 m korkea:		
Maavalli		
- massat tielinjalta		290 mk/jm
- massat varamaanottopaikalta		470 "
Puuseinä		
- routimaton perusmaa		520 "
- routiva perusmaa		620 "
Tiiliseinä		
- routimaton perusmaa		420 "
- routiva perusmaa		540 "
Betoniseinä, paikalla valettu		
- routimaton perusmaa		360 "
- routiva perusmaa		460 "
Betoniseinä, elementti		
- routimaton perusmaa		390 "
- routiva perusmaa		500 "
Ikkunan vaihto, karmikoko 209 x 139 cm <sup>2</sup> :		
- ääneneristyskyky	27 dB(A)	400 - 450 mk/kpl
-	" 30 "	425 - 475 "
-	" 33 "	450 - 500 "

Em. arvot perustuvat Helsingin kaupungille tehtyyn selvitykseen. Vertailun vuoksi mainittakoon, että esim. Malmössä tehdyn selvityksen mukaan ikkunanvaihtokustannukset olivat vuoden 1974 alussa n. 500 - 900 mk/kpl ikkunatyypistä riippuen. Kustannusero on siten huomattava.

Meluntorjuntakustannuksista antaa kuvan Helsingin kaupungin toimesta tehty selvitys, joka koski kaupungin alueella olevia yleisiä teitä sekä lisäksi sisäkehätietä: Yksinomaan meluvallien ja -seinien aiheuttamat rakennuskustannukset olivat n. 15 mmk.

3. Eräitä TVL:n toimintaa liittyviä muita näkökohtia

Komiteamietinnössä 1973 : 6 on liikenteen aiheuttamien haittojen torjunta katsottu kuuluvan tienpitäjälle, siis yleisten teiden osalta tielaitokselle. Tielain 3 §:ssä on lueteltu alueet, laitteet ja rakenteet, jotka lain mukaan kuuluvat tiehen. Koska luettelossa ei ole mainittu erikseen melusteita, TVH on tulkinnut lakia siten, ettei se salli tielaitoksen rakentaa kustannuksellaan tällaisia rakenteita. Toisaalta esim. Kaupunkiliitto on tulkinnut lakia päinvastoin. TVH:n tulkinnasta johtuen TVL:n toimesta ja kustannuksella ei ole toistaiseksi rakennettu yhtään meluestettä. Toisaalta rakennuslain 136 a §:n perusteissa on erityisesti mainittu, että yleisen tien rakentamisesta aiheutuvan kadun tai rakennuskaavatien tai näihin liittyvän laitteen rakentaminen kuuluvat lain piiriin, jolloin niihin on mahdollista saada valtion avustusta. Laite on perustelujen mukaan "ymmärrettävä laajasti siten, että se käsittää mm. melusuoja varten tarvittavat laitteet".

Edellä sanotusta käynee ilmi, että tilanne on lievästi sanoen sekava. Koska on mahdollista, että tielaitos joutuu tulevaisuudessa vastaamaan meluntorjunnan ja mahdollisesti muiden ympäristöhaittojen aiheuttamista kustannuksista, tulee tähän jo nykyisessä toiminnassa varautua ainakin uusia teitä suunniteltaessa sekä käsiteltäessä yleisten teiden lähialuetta koskevia poikkeuslupia ja eriasteisia kaavoja. Poikkeuslupia ja asema- ja rakennuskaavoja koskevissa lausunnoissa asian kirjaaminen on tärkeää, koska voitaneen katsoa, että mikäli lupa myönnetään tai kaava vahvistetaan ottamatta huomioon tielaitoksen esittämiä melua koskevia näkökohtia, siirtyy vastuu tämän jälkeen kunnalle.

Olemassa olevien teiden osalta todetaan TVL:n toimintasuunnitelmassa v. 1976 - 1980, että meluhaittoja vähennetään nopeuksia rajoittamalla. Piirien tulisi vastaisuudessa kiinnittää tähän eristyistä huomiota.

## Kirjallisuutta:

1. TVH, tiesuunnitteluosasto: "Liikenteen haittavaikutukset elinympäristöön", Helsinki 1973
2. Jokinen, Risto: "Liikenteen aiheuttama ilman saastuminen", diplomityö 1972, TKK/R-osasto
3. TVH, Viatek Oy: "Moottoriteiden vaikutukset asukkaisiin", Helsinki 1972
4. Statens planverk: "Samhällsplanering och vägtrafikbuller", Tukholma 1972
5. TVH, tiesuunnitteluosasto: "Liikenteen melu ja tiesuunnittelu", Helsinki 1972
6. NKB: "Støj og byplan praktiske anvisninger", NKB-skrift nr 17, Maj 1971
7. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: "Helsingin runkoväylien meluselvitys v. 1985", Helsinki 1973
8. Svenska kommunaltekniska förening: "Stadsbyggnad", huhtikuu 1974
9. TVH, tiesuunnitteluosasto, Viatek Oy: "Meluesteet, selvitys melusteiden rakenteista ja kustannuksista", Helsinki 1974
10. TVL: "Toimintasuunnitelma 1976-80, syyskuu 1974"

T. Miikkulainen

LIIKENNEPERÄINEN LYIJY

		sivu
1	Yleistä .....	1
2	Lyijyn esiintyminen luonnossa .....	1
3	Liikenne lyijyn lähteenä .....	1
4	Lyijyn leviäminen liikenneväylän ympäristöön.	2
5	Lyijy ihmisessä .....	3
6	Liikenneperäisen lyijyn vähentäminen .....	3
7	Yhteenvedo .....	4



T. Miikkulainen

LIIKENNEPERÄINEN LYIJY

### 1. Yleistä

TVH:ssa on mm. normien laatimisen yhteydessä tullut esiin kysymys siitä onko yleisten teiden liikenteen tuottaman lyijyn haittavaikutukset tarpeen ottaa huomioon teiden suunnittelussa. Tässä tarkoituksessa TVH tilasi työterveyslaitokselta kirjallisuustutkimuksen aiheesta "Liikenneperäinen lyijy". Tutkimus valmistui hiljattain ja siinä on selvitetty eri maissa tehtyjä tutkimuksia erityisesti liikenneperäisen lyijyn esiintymisestä ja käyttäytymisestä ympäristön saastuttajana, lyijyn mahdollisia haittavaikutuksia sekä lyijyn vähentämiseen liittyviä ongelmia. Tutkimuksen laajuudesta antaa kuvan se, että siinä on esitetty kaikkiaan 110 kirjallisuusviitettä.

### 2. Lyijyn esiintyminen luonnossa

Maaperässä lyijyä esiintyy keskimäärin 12 miljoonasosaa ja ilmassa keskimäärin  $0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $\mu = 10^{-6}$ ) näiden luonnollisena komponenttina.

### 3. Liikenne lyijyn lähteenä

Liikenteen lyijyemissio syntyy bensinistä, joka Suomessa sisältää lyijyä keskimäärin 0,4 g/l. Bensinin sisältämästä lyijystä 20 - 50 % vapautuu pakokaasujen mukana hiukkasjakoisina lyijy-yhdisteinä.

USA:ssa v. 1968 liikenteen emittoima lyijy oli 98 % koko lyijyemissiosta. Suomessa liikenteen lyijyemissio v. 1969 oli 846 t, josta Helsingin osuus 95 t.

V. 1971 - 72 suoritetuissa tutkimuksissa maaseutuilmassa Pertunmaalla todettiin leijuman lyijypitoisuudeksi  $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Helsingissä n.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tässä yhteydessä mainittakoon, että Suomessa oleva suositus leijuman maksimilyijypitoisuudeksi on  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kuukauden keskiarvona.

Liikenteen emittoima lyijymäärä on ollut jatkuvasti kasvusuunnassa. Tämä kasvu tulee ainakin hidastumaan tulevaisuudessa muutamissa maissa säädettyjen lakien vaikutuksesta. Esim. Länsi-Saksassa v:sta 1976 alkaen bensiinilitra saa sisältää lyijyä vain 0,15 g ja USA:ssa v:sta 1979 lähtien vain 0,13 g (vrt. Suomessa bensiinilitran lyijymäärä tällä hetkellä keskim. 0,4 g).

#### 4. Lyijyn leviäminen liikenneväylän ympäristöön

Eräässä USA:ssa suoritetussa tutkimuksessa saatiin lyijypitoisuudeksi tien varrella, jonka liikennemäärä oli 7 500-48 000 ajon./vrk eri etäisyyksillä tiestä ja eri syvyyksillä maanpinnasta seuraavia arvoja:

Etäisyys tiestä	Syvyys maanpinnasta		
	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm
8 m	540 $\mu\text{g}/\text{g}$	300 $\mu\text{g}/\text{g}$	98 $\mu\text{g}/\text{g}$
16 m	202 $\mu\text{g}/\text{g}$	105 $\mu\text{g}/\text{g}$	60 $\mu\text{g}/\text{g}$
32 m	140 $\mu\text{g}/\text{g}$	60 $\mu\text{g}/\text{g}$	38 $\mu\text{g}/\text{g}$

Lyijypitoisuuden voidaan havaita laskevan melko jyrkästi etäisyyden tiestä kasvaessa.

Myös ilmassa olevan lyijyn määrän on todettu selvästi vähenevän etäisyyden tiestä kasvaessa. Japanilaisen tutkimuksen mukaan 50 m:n etäisyydellä tiestä ilman lyijypitoisuus oli  $0,1 - 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja väheni selvästi 150 m:n etäisyydelle saakka, josta lähtien se pysyi vakiona.

Suomalaisissa tutkimuksissa lyijypitoisuuden 100 m:n etäisyydellä tiestä on todettu olevan n. puolet siitä, mitä se on 20 m:n etäisyydellä.

## 5. Lyijy ihmisessä

Suomalaisissa tutkimuksissa on todettu, ettei Pertunmaalla ja Helsingissä asuvilla ihmisillä ollut selvästi havaittavaa eroa veren lyijypitoisuuksissa, vaikka ilmassa olevan lyijyn määrässä oli selvä ero. Arvot olivat ulkomaisiin arvoihin verrattuna erittäin alhaiset.

Sellaisillakaan ihmisillä, jotka ovat jatkuvasti olleet alttiina poikkeuksellisen suurille lyijypitoisuuksille (esim. liikenne-poliisit), ei ole voitu todeta mitään selviä haittoja.

Kasvien välityksellä ihminen saa hyvin vähän liikenteen emittoimaa lyijyä, koska maaperän lyijypitoisuudella on hyvin vähän vaikutusta kasvien lyijypitoisuuteen. Myöskään ilmassa oleva lyijy ei merkittävästi lisää esim. kaalin syötävien osien lyijypitoisuutta, jos syötävät osat huuhdellaan.

Tavallisissa kaupunkiolosuhteissakin ihminen saa ravinnosta moninkertaisia lyijymääriä verrattuna ilmasta ihmiseen absorboituvaan lyijyyn.

Erään tutkimuksen mukaan keskimääräinen ravinnosta saatu lyijymäärä ei ole muuttunut viimeisten 30 vuoden aikana. Tänä aikana lyijyn käyttö on kuitenkin kasvanut huomattavasti.

## 6. Liikenneperäisen lyijyn vähentäminen

Mahdollisuudet liikenneperäisen lyijyn eliminoimiseksi ovat karkeasti jaoteltuna seuraavat:

- lyijyn poisto polttoaineesta
- lyijyn poisto pakokaasuista.

Lyijyn poisto polttoaineesta ei sinänsä ole mahdotonta, mutta nykyisellä teknologialla esim. 100-oktaanisen bensiinin valmistus ei ole mahdollista käyttämättä lyijyä. Lisäksi autojen moottorit on suunniteltu nykyisin käytössä olevien polttoainelaatujen mukaan.

Lyijyn eliminointiin pakokaasuista on kehitetty suodattimia, joilla lyijyn kokonaisuus on saatu pienentymään n. 85 - 95 % ja joilla ei ole todettu kielteisiä vaikutuksia auton tehoon tai polttoaineenkulutukseen.

Lyijyn vähentäminen bensiinistä ja oktaaniluvun säilyttäminen 90:n yläpuolella aiheuttaa haitallisten aromaattisten hiilivetyjen lisääntymisen.

## 7. Yhteenveto

Ravinto on tärkein lyijyn lähde ihmisellä; sen osuus on moninkertainen verrattuna kaupunki-ilman kautta saatuun annokseen.

Lyijypitoisuudet kaupunki-ilmassa ovat keskimäärin selvästi korkeammat kuin maaseudulla (lukuun ottamatta lyijyä käyttävien tehtaiden ympäristöä).

Bensiinikäyttöinen moottoriajoneuvoliikenne on selvästi suurin lyijyn lähde maapallolla.

Lyijy on alkuaineena ja yhdisteinään ihmiselle myrkyllistä ja sen tiedetään kerääntyvän vähitellen ihmisruumiiseen.

Ilmaperäisen lyijyn ei ole todettu aiheuttaneen normaalisti kaupungeissa esiintyvänä määrinä terveydellistä haittaa ihmiselle.

Lyijyn ei ole voitu osoittaa vaikuttavan haitallisesti myöskään kasveihin.

Lyijyn eliminointi kokonaan on toistaiseksi hankalaa, sillä nykyisten oktaanilukujen saavuttaminen on jalostusteknisesti joko mahdotonta tai erittäin kallista.

M. Suomalainen

SORAVARAT JA NIIDEN KÄYTTÖ LUONNON-  
SUOJELUNÄKÖKOHDAT HUOMIOON OTTAEN

	sivu
1. Yleistä .....	1
1.1 Soraesiintymät .....	1
1.2 Soravarojen määrän arviointi .....	2
1.3 Soravarojen riittävyys .....	2
1.4 Lainsäädäntö .....	2
2. Ympäristönsuojelu soravarojen hyväksi- käytössä .....	3
2.1 Muodostumat .....	3
2.2 Maisema .....	3
2.3 Pohjavesi .....	3
3. Luonnonsuojelutyön tavoitteista ja vaikeuksista sorakysymyksissä .....	4

Kirjallisuutta

M. Suomalainen

SORAVARAT JA NIIDEN KÄYTTÖ LUONNONSUOJELU-  
NÄKÖKOHDAT HUOMIOON OTTAEN

1. Yleistä

1.1 Soraesiintymät

Soraesiintymät ovat soraa ja hiekkaa sekä usein myös kiviä ja lohkareita sisältäviä muodostumia, joiden aines on lajittunutta. Muodostumat ovat syntyneet mannerjäätikön sulamisvaiheen aikana jäätiköltä tulleiden sulamisvesivirtojen kuljetus- ja lajittelutyön tuloksena. Ns. soraesiintymän pääaines on yleensä hiekkaa, soraa on harvoin enemmän kuin puolet massamäärästä.

Syntynsä ja esiintymistapansa perusteella soraesiintymät voidaan jakaa kahteen pääryhmään: harjut ja reunamuodostumat. Harjut ovat muodostuneet muinaisten jäätikköjokien kuljettamasta aineksesta. Jäätikön reunan perääntyessä harjut ovat saaneet pitkän muotonsa, jonka pituusakselin suunta seuraa jäätikön perääntymissuuntaa, Etelä-Suomessa yleensä kaakosta luoteeseen. Reunamuodostumat ovat syntyneet jäätikön reunan perääntymisen keskeytyessä ilmastollisista syistä. Jäätikön reunan pysyessä paikoillaan on sen eteen kasautunut kiviainesta, joka osittain on lajittunutta, osittain moreenia. Tunnetuimmat reunamuodostumat ovat Salpausselät ja Jyväskylän reunamuodostuma. Reunamuodostumia on aikaisemmin kutsuttu myös poikittaisharjuiksi, nimitystä tulisi kuitenkin sen harhaanjohtavuuden vuoksi välttää.

Edellä mainittujen päätyyppien välimuotoja ja epämääräisiä muodostumatyyppejä tunnetaan lukuisia. Paikallista merkitystä on lisäksi Lapin jokilaaksojen hiekka- ja sorapenkereillä sekä maassamme korkeimman merirajan alapuolella sijaitsevilla moreenista huuhtoutuneilla rantakerrostumilla. Kahden viimeksi mainitun muodostumatyyppin käyttömahdollisuudet ovat kuitenkin varsin rajoitetut.

## 1.2 Soravarojen määrän arviointi

Maamme kaikkien soravarojen määräksi geologisten karttojen perusteella on arvioitu 25 - 30 miljardia m<sup>3</sup>. Tarkempaa arviota ei toistaiseksi ole käytettävissä, mutta parhailaan on käynnissä Geologisen tutkimuslaitoksen ja TVH:n välisenä yhteistyönä soravarojen arviointityö. Työ on jo saatettu valmiiksi useissa TVL:n Etelä- ja Keski-Suomen piireissä ja tavoitteena on saada loputkin piirit arvioitua viimeistään vuoden 1977 kuluessa.

## 1.3 Soravarojen riittävyys

Kun valtakunnan soravarojen määrää ei toistaiseksi tunneta tarkasti, ei liioin ole ollut pohjaa tehdä arviota soravarojen riittävydestä valtakunnallisella tasolla. Toisaalta tällaisten arvioiden mielekkyys voidaan asettaa kyseenalaiseksi. Alueilla, joille rakentaminen on voimakkaasti keskittynyt ja joilla ei ole soraesiintymiä, on jo nyt sorapulaa ja ajomatkat muodostuvat pitkiksi. Esimerkkeinä mainittakoon Helsinki, Turku ja Vaasa ympäristöineen. Kun pitkistä ajomatkasta aiheutuvat kustannukset ylittävät määrätyn rajan, tulee edullisemmaksi ryhtyä käyttämään soran asemesta kalliosta murskaamalla tai moreenista pesemällä saatavaa kiviainesta. Näin kyllin etäällä rakennuskohteista sijaitsevat esiintymät tuskin koskaan tulevat joutumaan voimakkaan käytön kohteiksi eikä niiden loppuunkäyttö ole nykynäkymillä ajateltavissa.

## 1.4 Lainsäädäntö

Kaivutoiminnassa huomioon otettavaa lainsäädäntöä on useissa eri laeissa, joista mainittakoon luonnonsuojelulaki, rakennuslaki, vesilaki, muinaismuistolaki, laki eräistä naapurussuhteista, rikoslaki ja tielaki. Lainsäädännöstä on jo tämän saman seminaarin puitteissa pidetty esitys, joten asian kertaaminen lienee tarpeetonta.

## 2. Ympäristönsuojelu soravarojen hyväksikäytössä

### 2.1 Muodostumat

Sora esiintyy syntytapansa ja rakenteensa mukaan erilaisina muodostumina. Muodostumalla saattaa olla muitakin arvoja kuin sen sisältämä kiviaines: luonnonkauneus, rakenteen selväpiirteisyys, muodostumatyyppin harvinaisuus jne. Vaikka mainitut arvot eivät olekaan taloudellisia, tulisi ne kuitenkin ottaa huomioon, ja jos taloudellisten mahdollisuuksien rajoissa on muita käyttökelpoisia vaihtoehtoja, tulisi em. esteettisiä arvoja omaavat muodostumat säästää soranotolta. Erityistä harkintaa on syytä käyttää silloin kun muodostuma tai sen osakokonaisuus on tähän asti välttynyt kaivutoiminnalta. Näihin luonnontilassa oleviin esiintymiin tulisi kajota vain mikäli kohtuulliselta etäisyydeltä ei ole muuten soraa saatavissa.

### 2.2 Maisema

Soraesiintymä on varsin usein koholla ympäristöönsä nähden. Muodostuma saattaa näkyä kauaksikin: peltoaukean yli, järvenselän taakse, kauas merenulapalle. Soraköyhillä alueilla ei tällaisiakaan muodostumia aina voida säästää, vaan ne on käytettävä hyväksi. Jo soranottoa suunniteltaessa on kuitenkin maisemallinen tekijä ehdottomasti pidettävä mielessä. Kilometrien päähän avoimena näkyvä leikkaus ei ole todistus rakennuskulttuurista, vaan sen puutteesta. Soranotto on suunniteltava siten, että leikkaus tulee muodostuman vähiten näkyvälle puolelle, toisin sanoen muodostuman "taakse". Soranoton edistyessä leikkaus siirtyy kohti muodostuman etureunaa, joka tapauksesta riippuen voidaan joko jättää kulissiksi tai viimeisenä työvaiheena poistaa kokonaan. Tällöin tosin kyseinen maisema menettää yhden erityispiirteensä, mutta varsinainen raiskiovaihe jää kuitenkin ajallisesti lyhyeksi.

### 2.3 Pohjavesi

Edellä esitettyjen abstraktisten tekijöiden ohella soramuodostumiin liittyy kiviaineksen lisäksi toinenkin taloudellinen



arvo, pohjavesi. Sora-alueet ovat hyvän vedenläpäisevyytensä vuoksi erittäin tärkeitä pohjaveden muodostumisalueita ja nimenomaan harjujen kivinen sydänosa toimii erinomaisena pohjaveden johteena. Soran kaivajan on aina syytä muistaa allaan oleva pohjavesi ja myös soramaan hyvä vedenläpäisevyys. Kaivutoiminnan tuloksena syntynyttä kuoppaa ei missään olosuhteissa saa käyttää kaatopaikkana vaan se on kaivutoiminnan päätyttyä muotoiltava ja metsitettävä.

### 3. Luonnonsuojelutyön tavoitteista ja vaikeuksista sorakysymyksissä

Rationaalisen kaivutoiminnan perusedellytyksenä tulee olla muodostumakohtainen ajattelutapa. Koska soraesiintymä, muodostuma, on kokonaisuus, tulee sitä myös käsitellä kokonaisuutena. Käytettäväksi sopivat muodostumat voidaan käyttää kokonaan. Este edellä kuvatulle menettelylle on maanomistus-suhteissa. Tilausrajat jakavat muodostumakokonaisuuden geologisesti katsoen usein täysin mielivaltaisiiin osiin, jotka maanomistajasta riippuen joko ovat tai eivät ole soranottoon käytettävissä. Tästä seurauksena soranotto on ollut epäjohdonmukaista, samaa muodostumaa on osittain käytetty, osittain säästetty.

Luonnonsuojelunäkökohtien huomioonotto soravarojen käytössä ei merkitse estettä niiden käytölle. Luonnonsuojelun eräs tavoite on ohjata soravarojen käyttö siten, että myös täysin koskemattomia muodostumia säilyy maassamme jälkipolvien nähtäväksi.

Kirjallisuutta:

Ario Reinola (1971): Ympäristönsuojelu ja -hoito maankamaran aineiden kaivutoiminnassa. TVH:n julkaisu n:o 2.791.

J. Junnikkala

TIERAKENNUSTYÖMAIDEN YMPÄRISTÖHAITAT  
JA NIIDEN ESTÄMINEN

	sivu
1. Yleistä .....	1
2. Ympäröivälle maastolle aiheutetut haitat ....	2
3. Veteen kohdistuvia haittoja .....	5
4. Ilmaan kohdistuvat haitat .....	7
5. Meluhaitat .....	7
6. Kulkuesteet ja hankaluudet .....	7
7. Lopputoteamuksia .....	8

Luettelo eräistä tavallisimmista ympäristöhai-  
toista, haitan kohteista ja torjuntakeinoista.

J. Junnikkala

TIERAKENNUSTYÖMAIDEN YMPÄRISTÖHAITAT JA NIIDEN  
ESTÄMINEN

1. Yleistä

Teitä rakennettaessa ja parannettaessa ei yleensä voida välttyä ympäristöön kohdistuvilta haitoilta. Haittojen täydellinen estäminen on monesti mahdotonta. Sen sijaan erilaisin toimenpitein on mahdollista lieventää rakentamisesta aiheutuvan haitan vaikutusta. Pyrkimyksenä tien rakentamisessa tulee ympäristöhaittojen osalta olla se, ettei tuoteta toiselle enempää vahinkoa ja haittaa, kuin tarve vaatii.

Kun puheenvuorossani keskityn vain työnaikaisiin haittoihin, on syytä todeta, että silloin kun tietä suunnitellaan (suuntausta, tasausta, leveyttä jne.) ja kun tämä suunnitelma on päätetty toteuttaa, on samalla määritetty jo itse tiestä ympäristölle aiheutuvat haitat.

Tienrakentaja toimii pääasiassa tielaisissa säädettyjen oikeuksien perusteella. Toimintaa rajoittavia säännöksiä on tielain lisäksi useassa muussa laissa aina rikoslakia myöten. Aukkopaiikkojakin lainsäädännöstä löytyy. Tällaisia ovat mm. ilman saastuttamista, meluntorjuntaa ja kaivutoimintaa koskevan lainsäädännön puuttuminen.

Käsitykseni mukaan tielain antamat oikeudet tien rakentamiseen ovat riittävät. Voipa joku olla sitäkin mieltä, että ne ovat liian suuret. Laissa annetut rajoitukset on syytä tuntea, koska poikkeamiset väärään suuntaan merkitsevät yleensä ikävyyksiä työn tekemisestä vastaaville.

Tierakentamiselle on ominaista rakennusalueen suuri pituus ja se, että aluetta tarvitaan ja töitä tehdään myös varsinaisen rakentamisalueen (tiealueen) ulkopuolella. Tästä aiheutuu haittoja, joiden kohteena on ympäröivä maasto, vedet, vesistöt, lähistöllä asuvat, tiellä liikkuvat jne. Seuraavassa käsittelem tavallisimpia rakentamisen aiheuttamia ympäristöllisiä haittoja, haittojen kohteita sekä niiden lieventämis- ja estämiskeinoja.

2. Ympäröivälle maastolle aiheutetut haitat

Raivaus- ja purkamistöissä syntyvät rakenteisiin kelpaamattomat jätteet kuljetetaan nykyisin läjityspaikoille. Aikaisemmin saatettiin raivausjätteet puskea tiealueen reunoille maisemaa rumentaviksi valleiksi. Tätä tekotapaa näkee vielä pohjoisessa harrastettavan metsäautoteitä rakennettaessa. Nykyistä kasvillisuutta, joka jää paikalleen (mm. näkemä-alueet), tulee työn aikana varoa ja tarpeellisilta osin suojata. Purkamistyöt, esim. rakennusten osalta, on aina syytä viedä loppuun asti. Rakennuksen pelkkä kivijalka ja sillan maatuet ovat merkkejä kesken jääneestä työstä.

Erilaisia johtoja, mm. sähkö-, puhelin-, vesi- ja viemärijohtoja joudutaan aika usein siirtämään ja siirrättämään tietyön yhteydessä. Johtojen siirroista saattaa aiheutua hankalia tilanteita sekä johdon omistajalle että rakentajalle. Haittavaikutuksia voidaan lieventää sopimalla siirrosta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sekä selvittämällä johtojen paikat ja luvat tarkoin jo suunnitteluvaiheessa.

Läjitysalueille varastoidaan tientekoon kelpaamattomat massat. Kuljetuskustannusten pienentämiseksi on läjitysalueita tavallisesti useita pitkin tielinjaa. Läjitysalueiden paikoista sovitaan maanomistajan kanssa. Kun alueet eivät useinkaan kaunista maisemaa, tulee ne pyrkiä sijoittamaan siten, etteivät tiellä liikkujat niitä havaitse. Mikäli läjityksen avulla paikataan rumaa näkymää, on tilanne tietysti toinen. Yleinen virhe läjitysalueiden osalta on se, että aluetta varataan läjitettävään määrään nähden liian vähän ja läjitys suoritetaan liian korkeana. Tällöin alueesta muodostuu patti-mainen kasa, jossa pahimmassa tapauksessa saattaa törröttää muutama sisäänjäänyt puukin. Virheen välttämiseksi selvitetään alueen riittävyys ennakolta ja poistetaan puusto alueelta ennen läjittämistä. Aluetta viimeisteltäessä ja muotoiltaessa pyritään saamaan alue maastoon istuvaksi niin, että kasvillisuuden vallattua läjityspaikan sitä ei enää voi juuri erottaa ympäröivästä maastosta. Kasvillisuuden pehmentävää vaikutusta voidaan vielä edistää ja nopeuttaa istutusten avulla. Loppuun käytetyt ja hylätyt kiviainesten ottopaikat

sekä maaston painanteet soveltuvat mainiosti läjitysalueiksi. Varastoalueita käytetään tavallisesti päällysrakenteeseen tarvittavien materiaalien välivarastopaikkana. Varastoalueella valmistetaan usein myös tielle tuleva päällyste. Mikäli alueelle sijoitetaan myöhemmin asfalttiasema, tulee varastoalueen paikan valinnassa ottaa huomioon ympäristön asemalle asettamat rajoitukset. Töiden päättyessä käy monesti niin, että alueelle jää ohut kerros varastoitua ainesta pohjamaahan sekoittuneena. Kasvillisuus tunkeutuu hyvin hitaasti tällaiseen maahan, jos sitä ei muokata. Mikäli ympäristön lapset eivät välttämättä halua aluetta lento- tai jalkapallokentäksi, tulee syntynyt aukko paikata istutuksin.

