

Biopolttoaineiden käyttö lisääntyy - entä päästöt ja terveyshaitat?

Raimo O. Salonen
LKT, dosentti

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
Ympäristöterveyden osasto
Kuopio

36. Ilmansuojelupäivät, Lappeenranta 24.8.2011

Miksi biopolttoaineiden käyttö lisääntyy ?

- EU käskee lisäämään ja tuotantotuet houkuttavat
- **Ilmaston lämpenemistä halutaan torjua**
 - Avainasemassa olevat päästöt 100 vuoden aikavälillä (IPCC 2007): **CO₂, metaani**
 - Tärkeitä päästöjä 20 vuoden aikavälillä (IPCC 2007): **CO₂, metaani, pienhiukkasten noki, CO + NMVOC + NO_x (= troposfäärin O₃ :n muodostajat)**
- Polttoainemiljardit uuteen jakoon, kun fossiilisten polttoaineiden hinnat nousevat
- **Maat haluavat lisätä energiaomavaraisuuttaan**



Mitä kaupunkiliikenteen biopoltto- aineelta pitäisi vaatia?

- Biopolttoaine **vähentää mahdollisimman tehokkaasti CO₂-päästöjä** elinkaaritarkastelussa
- Hyvä käytettävyys nykyisissä ajoneuvoissa (moottoritekniikka, pakokaasun puhdistus)
- **Dieselajoneuvojen biopolttoaine vähentää tehokkaasti terveydelle haitallisia hiukkaspäästöjä** (ja mielellään myös O₃-muodostajien päästöjä)
 - Polttoaineen sovellettava hiukkasia vähentävien moottori- ja jälkipuhdistusteknologioiden kanssa
 - **Pienhiukkasten noen ja orgaanisten yhdisteiden vähentyminen erityisen toivottavaa**

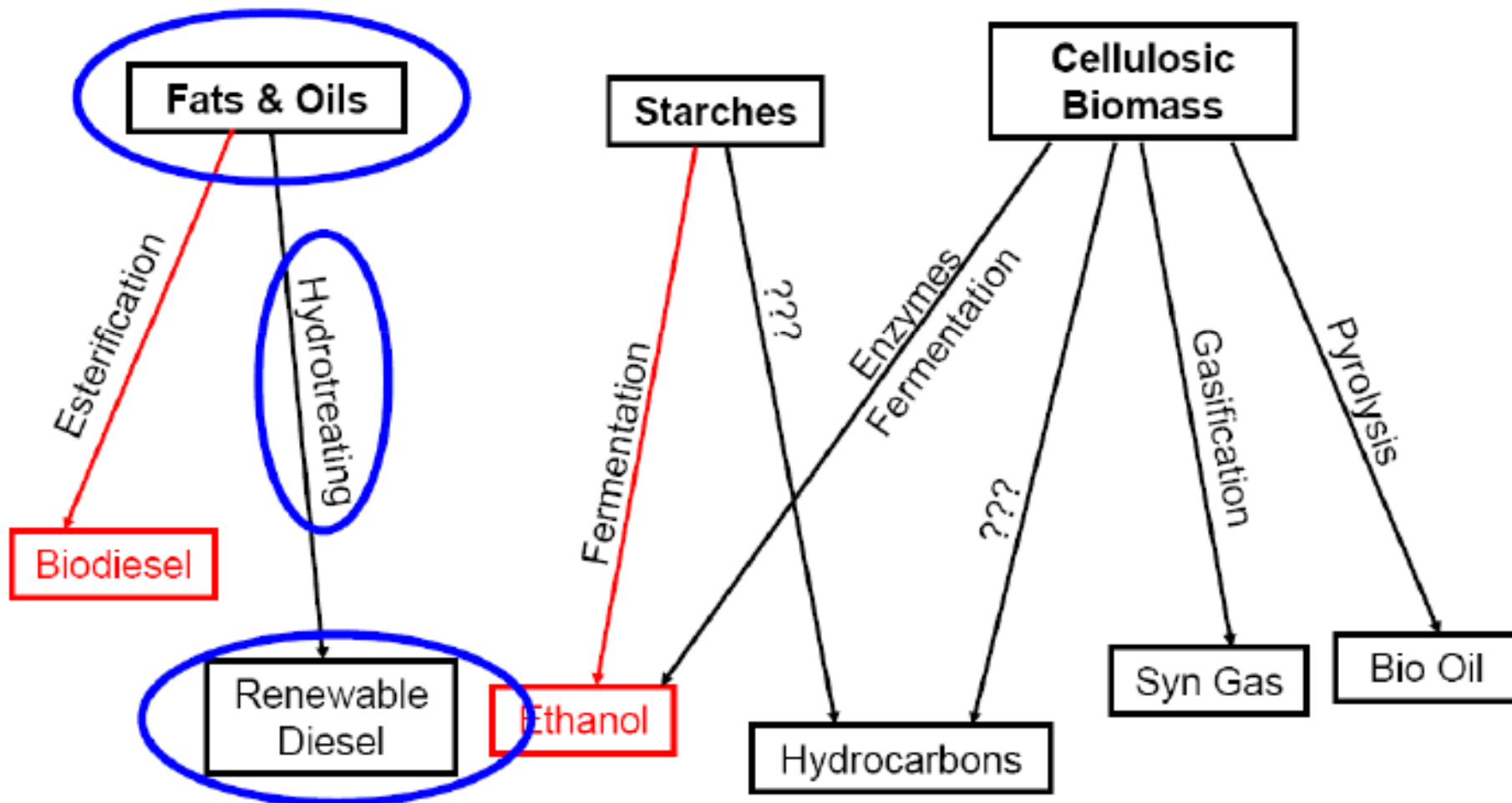


Liikenteen biopolttoainevaihtoehdot päästöjen ilmasto- ja terveyshaittojen torjunnassa

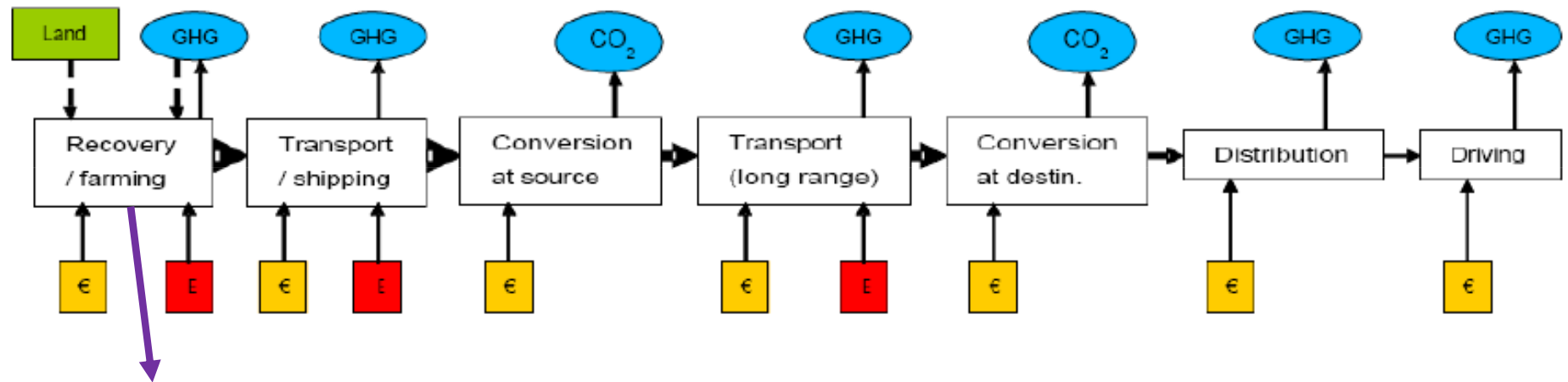
- **Bioetanoli:** etanoli tärkkelys-, selluloosa- tai sokeripitoisista kasveista **tai** käymiskelpoisista hiilihydraattijätteistä polttoaineeksi
- **Perinteiset biodieselit:**
 - FAME = rasvahappojen metyyliestereitä
 - RME = rypsiöljyn metyyliesteri
- **Kehittyneet parafiiniset biodieselit:**
 - BTL = Biomass-to-Liquid
 - HVO = Hydrotreated Vegetable Oil (esim. NExBTL)
 - GTL = Gas-to-Liquid (esim. Fischer-Tropsch)



