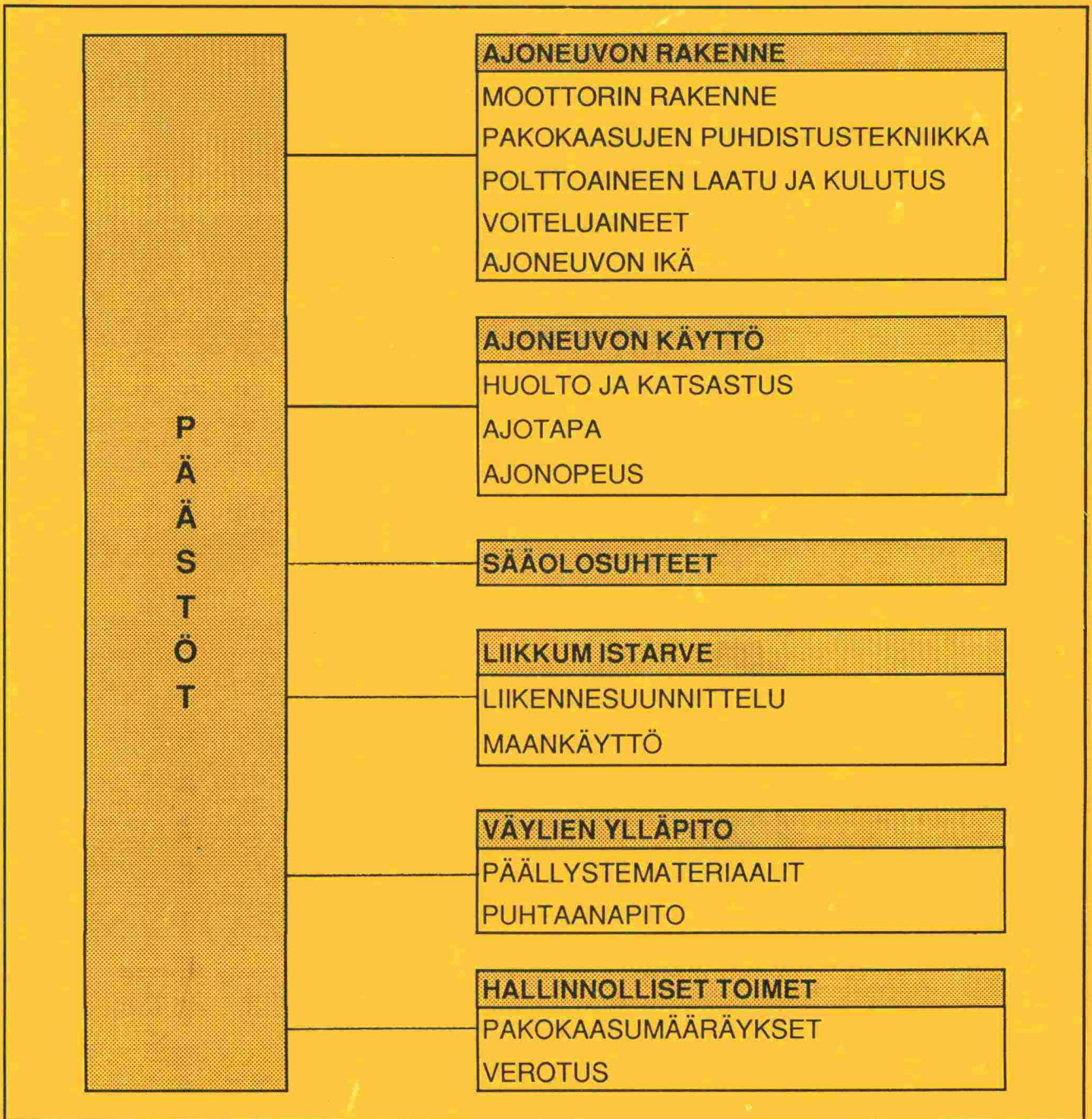




Tieliikenteen pakokaasupäästöt Perustietoja Laskentamenetelmät



Tielaitos
Tiehallitus
Kehittämiskeskus

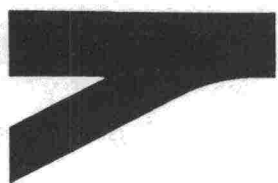
Helsinki 1990
TIEL 703611

08 TIEH / T



Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 710234
Nidenro: 910221



**Tieliikenteen
pakokaasupäästöt
Perustietoja
Laskentamenetelmät**

Tielaitos
Tiehallitus
Kehittämiskeskus

Helsinki 1990
TIEL 703611

Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1990

ISBN 951-47-2739-4

TIEHALLITUS
VASTUUYKSIKKÖ
Kehittämiskeskus

MÄÄRÄYS OHJE

MUU OHJAUS X
NRO
Skk- 236/126/90
ASIARYHMÄ
21

PVM
20.8.1990

VASTAANOTTAJA
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA

VOIMASSA

- toistaiseksi

KORVAA

KOHDISTUVUUS

TIEH X ALUEHALLINTO X MUU VALT.HALLINTO ULKOPUOLISET

TIELIIKENTEEN PAKOKAASUPÄÄSTÖT (TIEL 703611)

Tieliikenteen pakokaasupäästöt-opas on tarkoitettu apuvälineeksi tiehankkeiden ympäristöselvitysten laadintaan. Se sisältää ohjeita päästöjen vaikutusten arviointimenettelyyn sekä yksinkertaistetut mallit päästömäärien ja pitoisuuksien laskentaan.

Päästöjen ja pitoisuuksien tarkastelu on tarpeen erityisesti suunniteltaessa moottoriväyliä ja muita suuriliikenteisiä teitä. Myös taajamakeskustoissa voivat pitoisuudet joskus nousta korkeiksi. Pieniliikenteisillä väylillä tarkastelut eivät yleensä ole tarpeen.

Apulaisjohtaja

Pauli Velhonoja
Pauli Velhonoja

Ylitarkastaja

Anders HH Jansson
Anders HH Jansson

LISÄTIETOJA

Mervi Karhula, puh. 90-1542342
TIEH/Kehittämiskeskus

LISÄJAKELU

Tiehallitus
Lomakevarasto
PL 33, 00521 Helsinki

TIEDOKSI

Pääjohtaja

Ylijohtaja

S, T, E

S-vastuualueet

Ohjekokoelma

TIEH:n kirjasto

Liikenneministeriö

Ympäristöministeriö/ysö

Ympäristöministeriö/kro

Suomen Kaupunkiliitto

Suomen Kunnallisliitto

Ilmatieteen laitos

Seutusunnittelun Keskusliitto

Seutukaavaliittot

Lääninhallitukset

HTKK

TTKK

Oulun yliopisto

Tiekonsultit

ESIPUHE

Tieliikenteen pakokaasupäästöt -oppaaseen on koottu perustietoja pakokaasupäästöistä ja niiden vaikutuksista. Se sisältää myös yksinkertaistetut menetelmät, joilla päästöjä ja pitoisuuksia voidaan laskea. Opas on tarkoitettu apuvälineeksi tiehankkeiden ympäristövaikutusten tarkasteluun kaikissa suunnitteluvaiheissa.

Ilmansaasteiden lisääntyminen on monien tiehankkeidenkin suunnittelussa noussut huolenaiheeksi. Jo päätetyt ajoneuvojen pakokaasumääräykset vähentävät päästöjä tulevina vuosina huolimatta liikenteen jatkuvasta kasvusta. Näyttää kuitenkin siltä, että Suomen allekirjoittamia sopimuksia kokonaispäästöjen vähentämisestä ei täysin saavuteta ilman lisätoimia, jotka ovat ensisijassa valtiovallan päätettävissä. Samalla mahdollisuuksiin vähentää päästöjä myös yhdyskuntasuunnittelun sekä liikenne- ja tieteknisin keinoin tullaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota.

Oppaan on laatinut FM Mervi Karhula tiehallituksen kehittämiskeskuksessa, jonne raporttia koskevat kysymykset, kommentit ja parannusehdotukset pyydetään osoittamaan.

TIEHALLITUS Helsinki
Kehittämiskeskus Elokuu 1990

Sisällysluettelo

Sivu

Esipuhe

- | | | |
|-----|--|----|
| 1. | Ajoneuvojen päästöt | 2 |
| | 1.1 Pakokaasujen koostumus | |
| | 1.2 Pakokaasumääräykset | |
| | 1.3 Ajonopeus ja ajotavat | |
| 2. | Tieliikenteen päästöt | 6 |
| | 2.1 Päästöt vuonna 1987 | |
| | 2.2 Päästöjen kehityssennuste | |
| | 2.3 Päästöjen laskenta | |
| 3. | Ilman saasteiden vaikutukset | 12 |
| 4. | Liikenteen aiheuttamat pitoisuudet | 14 |
| | 4.1 Mittaukset | |
| | 4.2 Leviämismallit | |
| | 4.3 Laskentamallit | |
| 5. | Pakokaasujen ja niiden vaikutusten arviointi | 17 |
| 6. | Pitoisuuksien laskenta maanteilla | 20 |
| 7. | Pitoisuuksien laskenta kadulla | 22 |
| 8. | Lähteet ja lisätietoja | 25 |
| 9. | Pitoisuuksien laskentalomakkeet | 27 |
| 10. | Liitteet | 30 |

1.1 PAKOKAASUJEN KOOSTUMUS

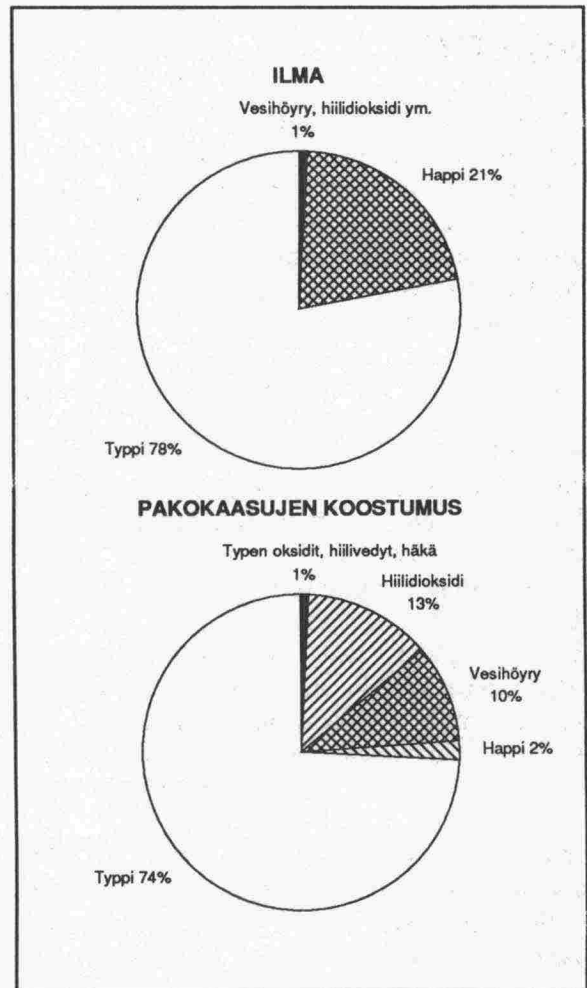
Ajoneuvojen pakokaasut sisältävät ympäristölle haitallisina yhdisteinä hiilimonoksidia eli häkää (CO), typen oksideja (NO_x), hiilivetyjä (HC) ja hiukkasia. Hiukkasissa on nokea, hiilivetyjä, rikkiä, lyijyä (Pb) ja muita metalleja (esim. sinkki, rauta). Hiilivetyjä on useita eri yhdisteitä ja niistä polyaromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet ovat haitallisimpia.

Pakokaasujen sisältämät typen oksidit ovat pääosin typpimonoksidia (NO) ja ne ovat peräisin palamisilman sisältämästä typpikaasusta (N₂). Pakokaasujen sisältämät eri yhdisteet reagoivat ilmassa muodostaen uusia yhdisteitä. Typpimonoksidi muuntuu typpidioksidiksi (NO₂). Typen oksidien ja hiilivetyjen reagoidessa keskenään muodostuu auringon valon vaikutuksesta alailmakehän otsonia (O₃).

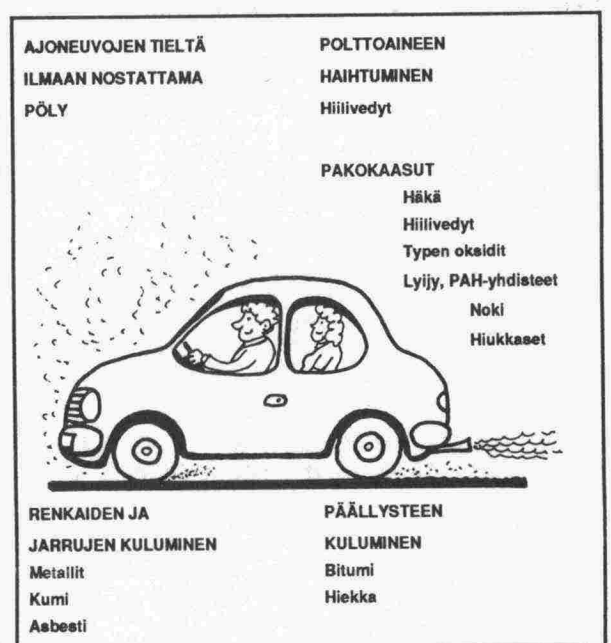
Dieselmoottorin ja bensiinimoottorin pakokaasupäästöt eroavat toisistaan. Bensiinimoottorin päästöistä pääosa on hiilimonoksidia ja palamattomia hiilivety-yhdisteitä sekä lähinnä suurella ajonopeudella ja kuormituksella syntyviä typen oksideja. Dieselmoottorin pakokaasut sisältävät runsaasti typen oksideja ja hiukkasmaisia yhdisteitä.

Pakokaasut sisältävät happea, typpikaasua ja hiilidioksidia. Typenoksidien, hiilivetyjen ja häkäkaasun osuus pakokaasujen tilavuudesta on noin 1%. Hiilidioksidin osuus pakokaasujen tilavuudesta vaihtelee moottorin kuormituksen mukaan. Suurilla ajonopeuksilla sen osuus on 13%. Bensiinin palaessa täydellisesti aiheutuu yhdestä litrasta bensiiniä 2,4 kg hiilidioksidia ja vastavasti dieselpolttoaineesta 2,6 kg hiilidioksidia.

Ajoneuvoista aiheutuu päästöjä myös polttoaineen haihtumisen, renkaiden ja jarrujen kulumisen sekä päällysteen kulumisen seurauksena. Ajoneuvot nostattavat ilmaan pölyä, jonka määrä on noin kertaluokkaa suurempi kuin ajoneuvojen hiukaspäästö. Pölyssä on mm. hiekkaa, kivipölyä, bitumia ja pakokaasujen sisältämiä yhdisteitä.



Kuva 1. Ilman ja bensiinikäyttöisen ajoneuvon pakokaasujen koostumus



Kuva 2. Auton päästölähteet

1.2 PAKOKAASU- MÄÄRÄYKSET

Henkilöautoille annettiin Suomessa ensimmäiset pakokaasumääräykset 70-luvun alkupuolella ja määräykset on saavutettu lähinnä moottoriteknisin keinoin. Vuoden 1992 alusta lähtien henkilöautojen pakokaasumääräyksiä on tiukennettu (US-1983, taulukko 1). Näiden määräysten saavuttaminen nykyisellä tekniikalla edellyttää pakokaasujen puhdistusta eli säädellyn kolmitoimikatalysaattorin ja lyijyttömän bensiinin käyttöä.

Kolmitoimikatalysaattorilla varustetun auton päästöt ovat 70–85 prosenttia alhaisemmat kuin nykyisten autojen päästöt. Katalysaattorissa pakokaasujen sisältämät hiilivedyt (HC) ja hiilimonoksidi (CO) hapettuvat hiilidioksidiksi (CO₂) ja vesihöyryksi. Typpimonoksidi (NO) muuntuu takaisin typpikaasuksi (N₂).

Typen oksidien päästöistä osa on typpioksiduulia (N₂O) eli ilokaasua. Typpioksiduuli tuhoaa yläilmakehän otsonikerrosta. Katalysaattorilla varustetun auton typpioksiduuli päästöt ovat suuremmat kuin nykyisten autojen päästöt. Mittaustuloksia on kuitenkin vasta vähän.

Katalysaattorin puhdistusteho laskee käytössä ja se pitäisi vaihtaa noin 100 000 km ajon jälkeen. Katalysaattori tuhoutuu lyijyn vaikutuksesta.

Raskaille ajoneuvoille on myös päästömääräykset, jotka 80-luvulla koskivat vain moottorin savutusta. Vuoden 1989 alusta lähtien on raskaita ajoneuvoja koskenut lisäksi E49-määräykset, joilla säädellään kaasumaisia pakokaasupäästöjä. Määräykset on saavutettu moottoriteknisin keinoin.

Liikenneministeriö on tiukentanut päästörajoituksia vuoden 1991 alusta edelleen ECE49/01 säännön mukaisiksi, joka tarkoittaa 20 %:n vähennystä CO- ja NO_x-päästöihin ja 30%:n vähennystä hiilivetyypäästöihin nykyisiin määräyksiin verrattuna.

Useissa maissa raskaiden ajoneuvojen hiukkaspäästömääräyksiä ollaan tiukentamassa 90-luvun puolivälissä. Nykyisellä tekniikalla tavoite edel-

lyttäneen hiukkaspäästöjen puhdistusta tai vaihtoehtoisesti uusia polttoaineita.

Pakokaasumääräykset koskevat vain uusia ajoneuvoja, mutta Suomeen suunnitellaan myös käytössä olevien ajoneuvojen päästöjen seurantaan katsastusten yhteyteen.

Taulukko 1. Ajoneuvojen pakokaasumääräykset

HENKILÖAUTOT (US-1983)	
Epäpuhtaus	Sallittu päästö g/km
Häkä	2,1
Hiilivedyt	0,25
Typen oksidit	0,62
Hiukkaset (diesel)	0,373
Polttoaineen haihtuminen (otto)	2,0 g/testi
RASKAAT AJONEUVOT (E49)	
Epäpuhtaus	Sallittu päästö g/kWh
Häkä	14,0
Hiilivedyt	3,5
Typen oksidit	18,0

1.3 AJONOPEUS JA AJOTAVAT

Ajoneuvojen eri yhdisteiden päästöt vaihtelevat ajotilanteiden mukaan. Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa on mitattu Suomessa käytössä olevien henkilöautojen päästöjä tasaisella ajonopeudella. Raskaille ajoneuvoille vastaavanlaisia päästömittauksia ei ole tehty, joten niiden päästökertoimina käytetään ulkomailla tehtyjen mitausten perusteella määriteltyjä kertoimia. Kiihdytysten, jarrutusten ja pysähdysten vaikutuksesta päästömääriin on käytettävissä vain vähän mitaustuloksia.