Työmaan tukikohta- ja majoitusalueet sijoitetaan yleensä työn kannalta edulliseen paikkaan. Vesijohdon-, viemärin- ja sähkönsaantimahdollisuus on toivottavaa. Harvaanasutuilla seuduilla ei näitä useinkaan ole käytettävissä, vaan ne on itse järjestettävä. Majoitusaluetta joudutaan jonkin verran raivaamaan ja tasaamaan asuntoja, varastoalueita, tiestöä ja paikoitusalueita varten.

Mielestäni majoitusalueen ulkonäköön on kiinnitettävä huomiota, jos alue sijaitsee tienvarrella. Laitoksessa käytetty majoituskalusto kylläkin asettaa omat rajoituksensa. Muuttamalla ja vaihtelemalla rakennusten väriä voidaan jo verraten halvalla saada aikaan piristystä yksitoikkoisuuteen. Alueen järjestys ja siisteys vaikuttavat myös yleisvaikutelmaan. Tämän suhteen on varmasti parantamisen varaa joka piirissä. Töiden jälkeen tukikohta-alueella on nähtävissä asumisen jäljet. Maahan rakennetut laitteistot yleensä puretaan käytön jälkeen ja kaivannot täytetään. Samoin tulee alueelta kerätä roskat ja romukat tarkoin pois sekä viimeistellä alue huolellisesti.

Kierro- ja työmaateitä joudutaan rakentamaan miltei jokaista tierakennushanketta toteutettaessa. Kiertotie on järjestettävä silloin kun liikenne tiellä joudutaan katkaisemaan työn takia. Useimmiten näin tapahtuu siltaa tai rumpua rakennettaessa. Ensin selvitetään onko liikennettä mahdollista johtaa jo olemassaolevan tieverkon kautta työkohteen ohitse. Mikäli tämä ei

ole mahdollista, on rakennettava kiertotie, mikä tavallisesti joudutaan sijoittamaan varsinaisen tiealueen ulkopuolelle. Kiertotien käytön lakattua on tien jäljet pyrittävä häivyttämään maastosta mahdollisimman hyvin. Työmaateiden rakentaminen on tarpeellista esim. silloin, kun tienpitoaineen ottopaikka sijaitsee olemassa olevan tieverkon ulkopuolella. Työmaatietä tehtäessä tulee raivattavan alan olla mahdollisimman kapea, mutta työn kannalta kuitenkin riittävä. Raivausjätteitä ei saa jättää tien varteen, vaan ne on kuljetettava läjitysalueelle.

Kun työmaatie joudutaan tekemään raskasta liikennettä kestäväksi ja pitämään kunnossa työn aikana, jää tällainen verraten voimakkaasti rakennettu tie yleensä pysyväksi eikä sitä pureta työn jälkeen. Kiviainesten kuljetukset tulee pyrkiä suorittamaan talvisaikaan maan ollessa jäätyneenä, koska tällöin säästetään työmatien rakentamis- ja kunnossapitokustannuksissa. Lisäksi talvitien luontoinen tie häipyä keväen tullessa usein aivan itsestään maastosta.

Laskuojien avulla johdetaan tien sivuojiin kertynyt vesi pois tiealueelta. Ojat jäävät maastoon pysyvästi. Laskuojista laaditaan suunnitelmat tiesuunnitelman laatimisen yhteydessä. Suunnitelmaa ei kuitenkaan vahvisteta tiesuunnitelman yhteydessä, koska se ei ole mahdollista. Niinpä laskuojien kaivamisesta on päästävä sopimukseen maanomistajan kanssa. Ellei tämä onnistu, on pantava vireille vesilain mukainen ojitustoimitus. Maanomistajan kanssa sovittaessa on pyydettävä lupa kaivumaiden levittämiseen ojan viereen. Jos lupaa tähän ei saada, on kaivumassat vietävä pois. Missään tapauksessa ei niitä saa jättää maisemaa rumentavaksi valliksi ojan viereen. Tällainen valli muodostaa lisäkuorman ojan reunalle ollen omiaan heikentämään ojan vakavuutta sekä estäen viereisen alueen kuivumista. Laskuoja tulee ulottaa vesistöön saakka. Mikäli näin ei tehdä, saattaa vaarana olla sen alueen vettyminen, johon vesiä johdetaan.

Tienpitoaineiden ottaminen aiheuttanee suurimmat maastoon kohdistuvat haittavaikutukset. Onhan maassamme menneinä vuosina hävitetty monet harjut, mäet ja luonnonkauniit paikat käyttämällä niissä ollut kiviaines rakentamiseen.

Nykyään ja tulevaisuudessa joudumme kuitenkin yhä edelleen turvautumaan sora- ja hiekkavaroihimme, sillä näitä aineksia korvaavia materiaaleja on tuskin helposti löydettävissä. Viime vuosina on tosin havaittavissa kehitystä soraa ja hiekkaa säästävien ainesten käytössä. Tällaisina voi mainita mm. moreeni ja sementtistabiloinnit sekä suodatinkankaat. Ainesten ottaminen jättää jälkensä luontoon. Jäljet paranevat erittäin hitaasti jäädessä usein rumina arpina maastoon muistuttamaan tekijöistään. Kiviaineksen ottamisjälkiä voidaan lieventää laitoksen maisemasuojelusta annettujen ohjeiden mukaan. Kiviaineksen otto on suunniteltava hyvin. Näin voidaan suureksi osaksi välttää suunnittemattoman työn jäljet, joita valitettavasti näkee vielä paljon. On saatettu suorittaa kaivamista useasta eri kohdasta. Montun keskelle on jätetty yksinäinen saareke törröttämään. Alueella on monttuteiden verkosto. Pintamaa- ja kivikasoja on siroteltu ympäri aluetta. Tällaisen huonosti hoidetun ottopaikan siistiminen on huomattavasti työläämpää kuin sellaisen, missä työnjärjestely on alusta alkaen suoritettu hyvin. Jyrkkäseinäiset kuopat ja syvät vesihaudat voivat olla maastossa kulkeville vaarallisia. Kallion louhintapaikoilla näiden syntymistä on kuitenkin vaikea välttää. Tällöin on aitaamalla ja varoitustauluin estettävä pääsy vaaralliselle alueelle. Tässä yhteydessä viitataan TVH:n tienpitoaineenotosta antamiin ohjeisiin TVH n:o 2791. Näissä ohjeissa selvitellään mm. ottotapaa, pintamaan talteenottoa, maaston muotoilua, ottosyvyyttä sekä ottopaikkojen kunnostamista ja metsittämistä.

Räjäytystöiden aiheuttamia maastoon kohdistuvia haittoja ovat tärinä ja sinkoilevat sirpaleet. Kohteena ovat lähistöllä sijaitsevat rakennukset ja muut vahingoittuvat laitteet sekä puusto. Jotta mahdollisilta vahingoilta välttyttäisiin, tulee räjäytystyö suunnitella ja suorittaa huolellisesti.

### 3. Veteen kohdistuvia haittoja

Veteen pengerrettäessä voi esim. kalastukselle aiheutua haittaa veden samentumisen vuoksi. Työpadot voivat joskus haitata vesiliikennettä samoin kuin siltojen telineistö. Nämä haitat ovat ohimeneviä. Työn ajoituksella voidaan haittavaikutusta lieventää ja toisinaan poistaa kokonaankin.

Siltojen rakentamisen yhteydessä syntyy tavallisesti aika runsaasti kaikenlaista puujätettä. Osa tästä putoaa tai joutuu veteen. Mikäli estettä ei ole olemassa, jätteet lähtevät ajelehtimaan rakennuspaikalta virran tai tuulen kuljetamina. Tällainen jätteiden hävittämiskeino ei ole puolusteltavissa, koska leviämisen voi helposti estää puomien avulla. Puusilloissa on joskus havaittu tervapitoisen (kreosootti) kyllästysaineen liukenevan parrujen pinnoilta sateen ja kostean lumen mukana veteen. Varmempaa onkin käyttää suolakyllästeistä puutavaraa.

Pohjavettä joudutaan joskus alentamaan rakentamistyön takia. Tavallisesti tästä ei aiheudu ympäristölle haittoja ellei lähistöllä ole vedenalentamiselle arkoja laitteita, kaivoja, puita tms.

Tienpitoaineita kaivetaan myös pohjaveden pinnan alapuolelta. Tällöin on vaarana pohjaveden pilaantuminen. Pohjaveden pinnan alapuolelta tapahtuvaa kaivua on vältettävä erikoisesti pohjavedenottamoiden ympäristössä. Parempi on viimeksi mainitussa tapauksessa luopua kokonaan kaivamisesta. Pohjaveden pinnan alapuolelta kaivettaessa tulee öljyn käsittelyssä työalueella olla erityisen varovainen. Tällaisissa tapauksissa on hyvä myös laatia torjuntasuunnitelma ennakolta mahdollisen vahingon varalle. Työmaalle voidaan varata mm. öljynpoistoturvetta. Öljyjätteiden syntyminen on mahdollista erityisesti asfaltti- ja murskausasemilla sekä kiviainesten ottopaikoilla. Niinpä näillä paikoilla onkin syytä kiinnittää tavallista enemmän huomiota öljymäisten aineiden käyttämiseen. Kuormauskoneiden ja kuorma-autojen kuljettajille on tehtävä selväksi, etteivät sora- ja hiekkakuopat ole öljynvaihtopaikoiksi soveltuvia. Tankkausta, samoin kuin polttoaineiden varastointia, tulisi myös suorittaa vain pakottavissa tapauksissa. Öljy- ja polttoainesäiliöiden sekä öljyperäisillä aineilla käyvien voimakoneiden alustat on rakennettava laitoksen antamien ohjeiden mukaisesti. Työn jälkeen on saastunut maa-aines poistettava ja kuljetettava sellaiselle kaatopaikalle, minne öljyjätteiden purkaminen on sallittua.



Työmaan tukikohta- ja majoitusalueilla syntyy jätevesiä, joiden johtaminen esim. vesistöön ei ilman asianmukaista lupaa ole sallittua. Yleensä jätevedet pitäisi pyrkiä johtamaan olemassa olevaan viemäriverkostoon.

#### 4. Ilmaan kohdistuvat haitat

Ilmaan kohdistuva rakentamisen aiheuttama ympäristöhaitta on pöly. Sitä syntyy asfaltti- ja murskausasemilla sekä usein työn aikana rakennettavalla tiellä liikenteen aiheuttamana. Koska seminaarissa on erillinen esitys asfaltti- ja murskausasemien pölyhaitoista, en käsittele asiaa enempää. Totean vain, etteivät harvaan asutulla seudulla pölyhaitat tavallisesti ole merkittäviä. Sen sijaan asutuksen lähellä voi pölystä aiheutuva haitta muodostua esteeksi aseman sijoittamiselle. Keskeneräisen tien pölyäminen on lyhytaikaista ja voidaan tarvittaessa estää esim. asutuskeskuksissa kastelemalla tai suolauksen avulla.

#### 5. Meluhaitat

Ympäristöä häiritsevää melua syntyy pääasiassa kiviaineksia murskattaessa sekä kallion louhimisen yhteydessä. Asfalttiasema synnyttää myös jonkin verran melua, mutta ei merkittävässä määrin. Haittavaikutusta voidaan lieventää ja poistaakin asemapaikan valinnalla, työn ajoittamisella sekä vaimentamalla melulähdettä. Työkoneiden ja kuorma-autojen synnyttämästä melusta saattaa aiheutua haittaa ympäristössä asuville etenkin silloin, kun työtä tehdään yöllä. Haittaa voidaan lieventää, mikäli se on tarpeen, järjestämällä työt vain normaalin työajan puitteissa tapahtuviksi.

#### 6. Kulkuesteet ja -hankaluudet

Töiden tekeminen liikenteen alaisella tiellä aiheuttaa lyhytaikaisia ja ohimeneviä hankaluuksia liikenteelle. Tällaisia liikennettä haittaavia häiriötekijöitä ovat mm. työnaikainen liikenne, työkoneet, tien keskeneräisyys, yksikaistaisuus, kiertotiet ja

nopeusrajoitukset. Tienvarsiasiutukselle voi aiheutua haittaa edellä olevan lisäksi tonttiliittymien tilapäisestä katkaisemisesta. Tällöin on huomattava, että pääsy tontille on tästä huolimatta turvattu. Huoltoasemille voi koitua asiakaskatoa silloin, kun liikenne ohjataan kiertotielle huoltoaseman ohitse. Tästä aiheutuvan mahdollisen taloudellisen menetyksen korvaaminen ei nykyisen lainsäädännön mukaan ole mahdollista.

## 7. Lopputoteamuksia

Edellä esittämiäni tierakentamisen ympäristöllisiä haittoja en pidä erityisen merkittävinä niiden esiintyessä normaaleissa rajoissa. Perustelen tätä mm. sillä, että tierakentamisen ympäristöhaitat ovat suureksi osaksi lyhytaikaisia ja ohimeneviä. Erikoistapauksia suurista ympäristöhaitoista on, mutta niitä voitaneen pitää poikkeuksellisina. Toinen asia on se, mitä haittoja itse tien sijoittaminen tiettyyn paikkaan aiheuttaa. Nämä haitat saattavat olla hyvinkin huomattavia ja ihmisten mieliä kuohuttavia, kuten hyvin tiedämme.

Tienrakentajan tulee korvata aiheuttamansa haitat tielain mukaisesti. Haittakorvausten osuus rakentamiskustannuksista jää hyvin vähäiseksi eikä sillä ole merkitystä hankkeen kokonaisuuden kannalta. Kun näin on, kysymys onkin halusta. TVL on antanut lukuisia määräyksiä ja ohjeita, miten asiat tulee hoitaa. Jos asenne ympäristönsuojeluun ei ole myönteinen, tulee helposti ohjeiden laiminlyöntejä tai mennään sieltä, missä aita on matalin. Ydinkysymys onkin saada tienrakentaja tajuamaan ympäristömme arvo ja sen suojelun merkitys. Tämä onnistuu vain jakamalla asiasta lisää tietoa, mielipiteiden muokkauksella ja koulutuksella. Myös uudistuva lainsäädäntö on omiaan pienentämään tierakentamisen aiheuttamia ympäristöllisiä haittatekijöitä.

Lopuksi on syytä korostaa vielä sitä, että rakentaja voi toimia projektiryhmässä ympäristöhaittojen ennaltaehkäisemiseksi.

Normaalisti suunnitelmissa ei nimittäin vielä esitetä tarkasti kaikkia yksityiskohtia. Sen tähden lukuisia asioita joudutaan ratkaisemaan vasta toteuttamisvaiheessa. Tällöin mm. rakentajan ratkaisusta paljolti riippuu, mikä on tien lopullinen vaikutus ympäristöön. Vielä on hyvä muistaa se, että huolellinen työnsuunnittelu on parasta ennaltaehkäisevää ympäristönsuojelua.

YMPÄRISTÖHAITTOJA  
JA NIITÄ AIHEUTTAVIA  
TYÖVAIHEITA

HAITAN  
KOHTEITA

ERÄITÄ ESTÄMIS-  
TAI LIEVENTÄMIS-  
KEINOJA

- 
- |   |   |   |
|---|---|---|
| - Raivaus- ja purkutytöt                  | - Kauneusarvot<br>- Tien käyttäjät<br>- Ympäristön asukkaat   | - Kaivu- ja raivaus-<br>jätteiden pois-<br>kuljettaminen.<br>- Työn jälkien peittä-<br>minen ja viimeis-<br>tely. |
| - Läjitys- ja varasto-<br>alueet          | - Kauneusarvot<br>- Maastossa liik-<br>kuvat ihmiset<br>- Ympäristön<br>asukkaat  | - Paikan valinta<br>- Työn jälkien peittä-<br>minen ja viimeis-<br>tely.  |
| - Työmaan tukikohta- ja<br>majoitusalueet | - Viihtyvyydsarvot<br>- Ympäristön<br>asukkaat  | - Paikan valinta<br>- Yleinen järjestys<br>- Jälkien peittä-<br>minen ja viimeis-<br>tely.                        |
| - Kierto- ja työmaatiet                   | - Tien käyttäjät<br>- Ympäristön<br>asukkaat  | - Työn suunnittelu<br>- Jälkien peittä-<br>minen ja viimeis-<br>tely.   |
| - Laskuojat, vettymis-<br>haitat          | - Maanviljelys,<br>metsätalous<br>- Ympäristön<br>laitteet,<br>rakennukset ja<br>kasvillisuus<br>- Maastossa liik-<br>kuvat ihmiset<br>ja eläimet<br>- Ympäristön<br>asukkaat | - Suunnittelu<br>- Ennakkosuojaus<br>- Tehtyjen erehdys-<br>ten korjaaminen<br>työn jälkeen                       |

- |   |   |  |
|---|---|--|
| - Tienpitoaineiden<br>ottopaikat                              | - Kauneusarvot<br>- Maastossa liik-<br>kuvat ihmiset<br>- Ympäristön<br>asukkaat                                | - Paikan valinta<br>- Työn suunnittelu<br>- Työn jälkien peittä-<br>minen ja viimeistely   |
| - Räjätystöiden tärinä-<br>haitat ja sinkoilevat<br>sirpaleet | - Ympäristön<br>laitteet ja<br>rakennukset<br>- Maastossa liik-<br>kuvat ihmiset<br>ja eläimet<br>- Työntekijät | - Suunnittelu<br>- Räjätystiskohteen<br>peittäminen ja<br>räjätystyksestä<br>ilmoittaminen<br>- Aitaaminen<br>- Henkilökohtaiset<br>suojaimet (kypärä) |
- 
- |  |   |  |
|--|---|--|
| - Veteen pengertäminen,<br>padottaminen  | - Kalastus<br>- Vesiliikenne  | - Vesistön kiertä-<br>minen suunnitte-<br>lussa<br>- Silta |
| - Rakennusjätteiden<br>joutuminen vesistöön                                    | - Ympäristön<br>asukkaat<br>- Vesiliikenne  | - Suojaus- ja<br>puhdistus-<br>toimenpiteet                |
| - Vesistön kulkuaukon<br>pienentäminen   | - Vesiliikenne  | - Liikenteen<br>kannalta riittä-<br>vä kulkuaukko          |
| - Pohjaveden pinnan alen-<br>taminen, kaivu pohja-<br>veden pinnan alapuolella | - Maatalous,<br>metsänhoito<br>- Vedenottamot<br>- Kaivot<br>- Kauneusarvot<br>- Ympäristön<br>laitteet ja<br>rakennukset | - Suojaustoimen-<br>piteet<br>- Työn ajoitus               |
| - Öljyjätteet ja jätevedet   | - Vedenottamot<br>- Kaivot<br>- Kalastus<br>- Ympäristön<br>asukkaat  | - Suojaus- ja<br>puhdistustoimen-<br>piteet                |
-

- |  |                                       |   |
|--|---------------------------------------|---|
| - Asfaltti- ja murskaus-<br>asemien synnyttämä<br>pölyäminen | - Ympäristön<br>asukkaat ja<br>luonto | - Aseman paikan<br>valinta                |
|  | - Työntekijät                         | - Pölynpoisto-<br>laitteet                |
| <br>   |                                       |   |
| - Tien pölyäminen  | - Tienvarsi-<br>asutus                | - Tien kunnossapito<br>(suolaus, kastelu) |
|  | - Tien käyttäjät                      | - Työn ajoitus                            |
- 

- |  |                          |                                  |
|--|--------------------------|----------------------------------|
| - Asfaltti- ja murskaus-<br>asemien aiheuttama<br>melu | - Työntekijät            | - Melun vaimennus                |
|  | - Ympäristön<br>asukkaat | - Aseman paikan<br>valinta       |
| <br>   |                          |                                  |
| - Työkoneiden aiheuttama<br>melu                       | - Työntekijät            | - Melun vaimennus                |
|  | - Ympäristön<br>asukkaat | - Työn suunnittelu<br>ja ajoitus |
| <br>   |                          |                                  |
| - Räjähdyksistä aiheu-<br>tavat äänet                  | - Työntekijät            | - Melun vaimennus                |
|  | - Ympäristön<br>asukkaat | - Työn suunnittelu<br>ja ajoitus |
- 

- |  |                          |                     |
|--|--------------------------|---------------------|
| - Kulkuesteet ym.<br>hankaluudet:        | - Tien käyttäjät         | - Työn suunnittelu  |
| - työnaikainen liikenne                  | - Ympäristön<br>asukkaat | - Tien kunnossapito |
| - työkoneet                              | - Huoltoasemat jne.      |                     |
| - tien keskeneräisyys                    |                          |                     |
| - kiertotiet                             |                          |                     |
| - nopeusrajoitukset                      |                          |                     |
| - yksikaistaisuus                        |                          |                     |
| - tonttiliittymien<br>tilap. katkeaminen |                          |                     |
| - keskeytyshaitat                        |                          |                     |

P. Lindgren

## YMPÄRISTÖNSUOJELU LOUHINTATYÖMAILLA

	sivu
1. Esteettisyys .....	1
2. Tärinä .....	2
3. Pöly	
3.1 Kivipölyä koskevat säännökset .....	3
3.2 Pölyn mittaaminen .....	5
3.3 Pölyn muodostuminen .....	5
3.4 Pölyn leviäminen ympäristöön .....	9
3.5 Pölyntorjuntamenetelmät .....	10
3.5.1 Pölyn siirto .....	10
3.5.2 Vesihuuhtelu .....	10
3.5.3 Sumuhuuhtelu .....	11
3.5.4 Pölyn sidonta vaahdolla .....	11
3.5.5 Pölynerottimet .....	11
4. Melu	
4.1 Melutasosuositukset .....	13
4.2 Meluemissio .....	13
4.3 Meluimmissio .....	15
4.4 Melun pysyvyys .....	16
4.5 Meluntorjuntamenetelmät .....	18
Kirjallisuusluettelo .....	19

P. Lindgren

## YMPÄRISTÖNSUOJELU LOUHINTATYÖMAILLA

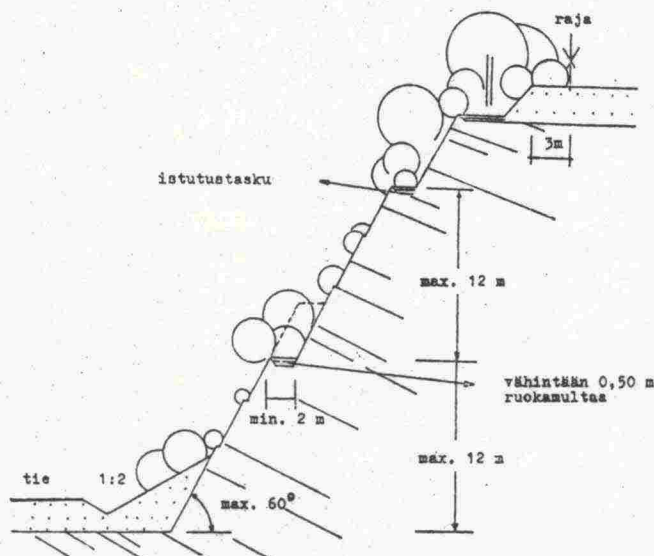
Kallion louhinta vaikuttaa ympäristöönsä hyvin voimakkaasti. Se saattaa muuttaa maisemaa, vaurioittaa rakenteita, saastuttaa ilmaa ja aiheuttaa riskejä terveydelle. Louhintatyömaiden ympäristönsuojelussa on kiinnitettävä huomiota ainakin seuraaviin seikkoihin:

- esteettiset vaikutukset
- tärinä
- pöly
- melu
- sinkoutuminen
- ilmanpaine

### 1. Esteettisyys

Suomalainen maisema on luonteeltaan pienipiirteistä. Toinen sille omainen piirre on verraten ohut maakerros kallioperän päällä, keskimäärin 7-8 m /1/. Tästä syystä joudutaan eri taroituksiin louhimaan hyvin paljon kallioleikkauksia, joiden sopeuttaminen maisemaan tuottaa vaikeuksia. Vaikka uudet kallioleikkaukset olisivatkin teknisesti onnistuneita, ei yksitoikkoisuuden ja tuoreen haavan vaikutelmalta useinkaan voida välttyä.

Kallioleikkauksen sopeutumista maisemaan voidaan parantaa mm. leikkaamalla pienet kalliokielekkeet maaluiskien kaltevuuteen sekä käyttämällä porrastettua kallioleikkausta ja istutuksia (kuva 1).



Kuva 1. Porrastettu kallioleikkaus



2. Tärinä

Tärinän aiheuttamat vauriot riippuvat lähinnä rakenteisiin tulevan maantärinän etenemis- ja heilahdusnopeudesta (taulukko 1). Graniitille tai gneissille perustetun rakennuksen vaurioitumisrajalla on heilahdusnopeus n. 100 mm/s. Moreenille perustettaessa on vaurioitumisraja puolta pienempi. Etteivät myöskään normaalia heikommät rakenteet vaurioidu, on yleiseksi ohjearvoksi suositeltu heilahdusnopeutta 50 mm/s frekvenssialueella 40 - 500 Hz.

Tärinäaallon etenemisnopeus m/s	1000-1500	2000-3000	4500-6000	Vaikutus normaaliin asuinrakennukseen
	Hiekka, sora, savi, pohjavesipinnan alapuolella	Moreeni, liuske, pehmeä kalkkikivi	Graniitti, gneissi, kalkkikivi, diabaasi	
Tärinän heilahdusnopeus m/s	18	35	70	Ei havaittavaa raonmuodostusta
	30	55	100	Pieniä rakoja ja rappauksen putoam.
	40	80	150	Raonmuodostus
	60	115	225	Huomattavaa raonmuodostusta

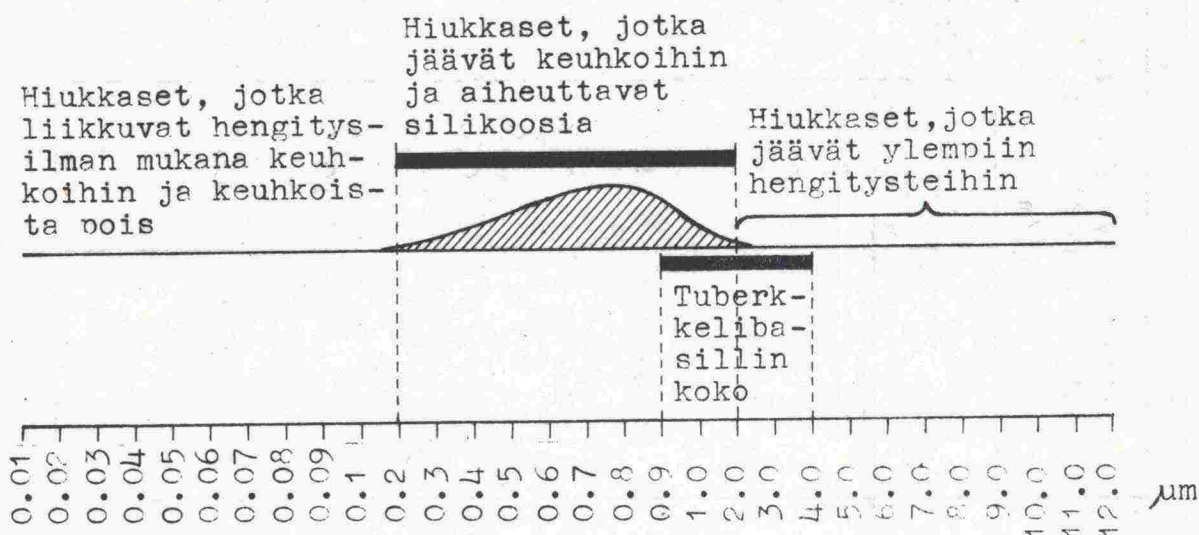
Taulukko 1. Räjätysten aiheuttamat vahinkovaarat /2/

Syntyvään tärinään voidaan vaikuttaa käytettävillä räjähdysaineilla, panostuksella, porauskaaviolla ja louhintakentän suuruudella. Tärinämittausten suorittaminen ei saa olla asutuskeskuksissa pelkkä valvontatoimenpide. Suoritettaessa ennakkoon koeräjäytyksiä ja mittaamalla syntyvät maantärinät voidaan määrittää kallion tärinänjohtavuusvakio eikä tarvitse käyttää tilastollista arvoa. Tällöin voidaan usein käyttää suurempaa samanaikaisesti räjäytettävää panostusta, mikä lisää louhinnan tehoa ja taloudellisuutta, eikä kuitenkaan aiheuta kohtuutonta vahinkovaaraa ympäristölle.

