

REDUST- hankkeen ensimmäisen vuoden (2011) tuloksia

Katupölyseminaari 25.1.2012

Kaarle Kupiainen

Sisällys

- REDUST hankkeen tavoitteet ja toteutus
- Mittausmenetelmät
- Demonstraatiotestit - yleistä
- Demonstraatiotestit – tuloksia 2011
 - Action 1.2 Pölyn sidonta
 - Action 1.3 Katujen puhdistus
 - Action 1.1 Liukkaudentorjunta
 - Talvihiekoitus
 - Nastarenkaat
- Yhteenveto 2011 tuloksista

Hankkeen tavoitteet

- Hankkeen tavoitteet:
 - löytää parhaat talvikunnossapidon käytännöt ja demonstroida niiden katupölyn vähennyspotentiaalia sekä arvioida niiden kustannuksia.
 - kehittää ja panna täytäntöön strategia, jolla vähennetään PM10-määriä talvikunnossapidon hyvien käytäntöjen avulla sekä edistää tiedotuksen avulla strategian käyttöönottoa Suomen kaupungeissa
- Osallistujat:
 - Helsingin kaupunki (koordinaattorina Ymk)
 - Espoon kaupunki
 - Vantaan kaupunki
 - HSY
 - Metropolia
 - Nordic Envicon Oy

Hanke toteutetaan 6:ssa työpaketissa

Työpaketti 1: Talvihoidon parhaiden käytäntöjen selvittäminen ja demonstrointi

1. Liukkauden torjunta
2. Pölyn sidonta (CaCl₂, eri levitystekniikat)
3. Katujen puhdistus (eri laitteet).

Työpaketti 2: Päästöjen mittaus ja eri käytäntöjen päästövähennyspotentiaalin arviointi

Työpaketti 3: Kokonaispäästöjen, vähennysten ja toimenpiteiden kustannusten arviointi

Työpaketti 4: Talvikunnossapidon strategian kehittäminen ja implementointi

Työpaketti 5: Viestintä ja tiedon levittäminen

Työpaketti 6: Projektinhallinta ja auditointi

Budjetti: 1 miljoona euroa (50 % EU:n Life + rahoitusta)

Mittausmenetelmät

- Katupölypäästöjen mitta-autot (Nuuskija ja Vectra)
- Tienvarsipitoisuuksien ja säätietojen monitorointi
 - Ajoneuvojen vaikutus katupölyn päästöihin (päästökertoimet)

Tienpinnan pölypäästöt - mitta-autot



Tienvarsipitoisuudet ja säätiedot

- PM_{10} ja $PM_{2.5}$ pitoisuudet HSY:n akkutoimisilla Osiris laitteilla
 - 6 asemaa (asennettu 3 paria tien molemmille puolelle).
 - Etäisyys tien reunasta 3 m, näytteenottokorkeus 4 m.
- HSY:n Ilmanlaadun mittausvaunu (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , NO) ja sääparametrit (tuulen nopeus ja suunta, ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, ilmanpaine, sademäärä)
- Webcam kuvaa liikennettä tarvittaessa