Ajonopeus

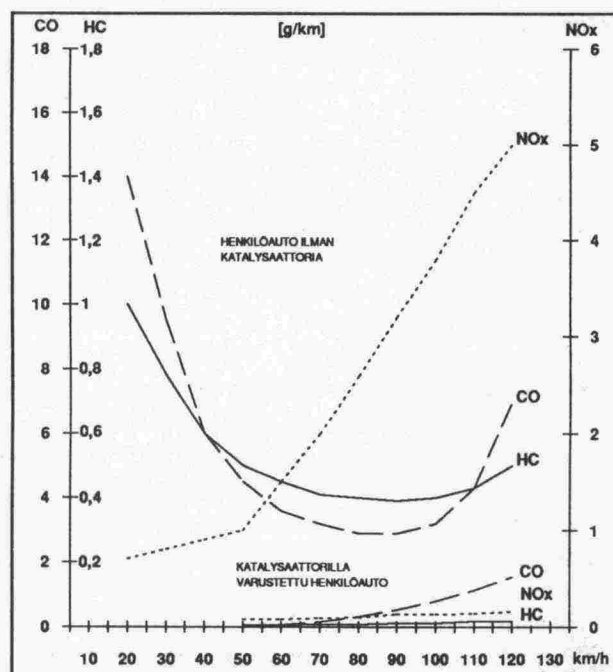
Henkilöauton hiilivety- ja häkäpäästöt ovat pienimmillään ajonopeudella 60–80 km/h. Auton häkäpäästö kasvaa lähes kolminkertaiseksi ajonopeuden laskiessa 70 km/h:sta 30 km/h:iin ja vastaavasti kasvaa lähes kaksinkertaiseksi, kun ajonopeus nousee 70 km/h:sta 120 km/h:iin. Hiilivetypäästöt kaksinkertaistuvat, kun ajonopeus laskee 70 km/h:sta 30 km/h:iin. Hiilivetypäästöt eivät lisäänty oleellisesti nopeuden noustessa yli 100 km/h:n.

Typhen oksidien päästöt kasvavat selvästi nopeuden noustessa. Päästö lähes kolminkertaistuu, kun nopeus nousee 50 km/h:sta 80 km/h:iin ja vastaavasti viisinkertaistuu nopeuden noustessa 120 km/h:iin.

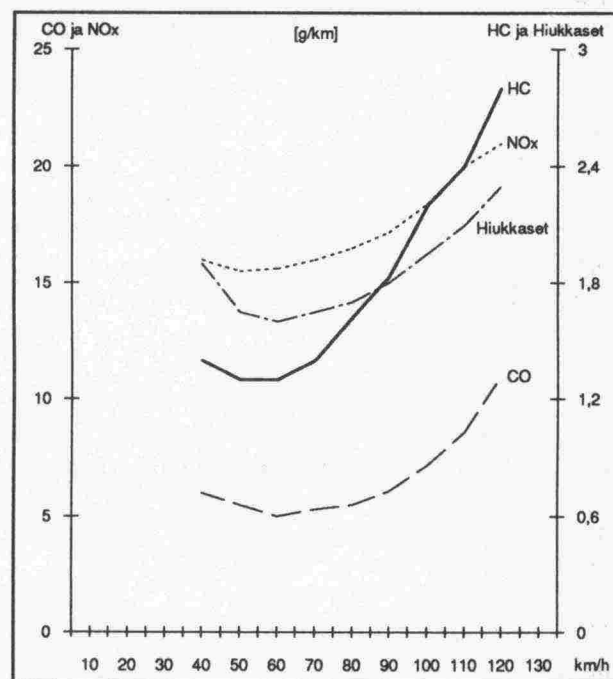
Nopeuden vaikutuksella päästöihin on suurin merkitys nopeusalueella 70–120 km/h. Kiihdytyksillä, jarrutuksilla ja ajotavoilla on suurempi merkitys päästömääriin alle 50 km/h ajonopeuksilla.

Katalysaattorilla varustetun henkilöauton päästöjen riippuvuus ajonopeudesta on vähäisempi kuin vastaavan auton ilman katalysaattoria. Ruotsalaisten mittausten mukaan suurilla nopeuksilla häkäpäästöt lisääntyvät (kuva 3).

Raskaiden ajoneuvojen päästöt ovat pienimmillään myös ajonopeudella 60–80 km/h. Päästöt lisääntyvät suurilla nopeuksilla.



Kuva 3. Henkilöauton päästöt tasaisella ajonopeudella



Kuva 4. Perävaunullisen kuorma-auton päästöt tasaisella ajonopeudella

Ajotavat

Kaupunkiajossa pysähdykset ja kiihdytykset aiheuttavat päästöihin merkittävän lisäyksen maantieajoon verrattuna. Häkä- ja hiilivetypäästöt ovat kaupunkiajossa suurimmillaan. Typen oksidien päästöt ovat nopeuksista johtuen suuremmat maantieajossa kuin kaupunkiajossa. Ras-kaiden ajoneuvojen typenoksidien päästöjä nostaa kaupunkiajossa moottorin kuormituksen vaihtelu.

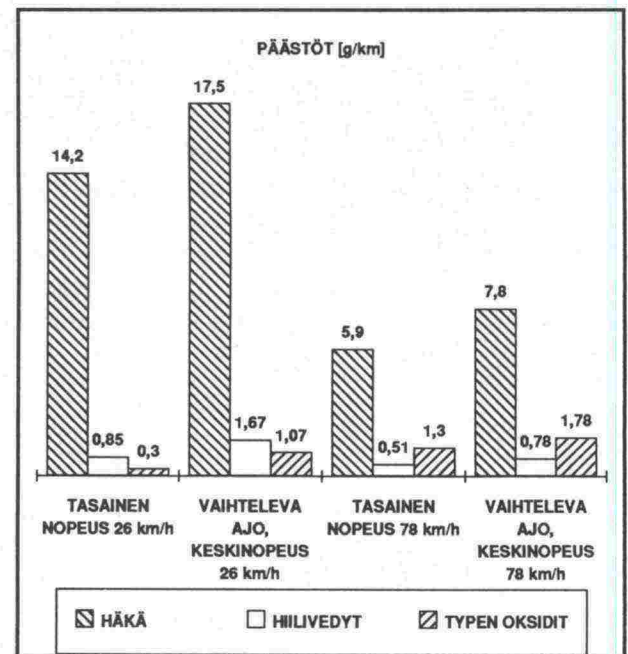
Ruotsalaisten mittausten mukaan henkilöauton keskimääräiseen hiilimonoksidipäästöön vaikuttaa ratkaisevasti ajonopeus. Moottorin kuormitus ja ajon epätasaisuus nostaa selvimmin hiilivetyjen ja typen oksidien päästöjä (kuva 5).

Ajoneuvon typen oksidien päästöihin ulkolämpötilalla ei juuri ole vaikutusta. Hiilimonoksidi- ja hiilivetypäästöt lisääntyvät kylmässä ajettaessa ja kylmäkäynnistyksissä. Kylmäkäynnistys nostaa myös katalysaattoriauton häkä- ja hiilivetypäästöjä.

Tieliikenteen päästöjen laskemiseen voi käyttää taulukon 2 kertoimia. Taulukon kertoimet kuvaavat tällä hetkellä käytössä olevan ajoneuvokannan keskimääräisiä päästöjä.

Taulukko 2. Ajoneuvojen keskimääräiset päästömäärät kaupunki- ja maantieajossa maantieajossa päästökerroin kuvaa ajoa tasaisella nopeudella 80–90 km/h.

	Häkä [g/km]	Hiilivedyt [g/km]	Typen oksidit [g/km]
Bensiinikäyttöiset henkilö- ja pakettiautot			
Kaupunkiajo	17	2	1,5
Maantieajo	4	0,4	3
Diesikäyttöiset henkilö- ja pakettiautot			
Kaupunkiajo	0,9	0,5	0,7
Maantieajo	0,7	0,4	0,6
Linja-autot			
Kaupunkiajo	5	2,3	23
Maantieajo	2	1,7	16
Kuorma-autot			
Kaupunkiajo	16	4	14
Maantieajo	5,5	1,5	21



Kuva 5. Henkilöauton päästöt tasaisella ajonopeudella ja vaihtelevassa ajossa

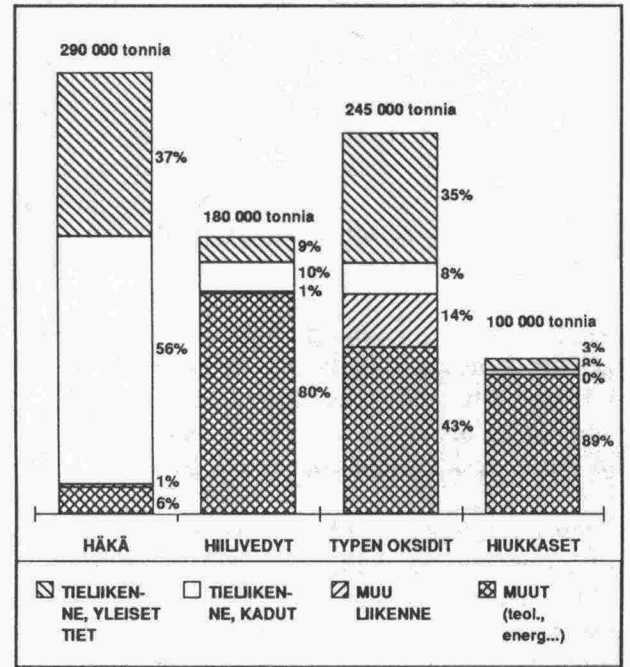
2.1 PÄÄSTÖT VUONNA 1987

Tieliikenteen pakokaasupäästöt lasketaan yleensä liikennesuoritteiden (ajokm/vuosi) ja ajoneuvojen keskimääräisten päästökertoimien (g/km) avulla. Liikenteen hiilidioksidipäästöt ja lyijypäästöt lasketaan polttoaineen kulutuksen perusteella.

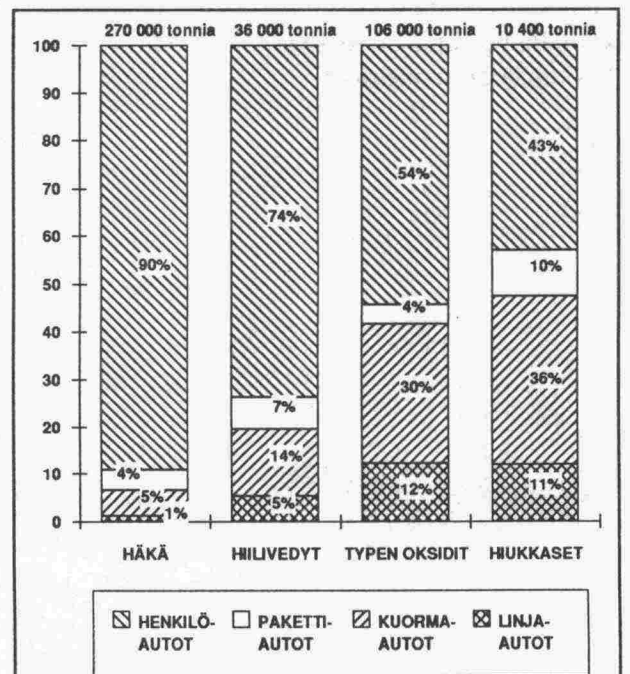
Tieliikenteestä pääsi vuonna 1987 ilmaan 270 000 tonnia hiilimonoksidia, 106 000 tonnia typpidioksidia, 36 000 tonnia hiilivetyä, 10 000 tonnia hiukkasia, 9 000 tonnia rikkidioksidia ja 350 tonnia lyijyä. Hiilimonoksidin kokonaispäästöistä tieliikenteen osuus oli 93 % ja rikkioksidin päästöistä 2 %. Tieliikenne tuotti typen oksideista lähes puolet, hiilivedyistä viidenneksen ja hiukkasista kymmenen prosenttia. Liikenteen hiukkaspäästö sisältää ainoastaan pakokaasupäästöt. Päälysteiden kulumisesta ja sorateistä aiheutuva tieliikenteen hiukkaspäästö on noin 260 000 tonnia. Yleisten teiden osuus tieliikenteen typenoksidien päästöistä on noin 80 prosenttia. Yleisten teiden osuus häkä- ja hiilivetypäästöistä on alle puolet.

Eri ajoneuvotyyppien osuus tieliikenteen päästöistä vaihtelee eri pakokaasuyhdisteiden osalta. Bensiinikäyttöiset henkilöautot tuottivat lähes kaiken hiilimonoksidin ja huomattavimman osan myös hiilivedyistä. Typen oksideista vähän yli puolet oli henkilöautoista. Kuorma-autot tuottavat kolmanneksen typen oksidien ja hiukkaspäästöistä.

Liikenteen osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä oli 27 %. Liikenteestä aiheutuu myös typpioksiduulia (N_2O) ja metaania (CH_4). Ne vaikuttavat hiilidioksidin kanssa kasvihuoneilmiön syntymiseen. Liikenteen osuus typpioksiduulipäästöistä on 20 % ja metaanipäästöistä 9 % vuonna 1988.



Kuva 6. Päästöt Suomessa vuonna 1987



Kuva 7. Eri ajoneuvoryhmien osuudet tieliikenteen päästöistä vuonna 1987

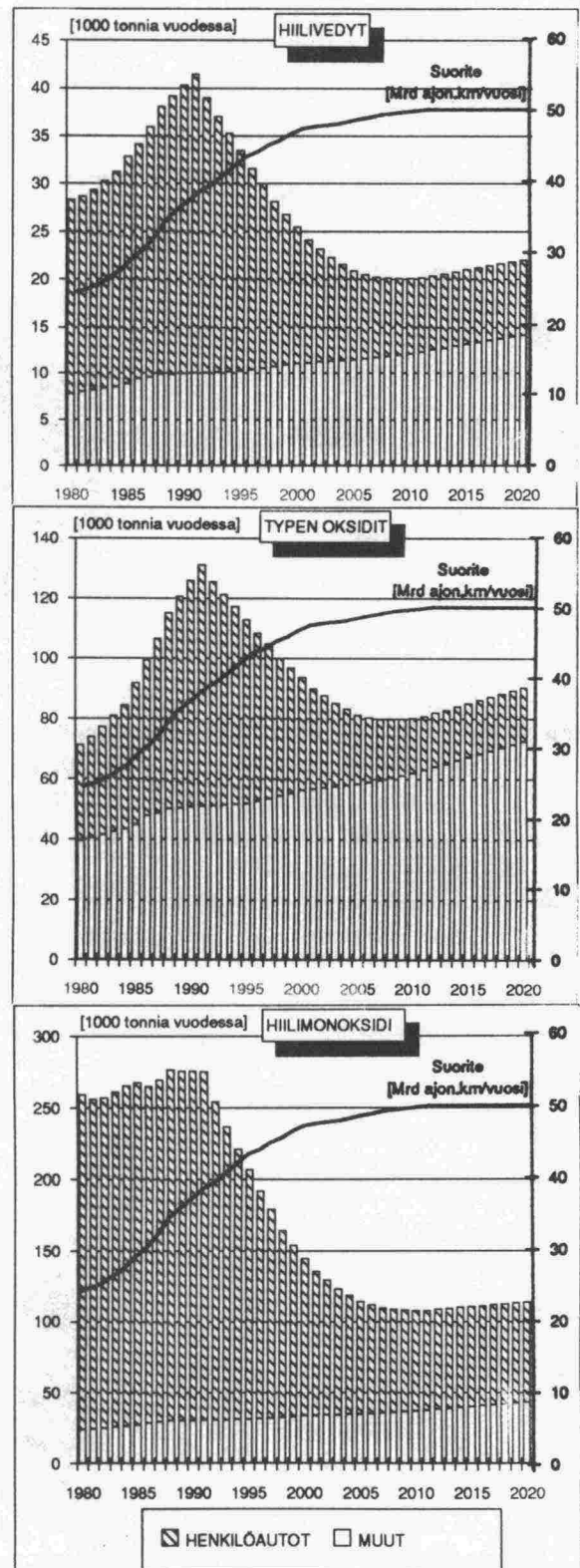
2.2 PÄÄSTÖJEN KEHITYS- ENNUSTE

Tieliikenteen päästöjen kehitysennuste on laskettu käyttäen lähtötietoina tielaitoksen uusinta liikenne- ja autokantaennustetta vuosille 1989–2010 ja henkilöautojen pakokaasumääräysten tiukentumista. Suorite kasvaa ennustejaksolla lähes puolitoistakertaiseksi. Liikennepäästöjä laskettaessa on otettu huomioon se, että vuotuinen ajosuorite vaihtelee auton iän mukaan. Uusilla autoilla ajetaan vuodessa enemmän kuin vanhoilla.

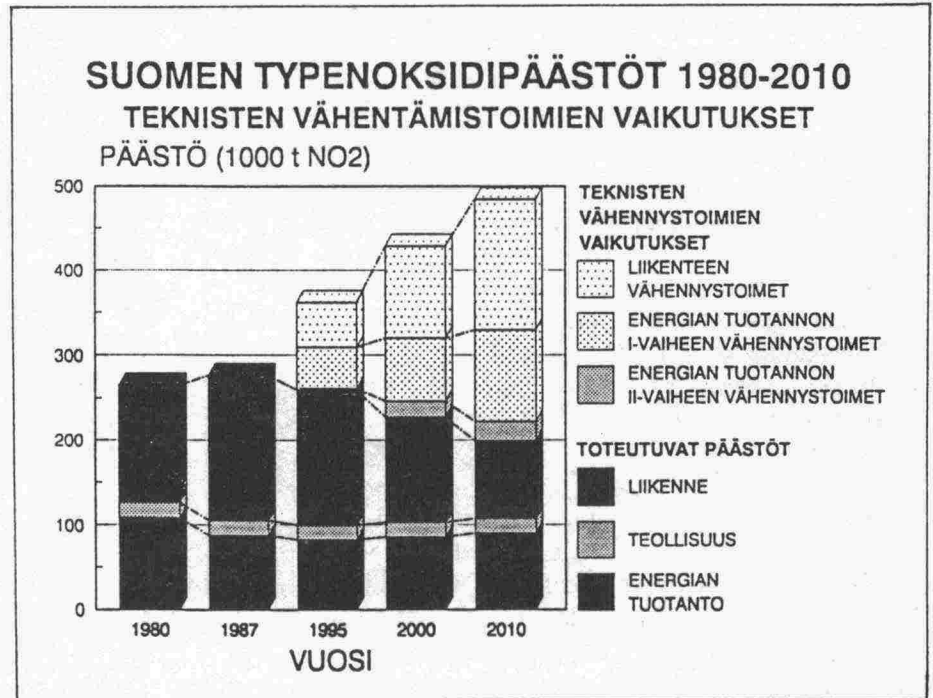
Tieliikenteen päästöjen on arvioitu kasvavan vuoteen 1991 saakka, jonka jälkeen kolmitoimikatalysaattorien tullessa pakollisiksi uusiin henkilöautoihin päästöt vähitellen laskevat. Muiden kuin henkilöautojen päästöt seuraavat liikennesuoritteen kasvua, sillä arviossa raskaiden ajoneuvojen päästökertoimina on käytetty yhtä arvoa koko ennustejaksolle.

Vuonna 2010 koko henkilöautokannan arvioidaan uusiutuneen. Tämän jälkeen päästöt eivät enää laskisi, jos päästömääräykset pysyvät ennallaan. Häkäpäästöt vähenevät vuoden 1989 tilanteesta vuoteen 2010 mennessä noin 60 %, hiilivetypäästöt lähes 50 % ja typen oksidien päästöt 34 prosenttia.