### 3. Pöly

#### 3.1 Kivipölyä koskevat säännökset

Kivipöly voidaan karkeasti luokitella terveydelle vaaralliseen ja lähes vaarattomaan pölyyn. Vaarallinen pöly sisältää vapaita piidioksidgeja, joista yleisin on kvartsi, asbestia tai talkkia. Hienojakoinen alle 5  $\mu\text{m}$  kvartsipöly aiheuttaa todennäköisesti silikoosia eli kivipölykeuhkosairautta (kuva 2).



Kuva 2. Pölyn rakeisuudesta riippuva haitallisuusaste /3/

Tästä syystä sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamissa teknillisissä turvallisuusohjeissa /4/ sallitaan vähätehoisten pölyjen kokonaispitoisuudeksi 10  $\text{mg}/\text{m}^3$ , mutta hienojakoisen kvartsipölyn pitoisuudeksi vain 0,2  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Verrattaessa hienojakoisen kvartsipölyn sallittuja enimmäisarvoja eri maissa (taulukko 2), voidaan todeta USA:ssa olevan tiukimmat vaatimukset. Suomessa ja Ruotsissa ne ovat yhtä suuret. Norjassa sallittu enimmäisarvo on noin koke kertaa suurempi kuin Suomessa. Neuvostoliiton ja Ranskan arvot koskevat kokonaiskvartsipölyä, joten niitä ei voi verrata suoraan muihin arvoihin, joissa on käsitelty vain alle 5  $\mu\text{m}$  kvartsipölyä.

MAA	Hienopölyn erotusfunktio	Sallittu pölymäärä erotusfunktion perusteella mg/m <sup>3</sup>			Johannesburginen erotusfunktio (mg/m <sup>3</sup> )	
		C <sub>max</sub> = f (Q)	C <sub>1max</sub> Q ≤ 1 %	C <sub>2max</sub> kvartsi	C' <sub>1max</sub> Q ≤ 1 %	C' <sub>2max</sub> kvartsi
Saksan Liittotasavalta	raekoko < 5 μm δ = 2,65 g/cm <sup>3</sup> 2 % ≤ Q ≤ 70 %	10 / Q̄	7,0	1,0	3,4	0,49
		4,5 / Q̄	3,5	0,5	1,7	0,24
-"- , uudet määräykset					4,0	0,15
Norja	raekoko < 5 μm δ = 2,65 g/cm <sup>3</sup>	70/(Q+5)	11,6	0,65	5,7	0,32
USA (ACGIH)		10/(Q+2)	3,3	0,1	4,0	0,12
Englanti (BCIRA)	Johannesburg.		3,0	0,2	3,0	0,20
Neuvostoliitto	kokonaispöly		10,0	1,0	1,4	0,14
Ruotsi	kokonaispöly	90/(Q+5)	15,0	0,9	2,1	0,13
-"-	raekoko < 5 μm			0,2		
Suomi	kokonaispöly		10,0			
	raekoko < 5 μm			0,2		
Ranska (ehdotus)	kokonaispöly	160/(Q+2)	53,3	1,57	7,5	0,22

Taulukko 2. Piidioksidipitoisen pölyn sallitut enimmäismäärät eri maissa /4, 5/

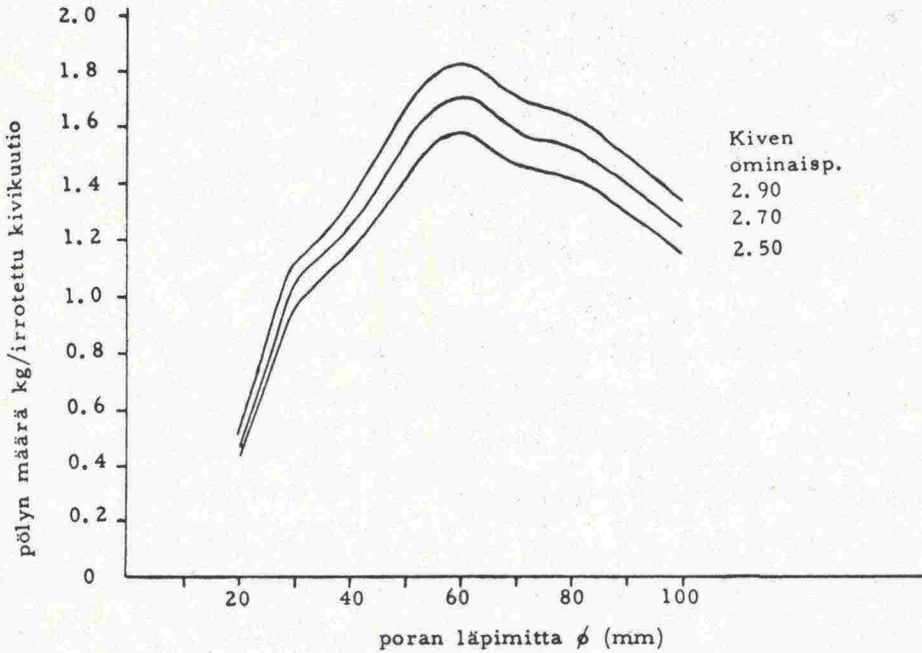
### 3.2 Pölyn mittaaminen

Pölymittauksia voidaan suorittaa eri tarkoituksia varten. Yleensä aluksi suoritetaan pölykonsentraation määrittäminen esim. Hi-Vol-tehokeräimellä. Talteenotetusta pölystä on syytä tutkia mineraalikoostumus, etenkin kvartsipitoisuus ja alle 5 µm pölyn määrä. Ellei hienopöly- ja kvartsipitoisuusmäärittäystä voida tehdä, suosittelee Työterveyslaitos käytettäväksi kokonaispölypitoisuusmittauksia /6/. Jotta hienojakoisen kvartsin määrä pysyy alle 0,2 mg/m<sup>3</sup>, tulee kokonaispölypitoisuuden puoleisen ja harmaan graniitin kyseessä ollen olla alle 3,5 mg/m<sup>3</sup> ja alle 8 mg/m<sup>3</sup>, kun kyseessä on dioriitti tai gabro eli ns. musta graniitti.

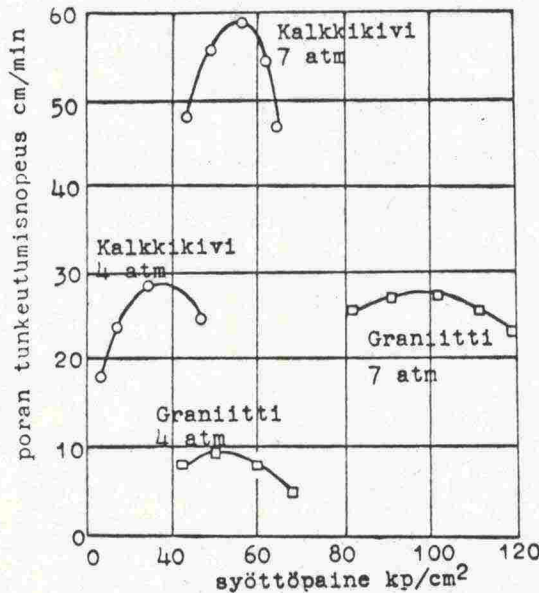
### 3.3 Pölyn muodostuminen

Avolauhinnassa syntyy pölyä pääasiassa porauksen, räjäytyksen, louheen kuormauksen ja kuljetuksen vaikutuksesta. Porausta voidaan pitää näistä ensisijaisena pölyn aiheuttajana. Porauspölyn muodostumiseen vaikuttavat monet tekijät, jotka ovat paljolti toisistaan riippuvia, kuten kallion ominaisuudet, porauskalusto, reikäkoko, porauskaavio ja poraajan ammattitaito. Syntyvän pölyn määrä tuntuu olevan suurin läpimitaltaan 60 mm:n porilla eli 1,6 - 1,8 kg irrotettua kuutiometriä kohden (kuva 3). Tiettyinä aikoina syntyvä pölymäärä riippuu lisäksi poran tunkeutumisen nopeudesta. Porausnopeus on sitä suurempi mitä suurempia syöttöpaine ja huuhtomisilmanpaine ovat (kuva 4). Huuhtomisilmanpaineen pienentäminen ilmaan leviävän pölymäärän pienentämiseksi ei kannata, koska tällöin porausteho laskee ja uudelleen murskautuva kivipöly lisääntyy aiheuttaen rakaisuuden huomattavan hienontumisen (kuva 5). Porauksessa syntyvän kokonaispölyn määrälle eli emissiolle voidaan helposti laskea nomogrammi tunkeutuman, tehokkaan porausajan ja terän läpimitan funktiona (kuva 6). Esim. jos tunkeutuma on 60 cm/min, tehokas porausaika 60 % ja poran läpimitta 40 mm, tulee pölyä n. 60 kg tunnissa. Se miten paljon pölystä on terveydelle vaarallista riippuu porattavan kiven mineraalikoostuksesta (kuva 7). Esimerkiksi syväkivilajeista ei peridotitissa ja gabrossa ole kvartssia. Niiden piidioksidipitoisuus

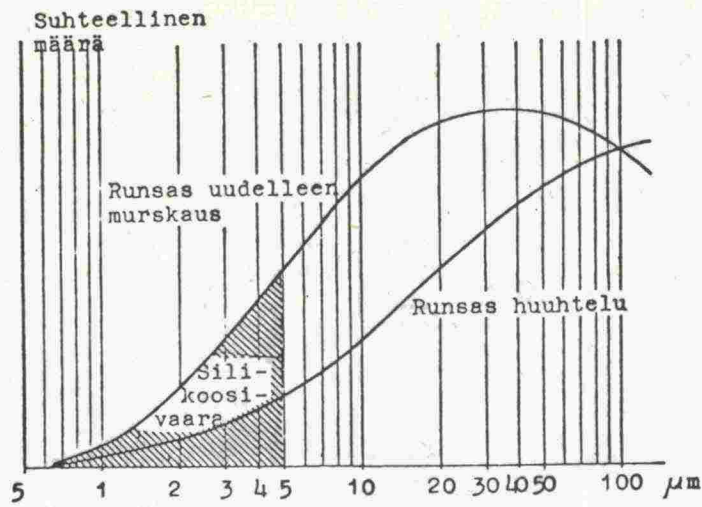
on pieni eli 40 - 50 %. Sitä vastoin graniitissa ja pegmatitissa on kvartssia n. 40 % ja piidioksidipitoisuus 70 - 80 %. Syntyvän pölyn rakeisuuteen ei käytetyllä kalustolla näytä olevan kovin suurta merkitystä, sillä käsiporakoneiden aiheuttama pöly on vain vähän hienompaa kuin vaunuporakoneiden (kuva 8). Enemmän vaikuttaa rakeisuuskäyrien hajontaan porattu kiviaines (kuva 9).



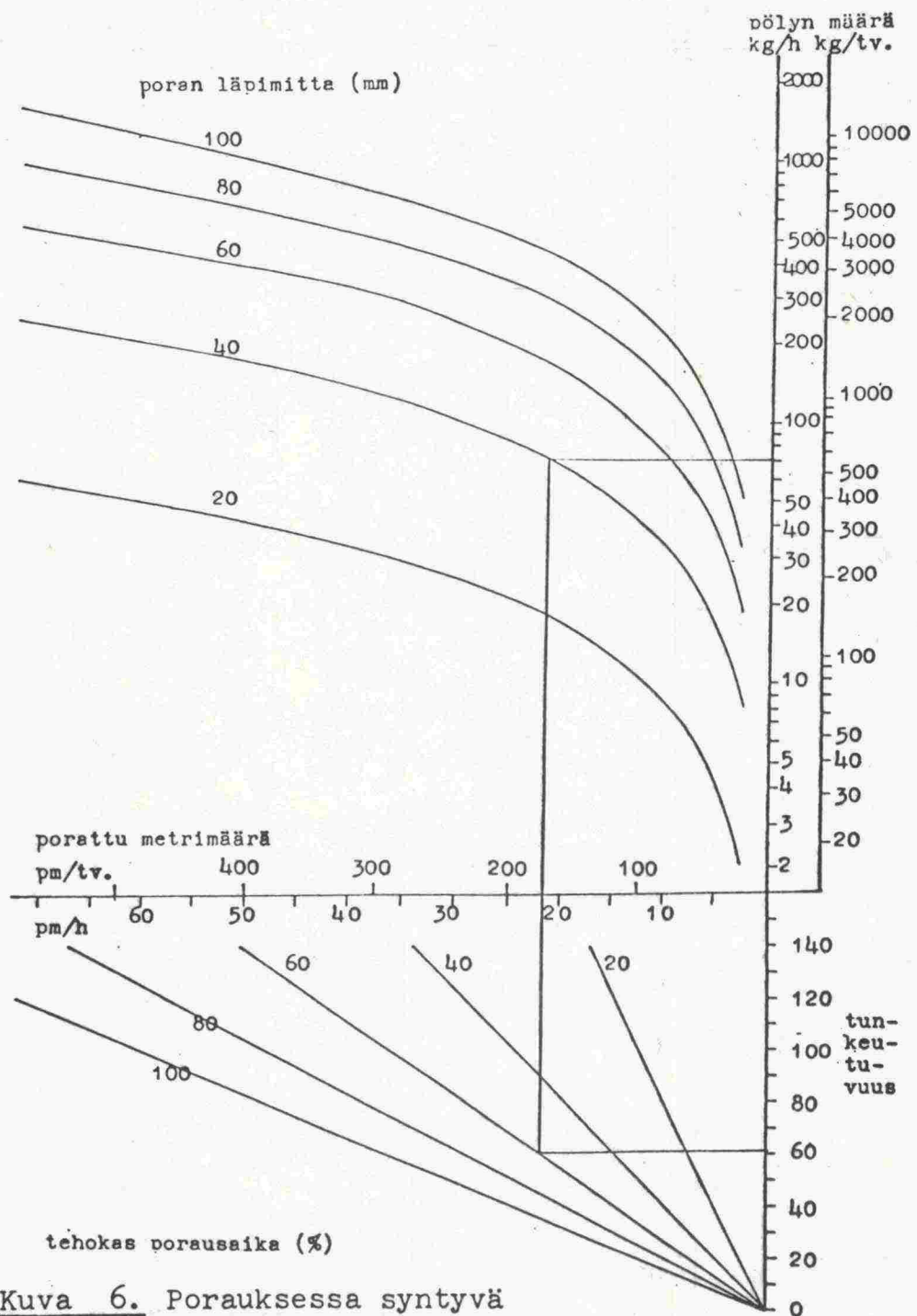
Kuva 3. Pölyn määrä irrotettua kivikuutiometriä kohti /7/



Kuva 4. Porausnopeuden riippuvuus syöttöpaineesta ja huuhtomisilmanpaineesta

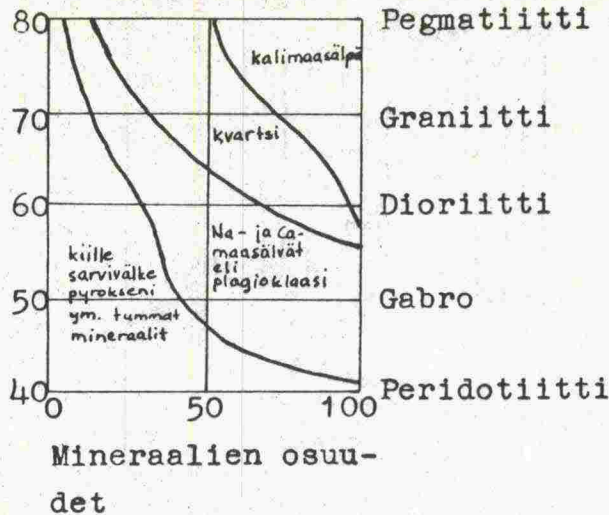


Kuva 5. Huuhtelun vaikutus syntyvän pölyn rakeisuuteen

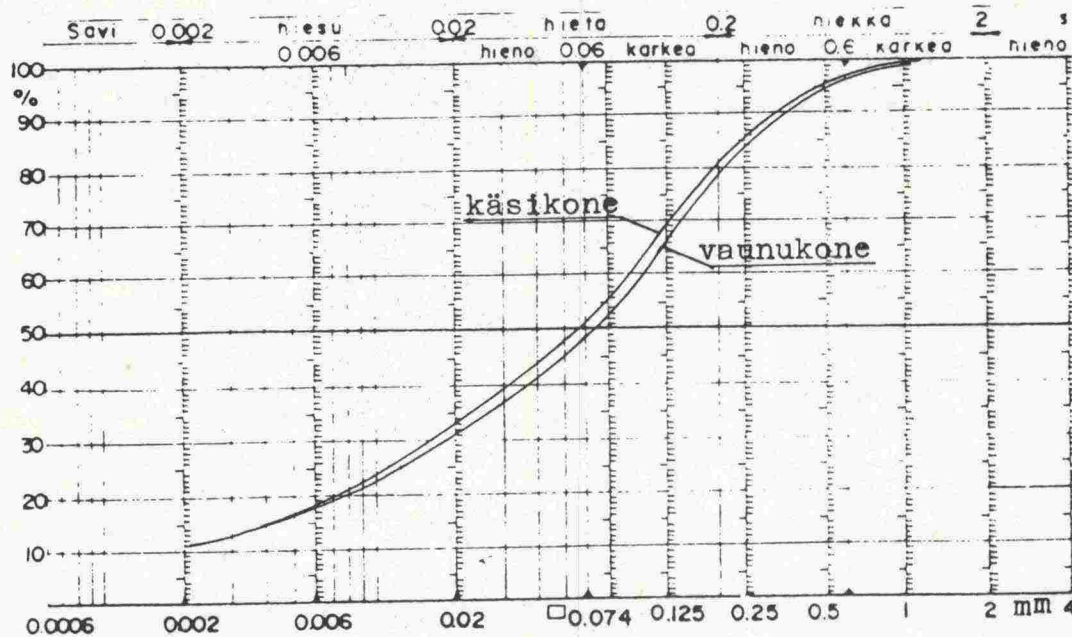


Kuva 6. Porauksessa syntyvä kokonaispölymäärä ( $\rho = 2,70 \text{ g/cm}^3$ ) /7/

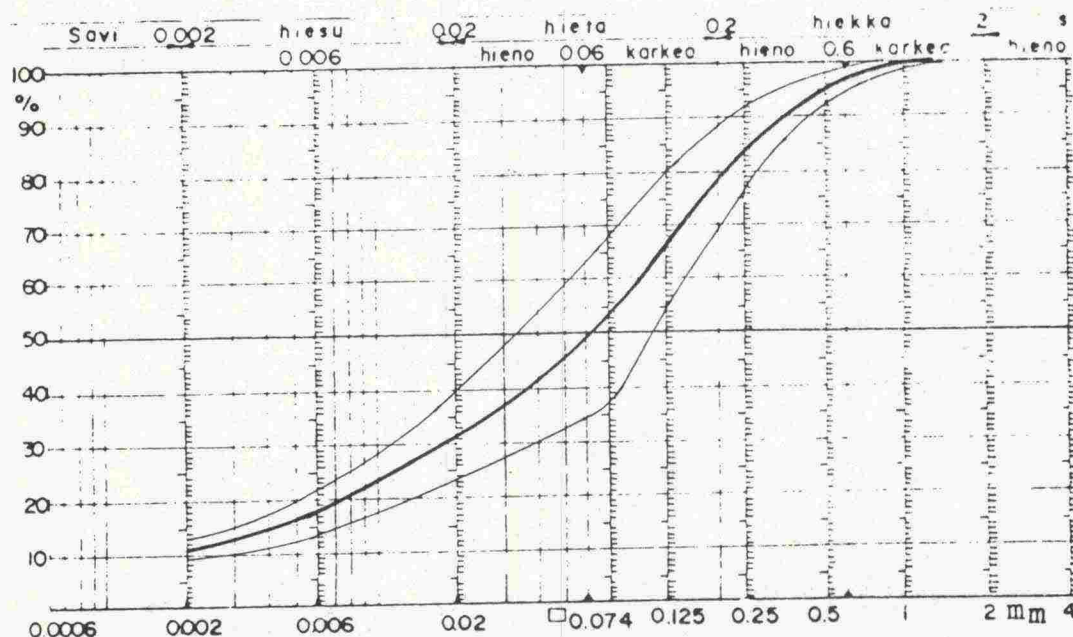
Plidioksi-  
dipitoi-  
suus %



Kuva 7. Syväkivilajien mineraalikoostumus /10/



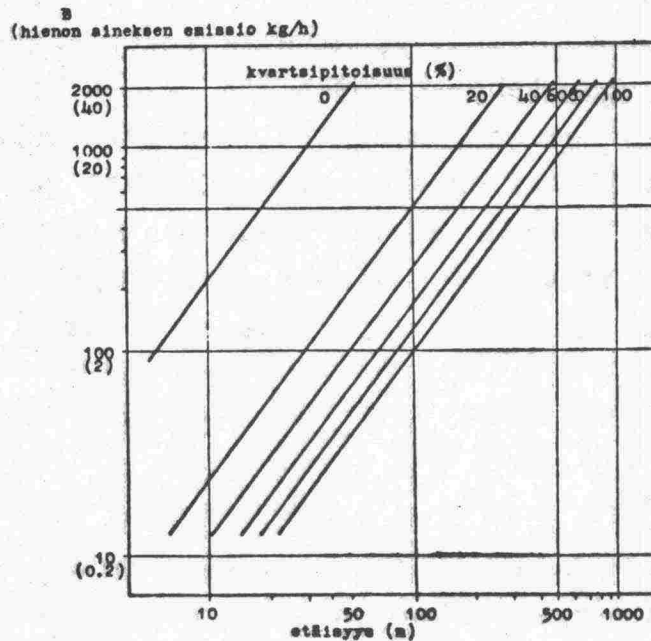
Kuva 8. Vaunu- ja käsiporakoneiden keskimääräiset rakei-  
suuskäyrät /7/



Kuva 9. Porauksessa syntyvän pölyn keskimääräinen rakei-  
suuskäyrä hajontarajoineen /7/

## 3.4 Pölyn leviäminen ympäristöön

Porauksessa muodostuva kivijauhe voidaan jakaa kolmeen osaan: porausmurskeeseen, jonka hiukkaskoko on yli 1 mm, porausjauheeseen, hiukkaskoko 50  $\mu\text{m}$  - 1 mm ja varsinaiseen porauspölyyn, hiukkaskoko alle 50  $\mu\text{m}$ . Porausmurske ja -jauhe jäävät aivan porareian läheisyyteen. Mutta porauspölystä varsinkin leijuva pöly (hiukkaskoko alle 10  $\mu\text{m}$ ) saattaa ilmavirtojen vaikutuksesta levitä hyvinkin kauas. Tosin pölykonsentraatio alenee suhteellisen nopeasti, koska pölylähde on maanpinnan tasossa, ja siten laskeutumismatka on pieni. Suojaetäisyydet voidaan työmaakohtaisesti määrittää kuvan 10 perusteella. Suojaetäisyydet eri porauskalustoille olisivat keskimäärin taulukon 3 mukaiset.



Kuva 10. Suojaetäisyyksien määrittämissä diagrammi kvartsipitoisuuden ja hienon aineksen (alle 5  $\mu\text{m}$ ) emission perusteella

Porakone	Suojaetäisyys m
Käsikone	250
Käsikone + syöttölaite	400
Vaunuporakone	600

Taulukko 3. Suojaetäisyydet eri konetyypeille /7/



### 3.5 Pölyntorjuntamenetelmät

Sekundääripölyä voidaan vähentää huomattavasti kastelemalla ja suolaamalla kuivina aikoina työmaatiet. Varsinaisia porauksen pölyntorjuntamenetelmiä on useita:

- pölyn siirto
- vesihuuhtelu
- sumuhuuhtelu
- pölyn sidonta vaahdolla
- pölynerottimet

#### 3.5.1 Pölyn siirto

Pöly vaikuttaa haitallisesti työntekijään sekä ympäristöön. Haitta voidaan työntekijän kannalta torjua siirtämällä pöly pois porauskohteesta. Tämä tapahtuu yksinkertaisesti käyttämällä putkea ja suuritehoista puhallinta. Menetelmä on käytökelpoinen olosuhteissa, joissa pöly voidaan puhaltaa tuulen alapuolelle ja tuulen suunta pysyy jatkuvasti samana. Pyörteisen tuulen vallitessa ja tuulen suunnan nopeasti vaihdellessa menetelmän hyöty on kyseenalainen. Pölyn leviämistä ympäristöön ei poispuhallusta käytettäessä voida mitenkään estää.

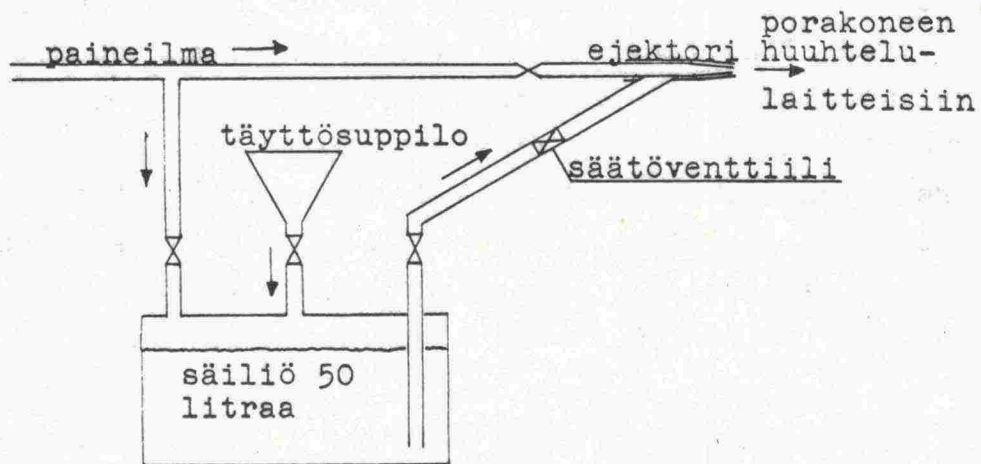
#### 3.5.2 Vesihuuhtelu

Pöly voidaan sitoa huuhteluaineella. Tällöin voidaan käyttää vettä, vettä tai ilmaa, johon on lisätty lisäaineita tai vaahtoa. Vesihuuhtelu on kaivosporauksessa lähes yksinomainen pölynsidontamenetelmä, Vesi puristetaan paineella reiän pohjalle, jolloin pöly sitoutuu veteen ja liete nousee pois reiästä. Liian vähäinen vedenkäyttö aiheuttaa sen, että osa pölystä ei ehdi sitoutua, vaan tulee kuivana ylös. Liiasta veden käytöstä on seurauksena turhaa lietettä ja porien juuttumisvaara.

Avolouhinnassa ei vesihuuhtelua juuri käytetä lähinnä veden jäätyamisen takia. Lisäksi liejun poistosta porausrei'istä tulee lisätyötä.

### 3.5.3 Sumuhuuhdtelu

Sumuhuuhdtelumenetelmä on kehitetty Suomessa. Siinä huuhdtelu-ilma kostutetaan saippualliuoksella, jolloin hienojakoiset pölyhiukkaset tarkertuvat toisiinsa, nousevat paineilman voimalla ylös ja putoavat reiän ympäristöön eikä pölyämistä sanottavasti esiinny. Tärkeää pölyn sitomisen onnistumiselle on oikea kostutus. Jos se on liian suuri, syntyy lietettä ja poratangot juuttuvat kiinni. Liian vähäinen kostutus taas ei sido pölyä tarpeeksi tehokkaasti. Kostutetun ilman sopiva saippualliuospitoisuus on 0,03 - 0,1 %.