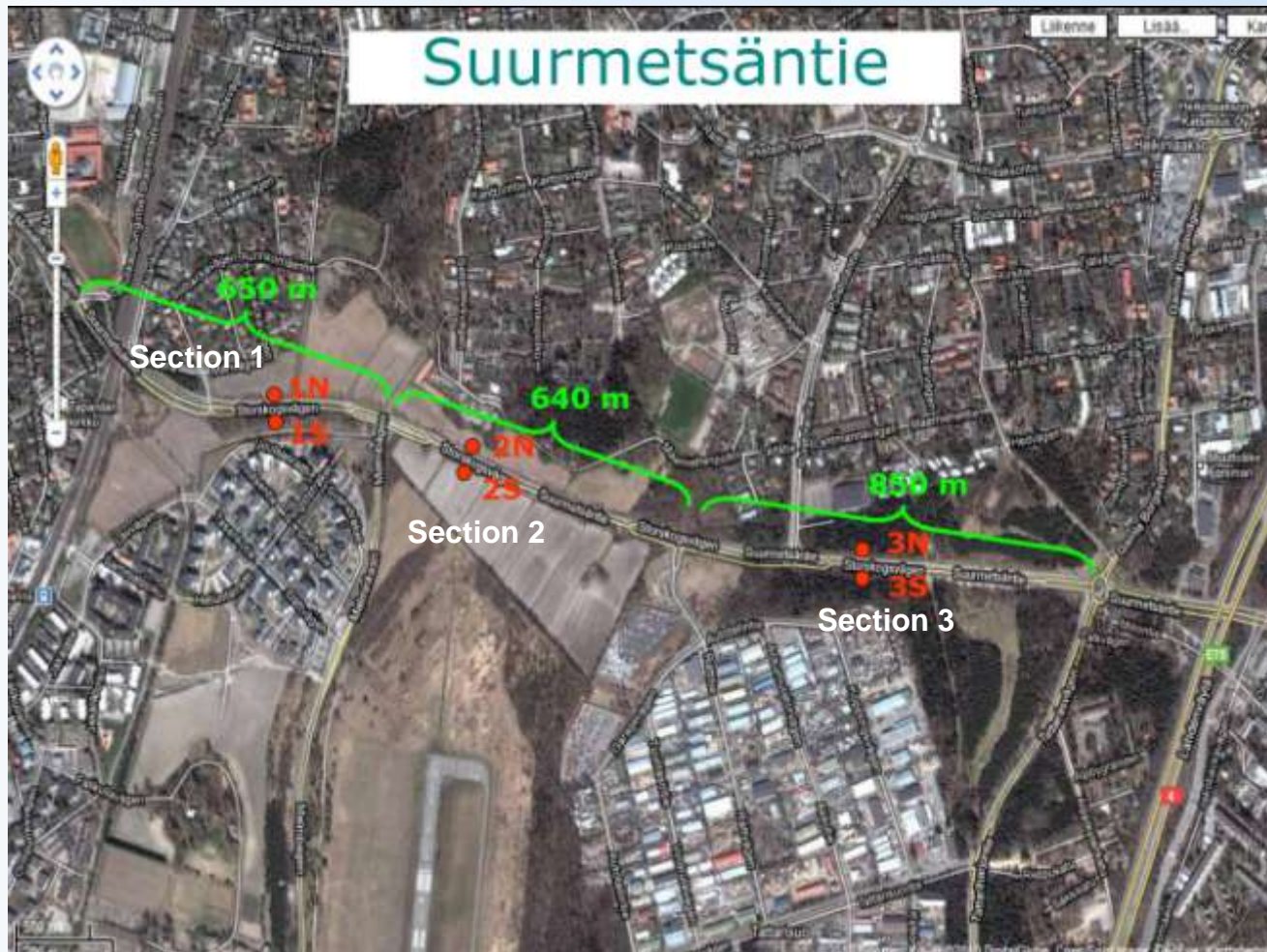


Demonstraatiotestit

Demonstraatiotestit 2011 – kohteet

- Testitiet:
 - Suurmetsäntie (Helsinki)
 - Vanha Porvoontie (Vantaa)
- Suurmetsäntie primäärikohde, jossa tienvarsimittaukset
- Testitiet on jaettu kolmeen jaksoon, joilla testataan eri talvikunnossapidon ja kevätpuhdistuksen toimenpiteitä

Suurmetsäntie on primäärikohde, jossa tehdään sekä mitta-auto että tienvarsimittauksia

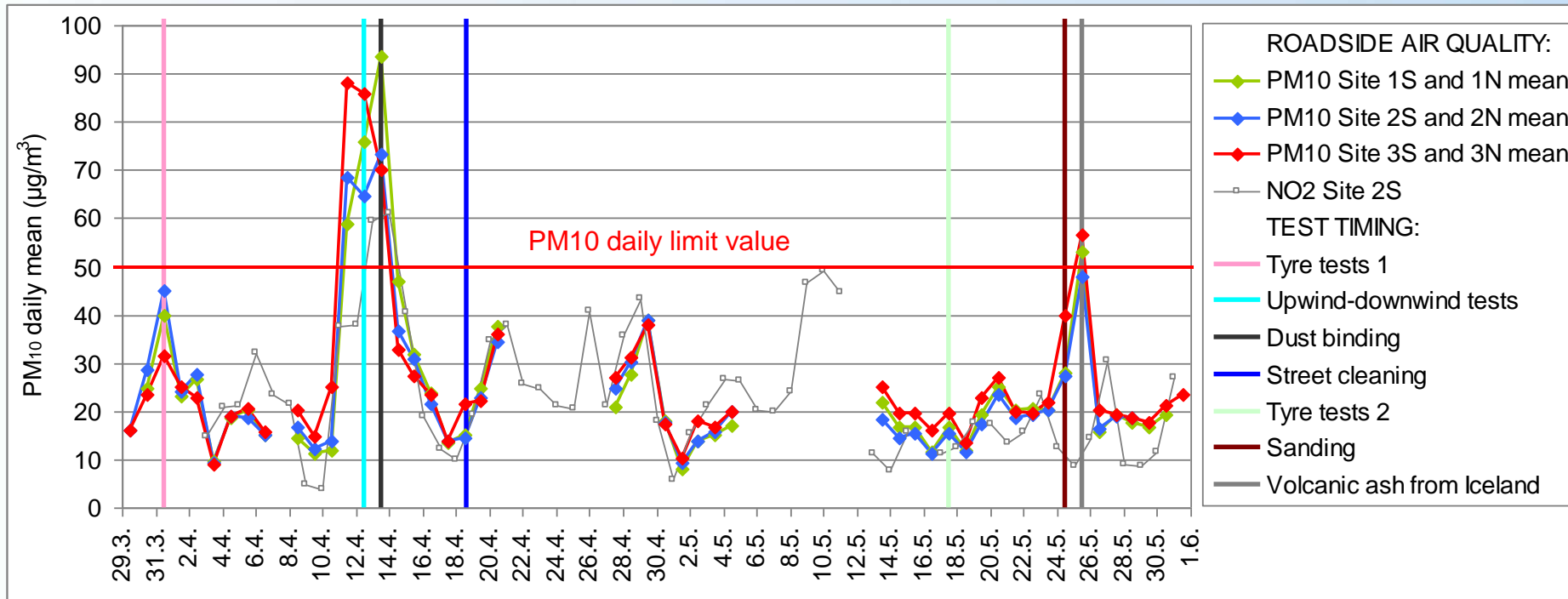


Demonstraatiotestit 2011 – testauspäivät

- Tienpinnan pölypäästöä mitataan kuivina jaksoina:
 - Katupölykausi: päästöhuippu maaliskuu/huhtikuun vaihteessa (tai kun lumi ja jää sulaneet).
 - Tavoitteena vähintään yksi kuiva päivä ennen mittauksia sateen jälkeen
 - Testien aloittamispäätös tehdään säätiedotusten perusteella
- Toteutuneet testauspäivät 2011
 - Nastarenkaiden päästöt – 1. testipäivä (korkea kadun pinnan pölyisyys): 31. maaliskuuta
 - Mittaukset ajoneuvojen päästökertoimien määrittämiseksi: 12. huhtikuuta
 - Pölynsidonta: 13.-15. huhtikuuta
 - Katujen imulakaisu: 18.-21. huhtikuuta
 - Nastarenkaiden päästöt – 2. testipäivä (alhainen kadun pinnan pölyisyys): 17. toukokuuta
 - Hiekoitusmateriaalitestit 24.-25. toukokuuta

Ilmanlaatu Suurmetsäntiellä

- Kuvassa kadun vieressä mitatut PM₁₀ and NO₂ pitoisuudet vuorokausikeskiarvoina ja testauspäivien ajoittuminen

