



Helsingin kaupungin

# Ympäristökeskuksen julkaisuja

1/96

## Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet ulkoilmassa Helsingissä



Esa Kurki, Eila Rasmus ja Eeva Linkola  
Helsinki 1996



Esa Kurki, Eila Rasmus ja Eeva Linkola

Haihtuvien  
orgaanisten yhdisteiden (Voc)  
pitoisuudet ulkoilmassa Helsingissä



## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

SAMMANDRAG

ABSTRACT

1. JOHDANTO	1
2. YLEISTÄ	1
3. MENETELMÄT	4
4. ULKOILMAN VOC-PITOISUUKSIEN MITTAUKSET	5
Menetelmän soveltuvuus VOC-mittauksiin	5
Mittaukset 1994 – 1995	6
Kuvaukset mittauspaikoista	7
5. TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA	13
Huoltoasemat ja lähiympäristö	14
Liikenneympäristö	16
Munkkisaaren telakan ympäristö	17
Herttoniemi	19
Laajasalon öljyvarastoalue	19
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	20
7. KIRJALLISUUSLUETTELO	22



## TIIVISTELMÄ

Helsingin ulkoilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuuksien selvittämiseksi mitattiin pitoisuuksia liikenneympäristössä, huoltoasemilla, telakan ympäristössä, Herttoniemenrannan rakenteilla olevalla asuinalueella sekä Laajasalon öljyvarastoalueella. Tarkoituksena oli selvittää tyypilliset pitoisuustasot huoltoasemien ja vilkasliikenteisten katujen läheisyydessä sekä suurten hiilivety päästölähteiden tuntumassa.

Laboratoriossa käytetty analyysimenetelmä oli kalibroitu 48 haihtuvalle orgaaniselle yhdisteelle ja tutkimuksessa tarkasteltiin erityisesti bentseeni-, tolueeni- ja ksyleenipitoisuuksia sekä tutkittujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuksia.

Ulkoilman hiilivety pitoisuusmittauksia tehtiin kaikkiaan 37 kappaletta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudeksi saatiin keskimäärin  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $12\text{--}294 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tolueenipitoisuus oli keskimäärin  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $3\text{--}133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ksyleenipitoisuus  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $2\text{--}74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja bentseenipitoisuus  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huoltoasemien tankkauspisteiden yläpuolella.

Liikenneympäristöstä (huoltoasemien lähiympäristö ja Töölön mittauspiste) mitattujen (10 kpl) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudeksi saatiin keskimäärin  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $20\text{--}53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Liikenneympäristön tolueenipitoisuus oli keskimäärin  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $8\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ksyleenipitoisuus  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $4\text{--}14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja bentseenipitoisuus  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Laajasalon öljyvarastoalueella ja Herttoniemenrannan rakenteilla olevalla asuinalueella mitattiin jonkin verran tyypillistä liikenneympäristöä suurempia VOC-pitoisuuksia. Laajasalon varastoalueen läheisyydessä olevalla asuinalueella VOC-pitoisuudet olivat liikenneympäristön pitoisuuksia alhaisemmat.

Munkkisaarella telakan maalaushallia vastapäätä päästöjen vaikutus näkyi mittaustuloksissa kohonneina ksyleenipitoisuuksina. Läheisen asuin-kerrostalon parvekkeella ja puistossa mitatut pitoisuudet olivat liikenneympäristön tasoa.

Samaan aikaan Helsingissä tehtyjen mittausten kanssa on EU:n tutkimuskeskus JRC tehnyt hiilivetypitoisuusmittauksia Brysselissä. Helsingissä huoltoasemilla mitatut tolueenipitoisuudet olivat samansuuruisia, ksyleenipitoisuudet suurempia ja bentseenipitoisuudet pienempiä kuin Brysselissä huoltoasemilla mitatut pitoisuudet.

Mittauksissa käytettiin suhteellisen pitkiä mittausaikoja (yli 7 vrk), joten ulkoilmassa esiintyviä lyhytaikaisia pitoisuushuippuja ei voitu tällä menetelmällä havaita.

Käytetty passiivikeräinmenetelmä osoittautui yksinkertaiseksi käyttää ja mittaustulokset olivat johdonmukaisia ja yhteneviä aiempien mittaustulosten kanssa.



## SAMMANDRAG

För att utreda halten av flyktiga organiska föreningar (VOC) i utomhusluften i Helsingfors mättes halterna i trafikmiljö, på bensinstationer, i varvmiljö, på Hertonässtranden, där man håller på att bygga ett bostadsområde, samt på Degerö oljehamns lagerområde. Avsikten var att utreda typiska haltnivåer i närheten av bensinstationer och livligt trafikerade gator samt invid stora kolväteutsläppskällor.

Analysmetoden var kalibrerad för 48 flyktiga organiska föreningar och framför allt bensen-, toluen- och xylenhalterna samt totalhalten av flyktiga organiska föreningar granskades.

Sammanlagt gjordes 37 mätningar i utomhusluften. Som totalhalten av flyktiga organiska föreningar fick man i mätningarna medeltalet  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (växling  $12\text{--}294 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Toluhalten var i medeltal  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (växlingen  $3\text{--}133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), xylenhalten  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $2\text{--}74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) och bensenhalten  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). De högsta halterna mättes ovanför bensinstationernas tankningsställen.

Som totalhalten för flyktiga organiska föreningar i trafikmiljö (bensinstationernas närmiljö och Tölö mätningställe, 10 st) fick man medeltalet  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (växling  $20\text{--}53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trafikmiljöns toluenhalt var i medeltal  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (växlingen  $8\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), xylenhalten  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $4\text{--}14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) och bensenhalten  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

På oljelagerområdet i Degerö och på Hertonässtrandens nya bostadsområde mättes i någon mån högre VOC-halter än i en typisk trafikmiljö. På bostadsområdet som ligger i närheten av Degerö lagerområde mättes något lägre VOC-halter än i trafikmiljön.

Mitternot målerihallen på Munkholmsvarvet syntes utsläppens inverkan i mätningresultaten som höjda xylenhalter. På en balkong i ett närbeläget flervåningshus och i parken var halterna på samma nivå som i trafikmiljön.

Samtidigt med mätningarna i Helsingfors gjorde Europa Unionens undersökningscentral JRC mätningar av VOC-halter i Bryssel. Toluhalten som mättes på bensinstationerna i Helsingfors var på samma nivå,

xylenhalter var större och bensenhalter mindre än halterna som mättes på bensinstationer i Bryssel.

Mättningsperioderna som användes var relativt långa (längre än 7 dygn) varför kortvariga topphalter i utomhusluften inte kunde upptäckas.

Passivinsamlingsmetoden som användes befanns enkel att använda och resultaten var konsekventa och sammanfallande med mätningarna som gjorts tidigare.

## ABSTRACT

In order to find out the concentrations of volatile organic compounds (VOC) in the open air in Helsinki, the concentrations were measured in traffic environment, at service stations, in dock environment, in residential environment under construction at Herttoniemi and in oil storage area at Laajasalo. The objective was to find out typical concentration levels near service stations and busy streets and also in the neighbourhood of big emission sources.

The assay method used in the laboratory was calibrated for 48 volatile organic compounds and especially concentrations of benzene, toluene and xylene were examined as well as total concentrations of volatile organic compounds.

There were 37 measurements in all carried out in the open air to find out concentration levels of hydrocarbons. Concentration of total VOC measured outdoors was on an average  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ranging  $12\text{--}294 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Concentration of toluene was on an average  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ranging  $3\text{--}133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), concentration of xylene  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $2\text{--}74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and concentration of benzene  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). The highest concentrations were measured in the service area of petrol stations.

Concentration of total VOC in traffic environment (10 measurements near service stations and in Töölö) was on an average  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (range  $20\text{--}53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Concentration of toluene in traffic environment was on an average  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ranging  $8\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), concentration of xylene  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $4\text{--}14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and concentration of benzene  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In the oil storage area at Laajasalo and in the residential area under construction at Herttoniemi VOC concentrations were a little higher than those in a typical traffic environment. In the residential area near the oil storage area at Laajasalo VOC concentrations were lower than those in the traffic environment.

At Munkkisaari just across the painting hall of the dock the impact of the emissions could be seen in the results as higher concentrations of xylene. On the balcony of a nearby flat and in a nearby park the concentrations were about the same as in the traffic environment.

Simultaneously with the measurements in Helsinki the Joint Research Centre of European Commission made measurements concerning VOC concentrations in Brussels. The concentration of toluene at service stations in Helsinki was on the same level, the concentration of xylene was higher and the concentration of benzene was lower than those at service stations in Brussels.

The measurements were carried out with relatively long measuring periods (more than 7 days) and therefore the short time outdoor concentration peaks could not be found out using this method.

The passive sampling method used in this study turned out to be simple to use and the results of the measurements were logical and congruent with the previous measurements done in Helsinki.

## 1. JOHDANTO

Tämä Helsingin kaupungin ympäristökeskuksessa tehty tutkimus on jatkoa vuonna 1993 Helsingissä tehdyille ulkoilman hiilivetypitoisuuksien mittauksille: "Hiilivetypitoisuudet eräiden helsinkiläisten teollisuuslaitosten ympäristössä" /1/. Mittaustuloksia ulkoilmasta Helsingissä on esitetty myös ympäristökeskuksen julkaisussa Haihtuvat orgaaniset yhdisteet huoneilmassa /2/.

Tässä tutkimuksessa tehtyjen mittausten tarkoituksena oli selvittää tyypillisiä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksia Helsingissä huoltoasemien ja vilkasliikenteisten katujen läheisyydessä sekä eräiden teollisuuslaitosten ympäristössä. Samalla testattiin käytetyn passiivikeräinmenetelmän soveltuvuutta pitoisuusmittauksiin ulkoilmasta. Tuloksia voidaan käyttää myös hiilivety päästölähteiden ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Mittaukset tehtiin syksyllä 1994. Käytännön kenttätöistä vastasivat ympäristötarkastaja Eila Rasmus ja ympäristötarkastaja Esa Kurki. Näytteet analysoitiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen laboratoriossa.

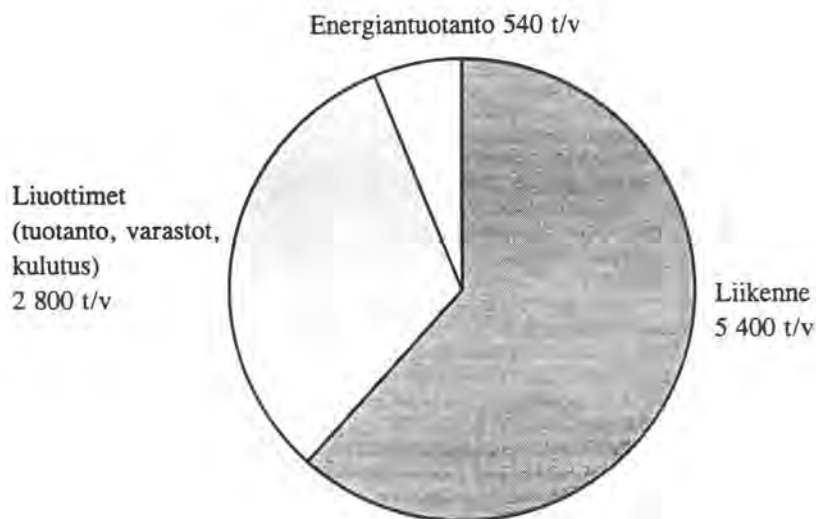
## 2. YLEISTÄ

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC, Volatile Organic Compounds) ovat orgaanisia yhdisteitä, joiden höyrynpaine on niin korkea, että ne esiintyvät kaasumaisina yhdisteinä ulkoilmassa. Näihin yhdisteisiin lasketaan kloori- ja fluorihilivetyjä lukuunottamatta kaikki muut orgaaniset yhdisteet, jotka esiintyvät ulkoilmassa kaasumaisina. Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ovat mm. hiilivedyt, aldehydit, alkoholit, fenolit, ketonit ja terpeenit. Metaania ei yleensä lasketa VOC-aineryhmään.

VOC-päästömäärien arviointi on vaikeaa, koska päästöistään raportoivien ympäristölupavelvollisten laitosten lisäksi Helsingissä on lukuisia yrityksiä ja toimintoja, joiden VOC-päästömäärät voidaan vain karkeasti arvioida toiminnan luonteen ja laajuuden perusteella.

Helsingin kaupungin ympäristökeskus arvioi haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöiksi vuonna 1992 Helsingissä 3 500 tonnia. Tätä päästöarviota tarkennettiin ympäristökeskuksessa vuonna 1995 jolloin VOC-

päästöiksi arvioitiin yhteensä 5 400 tonnia vuodessa. Arviossa on otettu huomioon liikenteen, energiantuotannon, teollisuuden ja satamien päästöt. YTV arvioi Helsingin VOC-päästöiksi vuonna 1994 noin 9 000 tonnia, josta autoliikenteen osuus on noin 60 prosenttia. Tässä arviossa ovat mukana myös muut merkittävät VOC-päästölähteet kuten maalien käyttö, autonhoitotuotteet, puun pienpoltto ja kulutustuotteet /3/. Helsingissä olevien huoltoasemien (noin 100 kpl) VOC-päästöiksi vuodelta 1994 on arvioitu 195 tonnia /4/.



Kuva 1. VOC-päästöjen jakautuminen Helsingissä vuonna 1994.

Ulkoilman aromaattiset, sykliset ja alifaattiset hiilivedyt ovat fossiilisten polttoaineiden palamistuotteita tai muuten peräisin liikenteen ja teollisuuden päästöistä. Nämä yhdisteet ovat vaikutuksiltaan haitallisia välillisesti tai välittömästi. Ne muodostavat yhdessä ilman typenoksidien kanssa otsonia alailmakehässä. Otsoni on suurina pitoisuuksina haitallista kasvi- ja eläinkunnalle sekä ihmisille. Eräillä hiilivedyillä on merkittäviä ihmisen terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haitallisia vaikutuksia.

Suomessa ei synny merkittäviä määriä otsonia alailmakehässä, vaan pitoisuushuiput aiheuttaa kaukokulkeuma. Suomi on kuitenkin sitoutunut kansainvälisen vähentämispöytäkirjan mukaisesti vähentämään haihtuvien

orgaanisten yhdisteiden päästöjä 30 prosenttia vuoden 1988 tasosta vuoteen 1999 mennessä /5/.

Suomessa ei ole asetettu ohjearvoja, raja-arvoja tai normeja yhdyskuntailman VOC-pitoisuuksille tai teollisen toiminnan hiilivetypäästöille. Teollisuuslaitosten ympäristöluvista on VOC-päästöjä rajoitettu asettamalla määräyksiä ja raportointivelvoitteita laitosten ominais- ja vuosipäästöille.

Uusia henkilöautoja koskevat pakokaasupäästömääräykset ovat olleet voimassa vuodesta 1992 lähtien. Niiden mukaan liikenteestä aiheutuvia VOC-päästöjä rajoitetaan henkilöautoihin asennettavilla kolmitiekatalyzaattoreilla ja aktiivihiihisäiliöillä.