Kuva 11. Sumuhuuhdtelumenetelmä /11/

### 3.5.4 Pölyn sidonta vaahdolla

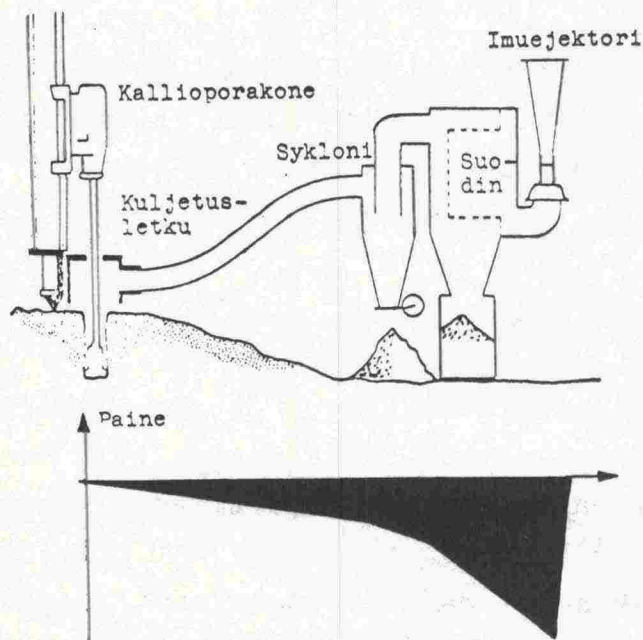
Suomessa vähän käytetty menetelmä on käyttää vesihuuhdtelun sijasta vaahtoa. Vahto voidaan johtaa paineella joko reiän pohjalle tai reiän suulle. Menetelmää on käytetty lähinnä kaivoksissa.

### 3.5.5 Pölynerottimet

Pölyn poisto poranreistä pölynerottimeen tapahtuu nykyään pääasiassa nostamalla pöly reistä normaalilla huuhdtelupaineella ja imemällä alipaineella pölynerottimeen. Suurin vaikeus pölyn siirtämisessä on imukuvun tiivistys kallionpintaa ja poratankoa vastaan. Imukuvun alaosassa voidaan käyttää joustavaa helmaa, jolloin saadaan aikaan melko tehokas tiivistyminen. Poratankoa

vastaan on tiivistys hankalampi suorittaa, koska tiiviste helposti rikkoutuu porattaessa tai poraa siirrettäessä. Pienillä huuhtelupaineilla riittää alipaineen aiheuttama sekundääri-ilman sisäänvirtaus aukosta. Mutta koska pieni huuhteluilmanpaine lisää helposti hienon pölyn määrää uudelleen murskautumisen johdosta, saattavat suodattimet helposti tukkeutua. Huuhteluilman virtauksen kasvaessa pölyvuodot imukuvussa lisääntyvät. Tällöin joudutaan käyttämään jarrutusejektoria eli suuntaamaan jarrutusilmansuihku suurella nopeudella poranreiästä tulevaa huuhteluilmaa vastaan. Tällöin voidaan pöly imeä pysähdysvyöhykkeestä ilman sanottavia vuotoja. Karkea pöly erottuu syklonissa ja putoaa alla olevaan keräimeen. Syklonin läpi mennyt pöly erottuu suodatinyksikössä, joka on yleensä puhdistettavissa täryttämällä. Tarvittava imu saadaan aikaan suuritehoisella paineilmakäyttöisellä ejektorilla. Ejektorin sijaita ennen pölynerotinta, jolloin järjestelmä toimii ylipaineella, tai pölynerotuksen jälkeen, jolloin järjestelmä toimii alipaineella. Ejektorin käyttöäälle ja tehokkaalle toiminnalle on edullista, että se sijaitsee pölynerotuksen jälkeen, koska se ei joudu silloin kivipölyn kuluttavalle vaikutukselle alttiiksi.

Ruotsissa on otettu käyttöön määräykset pölynpoistolaitteista. Niiden mukaan pöly tulee imeä poranreiästä ja johtaa pölynerottimeen, jossa se otetaan talteen. Laitteiston tulee toimia alipaineella. Mikäli pölynpoistolaitteita ei käytetä, tulee työntekijän käyttää hyväksyttyä hengityssuojainta.



Kuva 12. Pölynerotuksen periaate /9/

#### 4. Melu

##### 4.1 Melutasosuositukset

Terveydenhoitolain ja -asetuksen nojalla annetuissa suosituksissa jaetaan alueet käyttötarkoituksen perusteella kolmeen luokkaan: yleisillä alueilla saa melu olla enintään 60-70 dB(A), asuntoalueilla enintään 55 dB(A) sekä ulkoilu-, virkistys-, loma- ja asuntoalueilla enintään 45 dB(A). Louhintatöiden melutaso sallittuna arvona tulisi pitää 75 dB(A). Mikäli melutaso on suurempi, on ryhdyttävä toimenpiteisiin, joilla meluemissiota voidaan vähentää. 85 dB(A) arvoa ei saa ylittää kuin poikkeuksellisesti.

##### 4.2 Meluemissio

Porakoneiden ja kompressoreiden meluemissio määritettiin eräissä kokeissa kahdeksassa pisteessä koneen ympärillä 1 m:n ja 7 m:n etäisyyksillä koneen pinnasta 1,2 m maanpinnan yläpuolella. Näistä on taulukoihin 4 ja 5 laskettu logaritminen keskiarvo, jos suurimman ja pienimmän havainnon ero on yli 5 dB(A), muussa tapauksessa aritmeettinen keskiarvo. Meluemission suositus 75-85 dB(A) ylittyy kaikissa tapauksissa.

Kallioporakoneet	1 m		7 m	
	dB(A)	dB(lin)	dB(A)	dB(lin)
Atlas Copco RH-658	106	110	95	97
Tampella-Tamrock S 100	112	115	98	100
Vaunuporakoneet				
Atlas Copco ROC 601	116	119	100	104
Atlas Copco ROC 302	112	113	98	102
Holman Holtrac	116	118	101	107

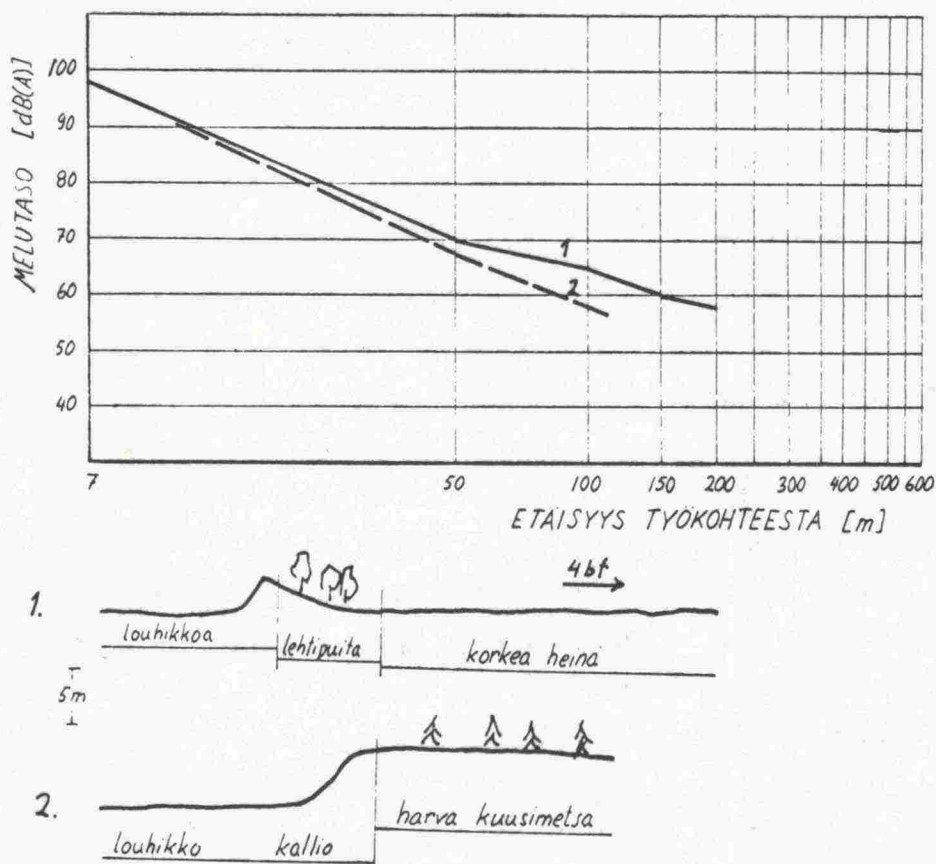
Taulukko 4. Porakoneiden melutasot /12/

Kompressori	1 m				7 m			
	kaasu auki		tyhjäkäynti		kaasu auki		tyhjäkäynti	
	dB(A)	dB(lin)	dB(A)	dB(lin)	dB(A)	dB(lin)	dB(A)	dB(lin)
Atlas Copco PR 600 DD	97	99	93	97	(85)	(89)	(83)	(87)
Atlas Copco PR 700 DD	93	99	90	96	84	92	81	88
Broom Wade WR 600	103	108	97	102	90	97	86	92
Garden Denver SP 600	98	104	-	-	(87)	(92)	-	-
Holman RO 60 P	98	107	-	-	91	104	-	-
Ingersoll-Rand DRC-365	98	102	91	96	-	-	-	-
Ingersoll-Rand DXL-900	100	103	94	97	-	-	-	-

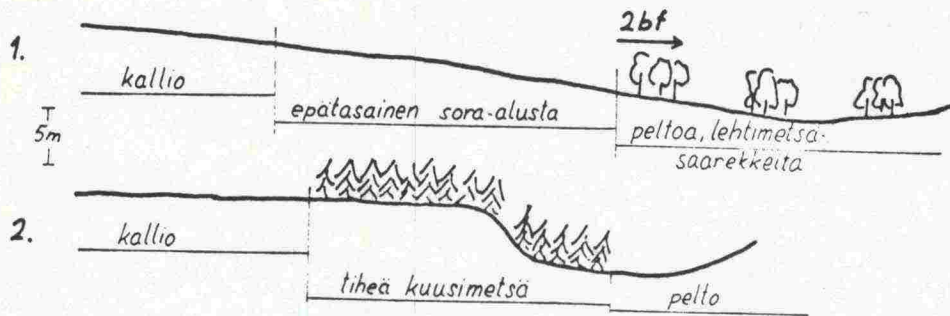
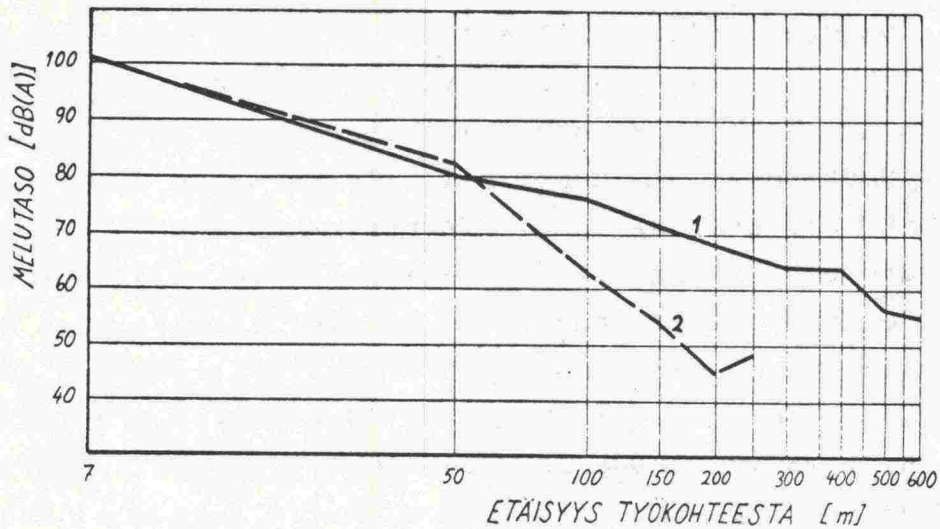
Taulukko 5. Kompressorien melutasot /12/

## 4.3 Meluimmissio

Tutkittaessa poraustyömaiden ympäristölle aiheuttamaa haittaa voidaan todeta kallioporakoneen melutason olevan 15 m:n päässä 85 dB(A) (kuva 13). Yleisen alueen raja 70 dB(A) on 50 m:n päässä ja asuntoalueen raja 55 dB(A) 100-150 m:n päässä. Maaston kohoaminen 5 metrillä ja harva kuusimetsä pienentävät melutasoa selvästi. Vaunuporakoneella 85 dB(A) raja on 25 m:n päässä (kuva 14), yleisen alueen raja 75-150 m:n päässä ja asuntoalueen raja 200-700 m:n päässä. Tiheä kuusimetsä laskee melutasoa huomattavasti. Teoreettisesti pistemäisen melulähteen melutaso laskee 6 dB(A) etäisyyden kaksinkertaistuksessa. Ilma vaimentaa melutasoa 0,1-9 dB/100 m ääniaallon taajuudesta riippuen, maanpinta aluskasvillisuudesta riippuen 1-5 dB/100 m ja metsä tiheydestä riippuen 5-40 dB/100 m.



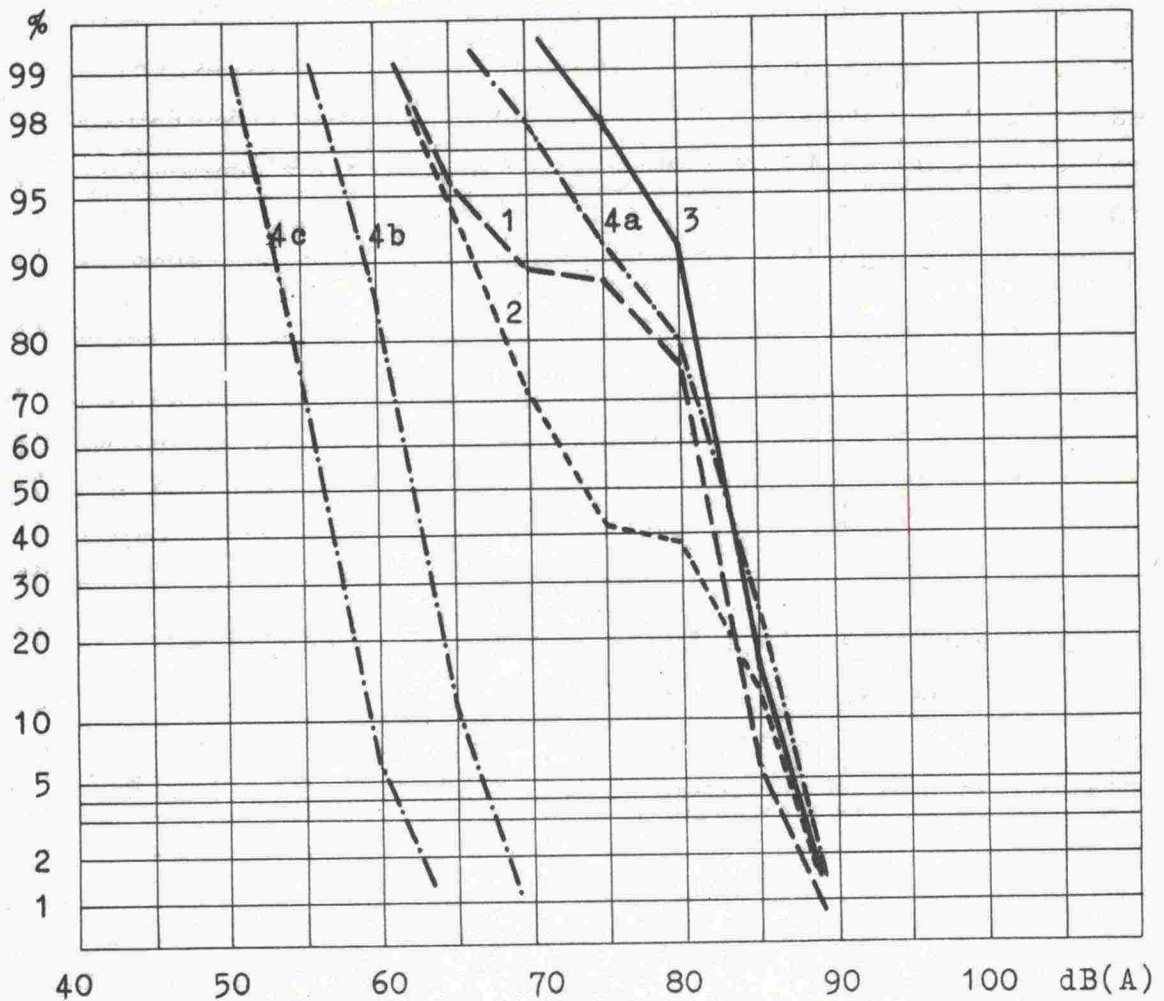
Kuva 13. Kallioporakoneen aiheuttaman melun aleneminen etäisyyden funktiona eräässä yksittäistapauksessa (Tampella S 100) /12/



Kuva 14. Vaunuporakoneen aiheuttaman melun aleneminen etäisyyden funktiona eräässä yksittäistapauksessa (Holman Holtrac) /12/

#### 4.4 Melun pysyvyys

Melun pysyvyys määritettiin nauhoittamalla melua ja tulkitsemalla nauhoitus piirturilla ja analysaattorilla (kuva 15). Milloin kohteessa työskentelee vain yksi porakone, syntyy porauspisteiden vaihdosta selvä mutka pysyvyyskäyrään. 85 dB(A) raja ylitetään yhdellä ja kahdella vaunuporakoneella n. 15 % työajasta 50 m:n etäisyydellä. Jos käytössä on neljä vaunuporakonetta, ylittyy 100 m:n päässä 85 dB(A) raja 25 % työajasta. Pysyvyyskäyrä alenee 200 m:n päässä alle 70 dB(A) ja 300 m:n päässä alle 65 dB(A).



Kuva 15. Porakoneiden aiheuttaman melun pysyvyyskäyriä.

1. Kaksi kallioporakonetta (Atlas Copco RH-658), mittausaika 12 min, etäisyys koneista 50 m.
2. Yksi vaunuporakone (Atlas Copco ROC 601), mittausaika 10 min, etäisyys koneesta 50 m.
3. Kaksi vaunuporakonetta (Atlas Copco ROC 601), mittausaika 10 min, etäisyys koneista 50 m.
4. Neljä vaunuporakonetta (Ingersoll-Rand CM 250, kaksi Atlas Copco ROC 601, Atlas Copco ROC 302), mittausaika 12 min kultakin etäisyydeltä, etäisyydet: a 100m , b 200m ja c 300m.



## 4.5 Meluntorjuntamenetelmät

Louhintatöiden melua voidaan vähentää tehostamalla porakoneiden ja kompressorien äänenvaimennusta. Kallioporakoneiden ääni syntyy kolmesta lähteestä: poistoilmasta, koneen osien melusta ja poran tunkeutumisesta kallioon. Näistä poistoilman melu on merkittävin. Käyttämällä kahden poistoaukon asemesta useita kapeita suihkuja saadaan melutasoa laskettua 5-6 dB(A).

Kompressoreissa ääni syntyy ilman imemisestä, koneäänistä ja pakokaasumelusta. Näistä imuääni on voimakkain. Melua voidaan vähentää imuäänenvaimentimella, pakokaasuvaimentimella ja eristeillä.

Porarit käyttävät jo melko yleisesti kuulosuojaimia. Tulee kuitenkin huomata, että melun turvallisuusraja ylittyy työmaalla varsinkin laajalla alueella, mikä edellyttää, että myös muut työmaalla olevat, esim. panostajat, käyttävät kuulosuojaimia.

## Kirjallisuusluettelo

- /1/ Soveri: Suomen rakennusgeologia
- /2/ Sainio, Vuolio: Räjätysten aiheuttamien maantärinöiden tarkkailusta (Maansiirto 5/73).
- /3/ Stoces, Jung: Staub-und silikosbekämpfung Bergbau (Akademie-Verlag, Berlin 1962.
- /4/ Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet. STM:n vahvistamat teknilliset turvallisuusohjeet n:o 11, Helsinki 1974.
- /5/ Schütz: Der MAK-Wert für Quarzfeinstaub unter dem Gesichtspunkt der verhältnisse in der oberflächigen Industrie (Die Industrie der Steine und Erder Heft 3/1972).
- /6/ Koponen: Pölyntorjunta lähes olematonta (Työ, Terveys, Turvallisuus n:o 6/1974).
- /7/ Jokimies: Kallioporauksen aiheuttama pölyäminen (Diplomityö 1975 TKK).
- /8/ INSKO: Louhintateknikka. Julkaisu 5-70. Helsinki 1970.
- /9/ Ek, G: Virtaustekniikan käyttö silikoosivaaran torjunnassa. Paineilmautiset 4/1973.
- /10/ RIL: Maa- ja vesirakennus. Helsinki 1968.
- /11/ Maaranen: Porauksen pölynsidonta (Työ, Terveys, Turvallisuus 3/1971).
- /12/ Kampilla: Maarakennuskoneiden melu (Diplomityö 1975 TKK).

## E. Matilainen

ASFALTTI- JA MURSKAUSASEMILLE ASETETTAVAT YMPÄRISTÖN-  
SUOJELUVAATIMUKSET TVL:N TÖISSÄ JA NIIDEN HUOMIOON  
OTTAMINEN

	sivu
1. Johdanto .....	1
2. Asfaltti- ja murskausasemien ympäristönsuoje- lu 1973-1974 .....	2
3. Urakoitsijoiden resurssit ympäristönsuojelun huomioon ottamiseen .....	5
4. Rakennuttajalle aiheutuvat kustannukset ympäristönsuojelusta .....	8
5. Muiden viranomaisten asettamat vaatimukset asfaltti- ja murskausasemien ympäristön- suojelulle .....	9
6. Ympäristönsuojelun kehittämisen periaatteet...	10
7. Ympäristönsuojevaatimusten noudattamisen valvonta urakoinnissa .....	13
8. Muu TVL:n toiminta ympäristönsuojelun edistä- miseksi asfaltti- ja murskausasemilla .....	14

E. Matilainen

ASFALTTI- JA MURSKAUSASEMILLE ASETETTAVAT YMPÄRISTÖNSUOJELU-  
VAATIMUKSET TVL:N TÖISSÄ JA NIIDEN HUOMIOON OTTAMINEN

1. Johdanto

Ympäristönsuojeluun alettiin maassamme kiinnittää enemmän huomiota vuonna 1970, joka oli ns. ympäristönsuojeluvuosi. Alan lain-säädännön ja hallinnon kehittämistä on tämän jälkeen tutkinut moni toimikunta ja työryhmä. Erityisesti ovat olleet huomion koh-teena vesilaki, rakennuslaki sekä ehdotukset ilmansuojelun ja meluntorjunnan laeiksi.

Myös julkisessa sanassa on asiaan kiinnitetty runsaasti huomiota. Ympäristöhaitat ja niiden aiheuttajat on tuotu esiin kaunistele-matta. Ympäristöhaittojen aiheuttaminen on pyritty jopa krimi-nalisoimaan. Haitan aiheuttamisesta voi erään ehdotuksen mukaan saada puoli vuotta vankeutta.

Ympäristöhaittojen torjunnan periaatteeksi on varsin yleisesti omaksuttu ns. aiheuttamisperiaate, jonka mukaan haitan tuottaja osoittaa haitan laadun, suorittaa tarvittavat toimenpiteet sen syntymisen estämiseksi ja huolehtii näistä aiheutuvista kustan-nuksista. Tämä periaate on tällä hetkellä käytössä mm. vesien-suojelussa.

Ympäristönsuojelun yleinen kehitys sekä lisääntyneet vaatimuk-set alan näkökohtien huomioonottamiseksi lienevät johtaneet sii-hen, että TVH aloitti asfalttiasemien ympäristönsuojelun tutki-mustoiminnan vuonna 1971. Tällöin teetettiin tutkimus, jossa selviteltiin mm. pölymäärien syntyyn vaikuttavia tekijöitä, pölynerottimia ja pölymäärien mittaamista sekä pölynormeja. Vuoden 1972 alussa perustettiin työryhmä, joka suunnitteli tar-vittavan myöhemmän tutkimustoiminnan, ohjasi sitä ja sovelsi tulokset TVL:n urakoinnissa käytettäväksi sopivaan muotoon. Työ-ryhmän erääksi tavoitteeksi oli nimenomaan asetettu ympäristön-suojeluvaatimusten laatiminen taloudelliset näkökohdat huomioon ottaen.

Oheisessa selvityksessä käsitellään asfalttiasemien ympäristönsuojelun järjestämistä em. työryhmän luomien periaatteiden pohjalta. Murskausasemien ympäristönsuojelun suunnittelu on tapahtunut TVH:ssa omana toimintana.

## 2. Asfaltti- ja murskausasemien ympäristönsuojelu vuosina 1973-1974

Asfalttiaseman pölyämistä tutkiva työryhmä laati ensimmäiset TVL:n päällystysurakointiin tarkoitetut vaatimukset asfalttiasemien pölyhaittojen torjumiseksi vuonna 1973. Nämä vaatimukset perustuivat haitan torjunnassa Valtion ilmansuojelun ja meluntorjunnan neuvottelukunnan eli ns. ISMETin julkaisemiin "Ulkoilman laadun arviointiperusteisiin". Vaatimukset oli pyritty laatimaan siten, ettei ISMETin suosittelimia enimmäisarvoja ylitetä.

Vaatimukset jakaantuivat viiteen osaan: vastuu ja vahingonkorvaus, yleiset määräykset, laitteiston rakennetta koskevat määräykset, aseman sijaintia koskevat määräykset ja poikkeaminen määräyksistä. Merkittävimmät määräykset sisältyivät laitteiston rakennetta ja aseman sijaintia koskeviin kohtiin. Aseman kuumaelevaraattori, seulasto, kiviaineksen välivarasto ja sekoitin tuli tällöin koteloida ja johtaa niissä syntyvä pöly pölynpoistolaitokseen. Kiinteä asfalttiasema tuli varustaa märkäerottimella, jos häiriintyvä kohde oli siitä enintään 1500 metrin etäisyydellä. Liikkuvat asfalttiasemat jaettiin kolmeen luokkaan:

- A. Asfalttiasema, joka on varustettu suodatinpölynpoistolaitoksella
- B. Asfalttiasema, joka on varustettu syklonien lisäksi märkäerottimella
- C. Asfalttiasema, joka on varustettu pelkästään sykloneilla.

A-luokan asfalttiasemalle ei esitetty vähimmäisetäisyysvaatimusta häiriintyvään kohteeseen. B-luokan aseman tuli olla vähintään 200 m:n päässä häiriintyvästä kohteesta ja C-luokan aseman vähintään 1000 m:n päässä. Savupiipun tuli olla vähintään aseman muun laitteiston korkuinen, kuitenkin vähintään

10 m lukuun ottamatta A-luokan asemaa, jossa vaadittiin vähintään 15 m korkea savupiippu.

Vaatimukset tulivat käyttöön vuoden 1973 päällystysurakoissa. Vaatimusten vaikutuksesta ryhtyivät alan urakoitsijat hankkimaan tehokkaita B- ja A-luokkiin kuuluvia laitteita. Tämä olikin eräs tärkeimpiä vaatimusten tavoitteita.

Vuoden 1973 syksyllä laadittiin TVH:ssa myös murskausasemille ympäristönsuojeluvaatimukset, jotka tulivat käyttöön vuoden 1974 alussa. Nämä sisälsivät ilmansuojelun lisäksi myös meluntorjuntaa ja vesiensuojelua koskevia vaatimuksia. Vaatimusten perustana olivat sekä edellä mainitut ISMETin ulkoilman laadunarviointiperusteet että vuoden 1973 keväällä ilmestyneet lääkintöhallituksen yleiskirjeet, jotka sisälsivät terveydenhoitolain ja -asetuksen nojalla annetut ilman epäpuhtauksien ja melun enimmäissuosituksset. Vaatimukset rakentuivat samoin kuin asfaltti-asemien kohdalla sille periaatteelle, että suositeltuja enimmäisarvoja ei ylitetä luonnossa.

Murskausasemat jaettiin kahteen ryhmään murskattavan aineksen perusteella:

- I Soraa tai someroa murskaavat asemat
- II Kalliota murskaavat asemat.