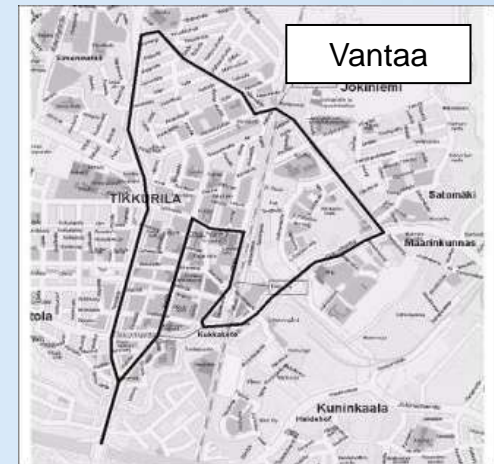
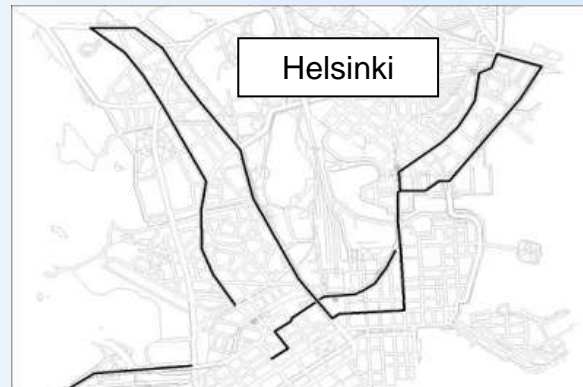
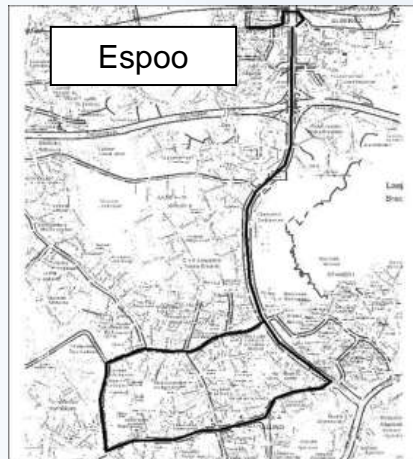


Toimenpiteiden vaikutus päästöihin - aineisto

- Tienpinnan PM₁₀ päästötaso arvioidaan Nuuskijan TEOM pitoisuuden perusteella
- Suhteelliset muutokset tienpinnan PM₁₀ päästötasossa arvioidaan Nuuskijan DustTrak pitoisuuksien perusteella
- Toimenpiteen aiheuttamat päästömuutokset arvioidaan suhteuttamalla testiosuuden päästöt referenssi-tieosuudella mitattuihin päästöihin

REDUST kaupunkireitit 2011

- Kaupunkireiteillä tapahtuvien mittausten tarkoituksena on seurata PM₁₀ päästötasoja kaupunkiolosuhteissa:
 - Espoo (Tapiola-Kehä I-Leppävaara)
 - Helsinki (City center-Töölö-Kallio)
 - Vantaa (Tikkurila)
- Reittejä mitataan Nuuskijalla eri vuoden aikoina, erityisesti kevään katupölykaudella
- Tulokset esitetään Nuuskija-pitoisuuksina (TEOM) ja päästöindeksin avulla



Kadunpinnan pölypäästö - päästöindeksi

- Indeksi kehitettiin KAPU-hankkeissa yhteistyössä hankkeessa mukana olleiden kaupunkien kadunpidon ja ilmanlaadun viranomaisten kanssa.
- Indeksillä tarkoituksena on auttaa mitta-autoilla mitattujen päästöarvojen tulkinnassa.
- Indeksillä tavoite on ohjata ja auttaa ilmanlaadun ja kadunpidon viranomaisien töidensuunnittelussa, esim. lisätoimenpidetarpeiden arvioimisessa
- Indeksillä avulla on mahdollista verrata eri mitta-autoilla saatuja pitoisuusarvoja keskenään.

Indeksin arvo	Indeksin väri	PM ₁₀ (µg/m ³)	Määritelmä
0-15	Dark Green	0-300	Märkä tai puhdas tien pinta
15-50	Light Green	300-1000	Kesäaikainen puhdas tien pinta
50-100	Yellow	1000-2000	Tien pinta kevätpuhdistusten jälkeen
100-275	Orange	2000-5500	Lisätoimenpiteitä tarvitaan
275-400	Red	5500-8000	Lisätoimenpiteitä tarvitaan
400-600	Purple	8000-1200	Lisätoimenpiteitä tarvitaan
>600	Grey	>12000	Lisätoimenpiteitä tarvitaan

Taulukko: Indeksillä arvo, indeksin väri, Nuuskija-pitoisuus (TEOM) ja määritelmä

Indeksillä arvo 100 = Tien pinnan pölyisyys nykykäytännön mukaisen kevätpuhdistuksen jälkeen.

REDUST kaupunkireiteillä tehdyt mittaukset maalis-huhtikuussa 2011

Päiväys	Helsinki	Espoo	Vantaa
7.3.	x		
9.3.	x		
16.3.	x		
17.3.		x	x
23.3.	x	x	
25.3.	x	x	
31.3.	x	x	x
1.4.	x		
11.4.	x	x	x
15.4.	x		
18.4.	x		x
19.4.	x	x	
20.4.	x		
21.4.	x		
26.4.	x		x
27.4.	x	x	x

Demonstraatio testit – tuloksia 2011

Action 1.2: Pölyn sidonta

Demonstration test results 2011

Pölyn sidonta demonstraatiot 2011 – 13.-15. huhtikuuta

- Tavoitteena oli demonstroida pölyn sidonnalla saavutettavia PM₁₀ päästövähennyksiä.
- Suomessa käytetään lähinnä CaCl₂ (10%-mass concentration) pölynsidonnassa
- Vuonna 2011 demonstroitiin kahden eri levitystavan vaikutuksia:
 - Koko kaistan käsittely pölyn sidonta-aineella
 - Täsmä-levitys tien reunan ja kaistojen väliin
- 2011 testit toteutettiin ennen muita toimenpidetestejä, huhtikuun puolessa välissä

