



Altistumisen arviointi diesel- ja maakaasumoottoreiden muodostamille partikkeleille

Oulun yliopisto
Prosessi ja ympäristötekniikan osasto
Kati Oravisjärvi





Altistuminen



- Maailmassa arvioidaan olevan jopa 650 miljoonaa autoa ja autoliikenteen määrä kasvaa edelleen
- Lisääntyvä liikenne ja sen päästöt aiheuttavat merkittäviä terveys- ja ympäristöhaittoja
- Erityisesti kaupunkialueilla liikennepäästöt ovat keskeinen terveyshaitta ihmisille, koska hiukkaset leijuvat lähellä hengityskorkeuttamme





- Pakokaasuhiukkasia on ilmassa erityisesti vilkkaasti liikennöidyillä teillä ja niiden läheisyydessä
- Näin ollen erityisesti vilkkaasti liikennöityjen teiden varsilla ja välittömässä läheisyydessä kulkevat ja työskentelevät ihmiset altistuvat erityisen korkeille pitoisuuksille





- Terveysvaikutusten kannalta merkityksellisimpiä hiukkasia ovat pienimmät hiukkaset, koska ne kulkeutuvat syvemmälle hengitysteissä ja ovat usein toksisempia
- Suurimmat hiukkaset aiheuttavat lähinnä viihtyvyyshaittoja, mutta myös mm. silmien ja ylähengitysteiden ärsytysoireita



Terveysvaikutukset

- Suomessa aiheutuu todennäköisesti eniten terveydellisiä haittoja pitkäaikaisesta altistumisesta liikenteen ja puunpölyn hiukkasille
- Hiukkasista aiheutuvia vakavia terveyshaittoja ovat mm. hitaasti kehittyvät pitkäaikaiset sairaudet, kuten sepelvaltimotauti, keuhkoastma, astma ja keuhkosyöpä
- Pitkään jatkuneesta altistumisesta voi seurata jopa ennenaikainen kuolema





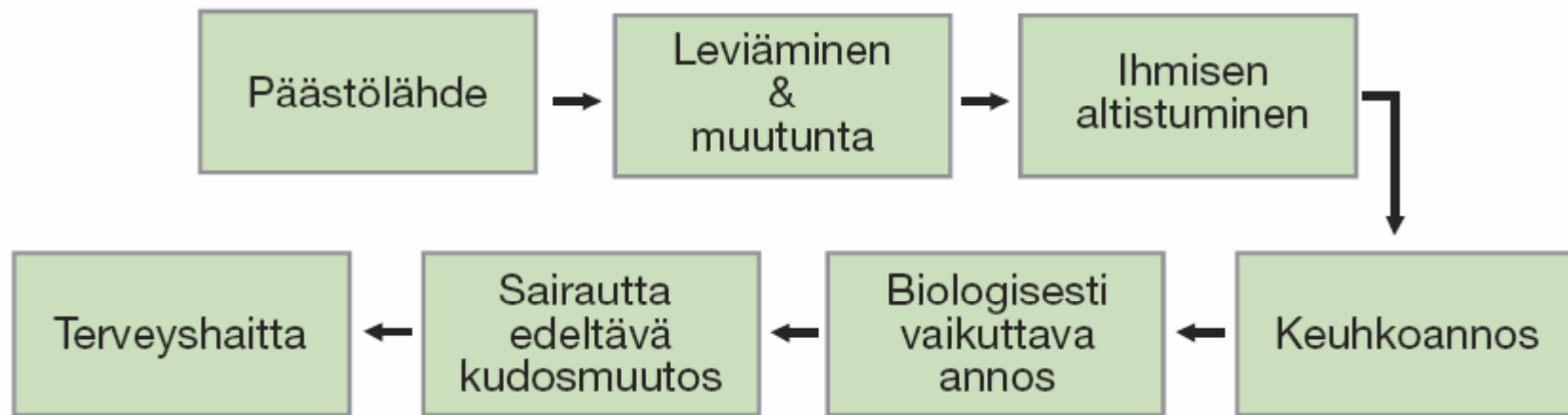
Puhdasta ilmaa Euroopalle-ohjelmassa (CAFE) on arvioitu, että vuonna 2000 EU-maissa:

- ulkoilman pienhiukkaset aiheuttivat 347 900 ennenaikaista kuolemaa
- terveydellisistä haitoista aiheutuneet taloudelliset menetykset olivat 268-781 miljardia euroa vuodessa





Vaikutusmekanismi



Lähde: Tekes 2006. Pienhiukkasten vaikutus terveyteen



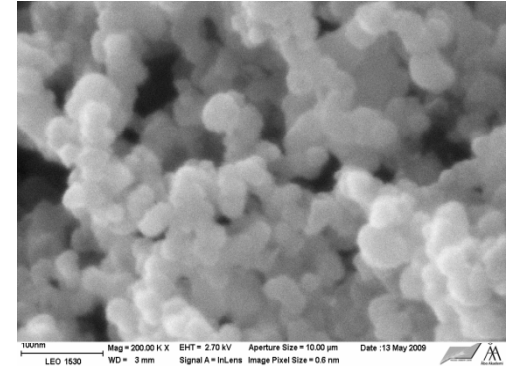


Liikenneperäiset hiukkaset

Diesel

Dieselhiukkaset koostuvat pääosin
nokihiukkasista (40-100 nm) ja
nestemäisistä hiukkasista (3-30 nm):

- Nokihiukkaset koostuvat noesta ja sen pinnoille tiivistyneistä haihtuvista yhdisteistä
- Nestemäiset hiukkaset muodostuvat pakokaasun hiilivetyjen ja sulfaattien tiivistyessä jäähtyvän pakokaasun kohdatessa viileämmän ulkoilman





Maakaasu

- Luonnonkaasua käyttävistä moottoreista lähtöisin olevat hiukkaset sisältävät vain vähissä määrin nokea
- Hiukkaset ovat kooltaan pääosin noin 10-60 nm





Tavoite



Tutkimuksen tavoitteena on:

- Tarkastella eri lähteistä peräisin olevien pienhiukkasten ominaisuuksia sekä altistumista pienhiukkasille ja siitä aiheutuvia terveyshaittoja
- Arvioida hiukkasten deponoitumista ihmisen hengityselimistöön keuhkodespositiomallilla
- Selvittää diesel- ja kaasumoottoreista lähtevien
 - hiukkasten muodostumista
 - hiukkasten ominaisuuksia (katalyytin, polttoaineen ja voiteluaineen vaikutus)