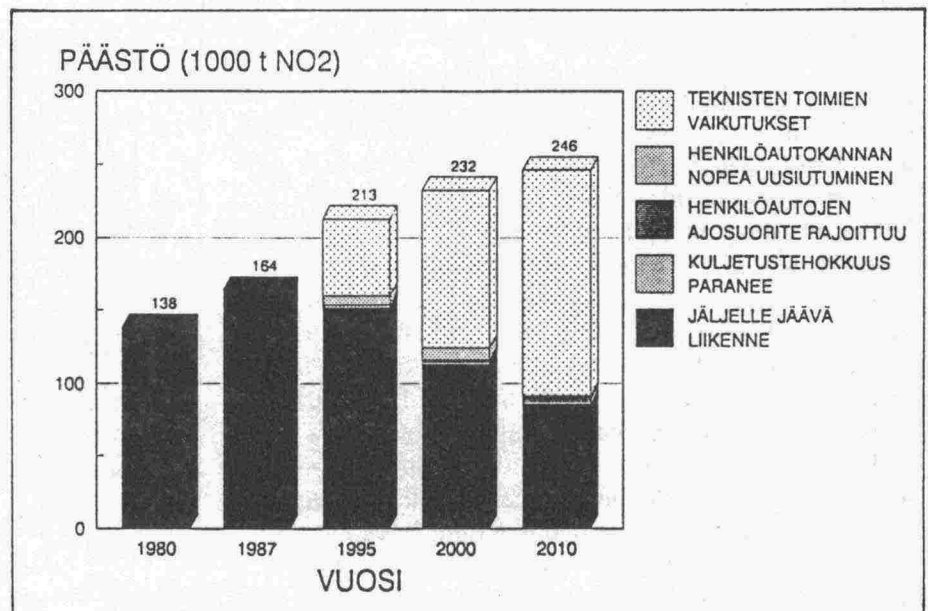
Suomi on allekirjoittanut Sofiassa 1989 typpi-pöytäkirjan, jonka mukaan typen oksidien kokonaispäästöt jäädytetään vuoteen 1994 mennessä vuoden 1987 tasolle. Suomi allekirjoitti myös Sofian julistuksen, jonka mukaan typen oksideja vähennetään 30 % vuoden 1980 tasosta vuoteen 1998 mennessä. Jos näitä tavoitteita verrataan tieliikenteen päästöennusteeseen, niin tavoitteita ei saavuteta nyt voimassa olevilla päästömääräyksillä. Typpitoimikunta pohti talvella 1989–90 keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi ja totesi, että ehdotetuilla uusilla toimilla päästöjen jäädyttäminen vuoden 1987 tasolle on mahdollista, mutta 30 % vähenemää ei saavuteta. Komitea ehdotti raskaiden ajoneuvojen ja pakettiautojen päästömääräysten tiukentamista ja jälkiasennuskatalysaattorien asentamista vanhoihin henkilöautoihin. Komitean ehdottamalla toimenpiteillä energiatuotannossa ja liikenteessä saavutetaan 15 % päästöjen vähenemä vuoteen 2000 mennessä.



Kuva 8. Tieliikenteen päästöjen kehitys vuosina 1980–2020 (Lähde: Pakokaasupäästöt erityyppisillä teillä TIEL 703605)



Kuva 9. Typen oksidien kokonaispäästöt ja teknisin keinoin saavutettavissa olevat päästöjen vähenemät eri vuosina. Liikenteen päästöjen vähenemä saavutetaan ajoneuvojen päästömääräyksiä nykyisestä tiukentamalla. Liikenteen päästöihin sisältyy tieliikenteen ohella laiva-, lento- ja rautatieliikenne sekä työkoneet. (Lähde: Typpitoimikunta 1990)



Kuva 10. Arvioidut teknisin ja rakenteellisin keinoin saavutettavissa olevat tieliikenteen typen oksidien kokonaispäästöjen vähenemät vuosina 1995–2010. (Lähde: Typpitoimikunta 1990)

2.3 PÄÄSTÖJEN LASKENTA

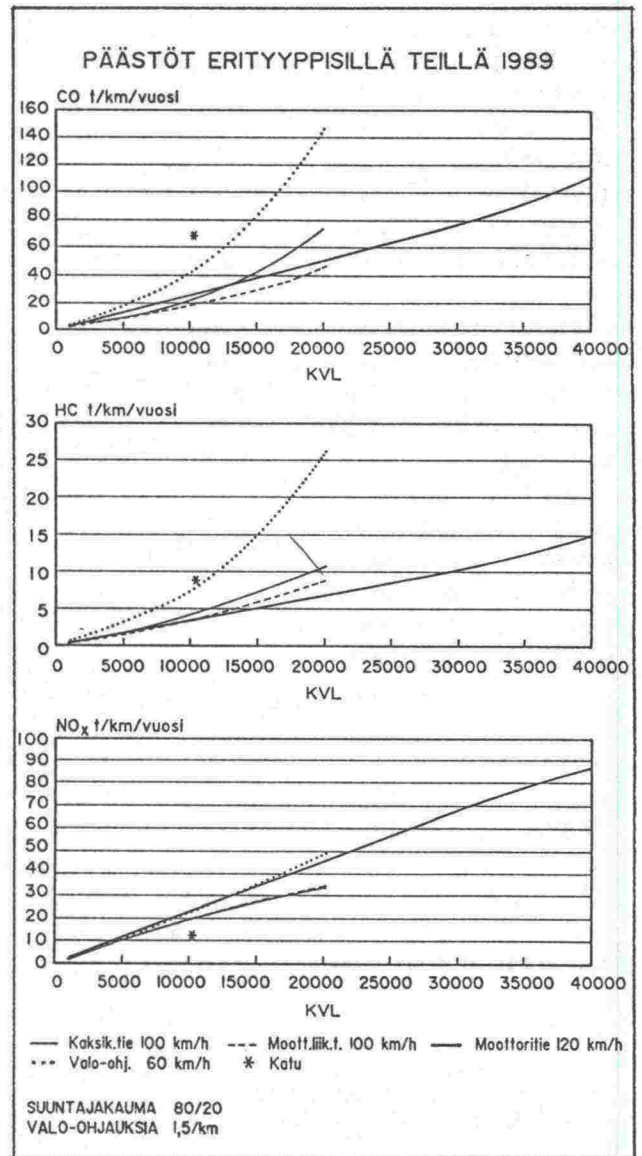
Päästöjä laskettaessa tulisi olla käytettävissä liikennesuorite ajoneuvotyypeittäin ja ajo-olosuhteiden mukaan. Päästöennusteita tehtäessä tarvitaan katalysaattoriautojen osuus liikennesuoritteesta. Tietyypin, liikennekuormituksen ja ajonopeuden mukaan valitaan päästökertoimet eri ajoneuvotyypeille. Ajoneuvojen todellisia päästöjä liikenteessä ei pystytä mittaamaan, vaan päästömittaukset tehdään laboratorio-olosuhteissa.

Autojen keskimääräiset päästökertoimet vaihtelevat eri maissa, sillä päästömääräykset ja ajonopeudet ovat erilaisia. Päästökertoimina käytetään Suomessa tehtyjen mittausten perusteella laskettuja kertoimia tai ulkomaisten mittausten perusteella Suomen olosuhteisiin sovellettuja kertoimia.

Tiekohtaisten päästöjen laskenta

Tieliikenteen päästöjä eri tyyppisillä teillä on arvioitu tien palvelutason ja ajonopeuden avulla. Tielaitos teetti syksyllä 1989 VTT:n tie- ja liikennelaboratoriossa selvityksen, jossa arvioitiin eri liikennemäärien aiheuttamia pakokaasupäästöjä kaksikaistaisella tiellä ja moottoriliikenteellä nopeuksilla 80 ja 100 km/h, moottoritieellä nopeuksilla 80, 100, 120 km/h, valo-ohjatulla väylällä nopeudella 60 km/h ja kadulla. Kadun päästöt kuvaavat kaupunkien keskustan tilannetta.

Päästöjen kannalta erityyppiset tiet poikkeavat toisistaan päästölajista riippuen. Erot ovat pieniä alhaisilla liikennemäärillä, mutta ne kasvavat selvemmiksi suurilla liikennemäärillä. Hiilimonoksidia aiheutuu eniten kadulta, seuraavaksi valo-ohjatulta väylältä, moottoritietä, kaksikaistaiselta tieltä ja moottoriliikennetieltä. Hiilivetyjä syntyy eniten kaupunkiliikenteessä, sitten valo-ohjatulla väylällä, kaksikaistaisella tiellä, moottoriliikennetieltä ja moottoritietä. Typen oksideja aiheutuu eniten valo-ohjatulta väylältä ja moottoritietä, seuraavaksi moottoriliikennetieltä, kaksikaistaiselta tieltä ja vähiten kaupunkiliikenteestä. Edellä oleva koskee moottoritietä, joilla nopeusrajoitus 120 km/h. Rajoituksen laskeminen vähentää moottoriteiden typen oksidien ja hiilimonoksidin päästöjä.



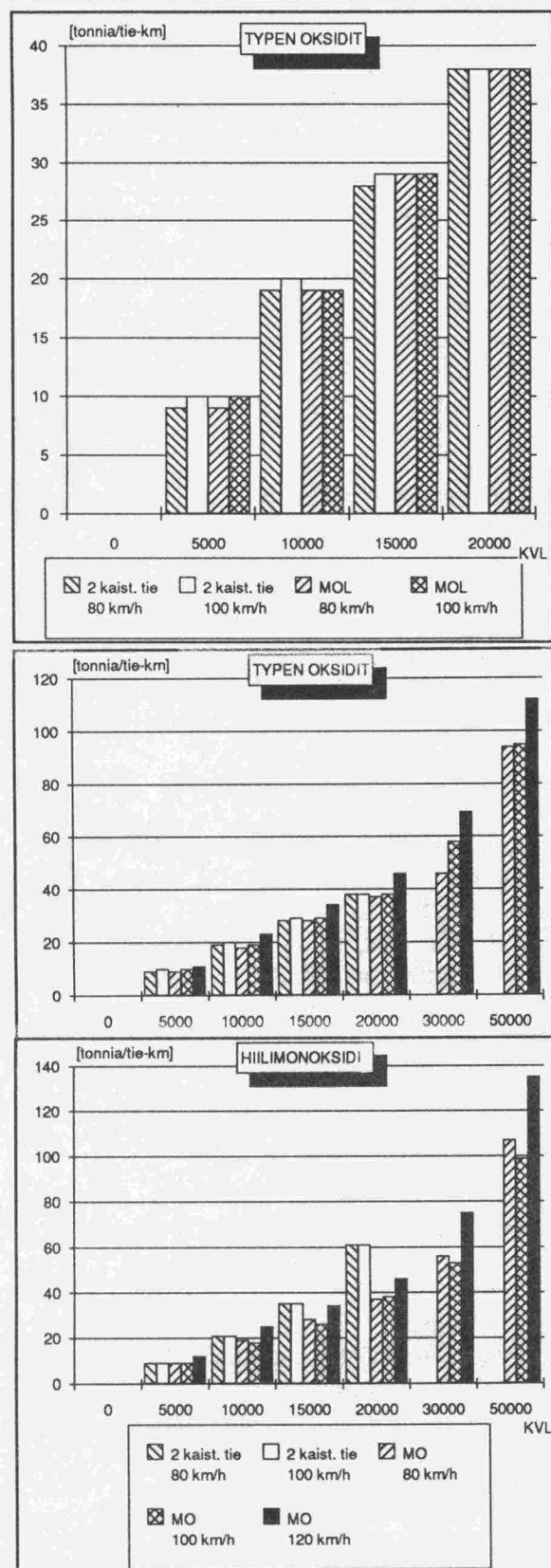
Kuva 11. Pakokaasupäästöt erityyppisillä teillä (Lähde: Pakokaasupäästöt erityyppisillä teillä TIEL 703605)

Teiden hiilivetyypäästöihin ei nopeusrajoitus vaikuta olennaisesti. Nopeusrajoitus vaikuttaa selvemmin tiekohtaisiin häkäpäästöihin. Nopeus vaikuttaa päästöjä lisäten, kun nopeusrajoitus nousee 120 km/h:iin. Nopeusrajoitusalueella 80–100 km/h päästöjä syntyy eniten kaksikaistaiselta väylältä, seuraavaksi eniten moottoriliikennetieltä ja vähiten moottoritietä. Moottoritietä 120 km/h nopeusrajoituksella ovat päästöt suurimmat liikennemäärään 13 000 ajon/vrk saakka muihin tietyypeihin verrattuna. Suuremmilla liikennemäärillä kaksikaistaiselta väylältä aiheutuu eniten päästöjä.

Nopeus vaikuttaa selvästi tiekohtaisiin typen oksidien päästöihin. Kaksikaistaisella väylällä ja moottoriliikennetiellä päästöt lisääntyvät noin 10 % nopeusrajoituksen muuttuessa 80 km/h:sta 100 km/h:iin liikennemäärien ollessa alle 17 000 ajon/vrk. Suuremmilla liikennemäärillä erot ovat pienempiä. Moottoritietä erot päästömäärissä eri nopeusrajoituksilla ovat selvemmät.

Päästötietoja käytetään päätieverkon KEHAR 2.0 arviointiohjelmistossa pakokaasupäästöjen laskemiseen. Ohjelmistoon liittyvässä käsikirjassa on esitetty pakokaasupäästömäärät (g/ajokm) eri palvelutasoilla tietyypeittäin ja lisätietoja raportista "Tieliikenteen päästöt erityyppisillä teillä". Arviot ovat alustavia ja perustuvat pääosin ajoneuvojen päästömittauksiin tasaisella ajonopeudella. Lisätietoja tarvitaan erilaisten ajotilanteiden vaikutuksesta päästömääriin. Tietojen lisääntyessä päästöarviot tullaan tarkentamaan.

KEHAR-ohjelmiston version 2.0 avulla on mahdollista laskea tiekohtaiset hiilimonoksidin, hiilivetyjen ja typen oksidien päästöt erikseen henkilöautoille ja raskaille ajoneuvoille. Ohjelmistolla voidaan laskea myös päästöjen kehittyminen tulevaisuudessa vuosina 1990 – 2010. Päästöker-toimissa on otettu huomioon katalysaattoriautojen alhaisemmat päästöt.

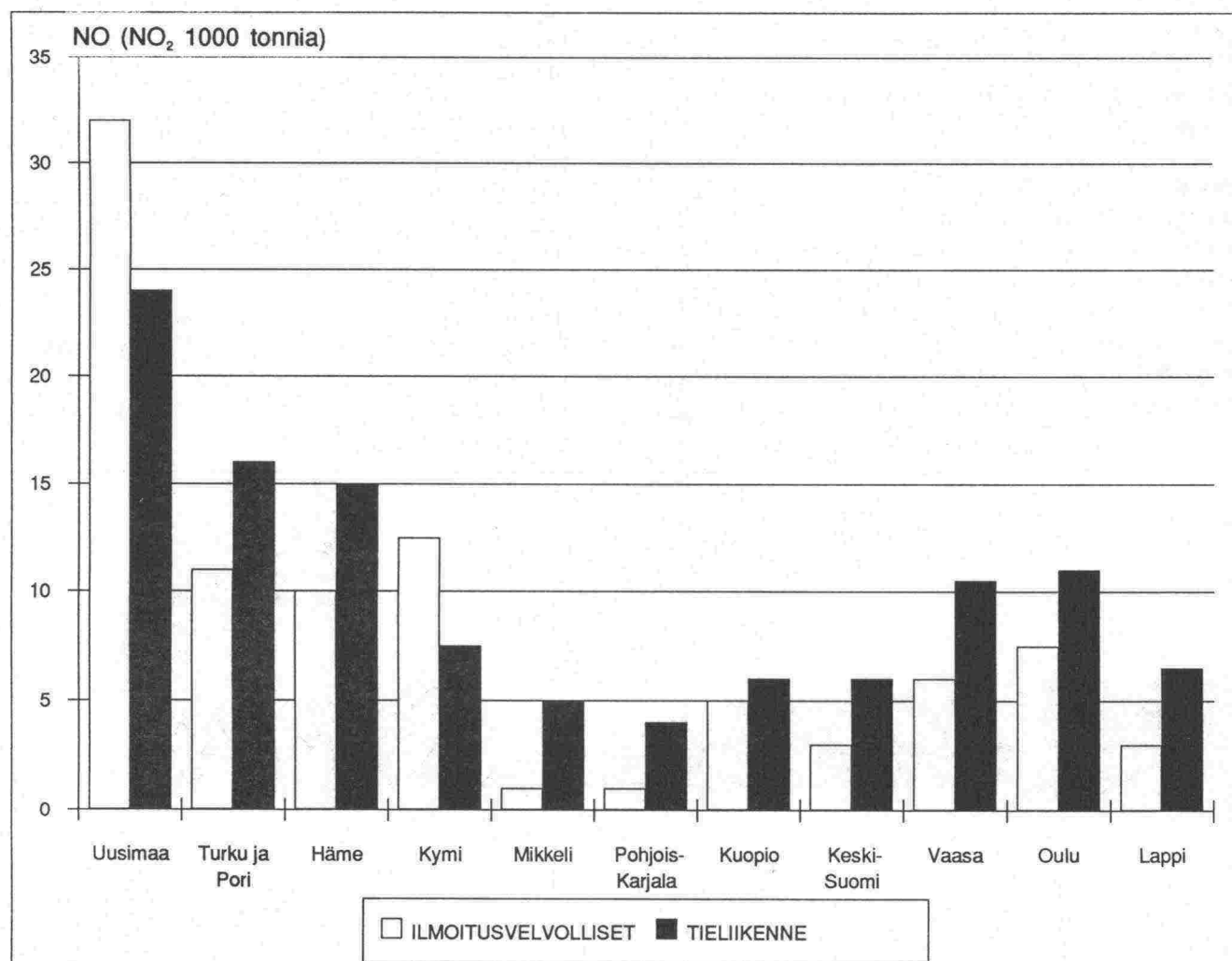


Kuva 12. KEHAR 2.0-ohjelmistolla laskettuja päästömääriä tiekilometriä kohden eri nopeusrajoitusalueilla vuonna 1989.

Alueellisten päästöjen laskenta

Tieliikenteen alueellisten päästöjen laskemiseen lääneittäin ja kunnittain on kehitetty LIISA-tietojärjestelmä. Tietojärjestelmä sisältää tiedot ajoneuvokilometreistä ja niiden jakautumisesta alueittain, tietyypeittäin, ajoneuvotyypeittäin ja vuodenajan mukaan. Lisäksi se sisältää arviot käynnistysten määrästä ja joutokäynnistä. Päästökertoimia on erikseen yleisille teille ajonopeuden mukaan ja eri tyyppisille kaduille. Järjestelmällä saadaan laskettua tällä hetkellä vuoden 1987 tieliikenteen päästöt. Syksyllä 1990 järjestelmällä voidaan laskea myös päästöjen kehitysennuste. VTT:n tie- ja liikennelaboratorio vastaa tietojärjestelmän ylläpidosta ja välittää tietoja tieliikenteen päästöistä kunnittain.