Pölyn sidonta - laitteistot

- 2011 Helsingin kaupunki, STARA toteutti pölyn sidonnan testikohteissa normaalikäytäntöjen mukaisesti kahdella eri tavalla
- Pölyn sidonnan käytännöt riippuvat toimenpiteen kohteesta ja tilanteesta kuten tien pinnan tilanteesta. Periaattena: Mikäli sidonta-ainetta valuu tien pinnalla niin sitä on liikaa.
 - 10-tilavuus-% CaCl₂-liuos
 - Tyypillisen sidonta-auton säiliöön mahtuu 8 m³ liuosta. Kuski pystyy säätämään sekä virtausta, että painetta. Tyypillinen työpaine on 1,5 kpm/cm².
 - Levitysmäärä on noin 20-30 g/m² mikäli pinnalla ei ole näkyväälika tai pölykerrosta, joka imee sidonta-ainetta. Erittäin likaisilla pinnoilla levitysmäärä voi olla 100g/m².



Aineiston rajaus

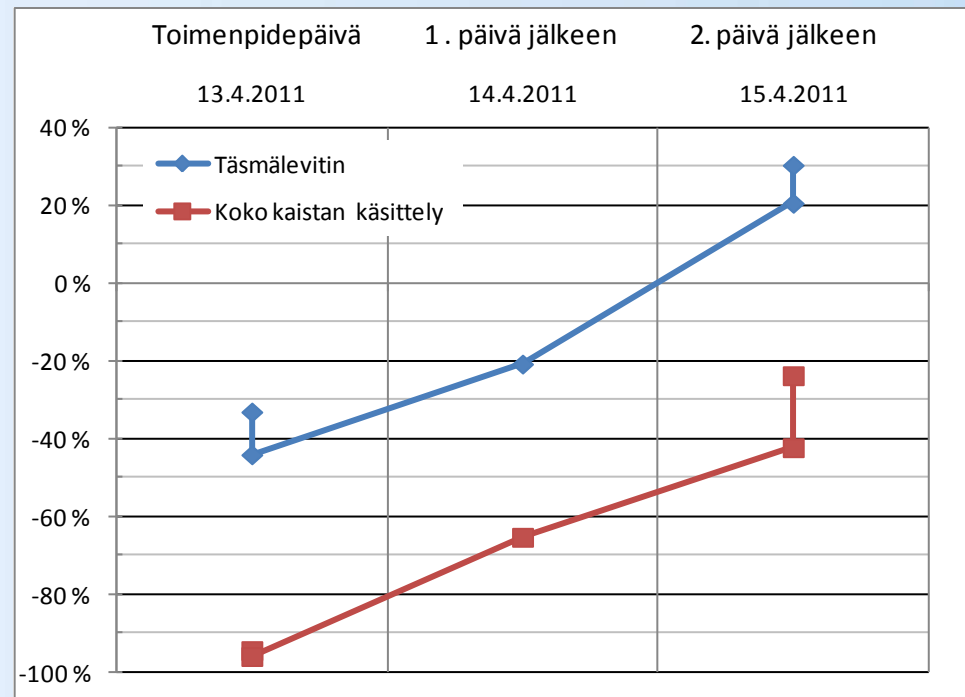
- Ulkoisten tekijöiden, esim. lumen sulamisvesien vaikutus huomioitava tulosten käsittelyssä varsinkin alkukeväällä
- Vanhalta Porvoontieltä vain pohjoiseen mitatut arvot mukana analyysissä
- Suurmetsäntie itään vain 13. huhtikuuta tulokset mukana analyysissä



Kuva. Sulamisvesiä tutkimuskohteessa 13. huhtikuuta 2011

Päästövähennykset 2011 aineistossa

- Kuvassa toimenpidekohtaiset vähennykset-% suhteessa referenssi katuosuudella mitattuihin päästöihin
- Molemmat levitystavat laskivat tien pinnan PM₁₀ päästöjä
- Ilman suhteellinen kosteus vaihteli testien aikaan 50%-77%



Pölyn sidonta 2011- tulosten tulkinta

- Käsittely koko kaistan leveydeltä:
 - Heti toimenpiteen jälkeen, samana päivänä: PM₁₀ vähenemä 90% tai enemmän
 - 1.päivä tp:n jälkeen: 60% vähenemä
 - 2. päivä tp:n jälkeen: 30% vähenemä
 - 3. päivä tp:n jälkeen: no effect
- Täsmälevitin:
 - Heti toimenpiteen jälkeen, samana päivänä: PM₁₀ vähenemä 40%
 - 1.päivä tp:n jälkeen: 20% vähenemä
 - 2.päivä tp:n jälkeen: no effect

Action 1.3: Kadun puhdistus

Kadun puhdistus 18.-21. huhtikuuta 2011 - tuloksia

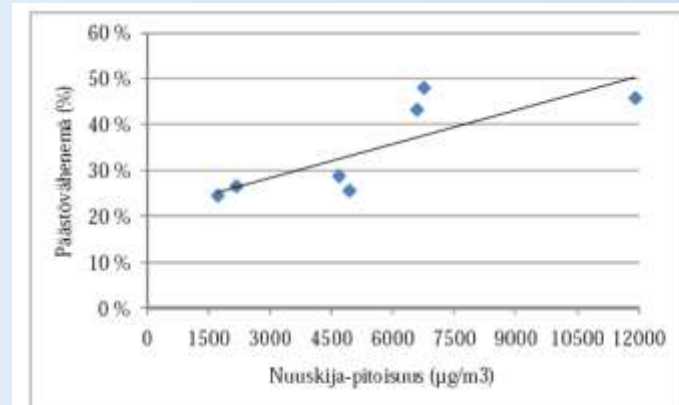
- Yleistavoitteena on demonstroida kadun puhdistuksen eri tekniikoilla saavutettavia PM₁₀ vähenemiä.
- 2011 mitattiin seuraavia tekniikoita:
 - PIMU (yläkuva)
 - Perinteinen imulakaisu (alakuva)
- 2011 mittaukset ajoitettiin huhtikuun puoliväliin, pölyn sidonnan jälkeen