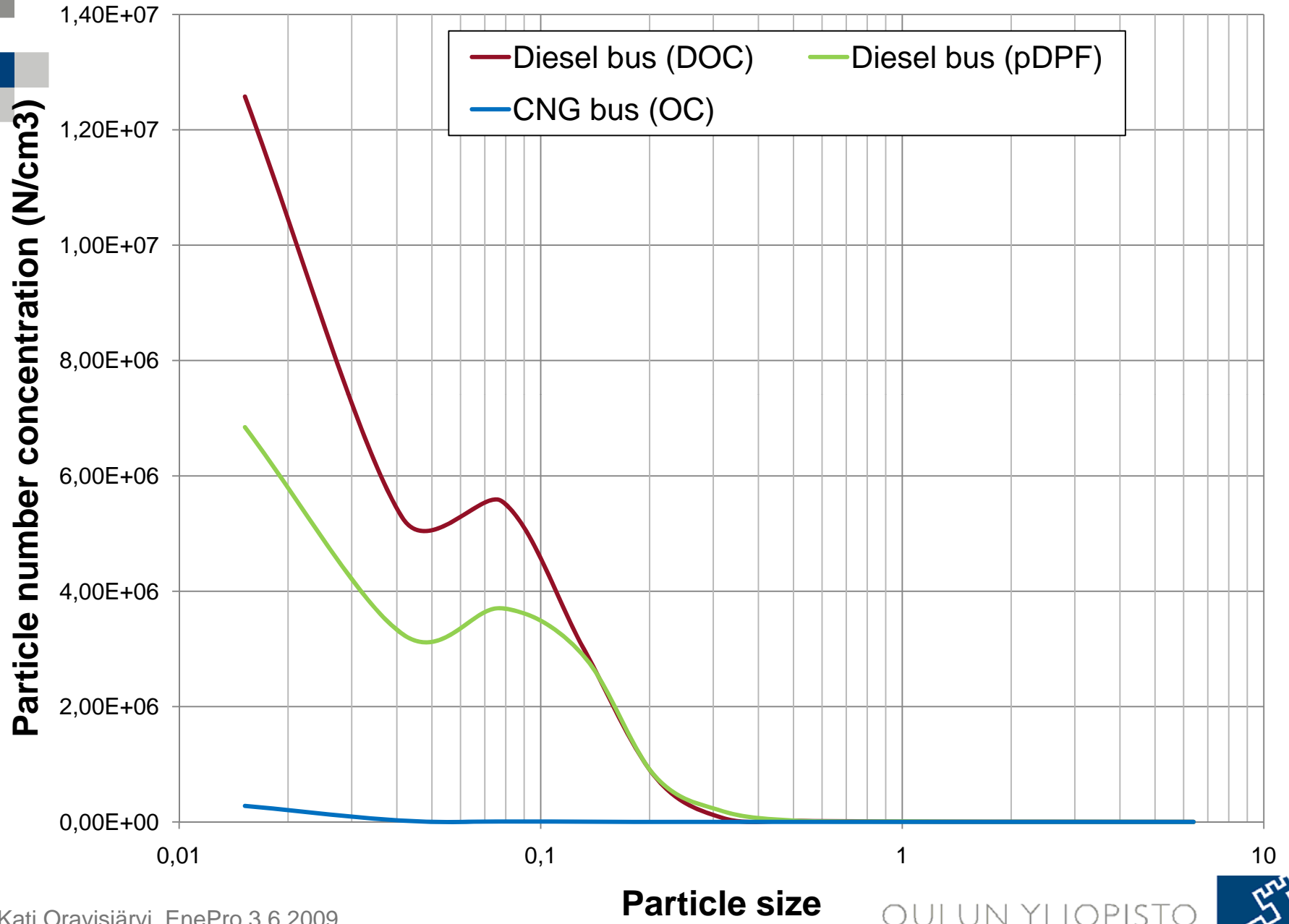
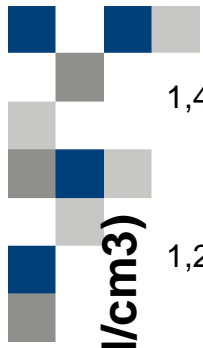


Altistumistutkimus kaupunkibussien hiukkaspäästöille

Hiukkasmittaukset (VTT)

- Kaksi Euro2-tason dieselbussia, joissa hapetuskatalysaattori ja hiukkaskatalysaattori (partial-DPF)
- Yksi Euro3-tason kaasubussi (CNG), jossa hapetuskatalysaattori
- Hiukkaspäästöjen arvioinnissa käytettiin EU:n Braunschweig sykliä
- Hiukkaskokojakaumat mitattiin ELPI:llä