Lisäksi EU:ssa on valmistunut bensiinin varastointia ja kuljetusta sekä lastausta ja purkamista koskeva direktiivi Vaihe I ja EU:n komissiossa on valmisteilla myös lukuisten teollisuusalojen ja toimintojen VOC-päästöjen rajoittamista koskeva direktiivi.

Vaihe I -direktiivi sisältää jalostamoiden ja jakeluvarastojen säiliöistä, bensiinin lastauksesta ja purkamisesta jalostamoilla ja jakeluvarastoilla, säiliöautojen täytöstä ja tyhjentämisestä sekä säiliöiden täytöstä huoltoasemilla aiheutuvien VOC-päästöjen rajoittamista koskevia määräyksiä. Vaihe I -direktiivi tulee voimaan Suomessa ilmansuojelulain muutoksen tultua voimaan.

Vaihe I:n mukaisia teknisiä toimia päästöjen rajoittamiseksi ovat huoltoasemien säiliöiden varustaminen bensiinihöyryjen talteenottolaitteilla, säiliöautojen varustaminen alatäyttöön soveltuviksi, kiinteäkattoisten varastosäiliöiden varustaminen kelluvilla sisäkatoilla tai säiliöiden liittämisen kaasunpalautusjärjestelmään ja ulkoisella kelluvalla katolla varustettujen säiliöiden varustaminen kaksoistiivistyksellä.

Vaihe II -direktiivi, joka koskee bensiinihöyryjen talteenottoa autojen tankkauksen yhteydessä huoltoasemilla, on myös valmisteilla EU:n komissiossa. Talteenotto voidaan toteuttaa joko asemakohtaisilla talteenottojärjestelmillä tai ajoneuvoikohtaisilla aktiivihiihisuodattimilla. Bensiinin varastoinnin ja jakelun VOC-päästöjä on mahdollista vähentää teknisin keinoin 80–90 prosenttia.

Bensiinin varastoinnin ja jakelun VOC-päästöjä voidaan vähentää myös muuttamalla bensiinin koostumusta ja ominaisuuksia. Moottoripolttoaineena käytetty bensiini sisältää noin 150–200 eri hiilivety-yhdistettä, joista terveydelle haitallisina on bentseeni. Bentseenin pitoisuus vaihtelee yleensä puolen ja viiden prosentin välillä. Suomessa myytävän bensiinin bentseenipitoisuus ei saa olla yli yhden prosentin. Bensiini sisältää myös terveydelle haitallisia lisäaineita, joista merkittävin on lyijy-yhdisteet korvannut MTBE (metyylitertiäributyylieetteri) /6/.

Helsingissä on noin 100 huoltoasemaa, joissa suurimmassa osassa on toteutettu bensiinihöyryjen talteenotto aseman säiliöiden täytön yhteydessä (Vaihe I). Sensijaan autojen tankkauksen yhteydessä syntyvien bensiinihöyryjen talteenottojärjestelmiä on Helsingissä toteutettu vain muutamilla asemilla (Vaihe II).

### 3. MENETELMÄT

Näytteenottimina tässä tutkimuksessa käytettiin 3M 3500 -diffuusiokeräimiä (kuva 2), jotka ripustettiin keräyspaikoille ulkoilmaan. Ilmassa oleva epäpuhtaus kerääntyy keräimeen diffuusion avulla ja kiinnittyy siinä olevan aktiivihiihiadsorbenttien pinnalle. Adsorboituvan epäpuhtauden määrä riippuu näytteenottoajasta ja ympäristön epäpuhtauspitoisuudesta.



Kuva 2. 3M 3500 -diffuusiokeräin.



Keräysajan jälkeen keräimeen lisättiin liuottimeksi dikloorimetaania sekä bromibentseeniä ja bromioktaania sisäisiksi standardeiksi. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet määritettiin dikloorimetaanuuutteesta kaasukromatografi/massaspektrometrillä (GC/MC). Kaasukromatografina oli HP-5890 ja massaspektrometrinä HP-5971. Menetelmä on kalibroitu 48 haihtuvalle orgaaniselle yhdisteelle ja menetelmän havaintoraja on 0,01 µg/m<sup>3</sup>.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erityisesti bentseeni-, tolueni- ja ksyleeni-pitoisuuksia sekä tutkittujen (48 ainetta) haihtuvien orgaanisten, aromaattisten ja alifaattisten/syklisten yhdisteiden kokonaispitoisuuksia.

#### 4. ULKOILMAN VOC-PITOISUUKSIEN MITTAUKSET

##### **Menetelmän soveltuvuus VOC-mittauksiin**

Vuonna 1993 Helsingissä mitattiin ulkoilman hiilivetytypitoisuuksia Suutarilan ja Pitäjänmäen teollisuusalueilla sekä Laajasalon öljyvarastoalueella /1/. Tutkimuksessa olivat mukana Helsingin kaupungin ympäristökeskus, YTV ja Kuopion yliopisto, jossa aiheesta laadittiin pro gradu -työ. Tutkimuksessa selvitettiin 3M 3500- sekä Tenax-passiivikeräinten soveltuvuutta ulkoilman bentseenin, toluenin ja ksyleenin mittaamiseen. Samalla verrattiin Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen, Uudenmaan aluetyöterveyslaitoksen sekä Kuopion yliopiston ympäristötieteen laitoksen tuloksia keskenään mahdollisten analyysivirheiden toteamiseksi.

Vuoden 1993 tutkimuksessa todettiin, ettei mittausajan pituudella ollut merkittävää vaikutusta 3M-passiivikeräinten bentseenin, toluenin tai ksyleenin keräystehokkuuteen. Edelleen todettiin, että kyseisen tutkimuksen aikana vallinneissa olosuhteissa 3M-keräimiä voidaan käyttää kohtuullisen luotettavasti ulkoilman hiilivetytypitoisuuksien tarkkailuun erityisesti viikon tai pidemmällä mittausajoilla. Tenax-keräimillä todettiin mittausajan pidentymisen vaikuttavan tilastollisesti merkittävästi bentseenin keräystehokkuuteen. Eri laboratorioista saatuja bentseenin, toluenin ja ksyleenien pitoisuuksia verrattaessa todettiin, ettei tilastollisesti merkittävää eroa laboratorioiden välillä löytynyt.

Mitattaessa ulkoilman hiilivetypitoisuuksia passiivikeräinmenetelmällä käytetään yleensä suhteellisen pitkiä mittausaikoja (yli 7 vrk), jolloin ulkoilmassa esiintyviä lyhytaikaisia pitoisuushuippuja ei voida havaita.

### **Mittaukset 1994 – 1995**

Helsingin ulkoilman VOC-pitoisuuksien selvittämiseksi mitattiin pitoisuuksia liikenneympäristössä, huoltoasemilla, telakan ympäristössä, Herttoniemenrannan rakenteilla olevalla asuinalueella sekä Laajasalon öljyvarastoalueella. Tarkoituksena oli selvittää tyypilliset pitoisuustasot huoltoasemien ja vilkasliikenteisten katujen läheisyydessä sekä suurten hiilivety päästölähteiden tuntumassa.

Keräimet olivat maastossa 4.10.1994 – 17.1.1995. Mittausjaksojen pituudet vaihtelivat 7 vuorokaudesta 47 vuorokauteen ja osittain käytettiin rinnakkaista näytteenottoa.

Liitteessä 1 olevassa kartassa on esitetty mittauspaikkojen sijainnit ja liitteessä 2 on taulukko, jossa on esitetty mittausjaksojen pituudet ja keräinten numerot eri mittauspaikoissa.

Keräimiä asetettiin kaikkiaan 46 kappaletta, joista mittausaikana hävisi kaksi kappaletta ja rikkoutui kuusi kappaletta, joten tuloksia saatiin 38 kappaletta, joista varsinaisia ulkoilmatuloksia oli 37 kappaletta (yksi näyte oli kaivinkoneenkuljettajan kopista Herttoniemenrannasta).

Mittausjaksojen ajalta on käytettävissä YTV:n Kallion mittausaseman tiedot tuulen suunnasta, nopeudesta ja ulkoilman lämpötilasta (liitteet 3.1–3.3). Tuuliruusujen mukaan vallitseva tuulensuunta loka-, marras-, joul- ja tammikuussa on ollut lounaan ja lännen välillä. Tuulen nopeus vuorokausittain on vaihdellut 1,5–10,9 m/s ja ulkoilman lämpötila -9,3–+9,5 °C.

Huoltoasemilla autojen tankkauksen yhteydessä syntyviksi VOC-päästöiksi on arvioitu 0,15 % tankatusta bensiinimäärästä /4/. Asemien säiliöiden täytön yhteydessä syntyvä päästö on arvioitu yhtä suureksi kuin autojen tankkauksen yhteydessä syntyvä päästö, mikäli säiliöiden täytön yhteydessä ei ole toteutettu bensiinihöyryjen talteenottoa.

Katujen ja teiden liikennemäärät on koottu kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuoritetiedoista vuodelta 1993.

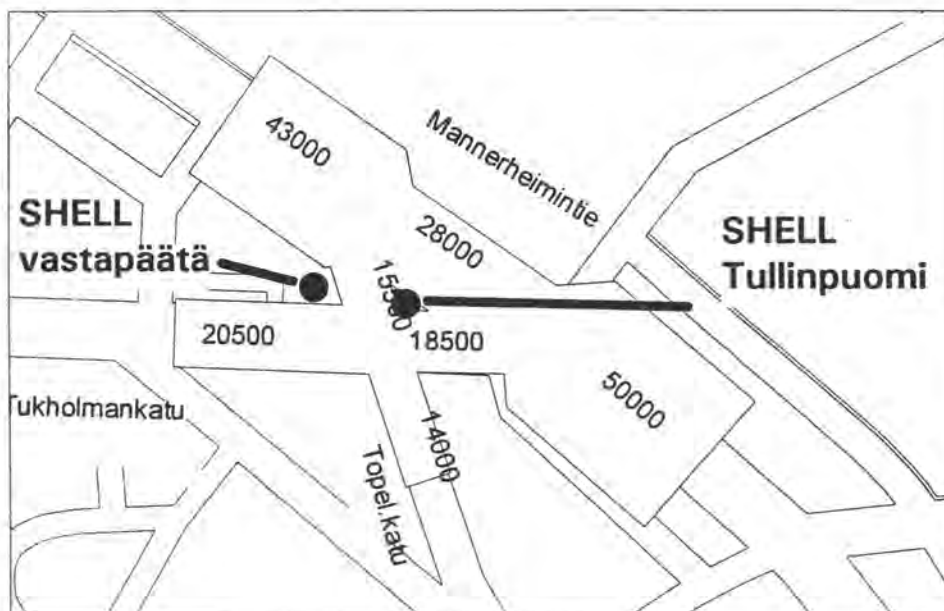
### Kuvaukset mittauspaikoista

#### Shell Tullinpuomi

Huoltoasema sijaitsee Mannerheimintien, Topeliuksenkadun ja Tukholmankadun muodostamassa vilkkaasti liikennöidyssä risteyskolmiossa. Keräimet oli kiinnitetty bensiinin jakelumittarin yläpuolelle katoksen alle. Mittauskorkeus maasta oli noin 2,5 metriä.

Asemalla on toteutettu Vaihe I:n mukainen bensiinihöyryjen talteenotto säiliöiden täytön yhteydessä. Asemalla myytiin vuonna 1994 bensiiniä 5 900 m<sup>3</sup> (4 425 tonnia) ja bensiinihöyryjä haihtui ulkoilmaan autojen tankkauksen yhteydessä noin 7 tonnia.

Huoltoasemaa ympäröivien katujen keskimääräiset arkivuorokausiliikenteen määrät ovat seuraavat: Mannerheimintie 50 000, Topeliuksenkatu 14 000 ja Tukholmankatu 22 000 ajoneuvoa/vrk. Lisäksi Topeliuksenkadun ja Tukholmankadun risteyksessä on liikennevalot, joten asemalla syntyvien päästöjen lisäksi ympäristön autoliikenteen päästöt vaikuttavat alueen ilmanlaatuun merkittävästi.



Kuva 3. Mittauspisteet Tullinpuomissa sekä katujen keskimääräiset arkivuorokausiliikenteen määrät.

### Shell Tullinpuomi (vastapäisen asuinrakennuksen piha)

Mittauspaikka oli huoltoasemaan nähden Topeliuksenkadun toisella puolella. Keräimet oli kiinnitetty kerrostalon (Topeliuksenkatu 34) pihapuuhun. Etäisyys huoltoasemasta oli noin 50 metriä ja mittauskorkeus maasta noin 2,3 metriä.

### Neste Lehtisaari

Huoltoasema on Lehtisaaren ostoskeskuksen yhteydessä (Lehtisaarentie 1). Keräimet oli kiinnitetty bensiinin jakelumittarin yläpuolelle katoksen alle. Mittauskorkeus maasta oli noin 2 metriä.

Asemalla ei ole toteutettu säiliöiden täytön yhteydessä tapahtuvaa bensiinihöyryjen talteenottoa. Vuonna 1994 asemalla myytiin bensiiniä noin 700 m<sup>3</sup> (525 tonnia) ja bensiinihöyryjä haihtui ulkoilmaan säiliöiden täytön ja autojen tankkauksen yhteydessä noin 1,7 tonnia.

Lehtisaarentien keskimääräinen arkivuorokausiliikenteen määrä on 20 000 ajoneuvoa/vrk.



Kuva 4. Mittauspisteet Lehtisaarella sekä katujen keskimääräiset arkivuorokausiliikenteen määrät.

### Neste Lehtisaari (vastapäisen rakennuksen piha)

Mittauspaikka oli huoltoasemaan nähden Lehtisaarentien toisella puolella. Keräimet oli kiinnitetty puun oksaan. Etäisyys huoltoasemasta oli noin 40 metriä ja mittauskorkeus maasta noin 2,4 metriä.

### Esso Mannerheimintie

Huoltoasema sijaitsee Mannerheimintie 78:ssa. Keräimet oli kiinnitetty bensiinin jakelumittarin yläpuolelle katoksen alle. Mittauskorkeus maasta oli noin 4 metriä.

Asemalla ei ole toteutettu säiliöiden täytön yhteydessä tapahtuvaa bensiinihöyryjen talteenottoa. Asemalla myytiin bensiiniä vuonna 1994 noin 1 900 m<sup>3</sup> (1 425 tonnia) ja bensiinihöyryjä haihtui ulkoilmaan säiliöiden täytön ja autojen tankkauksen yhteydessä noin 5 tonnia.

Keskimääräinen arkivuorokausiliikenteen määrä Mannerheimintiellä on tällä kohdalla 30 000 ajoneuvoa/vrk.

### Esso Mannerheimintie (takana olevan elintarvikeliikkeen katos)

Mittauspaikka oli huoltoaseman takana Humalistonkujalla. Keräimet oli kiinnitetty kujalla olevan kaupan markiisikatoksen alle. Mittauskorkeus maasta oli noin 2,4 metriä.



Kuva 5. Mittauspisteet Töölössä sekä katujen keskimääräiset arkivuorokausiliikenteen määrät.

Töölö

Mittauspaikka oli risteysalueella Nordenskiöldin aukiolla, jossa on YTV:n ilmanlaadun mittausasema. Keräimet oli kiinnitetty mittausaseman katoksen alle. Mittauskorkeus maasta oli noin 3,5 metriä.