Mahdollisuudet muuntaa biomassaa polttoainekäyttöön (Kaufmann 2007)



Elinkaaritarkastelu maassa tuotetulle biomassalle

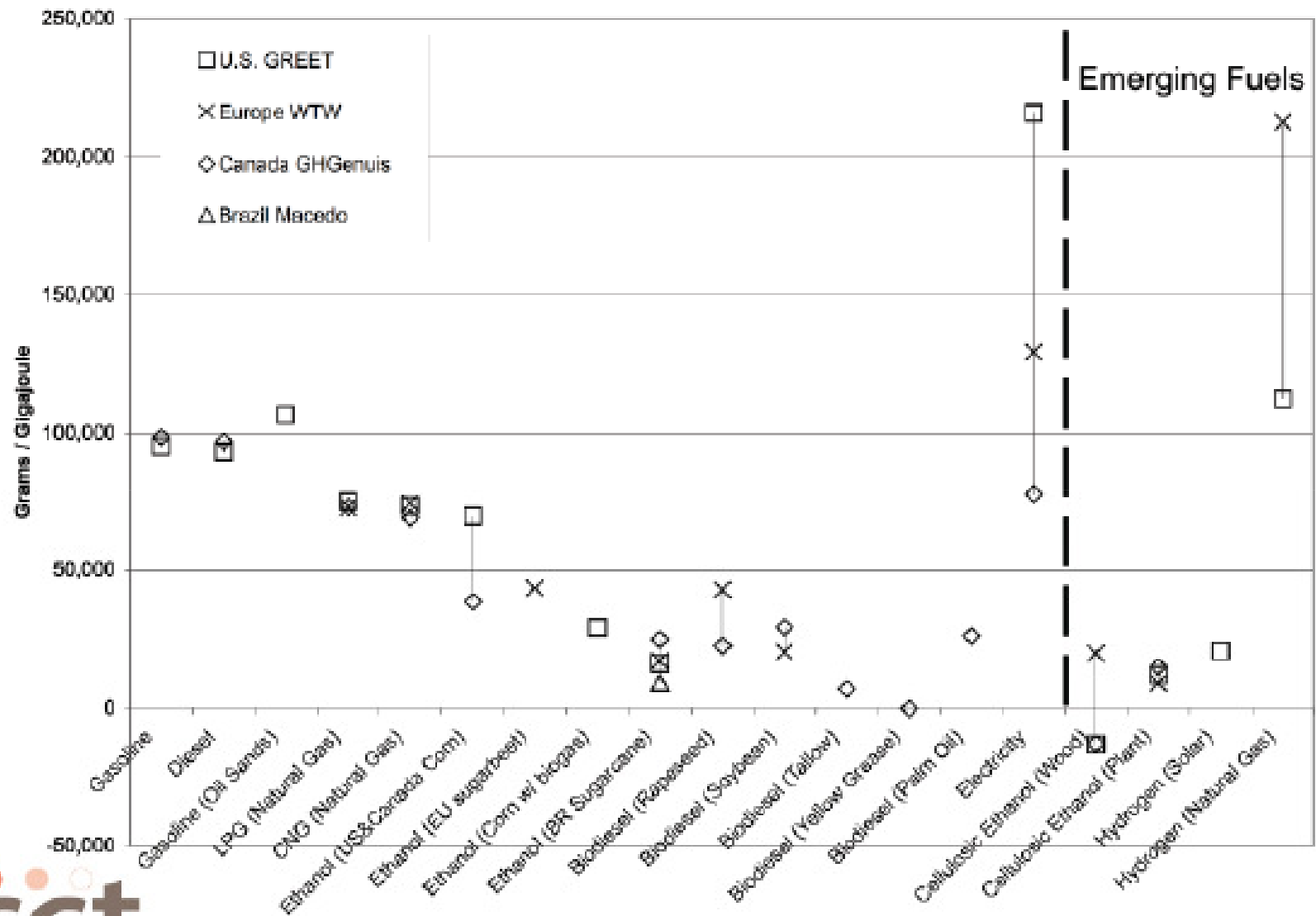


Lisävaatimus: Energiabiomassan tuotanto ei saa kilpailla epäeettisesti ruoan tuotannon kanssa.

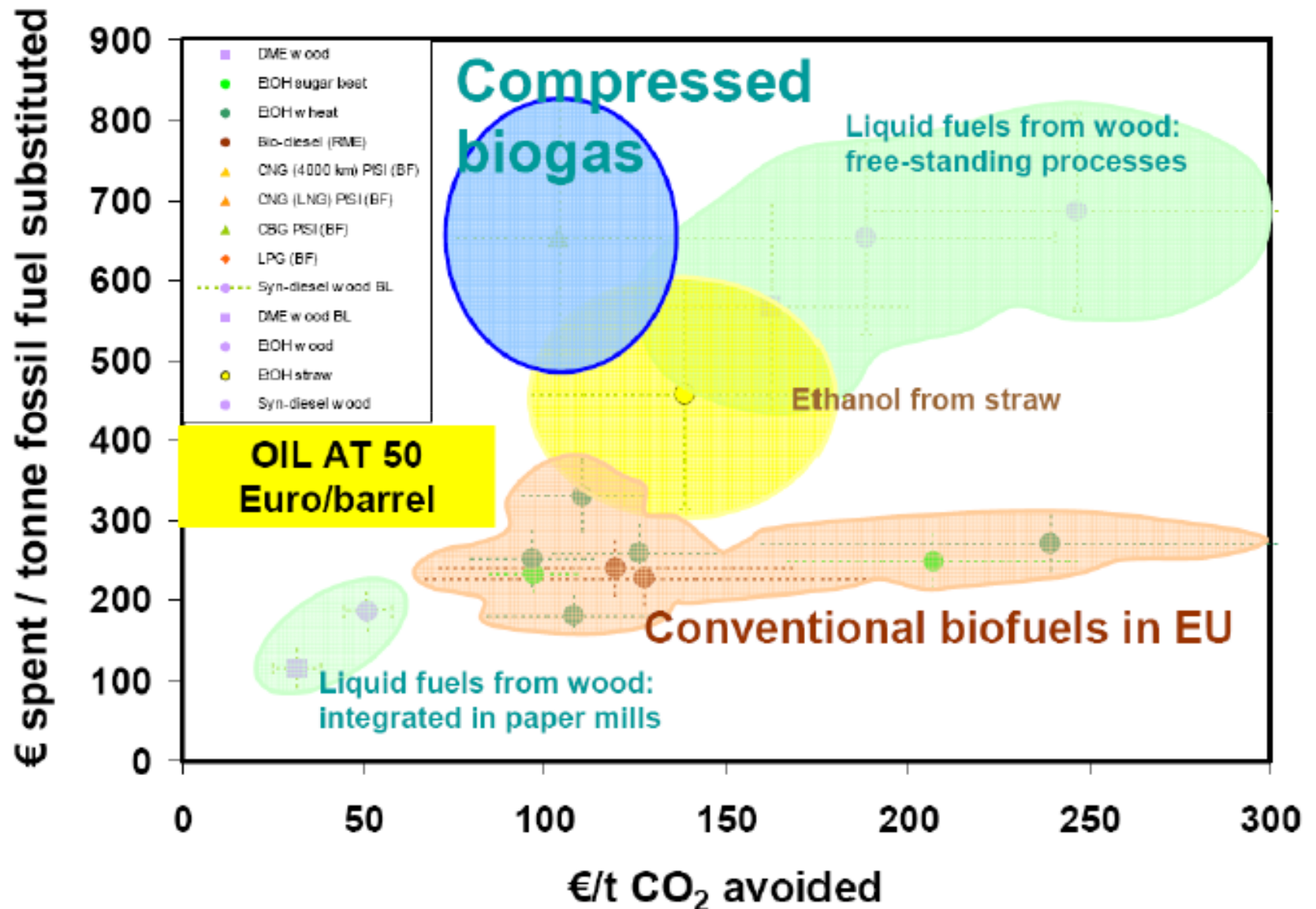
Model by Vliet et al. (2007)