Läneittäin tieliikenteen typen oksidien päästöt olivat vuonna 1987 suurimmat Uudellamaalla (23 000 tonnia) ja pienimmät Pohjois-Karjalan läänissä (4 000 tonnia). Tieliikenne oli merkittävin typen oksidien lähde lähes kaikissa lääneissä poikkeuksena Uudenmaan ja Kymen lääni. Typen oksidien päästöjä aiheuttaa tieliikenteen ja suurien teollisuus- ja energiantuotantolaitosten lisäksi muista päästölähteistä, mutta niiden osuus kokonaispäästöistä on melko vähäinen.



Kuva 13. Typen oksidien päästöt lääneittäin vuonna 1987 ilmoitusvelvollisista laitoksista ja liikenteestä. (Lähde: Ilmansuojelu Suomessa esite 14/1989 YM)

Liikenteestä, energiantuotannosta ja teollisuudesta pääsee ilmaan epäpuhtauksia. Saasteet tulevat ilmaan eri korkeuksilta. Päästökorkeudella on merkitystä siihen, miten hyvin päästöt sekoittuvat puhtaampaan ilmaan ja miten laajalle ne leviävät. Rakennukset ja maaston vaihtelut estävät saasteiden leviämistä ja laimenemista. Sääolosuhteet ja erityisesti tuulisuus vaikuttaa päästöjen sekoittumiseen ilmaan. Matalat päästölähteet saattavat aiheuttaa päästömääräänsä nähden korkeita ilman epäpuhtauspitoisuuksia.

Valtioneuvosto on vuonna 1984 antanut eräille ilman epäpuhtauksille pitoisuuksien enimmäisarvoja, joita ei tulisi ylittää. Arvot on annettu lähinnä terveydellisin perustein. Pitoisuuksien ylittäessä enimmäisarvot saattaa niistä aiheutua terveydellistä haittaa. Viime aikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että lähinnä epäpuhtauksien yhteisvaikutuksen seurauksena hengitystiesairaudet ovat lisääntyneet ohjearvoja alhaisemmilla pitoisuuksilla.

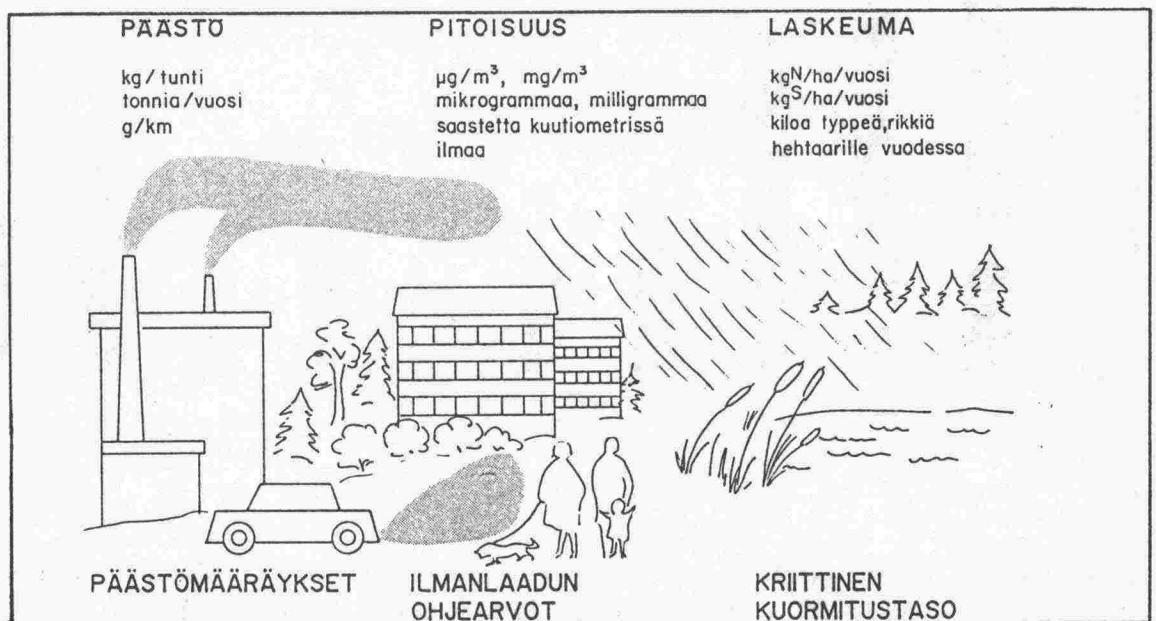
Ilman saasteet kulkeutuvat ilmakehässä ilmavirtausten mukana hyvinkin kauas päästölähteestä. Kulkeutumisen aikana yhdisteet voivat muuttua toisiksi yhdisteiksi ja synnyttää uusia yhdisteitä. Typpimonoksidi muuttuu typpidioksidiksi ja edelleen typpihapoksi. Typen oksidit ja hiilivedyt reagoivat auringon valon vaikutuksesta ja uutena yhdisteenä muodostuu alailmakehän otsonia.

Taulukko 3. Valtioneuvoston päätös (537/1984) ilman laatua koskeviksi ohjearvoiksi

Epäpuhtaus	Aika	Enimmäispitoisuus
Hiilimonoksidi	tunti	30 mg/m ³
	8 tuntia	10 mg/m ³
Typpidioksidi	tunti	300 µg/m ³
	vuorokausi	150 µg/m ³
Hiukkaset	vuorokausi	150 µg/m ³
	vuosi	60 µg/m ³
Rikkidioksidi	tunti	500 µg/m ³
	vuorokausi	200 µg/m ³
	vuosi	40 µg/m ³

Vähitellen ilmansaasteet tulevat maahan joko kuivana tai märkänä laskeumana. Sadevesi on happamoitunut rikin ja typen oksidien määrän lisääntyessä ilmassa. Laskeuma happamoittaa maaperää ja vesistöjä.

Happaman laskeuman mukana tuleva rikki- ja typpikuormitus lisää alkuvaiheessa metsän kasvua. Kasvun tehostumisen vaihe saattaa jatkua vuosia. Maaperän pH-arvon aleneminen johtaa pitkällä aikavälillä ravinteiden huuhtoutumiseen sekä liukoisten metallien aiheuttamiin kasvuhäiriöihin. Keski-Euroopan metsien kiihtyvän kasvun vaihe toteutui parin edellisen vuosikymmenen aikana, mutta nyt metsät joutuvat jo kärsimään saasteiden haittavaikutuksista enemmän kuin "hyödyistä".



Kuva 14. Ilman saasteiden olomuodot

Eri haitta-aineille pyritään löytämään ns. kriittinen kuormitustaso eli se laskeuman määrä, jonka luonto voi vahingoittumatta vastaanottaa. Näitä arvoja ei voida määrittää sellaisiksi, että niitä voitaisiin käyttää yleispätevinä sääntöinä kaikkialla. Luonnon sietokykyyn vaikuttavat maaperätekijät, ilmasto-olosuhteet sekä lajikohtaiset erot.

Rikki- ja typpilaskeuman kriittisiksi kuormiksi Pohjoismaissa on esitetty maaperän laadun mukaan 2–15 kg rikkiä/hehtaari ja 15–20 kg typpeä/hehtaari vuodessa. Etelä-Suomessa ja Lapisassa rikkilaskeuma ylittää suositukset. Rikkilaskeuma on vähentynyt 80-luvun alkupuolen tilanteesta. Rikkilaskeumasta noin kaksi kolmasosaa aiheutuu ulkomaisista päästöistä. Typpilaskeuma on Etelä-Suomessa hieman alle 10 kg N/ha. Typpilaskeumasta noin 80 % on peräisin ulkomailta. Suomen tieliikenteen typen oksidien päästöt aiheuttavat laskeumasta noin 6 %.

Ilman epäpuhtauspitoisuuksien ja laskeuman vaikutukset kohdistuvat ihmisten terveyteen, viihtyisyyteen, kasveihin, eläimiin, materiaaleihin, maaperään, vesistöihin, pohjaveteen ja ilmastoon. Vaikutusten mittakaava vaihtelee paikallisista, alueellisiin ja maapallonlaajuisiin vaikutuksiin.

Vaikutukset voivat ilmetä korkeiden lyhytaikaisten epäpuhtauspitoisuuksien aikana tai pitkäaikaisen kuormituksen seurauksena. Syntynyt haitta voi ilmetä heti eli akuutisti tai myöhemmin tietyn sietokyvyn ylityksen jälkeen.

Autojen pakokaasujen sisältämät epäpuhtaudet ovat kaikki haitallisia ihmisten terveydelle. Haitallisimpia yhdisteitä ovat syöpää aiheuttavat hiilivedyt ja hengitystiesairauksia aiheuttavat typen oksidit. Pakokaasujen haju ja liikenteen nostattama pöly vähentävät usein viihtyisyyttä. Pakokaasupäästöjen vaikutukset luontoon ja materiaaleihin aiheutuvat lähinnä typen oksideista ja hiukkasista. Hiilivedyt aiheuttavat haittoja kasvillisuuteen lähinnä otsonin välityksellä. Hiukkaset likaavat kasveja ja maaperää. Maanpinnalla otsoni on haitallista ihmiselle, eläimille ja kasveille.

Autojen pakokaasut sisältävät myös hiilidioksidia, joka ei ole haitallinen ihmisten terveydelle eikä myöskään luonnolle suoraan. Häkä muuttuu ilmassa vähitellen hiilidioksidiksi. Hiilidioksidi vaikuttaa välillisesti kasvihuoneilmaston kautta ympäristöön. Typpioksiduuli (N₂O) eli ilokaasu tohoaa yläilmakehän otsonikerrosta. Otsonikerros suojaa maapalloa auringon haitalliselta ultraviolettisäteilyltä.

Taulukko 4. Pakokaasujen vaikutuksia ympäristöön

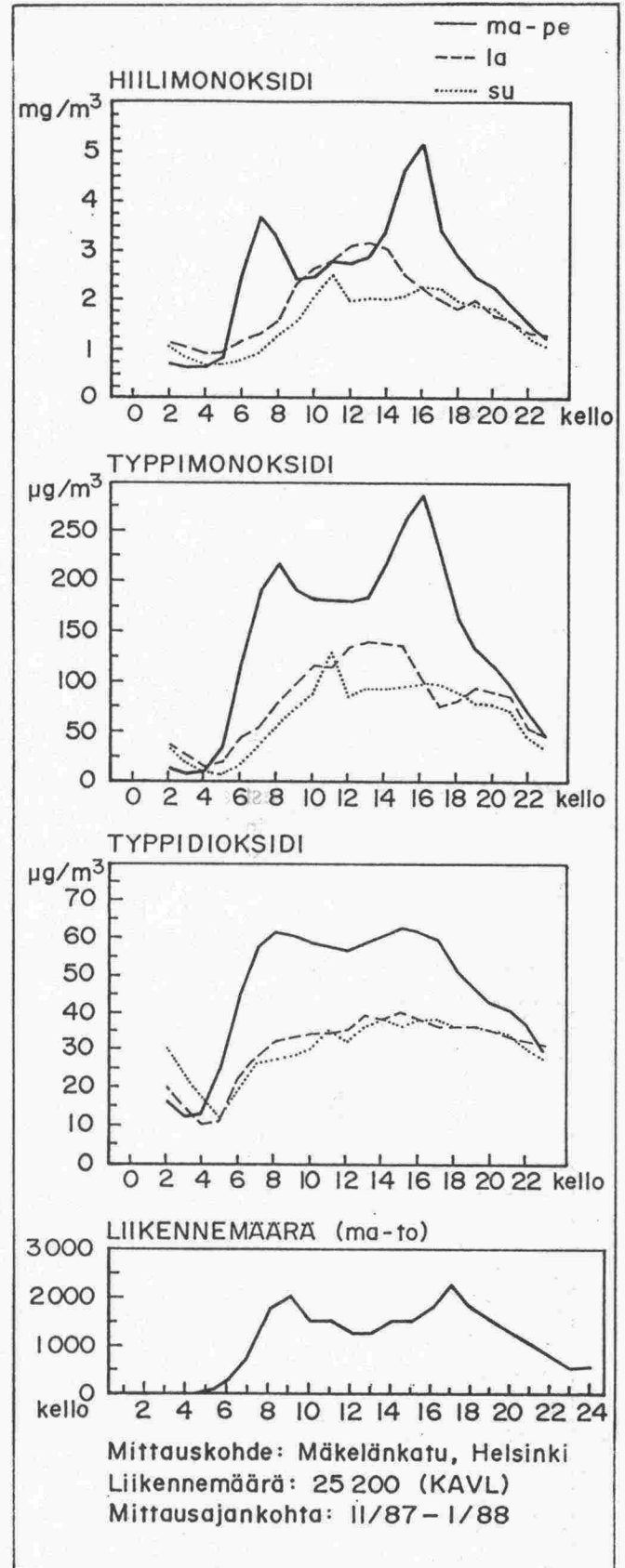
Vaikutusalue	Häkä Hiilidioksidi	Hiilivedyt (HC)	Typen oksidit (NO _x)	Hiukkaset
IHMINEN	Heikentää veren hapenkuljetuskykyä. Heikentää hämäränäköä.	Lisää syöpäriskiä. Vähentää viihtyisyyttä (hajut).	Lisää hengitysteiden infektioherkkyyttä. Aiheuttaa astmaa.	Lisää syöpäriskiä. Ärsyttää hengitysteitä. Vähentää viihtyisyyttä.
RAKENNETTU YMPÄRISTÖ, MATERIAALIT			Syövyttää materiaaleja (korroosio).	Likaa ja vaurioittaa materiaaleja.
METSÄT, RAVINTOTUOTANTO, KASVILLISUUS		Heikentää kasvien elintoimintoja. Edistää otsonin muodostumista maanpinnalla	Happamoittaa maaperää. Edistää otsonin muodostumista maanpinnalla	Heikentää kasvien elintoimintoja. Likaa maaperää.
VESISTÖ			Happamoittaa vesistöjä.	Heikentää eliöstön elinmahdollisuuksia (raskasmetallit).
LUONNON KIERTOKULKU	Hiilidioksidi edistää kasvihuoneilmiötä.	Tuhoaa yläilmakehän otsonikerrosta. Edistää kasvihuoneilmiötä	Tuhoaa yläilmakehän otsonikerrosta. Edistää kasvihuoneilmiötä	Vähentää näkyvyyttä. Lisää pilvien muodostumista.

Rikkidioksidista ja hiukkasista eli leijuvasta pölystä on mittauksia 80-luvun alkupuolelta lähtien. 80-luvun puolivälistä lähtien on mittauksia myös typen oksideista ja hiilimonoksidista. Mittaukset on tehty lähinnä kaupunkien keskustoissa. Leijuvan pölyn pitoisuudet ovat 80-luvulla ylittäneet valtioneuvoston antamat ilmanlaadun ohjearvot useilla paikkakunnilla. Helsingissä, Turussa ja Tampereella myös häkäpitoisuus on ajoittain ylittänyt ohjearvon. Mitatut typidioksidipitoisuudet ovat jääneet alle Suomen ohjearvojen.

Liikenteen osuus ilman saaste- ja hiilimonoksidipitoisuuksiin on matalan päästökorkeuden takia usein suurempi kuin päästömäärästä voidaan päätellä. Esimerkiksi Helsingissä liikenteen osuus katutasen typidioksidipitoisuuksissa on 80-luvun lopulla ollut 60-80 %, vaikka liikenteen osuus Helsingin typen oksidien kokonaispäästöistä oli noin kolmannes. Liikennemäärien huiput näkyvät selvästi mitatuissa pitoisuuksissa. Liikenteen osuus leijuvan pölyn pitoisuuksissa kaupunkien keskustoissa on myös suuri, katutasolla se on 80-90 %. Liikenteen nostattama pöly aiheuttaa suurimman osan pitoisuuksista.

Liikenteen päästöjen aiheuttamiin pitoisuuksiin vaikuttavat päästömäärät ja leviämisolosuhteet eli kuinka hyvin päästöt sekoittuvat puhtaampaan ilmaan. Avoimessa ympäristössä pitoisuudet laskevat nopeasti etäisyyden tiestä kasvaessa. Rakennetussa ympäristössä korkeat rakennukset saattavat muodostaa kuiluja, joissa päästöjen laimeneminen on vähäistä. Epäpuhtauspitoisuudet ovat korkeimmat katutasossa ja laskevat noustaessa korkeammalle. Sääolosuhteet vaikuttavat myös pitoisuuksiin. Tyynenä pakkasaamuna päästöjen laimeneminen on vähäistä.

Korkeita ilman epäpuhtauspitoisuuksia saattaa esiintyä suuremmilla alueilla ns. inversiotilanteissa. Inversiotilanne syntyy todennäköisimmin kevättalvella kirkkaana talviyönä. Ilma kerrostuu siten, että kylmempi ilma joutuu lämpimämmän ilman alapuolelle. Saasteet jäävät tämän lämpimän ilmakerroksen muodostaman katon alle lähelle maanpintaa. Auringon paisteen tai tuulen vaikutuksesta tällainen inversiotilanne laukeaa; saasteet sekoittuvat suurempaan ilmamäärään ja pitoisuudet laskevat.



Kuva 15. Epäpuhtauspitoisuuksien vaihtelu eri vuorokauden aikoina

4.1 MITTAUKSET

Ilman epäpuhtauksien mittauksilla saadaan hyvä kuva pitoisuustasosta mitatussa kohteessa. Liikenneympäristössä mittauksia on tehtävä yhdessä kohteessa vähintään kaksi kuukautta, jotta tuloksista voidaan tehdä johtopäätöksiä pitoisuustasosta kohteessa. Mittauksia tulisi tehdä myös useammassa kuin yhdessä kohteessa. Mittaustulosten arviointia varten tarvitaan tiedot liikennemäärästä, sääolosuhteista, taustapitoisuuksista ja muista päästölähteistä. Mitattavia epäpuhtauksia ovat lähinnä hiilimonoksidi, typen oksidit, hiukaset ja otsoni sekä tulevaisuudessa myös hiilivedyt.

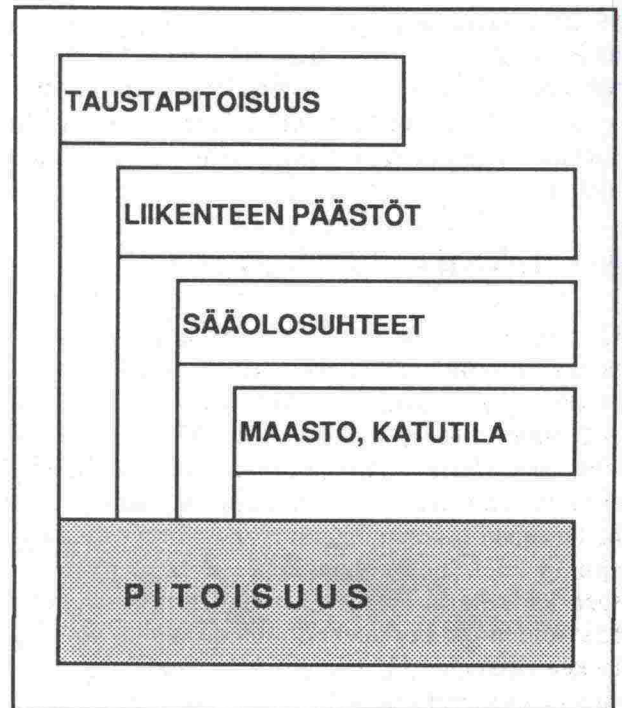
Ilmanlaadun mittauksia tehdään useimmissa suurimmissa kaupungeissa jatkuvasti. Tietoja näistä mittauksista saa paikkakuntien ympäristönsuojeluviranomaisilta. Ilmatieteen laitos mittaa taustapitoisuuksia useilla asemilla ympäri Suomea. Mittauksia tekevät tilauksesta Ilmatieteen laitos, korkeakoulut ja konsulttitoimistot.