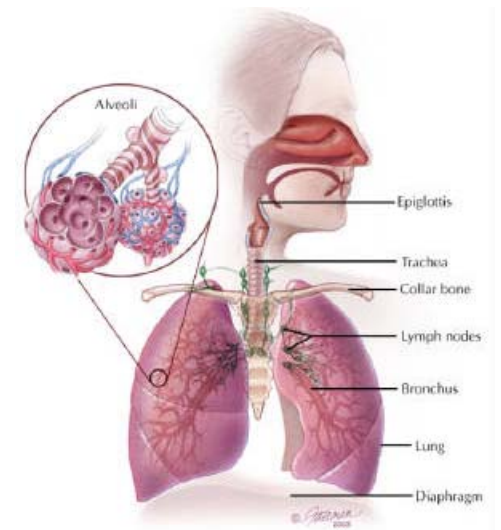


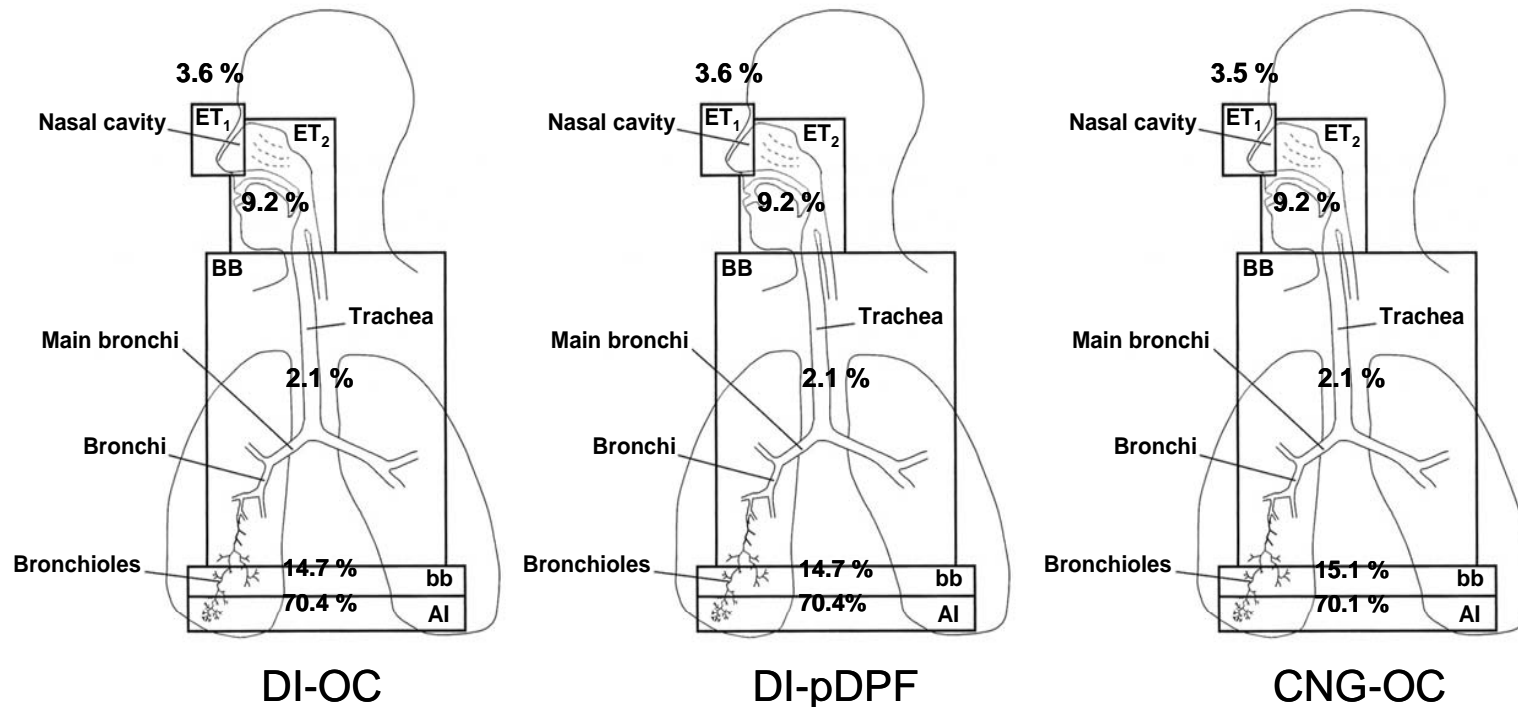




Tietokonemallinnus

- Hiukkasten keuhkodepositiota arvioitiin tietokonemallilla, jossa laskettiin
 - hiukkasten deponoitumistodennäköisyydet viidelle keuhkojen alueelle (ICRP, 1994)
 - todennäköisyyksien avulla alueille kertyneet hiukkasannokset lukumäärinä
- Mallissa fysiologiset parametrit valittiin:
 - Aikuinen mies, aikuinen nainen, 10- ja 5-vuotiaat lapset
 - Aktiivisuustasot: lepo, istuminen, kevyt liikunta ja raskas liikunta