Molemmat ryhmät jaettiin edelleen kolmeen luokkaan pölynpoistolaitteiston perusteella:

- A Asema, joka on varustettu suodatinpölynpoistolaitoksella, ja jossa syntyvä pöly johdetaan alipaineistetuista, koteloituista pölylähteistä pölynpoistolaitokseen
- B Asema, jolla pölynpoisto on järjestetty kastelemalla, ja jossa pölylähteet on koteloitu
- C Asema, jolla pölyämistä estetään pelkällä vesisuihkutuksella tai jolla pölyämistä ei estetä mitenkään.

Murskausaseman etäisyyden lähimpään häiriintyvään kohteeseen tuli olla vähintään oheisessa taulukossa esitetyn suuruinen. Taulukossa esiintyvät mitat on lausuttu metreinä.

Ryhmä	Luokka		
	A	B	C
I	-	100	200
II	100	200	400

Vähimmäisetäisyysarvot oli asetettu pölyn leijuman mittaus-  
tulosten perusteella. Melun suhteen vaadittiin, ettei melu-  
taso häiriintyvässä kohteessa saa ylittää päivällä klo  
06 - 22 60 dB(A) ja yöllä 22 - 06 55 dB(A). Näiden arvojen  
alittamiseksi tarvittiin samanpituiset suoja-alueet kuin  
C-luokkaan kuuluvat asemat tarvitsivat pölyn kannalta. Siten,  
jos asema haluttiin sijoittaa lähemmäksi häiriintyvää koh-  
detta kuin mitä C-luokan rajat edellyttivät, tuli asema varus-  
taa pölyntorjuntalaitteiden lisäksi meluntorjuntalaitteilla.  
Vaatimusten tarkoituksena oli aktivoida meluntorjuntarakentei-  
den ja niiden vaikutusten tutkimista, mutta tällä hetkellä  
näyttää siltä, ettei tarkoitusta saavutettu. Tämä johtuu  
siitä, että C-luokan asemien edellyttämät suoja-alueet ovat  
sellaiset, että asemapaikka voidaan yleensä valita siten,  
että vaatimukset täytetään.

Asfalttiaseman pölynpoistovaatimukset laajennettiin vuotta  
1974 varten ympäristönsuojeluvaatimuksiksi. Työ tehtiin ai-  
kaisemmin mainitun työryhmän toimesta. Vaatimukset muutet-  
tiin perustuvaksi lääkintöhallituksen yleiskirjeisiin. Samas-  
sa yhteydessä tiukennettiin pölyvaatimuksia.

Tarvittavat suoja-alueet olivat tällöin seuraavat:

Luokka	Pölynpoistolaitos	Suoja-alueen säde, m
A	Suodatin	150
B	Syklonit ja märkäerotin	300
C	Syklonit	600

Lisäksi vaadittiin, että asema tulee sijoittaa niin etäälle  
kohteesta tai varustaa sellaisilla pölynpoistolaitteilla,  
ettei aseman aiheuttama leijuma yhdessä muun teollisuuden  
aiheuttaman mittauksin määritetyn leijuman kanssa ylitä  
kohteessa lääkintöhallituksen suosittelimia enimmäisarvoja.

Meluntorjuntavaatimukseksi oli asetettu samat arvot kuin

murskausasemille. Normaalisti nämä arvot kuitenkin alitetaan pölyleijuman kannalta määräytyvillä suoja-alueilla. Lisäksi oli asetettu velvoite muun teollisuuden aiheuttaman melun huomioon ottamiseksi.

Vesiensuojelutoimenpiteet vaadittiin tehtäväksi siten kuin aikaisemmin päällystystöiden turvallisuusohjeessa.

Tämän vuoden vaatimukset lisäsivät edelleen tarvetta uusien A- ja B-luokan pölynpoistolaitteiden hankkimiseksi. Erityisesti B-luokan laitteita on hankittu runsaasti. Huomioon ottaen B-luokan laitteiden tehokkuuden ja niiden pienet kustannukset voitaneen tapahtunutta kehitystä pitää edullisena.

Vaikka em. asfaltti- ja murskausasemien ympäristönsuojeluvaatimukset eivät olekaan riittävän tiukkoja ympäristöhaittojen estämiseksi, ja ne ovat olleet käytössä vasta vähän aikaa, voitaneen niitä pitää onnistuneina mm. seuraavista syistä:

- ympäristölle aiheutetut haitat ovat pienentyneet, ja valitukset asemien aiheuttamista haitoista ovat hävinneet lähes kokonaan
- työsuojeluolosuhteet ovat parantuneet
- epävarmuus haittojen laadusta on hävinnyt
- menettelyn vakiintumisen myötä on välttytty tarpeettomilta epävarmuuden aiheuttamilta lisäkustannuksilta ja toiminnan aloituksen viivästymisiltä
- suojatoimenpiteiden kustannuksista on muodostunut selvä käsitys, joten aiheeton pelko kustannuksista on hävinnyt
- vaatimukset ovat aiheuttaneet painetta tehokkaiden laitteiden hankkimiseen, josta johtuen laitteiden valmistus- ja edustus- sekä kehitystoiminta on vilkastunut
- vaatimukset luovat edellytyksen varautua tekeillä olevan ilman-suojelulain ja siihen liittyvien muiden säädösten huomioon ottamiseen teknillisesti ja taloudellisesti.

Vaatimuksiin kohdistuneet arvostelut ovat olleet erittäin vähäisiä.

### 3. Urakoitsijoiden resurssit ympäristönsuojelun huomioon ottamiseen

Kuluvana vuonna oli asfalttiasemapaikkoja yhteensä 76 kpl, jotka



jakaantuivat pölynpoistoluokkavaatimusten mukaan seuraavan taulukon osoittamalla tavalla:

<u>Luokka</u>	<u>Asemapaikkoja 1974</u>
A	3 kpl
B	23 "
C	50 "
Yhteensä	76 kpl

Erilaisten pölynpoistolaitteistojen maksimitarve oli seuraava:

<u>Luokka</u>	<u>Laitteiden maksimitarve</u>
A	2 kpl
B	14 "
C	27 "

Yrittäjien kesken ei laitteiden vuokrausta ole järjestetty, josta johtuen eri luokkaan kuuluvia pölynpoistolaitteistoja tarvitaan kysynnän tyydyttämiseen enemmän kuin mitä laitteiden maksimitarve edellyttää.

Vuonna 1973 suoritetun asfalttiasemien inventoinnin mukaan oli urakoitsijoilla käytössä eri luokkiin kuuluvia pölynpoistolaitteistoja seuraavasti:

<u>Luokka</u>	<u>Laitteita 1973</u>
A	4 kpl
B	12 "
C	42 "
Yhteensä	58 kpl

Urakoitsijoilla oli kaiken kaikkiaan TVL:n töihin käytettävissä noin 80 asemaa, joten em. inventointi ei ole kattanut kaikkia asemia. Tämän vuoksi on urakoitsijoilla enemmän laiteresursseja kuin mitä taulukossa on mainittu. Näitä laitteita ei kuitenkaan ole samassa suhteessa eri pölynpoistoluokkiin kuuluen. Luultavasti suurin osa ylimääräisestä kapasiteetista on varustettu C-luokan pölynpoistolaitteistolla. Toisaalta edellisen vuoden inventointitilasto ei ota huomioon seuraavaa päällystyskautta varten hankittuja laitteistoja, jotka ovat juuri tehokkaita laitteistoja. Urakoitsijoiden todelliseksi laiteresurssiksi olen arvioinut seuraavat luvut:

<u>Luokka</u>	<u>Laitteita 1974</u>
A	5 kpl
B	15 "
C	60 "
Yhteensä	80 kpl

Kun verrataan urakoitsijoilla käytettävissä olleiden laitteiden määriä ja jakautumaa kuluvana vuonna asemapaikkojen edellyttämien laitteiden määrään ja jakautumaan, voidaan todeta, että urakoitsijoilla on myös pölynpoistolaitteiden osalta ylitarjontaa. Ilmeisesti B-luokan laitteista on kuitenkin puutetta, mutta tämä voidaan korjata käyttämällä A-luokan laitteistojen ylitarjontaa. Urakoitsijoiden laiteresurssit eivät siten ole esteenä ympäristönsuojeluvaatimusten kehittämiseen asfalttiasemilla. Sopivin työnjärjestelyin voidaan erilaisten tarvittavien laitteiden maksimimääriä vielä pienentää.

Urakoitsijoiden henkilöresurssit lienevät myös riittävät. Sen sijaan esiintyy puutetta tehokkaiden laitteiden käyttämisessä tarvittavasta tietoudesta.

Uusien pölynpoistolaitteiden hankinta ei liene urakoitsijoille niinkään taloudellinen kuin teknillinen ongelma. B-luokkaan kuuluvat laitteet ovat verraten halpoja, mutta niitä on tekniikaltaan hyvin monentasoisia. Näiden laitteiden kotimainen tuotanto on hyvin vähäistä lähinnä laitekehittelyssä tarvittavan tietouden puutteen vuoksi. Eräät urakoitsijat ovat rakentaneetkin tällaisen laitteen itse. A-luokan laitteet ovat verraten kalliita, mutta niiden tarve ei TVL:n töissä olekaan suuri.

Murskausasemien osalta ei resurssitarkasteluja ole suoritettu. A-luokan laitteistoja ei tietääkseni ole käytetty TVL:n töissä. Myöskään B-luokan laitteistoja ei tiettävästi ole käytetty täydellisinä, mikä johtuu lähinnä siitä, ettei yleensä talviaikana suoritetuissa murskauksissa ole katsottu tarpeelliseksi käyttää vettä aineksen vähäisen pölyämisen vuoksi. Myös veden jäätyminen talvella ja sen aiheuttamat toimenpiteet ovat rajoittaneet tämän pölyämisen rajoittamistoimenpiteen käyttöön ottoa. Käytettävissä on kuitenkin nykyään lisäaineita, joiden avulla saadaan jäätyminen estettyä. Myöskään muita pölyntorjuntatoimenpiteitä ei ole juuri murskausasemilla käytetty.

Meluntorjuntaan eivät yrittäjät ole toistaiseksi kiinnittäneet juuri ollenkaan huomiota. Asfalttiasemilla eivät nykyiset vaatimukset normaalisti edellytäkään meluntorjuntaan ryhtymistä. Murskausasemillakaan ei meluntorjuntaan ole ryhdytty. Meluntorjunnasta aiheutuvat kustannukset tuskin muodostuvat kovinkaan suuriksi, joten tämä ei liene esteenä toimenpiteisiin ryhtymiselle. Sen sijaan lienee puutetta suoja-toimenpiteiden rakentamisessa tarvittavasta tietoudesta.

Vesiensuojelussa on kyse vahingon estämisestä. Tarvittavat suojalaitteet ovat vakiintuneet ja muodostavat tietyn kustannuserän, jonka huomioon ottaminen ei muodosta urakoitsijalle yllätyksiä.

#### 4. Rakennuttajalle aiheutuvat kustannukset ympäristönsuojelusta

Kaikki rakennuttajan vaatimat suojaustoimet tulevat näkymään tuotteen hinnassa, jolloin käytettävissä olevilla varoilla tehtävä työmäärä pienenee vastaavasti. Suojaustoimet aiheuttavat siten kustannuksia, jotka tulee pyrkiä minimoimaan, koska eivät edistä tuotantoa.

Vuoden 1974 hintatilaston mukaan maksoi asfalttiaseman varustaminen A-luokan pölynpoistolaitteistolla keskimäärin 141 209 mk ja B-luokan pölynpoistolaitteistolla keskimäärin 73 338 mk urakkaa kohden enemmän kuin toimittaessa pelkin syklonein. Tällöin pölynpoiston lisäkustannukset olivat tänä vuonna noin 2,1 milj.mk, joka edustaa noin 1,2 % päälystystöiden kokonaiskustannuksista. Kustannusosuus vastaa tämänhetkistä yleistä käsitystä ympäristönsuojelun lisäkustannuksista. Pölynpoistokustannus edustaa samalla lähes kaikkia ympäristönsuojelun lisäkustannuksia asfalttiasemilla. Tämän lisäksi on kuitenkin saattanut aiheutua lisäkustannuksia siitä, että asemapaikka on valittu muualta pölynpoistokustannusten välttämiseksi, jolloin kuljetusmatkan lisääntymisestä aiheutuu ympäristönsuojekustannuksiin verrattavia lisäkustannuksia. Tämän lisäksi on kustannuksia saattanut

aiheutua tarjouskilpailun rajoittumisesta. Murskausasemilla ovat ympäristönsuojelukustannukset nykyään vähäiset ja muodostuvat pääasiassa kuljetusmatkojen kasvusta.

5. Muiden viranomaisten asettamat vaatimukset asfaltti- ja murskausasemien ympäristönsuojelulle

Nykyinen ympäristönsuojelutyö asfaltti- ja murskausasemilla perustuu lähinnä terveydenhoitolakiin, -asetukseen ja niihin liittyviin lääkintöhallituksen yleisohjeisiin. Näiden noudattamista valvovat mm. terveystarkastajat sekä kuntainliittojen ja kuntien terveyslautakunnat.

Terveydenhoitolain mukaan joudutaan jokaisen asfaltti- ja murskausaseman sijoituspaikalle hakemaan lupa terveydenhoitoviranomaiselta. Lääkintöhallituksen erään kirjeen mukaan voidaan ko. asemille vaatimuksina käyttää TVH:n julkaisemia ympäristönsuojeluvaatimuksia. Terveydenhoitoviranomaiset voivat asettaa luvan ehdoksi kuitenkin tiettyjä paikallisista oloista johtuvia erityisvaatimuksia.

Vesihallitus ja vesipiirit valvovat vesiensuojelun huomioon ottamista. Näiden viranomaisten näkemysten huomioon ottamiseksi pyydetään jokaisesta asfaltti- ja murskausasemapaikasta lausunto. Tämä lausunto on syytä liittää terveyslautakunnalle osoitettuun lupahakemukseen, jolloin terveysviranomaisten ei tarvitse tarkistaa vesiensuojelunäkökohtien huomioon ottamista. Vesipiirin lausunto on liitettävä, jos siinä on asetettu toimenpidevaatimuksia, urakoinnissa noudatettavaksi.

Työsuojelua käsitellään yleensä ympäristönsuojelusta erillisenä asiana. Työsuojelulainsäädännön noudattamista valvovat työsuojeluhallitus ja työsuojelupiirit. Alan lainsäädäntö on myös varsin hajanainen, mutta sen kokoavat puitelait ovat olemassa. Ulkona suoritettavien töiden ilmansuojelun ja meluntorjunnan osalta ei työsuojelun ja ympäristönsuojelun rajanvetoa voida kuitenkaan selvästi tehdä, koska työntekijöille ja työmaan ympäristölle haittoja aiheuttavat tekijät ovat monesti samat. Haittojen torjunta voi tapahtua myös joko työntekijöiden tai ulkopuolisten suojelemiseksi. Torjuntatoimenpiteet ovat molemmissa tapauksissa lähes

samat. Siten myös työsuojeluviranomaiset edellyttävät asfaltti- ja murskausasemien rakenteiden täyttävän tietyt vaatimukset. Huomattavaa on, että kunnan tai kuntainliiton terveyslautakunta toimii myös työsuojeluviranomaisena ja usein terveystarkastajan ja työsuojelutarkastajan tehtäviä hoitaa sama henkilö.

Rakennuslakiin ja lakiin eräistä naapuruussuhteista sisältyy kohtia, joita rakennusviranomaiset ovat soveltaneet ympäristönsuojelua edistävästi. Sisäasiainministeriön alaisena toimivien ympäristönsuojeluviranomaisten vaikutus ei ole ulottunut vielä päällystys- ja murskaustöiden toimenpidetasolle johtuen alan velvoittavan lainsäädännön puuttumisesta. Ilmansuojelu- ja meluntorjuntalakien voimaantultua tulee näiden viranomaisten vaikutus kuitenkin merkittäväksi.

#### 6. Ympäristönsuojelun kehittämisen periaatteet

Nykyiset asfaltti- ja murskausasemien ympäristönsuojeluvaatimukset eivät ole riittävän täsmällisiä ja tiukkoja ko. asemien aiheuttamien ympäristöhaittojen estämiseksi. Tästä syystä vaatimuksia tultaneen edelleen tiukentamaan vuosittain.

Vaatimusten tiukentaminen suoritetaan asfalttiaseman osalta likimäärin seuraavan taulukon osoittamalla tavalla:

Vaatimusten luonne	Toteuttamisajankohta			
	1973	1974	1975	1976
Aseman sijainti ja rakenne ilmansuojelun kannalta	X	X	X	X
Muun ilmaa pilaavan teollisuuden huomioonotto		X	X	X
Meluumissio		X	X	X
Vesiensuojelu		X	X	X
Pölyemissio			X	X
Meluemissio			X	X
Pölyimissio			X	X
Pölynerottimien erotustehokkuus ja -kyky				X

Vaatimuksia tiukennetaan myös vaatimusryhmän sisällä.

Periaatteena em. menettelytavan luomisessa on ollut mm. se, että vaatimuksia esitetään haittojen haitallisuusjärjestyksessä. Vaatimusten tiukentamisessa otetaan huomioon mm. urakoitsijoiden mahdollisuudet uusien laitteiden hankkimiseksi, laitevalmistajien ja laitteiden maahantuojien tuotannolliset rajoitukset, rakennuttajalle tulevat lisäkustannukset ja mahdolliset muut tiedossa olevat seikat ja rajoitukset. Vaatimusten esittämiseen vaikuttavat myös rakennuttajan valmius vaatimusten noudattamisen valvontaan ja ympäristönsuojelua käsittelevien muiden viranomaisten näkemykset.

Murskausaseman ympäristönsuojeluvaatimusten tiukentamisessa sovelletaan em. periaatteita siten, että murskausaseman aiheuttaman haitan laadun erilaisuus tulee huomioon otetuksi.

Vaatimusten tiukentamisessa noudatettavat menettelytavat laadittiin vuonna 1973. Tällöin näytti siltä, että tekeillä olleet ilmansuojelu- ja meluntorjuntalait saattaisivat pikaisesti edellyttää tehokkaiden suojalaitteiden ja -toimenpiteiden aikaansaamista. Tämän alan lainsäädäntötyö ei kuitenkaan kehittynyt kuvitellulla tavalla. Maassamme ei vielääkään ole varsinaista ilmansuojelun ja meluntorjunnan lainsäädäntöä.

Keskeisenä tavoitteena ilmansuojelun ja meluntorjunnan työssä esiintyvät ns. emissiomääräykset, joilla pyritään syntyvän arvon rajoittamiseen tietyille tasolle. Laaditun menettelyohjelman mukaan olisivat nämä tulleet käyttöön asfalttiasemilla TVL:n töissä vuonna 1975, mutta tästä poikettaneen sen johdosta, ettei em. lainsäädäntötyö ole edistynyt kuvitellulla tavalla eikä myöskään käytännössä ole esiintynyt mainittavaa tarvetta tällaisten määräysten aikaansaamiseen. Vielä on ollut näiden vaatimusten asettamisen esteenä mittaustulosten suuri hajonta, josta johtuen raja-arvojen asettaminen ei ole ollut mahdollista luotettavalla tavalla. Myös asemakohtaiset tekijät ja mittaustekniikan yleinen vakiintumattomuus olivat esteenä emissioraja-arvojen asettelulle.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että immissiovaatimukset yhdessä suoja-aluevaatimusten kanssa riittävät ympäristöhaittojen torjuntaan, kunhan ne ovat riittävän tiukkoja. Nykyisten vaatimusten

hengen sivuuttaminen on kuitenkin ollut mahdollista käyttämällä erityisesti B-luokan laitteistona laitetta, joka ei täytä märkäerottimelta vaadittavia ominaisuuksia. Alunperin oli ajateltu esittää pölynerottimien minimierotustehokkuusvaatimukset vasta vuonna 1976, mutta ne saattavat tulla ajankohtaisiksi jo ensi vuonna. Ongelmaksi on muodostunut tehokkaiden pölynpoistolaitosten erotustehokkuuden määrittäminen. Pölynerottimien ominaisuuksia koskevat tutkimukset ovat vielä kesken, mutta näyttää siltä, että arvojen hajonta tässäkin tapauksessa on niin suuri, ettei se suo mahdollisuutta raja-arvojen luotettavalle asettamiselle. Mitatut arvot poikkeavat kaiken lisäksi sekä emissioiden että erotustehokkuuden suhteen siksi paljon laitteille laboratoriossa saaduista ja kirjallisuudessa ilmoitetuista arvoista, että mittausten lukumäärä ei ole riittävä oikeiden raja-arvotasojen määrittämiselle.

Vuoden 1975 asfaltti- ja murskausasemien vaatimuksissa pyrittäneen meluntorjunnan edistämiseen. Tämä on tärkeää sen vuoksi, että työsuojelussa ja julkisessa sanassa on kiinnitetty tänä vuonna voimakasta huomiota juuri meluntorjuntaan. Valtioneuvosto on lisäksi julkaissut 1.1.1974 alkaen noudatettavaksi päätöksen meluntorjunnasta työpaikoilla, jonka mukaan työsuojeluhallitus voi antaa tarkempia ohjeita sen soveltamisesta. Luultavasti ei vielä pystytä esittämään kovin selväpiirteisiä vaatimuksia, koska meluemissiomittaus-tekniikka ei ole vakiinnutettu rakennuskoneiden osalta, ja mittaustuloksia on verraten vähän käytettävissä.

Vuonna 1975 tultaneen murskausasemien suoja-alue-etäisyyksiä kasvattamaan jonkin verran haittojen syntymisen todennäköisyyden pienentämiseksi ja tehokkaiden laitteiden tarpeen kasvattamiseksi sekä laitekehittelyn edistämiseksi.

Vuonna 1976 tultaneen harkitsemaan uudelleen emissiomääräysten asettamista ja pölynerottimien erotustehokkuuden minimiarvojen määrittelemistä. Viime mainitun seikan huomioon ottaminen laitekehittelyssä on erittäin suotavaa, koska heikkotehoiset laitteet saattavat olla kalliita verrattuna luokkaan kuuluvien muiden laitteiden hintaan. Seikka on syytä ottaa huomioon myös laitteiden hankinnassa.

## 7. Ympäristönsuojeluvaatimusten noudattamisen valvonta urakoinnissa

Urakointiin liittyviä määräyksiä valvotaan rakennuttajan taholta. Ympäristönsuojelumääräykset eivät ole poikkeus tästä pääsäännöstä. Tämä valvonta voidaan jakaa kahteen osaan: subjektiivisin havainnoin suoritettavaan valvontaan ja mittauksin tapahtuvaan valvontaan.

Subjektiivisen valvonnan tarkoituksena on yleisten ympäristönsuojeluvaatimusten noudattamisen valvonta. Nykyisten vaatimusten valvonta tapahtuu lähes yksinomaan tällä tasolla. Tehtävänä on mm. tarkistaa asfalttiasemalla, että:

- aseman toiminnasta ei aiheudu vahinkoa tai sanottavaa haittaa aseman ympäristölle
- aseman toimintaan on haettu tarvittavat luvat ja lausunnot
- pölynpoistolaitoksen savupiippu on vaatimusten mukainen
- asema on varustettu vähintään vaatimusten mukaisella pölyn-erottimella
- aseman kuumaelevaraattori, seulasto, välivarasto ja sekoitin ovat koteloidut ja koteloista on johdettu putket pölynpoistolaitoksen sisääntuloputkeen
- pölynpoistolaitoksessa ja siihen liittyvissä rakenteissa ei esiinny vuotoja
- mahdollisuuksien mukaan pyritään estämään laitteiston rakenteellisiin seikoiin muutoinkin pölyn pääsy ilmaan
- öljyjen, bitumiliuosten, liuottimen ja tartukkeiden käsittelyssä noudatetaan huolellisuutta
- asemalla on säiliö tai allas jäteöljyjä yms. aineksia varten, joiden kaataminen maahan on kielletty
- asemalla on mahdollista öljyvahinkoa varten rakennettu tiivis-pohjainen paikka öljyn likaaman maan tilapäistä säilytystä varten
- asema-alue on siistitty työn suorituksen päätyttyä
- ne kohdat, joissa käsitellään pohjaveden kannalta vaarallisia aineita, on suojattu
- kerätty pöly hävitetään tai käytetään uudelleen asianmukaisella tavalla.

Murskausasemalla ovat subjektiivisen valvonnan tehtävät soveltuvin osin samat.



Mittauksin tapahtuvan valvonnan nykyiset osatehtävät ovat:

- pölynpoistolaitteiston savupiippu on riittävän korkea
- asema sijaitsee riittävän kaukana lähimmästä häiriintyväs-  
tä kohteesta
- häiriintyvässä kohteessa ei ylitetä suositeltuja enimmäis-  
arvoja.

Viime mainitun tehtävän suorittamiseen ei piireillä ole vie-  
lä tällä hetkellä riittävästi laitteita. TVL:n toimintasuun-  
nitelman mukaan tulee nämä laitteet pyrkiä hankkimaan suun-  
nittelukaudella 1976-1980. Kyseeseen tulevat tällöin lähinnä  
leijuvan pölyn ja melun mittauslaitteet, jotka maksavat yh-  
teensä noin 4 000 mk. Toistaiseksi voidaan mittaustekninen  
valvonta suorittaa TVH:n toimesta, mutta henkilöresurssien  
ja laitteiden vähäisyyden vuoksi on toiminta rajoittunutta.

Pölyemissioiden tai pölynerottimien ominaisuuksien valvon-  
taan tarvittavia mittauslaitteistoja ei piirien ole syytä  
toistaiseksi ryhtyä hankkimaan.

Tarvittavat mittaukset tullaan suorittamaan toistaiseksi  
TVH:n toimesta. Tarkoituksena on, että piirien käyttöön  
kehitetään menetelmä ja sen edellyttämät laitteet pölyn-  
erottimien erotustehokkuuden määrittämiseksi. Tätä menetel-  
mää voidaan käyttää myös pölyemissioiden määrittämiseen.  
Tarvittavat ohjeet tullaan antamaan erikseen aikanaan. Jos  
kehitteillä oleva menetelmä ei sovellu tehokkaiden laitteis-  
tojen tutkimiseen, tultaneen tällöin tarvittavat mittaukset  
hoitamaan TVH:n toimesta keskitetysti em. suunnittelukauden  
1976-1980 ajan.

Ympäristönsuojelun henkilöresurssit lienevät piireissä ilman-  
suojelun, vesiensuojelun ja meluntorjunnan osalta riittävät.  
Aiheiden käsittelyyn on kuitenkin syytä kouluttaa henkilös-  
töä.

#### 8. Muu TVL:n toiminta ympäristönsuojelun edistämiseksi asfaltti- ja murskausasemilla

Asfaltti- ja murskausaseman paikan valinta on yleensä raken-  
nuttajan tehtävä. Tällöin voidaan asemapaikka valita siten,

että ympäristöhaitat jäävät mahdollisimman vähin. Asemapaikka tulee pyrkiä valitsemaan siten, että kustannusten, joista tärkeimmät ovat kuljetus- ja ympäristönsuojelukustannukset, summa jää minimiin. Muita huomioon otettavia seikkoja ovat raaka-aineen laatu, häiriintyvän kohteen laatu ja laajuus, maiseman- ja luonnonsuojelunäkökohdat, asema-alueen virkistyskäyttöarvo, työmaateiden kustannukset, työmaateillä liikkuvien ajoneuvojen haitat, raaka-aineen ominaisuuksien vaikutukset tuotanto-kustannuksiin ja valmiin tuotteen käyttökustannuksiin. Valitun asemapaikan luvanhakumenettelystä on TVH antanut tarkempia ohjeita.

Myös TVL:n omassa toiminnassa tulee pyrkiä noudattamaan soveltuvin osin urakoissa käytettäviä vaatimuksia. Laitoksen edun mukaista on, että sen oma toiminta on esimerkillistä myös ympäristönsuojelun osalta.