Keskimääräinen arkivuorokausiliikenteen määrä Nordenskiöldinkadulla on 20 000 ja Topeliuksenkadulla 17 000 ajoneuvoa/vrk. Yhteensä mittausaseman ympärillä kulkee vuorokaudessa 40 000 ajoneuvoa.

Munkkisaari (lämpökeskus)

Mittauspaikka oli Helsingin Energian Munkkisaaren lämpökeskuksen katolla. Mittauskorkeus maasta oli 10 metriä ja etäisyys Masa Yardsin telakan maalaushallin lähimmästä päästöpiestestä noin 30 metriä.

Telakalla tehtävien maalaustöiden hiilivetyypäästöt vuonna 1994 olivat noin 76 tonnia, joista ksyleenin osuus oli 75 prosenttia.

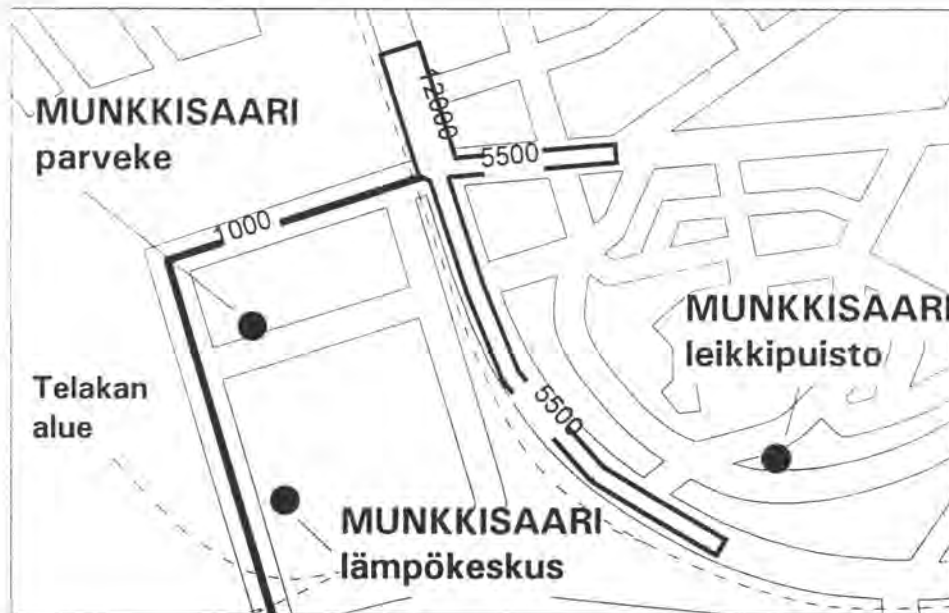
Keräimien 14 ja 15 mittausjaksojen aikana lämpökeskuksen katolla tehtiin korjaustöitä (pikipinnoitus), mikä on saattanut vaikuttaa mittaus tuloksiin.

Munkkisaari (parveke)

Mittauspaikka oli kerrostalon parvekkeella 7. kerroksessa osoitteessa Hernesaarenkatu 11. Mittauskorkeus maasta oli noin 25 metriä.

Munkkisaari (leikkipuisto)

Mittauspaikka oli päiväkotieiran pihalla. Keräimet oli kiinnitetty varastorakennuksen katoksen alle. Etäisyys telakasta oli noin 400 metriä.



Kuva 6. Mittauspisteet Munkkisaarella sekä katujen keskimääräiset arkivuorokausiliikenteen määrät.

#### Herttoniemi (kaivinkoneenkuljettajan koppi)

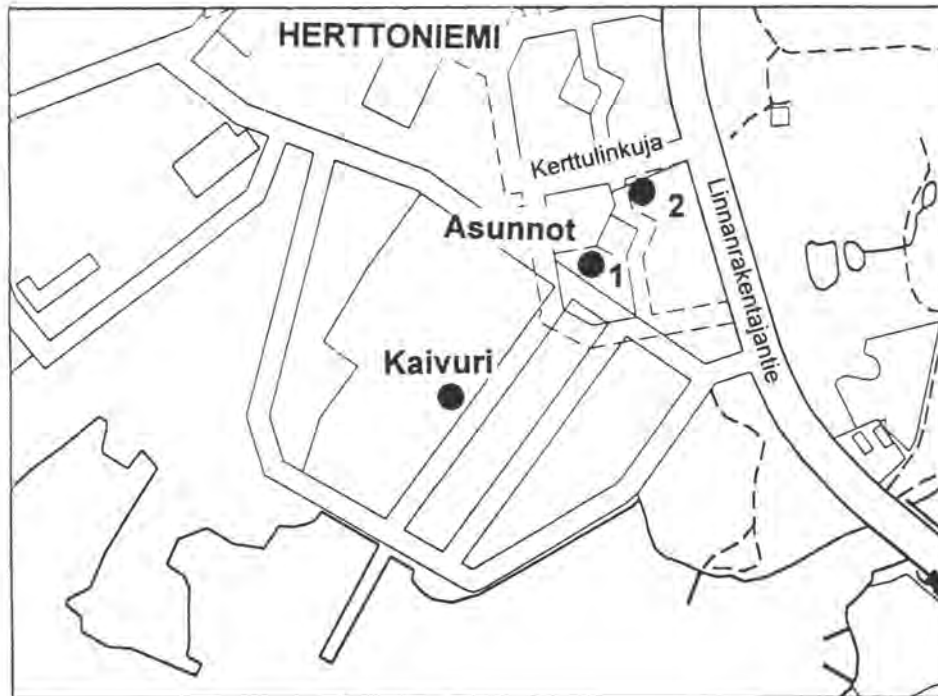
Herttoniemessä vanhan öljysatama-alueen saastuneita maa-alueita kunnostetaan ja rakennetaan asuinalueeksi. Keräin oli alueella työskentelevän kaivinkoneenkuljettajan kopissa.

#### Herttoniemi (asunto 1)

Mittauspaikka oli Herttoniemessä osoitteessa Kerttulinkuja 2. Keräimet oli kiinnitetty talon sisäänkäynnin vieressä olevan katoksen alle. Aluetta rakennetaan asuinalueeksi ja mittauspaikan asunnot olivat osittain keskeneräisiä. Kahden ensimmäisen mittauksen aikana asuntoja maalattiin sisältä ja ulko-ovia oli pidetty auki. Tämä on saattanut vaikuttaa mittaus tuloksiin.

#### Herttoniemi (asunto 2)

Mittauspaikka oli Kerttulinkujalla. Keräimet oli kiinnitetty puun oksaan. Mittauskorkeus maasta oli noin 2,5 metriä.



Kuva 7. Mittauspisteet Herttoniemessä.

#### Laajasalon öljyvarastoalue

Mittauksia suoritettiin Shell Oy:n varasto- ja lastausalueella sekä lähellä sijaitsevalla asuinalueella. Varastoalueella oli viisi mittauspaikkaa (tynnyrivarastoalue, säiliöautojen lastauspaikka, säiliöiden läheisyydessä oleva mäki, säiliöiden välissä oleva alue ja varastorakennuksen katto) ja läheisellä asuinalueella kaksi mittauspaikkaa. Shellin varastoalueen hiilivety päästöiksi vuonna 1994 on arvioitu 18 tonnia ja koko Laajasalon öljyvarastoalueen päästöiksi 277 tonnia /7/.





Kuva 8. Mittauspisteet Laajasalon öljyvarastoalueella.

## 5. TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

Ulkoilmasta mitattujen (37 kpl) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuksien keskiarvo oli  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $12\text{--}294 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), keskihajonta  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja mediaani  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tolueenipitoisuuksien keskiarvo oli  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $3\text{--}133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ksyleenipitoisuuksien keskiarvo  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $2\text{--}74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja bentseenipitoisuuksien keskiarvo  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huoltoasemien tankkauspisteiden yläpuolella.

Liikenneympäristöstä (huoltoasemien lähiympäristö ja Töölön mittauspiste) mitattujen (10 kpl) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuksien keskiarvo oli  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $20\text{--}53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), keskihajonta  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja mediaani  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Liikenneympäristön tolueenipitoisuuksien keskiarvo oli  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vaihteluväli  $8\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ksyleenipitoisuuksien keskiarvo  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $4\text{--}14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja bentseenipitoisuuksien keskiarvo  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0\text{--}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

EU:n tutkimuskeskus (JRC, Joint Research Centre) mittasi Brysselissä vuonna 1994 hiilivetyypitoisuuksia huoltoasemien läheisyydessä sekä hiilivetyjen taustapitoisuuksia. Huoltoasemilla saatiin tolueenipitoisuuksien

kuukausikeskiarvoiksi 30–113  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , m-ksyleenipitoisuuksien kuukausikeskiarvoiksi 14–33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuuksien kuukausikeskiarvoiksi 21–71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tolueenin taustapitoisuudeksi saatiin 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , m-ksyleenin 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenin 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  /8/.

Kaikkien tutkittujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC, Total Volatile Organic Compounds), aromaattisten hiilivetyjen sekä alifaattisten ja syklisten hiilivetyjen pitoisuudet eri mittauspaikoissa on esitetty kuvassa, joka on liitteenä 4. Saaduissa tuloksissa suurin osa hiilivedyistä oli aromaattisia hiilivetyjä, paitsi kaivinkoneenkuljettajan kopissa, jossa suurin osa oli alifaattisia ja sykliisiä hiilivetyjä.

Tolueenin, ksyleenin ja bentseenin pitoisuudet eri mittauspaikoissa on esitetty kuvassa, joka on liitteenä 5.

Ulkoilman sekä liikenneympäristön mittaustulosten keskiarvot, keskihajonnat, mediaanit ja vaihteluvälit on esitetty yhdisteittäin liitteissä 6.1 ja 6.2. Kaikki mittaustulokset tutkituista haihtuvista orgaanisista yhdisteistä on esitetty yhdisteittäin taulukoissa, jotka ovat liitteissä 6.3–6.9.

### **Huoltoasemat ja lähiympäristö**

Huoltoasemilla korkeimmat VOC-pitoisuudet saatiin välittömästi tankkauspisteiden yläpuolella (2 metriä). TVOC-pitoisuudet (mittausajat 7–22 vrk) vaihtelivat tankkauspisteiden yläpuolella (2 ja 4 metriä) 93–294  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueenipitoisuudet 40–133  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (HTP-arvo 375 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ksyleenipitoisuudet 25–70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (HTP-arvo 435 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja bentseenipitoisuudet 10–20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  /9/.

Välittömästi tankkauspisteiden yläpuolella (korkeus maasta noin 2 metriä, Shell ja Neste) TVOC-pitoisuudet vaihtelivat 224–294  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 4 metrin korkeudella (Esso) 93–109  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tolueenipitoisuudet vaihtelivat vastaavasti matalammalla 106–133  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sekä korkeammalla 40–46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuudet matalammalla 53–70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja korkeammalla 25–28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sekä bentseenipitoisuudet matalammalla 14–20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja korkeammalla 10–11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

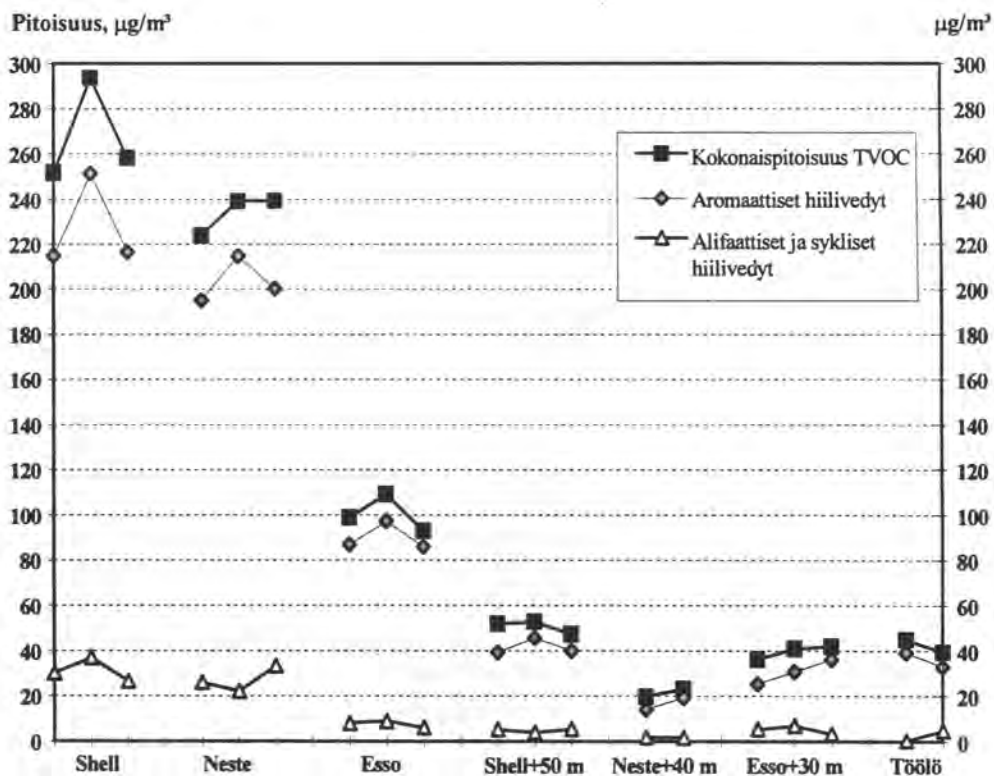
Huoltoasemien lähiympäristössä TVOC-pitoisuudet (mittausajat 7–28 vrk) vaihtelivat 20–53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueenipitoisuudet 8–20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleeni-pitoisuudet 4–14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuudet 0–5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mittaustuloksiin (kuvat liitteissä 4 ja 5) liittyvät mittausjaksojen pituudet on esitetty taulukossa liitteessä 2.