Mittaamalla ei voida ennustaa uusien liikeneratkaisujen vaikutusta ja tämän vuoksi tarvitaan myös muita menetelmiä pitoisuuksien selvittämiseen.

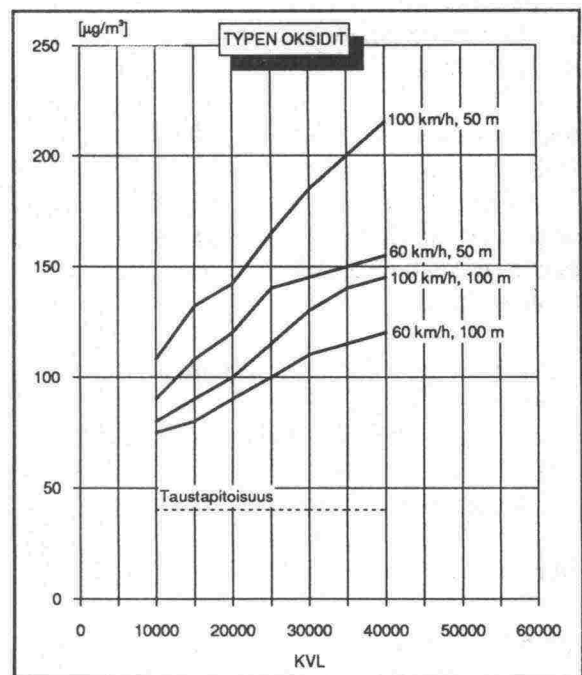
4.2 LEVIÄMISMALLIT

Leviämismalleilla voidaan laskea liikenteen pakokaasupäästöjen aiheuttamia pitoisuuksia liikenneväylien läheisyydessä noin 300 metrin etäisyydelle tien keskipisteestä. Malleilla voidaan laskea häkä- ja typpidioksidipitoisuuksia. Lähötietoina päästöjen laskemista varten malliin tarvitaan tietoja liikennemäärästä, ajoneuvojakaumasta ja ajonopeudesta tunneittain. Näiden lisäksi tarvitaan tietoja säästä ja alueen maastomuodoista. Pitoisuudet tarkastelukohteissa saadaan tunneittain.

Mallit ovat teoreettisia laskelmia ilman saasteiden leviämisestä. Epäpuhtauksien mittaamisella erilaisissa liikenneympäristössä testataan mallin antamia tuloksia ja kehitetään malleja edelleen. Leviämismalliselvityksiä tekevät Ilmatieteen laitos ja muutamat konsulttitoimistot. Ilmatieteen laitos testaa parhaillaan avoimille väylille tarkoitettua HIWAY2-leviämismallia.



Kuva 16. Ilman epäpuhtauspitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 17. Lasketut typpidioksidipitoisuudet maantiellä eri liikennemäärillä, nopeuksilla ja etäisyyksillä tiestä. (Enimmäisohjearvo $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ulkomailla on käytössä useita eri tyyppisiä leviämismalleja pitoisuuksien laskemiseksi. Käytettäessä malleja on selvitettävä, että mm. päästötiedot ja säätiedot vastaavat Suomen olosuhteita. Otettaessa uusia malleja käyttöön on syytä varmentaa mallien antamia tuloksia mittausten avulla.

4.3 LASKENTAMALLIT

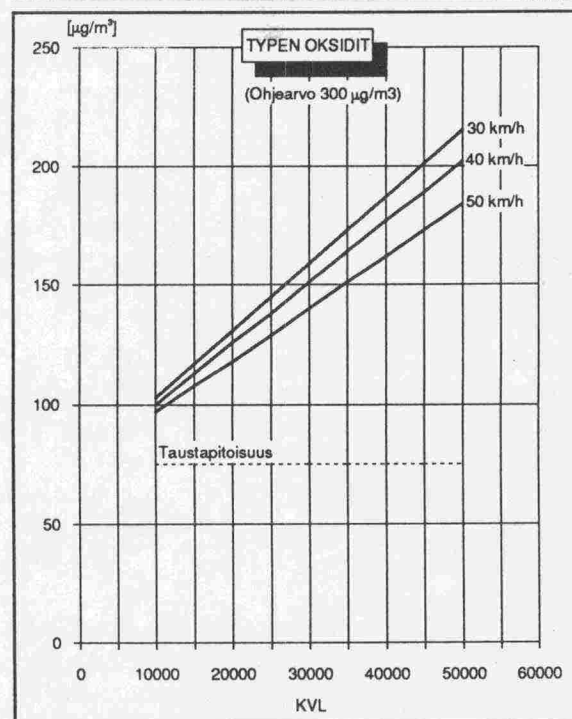
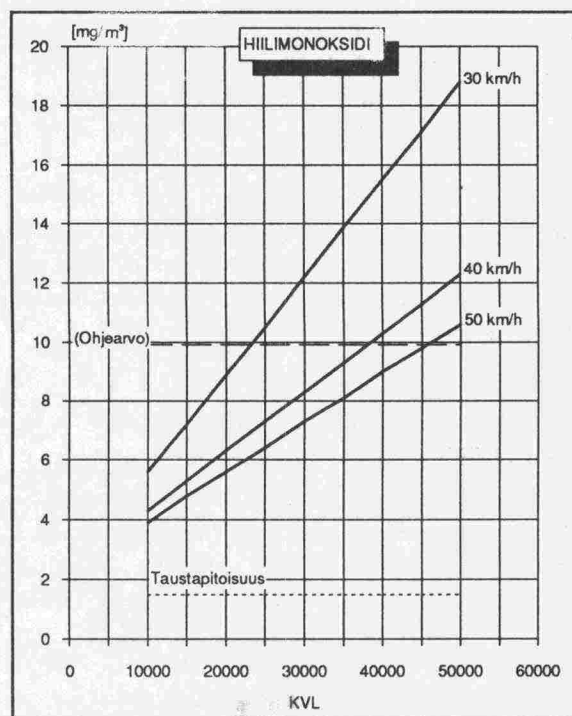
Leviämismalleista on tehty yksinkertaisempia pohjoismaisiin olosuhteisiin soveltuvia laskentamalleja, joiden avulla pyritään arviomaan lähinnä epäpuhtauspitoisuustasoa epäedullisissa sääolosuhteissa. Laskentamallit ovat helppokäyttöisiä eivätkä vaadi erityisasiantuntemusta. Lähtötietoina tarvitaan liikennemäärät ajoneuvotyypeittäin ja ajonopeudet. Laskentamalleja on kehitetty erikseen kaduille ja maanteille. Malleihin sisältyvien kaavioiden ja korjauskertoimien avulla voidaan laskea liikenteestä aiheutuvat epäpuhtauspitoisuudet ja verrata niitä ilmanlaadun ohjearvoihin.

Laskentamallilla saadut tulokset ovat karkeita arvioita. Niillä pyritään lähinnä etsimään niitä tilanteita, joissa pakokaasut aiheuttavat ongelmia. Ongelmakohteissa on tarpeen käyttää joko mitauksia tai leviämismalleja pitoisuuksien tarkempaan selvittämiseen.

Liikennemäärien aiheuttamiin typpidioksidipitoisuuksiin vaikuttaa oleellisesti ajonopeus. Kuvassa 17 on esitetty lasketut pitoisuudet maantiellä 60 km/h ja 100 km/h nopeusrajoitusalueilla. Etäisyyden tien keskipisteestä kasvaessa pitoisuudet laskevat selvästi.

Kaduilla pakokaasujen sekoittuminen ilmaan on vähäisempää. Tämän vuoksi häkäpitoisuudet nousevat korkeammaksi maantiehen verrattuna. Kuvassa 18 on esitetty häkäpitoisuus eri ajonopeuksilla. Enimmäisohjearvon ylittäviä pitoisuuksia tässä esimerkki tapauksessa saadaan, kun liikennemäärä nousee yli 25 000 ajon/vrk.

Typpidioksidipitoisuuteen kadulla vaikuttaa oleellisesti raskaiden ajoneuvojen päästöt. Alhaisilla nopeuksilla (30–50 km/h) raskaiden ajoneuvojen päästöihin vaikuttaa kuormituksen vaihtelu, joten typpidioksidipitoisuudet nousevat ajon epätasaisuuden lisääntyessä.



Kuva 18. Lasketut häkä- ja typpidioksidipitoisuudet nelikaistaisella kadulla 15 metrin etäisyydellä kadun keskijanjasta.

5. PAKOKAASUJEN JA NIIDEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI 17

Tieliikenteen päästöjen arviointiperusteina ovat päästöjen määrä, päästöjen aiheuttamat pitoisuudet ja korkeille pitoisuuksille alttiiksi joutuvien ihmisten määrä.

Päästöjen ja pitoisuuksien arvioiminen tehdään hankkeen tai liikenne- ja ratkaisu-alueen koko vaikutusalueella. Vaikutusalue ulottuu sinne, missä verkon muutos aiheuttaa liikennemäärien, liikenteen koostumuksen tai ajonopeuksien muutoksia.

Päästöjen ja pitoisuuksien arviointi tehdään nykytilanteesta sekä ennustetuilla liikennemäärillä nollavaihtoehtoissa ja eri suunnitelmavaihtoehtoissa. Nollavaihtoehtoja ovat ennusteen mukaisilla liikennemäärillä nykyinen verkko sekä nykyinen verkko, johon on tehty välttämättömät parannustoimet (0+ -vaihtoehto).

Selvitykset eri suunnitteluvaiheissa

Tieverkkosuunnitelman ja tarveselvityksen yhteydessä tarkastellaan eri vaihtoehtojen aiheuttamia kokonaispäästömääriä ja päästöjen muutoksia. Suunnittelun yhteydessä kartoitetaan karkeasti myös ongelmakohteet saastepitoisuuksien kannalta.

Taulukko 5. Arviointimenetelmiä tiesuunnittelussa

ARVIOITAVA SUURE	SOVELTUVUUS	MITTAYKSIKÖ	ARVIOINTITAPA	ARVIOITAVAT YHDISTEET	SUUNNITELMA TASO
Päästöjen määrä	Tiehanke ja sen liikenteellinen vaikutusalue Kunta, lääni, Suomi	t/vuosi t/tie-km g/ajo-km	Päästökertoimet (taulukko 2) Tietokoneohjelmat mm. KEHAR LIISA-tietojärjestelmä	Hiilimonoksidi Hiilivedyt Typen oksidit (Hiilidioksidi, hiukaset, rikkidioksidi, lyijy)	Tieverkkosuunnittelu Tarveselvitys
Pakokaasuyhdisteiden pitoisuus ilmassa	Olemassa olevan tai suunnitellun väylän lähiympäristö	mg/m ³ yg/m ³ mg	Mittaukset, laskentamallit, levimisselvitykset	Hiilimonoksidi Typpidioksidi	Yleissuunnitelma Tiesuunnitelma
Pitoisuuksille alttiina olevien ihmisten määrä	Olemassa olevan tai suunnitellun väylän lähiympäristö	Ilmanlaadun ohjearvot		Hiilimonoksidi Typpidioksidi	Yleissuunnitelma Tiesuunnitelma

Yleissuunnitelman yhteydessä tarkennetaan päästöarvioita ja arvioidaan pakokaasujen aiheuttamat pitoisuudet tien läheisyydessä. Tien linjaus vaikuttaa päästöjen leviämiseen ja mahdollisuuksiin vähentää päästöjen aiheuttamia haittoja. Yleissuunnitelman yhteydessä arvioidaan tarvittavat suojavyöhykkeet ja toimenpiteet liikenteen päästöjen haittavaikutusten vähentämiseksi.

Tiesuunnitelmassa voidaan maastomuotoilujen, kasvillisuuden ja meluseinien avulla vaikuttaa epäpuhtauspitoisuuksiin tien läheisyydessä. Kevyen liikenteen väylät ja joukkoliikenteen pysäkit tulisi sijoittaa siten, että tieliikenteen päästöjen aiheuttama kuormitus olisi mahdollisimman pieni.

Päästöt

Päästöt lasketaan liikennesuoritteiden ja päästökerroimien avulla. Päästökertoimina voi käyttää esimerkiksi taulukon 2 kertoimia (sivu 5). Päästöjen laskemiseksi on kehitetty myös ohjelmistoja. KEHAR-ohjelmistoon sisältyy päästöjen laskenta tieverkossa ja eri väyläosuuksilla. Alueellisten päästöjen laskentaan voidaan käyttää LIISA-tietojärjestelmää.

Ympäristöselvityksissä raportoidaan tiehankkeen kokonaispäästöt eri vaihtoehdoissa ja päästömäärissä tapahtuvat muutokset verrattuna nollavaihtoehtoihin. Väyläkohtaisesti päästömäärissä tapahtuvat muutokset on tarpeen esittää, jos eri päästölajeissa tapahtuu merkittäviä muutoksia; esim. typen oksidien määrä kasvaa ja hiilimonoksidipäästöt vähenevät.

Katalysaattorilla varustetun henkilöauton häkäpäästöt ovat keskimäärin 85 %, hiilivetypäästöt 80 % ja typen oksidien päästöt 70 % alhaisemmat kuin nykyisen henkilöautokannan päästöt. Katalysaattoriautojen osuus liikennesuoritteesta kasvaa nopeasti. Arvioiden mukaan katalysaattoriautojen osuus on vuonna 1990 5 %, vuonna 1995 50 % ja vuonna 2000 85 % liikennesuoritteesta. Vuoteen 2010 mennessä kaikissa henkilöautoissa on katalysaattori.

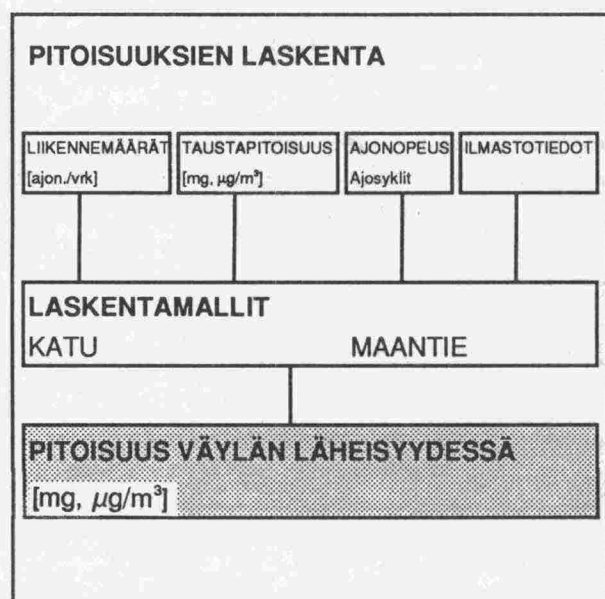
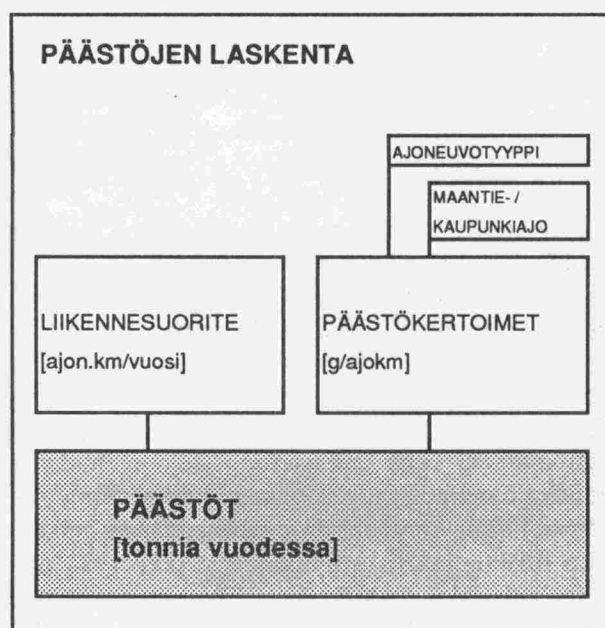
Raskaiden ajoneuvojen päästömääräyksien tiukkeneminen vähentää tulevaisuudessa niiden päästöjä, mutta vaikutusta on vielä vaikea arvioida.

Pitoisuudet

Liikenteen aiheuttamat epäpuhtauspitoisuudet aiheuttavat ongelmia kaupunkien keskustoissa ja suurimmissa taajamissa. Valtioneuvosto on antanut ilman epäpuhtauksien terveydellisten vaikutusten perusteella ohjeet (taulukko 3) hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin ja hiukkasten enimmäispitoisuuksiksi ulkoilmassa. Ohjearvot perustuvat Maailman Terveysjärjestön (WHO) suosituksiin.

Ilman epäpuhtauspitoisuuksia on tarpeen arvioida tai mitata teillä, joilla liikenenmäärä ylittää 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Pitoisuuksien arvioimiseen on mittausten lisäksi käytettävissä leviämismalleja ja niistä yksinkertaistamalla tehdyt laskentamallit.

Pitoisuuksia voidaan arvioida teiden ja katujen läheisyydessä noin 300 metrin etäisyydelle saakka. Pitoisuudet arvioidaan liikennemäärien avulla. Laskentamallit ovat erikseen kaduille ja maanteille. Laskentamallin valintaan vaikuttaa lähinnä ajonopeus ja väylän läheisyydessä olevien rakennusten määrä. Laskentamallien avulla saadaan hiilimonoksidin kahdeksan tunnin ja typpidioksidin tuntipitoisuus.



Laskettuja tai mitattuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia verrataan enimmäispitoisuuksien ohjearvoihin. Pitoisuuksien ylittäessä ohjearvot arvioidaan näille pitoisuuksille alttiina olevien ihmisten määrä sekä selvitetään mahdollisuudet laskea pitoisuuksia esimerkiksi liikenteen ohjausjärjestelyillä tai suojaustoimenpiteillä.

Ympäristöselvityksissä raportoidaan eri vaihtoehdoissa väyläkohtaisesti pitoisuudet tien välittömässä läheisyydessä ja arvio siitä, miten pitoisuudet muuttuvat etäisyyden kasvaessa. Pitoisuudet on syytä esittää, vaikka ohjearvot eivät ylityisikään. Tulosten esittäminen kartalla helpottaa vaihtoehtojen vertailua.