Lähde: McGill, Aakko & Nylund, IEA/AMF 2008

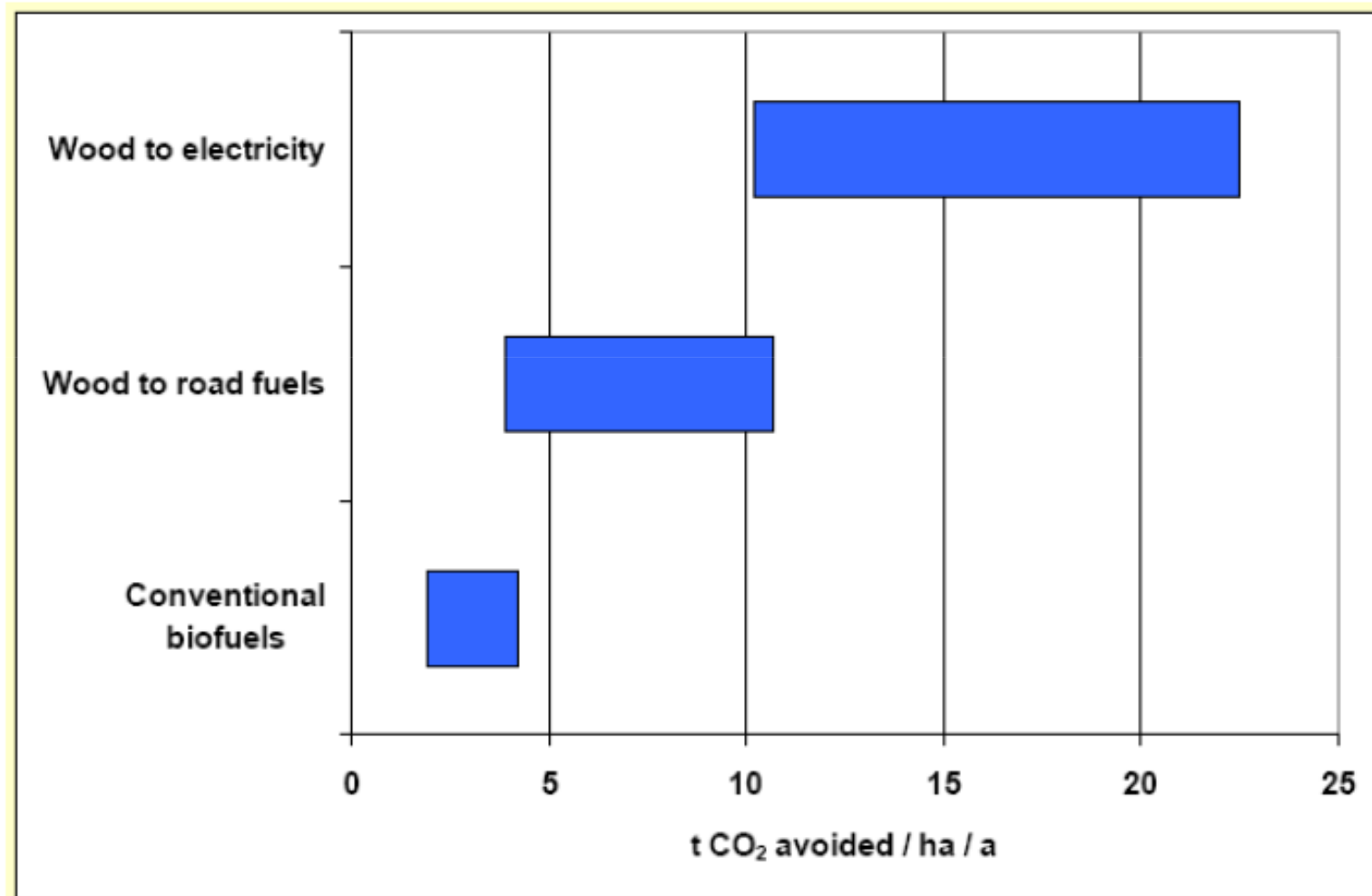
Lifecycle Greenhouse Gas Emissions from Major Fuels



Fossiilisen polttoaineen korvaamisen kustannus (Edwards 2007)



CO₂-hyödyt kasvatettujen biomassojen käytön vaihtoehtoissa (Larivé 2007)



BIODIESEL ja BIODIESEL-terveys projektien osallistujat

- **VTT:** Päivi Aakko, Timo Murtonen
- **UEF:** Jorma Jokiniemi (koordinaattori 1), Kari Kuuspallo, Mika Ihalainen, Kati Nuutinen
- **TUT:** Jorma Keskinen, Annele Virtanen, Juha Heikkilä, Topi Rönkkö
- **THL:** Raimo Salonen (koordinaattori 2), Maija-Riitta Hirvonen, Pasi Jalava, Maija Tapanainen, Ari Markkanen, Jorma Mäki-Paakkanen, Pasi Hakulinen, Arto Pennanen, Mikko Hoppo
- **IL:** Ulla Makkonen, Kimmo Teinilä



BIODIESEL ja BIODIESEL-terveys projektien tavoitteet ja menetelmät

- Verrata monipuolisesti perinteistä (RME) ja kehittynyttä hydrattua (HVO) biodieselpolttoainetta nykyisin yleisesti käytössä olevaan fossiiliseen dieseliin (EN590) raskaissa moottoreissa ja busseissa (EURO 4 ja 3b) sekä pienessä työkonemoottorissa (EURO 2)
 - Hiukkaspäästöt ja niiden koostumus: massa, lukumäärä, totaali ja orgaaninen hiili, syöpävaaralliset PAH-yhdisteet, ionit ja alkuaineet
 - Toksisuus keuhkojen keskeisissä puolustus soluissa (makrofagit) *in vitro* : solujen elävyys, solujen uusiutumissykli, tulehdusvälittäjäaineiden tuotanto, soluperimän vauriot
 - Genotoksisuus bakteerisoluviljelmässä