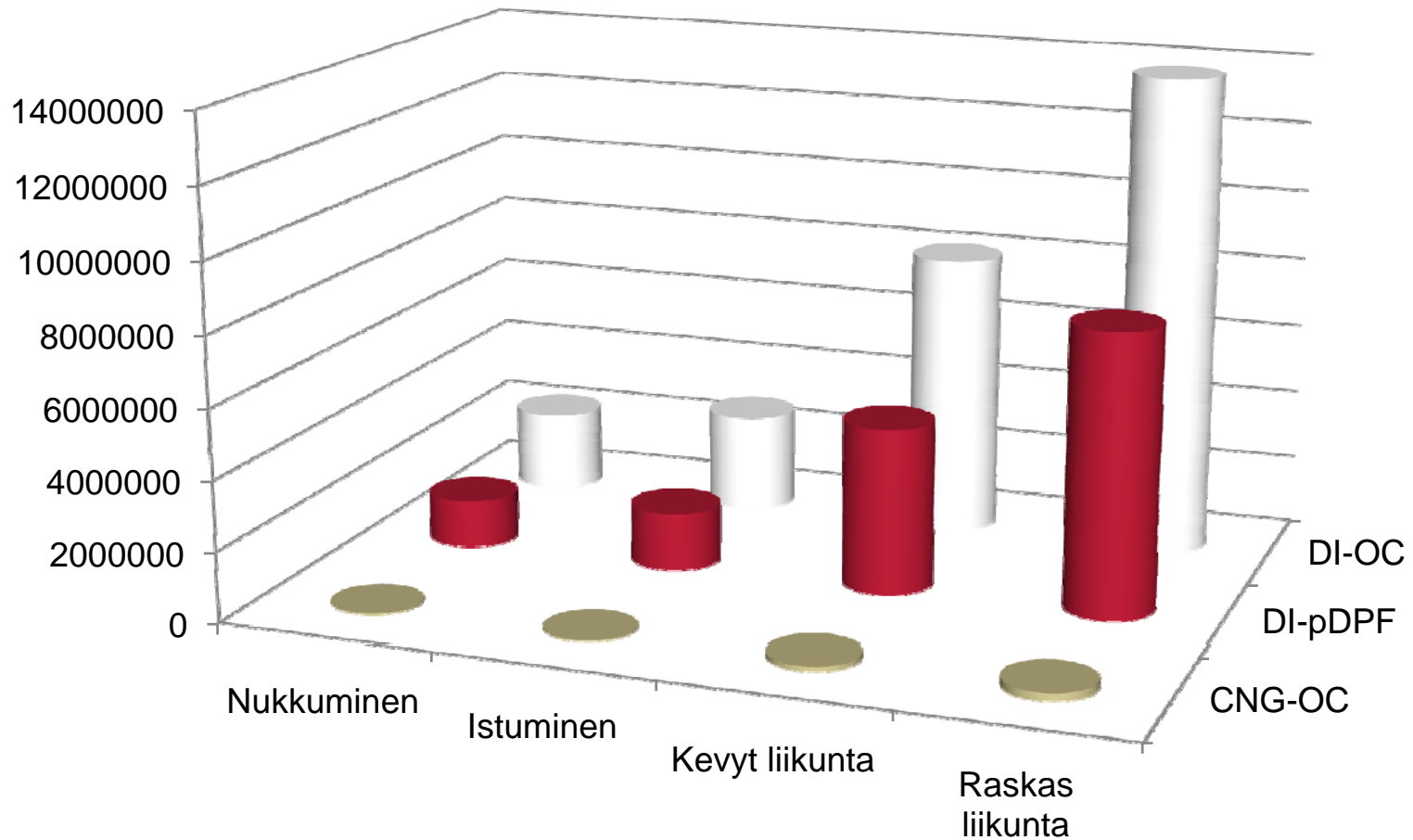


10-vuotiaan lapsen hengitystie-elimistöön jakautuneiden liikenneperäisten hiukkasten prosenttiosuudet. Aktiivisuustasona raskas liikunta (pyöräily, juoksu). ET₁ ja ET₂ = ylähengitystiet (suu, nenä ja nielu), BB = henkitorvi ja suuret keuhkoputket, bb = pienet keuhkoputket ja Al = keuhkorakkulat (kaasujenvaihtoalue)