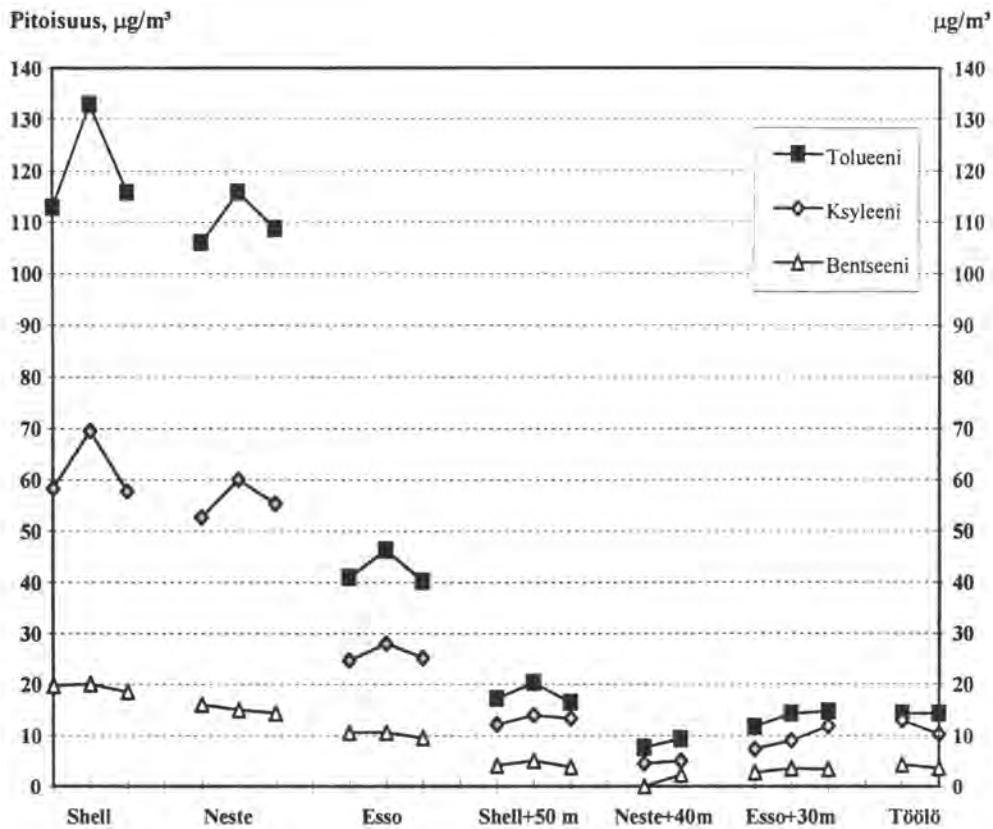
Millään huoltoasemalla ei ollut käytössään autojen tankkauksen yhteydessä syntyvien bensiinihöyryjen talteenottolaitteistoa. Pitoisuudet laskevat huomattavasti, kun keräyskorkeus bensiinimittarin yläpuolella kasvaa (Shell ja Neste samalla korkeudella, Esso korkeammalla).

Saaduilla pitoisuustuloksilla ei voitu havaita olevan yhtenevyyttä huoltoaseman päästöjen määrään.

Kuvissa 9 ja 10 on esitetty kaikkien tutkittujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) sekä tolueenin, ksyleenin ja bentseenin pitoisuudet eri mittauksissa huoltoasemilla ja lähiympäristössä.



Kuva 9. VOC-pitoisuudet huoltoasemilla ja niiden lähiympäristössä sekä liikenneympäristössä.



Kuva 10. Tolueeni-, ksyleeni- ja bentseenipitoisuudet huoltoasemilla ja niiden lähiympäristössä sekä liikenneympäristössä.

### Liikenneympäristö

Liikenneympäristössä eli Töölössä YTV:n mittausasemalla sekä huoltoasemien lähiympäristössä TVOC-pitoisuudet (mittausajat 14–28 vrk) vaihtelivat 20–53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueenipitoisuudet 8–20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuudet 4–14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuudet 0–5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Kaikkien tutkittujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet sekä tolueenin, ksyleenin ja butaanin pitoisuudet eri mittauksissa liikenneympäristössä on esitetty kuvissa 9 ja 10. Liikenneympäristön mittaustulosten keskiarvot, keskihajonnat, mediaanit ja vaihteluvälit yhdisteittäin on esitetty liitteessä 6.2.

Nordenskiöldin aukiolla sijaitsevan YTV:n Töölön mittausasemalla saatiin kaksi mittaustulosta, joissa TVOC-pitoisuudet olivat 39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja

45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausajat 28 ja 14 vrk). Vastaavasti tolueenipitoisuudet olivat 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuudet 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sekä bentseenipitoisuudet 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tulokset ovat saman suuruisia huoltoasemien läheisyydessä liikenneympäristössä mitattujen pitoisuuksien kanssa.

Ympäristökeskuksen aiemmissa mittauksissa on ulkoilmasta mitattu TVOC-pitoisuuksia, jotka vaihtelivat 13–62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  /2/.

Näiden mittausten perusteella huoltoasemien vaikutusta ulkoilman VOC-pitoisuuksiin ei voida 30–50 metrin etäisyydellä asemista enää havaita verrattuna normaaliin liikenneympäristöön.

### **Munkkisaaren telakan ympäristö**

Munkkisaarella korkeimmat VOC-pitoisuudet saatiin Helsingin Energian Munkkisaaren lämpökeskuksen katolla, joka sijaitsee Masa-Yardsin telakan vieressä. Muut mittauspaikat olivat läheisen kerrostalon ylin kerros sekä telakasta kauempana oleva lasten leikkipuisto.

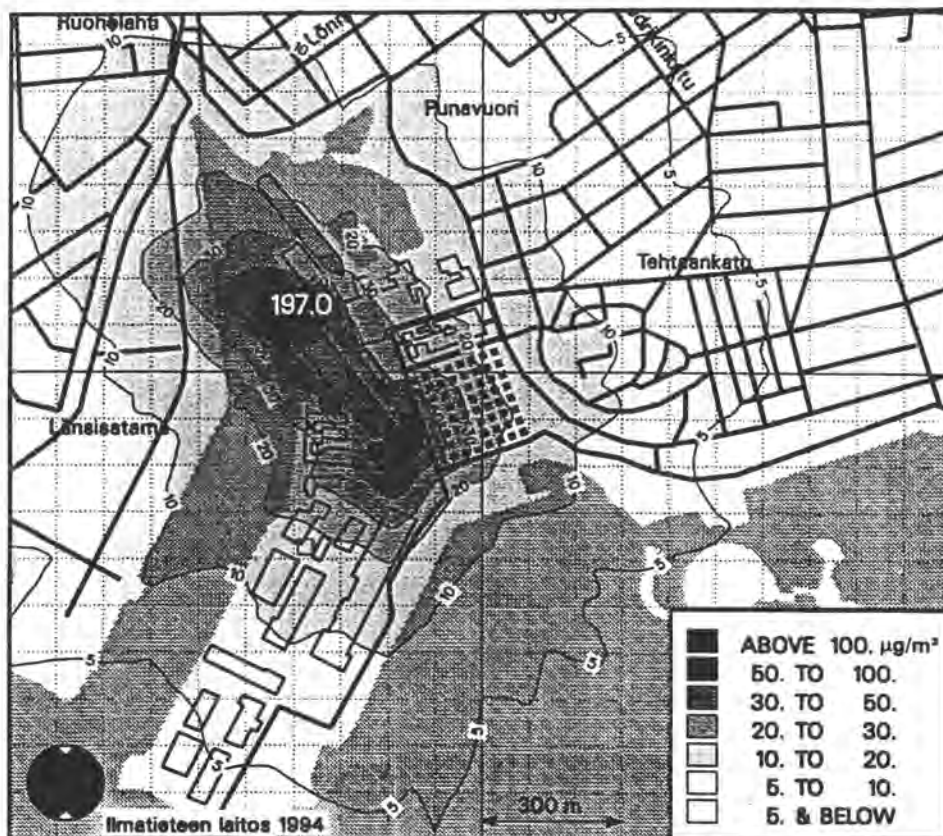
Telakan hiilivetypäästöistä keskimäärin 75 prosenttia on ksyleeniä ja loput raskaampia aromaatteja, liuotinbensiiniä, asetaatteja ja alkoholeja.

TVOC-pitoisuudet lämpökeskuksen katolla olivat 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausaika 29 vrk), 61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk) ja 91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk), kerrostalon parvekkeella 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 vrk), 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk) ja 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk) sekä leikkipuistossa 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (14 vrk) ja 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 vrk). Leikkipuiston VOC-pitoisuuksiin ovat vaikuttaneet muita mittauspaikkoja suuremmat alfa-pineenipitoisuudet (5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), jotka johtuvat puistossa olevista puista. Tulosten mukaan VOC-pitoisuudet päästöjä aiheuttavan laitoksen ympäristössä näyttävät vähenevän melko nopeasti keräysetäisyyden ja -korkeuden kasvaessa.

Ksyleenipitoisuudet lämpökeskuksen katolla olivat 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausaika 29 vrk), 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk) ja 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk) eli samaa suuruusluokkaa huoltoasemilla tankkauspisteiden yläpuolella mitattujen ksyleenipitoisuuksien kanssa. Parvekkeella ksyleenipitoisuudet olivat 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 vrk), 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk) ja 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk) sekä leikkipuistossa 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (14 ja 29 vrk). Tolueenipitoisuudet lämpökeskuksen katolla olivat 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk) ja 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 ja 28 vrk), parvekkeella 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(13 vrk),  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk), ja  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk) sekä leikkipuistossa  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (14 ja 29 vrk). Bentseenipitoisuudet lämpökeskuksen katolla olivat  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (29, 28 ja 13 vrk), parvekkeella  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 ja 28 vrk) ja  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 vrk) ja leikkipuistossa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (14 ja 29 vrk).

Ilmatieteen laitos on selvittänyt Masa-Yardsin telakan ympäristön liuotinainepitoisuuksia leviämismallilaskelmalla (kuva 11) /10/. Mallilaskelman mukaan Helsingin Energian Munkkisaaren lämpökeskuksen kohdalla korkein liuotinainepitoisuuden kuukausikeskiarvo on käyrien 50–100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  välissä. Lämpökeskuksen katolla mitatut TVOC-pitoisuudet olivat  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausaika 29 vrk),  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk) ja  $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk) ja ne ovat saman suuruisia mallilaskelman antamien pitoisuuksien kanssa. Parvekkeella mitatut pitoisuudet ovat vastaavalla tavalla vertailukelpoisia mallilaskelmalla saatujen pitoisuuksien kanssa. Mallilaskelmalla saatu korkein liuotinainepitoisuuden kuukausikeskiarvo sijaitsee telakan luoteisosassa ja se on  $197 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Kuva 11. Telakan ympäristön liuotinainepitoisuuksien korkeimmat kuukausikeskiarvot ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) leviämismallin avulla esitettyinä.

## Herttoniemi

Herttoniemen uudella asuinalueella mittauksia tehtiin viidessä paikassa valmistuvien asuntojen läheisyydessä. TVOC-pitoisuudet vaihtelivat 17–92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausajat 13–29 vrk), ksyleenipitoisuudet 4–37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueenipitoisuudet 5–6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuudet 1–2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

TVOC-pitoisuudet eri mittauspaikoissa olivat 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausaika 15 vrk), 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 vrk), 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (29 vrk), 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (28 vrk) ja 92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 vrk). Tolueenipitoisuudet olivat vastaavasti 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuudet 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sekä bentseenipitoisuudet 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Korkeimpiin TVOC-pitoisuuksiin sekä ksyleenipitoisuuksiin on saattanut vaikuttaa uusien asuntojen samanaikaiset rakentamis- ja maalaustyöt.

Kaivinkoneenkuljettajan kopissa TVOC-pitoisuus oli 96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (7 vrk), tolueenipitoisuus 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuus 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuus 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Suurin osa kokonaispitoisuudesta oli alifaattisia ja syklisiä hiilivetyjä. Tähän on voinut vaikuttaa siirrettävien maamassojen laatu ja työkoneen päästöt.

## Laajasalon öljyvarastoalue

Laajasalossa Shell Oy:n varastoalueella ja läheisyydessä olevalla asuinalueella mittauksia tehtiin viidessä paikassa. Korkeimmat pitoisuudet olivat säiliöiden ja lastauspaikan läheisyydessä olleissa mittauspaikoissa. Pienimmät mitatut pitoisuudet olivat noin 100 metrin etäisyydellä olevalla asuinalueella.

Varastoalueella TVOC-pitoisuudet (mittausajat 30–47 vrk) vaihtelivat 34–74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuudet 3–19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueenipitoisuudet 26–39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuudet 1–12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Varastoalueen läheisyydessä olevalla asuinalueella TVOC-pitoisuus (mittausaika 30 vrk) oli 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tolueenipitoisuus 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuus 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuus 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Varastoalueella TVOC-pitoisuudet eri mittauspaikoissa olivat 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mittausaika 30 vrk), 61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (47 vrk), 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (30 vrk) ja 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (30 vrk). Tolueenipitoisuudet olivat vastaavasti 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,

35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ksyleenipitoisuudet 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja bentseenipitoisuudet 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa korkeimmat hiilivetyypitoisuudet mitattiin huoltoasemilla välittömästi tankkauspisteiden yläpuolella ja nämä pitoisuudet ovat työhygienisiin raja-arvoihin verrattuna suuruusluokaltaan tuhannesosa HTP (haitalliseksi tunnettu pitoisuus) -arvoista. HTP-arvot on määritelty 8 tunnin altistumisajalle, joten saatuja mittaustuloksia ei voida kuitenkaan suoraan verrata HTP-arvoihin. Mittauskorkeudella oli huomattava vaikutus pitoisuuksiin, koska välittömästi tankkauspisteiden yläpuolella saatiin selvästi suuremmat pitoisuudet kuin korkeammalla.

EU:n tutkimuskeskus JRC mittasi Brysselissä syksyllä 1994 bentseeni-, tolueeni- ja ksyleenipitoisuuksia huoltoasemilla ja lähiympäristössä. Helsingissä saadut tolueenipitoisuudet tankkauspisteiden yläpuolella olivat samansuuruisia Brysselissä huoltoasemien tankkauspisteissä tehtyjen mittausten kanssa, ksyleenipitoisuudet olivat suurempia ja bentseenipitoisuudet selvästi pienempiä kuin Brysselissä mitatut pitoisuudet. Mittaustuloksia verrattaessa on otettava huomioon, että niihin on vaikuttanut mittauspaikkojen sijainti huoltoasemilla sekä erot käytettävien bensiinilaatujen koostumuksessa.

Huoltoasemien lähiympäristössä (liikenneympäristö) ei voitu todeta asemalla syntyvien päästöjen vaikutusta ulkoilman VOC-pitoisuuksiin. Asemien läheisyydessä mitatut pitoisuudet olivat saman suuruisia normaalissa liikenneympäristössä saatujen pitoisuuksien kanssa. Voidaan olettaa, että asemilla syntyvät päästöt haihtuvat, leviävät ja laimenevat melko nopeasti tuulten mukana asemien ympäristössä.

Huoltoaseman toimintakapasiteetilla ja siitä johtuvalla kokonaispäästöllä ei näissä mittauksissa havaittu olevan yhteyttä asemilla mitattuihin VOC-pitoisuuksiin. Millään asemalla ei ollut käytössä autojen tankkauksen yhteydessä syntyvien bensiinihöyryjen talteenotto-laitteistoa.



Liikenneympäristössä mitatut VOC-pitoisuudet olivat keskimäärin vähän suuremmat kuin ympäristökeskuksen aikaisemmin mitaamat ulkoilman VOC-pitoisuudet. Tolueeni-, ksyleeni- ja bentseenipitoisuudet liikenneympäristössä olivat saman suuruisia Brysselissä liikenneympäristössä mitattujen pitoisuuksien kanssa.

Munkkisaarella telakan vieressä olevan lämpökeskuksen katolla mitatut bentseeni- ja tolueenipitoisuudet olivat samaa tasoa tyypillisen liikenneympäristön kanssa, mutta ksyleenipitoisuudet olivat suuremmat. Ne vastaavat huoltoasemilla tankkauspisteiden yläpuolella mitattuja ksyleenipitoisuuksia. Lähimmän asuinkerrostalon parvekkeella oli ksyleenin pitoisuustaso lähellä tyypillisen liikenneympäristön tasoa eli pitoisuudet laskevat selvästi mittausetäisyyden kasvaessa telakan päästölähteisiin nähden.