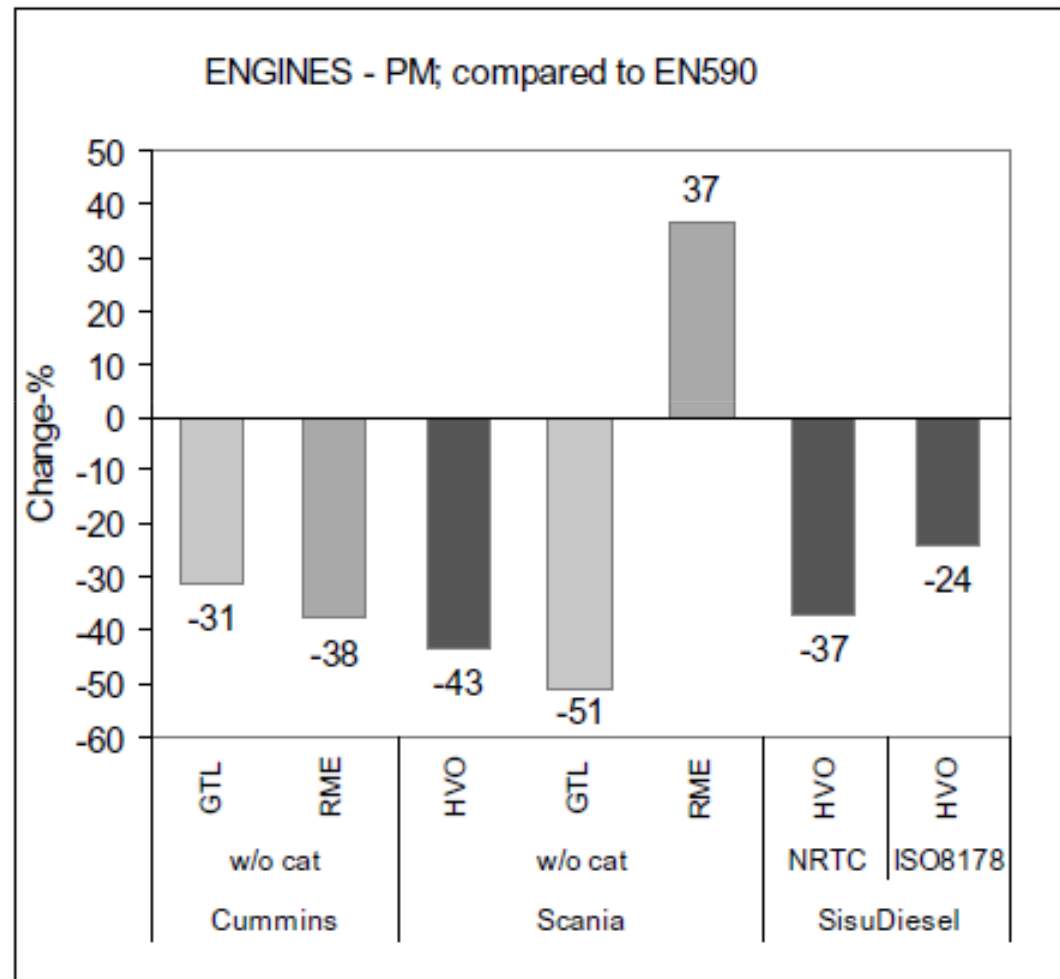
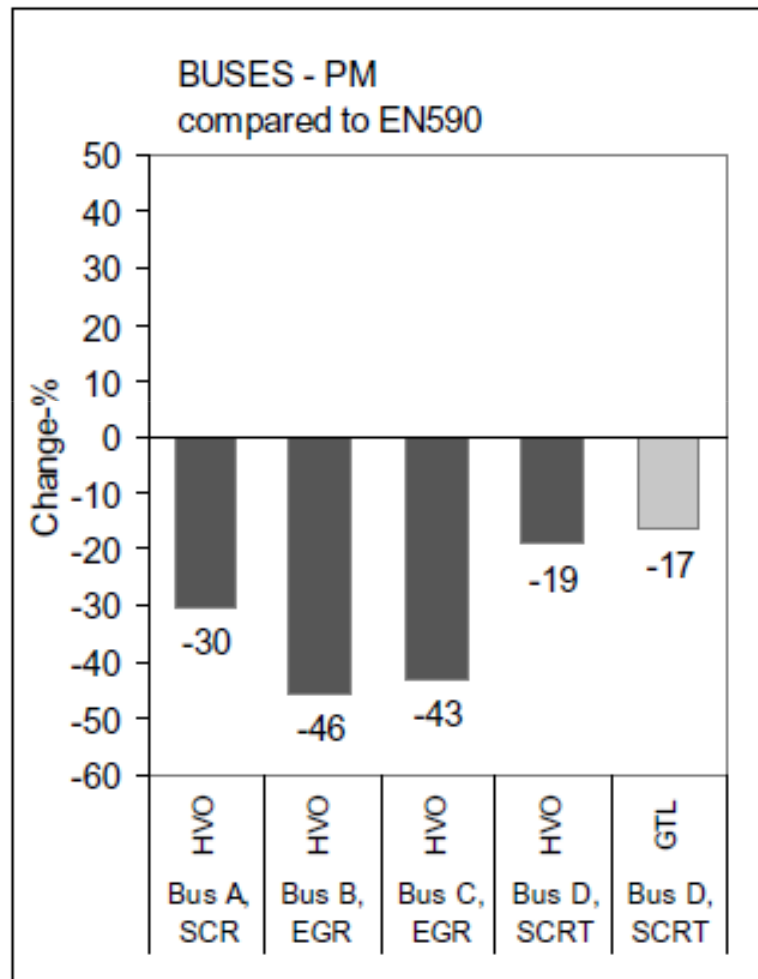