Päästötaso Suurmetsäntiellä (Nuuskija TEOM) ennen mittauksia (taulukko) ja KAPU-tuloksia PIMU kalustolle (kuva)

- KAPUssa havaittujen päästötasojen perusteella odotettavissa PIMU kalustolle noin 25% vähenemiä

Direction	Street_Section		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
East	Suurmetsäntie_1	Reference	1798
	Suurmetsäntie_2	Street scrubber	2399
	Suurmetsäntie_3	Vacuum sweeper	1930
West	Suurmetsäntie_1	Reference	1852
	Suurmetsäntie_2	Street scrubber	2343
	Suurmetsäntie_3	Vacuum sweeper	2271

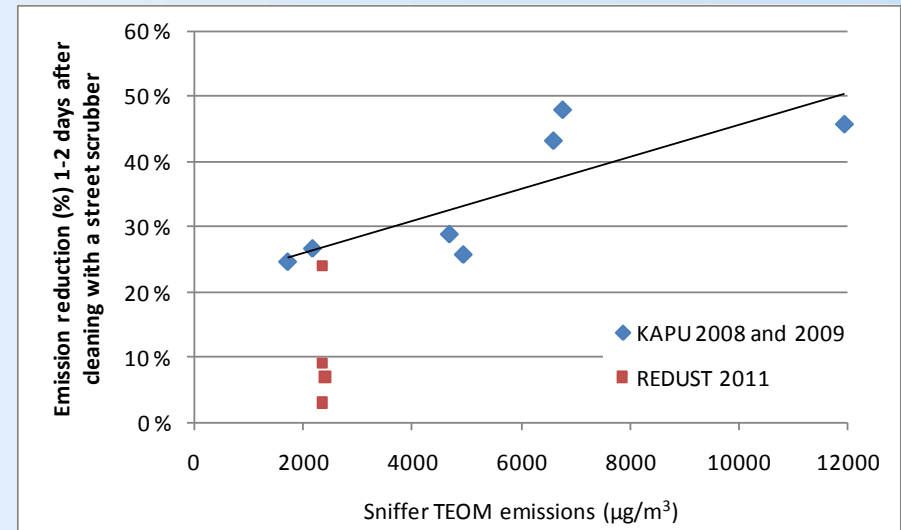


Kuva 39. Katukohtaiset Nuuskija-pitoisuudet vuosina 2008 ja 2009 ennen puhdistusta ja vastaavat puhdistuksen jälkeiset keskimääräiset päästövähenemät (usean päivän keskiarvo).

Figure from Kupiainen et al. 2009

Kadun puhdistus – tulosten tulkinta

- The REDUST 2011 demonstraatio testeissä ei havaittu PM₁₀ päästövähennyksiä perinteisellä imulakaisulla (2000 µg/m³ pinnan päästötasolla, Nuuskija-TEOM-pitoisuutena mitattuna)
- Kuvassa PIMU kaluston päästövähennykset KAPUssa ja REDUSTissa 4-48 tuntia puhdistuksen jälkeen (kahdessa tapauksessa päästötaso nousi, ei kuvassa)
- REDUSTissa havaittu keskimääräinen päästövähennys 10-16% (2000 µg/m³ pinnan päästötasolla, Nuuskija-TEOM-pitoisuutena mitattuna)



Action 1.1: Liukkauden torjunnan käytännöt

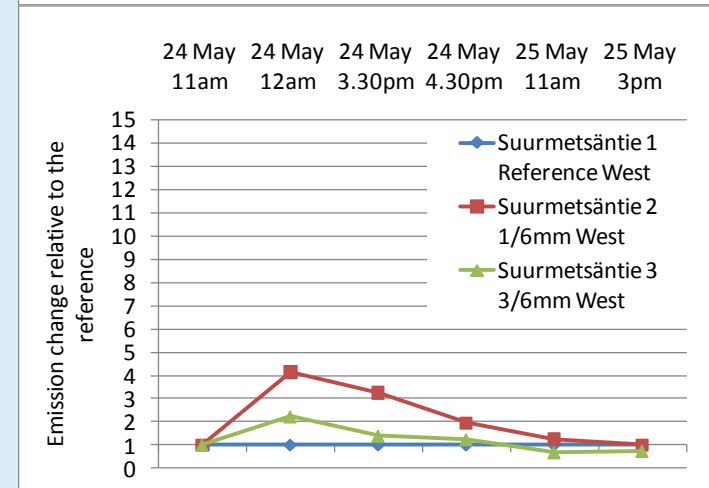
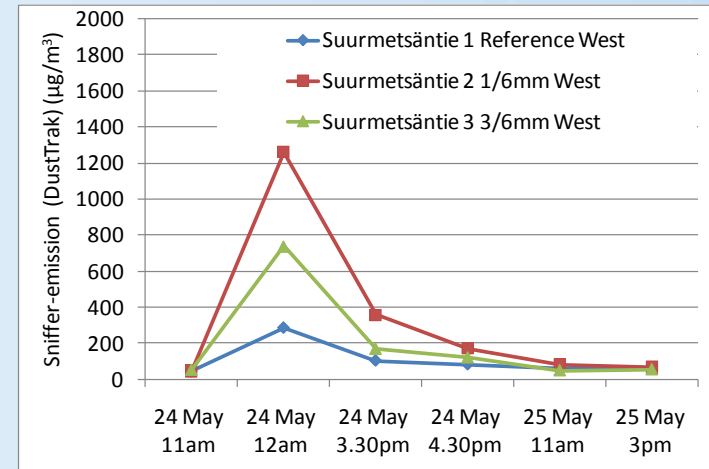
Talvihiekoitus - materiaalitestit
Nastarengastestit