Munkkisaarella mitatut VOC-pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa ilmatieteen laitoksen tekemän leviämismallilaskelman liuotinainepitoisuuksien kanssa.

Herttoniemessä mitatut VOC-pitoisuudet olivat hieman suurempia kuin tyypillisessä liikenneympäristössä. Tähän on voinut vaikuttaa alueella tehty öljyisten maamassojen vaihto. Erityisesti ksyleenipitoisuudet olivat suuremmat kuin tyypillisessä liikenneympäristössä. Kolmessa mittauksessa saadut muita mittauksia suuremmat ksyleenipitoisuudet saattavat osittain johtua asunnoissa mittausaikana tehdyistä viimeistelytyöistä kuten maalauksesta.

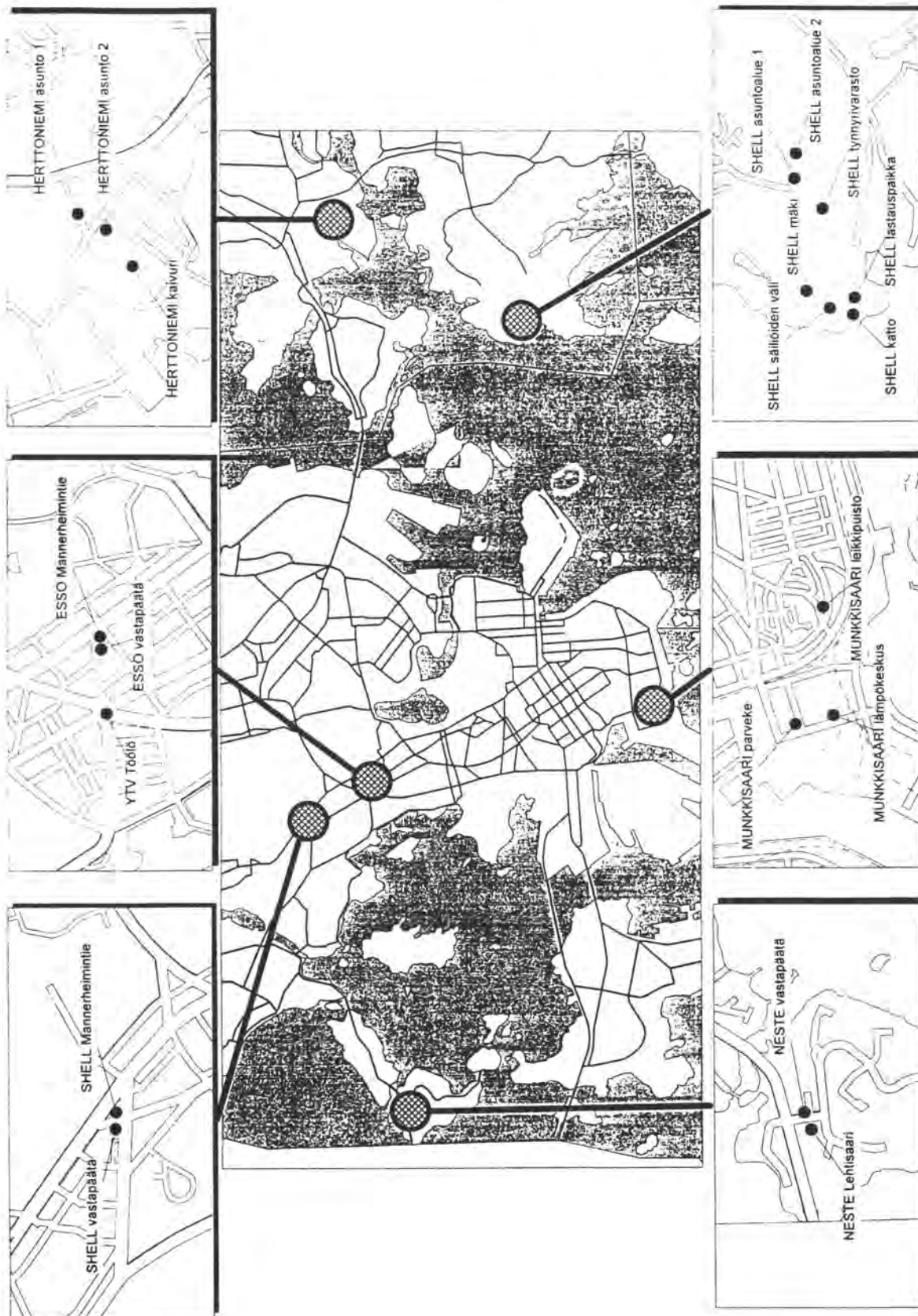
Laajasalossa Shell Oy:n öljyvarastoalueella mitatut VOC-pitoisuudet olivat hieman tyypillistä liikenneympäristön tasoa suuremmat erityisesti tolueenin osalta. Läheisellä asuinalueella mitatut VOC-pitoisuudet olivat pienemmät kuin tyypillisen liikenneympäristön pitoisuudet.

Tutkimuksessa käytetty mittausmenetelmä todettiin yksinkertaiseksi ja käyttökelpoiseksi. Mittaustulokset olivat johdonmukaisia ja vertailukelpoisia muissa tutkimuksissa saatujen tulosten kanssa. Eri mittausajoilla ei todettu olevan vaikutusta tuloksiin. Tuuliolosuhteet vaihtelivat jonkin verran eri mittausjaksojen aikana, mutta niiden vaikutusta tuloksiin ei voitu havaita.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

1. Ettala, Matti ja Aatamila, Marja-Leena: Hiilivetypitoisuudet eräiden helsinkiläisten teollisuuslaitosten ympäristössä. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Käsikirjoitus 1993.
2. Kostiainen, Risto, Nokelainen, Sirpa ja Ahonen, Seppo: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet huoneilmassa. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/94. Helsinki 1994.
3. Myllynen, Maria: Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöt pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1995:19. Helsinki 1995.
4. Heikki Koskinen, Öljyalan Keskusliitto. Tiedonanto 8.11.1995.
5. Ilmanlaadun ohjearvotyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto, työryhmän mietintö 72/1993. Helsinki 1993.
6. Venermo, Mikko: Euroopan unioni vähentää bensiinin varastoinnista ja jakelusta syntyviä VOC-päästöjä. Ilmansuojelu-uutiset 1/1996.
7. Heli Antson, Uudenmaan ympäristökeskus. Tiedonanto 7.2.1996.
8. Benzene, toluene and xylene measurements in the vicinity of petrol stations. European Commission, Joint Research Centre. Environment institute 1995.
9. HTP-ARVOT 1993. Turvallisuustiedote 25. Työministeriö. Kemian työsuojeluneuvottelukunta. Tampere 1993.
10. Rantakrans, Erkki, Pesonen, Risto ja Haarala, Seppo: Arvio Kvaerner Masa-Yards Oy:n Munkkisaaren telakkatoiminnasta aiheutuvista ilman liuotainepitoisuuksista. Ilmatieteen laitos, ilmanlaatuosasto. Helsinki 1994.

# Mittauspaikkojen sijainnit



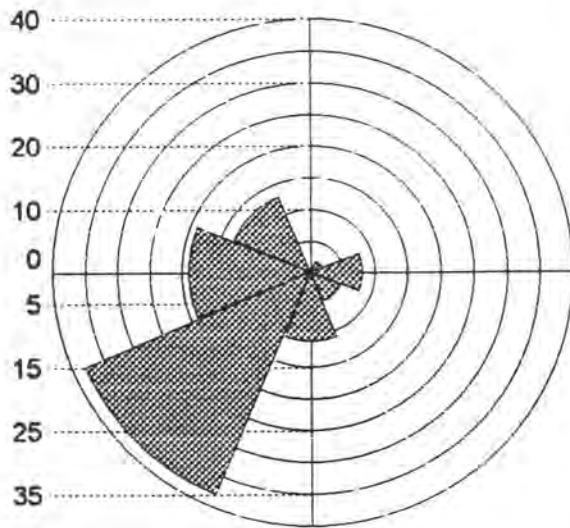
MITTAUSJAKSOJEN PITUUDET JA KERÄINTEN NUMEROT ERI MITTAUSPAIKOISSA															
Keräimien asennuspvm.	Keräimien hakupäivä	Mittausjakson pituus (vrk)	Shell Tullinpuomi	Neste Lehtisaari	YTV Töötö	Esso Mannerheimintie	Herttoniemi (kalvuuri)	Herttoniemi (asunto 1)	Herttoniemi (asunto 2)	Munkkisaari (lämpök.)	Munkkisaari (parveke)	Munkkisaari (teikkip.)	Shell Tullinp. (vastapäätä)	Neste Lehtis. (vastapäätä)	Esso Mannerht. (takana)
4.10.1994			1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	9	10, 11	12, 13	14, 15	16, 17	18, 19			
5.10.1994		8	2	4		8	9		Hävänneet (12 ja 13)	Katolla piki- remontti (14 ja 15)		Hävännyt (18) Kojua maalat- tu (18 ja 19)	20, 21	22, 23	24, 25
12.10.1994		7			6		9								
18.10.1994		14						11		Remontti (15)	17	Rikki (19)			
18.10.1994		13						27	28, 29	30	31	32			
18.10.1994		22	1	3		7									
26.10.1994		14											21	23	25
26.10.1994		14	33	34		35							37	38	39
26.10.1994		7	33	34		35									
2.11.1994		29						10		Remontti (14)	16				
2.11.1994		28							29						
2.11.1994		15										41			
2.11.1994		15													
2.11.1994		15													
2.11.1994		15													
9.11.1994		28											20	22	24
16.11.1994		29						27	28	30	31	32			
16.11.1994		14										41			
23.11.1994		28											37	Rikki (38)	39
30.11.1994		28			40										

## LAAJASALON ÖLJYVARASTOALUE

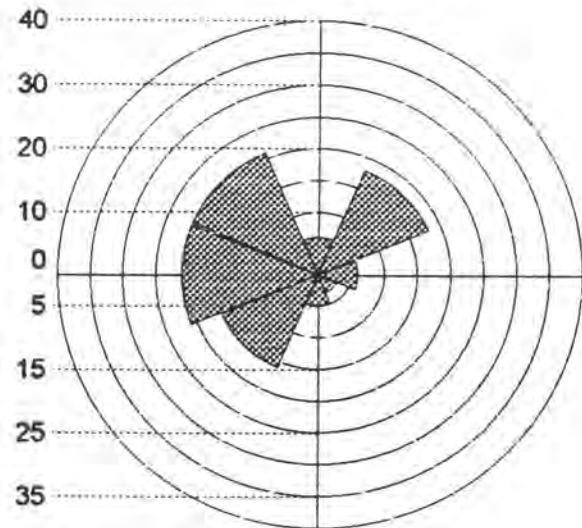
Keräimien asennuspvm.	Keräimien hakupäivä	Mittausjakson pituus (vrk)	Shell tynnyrivar.	Shell lastausp.	Shell säil. väl.	Shell katto	Shell as.alue 1	Shell as.alue 2
3.11.1994			1S	2S	4S	5S	6S	7S
2.12.1994	2.12.1994	29	Rikki (1S)	2S	Rikki (4S)	5S	Rikki (6S)	7S
2.12.1994					8S			
	17.1.1995	47			8S			