Vaikutukset

Liikenteen aiheuttamien päästöjen ja pitoisuuksien vaikutusta kasvillisuuteen ja vesistöihin ei nykyisillä menetelmillä pystytä arvioimaan. Tieliikenteen vaikutuksista ympäristöön saadaan tietoja tiehankkeen yhteydessä toteutetuilla ennen-jälkeen tutkimuksilla. Paimiossa, tulevan Helsinki-Turku moottoritien varrella, selvitetään kasvillisuuden kuntoa ja sen muutoksia ennen rakentamista ja sen jälkeen. Paimiossa mitataan myös ilman epäpuhtauspitoisuuksia.

Päästömäärien avulla voidaan tehdä karkeita sanallisia arvioita päästöjen vaikutuksista ympäristöön. Vertaamalla tieliikenteen päästöjä esimerkiksi alueen muihin päästölähteisiin saadaan suuruusluokka arvio päästömääristä.

Pakokaasuhaittojen aiheuttamia kustannuksia on arvoitu mm. Ruotsissa, Tanskassa ja Länsi-Saksassa. Haittojen määrä ja niille lasketut kustannukset vaihtelevat eri maissa. Näitä arvoja ei voi suoraan käyttää Suomessa, sillä mm. päästöjen aiheuttama kuormitus vaihtelee eri maissa. Selvitykset pakokaasujen ja melun aiheuttamista kustannuksista ovat käynnistyneet myös Suomessa.

Elinkeinohallitus antoi vuonna 1981 suosituksen, jolla pyritään vähentämään tieliikenteestä peräisin olevien raskasmetallien, lähinnä lyijyn kertymistä elintarvikkeisiin. Suosituksen mukaan lehtivihanneksia tai muita kasveja, joiden maanpäälliset osat on tarkoitettu ihmisen ravinnoksi tai eläinten rehuksi, ei pidä viljellä 25 metriä lähempänä tietä, jonka liikennemäärä on 3 000 - 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa eikä 50 metriä lähempänä tietä, jonka liikennemäärä on suurempi kuin 10 000 autoa vuorokaudessa. Myös luonnonvaraisten marjojen ja sienien keruuta em. vyöhykkeillä tulee välttää.

Tiesuunnittelun keinoja vähentää pakokaasujen aiheuttamia haittoja

Toimenpiteet, joilla parannetaan ilman laatua väylien läheisyydessä parantavat usein myös liikenneturvallisuutta ja melutilannetta. Suunniteltaessa toimenpiteitä tulisi näitä eri vaikutuksia tarkastella samanaikaisesti, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos.

Ajoneuvojen teknisen kehityksen seurauksena tieliikenteen päästöt vähenevät tulevaisuudessa; ongelmaksi jäänevät hiilidioksidipäästöt. Liikennemäärät lisääntyvät vielä ensi vuosituhaten alkupuolella, joten tarvitaan myös muita päästöjen vähentämiskeinoja. Liikennesuorituksen vähentäminen ja liikennevirtojen sujuvoittaminen vähentävät liikenteen päästöjä ja polttoaineen kuluusta. Suurien ajonopeuksien laskeminen vähentää päästöjä nykyisellä autokannalla, mutta katalyysaattorien yleistyessä nopeuden vaikutus vähenee.

Liikenteen ohjaus ja väylien kunnossapito

Paikallisia pakokaasu- ja pölyhaittoja voidaan vähentää ohjaamalla liikennettä sellaisille väylille, jotka sietävät kuormitusta enemmän. Hyvin tuulettuvat väljät katutilat sietävät pakokaasujen kuormitusta, sillä päästöt sekoittuvat ja laimenevat nopeasti. Raskaan liikenteen ja läpikulkuliikenteen vähentäminen huonosti tuulettuvilta taa-jamaväyliltä parantavat ilmanlaatua ja lisäävät viihtyisyyttä alueella.

Liikenteen ilmaan nostamaan pölymäärään vaikuttaa päällysteen kunto ja puhtaanapito. Hiekkoitusiekkan poisto keväisin ja väylien pesu vähentää pölyn aiheuttamia viihtyvyshaittoja.

Meluseinät ja vallit, suojavaikohyökkeet

Vallit ja meluseinät vaikuttavat pakokaasujen pölyn leviämiseen tieltä. Kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuudet heti meluseinän takana ovat olleet jonkin verran alhaisempia kuin ilman seinää. Ruotsissa tehdyt mittaukset ovat osoittaneet, että seinä aiheuttaa pölypitoisuuksiin ns. lumi-aitavaikutuksen eli pitoisuudet seinän takana ovat korkeammat.

Kasvillisuus sitoo jonkin verran pölyä ja tehostaa pakokaasujen sekoittumista ilmaan. Suojavaikohyökkeiden ja kasvillisuuden avulla voidaan vähentää esimerkiksi asuntoalueille kohdistuvaa kuormitusta. Mittaustuloksia kasvillisuuden, meluseinien ja -vallien vaikutuksesta ilman epäpuhtauspitoisuuksiin on hyvin vähän.

Ruotsissa on kehitetty vuonna 1989 yksinkertainen laskentamenetelmä häkä- ja typpidioksidipitoisuuksien laskemiseen maanteiden varrella taajamien ulkopuolella. Menetelmä perustuu amerikkalaisiin HIWAY2- ja CALINE-leviämissalleihin. Ruotsalaiseen menetelmään on tehty muutama tarkennus. Ilmatieteen laitos on tarkistanut että laskentamenetelmän ilmastovyöhykkeet ja taustapitoisuudet vastaavat Suomen olosuhteita. Autojen pakokaasumääräysten vaikutusta päästö-määriin on muutettu vastaamaan paremmin Suomen tilannetta.

Katukuilumallia ei voida käyttää avoimille maantieosuuksille, koska päästöjen laimeneminen on avoimessa ympäristössä paljon nopeampaa. Taustapitoisuudet ovat myös erilaiset. Maaseudulla otsonipitoisuus on yleensä korkeampi kuin taajamissa ja tämän vuoksi typpimonoksidi muuntuu nopeammin typpidioksidiksi kuin katukuiluissa. Maantiellä ajonopeudet ja ajotavat poikkeavat myös oleellisesti kaupunkiajasta.

Laskentamenetelmä on tarkoitettu käytettäväksi epäpuhtauspitoisuuksien yleispiirteiseen arviointiin tiesuunnittelussa ja yhdyskuntasuunnittelussa. Menetelmällä lasketaan pitoisuudet halutulla etäisyydellä tien keskipisteestä, mutta ei kuitenkaan kauempana kuin 300 metrin etäisyydellä tiestä. Tie oletetaan suoraksi ja että se sijaitsee maanpinnan tasossa.

Laskentamenetelmällä arvioidaan epäpuhtauspitoisuudet ainoastaan kaikkein epäsuotuisimmassa tuulensuunnassa ja tuulen nopeuden ollessa alhainen. Epäpuhtauspitoisuudet kuvaavat tilannetta 2-3 metriä maanpinnan yläpuolella. Pitoisuudet lasketaan erikseen kesällä ja talvella, sillä otsoni- ja taustapitoisuus vaihtelee vuodenajan mukaan. Maastoesteiden, rakennusten ja kasvillisuuden vaikutusta pitoisuuksiin ei laskentamallissa oteta huomioon.

Tarvittavat lähtötiedot

Liikenteen aiheuttamien pitoisuuksien laskemiseen tarvitaan lähtötietoina

- keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL)
- raskaan liikenteen osuus
- nopeusrajoitus
- tarkastelupisteen etäisyys tien keskipisteestä

Typpidioksidipitoisuuden mitoittavana liikennemääränä käytetään huipputunnin liikennemäärien keskiarvoa. Perusvaihtoehdossa tuntiliikennemääränä 15 % vuorokausiliikenteestä ja kahdeksan tunnin keskiarvoliiikennemääränä 10 % vuorokausiliikenteestä. Perusvaihtoehdossa raskaan liikenteen osuus on 12 %. Perusvaihtoehdon lähtötietoja voidaan korjata kertoimilla ottamalla huomioon liikenteen osuus KVL:stä mitoittavana ajanjaksona (K1) ja raskaan liikenteen osuus (K2). Korjauskertoimet on esitetty arviointilomakkeella.

Tarvittavat tausta- ja otsonipitoisuudet

Laskentamenetelmällä laskettu epäpuhtauspitoisuus muodostuu tien ja taustan aiheuttamista osuuksista. Taustapitoisuus vaihtelee mm. tarkastelu vuoden, vuodenajan, aluetyypin ja ilmaston mukaan. Taustapitoisuuteen vaikuttaa muiden teiden liikenne ja muut päästölähteet. Arviointilomakkeessa on ilmoitettu likimääräiset taustapitoisuusarvot hiilimonoksidille ja typpidioksidille. Suomi kuuluu ilmastovyöhykkeeseen 1. Jos on käytettävissä mittaustuloksia ilmanlaadusta alueella, on parempi käyttää näitä arvoja taustapitoisuutena. Otsonipitoisuutena käytetään Suomessa talvella arvoa $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kesällä $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pitoisuuksien arviointi lomakkeen käyttö

- A. Ilmoita laskentapisteen sijaintitiedot ja lähtötiedot.
- B. Aloita pitoisuuden arviointi käyttäen lähtöpisteenä tien liikennemäärää (1 000 ajoneuvoa/vrk). Piirrä pystysuora viiva sitä vuotta kohti, jota arviointi koskee. Piirrä vaakasuora viiva tien nopeusrajoitusarvoon asti. Liikennemäärän aiheuttama päästö saadaan kuvion alareunasta. Typpidioksidipäästön yksikkö on $\mu\text{g}/\text{m},\text{s}$ ja hiilimonoksidipäästön $\text{mg}/\text{m},\text{s}$. (Laatumuunnos $1\mu\text{g}/\text{m},\text{s} = 3,6 \text{ g}/\text{ajokm}$)
- C. Päästön aiheuttama pitoisuus saadaan, kun vedetään pystysuora viiva laskentapisteen ja tien keskipisteen etäisyyttä vastaavalle viivalle. Kuvion oikealta laidalta saadaan tien aiheuttama peruslisäys pitoisuuksiin. Huippu-tunnin liikenteen ja raskaan liikenteen osuuk-sien korjauskertoimilla (K_A) voidaan korjata pitoisuusarvioita.

- D. Typpimonoksidi muuntuu ilmassa vähitellen mm. otsonin vaikutuksesta typpidioksidiksi ja tämä aiheuttaa lisäyksen typpidioksidipitoisuuteen. Muutunna aiheuttama lisäys saadaan, kun jatketaan pystysuoraa viivaa alaspäin laskentapisteen etäisyyttä vastaavalle käyrälle. Saatua arvoa voidaan korjata (K_B) otsonipitoisuuden aiheuttamalla muutoksella. Otsonipitoisuutena Suomessa käytetään kesällä $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja talvella $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jos on käytettävissä mittaustuloksia, voi myös käyttää niitä. Muutunnasta ei aiheudu lisäystä hiilimonoksidille.
- E. Taustapitoisuus saadaan likimäärin arviointivuoden, aluetypin ja ilmastovyöhykkeen avulla. Suomi kuuluu ilmastovyöhykkeeseen yksi.
- F. Peruslisäyksen, muutunna aiheuttaman lisäyksen ja taustapitoisuuden summana saadaan laskentapisteen typpidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuus. Hiilimonoksidipitoisuus pitää kertoa luvulla 1,4, jotta se olisi verrannollinen ilmanlaadun ohjearvoon.

Maanteiden HIILIMONOKSIDIPITOISUUKSIEN (CO) arviointilomake

Tie valtatie 0
Arviointipiste 138
Päiväys 31.5.30 Asteikotus K2

Liikennemäärä 1000 ajoneuvoa/vrk
Arviointivuosi 2020
Nopeusrajoitus 100 km/h

Päästön arviointi
CO-päästö $\mu\text{g}/\text{m},\text{s}$

Lähtötiedot
• Liikennemäärä (KVL) ajon/vrk 15000
• Arviointivuosi 1380
• Vuodenako kesä talvi
• Nopeusrajoitus 100 km/h
• Etäisyys tien keskipohdasta 20 m

Korjauskertoimet
Tuntiliikenne suhteeseen luvun k:KVL:10
% 5 10 15 20
 K_1 0.5 1.0 1.5 2.0
Raskaan liikenteen osuus
% 10 12 15 20
 K_2 1.0 1.0 1.0 0.9
 $K_A = K_1 \times K_2 = 1 \times 1$

Pitoisuuden arviointi (mg/m³)
Etäisyys tien keskipohdasta

Arvioidut CO-pitoisuudet
Tien peruslisäys $0,5 \times 1 = 0,5$
Nomogrammin mukainen kääntöarvo KA

Taustapitoisuus (mg/m³)
Arviointivuosi 2020 Asteikotus K2
Ilmastovyöhyke 2

Taustapitoisuus 0,6
Osuuksien summa x 1,4

ARVIoitu 8 TUNNIN CO-PITOISUUS mg/m³
OHJEARVO 10
Lopputulokset 1,5

Maanteiden TYPPIOKSIDIPITOISUUKSIEN (NO₂) arviointilomake

Tie valtatie 0
Arviointipiste 138
Päiväys 31.5.30 Asteikotus K2

Liikennemäärä 1000 ajoneuvoa/vrk
Arviointivuosi 2020
Nopeusrajoitus 100 km/h

Päästön arviointi
NO_x-päästö $\mu\text{g}/\text{m},\text{s}$

Lähtötiedot
• Liikennemäärä (KVL) ajon/vrk 15000
• Arviointivuosi 1380
• Vuodenako kesä talvi
• Nopeusrajoitus 100 km/h
• Etäisyys tien keskipohdasta 20 m

Korjauskertoimet
Tuntiliikenne suhteeseen luvun k:KVL:10
% 10 15 20 25
 K_1 0.7 1.0 1.3 1.5
Raskaan liikenteen osuus
% 10 12 15 20
 K_2 0.9 1.0 1.1 1.3
 $K_A = K_1 \times K_2 =$

Pitoisuuden arviointi (µg/m³)
Tien peruslisäys
Etäisyys tien keskipohdasta

Arvioidut NO₂-pitoisuudet
Tien peruslisäys $50 \times 0,77 = 38,5$
Nomogrammin mukainen kääntöarvo KA

Muutunna aiheuttama lisäys
Etäisyys tien keskipohdasta
Otsonipitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 $K_B = K_A \times K_3 =$

Muutunna aiheuttama lisäys $42 \times 0,77 = 32,3$
Nomogrammin mukainen kääntöarvo KB

Otsonipitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Lähtöarvo)
kesä 60, talvi 60

NO₂:n taustapitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Arviointivuosi 2020 Asteikotus K2
Ilmastovyöhyke 2

Taustapitoisuus 30

ARVIoitu NO₂-TUNTIPITOISUUS $\mu\text{g}/\text{m}^3$
OHJEARVO 300
Lopputulokset 707

7. PITOISUUKSIEN LASKENTA KADULLA

1980-luvun alkupuolella valmistui pohjoismaise-
na yhteistyönä kehitetty laskentamenetelmä hiili-
monoksidi- ja typpidioksidipitoisuuksien arvioi-
miseen katujen varsilla. Menetelmällä kartoite-
taan lähinnä ne alueet, joilla pakokaasujen aihe-
uttamia haittoja saattaa esiintyä. Menetelmällä
voidaan laskea pitoisuuksia ulkona

- vaakasuorilla kaduilla (≤ 2% pit.kalt.)
- korttelin keskellä (> 25 m liittymästä)
- kolme metriä maanpinnan yläpuolella
- 1-2 metrin päässä julkisivusta.

Lasketut pitoisuudet edustavat hiilimonoksidin
kahdeksan tunnin keskiarvon ja typpidioksidin
yhden tunnin tasoa, jonka 99 % havainnoista
alittaa vuoden aikana (eli noin 90 kertaa havaittu
tuntipitoisuus on tämän arvon yli yhden vuoden
aikana). Laskentamenetelmällä saatu hiilimonok-
sidipitoisuus pitää kertoa luvulla 1,4, jotta pitoi-
suus olisi verrannollinen Suomen ilmanlaadun
ohjearvoihin. Typpidioksidipitoisuus on suoraan
ohjearvoon verrannollinen. Ilmanlaadun ohjeissa
hiilimonoksidin kahdeksan tunnin enimmäispitoi-
suus on 10 mg/m³ ja typpidioksidin yhden tunnin
enimmäispitoisuus 300 µg/m³.

KATUJEN HÄKÄ- JA TYPPIDIOKSIDIPITOISUUKSIEN ARVIOINTILOMAKE

LÄHTÖTIEDOT

Lasketusaste/katu
Sisaon tulokatu
nelihaarainen
 Laskentavuosi 1990
 Vuodenaika *talvi*
 Lämp. 0 °C

A

Katuleikkaukset ja liikennevirrat

Liikennemäärä 25000 ajon./d
 Mitoitettava tunti ap ip
 Liikenteen osuus
 mitoitettavana tontina

B

Suuntajakautus
 Osuus bens. ha 0,6 0,4
 diesel ha 0,06 0,04
 kuorma-autot 0,03 0,03
 rekka- ja linja-autot 0,07 0,07
 Keskinopeus km/h (ruuhka-aika) 40 40
 Kytämää käyttävien osuus % 25 25

Ajotilanteiden osuus - jarrutukset
 - kiinnitykset
 Liikennevirran etäisyys laskenta-
 pisteeseen m 6 16

PÄÄSTÖJEN LASKEMINEN

LIIKENNEVIRTA T1		HIILIMONOKSIDI (CO)						TYPPIDIOKSIDI (NO ₂)								
Ajo- neuvo- laji	Liiken- nemäärä ajon/h	Lähtö- arvo	Las- ken- ta- vuosi- kauma	Kor- jau- s- kerr- ro- k- kauma	Kes- ki- lämp- no- peus	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn- li	Ajo- mal- käyn- li	Laskettu CO- päästö mg/m.s	Lähtö- arvo	NO ₂ NO _x	Kor- jau- s- kerr- ro- k- kauma	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn- li	Las- ken- ta- vuosi- kauma	Laskettu NO ₂ päästö µg/m.s
dha	1260	0.0062	1	1	0,6	1	1	1	4,69	0.24	0,1	1	1	1	1	93,3
dha	30	0.0010	-	1	0,6	-	1	1	0,05	0.20	0,1	1	1,0	1	-	1,8
ka	45	0.0005	-	1	1,0	-	1	1	0,02	0.60	0,1	1	1,0	1	-	2,7
ra-1a	105	0.0013	-	1	0,9	-	1	1	0,12	5.50	0,1	1	0,8	1	-	26,2
Liikennevirta T1 CO-päästö									4,88	NO ₂ -päästö						84,0

LIIKENNEVIRTA T2		HIILIMONOKSIDI (CO)						TYPPIDIOKSIDI (NO ₂)								
Ajo- neuvo- laji	Liiken- nemäärä ajon/h	Lähtö- arvo	Las- ken- ta- vuosi- kauma	Kor- jau- s- kerr- ro- k- kauma	Kes- ki- lämp- no- peus	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn- li	Ajo- mal- käyn- li	Laskettu CO- päästö mg/m.s	Lähtö- arvo	NO ₂ NO _x	Kor- jau- s- kerr- ro- k- kauma	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn- li	Las- ken- ta- vuosi- kauma	Laskettu NO ₂ päästö µg/m.s
dha	840	0.0062	1	1	0,6	1	1	1	3,12	0.24	0,1	1	1,1	1	1	22,2
dha	60	0.0010	-	1	0,6	-	1	1	0,04	0.20	0,1	1	1,0	1	-	1,2
ka	30	0.0005	-	1	1,0	-	1	1	0,01	0.60	0,1	1	1,0	1	-	1,8
ra-1a	70	0.0013	-	1	0,9	-	1	1	0,08	5.50	0,1	1	0,8	1	-	30,8
Liikennevirta T2 CO-päästö									3,20	NO ₂ -päästö						56,0

Tuuli- vyöhy- ke	Paikkakun- nan koko 1000 as.	Kadun sijainti kanta- kaup- kaup.	HIILIMONOKSIDI mg/m ³ Lähtö- arvo	HIILIMONOKSIDI mg/m ³ Lähtö- arvo	TYPPIDIOKSIDI µg/m ³ Lähtö- arvo	TYPPIDIOKSIDI µg/m ³ Lähtö- arvo
1	200	X	1,5	1	45	75

TAUSTAPITOISUUDEN ARVIOINTI

Huomautuksia:

Lasketmat tonty: 31.519. *lyyk*

PITOISUUDEN ARVIOINTI

Osa- osuus	Ilman epäpuhtaus pitoisuus lasken- tapistä
	Hiilimo- noksi- di 8h
	Typpi- di- oksi- di 1h
	mg/m ³ µg/m ³
T1	3,6 85
T2	1,1 25
Tausta	1,5 75
Osasuukien summa 1,4x 6,2 1,0x 185	
LOPPUTULOS	8,7 185
OHJEARVO	10 300

Lähtötiedot

A. Ilmoita laskentapisteen sijaintitiedot ja arviointiajankohta. Piirrä kadun poikkileikkaus mittoineen ja määrittele liikennevirrat (T1 ja T2). Etäisyydellä laskentapisteeseen tarkoitetaan liikennevirran keskipisteen etäisyyttä laskentapisteeseen. Laskentapiste sijaitsee sillä puolella katua, jolla liikennemäärä mitoittavana tuntina on suurempi. Laskentapisteenä käytetään usein pistettä, joka sijaitsee mahdollisen jalkakäytävän keskellä ja 1–2 metriä rakennusten ulkoseinästä.