Hiekoitusmateriaalien testaus 24.-25. toukokuuta 2011

- Tavoitteena demonstroida PM₁₀ muodostumispotentialiaa (renkaiden alla= eri raekoon hiekoistussepeleillä
 - Karkeamman raekoon materiaalilla esim. 2/6 mm vs 1/6 mm (pesuseulonta) on laboratoriossa osoitettu muodostuvan vähemmän PM₁₀ pölyä
- REDUST testatut materiaalit:
 - 1/6 mm märkäseulottu
 - 3/6 mm märkäseulottu
- Testit ajoitettiin toukokuun loppuun, jotta kadunpinnan pölytaso olisi alhainen

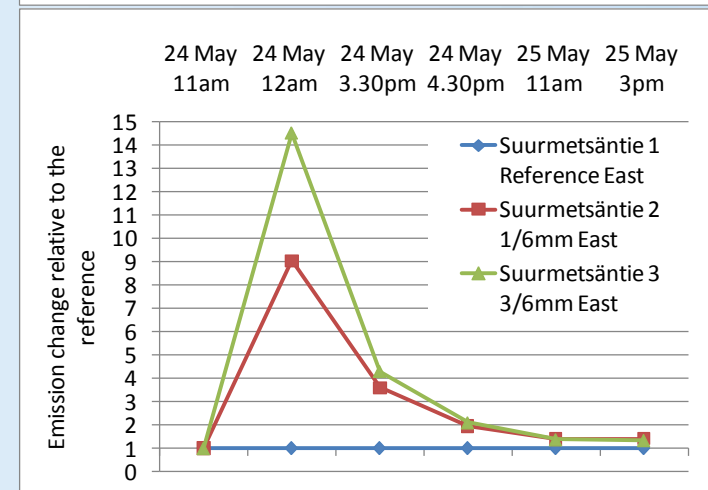
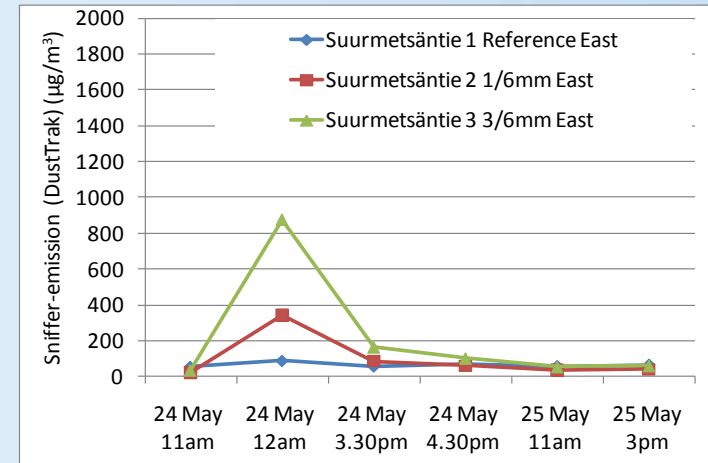
Talvihiekoitus - Suurmetsäntie - länteen

- 30 minuuttia hiekoituksen jälkeen 2-4-kertainen päästötaso verrattuna hiekoitusta edeltävään tilanteeseen,
- Referenssiosuudelle kulkeutuu hiekoitetuilta osuuksilta jonkin verran pölyä länteenpäin
- Päästötaso oli verrattavissa alkukeväällä havaittaviin päästötasoihin
- 5 tuntia hiekoituksen jälkeen (klo 16.30) päästöt olivat laskeneet merkittävästi ja olivat 1-2-kertaa korkeammalla tasolla verrattuna hiekoittamattomaan tieosuuteen
- 25 toukokuuta, klo 11.00 päästöt olivat hiekoittamattoman tieosuuden tasolla.
- Itään päin 1/6mm materiaalilla havaittiin korkeampi PM₁₀ muodostuminen kuin 3/6mm materiaalilla.



Talvihiekoitus - Suurmetsäntie - itään

- 30 minuuttia hiekoituksen jälkeen 9-15-kertainen päästötaso verrattuna hiekoitusta edeltävään tilanteeseen
- Päästötaso oli verrattavissa alkukevällä havaittaviin päästötasoihin
- 5 tuntia hiekoituksen jälkeen (klo 16.30) päästöt olivat laskeneet merkittävästikin olivat 2-kertaa korkeammalla tasolla verrattuna hiekoittamattomaan tieosuuteen
- 25 toukokuuta, klo 11.00 päästöt olivat 35% korkeammalla tasolla verrattuna hiekoittamattomaan tieosuuteen.
- Itään päin 3/6mm materiaalilla havaittiin korkeampi päästö kuin 1/6mm materiaalilla.



Talvihiekoitus - johtopäätöksiä

- Hiekoitus lisää merittävästi PM10 pölyn muodostumista, mutta lisäys on rajattu ajallisesti ja palautuu hiekoitusta edeltävälle tasolle tunneissa.
- REDUST testit eivät yksiselitteisesti demonstroineet hiekoitusmateriaalin karkeutuksen (3/6mm vs 1/6mm) etuja PM₁₀ muodostumiselle katuolosuhteissa.