## TIESTÖN VIHERALUEIDEN KUNNOSSAPIDOSTA

sivu

1.	Viheralueiden kunnossapidon yleisiä näkökohtia .....	1
2.	Nurmikoiden hoito .....	1
2.1.	Niitto .....	1
2.1.1	Niiton laatustandardi .....	1
2.1.2	Niitetyn ruohon keruu .....	2
2.1.3	Niittokalusto .....	2
2.2	Nurmikoiden lannoitus .....	3
2.3	Nurmikoiden paikkaaminen .....	3
2.4	Kastelu .....	3
2.5	Nurmikoiden hoitotöiden ajoittaminen ....	4
3.	Istutusten hoito .....	5
3.1.	Kasvualustan hoito .....	5
3.1.1	Kasvualustan uusiminen .....	5
3.1.2	Kasvualustan parantaminen .....	5
3.1.3	Mullostus .....	5
3.1.4	Perkaus .....	6
3.1.5	Lannoitus .....	6
3.1.6	Kastelu .....	6
3.2	Täydennys- ja uusintaistutus .....	7
3.3	Puiden ja pensaiden hoito .....	7
3.4	Haittakasvien torjunta .....	8
3.5	Haittaeläinten torjunta .....	9
3.6	Kasvitautien torjunta .....	9
4.	Luonnonmetsiköiden hoito .....	9
4.1	Hoitotehtäviä .....	10
5.	Vesakontorjunta .....	10
5.1	Mekaaninen menetelmä .....	11
5.2	Kemiallinen menetelmä .....	11
6.	Viherkunnossapidon työvoima .....	11
6.1	Työvoiman tarve .....	11
6.2	Työnjohto ja valvonta .....	12
6.3	Kunnossapitohenkilöstö .....	12
7.	Viherkunnossapidon urakointi .....	12
7.1	Soveliaita kohteita .....	13
7.2	Urakka-asiakirjat .....	13
7.3	Viherkunnossapidon kustannuksia .....	13

E. Hiltunen

TIESTÖN VIHERALUEIDEN KUNNOSSAPIDOSTA

1. Viheralueiden kunnossapidon yleisiä näkökohtia

Viheralueiden kunnossapidossa toimenpiteet kohdistuvat elolliseen luontoon. Näin ollen toiminnassa on otettava huomioon mm. seuraavia näkökohtia ja sopeutettava toimenpiteet niiden vaatimusten mukaisiksi:

- kasvien kasvuvaatimukset
- kasvien ikä, kehitysvaihe ja hoidon tila
- vuodenaajat, sääolosuhteet.

Kunnossapidon käytännöllisessä toteuttamisessa otetaan lisäksi huomioon

- hoidon laatutaso
- toiminnan niveltäminen muuhun tienpitoon.

2. Nurmikoiden hoito

2.1. Niitto

Tiestön viheralueiden kunnossapidon työn määrästä ja kustannuksista niiton osuus on ylivoimaisesti suurin, jopa yli 80 %:n luokkaa. Viherhoidon kokonaiskustannustenkin kannalta on siis erittäin suuri merkitys sillä, että niitto rajoitetaan välttämättömään määräänsä, ja että se toteutetaan mahdollisimman edullista menetelmää ja kalustoa käyttäen.

2.1.1 Niiton laatustandardi

Standardi on toistaiseksi ollut kokeiluasteella ja alustavien kokemusten perustalta näyttää siltä, että standardia ei voitane toteuttaa kaavamaisesti kaikissa kohteissa ja kaikissa olosuhteissa. Silti se tarjonnee tietyn pohjan esim. niittourakoiden laatuvaatimuksia määritettäessä ja myös omia niittosuunnitelmia tehtäessä.

Oleellisia niiton laatuun (ja sitä kautta standardin käyttöön) vaikuttavia seikkoja ovat:

- niitettävän alueen sopeuttaminen ympäröivään maisemaan
- tasasuhtainen siisteystaso koko tieosalla tai muussa kohteessa
- koneiden käytön tarkoituksenmukainen rytmittäminen.

#### 2.1.2 Niitetyn ruohon keruu

Keruu on yleensä kallis toimenpide, joka kuitenkin on paikallaan seuraavissa tapauksissa:

- jos niitetty matto turmelee alle jäävän kasvuston
- jos kuivunut heinä aiheuttaa kulon vaaraa
- jos kuivuva heinä rumentaa maisemaa kohtuuttomasti
- liikenteenjakaajilta.

#### 2.1.3 Niittokalusto

Viikatteella niittäminen on ylivoimaisesti kallein menetelmä (taloudellista sabotaashia, sanotaan USA:ssa). Kuitenkin joissakin ahtaikoissa ja jälkipuhdistustehtävissä viikatteen käyttö on välttämätöntä.

Tielaitoksen käyttöön soveltuvien niittolaitteiden päätyypit ovat seuraavat:

- maatalousniittokone (sisäluiskien yläosat, harvahko vesakko)
- pihaleikkuri, kookas, vaakateräinen (pihat, kaiteiden alustat, liikenteenjakaajat, levähdysalueet, korkeatasoiset liittymäalueet, istutusten reunamat)
- puutarhatraktorileikkurit, vaakataso- ja kynsiterämallit (jyrkät luiskat, ahtakot, risteysalueet)
- traktorikäyttöiset vaakataso- ja silppurityyppiset vedettävät tai nivelvartiset leikkurit (laajat luiska-alueet, keskikaistat, kaiteen taustat, ohuet vesakot)
- tiehöyläkäyttöinen puomi- tai nivelvartinen leikkuri.

Niittolaitteiden voimakoneina käytettävien traktorien tulisi olla

- vakaita etenkin sivuttaissuunnassa (turvallisuus)

- leveärenkaisia (vajoamisen estäminen pehmeiköillä)
- painavia (niittolaitteen vipuvaikutus).

## 2.2 Nurmikoiden lannoitus

Nurmikoiden perustamisen yhteydessä suoritettavista lannoituksista on ohjeet vihertöiden yleisessä työselityksessä.

Kunnossapitolannoitus suoritetaan perustamisen jälkeisenä kesänä heikosti kasvaville nurmikoille käyttäen seoslannosta n. 300 kg/ha tai salpietaria 150 kg/ha. Tämä koskee vain luokkia Nur I, Nur II ja Nur III. Luokan Nur IV nurmikoita ei lannoiteta.

Lannoitus on yleensäkin tiemaisemassa aina harkinnan arvoinen toimenpide. Vaativassa taajaman moottoritiemaisemassa se voi olla aiheellinen useinkin, kun taas metsämaisemassa saattaa olla syytä ehdottomasti pidättäytyä lannoituksista, jotta luonnon oma niukaan ravintoon tyytyvä kasvillisuus pääsee oikeuksiinsa.

Levitys suoritetaan koneellisesti. Erään levityslaitteen kapasiteetti oli 48 000 m<sup>2</sup>/h, kun lannosta käytettiin 142 kg/ha ja ajonopeus oli 18 km/h.

## 2.3 Nurmikoiden paikkaaminen

Milloin nurmikko on tuhoutunut tai rappeutunut niin pahoin, ettei lannoitus riitä kunnostustoimenpiteeksi, suoritetaan

- kasvualustan kuohkeutus (koneellinen laite tai harava)
- mullan tai kasvutarpeen lisääminen kasvualustaan (tarvittaessa)
- lannoitus (tarvittaessa)
- paikkauskylvö (mieluiten alkuperäisellä siemenseoksella)
- pinnan tiivistys
- kastelu (ellei maan oma, esim. kevätkosteus riitä).

Milloin kasvualusta on esim. öljyn saastuttama, on pilaantunut maa-aines kokonaan poistettava ja vaihdettava tilalle puhdas aines.

## 2.4 Kastelu

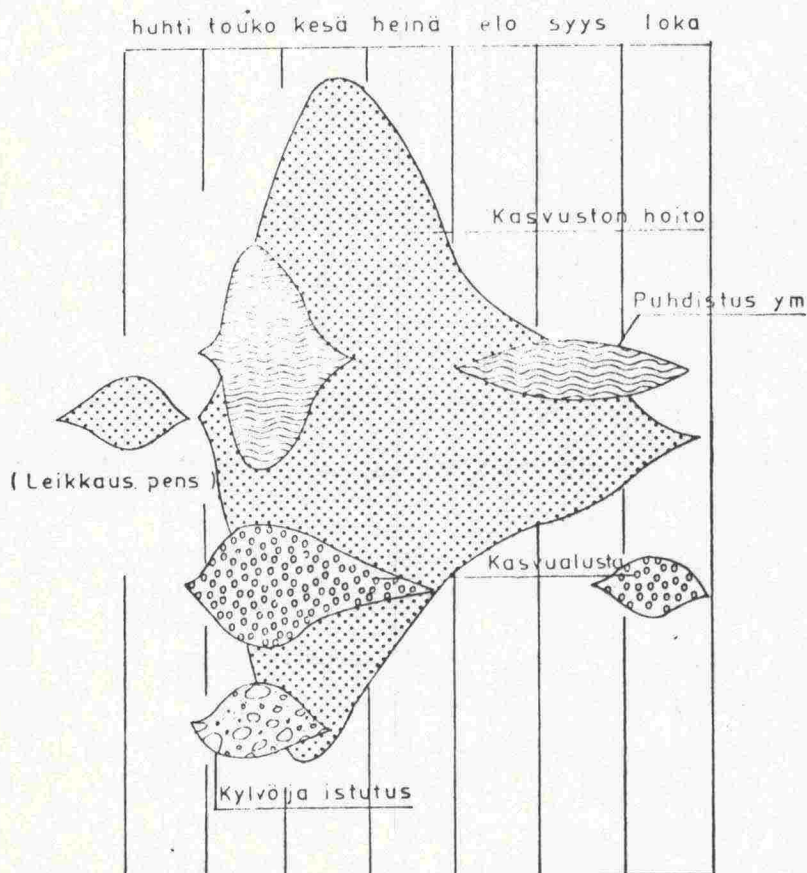
Nurmikoiden kastelu ei juuri tule kysymykseen tienvarsialueilla,

mutta sen sijasta kylläkin pihoilla, liittymätulpissa ja levähdysalueilla.

## 2.5 Nurmikoiden hoitotöiden ajoittaminen

Nurmikoiden ensimmäinen niitto sijoittuu toukokuun loppupuoliskon ja kesäkuun alkupuoliskon vaiheille. Ajoittaminen riippuu ruohon kasvusta, laatusoatimuksesta, tavoitteena olevasta niittokertojen määrästä ym. seikoista. Kovin nuoren ruohon leikkaaminen ei järeällä kalustolla aina onnistu, koska hento ruoho taipuu niittolaitteen edessä maahan.

Kevätkesällä ruohon kasvu on huomattavan nopeaa, ja ensimmäisen niiton tarve syntyy koko tiestölle ja muihin erillisiin kohteisiin lähes samanaikaisesti. Tämä tilanne on mahdollisuuksien mukaan töiden suunnittelussa ennakoitava ja tällöin on varauduttava keskimääräistä huomattavasti runsaampaan resurssien tarpeeseen. Ensiksi pyritään niittämään maisemallisesti vaateliaimmat kohteet. Kuva 1 selvittää vihertöiden ajoitusta ja laajuutta.



Kuva 1. Viherhoidon intensiviteetti.

### 3. Istutusten hoito

Istutusten hoitoon kuuluvat toimenpiteet voidaan jakaa seuraavasti:

- kasvualustan hoito
- täydennysistutukset
- puiden ja pensaiden hoito
- haittakasvien torjunta
- haittaeläinten torjunta.

#### 3.1. Kasvualustan hoito

Kasvualustan hoitoon voidaan laskea kuuluvaksi alustan uusiminen, parantaminen, mullostiminen, perkaus, lannoitus ja kastelu.

##### 3.1.1 Kasvualustan uusiminen

Istutusalueen alustan uusiminen suoritetaan, mikäli maa-aines on esim. öljyvahingon takia pilaantunut tai jos istutusalue on täysin sopimaton eikä sitä voida parannustoimenpiteillä kunnostaa.

##### 3.1.2 Kasvualustan parantaminen

Parantamisella tarkoitetaan mineraalivoittoiseen maahan suoritettua humuksen lisäämistä, jäykän saven keventämistä hiekalla ja humuksella, turvemaan kiinteyttämistä mineraaliaineksilla sekä muita vastaavia toimenpiteitä sekä myös happaman maan kalkitsemista.

Tarvittaessa taimet on alustan parantamistyön ajaksi nostettava ylös ja tallennettava siirteeseen (valeistutus).

##### 3.1.3 Mullostimus

Mullostimuksella tarkoitetaan käsityökaluilla tai koneellisesti suoritettua kasvualustan kuohkeuttamista. Toimenpiteen seurauksena paranevat alustan happi- ja vesitalous. Samalla häviävät osittain myös haittakasvit.



### 3.1.4 Perkaus

Toimenpiteellä tarkoitetaan kasvualustan suhteellisen kärkeää puhdistamista ruoho- ja muista haittakasveista joko käsin repimällä tai käsityökaluja tai jotain muuta tähän soveltuvaa laitetta käyttäen.

Perkaus voi olla myös kemiallista torjuntaa seurannut jatko-toimenpide.

### 3.1.5 Lannoitus

Istutusten lannoitusta suoritetaan nurmikoiden lannoitusten yhteydessä joka toinen vuosi istuttamisen jälkeen siihen saakka, kunnes kasvit ovat kunnollisesti sijoittuneet kasvu-alustaansa ja kykenevät juuristonsa avulla huolehtimaan ravinnostaan.

Lannoituksessa käytetään lähinnä jotakin soveliaista seoslannosta n. 100 g/puuyksilö ja 30...40 g/pensasyksilö.

Tarkoituksenmukaisin tulos saavutetaan, kun lannoite ja sen paljous määritetään viljavuustutkimuksen perusteella.

Lannoitus laajoille aloille suoritetaan mieluiten koneellisesti mutta pienemmissä kohteissa on edullista levittää lannoite käsin.

Paras lannoitusaika on varhainen kevät, jolloin lannoite kevätkosteuden mukana siirtyy voimakkaasti kasvavaan kasviin.

### 3.1.6 Kastelu

Kasteleminen on tarpeen erityisesti silloin, kun kuivuminen uhkaa äskettäin istutettua taimikkoa. Mutta jos taimiaines on huokeaa (metsäpuutaimet), ei kasteleminen taloudellisesti kannata. Täydennys- tai uusintaistutus saattaa tulla paljonkin edullisemmaksi.

Piha-alueilla ja korkealuokkaisilla levähdysalueilla yms. paikoissa, missä käytetään suuria ja suhteellisen kalliita taimia, on varauduttava tarvittaessa kasteluun. Tällöin puu- ja pensasryhmät saadaan kasvamaan yhtäaikaisesti ja tasaisesti.

Pihamailla vettä saadaan yleensä vesiposteista, ja vesistön lähellä sijaitsevan kohteen hoitamista varten voidaan rakentaa erillinen (esim. sähkökäyttöinen) pumppuasema. Säiliöautojen käyttäminen on yleensä kallis ratkaisu ja sopinee vain poikkeustapauksiin.

### 3.2 Täydennys- ja uusintaistutus

Täydennysistutuksella tarkoitetaan pensas- tai puuryhmään syntyneiden aukkojen täyttämistä uusilla yksilöillä. Uusintaistutuksella tarkoitetaan kokonaan tuhoutuneen ryhmän uusimista.

Pensasryhmät istutetaan perustamisvaiheessa usein niin tiheiksi, että esim. 20 %:n kato ei aina välttämättä aiheuta täydennysistutusta. Näin on laita nimenomaan silloin, kun ryhmiin ei ole syntynyt suuria yhtenäisiä aukkoja.

Ennen täydennys- tai uusintatoimenpiteitä on selvitettävä kadon syy ja pyrittävä parantamaan olosuhteita ennen istutusta.

### 3.3 Puiden ja pensaiden hoito

Välittömästi kasviyksilöihin kohdistettavia ovat seuraavat toimenpiteet:

- roudan nostamien taimien uudelleenistutus
- tukiseipäiden ja siteiden tarkistaminen tai poistaminen
- kallistuneiden taimien oikaiseminen ja tukeminen
- pensaiden leikkaaminen ja puiden karsiminen.

Routa, erityisesti pintamaan rouste, irrottaa vasta istutetun pienen taimen maasta. Samoin saattaa tapahtua kookkaampien pensaiden kohdalla. Suurikin joukkotuho voidaan välttää suorittamalla varhain keväällä uudelleenistutus. Toimenpiteeksi riittää yleensä taimen kasvualustan tiivistäminen polkemalla.

Kallistuneet tai löystyneet tukiseipäät on kiinnitettävä uudelleen heti keväällä. Samalla on tarkistettava, että siteet eivät kurista tai hankaa puun runkoa. Tarpeettomiksi osoittautuneet tukilaitteet on tarkistuksen yhteydessä poistettava. Kookkaat, ilman tukiseipäitä istutetut taimet saattavat talven aikana kallistua huomattavastikin. Taimet on oikaistava ja tarvittaessa tuettava seipäillä.

Luonnonvaraisinkin esiintyviä pensaita ei yleensä tarvitse hoidollisista syistä leikata. Sen sijaan ns. koristepensaat useimmiten rappeutuvat, ellei niitä leikata säännöllisin välein. Toimenpide voi kohdistua pensaaseen kaikkiin oksiin ("alas" leikkaaminen) tai (vanheneviin) oksiin ja haaroihin (harventaminen). Leikkaaminen voidaan mainiosti suorittaa hyvin varhain keväällä ennen kasvukauden alkamista. Pihamailloilla kasvatetaan myös isokukkaisia tertturuusuja. Näiden leikkaamisessa ja suojaamisessa noudatetaan pihapuutarhojen hoidossa käytettäviä menetelmiä.

Puista voidaan karsia sekä kuivuneita että eläviä oksia. Kuivat oksat voidaan tarpeellista varovaisuutta noudattaen poistaa ilman lisätoimenpiteitä, mutta elävän oksan tynkä on käsiteltävä suoja-aineella.

### 3.4 Haittakasvien torjunta

Haittakasveja voidaan torjua mekaanisesti tai kemiallisesti tai molemmilla menetelmillä samanaikaisesti. Koska monet tie- maiseman rikkaruohoista ovat erittäin sitkeähenkisiä, mekaaninen torjunta on yleensä lähes tehotonta. Lisäksi työvoiman saanti kitkentätyöhön saattaa tuottaa ylivoimaisia vaikeuksia. Näin ollen lähes ainoaksi vaihtoehdoksi jää kemiallinen torjunta, johon yhdistetään perkaus ja kenties myös alustan mullostus.

Kemiallisia hävitteitä ei yleensä voi käyttää sinä kesänä, jolloin pensaat tai puut on istutettu. Hyväksyttäviä ovat ainoastaan viranomaisien sallimat torjunta-aineet. Käyttö- ja turvallisuusohjeita tulee aina noudattaa tinkimättä.

Vaikka hävitteitä ei voi käyttää välittömästi istutuksen jälkeen, on tehokas torjunta kuitenkin suoritettava mahdollisimman varhain. Tällöin haittakasvien juuristot eivät ehdi kasvaa kovin voimakkaiksi eikä myöskään ehdi syntyä uutta sukupolvea siemennyksen kautta. Sienituhon esiintyessä on selvitettävä sen laatu, minkä jälkeen torjuntaan käytetään tapaukseen soveltuvia aineita ja menetelmiä.

### 3.5 Haittaeläinten torjunta

Tienvarsi-alueilla esiintyy mm. myyrien, jänisten ja erilaisten hyönteisten aiheuttamia tuhoja. Myyrätuhot ovat joskus huomattavia, vaikka niiden määrä vaihtelee ns. myyrävuosien mukaan. Myyrien torjuntaan lienee toistaiseksi vain yksi keino, ENDRIN-ruiskutejauheen käyttäminen. Toimenpiteeseen tarvitaan Kasvinsuojelulaitoksen lupa.

Hyönteistuhoja voidaan pienessä mittakaavassa torjua puutarhasumutteilla (esim. Cooper) ja laajemmassa mitassa esim. kaasutusaineella (Dedevap). Erityisesti mäntyjä pilaavia ytimennävertäjiä vastaan voidaan puolustautua menestyksellisesti jo ennalta siten, että nuorehkojen männikköjen hakkuu toimitetaan kesän jälkipuoliskolla hyönteisten parveiluajan päätyttyä, ja että nuoren männikön läheisyyteen ei varastoida kuoripäällistä tuoretta puutavaraa. Ytimennävertäjän munat voidaan hävittää Lindan-suihkutuksilla.

### 3.6 Kasvitautilien torjunta

Kasvitauteja voi esiintyä metsänistutusalueilla runsaasti. Tautien ryhmään luetaan mm. talvituhosienet, männynkariste, kuusen kirjo-  
kariste, versosyöpä, lumikariste ja musta lumihome.

Torjunta suoritetaan kemiallisilla torjunta-aineilla.

## 4. Luonnonmetsiköiden hoito

Tielaitoksen hallinnassa olevilla alueilla on luonnonmetsiköitä mm.

- eritasoliittymissä
- levähdysalueilla

- maa-aineksen kaivupaikoilla (käytössä olevat, maisemoidut)
- pihatonteilla
- tien reuna-alueilla.

Suurissa liittymissä voivat ramppien väliset metsiköt olla useiden hehtaarien laajuisia (Kivikon liittymän kokonaispinta-ala n. 40 ha). Kanavien metsäpinta-alat ovat kymmeniä hehtaareja, Saimaan kanavalla jopa useita satoja hehtaareja. Metsitetystä sorakuopasta muodostuu helposti useiden hehtaarien laajuinen taimikko.

#### 4.1 Hoitotehtäviä

Hoidon tavoitteena on tienvarsi-alueilla harvoin pelkästään taloudellinen tuotto, vaikka sekin voidaan ottaa huomioon. Metsitetyillä kaivualueilla saattavat tavoitteet olla puhtaasti taloudellisiakin. Vaikka kyseessä olisikin luonnonmetsikön puistomainen hoito, siinä voidaan soveltaa tavanomaisia metsänhoidon menetelmiä ottaen huomioon kunkin ikäkauden, puulajin jne. vaatimukset.

Luonnonmetsiköissä esiintyy seuraavia hoitotehtäviä:

- kuolleiden ja tuulenkaatojen poistaminen
- raivaus
- eri asteinen harventaminen
- väljentäminen
- taimikkojen vapauttaminen ylis- ja reunapuista
- karsiminen
- aluskasvustojen hoito
- sieni- ja hyönteistorjunnat
- kuivatus.

#### 5. Vesakontorjunta

Vesakontorjuntaa suoritetaan mekaanisesti ja kemiallisesti. Tällä hetkellä viimeksi mainittu on tielaitoksessa väistytävä menettelytapa huolimatta siitä, että toistaiseksi ei ole olemassa todella käyttökelpoista ja edullista menetelmää.

## 5.1 Mekaaninen menetelmä

Laitteita ja välineitä:

- vesuri
- vesaviikate
- niittokone
- vaakatasoleikkuri
- silppuri (niittolaite)
- saksikone.

Mekaanisen torjunnan parhaana ajankohtana pidetään sitä hetkeä, jolloin uudet lehdet ovat kasvaneet täyteen kokoon. Tällöin kasvin vararavinto on yleensä vähimmillään ja vesomiskyky alhaisimmillaan. Eräät kokemukset kuitenkin osoittavat, että syksyllä suoritettu vesominen on onnistunut jopa kevätkesällä tehtyä paremmin.

## 5.2 Kemiaallinen menetelmä

Materiaaleja:

- tekohormooni 2,4-D
- 2,4,5-T (Vesakontuho 500)

Käsittelytavat:

- lehvästörüiskutus (Vesakontuho 500 )<sup>x)</sup>
- runkokäsittely (Vesakontuho Special)
- taskutus (Vesakontuho Tasku)
- kantokäsittely ( " " )

x) Lehvästörüiskutus tulisi tehdä kasvukauden alkupuolella vesakon ollessa matalampaa kuin 1,5 m.

Kemiaallisia torjuntajoja suoritettaessa on noudatettava TVH:n ja muiden viranomaisten antamia turvallisuusohjeita.

## 6. Viherkunnossapidon työvoima

### 6.1 Työvoiman tarve

Kesäkuukausien aikana viheralueiden kunnossapitoon tarvitaan

keskimäärin

- moottoriteillä 1 henkilö /5 tiekilometriä
- muilla teillä 1 " / 100...150 tiekilometriä

Määrällinen tarve vaihtelee voimakkaasti hoitokauden aikana. Niinpä jos keskimääräistä tarvetta merkitään luvulla 100, tarve touko-kesäkuussa on 150...200 ja elo-syyskuussa 40...50.

## 6.2 Työnjohto ja valvonta

Piirikonttorin taholta valvovat vihertöitä kunnossapitoinsinööri ja/tai maisemanhoidonvalvoja.

Tiemestaripiirissä suorittaa käytännön työnjohdon tiemestari, apulaistiemestari tai työnjohtaja.

## 6.3 Kunnossapitohenkilöstö

Runkohenkilöstönä voidaan käyttää tiemestaripiirin omaa henkilöstöä. Edullista on, että samat henkilöt toimivat tehtävissä jatkuvasti.

Niitto- ym. tehtävissä voidaan käyttää vuokratraktoria kuljettajineen.

Työvoimatarpeen ollessa suurimmillaan voidaan käyttää varttuneita koululaisia, vaikka tämän työvoiman käytöllä on rajoituksensa.

Erillisten vaativien kohteiden (levähdysalueet) hoitajina on menestyksellisesti käytetty lähiseudulla asuvia naisia.

## 7. Viherkunnossapidon urakointi

Viheralueiden kunnossapidon urakointia voidaan pitää perusteltuna silloin, kun:

- työmäärä on liian suuri oman henkilöstön suoritettavaksi
- urakoinnilla säästetään kustannuksia
- työ vaatii erityistä ammattitaitoa, jota tienpitäjältä puuttuu
- muut perustellut syyt edellyttävät urakointia.

## 7.1 Sovelaita kohteita

- moottoriteiden nurmetetut ja istutetut viheralueet
- korkealuokkaiset maisemoidut
  - liittymät
  - silta-alueet
  - levähdysalueet.

## 7.2 Urakka-asiakirjat

Urakkaan sovelletaan yleistä sopimusmenettelyä sekä yleisiä sopimusehtoja. Asiakirjoihin sisällytetään tarpeen mukaan seuraavia määrityksiä:

- kohteiden sijainti (kartat)
- niitoista
  - alat
  - kaltevuusluokat
  - niittojen vähimmäismäärä (vähintään 2 kertaa)
  - kaiteiden pituus (haittalisä)
  - ruohon kerääminen
- istutusten hoitotyöt yksilöityinä (mullostukset, perkaukset, torjunnat)
- luonnonmetsiköiden hoito
- lannoitukset
- lisätyöt (esim. puhdistustyöt)
- standardien käyttö, muut laadunmääritykset, laadunvalvonta
- materiaalien laatu ja hankinta
- työmenetelmät (mitkä hyväksytyjä tai vaihtoehtoisia)
- aikataulu, välitavoitteet
- yksikköhinta ja maksutapa
- vakuudet
- valvonta- ja työpäiväkirjat
- kokousten pitäminen
- väli- ja loppukatselmukset
- muut urakkaan liittyvät sopimukset.

## 7.3 Viherkunnossapidon kustannuksia

Vuonna 1974 viherkunnossapidon kustannukset ovat olleet moottoriteilla n. 2 400 mk/tiekilometri ja muilla teillä 100..150 mk/tiekilometri. Tästä niiton osuus on noin 83 %.



Esimerkkeinä urakkahinnoista mainittakoon:

<u>Niitto</u>	keskikaista	2,00 mk/aari
	sisäluiska 1 : 1	13,90 "
	" 1 : 2	4,80 "
	" 1 : 3...4	2,35 "
<u>Kaiteen alustan puhdistus</u>		0,12 mk/jm
<u>Ruohon keruu</u> ajoradan varteen		7,60 mk/aari
<u>Lannoitus</u> ( 3 kg/aari)		0,50 mk/aari (vain levitys)
<u>Istutukset</u>		
	perkaus tai mulloistus	0,34 mk/kpl
	" " "	25,00 mk/aari
	pensaiden leikkaus	0,30 mk/kpl
	" harvennus	7,50 mk/aari
	" lannoitus	2,00 mk/aari

Kustannusten suhteen on huomautettava, että kustannus tiekilometriä kohden voi vaihdella huomattavastikin riippuen niittokertojen määrästä, istutusten pinta-aloista ja hoidon asteesta. Suoritemäärien perustalta kustannukset ovat kuitenkin yksikköhintoja käyttäen ennalta suhteellisen helposti laskettavissa.