BIODIESEL ja BIODIESEL-terveys: pakokaasujen puhdistusmenetelmät

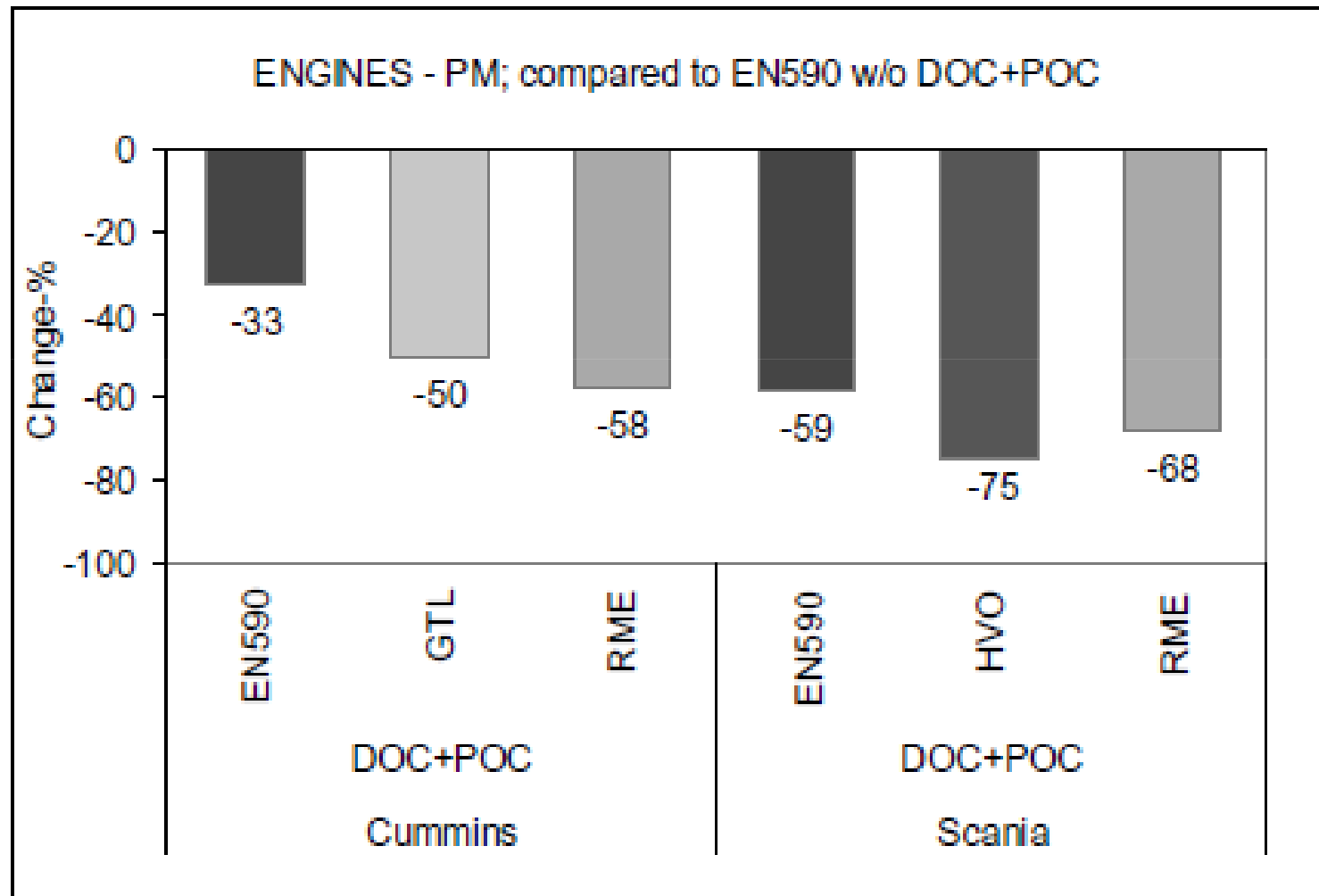
- Osassa kokeita oli käytössä seuraavia pakokaasujen jälkikäsittelymenetelmiä:
 - **Hapetuskatalysaattori** (Diesel Oxidation Catalyst, DOC)
 - **Hiukkasten hapetuskatalysaattori** (Particle Oxidation Catalyst, POC®)
 - **Pakokaasujen takaisinkierrätys** (Exhaust Gas Recirculation, EGR)
 - **NO_x-päästöjen katalyyttinen vähentäminen** (Selective Catalytic Reduction, SCR)
 - **SCRT® on SCR:n ja CRT-hiukkassuodattimen yhdistelmä** (CRT = Continuously Regenerating Trap)



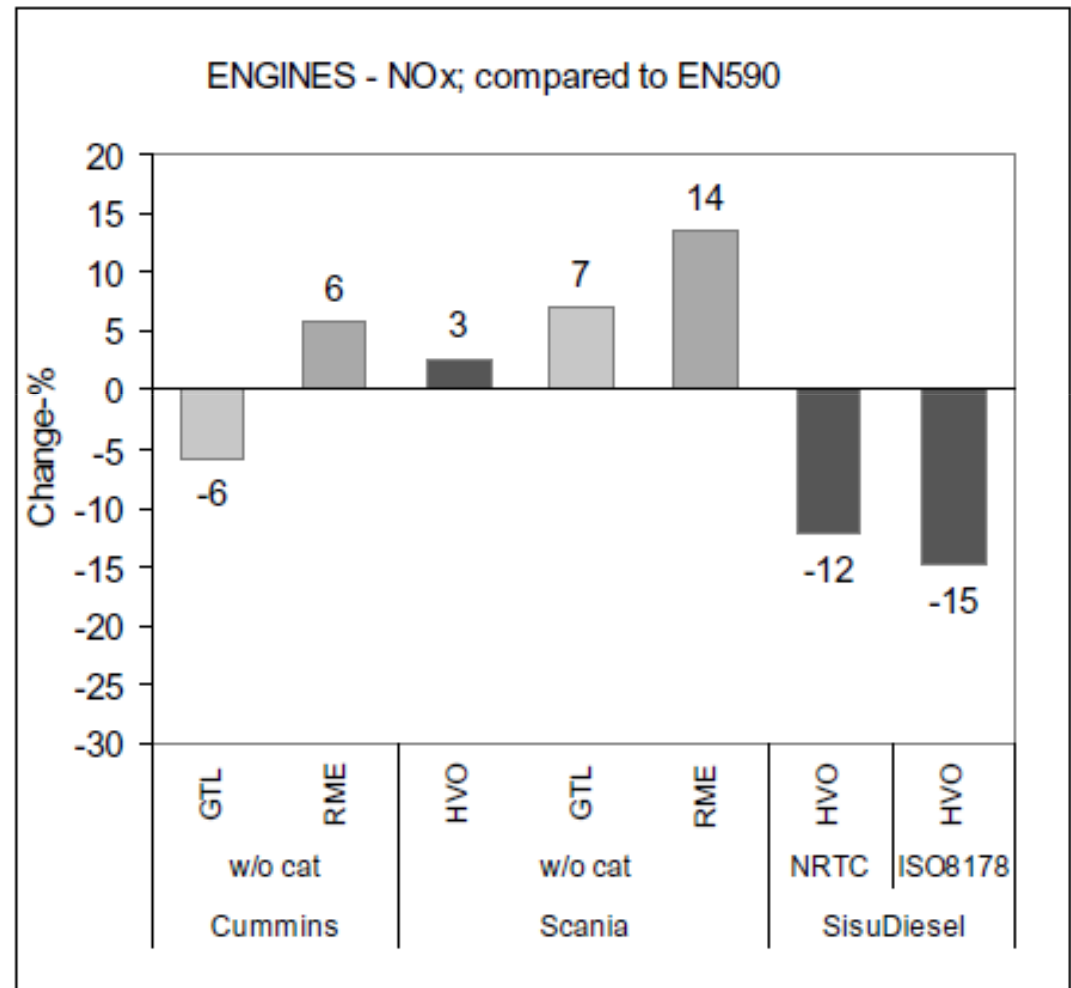
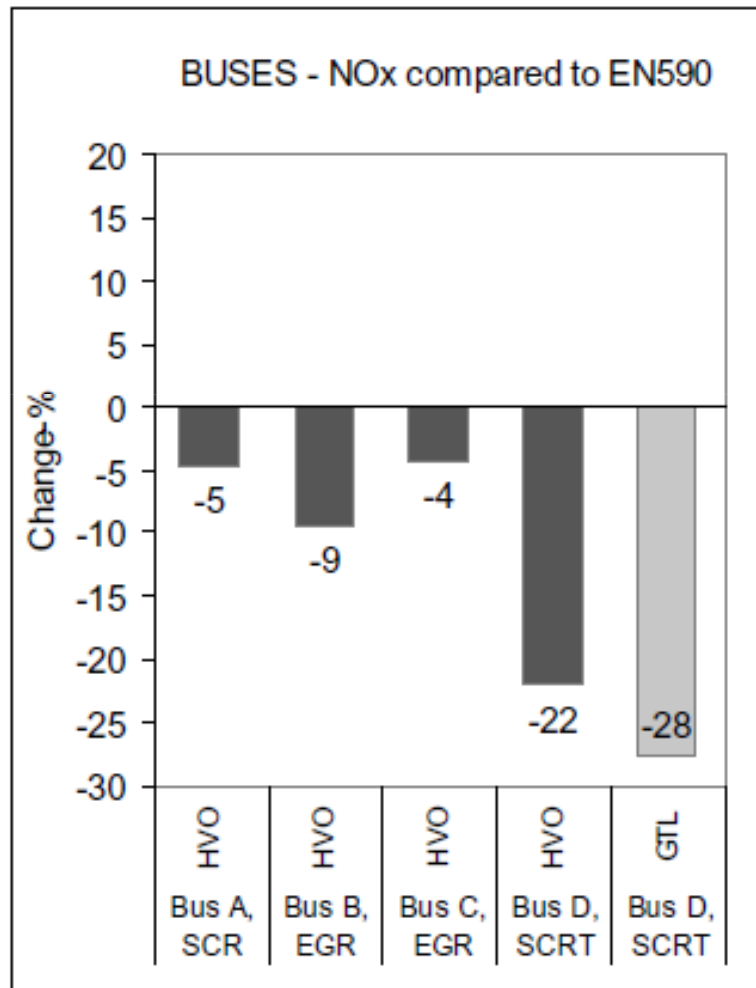
PM-päästöt busseista ja raskaista dieselmootoreista