Nastarengastetit 2011

Nastarengastestit 2011

”Markkinajohtajat”

Nokian Tyres: Hakkapeliitta 7

Michelin: X-ice North 2

Continental: Conti Ice Contact

Dimensio: 205/55 R16

Renkaat sisäänajettiin 520km ennen testauksia (4.3.-9.3.2011)

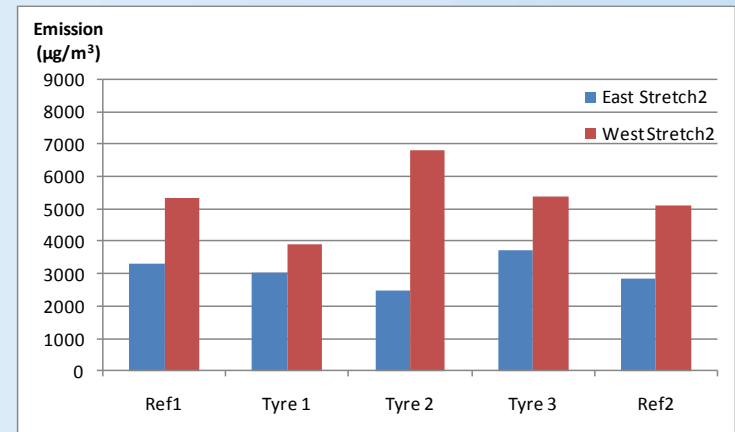
Kitkarengas Nokian Tyres Hakkapeliitta R (205/55/R16) referenssinä

Nastarengastestit – mittaupäivät 2011

- 31. maaliskuuta 2011 (korkea tien pinnan pölytaso ja resuspensiopäästö)
- 17. toukokuuta 2011 (alhainen tien pinnan pölytaso ja resuspensiopäästö)

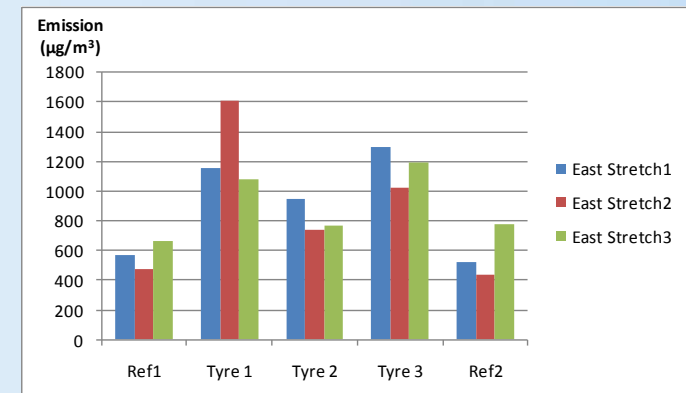
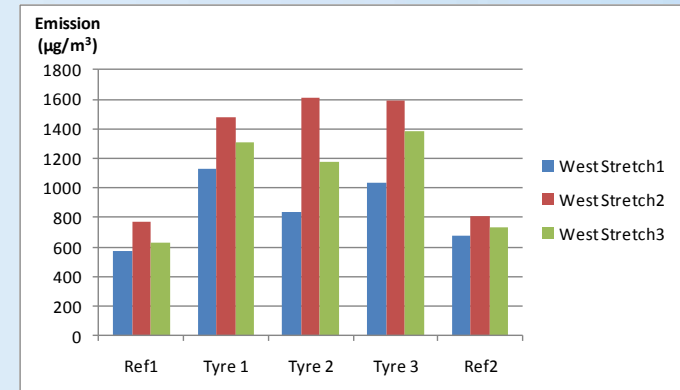
31. maaliskuuta 2011 (korkea tien pinnan pölytaso ja resuspensiopäästö)

- Korealla tien pinnan pölytasolla renkaiden välillä ei havaita systemaattisia eroja: kitkarenkaan päästöt (Ref1 ja Ref2 kuvaajassa) ovat samalla tasolla kuin nastarenkaiden päästöt
- Nastoilla muodostuu enemmän pölyä kuin kitkarenkailla, mutta resuspensio peittää eron