J. Nuotio

KATSAUS YMPÄRISTÖMELUSUOSITUKSIIN

	sivu
1. Ajoneuvomelu .....	1
2. Liikennemelu .....	1
3. Koneiden meluemissio .....	1

J. Nuotio

## KATSAUS YMPÄRISTÖMELUSUOSITUKSIIN

### 1. Ajoneuvomelu

Mittaus perustuu suositukseen ISO R 362, jonka mukaan mitataan ensisijaisesti mittauspisteen ohittavan ajoneuvon aiheuttama A-painotettu äänitaso. Suosituksen liitteenä on esitetty menetelmät paikallaan olevan ajoneuvon aiheuttaman melun määrittämiseksi.

Mittaus suoritetaan tarkkuusäänitasomittarilla, joka täyttää IEC 179 suosituksen vaatimukset integrointiaikaa FAST käyttäen. Mittauspaikan on oltava tasainen ja heijastavista pinnoista vapaa vähintään 50 m säteellä, ja taustamelun on jäätävä pienemmäksi kuin 10 dB ajoneuvon melusta.

Suositus sisältää tarkat ohjeet ajolinjan ja mittausmikrofonin sijainnin valitsemisesta sekä kaasun käytöstä.

### 2. Liikennemelu

Vaihtelevan tasonsa vuoksi liikennemelun mittauksessa on perinteisesti käytetty näytteenottomenetelmää ja tilastollisia käsittelytapoja. Äänitasomittaria luetaan tasavälein, saadut tasot ryhmitellään luokkiin ja tulostetaan esim. histogrammina.

Ympäristömelusuositus ISO R 1996 suosittelee ns. ekvivalenttisen jatkuvan äänitason  $L_{eq}$  määrittämistä. Tässä on kysymys em. tilastollisen materiaalin edelleen käsittelystä. Koko mittaus on helposti automatisoitavissa. Suositus sisältää myös kriteeriohdotukset mittaustulosten arvostelemiseksi.

### 3. Koneiden meluemissio

Koneiden meluemission yleiset määrittämissuositukset on annettu suosituksessa ISO R 495. Työsuojelun tarpeita silmällä pitäen

on julkaistu suuri määrä sekä kansainvälisiä että kansallisia suosituksia ja ohjeita.

ISO R 495 edellyttää mitattavaksi A-painotetun äänitason tai äänenpainetason oktaavikaistoittain analysoituna. Siinä on esitetty kolme menetelmää emissiotehon määrittämiseksi:

- vapaakenttämenetelmä (mittauspisteet puolipallolla)
- diffuusio kentän menetelmä (suoritetaan kaiuntahuoneessa)
- puolikaiuntaisen kentän menetelmä (edellyttää referenssiäänilähdettä, jonka säteilemä teho eri taajuuksilla tunnetaan).

Vain ensin mainittu näistä antaa tiedon myös äänilähteen suuntavuusominaisuuksista.

Edelleen suosituksessa on esitetty menetelmä lähikenttämittaukseen perustuvan keskimääräisen äänisäteilyn määrittämiseksi. Taustamelun vaikutus mittaustuloksiin ja mittausraportissa esitettävät tiedot on myös käsitelty omissa luvuissaan.

J. Nuotio

MELUN MITTAUS

	sivu
1. Johdanto .....	1
2. Mittauslaitteistot .....	1
2.1 Mikrofoni .....	1
2.2 Mikrofonivarusteet .....	2
2.3 Mikrofonien kalibrointi .....	3
2.4 Äänitasomittari .....	3
3. Suositukset .....	5
3.1 Äänitasomittarit .....	5
3.2 Kuulonsuojelu .....	6
3.3 Häiritsevyys .....	7
4. Meluannoksen mittaus .....	8
5. Melun analysointi .....	9
 Kirjallisuusviitteet .....	 10

J. Nuotio

MELUN MITTAUS

## 1. Johdanto

Saastumiseen kohdistuva yleismaailmallinen mielenkiinto on tuonut esiin myös melun aiheuttamat erityisongelmat. Voimakas kansainvälinen tutkimustoiminta on kohdistunut lähinnä kahteen kysymykseen: melun häiritsevyyden määrittämiseen ja kuulovaurioiden ehkäisemiseen. Tutkimustuloksia on muokattu edelleen kansainvälisiksi ja kansallisiksi suosituksiksi (standardeiksi) ja joissakin tapauksissa laeiksi. Useat suositukset edellyttävät monimutkaisten mittauslaitteistojen käyttöä määritettäessä melun ominaisuuksia. Yksinkertainen mikrofoni ja äänitasomittari ovat kuitenkin edelleen melumittausten kulmakiviä.

## 2. Mittauslaitteistot

### 2.1 Mikrofoni

Mikrofoni muuttaa äänen sähkövärähtelyiksi. Koska mittaustulos olennaisesti riippuu juuri mikrofoniin saatavasta signaalista, käsitellään seuraavassa lyhyesti mittausmikrofonin valintaan vaikuttavia näkökohtia. Yksityiskohtaisempaa tietoa on viitteessä /1/.

Mikrofonin koko vaikuttaa mikrofoniin kaikkiin ominaisuuksiin. Mikäli mittaus suoritetaan hyvin ahtaassa tilassa (esim. koneen osan sisällä), on tarpeen käyttää pieniläpimittaista ( $\emptyset$  3 tai 6 mm) mikrofonia. Jos tila ei aiheuta rajoituksia, käytetään yleensä  $\emptyset$  25 tai 13 mm mikrofonia.

Mikrofonin herkkyys ja dynamiikka-alue määräävät hiljaisimman ja voimakkaimman äänen, joka mikrofoniin voidaan luotettavasti mitata. Yleensä suuri mikrofoni on pientä herkempi ja soveltuu näin ollen paremmin heikkojen äänien mittaukseen. Pienet mikrofonit puolestaan sietävät paremmin suuria äänenvoimakkuuksia.

Mikrofonin taajuusvaste määrittää mikrofonin antaman jännitteen riippuvuuden taajuudesta (äänen korkeudesta). Mittausmikrofonien mukana toimitetaan erityinen kalibrointitodistus, jossa taajuusvaste on esitetty graafisesti. Kun mikrofoni asetetaan äänikenttään, muuttuu äänenpaine sen läheisyydessä siitä itsestään aiheutuvien heijastumien johdosta. Tämä äänikentän muutos, joka on havaittavissa suurten taajuuksien korostumisena tietyillä äänen tulokulmilla, voidaan ottaa huomioon mikrofonia suunniteltaessa. Sellaista mikrofonia, jonka taajuusvaste on korjattu tämän muutoksen mukaisesti, kutsutaan vapaakenttämikrofoniksi. Mittaussovellutuksissa, joissa halutaan tietää äänenpaine juuri mikrofonin kalvolle, käytetään korjaamatonta painemikrofonia.

Mittausmikrofonit ovat rakenteeltaan yleensä kondensaattorimikrofoneja. Näillä saadaan tarkimmat ja luotettavimmat mittaustulokset. Erityisiä sovellutuksia (esim. infra- tai ultraääni) varten on erikoisrakenteita. Jos mittauspaikan suhteellinen kosteus on 100 %, on käytettävä kvartsikäsiteltyä kondensaattorimikrofonia. Halvemman hintaluokan äänitasomittarissa käytetään pietsosähköisellä periaatteella toimivia keraamisia mikrofoneja. Niillä on rajoitetumpi taajuusalue ja väljemmät valmistustoleranssit, joten ne eivät sovellu suurta tarkkuutta vaativiin mittauksiin.

## 2.2 Mikrofonivarusteet

Mitattaessa kaiuntaisessa tilassa vallitsevaa melua, ei äänellä ole tiettyä tulosuuntaa, vaan se saavuttaa mikrofonin useilta suunnilta samanaikaisesti. Vapaakenttämikrofonin antamaa tulosta voidaan tarkentaa erityisellä diffuusiusuuskorjaimella. Tämä korostaa sivulta tulevia suuria taajuuksia siten, että niiden taso on oikeassa suhteessa edestä tulevaan äänen tasoon nähden.

Ilmavirtaukset aiheuttavat kohdatessaan mikrofonin mittausta häiritseviä pyörteitä. Näiden vaimentamiseksi mikrofoni on varustettava virtaussuojalla (esim. ilmanvaihtokanavissa tapahtuvat mittaukset) tai tuulisuojalla (ulkona tapahtuvat mittaukset).

Nämä lisälaitteet eivät saa aiheuttaa mikrofonin mittausominaisuuksiin merkitseviä muutoksia. Erityisen kosteissa paikoissa ja ulkona suoritettavat pitkäaikaiset mittaukset edellyttävät mikrofonin suojaamista kosteudelta. Mikrofonin sisäosat pidetään kuivana mikrofonin ja vahvistimen väliin sijoitettavalla kosteuden poistajalla, jonka hygroskooppinen aine kuivaa mikrofonin sisälle pääsevän ilman. Sadesuoja estää sateen tai roiskeveden pääsyn mikrofonikalvon ulkopinnalle.

### 2.3 Mikrofonien kalibrointi

Mikrofoni on helpoimmin kalibroitu paristokäyttöisellä kalibraattorilla (kuva 1), joka aiheuttaa tunnetun äänenpaineen mikrofonin kalvolle. Saavutettava tarkkuus on hyvä (BK 4220 V kalibraattorilla  $\pm 0,2$  dB). Suoritettaessa vaativia mittauksia, on paikallaan kalibroida mikrofoni ennen ja jälkeen mittauksen.



Kuva 1. Mikrofonikalibraattori.

Eräisiin äänitasomittareihin on rakennettu sisään erityinen sähköinen kalibrointipiiri kentällä suoritettavaa nopeaa tarkistusta varten. Tämän tehokkaan käytön edellytyksenä on valmistajan antama kalibrointitodistus. Muut kalibrointimenetelmät edellyttävät laboratoriomittauksia eikä niitä kenttäolosuhteissa juuri käytetä.

### 2.4 Äänitasomittari

Äänitasomittareilta vaadittavia ominaisuuksia ovat:

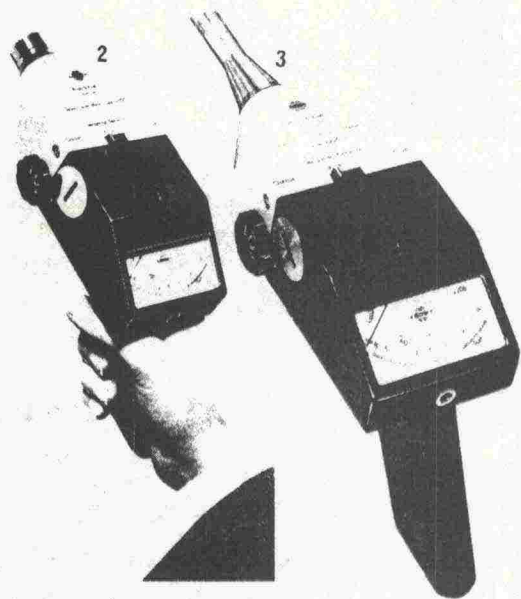
- teknisen suorituskyvyn on oltava voimassa olevan suosituksen (IEC 179 tai 123) mukaisen,
- laitteen oltava helposti ja luotettavasti kalibroituavissa,



- varusteiden on katettava kysymykseen tulevat mittaustilan-  
teet,
- kannettavassa paristokäyttöisessä laitteessa on oltava pa-  
ristojännitteen tarkistusmahdollisuus, paristojen on olta-  
va tavallisia,
- varaosien saannin ja huollon on oltava turvattu,
- laitteen käyttöön on oltava saatavilla asiantunteva opastus.

Tekniset vaatimukset on määrätty kansainvälisissä IEC- ja suomalaisissa SFS-standardeissa.

Yleiseen meluntorjuntaan tarkoitettujen mittareiden ominai-  
suudet on esitetty viitteessä /2/ ja tarkkuusäänitasomitta-  
reiden vaatimukset viitteessä /3/. Viimeksi mainittuja suosi-  
tellaan erityisesti lainvoimaisia määräyksiä toimeenpaneuvien  
ja valvovien viranomaisten käyttöön. Kuvassa 2 on pienikokoi-  
nen pietsosähköisellä mikrofonilla varustettu äänitasomittari  
ja kuvassa 3 kondensaattorimikrofonilla varustettu tarkkuus-  
mittari.



Kuva 2. Pienoisäänitaso-  
mittari.

Kuva 3. Tarkkuusäänitaso-  
mittari.

Mittarit toimivat yhdellä 1,5 voltin sauvaparilla ja kalib-  
roidaan erillisellä kalibraattorilla. Varusteina seuraa mm.  
tuulisuoja ja pistoolikahva sekä mikrofonin yksilöllinen  
kalibrointitodistus. Mikrofoni on liitettävissä kaapelin  
päähän, jos mittaaajaa halutaan suojata liian voimakkaan me-  
lun vaikutukselta. Mikrofoni on korvattavissa tärinäantiril-  
la haluttaessa melun asemesta mitata tärinää. Laitteet voi-  
daan kytkeä erilliseen nauhoittimeen tai piirturiin mitatun  
suureen myöhempää analyysiä varten.

Yksittäisten meluhuippujen, kuten liikennemelun ja räjähdysten mittauksessa on hyödyllistä, että näyttölaite säilyttää mitatun äänitason suurimman arvon. Maksimiäänitasomittarissa, joka muilta osin on edellä kuvattujen kaltainen, on tällainen huipun lukemista helpottava erikoispiirre.

Varustetasoltaan huippuluokkaa on kuvan 4 impulssiäänitason tarkkuusmittari.

Kuva 4.

Impulssiäänitason tarkkuusmittari.



Se on varustettu nykyisin tarkkuusäänitasomittarilta vaadittavien ominaisuuksien täyttämiseksi tarvittavien komponenttien lisäksi IEC 179-standardiin tulossa olevan lisäyksen edellyttämällä impulssimittaus-toimintamuodolla sekä uudella D-painotussuodattimella. Maksiminäytön säilytys on myös saatavissa. Laitteeseen voidaan liittää oktaavi- tai terssisuodatin äänen taajuusspektrin analysoimiseksi. Mikrofoni on liitettävissä jopa 100 m johdon päähän tai korvattavissa kiihtyvyyssanturilla värinämittauksia varten. Myös värinäsuureet ovat suoraan luettavissa mittarin asteikolta. Paitsi erillisellä kalbraattorilla suoritettavaa kalibrointia, mittarissa on sisään rakennettu sähköinen kalibrointi. Kolmen 1,5 V sauvaparin voimalla laite toimii jatkuvasti 10 tuntia, mutta se voidaan varustaa myös verkkokojeella.

### 3. Suositukset

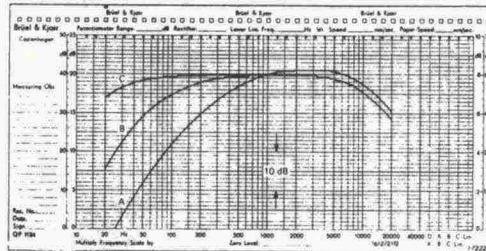
#### 3.1 Äänitasomittarit

Äänitasomittareita (viite /2/) ja tarkkuusäänitasomittareita

(viite /3/) koskevat IEC:n standardit edellyttävät mikrofonin ympärisuunnattavaksi, so. eri suunnilta tulevien äänien vaikutuksen on oltava saman tietyn toleranssin puitteissa. Ilmanpaineen muutoksen sallittu vaikutus mikrofonin herkkyyteen ja ulkopuolisten häiriölähteiden, kuten tärinän, magneetti- ja sähkökenttien, lämpötilan ja kosteuden sallitut vaikutukset on esitetty näissä standardeissa. Jotta mittaustulos vastaisi paremmin ihmisen subjektiivista kuulohavaintoa, eri taajuuudet painotetaan painotussuodattimella, joita suosituksena on kolme A, B ja C (kuva 5) sekä suositusehdotusasteella neljäs D. Käytännön mittauksissa useimmiten käytetään A-suodattinta, jolloin äänitason yksikkö (desibeli) on ilmaistava kirjaimilla dB(A).

Kuva 5.

Tyypilliset A, B ja C painotuskäyrät.



Näyttölaitteen asteikkomerkitöjen ja lukematarkkuuden lisäksi suosituksissa on esitetty koko mittarin dynaamiset ominaisuudet varsin yksityiskohtaisesti. Tämä on tarpeen siksi, että eri valmistajien mittareiden on näytettävä samaa lukemaa myös epätasaista melua mitattaessa. Äänitasomittarissa on oltava valittavissa kaksi integrointiaikaa (aika, jolta mittari mittaa äänenpaineen tehollisen keskiarvon). Nämä on varustettu merkinnöillä "Fast" ja "Slow", Saksalainen DIN 45633 suositus sisältää edellisten ohella kolmannen vaihtoehdon "Impulse", joka lisättäneen lähiaikoina myös IEC:n suositukseen. Tämä aikavakio ottaa erityisen hyvin huomioon kuulon subjektiiviset ominaisuudet impulssimaisille äänille.

### 3.2 Kuulonsuojelu

Teollisuusmelun aiheuttamia kuulovaurioita vastaan käytävän taistelun tueksi on laadittu useita suosituksia, joilla eräissä maissa on lain voima. Koska nämä suositukset ovat syntyneet kiireisen työn tuloksena, on niissä joitakin

keskinäisiä eroavaisuuksia, vaikkakin mittausmenetelmissä käytettävät päälinjat ovatkin lähes yhdenmukaisia.

Tärkeimmät suositukset ovat:

ISO R 1999 "Työpaikkameluannoksen määrittäminen kuulonsuojelua varten",

DIN 45641 "Keskimääräisen äänitason laskeminen"

"Code of Practice for Reducing the Exposure of Employed Persons to Noise" (Englantilainen),

The Walsh Healey Act. (Yhdysvaltojen laki, joka koskee mm. teollisuuden kuulonsuojelua).

Näiden mukaan yksi äänitasomittarilla saatu lukema ei riitä arvosteltaessa ajallisesti muuttuvan melun mahdollisia kuulovauriovaikutuksia. Kuulohäviö riippuu näet melutason ohella myös vaikutusajasta. Suosituksessa on annettu ohjeet "meluannoksen" ja ekvivalenttisen äänitason (Leq) laskemiseksi.

ISO, DIN ja Englantilainen Code perustuvat vakioenergiaperiaatteeseen: melun vaikutusajan kasvaminen kaksinkertaiseksi vastaa vaikutukseltaan äänitason suurenemista 3 dB:llä. Amerikkalaisessa laissa vaikutusajan kaksinkertaistumista vastaa 5 dB tason kasvu.

Impulssimelun mittausmenetelmien kehittäminen kuulonsuojelun tarpeisiin on osoittautunut erittäin työlääksi. Nykyiset suositukset ovat lähinnä pakon sanelemia arvioita, joita täsmennetään tutkimusten edistyessä. ISO:n standardi suosittelee 10 dB(A) lisäystä keskimääräiseen melutasoon, jos melu on luonteeltaan impulssimaista (talttaus, niittaus jne.). DIN puolestaan suosittelee Leq-määritystä käyttäen "impulse" aikavakiota. Molemmat menetelmät ovat edelleen keskeneräisiä.

### 3.3 Häiritsevyys

Useiden maiden lainsäädännössä on melun häiriövaikutukset otettu huomioon teollisuus- ja moottoriajoneuvoliikennemelun osalta. Lentoliikennemeluun on myös alettu kiinnittää huomiota.

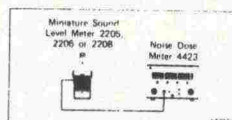
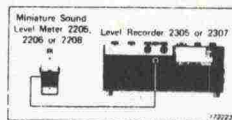
Asuinhuoneistojen melunormistoissa (esim. viite /4/ on esitetty rakennuksen sisällä vaadittavat äänieristävyudet.

ISO:n standardi R 1996 "Yhdyskuntamelun häiritsevyys" esittää tasaisen melun mitattavaksi äänitasomittarilla A-painotussuodattimella ja "Fast"-integrointiajalla. Jatkuvia ääniä ja impulsseja varten on annettu korjaustermejä. Jos melu on luonteeltaan vaihtelevaa, on käytettävä edellä kuvattua meluannosmittausta ja määritettävä Leq. Vuorokaudenaika ja yhdyskuntaympäristö otetaan huomioon kritisoidessa mittaustulosta. Esim. asuntoalueella sallitaan tämän suosituksen mukaan 35...45 dB(A) melutaso.

ISO R 507 suositus antaa ohjeet lentokenttien läheisyydessä vallitsevan melutason laskemiseksi. Tämä menetelmä, joka edellyttää äänen taajuusspektrin analysointia, on esitetty mm. viitteessä /1/.

#### 4. Meluannoksen mittaus

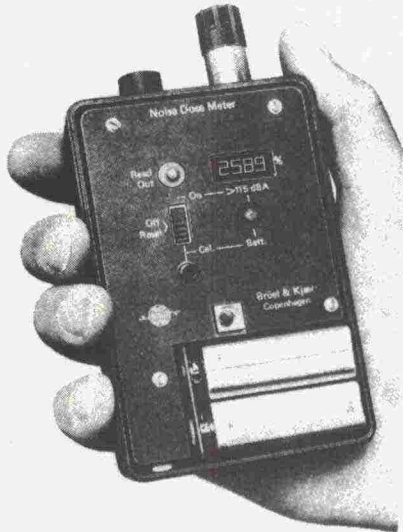
Äänitasomittarilla yksin ei siis saada aina riittävää tietoa melun aiheuttamasta terveydellisestä riskistä. Ekvi-valenttinen äänitaso Leq on luotettavampi mitta arvioitaessa melun haittavaikutuksia. Se voidaan määrittää liittämällä äänitasomittariin tasopiirturi (kuva 6), jonka piirtämästä diagrammista Leq voidaan mitata ja laskea. Valmiita laskurutiinilomakkeita on saatavissa akustisten mittauslaitteiden myyntiin erikoistuneista liikkeistä. Menetelmä on kuitenkin hidas, ja nopeampi tapa tuloksen saamiseksi on erityinen meluannosmittari (kuva 7).



Kuva 6. Meluannoksen määrittäminen tasopiirturilla.

Kuva 7. Äänitasomittari kytkettynä meluannosmittariin.

Kuvan 8 meluannosmittari on ISO 1999 standardin mukainen. Työpäivän aikana kertynyt meluannos prosentteina sallitusta on luettavissa kojeessa olevasta digitaalisesta näyttölaitteesta. Kondensaattorimikrofoni on irrotettava ja kiinnitettävissä esim. suojakypärän reunaan korvan lähelle. Toiminta-aika kahden tavallisen 9 V transistoripariston voimalla on 80 tuntia.



Kuva 8. Henkilökohtainen meluannosmittari.

## 5. Melun analysointi

Käytännön meluntorjuntatoimenpiteiden kannalta on välttämätöntä selvittää melun taajuusspektri, mikä tapahtuu taajuusanalysointilaiteella. Yksinkertaisemmassa muodossaan analysointilaite on äänitasomittariin liitettävä oktaavi- tai terssi (1/3-oktaavi) -suodatin (kuva 9). Ääni voidaan ensi vaiheessa tallentaa magneettinauhalle ja analysoida myöhemmin automaattisesti toisiinsa tahdistetuilla tasopiirtureilla ja analysointilaiteella. Analyysituloksista on molemmissa tapauksissa laskettavissa esim. meluluokka (Noise Rating Number) N, joka kuvaa melun subjektiivisia vaikutuksia tarkemmin kuin esim. dB(A)-arvo.



Kuva 9. Ääni- ja värinämittaus-sarja. Oktaavisuodatin on kiinnitetty tarkkuus-äänitasomittariin. Tuuli- ja virtaussuojat, mikrofonin jatkovarsi, kalibraattori, varaparisot sekä värinämittaus-varusteet sisältyvät myös sarjaan.

Kirjallisuusviitteet:

- /1/ J. T. Broch: Acoustic Noise Measurements. Brüel & Kjaer.
- /2/ Äänitasomittari SFS 2877 (IEC 123).
- /3/ Tarkkuusäänitasomittari. SFS 2881 (IEC 179).
- /4/ Äänieristysnormit. RIL 55 B.

U. Miettinen

RAKENNUSKONEIDEN MELUN MITTAAMINEN

sivu

1.	Yleistä .....	1
2.	Mittauslaitteet .....	2
3.	Mittauspaikka .....	2
4.	Mittauksen suoritus .....	3
5.	Mittauspöytäkirja .....	5
	Esimerkki mittauspöytäkirjasta .....	6



U. Miettinen

## RAKENNUSKONEIDEN MELUN MITTAMINEN

1. Yleistä

Ruotsalainen standardiehdotus "Förslag till svensk standard SMS 700409-3, Byggmaskiner, Mätning av bulleremission till omgivningen" koskee rakennuskoneista ympäristöön leviävän melun mittaamista. Ehdotus perustuu osittain ISO-suositukseen R 495-1966. Esitetty mittaustapa ei koske impulssiääniä eikä pitkin väliajoin toistuvia iskuääniä. Tätä vuodelta 1970 olevaa ehdotusta ei tiettävästi ole vahvistettu standardiksi ainakaan lokakuun loppuun 1974 mennessä.

Ehdotettu mittausmenetelmä on tarkoitettu käytettäväksi, kun halutaan

- todeta, ettei koneen ääni ylitä sallittua arvoa,
- verrata samaa työtä tekevien koneiden ääniä toisiinsa,
- verrata eri työtä tekevien koneiden ääniä toisiinsa, jotta saataisiin selville eri koneiden osuus työpaikan kokonaismelusta,
- määrittää koneen melupäästö ympäristöön.

Tavallisten äänitasoon liittyvien käsitteiden lisäksi ehdotuksessa määritellään ns. keskimääräinen oktaavitaso (genomsnittlig oktavnivå)  $L_N$ , siten, että se on saman oktaavikaistan oktaavitasojen keskiarvo määritettynä kaavasta

$$L_N = 10 \times \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n \times p_0^2} \quad \text{dB, kun}$$

$$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$$

$p_n$  = oktaavikaistan äänenpaineen tehollisarvo n:nessä mittauspisteessä

Jos mittauspisteitä on neljä ja oktaavitasojen ero on pienempi kuin 5 dB, saadaan käyttää seuraavaa likiarvokaavaa

$$L_N = \frac{L_{N1} + L_{N2} + L_{N3} + L_{N4}}{4} \quad \text{dB}$$

$L_{N1} \dots 4$  = neljän mittauspisteen oktaavitasot

## 2. Mittauslaitteet

Mittaukset on tehtävä tarkkuusäänitasomittarilla, jossa on myös oktaavisuodattimet. Mittaria on käytettävä "Fast response" asennossa.

## 3. Mittauspaikka

Mittauspaikan pitää olla sellainen, että ääni pääsee leviämään puolipallon muotoisena aaltorintamana. Ihanteellisena paikkana pidetään kenttää, joka on avoin 50 metrin säteellä, ja jonka keskellä on 20 metrin säteellä tasainen kiinteä päällyste. Mittauspaikalla ei saa olla ääntäimeviä pintoja, irrallista lunta, pitkää heinää, eikä irtonaista maata.

Jos mittauspaikka ei täytä edellä olevia vaatimuksia, on poikkeamat, kuten taustamelu ja haitallisesti heijastavat pinnat, mainittava mittausselostuksessa. Käytännössä voivat tulla esille seuraavat tekijät:

- maanpinnan ääntäimevyys
- äänen heijastuminen esim. toisista koneista, rakennuksista tai ihmisistä
- maanpinta ei ole riittävän tasainen
- tuulen vaikutus

Äänen fokuusoitumista ja mittauspaikan sijoittamista yhden-suuntaisten seinien väliin tulee välttää.

Taustamelun tulee olla, mikäli mahdollista, vähintään 10 dB mitattavan melun alapuolella. Jos ero on pienempi, mitattuja arvoja on korjattava seuraavan taulukon mukaisesti.