## Tuuliruusut

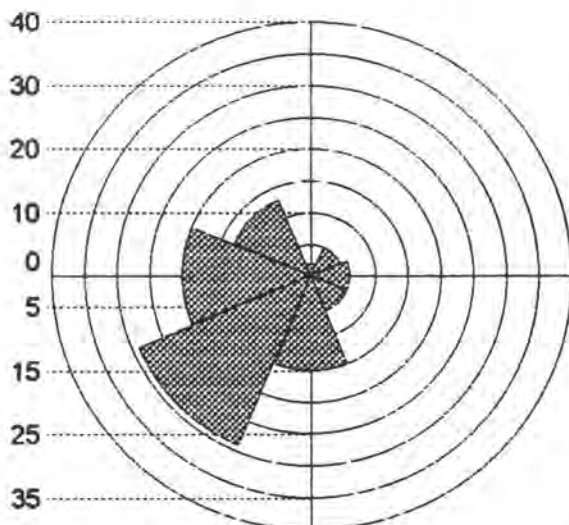
Lokakuu 1994



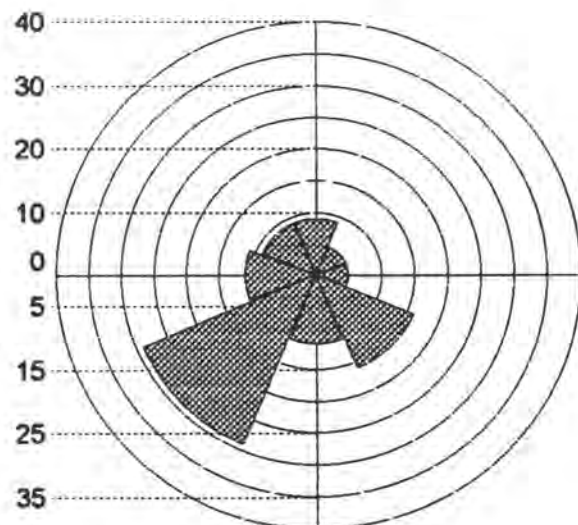
Marraskuu 1994

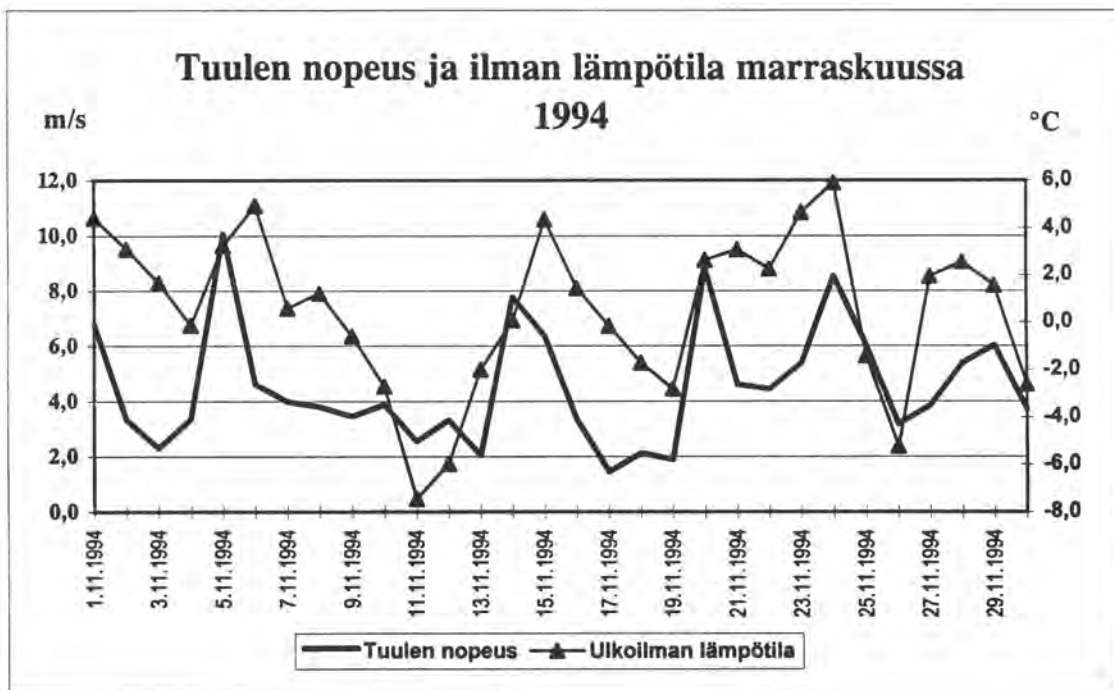
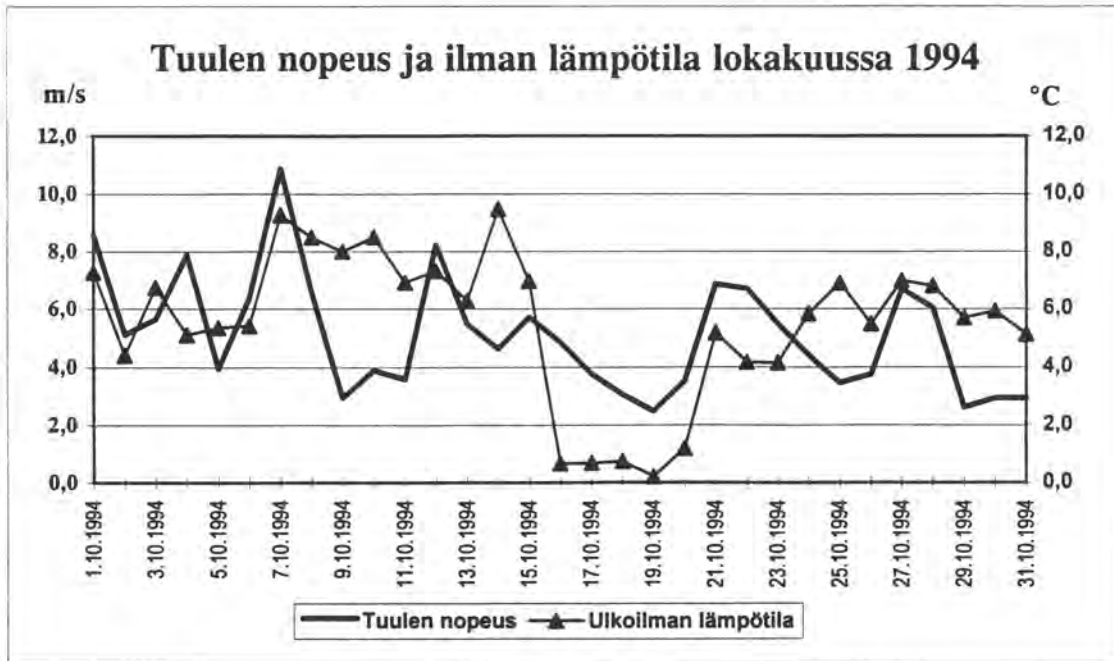


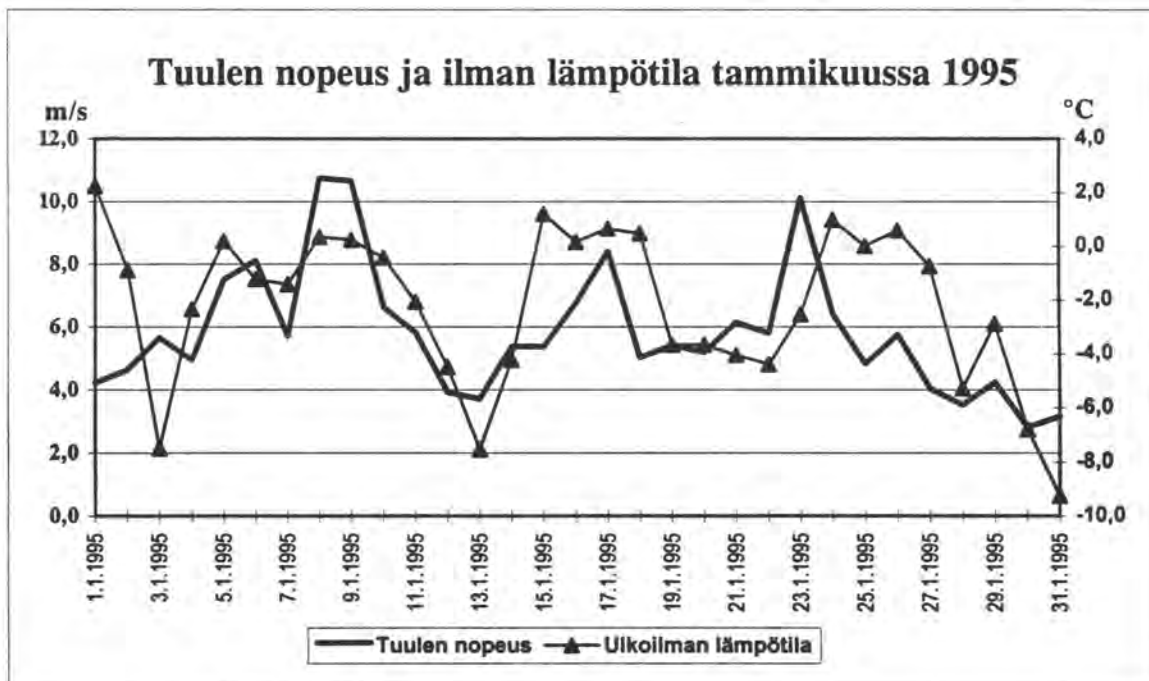
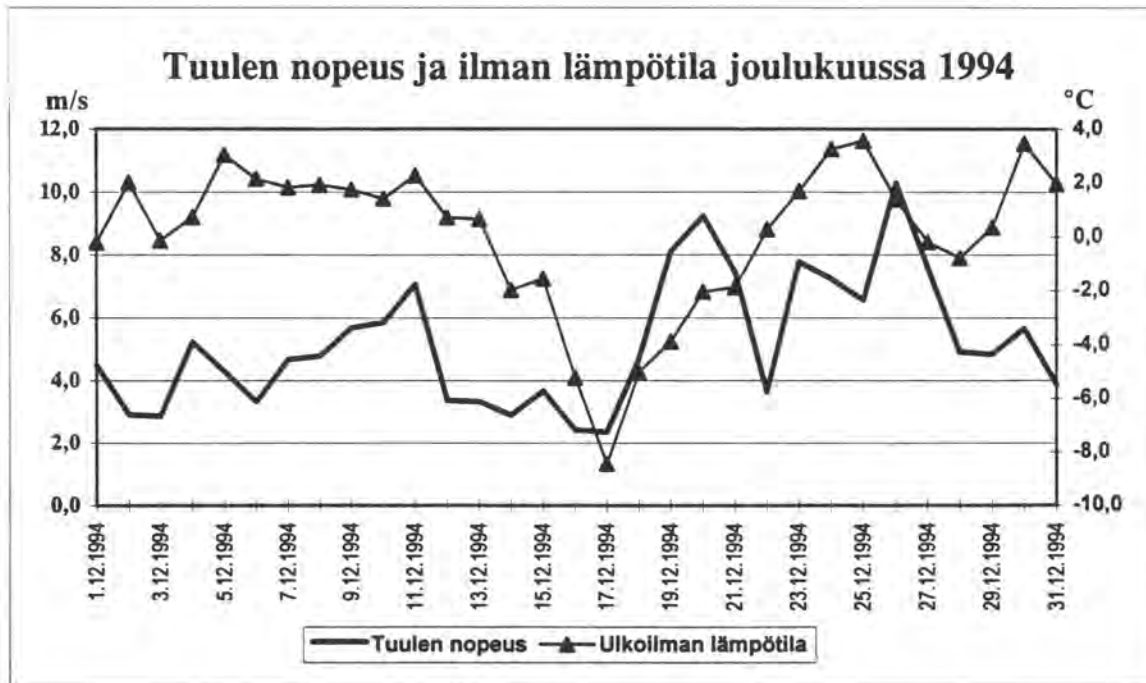
Joulukuu 1994