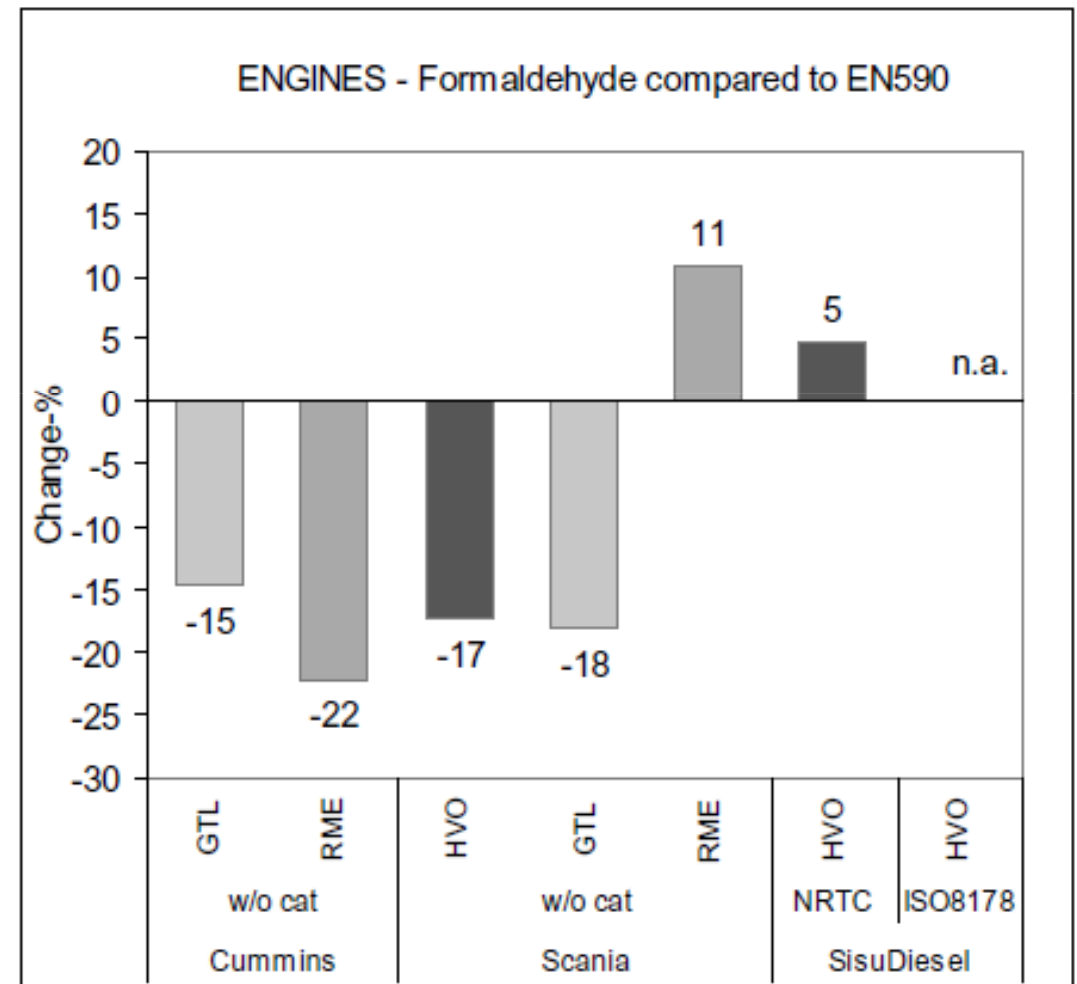
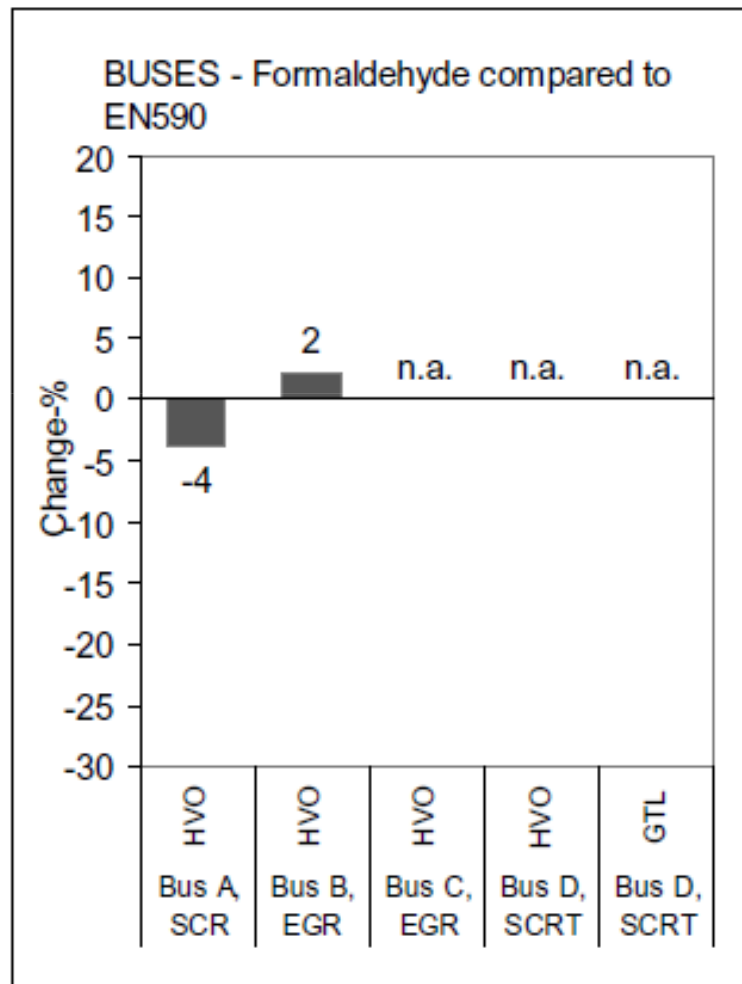
PM-päästöt raskaista dieselmootoreista hapetuskatalysaattoreiden kera