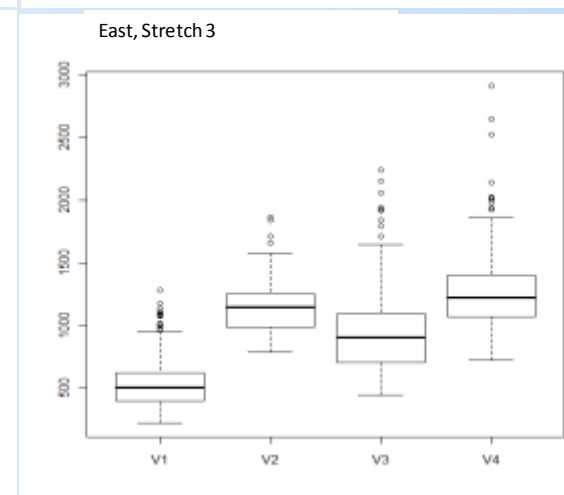
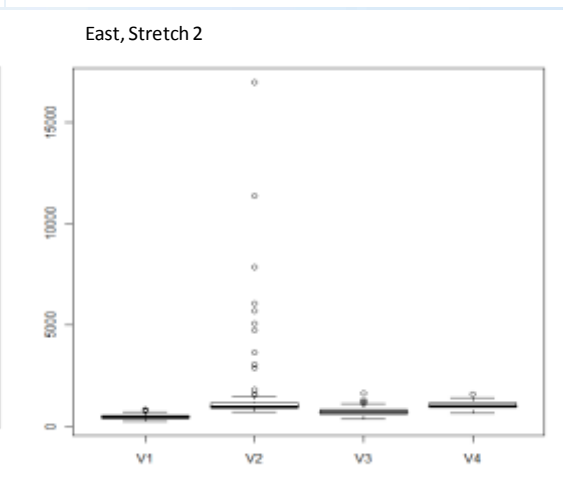
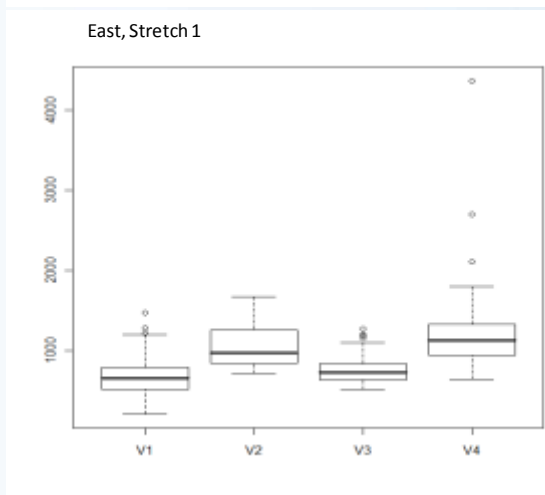
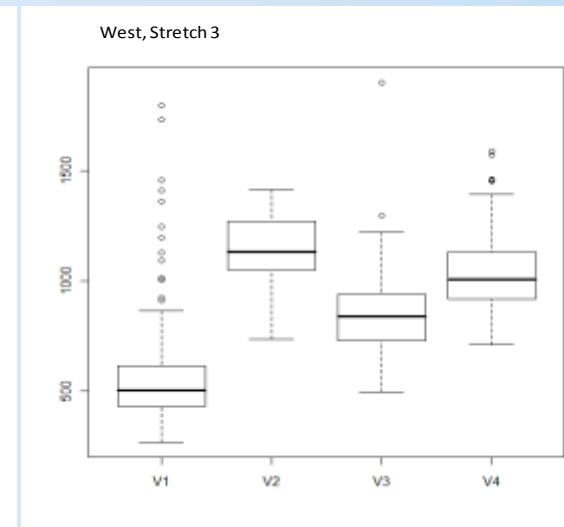
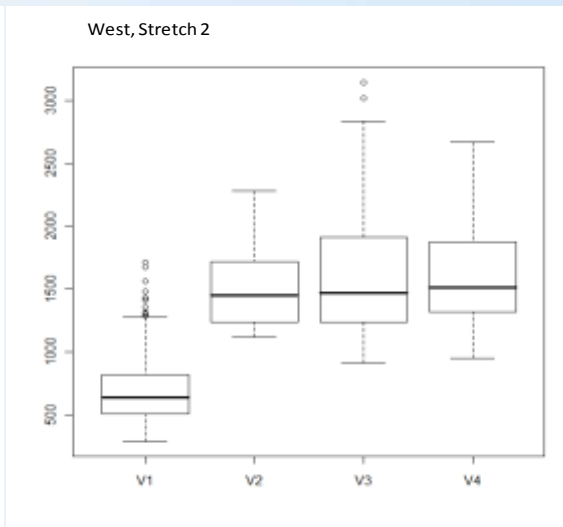
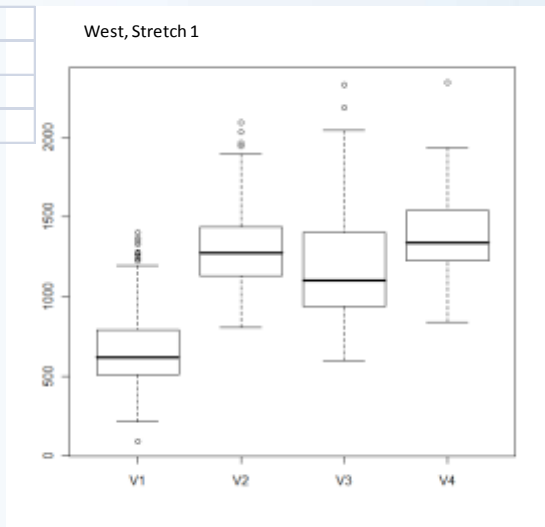
17. toukokuuta 2011 (alhainen tien pinnan pölytaso ja resuspensiopäästö)

- Suurmetsäntien päästötaso 17 toukokuuta 2011 oli alhainen. Tosin kesäaikainen päästötaso voi olla vieläkin alhaisempi.
- Ko. mittausolosuhteissa nastarenkaiden päästö oli 2-3-kertaa korkeampi kuin kitkarenkailla. Alhaisella tien pinnan pölytasolla nastojen aiheuttama päällysteen kuluma tulee merkittäväksi päästöjä selittäväksi tekijäksi.
- Tulokset viittasivat siihen, että eri valmistajien renkailla voi olla systemaattisia eroja.



17 May 2011 (low street surface dust load and consequent resuspension)

Ref	V1
Tyre 1	V2
Tyre 2	V3
Tyre 3	V4



Yhteenvettoa 2011 demonstraatiotestien tulokset

Action 1 ja 2 demonstraatiotestien tulosityhteenveto

- Testit osoittivat, että liukkaudentorjunta (talvihiekoitus ja nastarenkaat) lisäävät PM₁₀ hiukkasten muodostumista ja näi lisää pölykuormaa katu ympäristöissä. Aikaisemmin muodostuneen pölyn resuspensio määrittää mikä on suhteellinen lisäys.
 - 2011 nastarenkailla havaittiin 2-3 kertaa korkeampia päästöjä kuin kitkarenkaalla resuspensiotason ollessa alhainen, mutta eroja ei havaittu renkaiden välillä resuspensiotason ollessa korkea.
 - Alhaisilla resuspensiotasoilla hiekoitus lisäsi PM₁₀ pölyn muodostumista 9-15-kertaiseksi välittömästi hiekoituksen jälkeen verrattuna hiekoitusta edeltävään tilanteeseen. Päästö taso oli hiekoitusta edeltävällä tasolla 24 tunnin sisällä.
- Pölyn sidonta ja katujen puhdistus PIMU laitteisolla laskivat PM₁₀ päästöjä (kts. taulukko).
- Mittauksia jatketaan 2012

		Käsittelypäivä	1. päivä jälkeen	2. päivää jälkeen	3. päivää jälkeen
Pölyn sidonta	Koko kaista	90%	60%	30%	No effect
	Reuna & kaistojen väli	40%	20%	No effect	No effect
Kadun puhdistus	PIMU	10% to 40% riippuen tien pinnan pölyisyydestä			
	Imulakaisu	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta

Kiitoksia mielenkiinnosta!