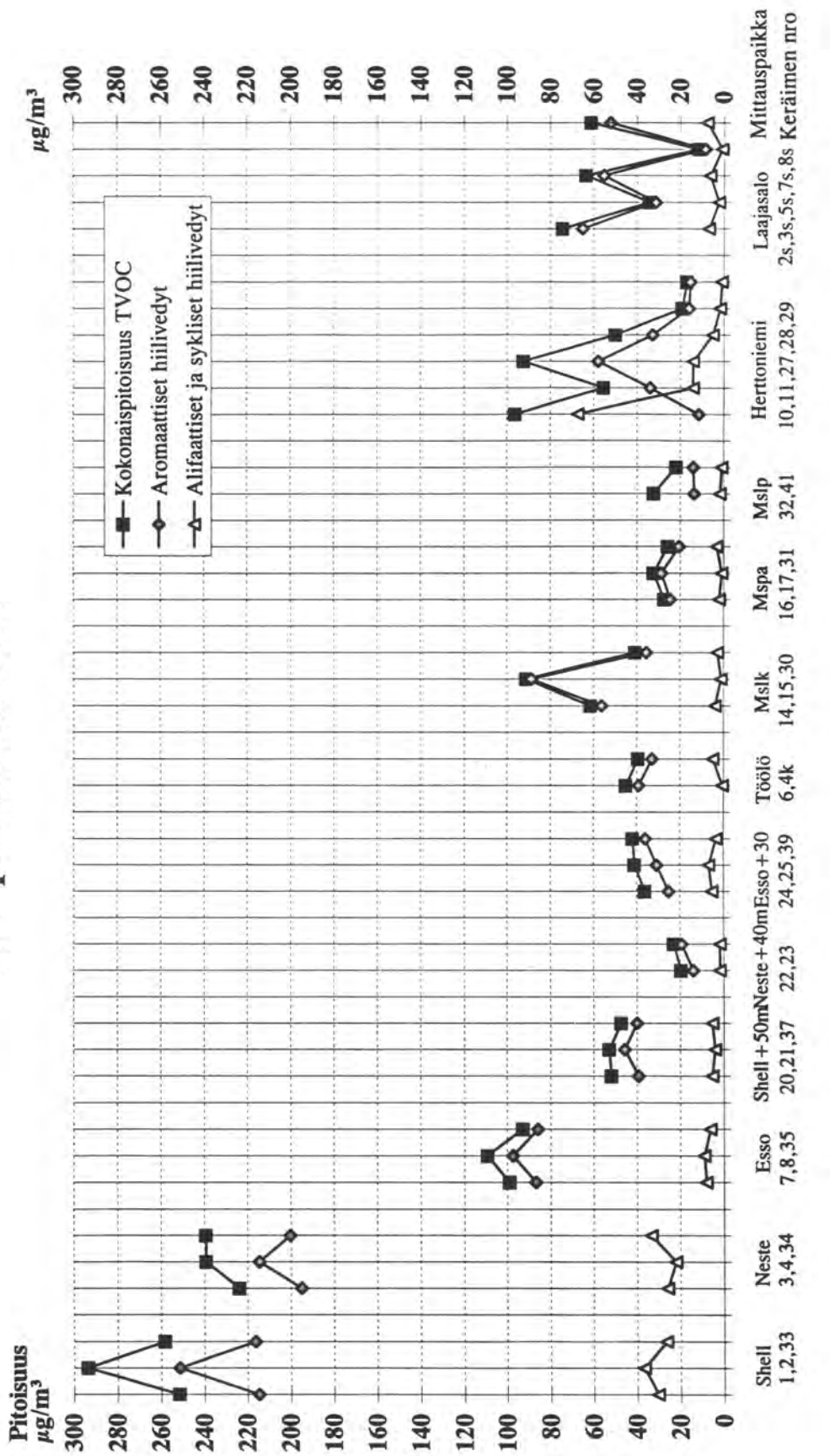
Tammikuu 1995





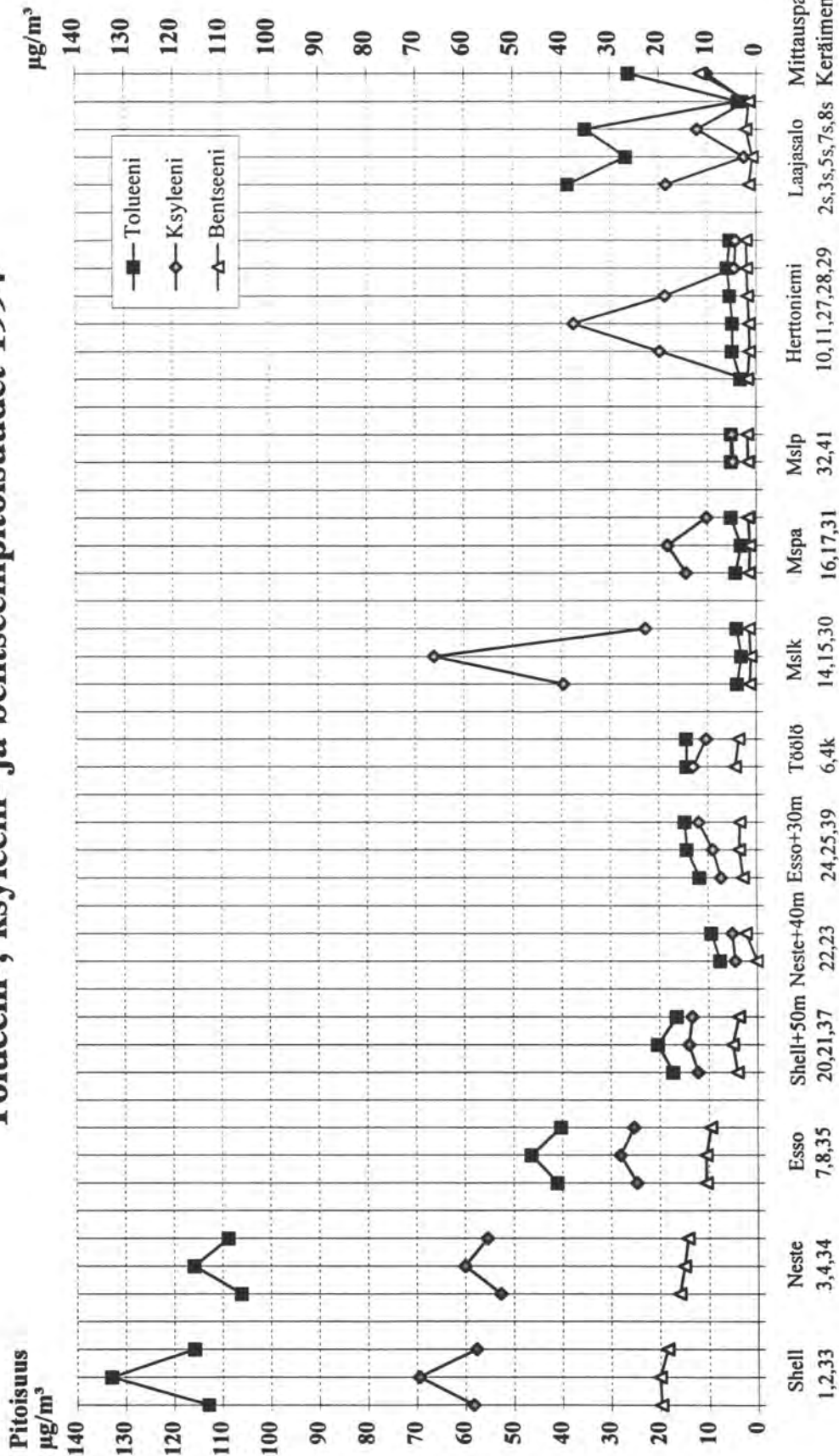


# VOC-pitoisuudet 1994





# Toluene-, ksyleeni- ja bentseenipitoisuudet 1994



YHDISTE	ULKOILMAN VOC-PITOISUUDET (37 mittausta)				
	Keskiarvo	Keskihajonta	Mediaani	Minimi	Maksimi
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>HALOGENOIDUT</b>					
1,1,1-trikloorietaani	0,02	0,08	0,00	0,00	0,35
trikloorieteeni	0,16	0,11	0,14	0,00	0,58
tetrakloorieteeni	0,38	0,22	0,29	0,20	1,25
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,18	0,40	0,00	0,00	1,33
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>					
bentseeni	5,55	6,03	2,31	0,00	20,05
tolueeni	31,11	39,61	14,30	3,03	132,89
etylibentseeni	5,68	5,07	3,42	0,76	16,96
1,4-ksyleeni	17,22	15,22	9,87	1,44	54,96
styreeni	0,27	0,28	0,19	0,00	0,82
1,2-ksyleeni	5,57	5,37	3,44	0,49	18,97
propyylibentseeni	1,24	1,17	0,82	0,19	4,31
1,3,5-trimetyylibentseeni	1,57	1,41	1,13	0,17	5,11
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,20	0,23	0,15	0,00	1,20
1,3,5-trietyylibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,10	0,21	0,00	0,00	0,67
1-metyylnaftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyylä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>					
heptaani	2,05	2,74	0,84	0,00	8,30
oktaani	0,91	1,01	0,63	0,00	4,26
nonaani	0,41	0,65	0,00	0,00	2,43
dekaani	1,01	1,50	0,71	0,00	6,65
undekaani	0,96	1,46	0,67	0,00	6,21
dodekaani	0,36	0,84	0,00	0,00	4,51
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,11	0,37	0,00	0,00	1,91
pentadekaani	0,01	0,05	0,00	0,00	0,33
heksadekaani	0,01	0,04	0,00	0,00	0,25
metyylisykloheksaani	2,55	3,44	0,83	0,27	13,43
propyyლისykloheksaani	0,10	0,18	0,00	0,00	0,77
<b>TERPEENIT</b>					
alfa-pineeni	1,26	3,14	0,00	0,00	12,66
delta-3-kareeni	0,28	0,78	0,00	0,00	3,66
limoneeni	0,07	0,17	0,00	0,00	0,74
kamfori	0,15	0,15	0,12	0,00	0,51
<b>ALDEHYDIT</b>					
heksanaali	0,05	0,21	0,00	0,00	1,06
oktanaali	0,90	1,04	0,68	0,00	4,53
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,11	0,22	0,00	0,00	0,82
<b>MUUT</b>					
1-pentanolä	0,09	0,51	0,00	0,00	3,10
fenolä	0,04	0,13	0,00	0,00	0,50
butyyliasetaatti	0,01	0,06	0,00	0,00	0,26
1-asetoksi-2-etoksietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,27	0,45	0,00	0,00	1,47
nikotiini	1,27	2,88	0,00	0,00	10,87
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>	<b>81,54</b>	<b>79,78</b>	<b>49,91</b>	<b>11,50</b>	<b>293,61</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	<b>68,52</b>	<b>69,51</b>	<b>39,12</b>	<b>8,39</b>	<b>251,44</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>	<b>8,47</b>	<b>9,98</b>	<b>5,01</b>	<b>0,48</b>	<b>36,76</b>

YHDISTE	LIIKENNEYMPÄRISTÖN VOC-PITOISUUDET (10 mitt.)				
	Keskiarvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Keskihajonta $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mediaani $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Minimi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimi $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>HALOGENOIDUT</b>					
1,1,1-trikloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni	0,12	0,06	0,12	0,00	0,22
tetrakloorieteeni	0,35	0,16	0,28	0,21	0,74
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,29	0,43	0,00	0,00	1,26
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>					
bentseeni	3,31	1,40	3,56	0,00	5,11
tolueeni	14,05	3,75	14,31	7,60	20,37
etyylibentseeni	2,39	0,84	2,70	1,05	3,33
1,4-ksyleeni	7,24	2,45	8,12	3,22	9,82
styreeni	0,41	0,25	0,41	0,00	0,79
1,2-ksyleeni	2,83	1,01	2,96	1,27	4,20
propyylibentseeni	0,71	0,29	0,76	0,31	1,26
1,3,5-trimetyylibentseeni	0,92	0,37	0,99	0,37	1,49
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,20	0,16	0,15	0,15	0,65
1,3,5-trietyylibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,17	0,23	0,00	0,00	0,52
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyylä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>					
heptaani	0,81	0,35	0,85	0,00	1,26
oktaani	0,49	0,31	0,51	0,00	0,91
nonaani	0,33	0,38	0,25	0,00	1,06
dekaani	0,73	0,65	0,75	0,00	1,95
undekaani	0,55	0,50	0,69	0,00	1,22
dodekaani	0,08	0,26	0,00	0,00	0,82
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,11	0,34	0,00	0,00	1,07
pentadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
metyylisykloheksaani	0,75	0,17	0,72	0,48	1,02
propyyლისykloheksaani	0,07	0,09	0,00	0,00	0,24
<b>TERPEENIT</b>					
alfa-pineeni	0,10	0,30	0,00	0,00	0,96
delta-3-kareeni	0,04	0,14	0,00	0,00	0,44
limoneeni	0,03	0,09	0,00	0,00	0,29
kamfori	0,15	0,16	0,14	0,00	0,51
<b>ALDEHYDIT</b>					
heksanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oktanaali	0,62	0,35	0,67	0,22	1,38
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,20	0,25	0,11	0,00	0,75
<b>MUUT</b>					
1-pentanolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fenolä	0,05	0,15	0,00	0,00	0,48
butyyliasetaatti	0,03	0,08	0,00	0,00	0,26
1-asetoksi-2-etoksietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,63	0,56	0,57	0,00	1,47
nikotiini	1,34	1,98	0,00	0,00	4,65
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>	<b>39,82</b>	<b>11,09</b>	<b>41,46</b>	<b>19,64</b>	<b>52,89</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	<b>32,23</b>	<b>10,01</b>	<b>34,53</b>	<b>13,97</b>	<b>45,61</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>	<b>3,92</b>	<b>2,04</b>	<b>4,48</b>	<b>0,48</b>	<b>6,87</b>

YHDISTE	Shell Tullinpuomi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Shell + 50m ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Nro 1	Nro 2	Nro 33	Nro 20	Nro 21	Nro 37
	22 vrk	8 vrk	7 vrk	28 vrk	14 vrk	28 vrk
<b>HALOGENOIDUT</b>						
1,1,1-trikloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni	0,09	0,13	0,18	0,10	0,07	0,14
tetrakloorieteeni	0,29	0,32	0,63	0,28	0,27	0,37
1,1,2,2-tetrakloorietaani	1,13	0,00	0,00	0,00	0,69	0,45
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>						
bentseeni	19,77	20,05	18,51	4,13	5,11	3,81
tolueeni	112,90	132,89	115,82	17,27	20,37	16,54
etyyliibentseeni	14,31	16,96	15,20	2,76	3,03	3,24
1,4-ksyleeni	41,40	50,53	41,79	8,72	9,82	9,71
styreeni	0,72	0,75	0,00	0,50	0,64	0,58
1,2-ksyleeni	16,94	18,97	15,95	3,44	4,20	3,69
propyylibentseeni	3,54	4,31	4,04	0,81	0,78	0,96
1,3,5-trimetyyliibentseeni	4,31	5,11	4,84	1,09	1,04	1,29
1,2,4,5-tetrametyyliibentseeni	0,15	1,20	0,15	0,15	0,15	0,15
1,3,5-trietyyliibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,62	0,67	0,00	0,39	0,47	0,00
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyyli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>						
heptaani	7,25	7,65	7,34	0,95	1,24	1,26
oktaani	2,13	4,26	1,94	0,91	0,54	0,85
nonaani	2,28	2,43	1,89	0,55	0,00	0,49
dekaani	5,59	6,65	4,42	1,13	0,66	1,03
undekaani	4,45	6,21	4,41	0,94	0,63	0,85
dodekaani	0,89	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pentadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
metyylisykloheksaani	7,06	7,24	6,02	0,68	1,02	0,73
propyylisykloheksaani	0,59	0,77	0,51	0,13	0,00	0,14
<b>TERPEENIT</b>						
alfa-pineeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
delta-3-kareeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
limoneeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kamfori	0,15	0,43	0,50	0,00	0,22	0,00
<b>ALDEHYDIT</b>						
heksanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oktanaali	4,48	4,53	3,19	0,76	0,65	0,73
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,55	0,00	0,00	0,37	0,75	0,26
<b>MUUT</b>						
1-pentanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fenoli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
butyyliasetaatti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,00	0,00	0,00	1,11	0,54	0,00
nikotiini	0,00	0,00	10,87	4,65	0,00	0,00
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>	<b>251,59</b>	<b>293,61</b>	<b>258,20</b>	<b>51,82</b>	<b>52,89</b>	<b>47,27</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	<b>214,66</b>	<b>251,44</b>	<b>216,30</b>	<b>39,26</b>	<b>45,61</b>	<b>39,97</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>	<b>30,24</b>	<b>36,76</b>	<b>26,53</b>	<b>5,29</b>	<b>4,09</b>	<b>5,35</b>

YHDISTE	Neste Lehtisaari ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Neste +40m ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Nro 3 22 vrk	Nro 4 8 vrk	Nro 34 7 vrk	Nro 22 28 vrk	Nro 23 14 vrk	Nro 38 28 vrk
						Keräin rikki
<b>HALOGENOIDUT</b>						
1,1,1-trikloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni	0,58	0,29	0,40	0,16	0,22	0,37
tetrakloorieteeni	1,25	0,93	0,49	0,41	0,74	1,68
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>						
bentseeni	16,04	15,07	14,37	0,00	2,31	3,42
tolueeni	106,04	115,87	108,72	7,60	9,35	13,35
etyylibentseeni	13,29	14,89	14,00	1,05	1,17	2,59
1,4-ksyleeni	37,77	43,54	40,41	3,22	3,64	7,42
styreeni	0,25	0,24	0,00	0,00	0,18	0,37
1,2-ksyleeni	14,98	16,53	15,00	1,27	1,45	2,66
propyylibentseeni	2,77	3,47	3,52	0,31	0,34	0,69
1,3,5-trimetyylibentseeni	3,44	4,28	4,10	0,37	0,38	0,93
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,15	0,70	0,15	0,15	0,15	0,15
1,3,5-trietyylibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,29	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyyli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>						
heptaani	8,30	7,80	8,26	0,73	0,70	0,73
oktaani	2,24	3,19	3,45	0,48	0,00	0,40
nonaani	0,90	0,00	1,49	0,00	0,00	0,32
dekaani	1,37	0,00	2,39	0,00	0,00	0,50
undekaani	2,06	1,09	3,94	0,00	0,00	0,66
dodekaani	1,31	1,61	4,51	0,00	0,00	0,86
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pentadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
metyyliisykloheksaani	9,47	8,37	9,13	0,58	0,93	0,75
propyyliisykloheksaani	0,21	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00
<b>TERPEENIT</b>						
alfa-pineeni	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00
delta-3-kareeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
limoneeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kamfori	0,15	0,40	0,00	0,00	0,23	0,14
<b>ALDEHYDIT</b>						
heksanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oktanaali	0,96	0,87	1,55	0,22	0,29	0,29
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MUUT</b>						
1-pentanol	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00	0,00
fenoli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
butyyliasettaatti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00
nikotiini	0,00	0,00	0,00	2,13	0,00	0,00
<b>KOKONAISHILIVEDYT</b>	<b>223,82</b>	<b>239,14</b>	<b>239,30</b>	<b>19,64</b>	<b>23,02</b>	<b>38,28</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	<b>195,02</b>	<b>214,59</b>	<b>200,27</b>	<b>13,97</b>	<b>19,32</b>	<b>31,58</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>	<b>25,86</b>	<b>22,06</b>	<b>33,49</b>	<b>1,79</b>	<b>1,63</b>	<b>4,22</b>

YHDISTE	Töölö ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Nro 5	Nro 6	Nro 26	Nro 40
	29 vrk	14 vrk	15 vrk	28
	Keräin hävinnyt		Keräin rikki	
<b>HALOGENOIDUT</b>				
1,1,1-trikloorietaani		0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni		0,00	0,14	0,19
tetrakloorieteeni		0,21	0,44	0,50
1,1,2,2-tetrakloorietaani		1,26	0,00	0,00
klooribentseeni		0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni		0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni		0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni		0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>				
bentseeni		4,34	6,09	3,59
tolueeni		14,29	25,73	14,32
etyylibentseeni		3,33	4,78	2,64
1,4-ksyleeni		9,21	14,20	7,62
styreeni		0,79	0,91	0,26
1,2-ksyleeni		3,76	5,70	2,66
propyylibentseeni		1,26	1,51	0,74
1,3,5-trimetyylibentseeni		1,49	2,07	0,94
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni		0,65	0,15	0,15
1,3,5-trietyylibentseeni		0,00	0,00	0,00
naftaleeni		0,00	0,65	0,00
1-metyylnaftaleeni		0,00	0,00	0,00
bifenyyli		0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>				
heptaani		0,00	1,42	0,87
oktaani		0,00	0,58	0,37
nonaani		0,00	0,49	0,52
dekaani		0,00	0,80	0,84
undekaani		0,00	0,82	0,74
dodekaani		0,00	0,73	0,82
tridekaani		0,00	0,00	0,00
tetradekaani		0,00	0,00	0,00
pentadekaani		0,00	0,00	0,00
heksadekaani		0,00	0,00	0,00
metyyliisykloheksaani		0,48	0,92	0,71
propyyliisykloheksaani		0,00	0,13	0,00
<b>TERPEENIT</b>				
alfa-pineeni		0,00	0,38	0,00
delta-3-kareeni		0,44	0,22	0,00
limoneeni		0,00	0,20	0,29
kamfori		0,51	0,14	0,16
<b>ALDEHYDIT</b>				
heksanaali		0,00	0,34	0,00
oktanaali		0,68	0,55	0,49
nonanaali		0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi		0,36	0,70	0,00
<b>MUUT</b>				
1-pentanoli		0,00	0,24	0,00
fenoli		0,48	0,25	0,00
butyyliasetaatti		0,00	0,00	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaani		0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-oni		0,00	0,00	0,00
txib		1,47	3,03	0,00
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>		<b>45,01</b>	<b>74,31</b>	<b>39,42</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>		<b>39,12</b>	<b>61,79</b>	<b>32,92</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>		<b>0,48</b>	<b>5,89</b>	<b>4,87</b>