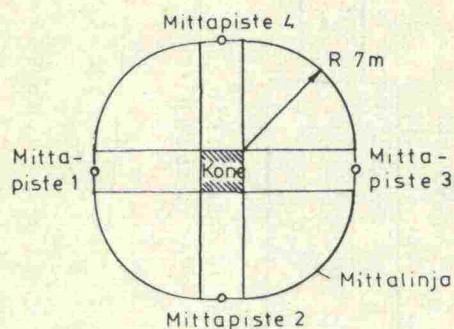
Kokonaismelun ja taustamelun erotus dB	Kokonaismelusta vähennettävä määrä dB
3	3
4 - 5	2
6 - 9	1

#### 4. Mittauksen suoritus

Konetta on käytettävä mittauksen aikana valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Jos koneen koetusta varten ei ole olemassa erikoisstandardia tai valmistajan antamia koetusohjeita, konetta on käytettävä koetuksen aikana normaalia työtä vastaavalla tavalla.

Ellei koneen toimintatapa edellytä toisin, mikrofoni on sijoitettava 1,5 m maan pinnan yläpuolelle kaikissa koneen ympärillä olevissa neljässä mittauspisteessä (kuva 1).

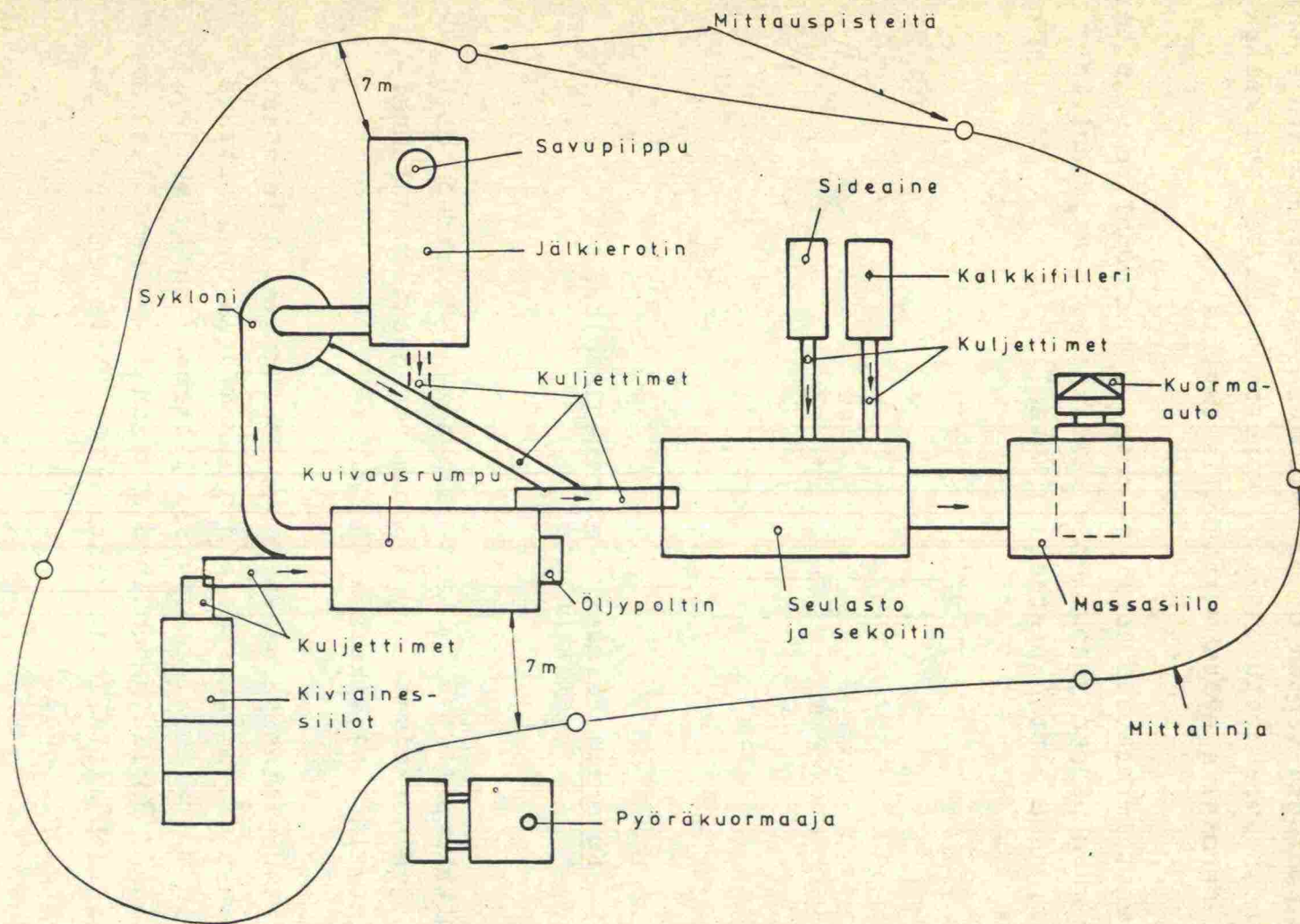


Kuva 1. Esimerkki mittauspisteiden sijainnista.

Kaikissa mittauspisteissä määritetään sekä A-äänitason että oktaavitasojen korkeimmat arvot ottamatta huomioon satunnaisesti esiintyviä lyhytaikaisia ääniä.

Jos eri mittauspisteessä saadut arvot poikkeavat toisistaan enemmän kuin 5 dB, mittauspisteiden lukumäärää on lisättävä. Jos jossakin mittalinjalla olevassa pisteessä saatu arvo ylittää vähintään 3 dB:llä yhdenkin pisteissä 1 - 4 saaduista arvoista, kyseinen mittalinjan piste on otettava mittauspöytäkirjaan mittauspisteenä.

Kuvassa 2 on esimerkki mittauspisteiden sijainnista asfaltti-  
asemalla.



KUVA 2. ESIMERKKI MITTAUSPISTEIDEN SIJAINNISTA ASFALTTIASEMALLA

5. Mittauspöytäkirja

Mittauspöytäkirjan tulee sisältää seuraavat tiedot:

1. Konelaji
2. Valmistaja
3. Tyyppi
4. Valmistusnumero
5. Moottori
6. Koneen käyttötapa
7. Maaperä ja muut olosuhteet mittauspaikalla
8. Mittauspaikka
9. Mittauspäivä
10. Mittauksen suorittaja
11. A-äänitason lukuarvot
12. Keskimääräiset oktaavitasot taulukossa
13. Keskimääräisistä oktaavitasoista piirretty diagrammi

Akselien jaotus on oltava seuraava:

abskissa:           oktaavi = 15 mm  
ordinaatta:        10 dB    = 10 mm

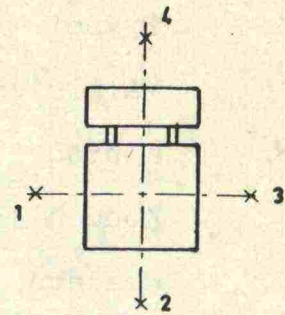
14. Piirros mittauspisteiden sijainnista, mikäli se poikkeaa kuvassa 1 näytetystä normaalitapauksesta.

Esimerkki mittauspöytäkirjasta on seuraavalla sivulla.

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Mitattava kone: Pyöräkuormaaja  
 Mittauksen suorittaja: Sten Wahlström  
 Valmistaja: Gravel Machinery CO  
 Tyyppi: Charger A 60  
 No: 9062  
 Moottori: XYZ 123  
 Käyttöolosuhteet: Standardin SMS  
 0000 mukaiset  
 Maaperä: Sora  
 Mittauspaikka: Stoskby,  
 Svartsjölandet  
 Päivämäärä: 1968-10-01

Mittauspisteet:

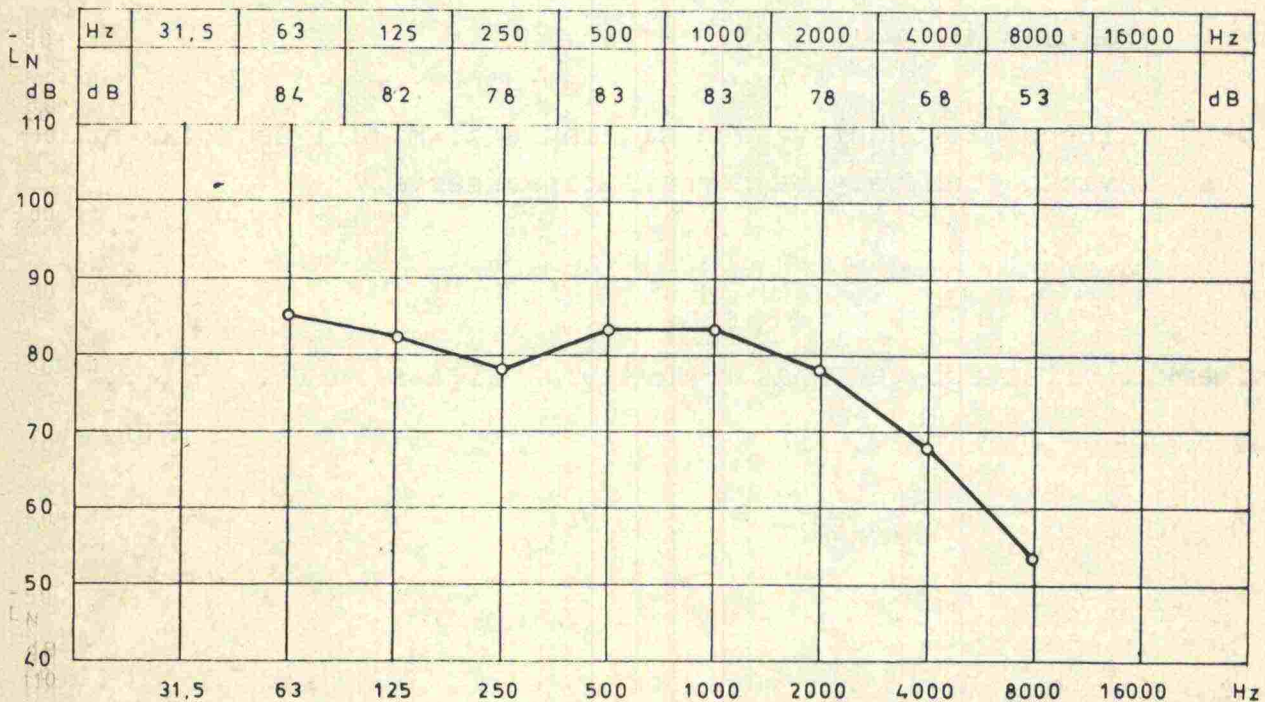


Pisteet 1-4 =  
 7 m koneen pinnasta  
 1,5 m maanpinnasta

## A-äänitasot

Piste	1	2	3	4	5	Huomautuksia
dB	83	85	82	84	89	

## Oktaavianalyysi



## R. Kartastenpää

## LASKEUTUVAN JA LEIJUVAN PÖLYN MITTAAMISESTA

sivu

1.	Yleistä .....	1
2.	Laskeuman keräämistä .....	1
3.	Leijuman mittareista .....	3

R. Kartastenpää

## LÄSKEUTUVAN JA LEIJUVAN PÖLYN MITTAAMISESTA

### 1. Yleistä

Ilman saasteet jaetaan niiden ympäristöön kohdistuvien vaikutusten mukaan laskeutuviin ja leijuviin aineksiin sekä molekyylijakoisiin (kaasumaisiin) saastukkeisiin. Epäpuhtauksien ainesosista laskeuma luonnehtii niitä ilman epäpuhtauskomponentteja, joiden fysikaalinen ilmarooli on lyhytaikainen. Valtaosa laskeutuvista aineksista on hiukkasjakoista. Molekyylijakoisten saastukkeiden osuuden ratkaisevat tutkimushetkellä vallitseva ilman koostumus ja sen fysikaalisten tekijöiden poikkeaminen normaaliarvoista.

Puhdasilmallisella maaseudullakin voidaan mitata muutamien kymmeneen grammojen kuukausilaskeumia aaria kohti (g/a.kk).

Likaisissa teollisuus- ja liikenneympäristöissä vastaavasti mitatut laskeumat nousevat useihin kilogrammoihin.

Mitä pienempiä ja kevyempiä hiukkaset ovat, sitä kauemmaksi ne saattavat joutua lähteestään. Hienojakoinen osa pölystä viipyy ilmassa leijuen pitkähkön ajan ympäristötekijöistä riippuen. Leijuma luonnehtii juuri näiden hiukkasten määrää. Leijuvia hiukkasjakoisia aineksia on suhteellisen puhtaassa maaseutuilmassa muutamia kymmeniä mikrogrammoja ( $1 \mu = 0.001 \text{ g}$ ) kuutiometriä kohti. Ilman likaantuessa tämä pölypitoisuus saattaa nousta sata- jopa tuhatkertaiseksi.

### 2. Laskeuman keräämistä

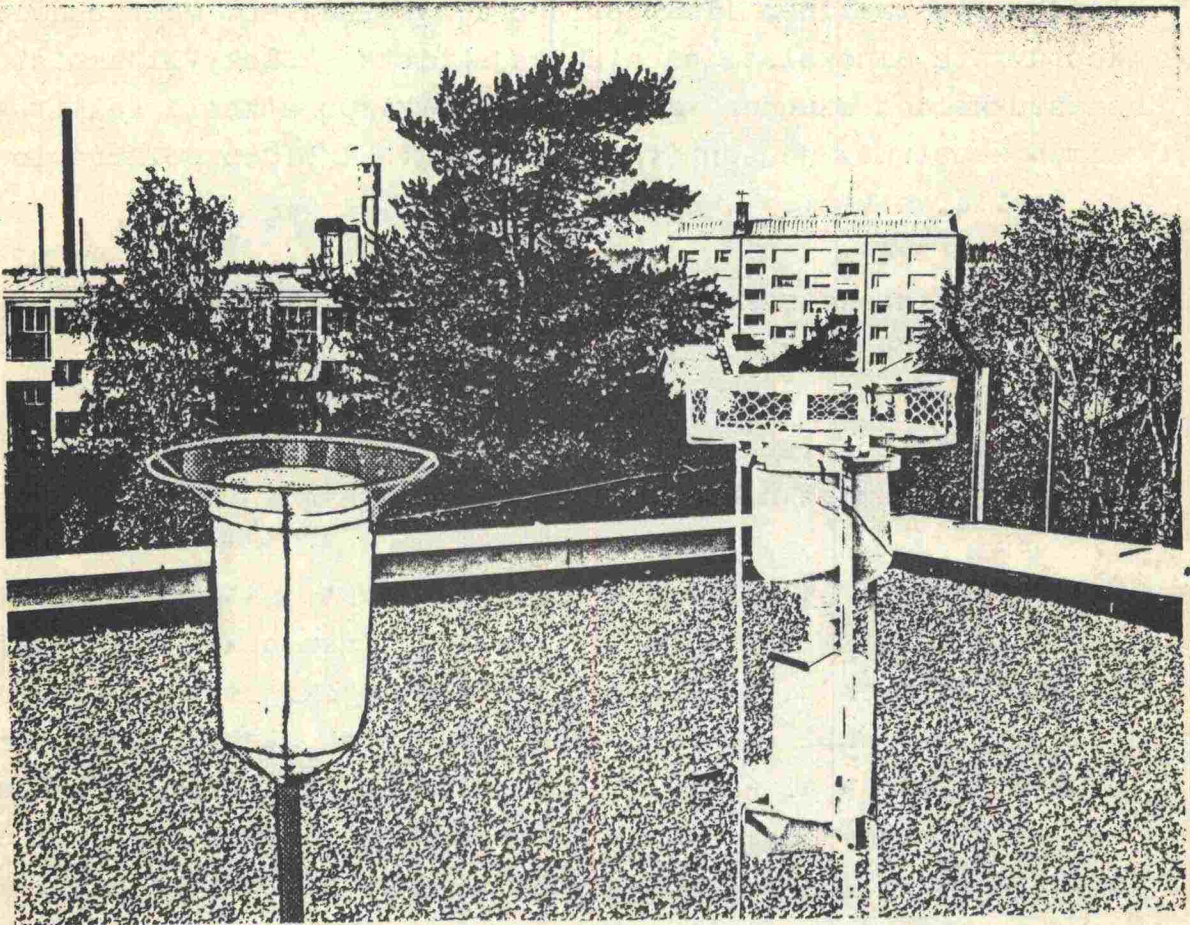
Laskeuman keräiminä voidaan käyttää ns. lumilevyjä, tarralevyjä ja erilaisia keräysastioita. Laskeuma voidaan määrittää myös pintaluminäytteestä.

Lumilevy on  $57 \times 57 \text{ cm}^2$  suuruinen valkea polyeteenilevy, joka on päällystetty polyeteenikelmulla. Lumilevyjä voidaan käyttää



talven säävaihteluista riippuen vain noin kahden kuukauden ajan lähinnä mittaamaan pistelähteiden vaikutusta ympäristöön. Menetelmän etuna on sen halpuus. Haittana varsinkin Etelä- ja Keski-Suomessa on tulevan talven säiden ennustaminen.

Tarralevyjä ei Suomessa ole käytetty, erilaisia keräysastioita sen sijaan useaakin eri tyyppiä. Kuvassa 1 on esitetty keräintyyppiä.



Kuva 1. Erilaisia laskeumakeräintyyppiä. Vasemmalla Norjalainen standardityyppi, oikealla Brittiläinen BS-1747.

Laskeumakeräintyyppien lukuisuus ei itsessään ole negatiivinen ilmiö - pikemminkin päinvastoin. Eri keräysmenetelmien vertailu ei nimittäin tuota ongelmia, vaan ongelmat ovat tulosten tulkinnassa.

Laskeumaa voidaan pitää lähinnä ilman likaisuutta ja sitä kautta eräänä viihtyvyyttä kuvaavana suurena. Yleensä sille

ei ole asetettu varsinaisia lakiin perustuvia normeja, enimmäis-suosituksia kylläkin. Syy on ilmeisesti siinä, että sille on vaikea löytää kriteereitä, ja sen suuruutta on näennäisestä helppoudesta huolimatta hyvin vaikea mitata.

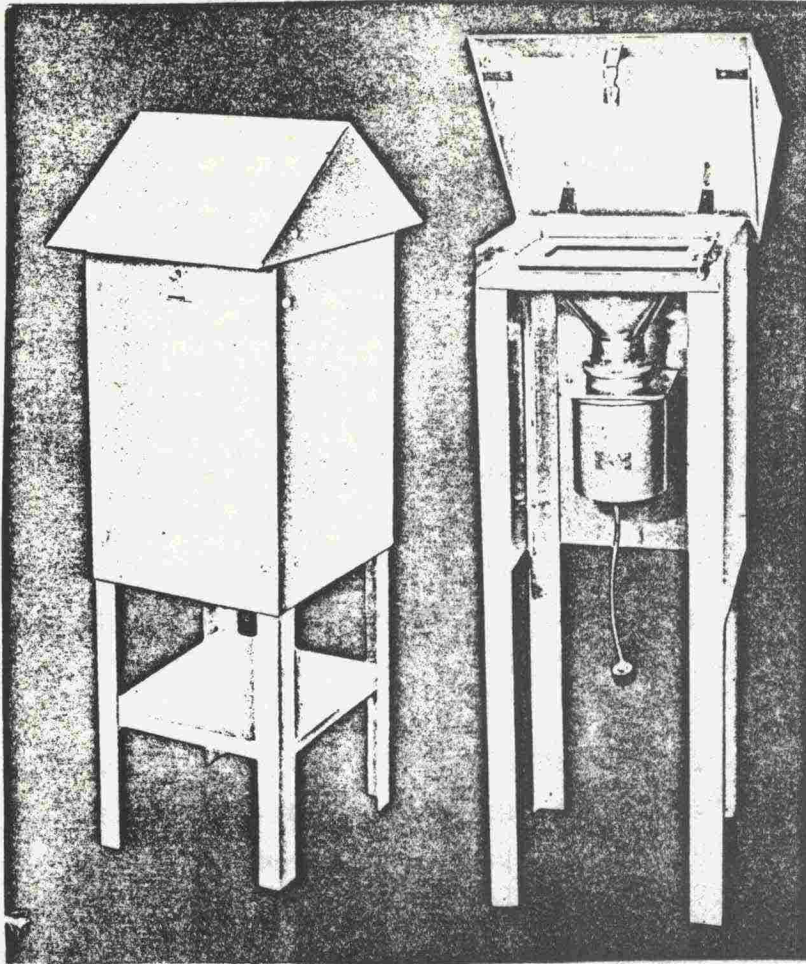
Laskeuma on siis varsinkin yhdyskuntailmatutkimuksissa melko epämääräinen suure ja sen normittaminen siten vaikeaa, joskin tarpeellista ainakin suositusmuodossa. Vielä vaikeampaa normitus on laskeumakomponenttien osalta. Suomessa on ISMET (Ilmasuojelun ja Meluntorjunnan neuvottelukunta) antanut suosituksia kokonaislaskeuman enimmäisarvoille, ja kirjallisuudessa esiintyy vastavia arvoja sen eräille komponenteille. Lääkintöhallitus on antanut enimmäisarvot kokonaislaskeumalle sekä komponenteista lyijylle, kromille ja vanadiinille. Komponenttien enimmäisarvoista päätellen ei likaantuminen enää ole ollut kriteerinä, vaan niiden määrittämisperusteet ovat olleet terveydellisiä.

Laskeuma voi olla kuitenkin käyttökelpoinen suure, kun halutaan tutkia voimakkaiden pölylähteiden esim. asfaltti- ja murskaus- asemien, kallioporauksen jne. vaikutusta ilmaympäristöönsä tai liikenteen vaikutusta tienvarsialueisiin. Tällöin siitä tulee yksikäsitteisempi. Tällaisessa tapauksessa on normi paikallaan, sillä juridisesti on helpompaa käyttää numeerisia arvoja, kuin esim. käsitettä likaantuminen.

### 3. Leijuman mittareista

Leijuvan pölyn ympäristövaikutukset ovat lähinnä optisia tai terveydellisiä. Valon sironta tapahtuu pääasiassa kokoluokassa 0,1 - 1,0  $\mu\text{m}$ . Toisaalta tällä alueella on keuhkodeposition minimi. Kriteereinä leijuvan pölyn normittamiselle on pidettävä terveydellisiä vaikutuksia. Tällöin normittamisen olisi tapahduttava hengitettävälle pölylle. Edelleen normin tulisi sisältää määräkset hiukkaskoosta ja keräyslaitteiden ominaisuuksista.

Aivan viime vuosiin saakka on leijuma kerätty Suomessa Hi-Vol-keräimillä. Menetelmä on peräisin USA:sta, jossa tälläkin hetkellä on tuhansia tällaisia keräimiä. Keräimessä vedetään ilmaa lasikuitusuodattimen läpi noin 2000  $\text{m}^3/\text{vrk}$ . Suodatin on vaakasuorassa asennossa katoksen alla, joka suojaa sateelta ja estää yli 100  $\mu\text{m}$ :n hiukkasia pääsemästä suodattimelle (kuva 2).



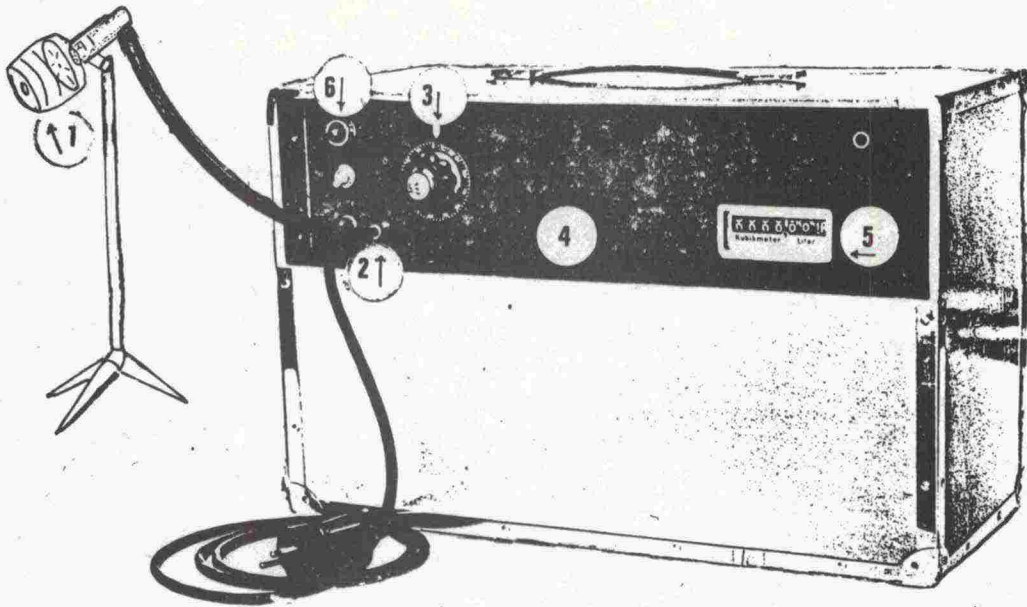
Kuva 2.

Hi-Vol-keräin  
suojaus poistettu-  
na oikealla ja  
mittausvalmiina  
vasemmalla.

Hi-Vol-keräinten etuna on helppo siirrettävyys ja mahdollisuus lyhytaikaisiin näytejaksoihin. Se soveltuu siis hyvin esim. teollisuusilmatutkimuksiin.

Menetelmien kehittyessä on tarvittava näytemäärä pienentynyt. Seurauksena on ollut Lo-Vol-keräimien yleistyminen ja sitä kautta kalvosuodattimien käyttöönotto. Parempien suodatusominaisuuksien lisäksi kalvosuodattimilla on etuna pieni paino (punnitus) ja materiaalien puhtaus, mikä mahdollistaa mm. röntgenanalyysit ilman näytteen preparointia. Huonona puolena on hinta. Hintaa voidaan huomattavasti laskea käyttämällä pienempiä suodattimia kuin Hi-Vol-keräyksessä, mikä on mahdollista pienen omapainon takia.

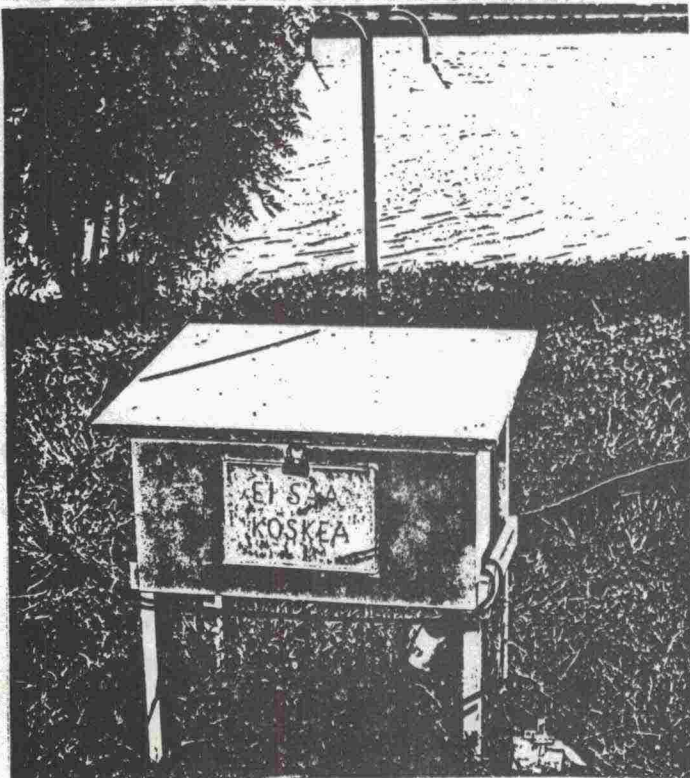
Kuvassa 3 on esitetty helposti mittauspaikasta toiseen siirrettävä keräyslaite (paino 11 kg), jolla voidaan ottaa sekä pöly- että kaasunäytteitä ilmasta.



Kuva 3. Pöly- ja kaasunäytteiden keräyslaite.

- 1 Kalvosuodatin
- 2 Ilman sisääntulo laitteeseen
- 3 Ilman imutehon säätö
- 4 Ilman kuivausputki
- 5 Kaasumittari
- 6 Virtakytkimen merkkivalo

Kuvassa 4 on esitetty vastaavan tyyppinen laite, joka soveltuu paremmin kenttäolosuhteisiin, esim. seurantamittauksiin, sillä keräin on sisältä termостоitu.



Kuva 4.

Kenttämittauksiin soveltuva pöly- ja kaasunäytteiden mittauslaite.