B. Liikennemäärä vaikuttaa ratkaisevasti pakokaasupäästöihin. Lähtöarvona käytetään yleensä huipputunnin liikennemäärää. Tavallisesti tämä on iltapäivän ruuhkatunti.

Laskelmat suoritetaan erikseen kummallekin liikennevirralle. Jos ei ole käytettävissä laskentaan perustuvia tietoja, voidaan käyttää eri tyyppisille kaduille liitteessä 1 annettuja lähtöarvoja. Nämä tiedot antavat kohtuullisen hyvän perustan pitoisuuksien arviomiselle. Ajoneuvotyypit on jaettu neljään ryhmään: besiiinikäyttöiset henkilöautot ja pakettiautot, dieselkäyttöiset henkilö- ja pakettiautot, kuorma-autot sekä linja-autot ja raskaat ajoneuvot.

Keskinopeus tarkoittaa liikennevirran keskinopeutta laskentapisteen kohdalla huipputunnin aikana. Jos nopeustietoja ei ole käytettävissä voidaan käyttää liitteessä 1 esitettyjä nopeuksia eri tyyppisille kaduille.

Kylmänä käyville ajoneuvoilla tarkoitetaan niitä bensiinikäyttöisiä henkilöautoja, joilla on ajettu alle 6 minuuttia kylmäkäynnistyksen jälkeen.

C. Tuntiliikennemäärä lasketaan virroitain ja ajoneuvolajeittain mitoittavana tuntina. Liikennemäärät saadaan kertomalla keskivuorokausiliikenne (KVL) mitoittavan tunnin osuudella, ottaen huomioon suuntajakauma ja ajoneuvotyypit. Liikennemäärän yksikkönä on ajoneuvoa tunnissa.

Laskettu hiilimonoksidipitoisuus vastaa pitoisuuden keskiarvoa kahdeksan tunnin aikana. Liikennemääränä käytetään kahdeksan tunnin liikennemäärien keskiarvoa ja sen osuudeksi KVL:stä on perustapauksessa oletettu 10%. Liitteessä 2. olevilla liikenteen tuntivaihtelun korjauskertoimilla voidaan tehdä osuuteen muutoksia. Typpidioksidille vastaavanlaista korjausta ei tarvitse tehdä, koska pitoisuutta arvioidaan tuntitasolla. Huipputunnin osuudeksi KVL:stä on oletettu 15 %.

D. Lähtöarvot päästöille vastaavat tällä hetkellä käytössä olevien ajoneuvojen päästöjä keskinopeudella 30 km/h. Lähtöarvoissa ulkolämpötilana on käytetty 0° C ja kylmäkäynnistettyjen henkilöautojen osuutena 25 %. Korjauskertoimet nopeudelle, lämpötilalle ja kylmäkäynnistykseksi on esitetty liitteessä 2. Hiilimonoksidin ja typpidioksidipäästön lähtöarvo vastaa yhden ajoneuvon päästöä ja laatu on hiilimonoksidille mg/m, s, ajon/h ja typpidioksidille µg/m, s, ajon/h. Lähtöarvo muutetaan ajokilometriä vastaavaksi laatumuunnoksella 1 µg/m, s, ajon/h = 3,6 g/ajokm.

Ajoneuvojen typen oksidien päästöt sisältävät pääasiassa typpimonoksidia, joka ilmassa muuttuu typpidioksisiksi. Typpidioksidin osuus (NO₂/NO_x) typen oksidien kokonaisuudesta on kaduilla 10 %. Typen oksidien muuntumisaste perustuu ulkoilmassa tehtyihin mittauksiin.

Pakokaasumääräysten vaikutus päästöihin tulevaisuudessa on otettava huomioon ja korjauskertoimet on esitetty liitteessä 2 laskentavuoden mukaan.

E. Pakokaasupäästö kullekin ajoneuvoryhmälle liikennevirroitain saadaan kertomalla mitoittavan tunnin liikennemäärä pakokaasupäästön lähtöarvolla ja korjauskertoimilla. Pakokaasupäästön yksiköksi saadaan hiilimonoksidille mg/m, s ja typpidioksidille µg/m, s. Liikennevirran kokonaispäästö saadaan eri ajoneuvoryhmien päästöjen summana.

Taustapitoisuuden arviointi

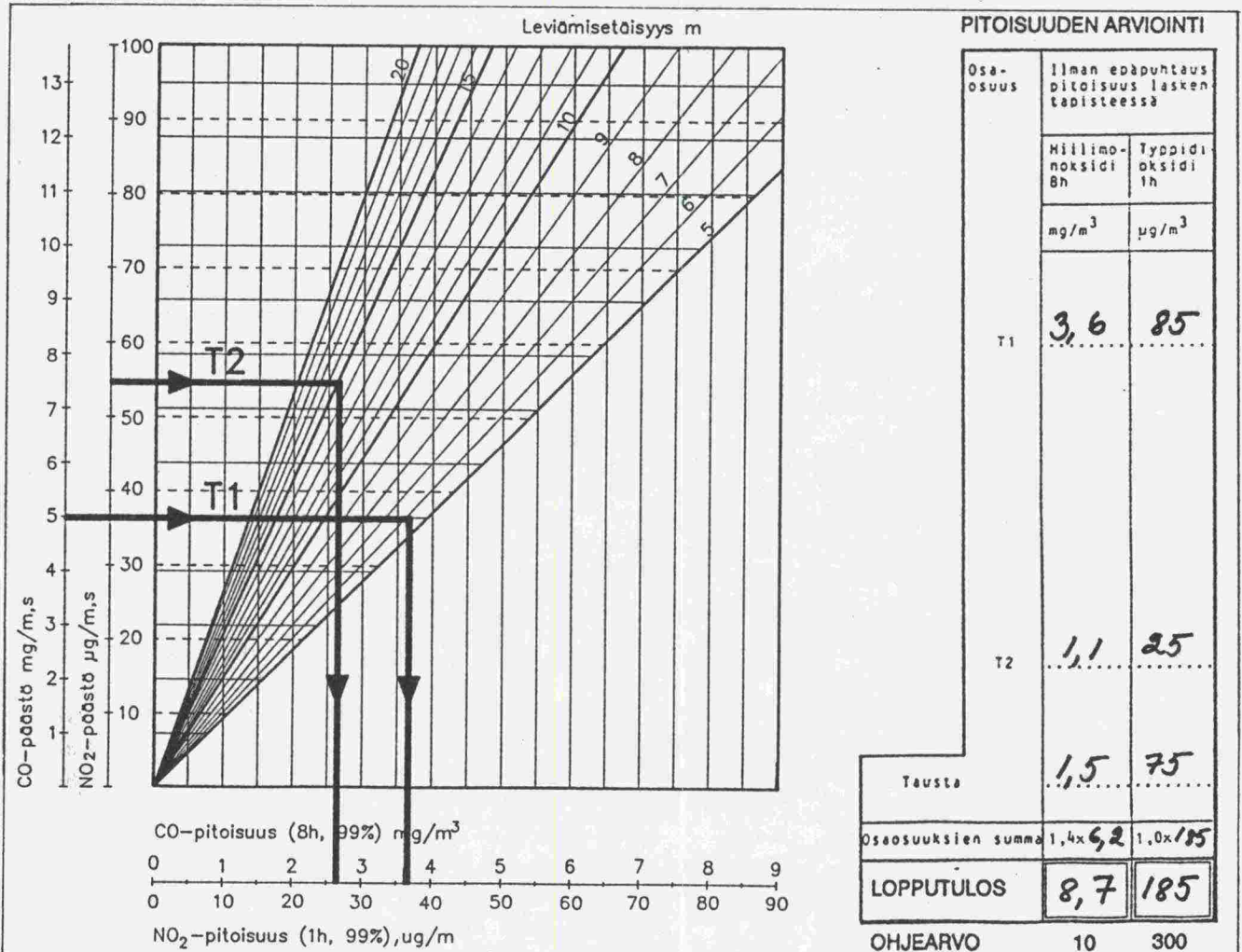
Taustapitoisuus on se hiilimonoksidin ja typpidioksidin pitoisuus laskentapisteessä, joka siinä olisi vaikka kadulla ei olisi liikennettä lainkaan. Liitteessä 3 on esitetty eri tyyppisille alueille taustapitoisuuden lähtöarvot ja laskentavuodesta johtuvat korjauskertoimet pitoisuuksille. Taustapitoisuutena voidaan käyttää myös alueella tehtyjen mittausten perusteella saatuja arvoja.

Pitoisuuden arviointi

Liikennevirran pakokaasupäästön aiheuttama pitoisuus laskentapisteessä saadaan leviämismogrammin avulla. Lähtöarvona käytetään liikennevirran häkä- ja typpidioksidipäästöä ja liikennevirran keskipisteen etäisyyttä laskentapisteeseen. Jos etäisyys on pienempi kuin 5 metriä käytetään etäisyytenä 5 metriä. Etäisyyden ollessa yli 20 metriä mallia ei voi käyttää pitoisuuksien laskemiseen.

Liitteessä 4 olevan leviämismogrammin avulla arvioidaan liikennevirran T1 ja T2 aiheuttama pitoisuus halutulla leviämisetäisyydellä. Laskettu tulos vastaa 99 %:n arvoa ja se saadaan liikennevirtojen ja taustan aiheuttamien pitoisuuksien summana. Lasketun pitoisuuden ylittäviä pitoisuuksia havaitaan 1 % havaintoajasta eli vuodessa 80–90 tuntina.

Laskettu häkäpitoisuus on ohjearvoon verrannollinen, kun se kerrotaan arvolla 1,4. Typpidioksidipitoisuus on suoraan ohjearvoon verrannollinen.



Laurikko-Nylund-Sipilä: Automotive exhaust emissions at low ambient temperature; Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT tutkimuksia 496, Espoo 1987 ISSN 0358-5077

Nylund-Kytö-Koponen-Leppämäki: Bensiiniautojen pakokaasupäästöjen määrät, puhdistus, mittaaminen ja päästörajat; Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 463, Espoo 1985 ISSN 0358-5085

Nordisk Ministerråd: Critical Loads for Nitrogen and Sulphur; Miljö rapport 1986:11

Laurikko: Dieselmootoriautojen pakokaasupäästöt, mittaaminen, rajoitukset ja puhdistustekniikka; Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 712, Espoo 1987 ISSN 0358-5085

Sjödín-Ahlfors-Skärby-Grennfelt: Effekter av bilavgaser nära vägar; Naturvårdsverket Institutet för vatten och luftvårdsforskning Rapport 3401, Göteborg 1987 ISSN 0282-7298

Vägverket: 16. Effektkatalog, Väg- och gatuinvesteringar; Serviceavdelning planering och projektering 1989-02 Publ 1989:16

Naturvårdsverket: Förenklad modell för beräkning av avgashalter vid landsbygdsvägar; SNV/VBB April 1989

Egebäck Karl-Erik: Hastighet föroreningsutsläpp, bensindrivna bilar; Naturvårdsverket Rapport 3276, Stockholm 1987 ISSN 0282-7298

Mroueh-Laukkanen: Ilmanlaadun ohjeavot ja normit muissa maissa; Ympäristöministeriö ympäristönsuojeluosasto, Sarja D 35/1987 ISSN 0783-2826

Aulio Kai: Ilman saastuminen ja ilmastomuutokset: Kasvihuoneilmiö, Happosateet, Säteilypäästöt ja otsonikato; Ympäristöliike Turku 1989, ISBN 952-90-1502-X

Ympäristöministeriö Ympäristönsuojeluosasto: Ilmansuojelu Suomessa; Esite 14/1989

Teknillisten tieteiden akatemia: Kasvihuoneilmiö, Ilmastomuutos ja Suomi; Jyväskylä 1990 ISBN 951-666-302-8

Tiehallitus kehittämiskeskus: KEHAR 2.0 käyttäjän käsikirja; Helsinki 1990 TIEL 703603

Valtion teknillinen tutkimuskeskus Tie- ja liikennelaboratorio: Kuntien tieliikenteen pakokaasupäästöt 1987, Tietojärjestelmä LIISA:n laskentatulosteet; Tutkimusselostus 762, Espoo 1999

Tie- ja vesirakennushallitus, Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy: Laskeuma-tutkimus tieliikenteen vaikutusalueella 1981-1982; TVH 741927 Helsinki 1983 ISBN-951-46-5588-5

Helsingin kaupunginkanslia ympäristönsuojelutoimisto: Liikenteen aiheuttamat ilman epäpuhtaudet - Laskentamenetelmän tarkentaminen Helsingissä 1989, Helsingin kaupungin ympäristönsuojelulautakunta julkaisu 3/1989, Helsinki 1989 ISSN 0783-9111

Laurikko: Liikenteen CO₂ - päästöt; Tutkimusselostus POV02710/90

Natursvårdsverket: Miljövänligare trafik, Hur då?; Naturvårdsverket informerar 1988, Stockholm 1989 ISBN 91-620-1052-2

Norsk institutt for luftforskning: Nordisk Beregningsmetode for bilavgasser, Sluttrapport 1984 Nordisk ministerråd prosjekt 180.21-2.6; NILU OR 56/84 ISBN 82-7247-528-6

Sjöberg-Lindskog-Rosen-Sundstöm: N₂O-emission från motorfordon; Transportforskningsberedningen, TFB-meddelande nr 75 januari 1986 ISSN 0283-9105

Tiehallitus kehittämiskeskus: Pakokaasupäästöt eri tyyppisillä teillä; TIEL 703605, Helsinki 1990 ISBN 951-47-2707-X

Tiehallitus kehittämiskeskus: Pakokaasupäästöjen ja melun arvottaminen tie suunnittelussa, Esiselvitys; TIEH/Skk 1990

Mäkelä-Kanner-Himanen-Alppivuori: Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskennan tietojärjestelmä LIISA; Valtion teknillinen tutkimuskeskus Tie ja Liikennelaboratorio Tutkimusselostus 759, Espoo 1989

Liikenneministeriö: Tieliikenteen ympäristöhaittojen arviointi rahassa; Liikenneministeriön julkaisuja 29/88, Helsinki 1988 ISSN 0783-2680

Typenoksidien päästöjen vähentämiskomitean mietintö; Komiteamietintö 1990:11

LAIT JA OHJEET

Ilmansuojelulaki (67/82)

Ilmansuojeluasetus (716/82)

Valtioneuvoston päätös ilman laatua koskevista ohjeista (537/84)

Valtioneuvoston päätös moottoribensiinin lyijy- ja bentseenipitoisuudesta (1025/1988)

Tieliikennelaki (267/81)

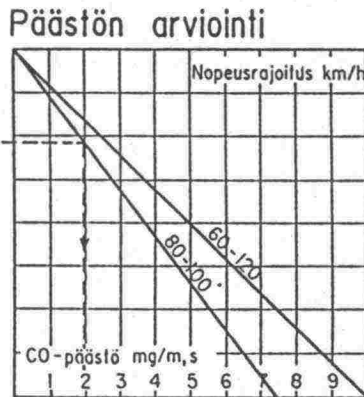
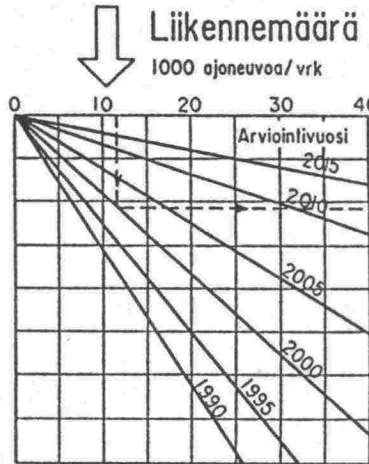
Ajoneuvoasetus (912/1989, 245/1990)

Ympäristöministeriö: Ohjeet ilmanlaadun mittaamisesta ja mittaustulosten vertaamisesta ohjearvoihin; YM ympäristönsuojeluoasato Sarja B 7/1986

Ympäristöministeriö: Ohjeet ilmanlaadun seurannasta; YM ympäristönsuojeluoasato Sarja B /1990

Maanteiden
HIILIMONOKSIDIPITOISUUKSIEN (CO)
arviointilomake

Tie _____
Arviointipiste _____
Päiväys _____ Allekirjoitus _____



Lähtötiedot

- Liikennemäärä(KVL) _____ ajon./vrk
- Arviointivuosi _____
- Vuodenaika kesä talvi
- Nopeusrajoitus _____ km/h
- Etäisyys tien keskikohdasta _____ m

Korjaustiedot

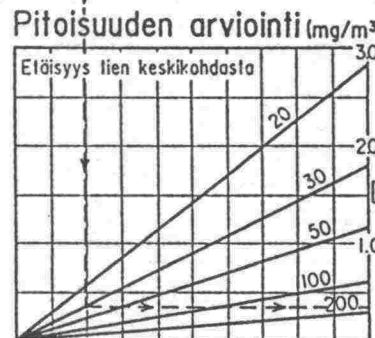
- Oma arvo Mallin arvo
- Tuntiliikenteen osuus KVL:stä (kahdeksan tunnin ka.) _____
 - Raskaan liikent. osuus % _____
 - CO:n taustapitoisuus _____