YHDISTE	Esso Mannerheimintie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Esso + 30m ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Nro 7	Nro 8	Nro 35	Nro 24	Nro 25	Nro 39
	22 vrk	8 vrk	7 vrk	28 vrk	14 vrk	28 vrk
<b>HALOGENOIDUT</b>						
1,1,1-trikloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni	0,14	0,21	0,27	0,11	0,09	0,12
tetrakloorieteeni	0,31	0,42	0,53	0,25	0,25	0,26
1,1,2,2-tetrakloorietaani	1,17	1,33	0,00	0,00	0,47	0,00
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>						
bentseeni	10,60	10,60	9,58	2,81	3,53	3,43
tolueeni	41,04	46,35	40,27	11,71	14,30	14,71
etyylibentseeni	5,73	6,86	5,98	1,74	2,06	2,91
1,4-ksyleeni	17,95	20,57	18,48	5,35	6,49	8,61
styreeni	0,71	0,71	0,48	0,23	0,31	0,58
1,2-ksyleeni	6,75	7,47	6,75	2,04	2,52	3,25
propyylibentseeni	1,43	1,89	1,91	0,54	0,56	0,84
1,3,5-trimetyylibentseeni	1,92	2,31	2,33	0,69	0,82	1,13
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,15	0,61	0,15	0,15	0,15	0,15
1,3,5-trietyylibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyylä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>						
heptaani	2,50	2,86	2,51	0,84	0,85	0,69
oktaani	0,65	0,80	1,42	0,43	0,67	0,69
nonaani	0,55	0,00	0,00	0,65	1,06	0,00
dekaani	0,77	0,00	0,00	1,32	1,95	0,40
undekaani	0,68	1,07	0,00	1,10	1,22	0,00
dodekaani	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,00	1,91	0,00	0,00	0,00	1,07
pentadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
metyylisykloheksaani	2,21	2,30	2,22	0,83	0,88	0,61
propyylisykloheksaani	0,10	0,00	0,00	0,17	0,24	0,00
<b>TERPEENIT</b>						
alfa-pineeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
delta-3-kareeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
limoneeni	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kamfori	0,16	0,41	0,00	0,00	0,23	0,11
<b>ALDEHYDIT</b>						
heksanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oktanaali	0,87	0,51	0,00	0,80	1,38	0,22
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
<b>MUUT</b>						
1-pentanolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fenolä	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
butyyliasetaatti	0,26	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaanä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-onä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,00	0,00	0,00	0,46	0,69	1,42
nikotiini	0,00	0,00	0,00	3,96	0,00	0,00
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>						
	98,92	109,19	92,88	36,18	40,98	41,93
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>						
	86,78	97,37	85,93	25,26	30,74	36,13
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>						
	8,08	8,94	6,15	5,34	6,87	3,46

YHDISTE	Munkkis. lämpök. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Munkkis.parveke ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Munkkis. l.puisto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Nro 14	Nro 15	Nro 30	Nro 16	Nro 17	Nro 31	Nro 18	Nro 19	Nro 32	Nro 41
	28 vrk	13 vrk	29 vrk	28 vrk	13 vrk	29 vrk		13 vrk	29 vrk	14 vrk
	Pikirem. katolla						Keräin			
HALOGENOIDUT							hävinyt	rikki		
1,1,1-trikloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni	0,12	0,00	0,14	0,13	0,27	0,22		0,21	0,15	0,13
tetrakloorieteeni	0,22	0,27	0,34	0,23	0,29	0,72		0,74	0,36	0,48
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
AROMAATTISET										
bentseeni	1,23	1,10	1,44	1,43	1,29	1,68		3,85	1,67	1,76
tolueeni	3,89	3,03	3,99	4,25	3,14	5,20		10,83	5,13	5,16
etylibentseeni	10,14	16,55	6,21	3,63	5,25	2,34		7,03	1,31	1,30
1,4-ksyleeni	33,02	54,96	19,09	11,87	15,09	8,23		20,95	3,59	3,90
styreeni	0,17	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19		0,36	0,00	0,00
1,2-ksyleeni	6,50	11,17	3,58	2,55	3,10	2,01		6,44	1,14	1,09
propyylibentseeni	0,49	0,82	0,39	0,32	0,40	0,35		1,11	0,28	0,34
1,3,5-trimetyylibentseeni	0,70	1,16	0,51	0,36	0,40	0,39		1,24	0,31	0,32
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,15	0,00	0,15	0,15	0,00	0,15		0,30	0,15	0,15
1,3,5-trietylibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
bifenyylä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
ALIFAATTISET JA SYKLISET										
heptaani	0,28	0,00	0,38	0,42	0,00	0,47		0,00	0,44	0,00
oktaani	0,63	0,00	0,30	0,79	0,58	0,65		0,52	0,48	0,56
nonaani	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31		1,15	0,00	0,00
dekaani	0,78	0,84	0,96	0,50	0,00	0,66		2,42	0,41	0,00
undekaani	0,77	0,00	0,87	0,00	0,00	0,56		0,81	0,00	0,00
dodekaani	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
pentadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
metyylisykloheksaani	0,30	0,29	0,30	0,36	0,34	0,51		0,54	0,29	0,35
propyyli-sykloheksaani	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,32	0,00	0,00
TERPEENIT										
alfa-pineeni	0,00	0,00	1,06	0,00	0,66	0,50		51,33	12,17	4,91
delta-3-kareeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		9,59	2,14	0,73
limoneeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		2,44	0,53	0,00
kamfori	0,14	0,24	0,12	0,12	0,24	0,00		0,28	0,00	0,00
ALDEHYDIT										
heksanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		3,99	0,78	0,00
oktanaali	0,50	0,75	0,74	0,32	0,86	0,54		2,17	0,13	0,00
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		5,11	0,82	0,00
MUUT										
1-pentanolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
fenolä	0,00	0,04	0,00	0,00	0,39	0,00		0,52	0,00	0,00
butyyliasettaatti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
txib	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,83
KOKONAISHIILIVEDYT	61,50	91,22	40,76	27,43	32,30	25,68		134,25	32,28	22,01
AROMAATTISET HIILIVEDYT	56,29	88,79	35,55	24,56	28,67	20,54		52,11	13,58	14,02
ALIFAATTISET JA SYKLISET	3,92	1,13	2,81	2,07	0,92	3,16		5,76	1,62	0,91



YHDISTE	Herttoniemi	Herttoniemi			Herttoniemi	
	kaivuri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	asunto 1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			asunto 2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Nro 9 7 vrk	Nro 10 28 vrk	Nro 11 13 vrk	Nro 27 29 vrk	Nro 28 29 vrk	Nro 29 15 vrk
<b>HALOGENOIDUT</b>						
1,1,1-trikloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
trikloorieteeni	0,00	0,11	0,00	0,18	0,20	0,19
tetrakloorieteeni	0,24	0,20	0,22	0,23	0,21	0,22
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>						
bentseeni	1,70	1,32	1,42	1,75	1,92	2,07
tolueeni	3,20	4,92	4,83	5,44	6,02	5,43
etyylibentseeni	0,68	4,49	8,36	4,35	1,18	1,16
1,4-ksyleeni	1,62	15,41	29,39	14,61	3,36	3,18
styreeni	0,00	0,18	0,82	0,19	0,00	0,00
1,2-ksyleeni	0,68	4,32	8,02	4,06	1,12	1,07
propyylibentseeni	1,49	1,15	1,91	0,91	0,96	1,00
1,3,5-trimetyylibentseeni	1,19	2,00	2,95	1,37	1,34	1,30
1,2,4,5-tetrametyylibentseeni	0,90	0,15	0,24	0,15	0,15	0,15
1,3,5-trietyylibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyylä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>						
heptaani	0,00	4,49	0,00	0,92	0,44	0,46
oktaani	0,00	0,00	0,00	0,87	0,38	0,00
nonaani	3,37	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00
dekaani	24,44	0,71	0,72	0,80	0,39	0,00
undekaani	21,83	0,67	0,00	0,84	0,00	0,00
dodekaani	5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tridekaani	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pentadekaani	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
metyylisykloheksaani	1,01	8,28	13,43	1,10	0,43	0,41
propyylisykloheksaani	1,04	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
<b>TERPEENIT</b>						
alfa-pineeni	0,00	3,85	12,66	7,87	0,69	0,00
delta-3-kareeni	0,00	1,07	3,66	2,15	0,00	0,00
limoneeni	0,00	0,43	0,74	0,26	0,00	0,00
kamfori	0,94	0,20	0,35	0,00	0,00	0,00
<b>ALDEHYDIT</b>						
heksanaali	0,00	0,00	1,06	0,00	0,00	0,00
oktanaali	16,41	0,55	0,79	0,75	0,41	0,44
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MUUT</b>						
1-pentanolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fenolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
butyyliasetaatti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaanä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-onä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,00	1,04	0,91	0,63	0,00	0,00
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>	<b>96,28</b>	<b>55,54</b>	<b>92,48</b>	<b>49,91</b>	<b>19,20</b>	<b>17,08</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	<b>11,46</b>	<b>33,94</b>	<b>57,94</b>	<b>32,83</b>	<b>16,05</b>	<b>15,36</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>	<b>67,23</b>	<b>14,15</b>	<b>14,15</b>	<b>5,01</b>	<b>1,64</b>	<b>0,87</b>

YHDISTE	Laajasalo / Shell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
	Nro 1	Nro 2s	Nro 3s	Nro 4s	Nro 5s	Nro 6s	Nro 7s	Nro 8s
	30 vrk	30 vrk	30 vrk	30 vrk	30 vrk	30 vrk	30 vrk	47 vrk
	Keräin rikki			Keräin rikki		Keräin rikki		
<b>HALOGENOIDUT</b>								
1,1,1-trikloorietaani	0,92	0,00	0,00	1,49	0,35	6,54	0,35	0,00
trikloorieteeni	0,19	0,13	0,12	0,18	0,15	0,49	0,16	0,11
tetrakloorieteeni	0,34	0,27	0,29	0,52	0,35	1,25	0,32	0,28
1,1,2,2-tetrakloorietaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
klooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4-diklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,4-diklooritolueeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2,4-triklooribentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>AROMAATTISET</b>								
bentseeni	1,15	1,50	0,82	2,53	2,11	4,74	1,51	11,60
tolueeni	4,04	38,64	26,69	13,63	35,03	12,29	3,76	26,17
etyyliibentseeni	0,95	4,69	0,85	1,75	3,42	1,91	0,76	3,07
1,4-ksyleeni	2,06	15,35	2,04	4,68	9,87	5,20	1,44	7,98
styreeni	0,00	0,20	0,00	0,19	0,26	0,23	0,00	0,03
1,2-ksyleeni	0,54	3,19	0,49	1,49	2,31	1,48	0,56	2,22
propyylibentseeni	0,23	0,58	0,20	0,38	0,90	0,51	0,19	0,55
1,3,5-trimetyyliibentseeni	0,19	0,76	0,20	0,49	1,33	0,51	0,17	0,61
1,2,4,5-tetrametyyliibentseeni	0,00	0,18	0,00	0,12	0,16	0,16	0,00	0,05
1,3,5-trietyyliibentseeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
naftaleeni	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1-metyyli-naftaleeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bifenyylä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>								
heptaani	0,32	0,89	0,40	0,95	0,17	0,64	0,20	3,47
oktaani	0,76	1,92	0,77	1,15	0,25	0,39	0,31	0,30
nonaani	0,00	0,48	0,00	0,00	0,45	0,44	0,00	0,19
dekaani	0,00	0,95	0,00	0,00	0,95	0,48	0,00	0,19
undekaani	0,00	1,07	0,00	0,00	1,07	0,58	0,00	0,19
dodekaani	0,00	0,45	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,15
tridekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tetradekaani	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
pentadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,33
heksadekaani	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
metyylisykloheksaani	0,28	0,95	0,27	0,64	2,66	0,73	0,31	2,32
propyyli-sykloheksaani	0,00	0,15	0,00	0,00	0,12	0,09	0,00	0,03
<b>TERPEENIT</b>								
alfa-pineeni	0,00	0,25	0,00	0,00	0,15	0,51	0,88	0,00
delta-3-kareeni	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00
limoneeni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
kamfori	0,21	0,11	0,00	0,19	0,12	0,18	0,19	0,04
<b>ALDEHYDIT</b>								
heksanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
oktanaali	0,14	1,57	0,29	0,35	0,77	0,58	0,30	0,45
nonanaali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
bentsaldehydi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MUUT</b>								
1-pentanolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
fenolä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,09	0,00
butyyliasetaatä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
1-asetoksi-2-etoksietaanä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6-metyyli-5-hepten-2-onä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
txib	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
<b>KOKONAISHIILIVEDYT</b>	<b>12,42</b>	<b>74,33</b>	<b>34,21</b>	<b>30,73</b>	<b>63,59</b>	<b>41,60</b>	<b>11,50</b>	<b>61,24</b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	<b>9,16</b>	<b>65,14</b>	<b>31,29</b>	<b>25,26</b>	<b>55,39</b>	<b>27,03</b>	<b>8,39</b>	<b>52,28</b>
<b>ALIFAATTISET JA SYKLISET</b>	<b>1,36</b>	<b>6,86</b>	<b>2,22</b>	<b>2,74</b>	<b>6,31</b>	<b>4,10</b>	<b>0,82</b>	<b>7,60</b>

HELSINGIN KAUPUNGIN  
YMPÄRISTÖKESKUS  
Helsinginkatu 24  
00530 HELSINKI

KUVAILULEHTI

Tekijä(t)			
Esa Kurki, Eila Rasmus ja Eeva Linkola			
Nimike			
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet ulkoilmassa Helsingissä			
Julkaisija	Julkaisu-aika	Sivumäärä	Litteet
Helsingin kaupungin ympäristökeskus	1996	22	16
Sarjan nimike		Osanumero	
Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja		1/96	
ISSN-numero 1235-9718	Kieli		
ISBN-numero 951-772-787-9	Koko teos Tiivistelmä Taulukot Kuvatekstit		
	fin	fin, swe, eng	
Avainsanat			
orgaaniset yhdisteet, hiilivedyt, VOC-pitoisuudet			
UDK			
Lisätietoja:			
Eeva Linkola, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, ympäristövalvontayksikkö Viipurinkatu 2 00510 Helsinki puh. 7312 2757			





---

## HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1995

1. Töölönlahden sedimentin kunto ja sisäinen kuormitus
2. Huokoskaasu maaperän ja pohjaveden saastuneisuuden kuvaajana
3. Kosteus- ja homevaurioista helsinkiläisissä päiväkodeissa
4. Leivosten laatu ja myyntiolosuhteet myymälöissä
5. Koululounaan ravintosisältö ja laatu Helsingissä 1989 - 1993
6. Ryömintätilaisten alapohjien kosteus- ja homevauriot
7. Terveysthuollon toimipisteiden jätehuolto, 2. uudistettu painos (40 mk, sis. ALV)
8. Sairauksien esiintyvyys homeille altistuneilla koululaisilla

## HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 1996

1. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet ulkoilmassa Helsingissä

### Julkaisujen tilaus:

ympäristökeskuksen neuvonta  
Helsinginkatu 24, 00530 HELSINKI  
puh. 7312 2730, fax 7312 2235

ISSN 1235-9718  
ISBN 951-772-787-9

---