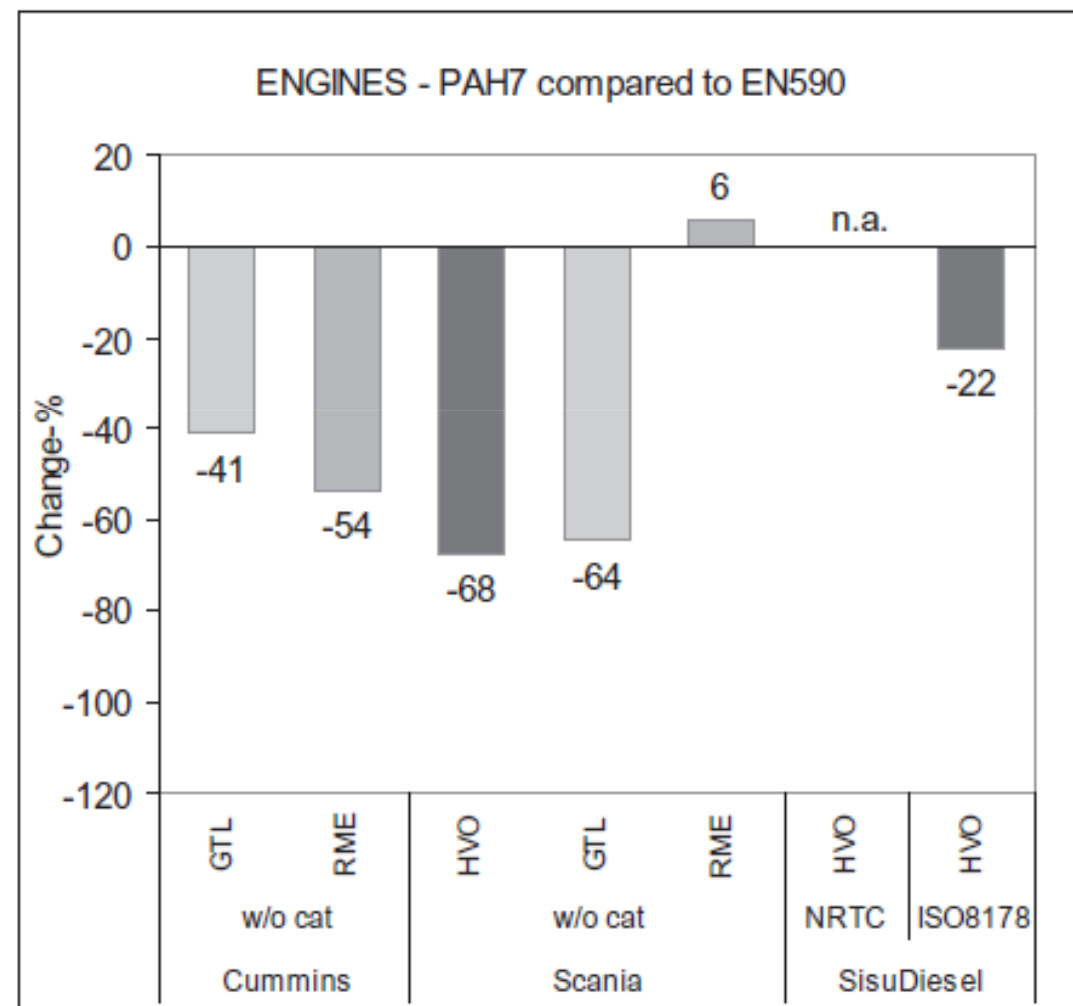
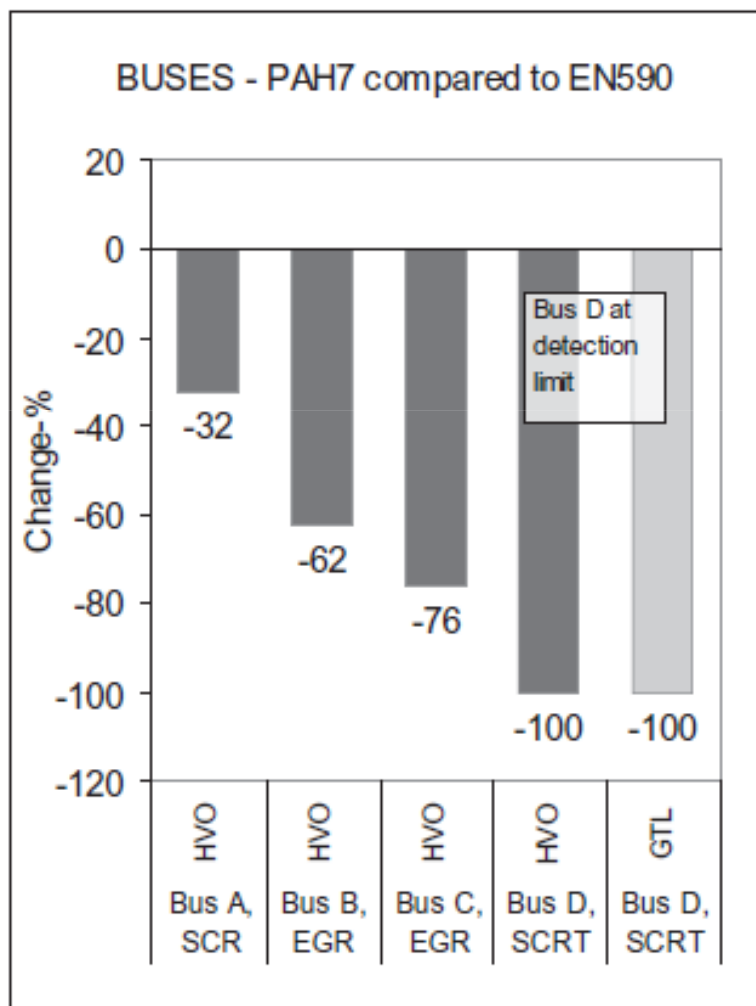
NO_x-päästöt busseista ja raskaista dieselmotoreista