Korjauskertoimet

Tuntiliikenne (kahdeksan tunnin ka.)KVL:stä				
%	5	10	15	20
K ₁	0.5	1.0	1.5	2.0

Raskaan liikenteen osuus				
%	10	12	15	20
K ₂	1.0	1.0	1.0	0.9

$K_A = K_1 \times K_2 =$



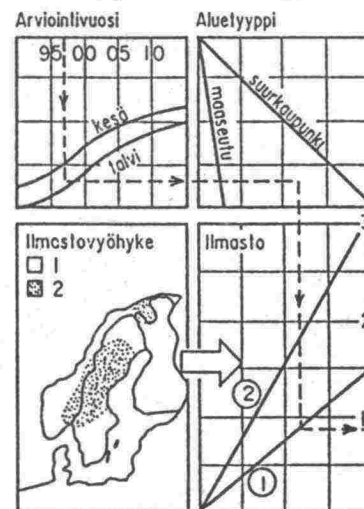
Arvioidut CO-pitoisuudet

Tien peruslisäys

× =

Nomogrammin mukainen lähtöarvo × Korjauskertoimen K_A

Taustapitoisuus (mg/m³)



Taustapitoisuus

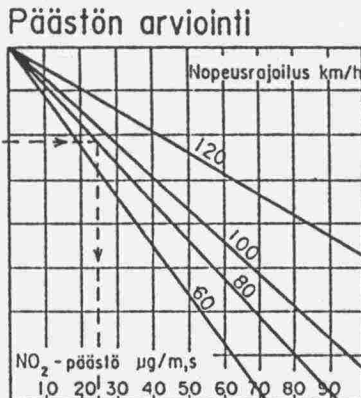
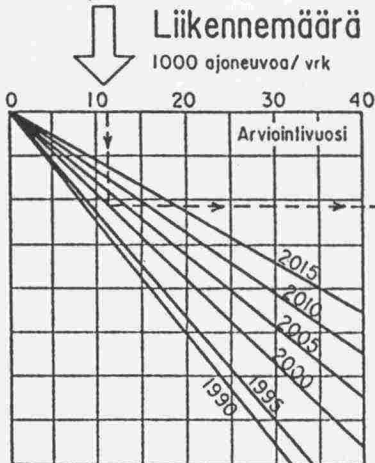
Osuuksien summa x 1,4

ARVIOITU 8 TUNNIN CO-PITOISUUS mg/m³
OHJEARVO 10

Lopputulokset

Maanteiden
TYPPIOKSIDIPITOISUUKSIEN (NO₂)
arviointilomake

Tie _____
Arviointipiste _____
Päiväys _____ Allekirjoitus _____



Lähtötiedot

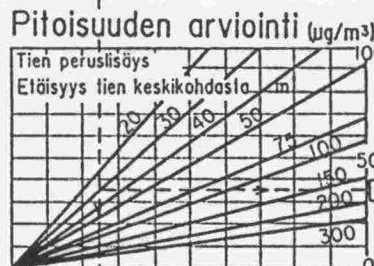
- Liikennemäärä (KVL) _____ ajon/vrk
- Arviointivuosi _____
- Vuodenaika kesä talvi
- Nopeusrajoitus _____ km/h
- Etäisyys tien keskikohdasta _____ m

Korjaustiedot

	Oma arvo	Mallin arvo
• Huipputunnin liikenteen osuus KVL:stä %	_____	<input type="checkbox"/>
• Raskaan liikent. osuus %	_____	<input type="checkbox"/>
• NO ₂ :n taustapitoisuus	_____	<input type="checkbox"/>
• Otsonin taustapitoisuus	_____	<input type="checkbox"/>

Korjauskertoimet

Huipputunnin liikenteen osuus KVL:stä				
%	10	15	20	25
K ₁	0.7	1.0	1.3	1.5
Raskaan liikenteen osuus				
%	10	12	15	20
K ₂	0.9	1.0	1.1	1.3
K _A = K ₁ × K ₂ = _____				



Arvioidut NO₂-pitoisuudet

Tien perussisäys

_____ × _____ = _____

Nomogrammin mukainen lähtöarvo × Korjauskertoimen K_A

Otsonipitoisuus µg/m³

K₃ _____

K_B = K_A × K₃ = _____

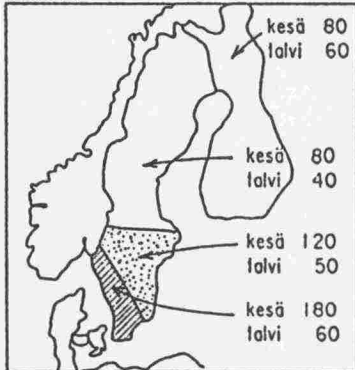


Muutunnan aiheuttama lisäys

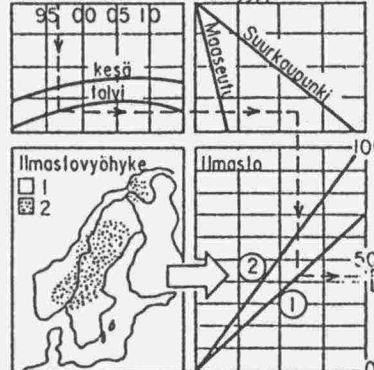
_____ × _____ = _____

Nomogrammin mukainen lähtöarvo × Korjauskertoimen K_B

Otsonipitoisuus µg/m³
(Likiarvo)



NO₂:n taustapitoisuus (µg/m³)



Taustapitoisuus

ARVIOITU NO₂-TUNTIPITOISUUS µg/m³
OHJEARVO 300

Lopputulos _____

KATUJEN HÄKÄ- JA TYPPIDIOKSIDIPITOISUUKSIEN ARVIOINTILOMAKE

LÄHTÖTIEDOT

Laskentapistekatu
Laskentavuosi
Yuoden aika
Lämp.°C
Katuleikkaus ja liikennevirrat
Liikennemääräajon./d
Mitoittava tunti ap ip
Liikenteen osuus mitoittavana tuntina
Suuntajakautuma
Osuus bens. ha
- diesel ha
- kuorma-autot
- rekka- ja linja-autot
Keskinopeus h /h (ruuhka-aika) /h kylmän käyvien osuus
Ajotilanteiden osuus - jarrutukset
- kiindylykset
Liikennevirran otSisyys laskentapisteen m

PÄÄSTÖJEN LASKEMINEN

LIIKENNEVIRTA T1		HIILIMONOKSIDI (CO)						TYPPIDIOKSIDI (NO ₂)								
Ajo-neuvo-laji	Liiken-ne määrä ajon/h	Lähtö- arvo	Las- ken- ta- vuosi	Vuo- rok- ja- kauma	Kes- ki- lämp- no- peus	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn. li	Ajo- mal- li	Laskettu CO- päästö mg/m,s	Lähtö- arvo	NO ₂ NO _x	Kor- jauskertoimet Kes- ki- lämp- no- peus	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn. ta- vuosi	Las- ken- ta- vuosi	Laskettu NO ₂ päästö µg/m,s
bha	0.0062								0.24						
dha	0.0010								0.20						
ka	0.0005								0.60						
ra+la	0.0013								5.50						
Liikennevirta T1 CO-päästö									NO ₂ -päästö							
LIIKENNEVIRTA T2		HIILIMONOKSIDI (CO)						TYPPIDIOKSIDI (NO ₂)								
Ajo-neuvo-laji	Liiken-ne määrä ajon/h	Lähtö- arvo	Las- ken- ta- vuosi	Vuo- rok- ja- kauma	Kes- ki- lämp- no- peus	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn. li	Ajo- mal- li	Laskettu CO- päästö mg/m,s	Lähtö- arvo	NO ₂ NO _x	Kor- jauskertoimet Kes- ki- lämp- no- peus	Kes- ki- lämp- no- peus	Kyl- mä- käyn. ta- vuosi	Las- ken- ta- vuosi	Laskettu NO ₂ päästö µg/m,s
bha	0.0062								0.24						
dha	0.0010								0.20						
ka	0.0005								0.60						
ra+la	0.0013								5.50						
Liikennevirta T2 CO-päästö									NO ₂ -päästö							
tuuli- vyöhy- ke	Paikkakun- nan koko 1000 as.	Aadun sijainti Kanta- kaup.	Esil- kaup.	HIILIMONOKSIDI mg/m ³ Lähtö- arvo	Korjauskerr- tausta	Lasket- tu CO Lähtö- arvo	TYPPIDIOKSIDI µg/m ³ Lähtö- arvo	Korjauskerr- tausta	Lasket- tu NO ₂ Lähtö- arvo							
TAUSTAPITOISUUDEN ARVIOINTI									Tausta							
Huomautuksia:									Osaosuuksien summa							
Laskelmat tenty:19...									LOPPUTULOS							

PITOISUUDEN ARVIOINTI

Osa- osuus	Ilman epäpuhtaus pitoisuus lasken- tapisteessa	
	Hiilimo- noksiidi 8h	Typpi- di- oksidi 1h
	mg/m ³	µg/m ³
T1		
T2		
Osaosuuksien summa		1,4x 1,0x
LOPPUTULOS		

OHJARVO

300

LÄHTÖTIETOJA ERITYYPPISILLE KADUILLE

Sisääntulo-/läpikulkukatu

Keskustaan johtava pääkatu tai keskustaa sivuva ohikulkukatu. Kadulla on selvät liikennehuiput aamu- ja iltapäivällä ja suhteellisen suuri osuus raskaita ajoneuvoja. Mitoittavan tunnin keskimääräinen ajonopeus ilman kapasiteettiongelmia 45 km/h, jos kapasiteettiongelmia on, on keskinopeus 30 km/h.

Pääkatu keskusta-alueella

Katu palvelee pääasiassa liikennettä, jonka lähtöpiste tai määränpää on keskustassa. Liikenne on aika tasaisesti jakautunut päivän aikana ja raskaan liikenteen osuus on pieni, jos linja-autoliikenne ei ole kadulla. Liikenne on epätasaista, häiriöitä esiintyy usein. Mitoittavan tunnin keskimääräinen ajonopeus ilman kapasiteettiongelmia 40 km/h ja kapasiteettiongelmin 30 km/h.

Pääkatu asuntoalueella

Katu kokoaa liikenteen asuntoalueelta pääväylille. Kadulla on selvät liikenteen huiput aamulla ja iltapäivällä. Raskaan liikenteen osuus on pieni. Mitoittavan tunnin keskimääräinen ajonopeus ilman kapasiteettiongelmia 45 km/h ja kapasiteettiongelmin 35 km/h.

Pääkatu työpaikka-alueella

Katu on suurehkon työpaikka-alueen kokoojakatu. Raskaan liikenteen osuus on suuri. Mitoittavan tunnin keskimääräinen ajonopeus ilman kapasiteettiongelmia 50 km/h ja kapasiteettiongelmin 40 km/h.

Linja-autokatu

Katu on varattu linja-autoliikenteelle. Liikenne on yhtä suuri molemmissa suunnissa. Tyypidioksidipitoisuus on selvästi määräävä.

Taulukko 1. Eri katutyypin luonteenomaiset arvot kaaviomenetelmässä laskentavuodelle 1990 ja ajoradan leveydelle 8 m.

Katutyyppi	Mitoittava tunti	Liikenteen osuus mitoitettavana tuntina [%]	Suuntaja-kautuma [%]	Kylmäkäynnistysten osuus [%]		Dieselajoneuvojen osuus			
				suurempi suunta	pienempi suunta	Henkilö-autot [%]	Raskaat ajoneuvot		
							< 10 t [%]	10-20 t [%]	> 20 t [%]
Sisääntulo- / läpikulkukatu	ip	10	60/40	25	25	6	3	3	4
Pääkatu keskusta-alueella	ip	8	55/45	25	25	8	3	2	1
Pääkatu asuntoalueella	ap	10	70/30	40	15	4	2	3	-
Pääkatu työpaikka-alueella	ip	10	65/35	40	15	6	4	4	5
Linja-autokatu	ip	10	50/50	-	-	-	-	100	-

PÄÄSTÖJEN LASKENTA

KORJAUSKERTOIMET HIILIMONOKSIDILLE

Taulukko 1. Laskentavuodesta aiheutuva korjauskerroin bensiinikäyttöisille henkilöautoille

Vuosi	1990	1995	2010
Korjauskerroin CO	1.00	0.80	0.50

Taulukko 2. Liikenteen tuntivaihtelun korjauskerroin

Tuntiliikenteen osuus KVL:stä (kahdeksan tunnin tuntikeskiarvo)	[%]				
	6	8	10	12	14
Korjauskerroin CO	1.30	1.15	1.00	0.85	0.70

Taulukko 3. Ulkolämpötilasta aiheutuva korjauskerroin bensiinikäyttöisille henkilöautoille

°C	-10	0	+10	+20
Korjauskerroin CO	1.2	1.0	0.9	0.8

Taulukko 4. Keskinopeuden korjauskerroin

CO	Keskinopeus [km/h]						
	10	20	30	40	50	60	70
bha	2.2	1.3	1.0	0.6	0.5	0.5	0.4
dha	2.6	1.3	1.0	0.6	0.5	0.4	0.4
ka	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ra+la	2.0	1.4	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7

Taulukko 5. Kylmäkäynnistysosuuden korjauskerroin bensiinikäyttöisille henkilöautoille

Kylmäkäynnistysosuus	0	0.15	0.25	0.40	0.60
Korjauskerroin CO	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4

KORJAUSKERTOIMET TYPEN OKSIDEILLE

Taulukko 8. Laskentavuodesta johtuva korjauskerroin bensiinikäyttöisille henkilöautoille

Vuosi	1990	1995	2010
Korjauskerroin NO _x	1.00	0.80	0.50

Taulukko 9. Keskinopeuden korjauskerroin

NO ₂	Keskinopeus [km/h]					
	10	20	30	40	50	60/70
bha	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.21.3
dha	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.01.0
ka	1.5	1.1	1.0	1.0	0.8	0.6
ra+la	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5

TAUSTAPITOISUUDEN ARVIOINTI

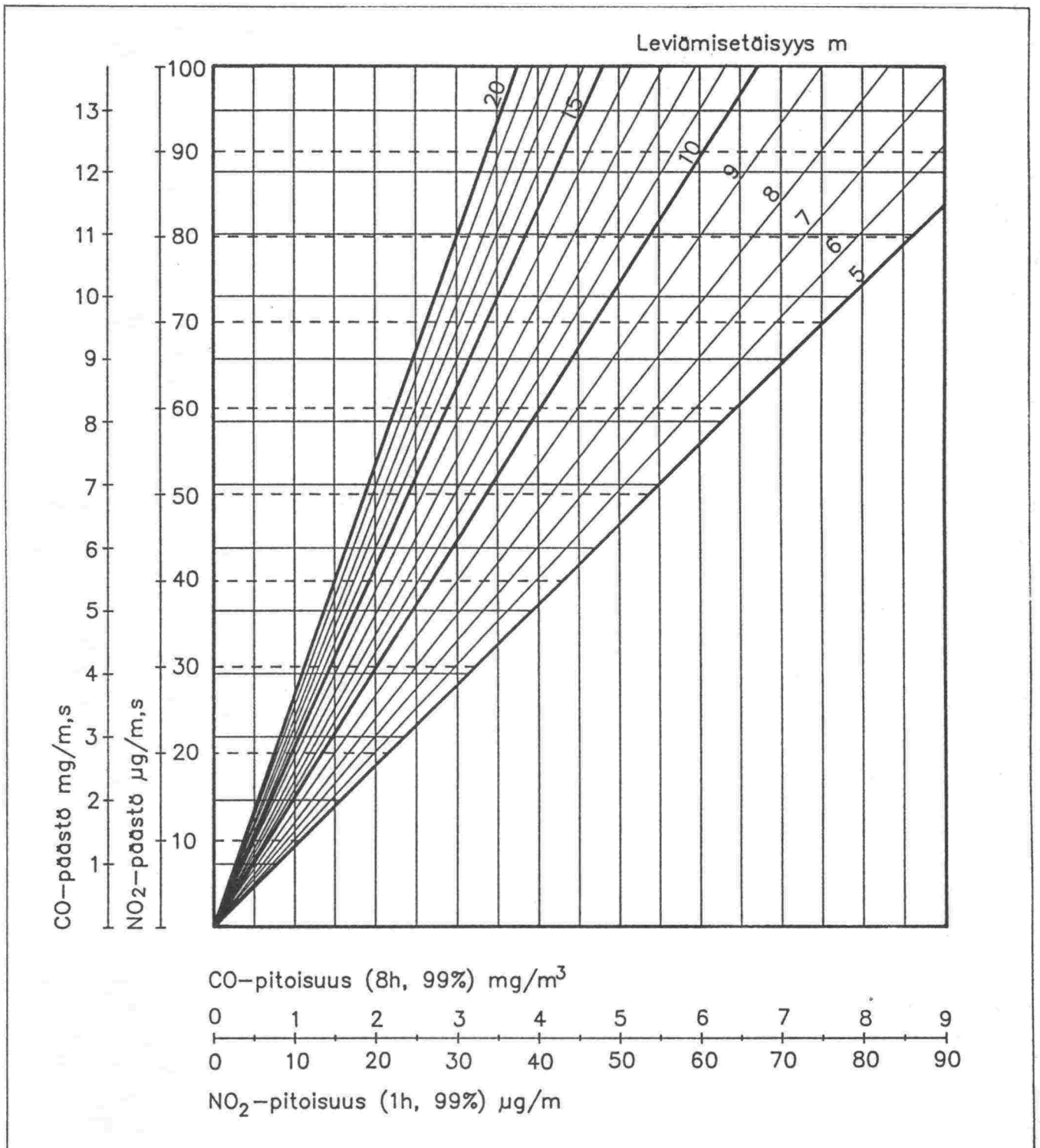
Taulukko 1. Taustapitoisuuden lähtöarvo

Paikkakunnan asukasmäärä	Taustapitoisuus CO, mg/m ³		NO ₂ , µg/m ³	
	Keskusta- alue	Esikau- punkialue	Keskusta alue	Esikau- punkialue
< 50 000 as.	1.0	0.0	30	20
50-200 000 as.	2.0	0.5	50	30
> 200 000 as.	3.0	1.5	100	75

Taulukko 2. Laskentavuodesta johtuva taustapitoisuuden korjauskerroin

	CO		NO ₂	
	1990	2010	1990	2010
Laskentavuosi	1990	2010	1990	2010
Korjauskerroin	1.0	0.8	1.0	0.95

PITOISUUDEN LASKENTA KADULLA



Tieliikenteen pakokaasupäästöt -oppaaseen on koottu perustietoja pakokaasupäästöistä ja niiden vaikutuksista. Se sisältää myös yksinkertaistetut menetelmät, joilla päästöjä ja pitoisuuksia voidaan laskea. Opas on tarkoitettu apuvälineeksi tiehankkeiden ympäristövaikutusten tarkasteluun kaikissa suunnitteluvaiheissa.

ISBN 951-47-2739-4

Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1990