Depositoituneiden hiukkasten lukumäärä



10-vuotiaan lapsen altistuminen liikenneperäisille hiukkasille eri hengitysolosuhteissa

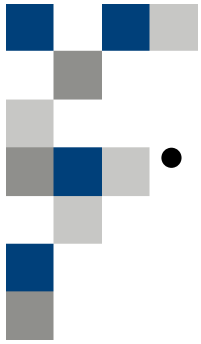




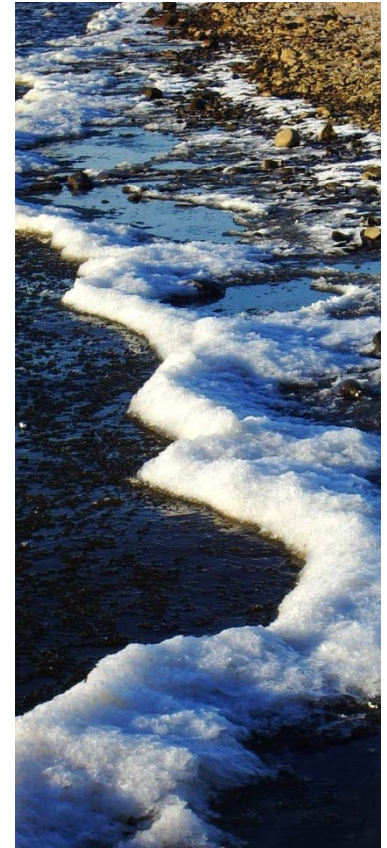
Yhteenveto

- Hiukkasten aiheuttamien terveysvaikutusten syntymekanismeista ei olla vielä täysin selvillä
- Keskeisiä tekijöitä ovat hiukkasten koko, fysikaalinen ja kemiallinen koostumus, hengityselimistöön jakaantuminen ja hengitystapa
- Herkät väestöryhmät ovat alttiimpia hiukkasten terveysvaikutuksille, kuten lapset, vanhukset, astmaa, pitkäaikaista keuhkoputken tulehdusta tai sydäntauteja sairastavat



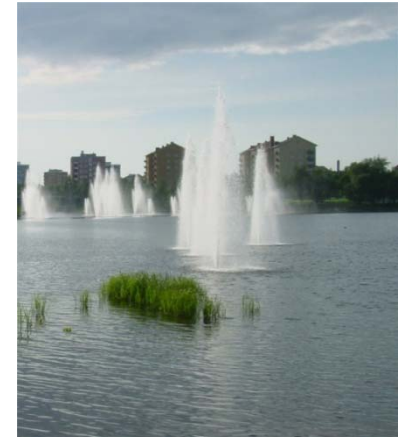


- Nykyiset moottoritekniologian hiukkasrajoitukset koskevat vain hiukkasten massaa
 - koostuu pääasiassa nokihiukkasista
 - pienet nestemäiset hiukkaset vähäinen osa massasta, mutta lukumäärällisesti paljon
- EU:ssa käynnissä keskustelu mahdollisista uusista raja-arvoista koskien hiukkasten lukumääräpitoisuuksia
- Euro V –päästöraja
 - Astuu voimaan tämän vuoden syyskuussa
 - Esittää samaa massaperusteista raja-arvoa sekä diesel- että bensiinikäyttöisille henkilöautoille (0,005 g/km)





Tulevaisuuden haasteet ja näkymät



- Uusi moottoritekhnologia, jossa voimanlähteenä biopolttoaineet (biodiesel), maakaasu, vety tai sähkö
- Hybridiautojen käytön lisääminen
- Liikenneympäristön järkevä suunnittelu ja rakentaminen: liikenneympäristö "esteettömäksi" → jouheva liikennevirta





Kiitos mielenkiinnostanne!