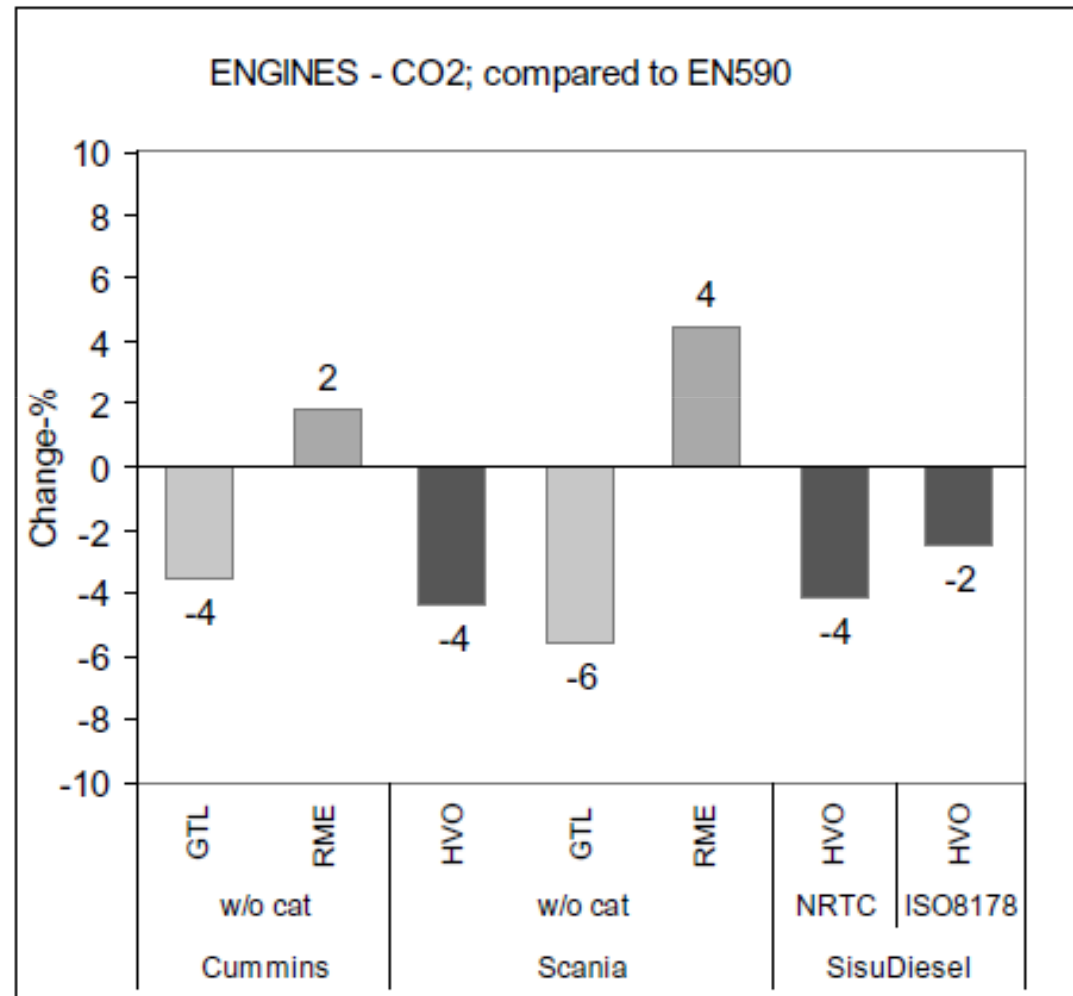
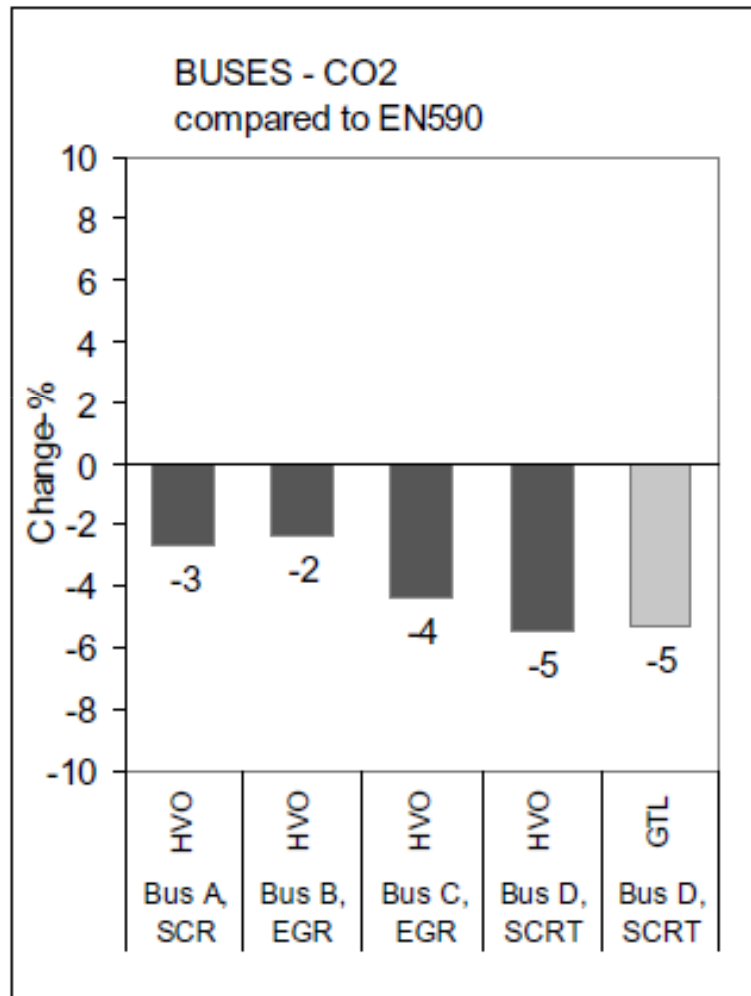
Formaldehydin päästöt busseista ja raskaista dieselmootoreista



PAH-päästöt busseista ja raskaista dieselmootoreista



CO₂-päästöt busseista ja raskaista dieselmootoreista



Yhteenveto toksikologisista kokeista

- **Raskas Euro 4 moottori: HVO100% polttoaineen ja DOC+POC:n yhdistelmällä** tuotetulla hiukkaspäästöllä pienimmät vaikutukset kaikkiin toksisuutta kuvaaviin parametreihin päästökertoimella painottamisen jälkeen.
- **Euro 2 teollisuusmoottori: Päästökertoimella** painotuksen jälkeen **RME100% polttoaineen ja DOC+POC:n yhdistelmällä** tuotetulla hiukkaspäästöllä pienimmät vaikutukset kaikkiin muihin toksisuusparametreihin paitsi ohjelmoituun solukuolemaan.
- **CNG linja-autosta tulevan hiukkaspäästön haitta-** **potentiaali kaikkein pienin**, mikä johtui pienimmästä päästökertoimesta ja päästöhiukkasten vähäisestä toksisuudesta useissa testeissä.



Loppupäätelmät

- Kehittyneet parafiiniset biodieselit (**HVO, BTL, GTL**) täyttävät hyvän kaupunkiliikenteen biopolttoaineen vaatimukset ilmasto- ja terveyshaittojen torjunnassa
 - **Vähentävät tehokkaasti CO₂-päästöjä elinkaari-tarkastelussa**
 - Hyvä käytettävyys nykyisissä ajoneuvoissa
 - **Tehokas terveydelle haitallisten hiukkasten (ml. noen ja orgaanisten yhdisteiden) massapäästön vähennys monenlaisten moottori- ja jälkipuhdistusteknologioiden kanssa**
 - Vähentävät jonkin verran myös O₃-muodostajien päästöjä (NO_x ja VOC)

