Sähköautojen akut: mistä raaka-aineet tulevat?

- Sähköautojen akuissa käytetään yleensä litiumia, kobolttia ja nikkeliä
- Nikkelin maailmanlaajuinen tuotanto on nyt kaksi miljoonaa tonnia vuodessa. Siitä 70 prosenttia käytetään ruostumattoman teräksen tuotantoon ja vain kolme prosenttia akkuihin.
- Kobolttia tuotetaan maailmassa noin 110 000 tonnia vuodessa
- Case Tesla:
  - Teslan S-mallissa on nikkeli-koboltti-alumiini-litium-ioniakku, jonka katodissa on 35 kiloa nikkeliä ja 7 kiloa kobolttia.
  - 1,6 miljardiin Tesla-autoon tarvittaisiin 50 miljoonaa tonnia nikkeliä ja 10 miljoonaa tonnia kobolttia.
  - Teslan sähköautotekniikkaan siirtyminen vaatisi siis maailman 25 vuoden nikkelituotannon ja 91 vuoden koboltintuotannon, jos koko kyseisten metallien tuotanto ohjattaisiin akkuteollisuuteen.
  - Nykytrendeillä uusia sähköautoja tulisi vielä 2060-luvullakin markkinoille joka vuosi enemmän kuin vanhoja romutetaan ja niiden akkuja toimitetaan kierrätykseen.
- Shellin blogin johtopäätökset:
  - Polttomoottoreista luopuminen edellyttää monien materiaalien tuotannon moninkertaistamista nykytasolta ja kaikkien mahdollisten akkuteknologioiden käyttöönottoa.
  - Se voi edellyttää myös autokannan tuntuvaa vähenemistä esimerkiksi itseajavien autojen ja yhteiskäytön kautta. Siitä huolimatta siirtyminen sähköautoiluun voi olla odotettua hitaampaa.

Lähde: http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/vaatisi-91-vuoden-koboltintuotannon-sahkoautoilu-tyssaa-ellei-ihmeita-tapahdu-6608339

Sähköautojen akut: mistä raaka-aineet tulevat?

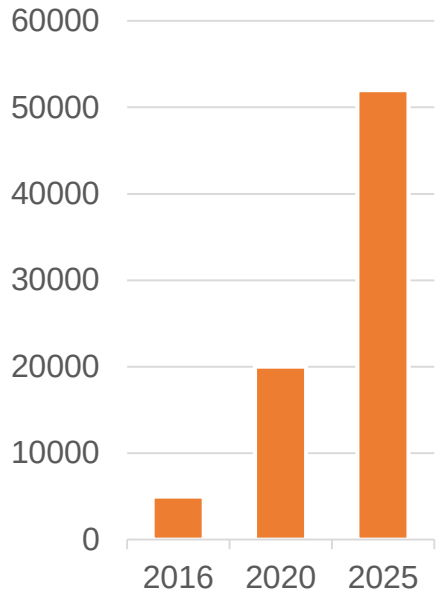
- Koboltti on kuparin ja nikkelin tuotannon sivutuote.
- Koboltin globaali kysyntä saattaa vuonna 2030 olla 47 % suurempi kuin vuonna 2016
  - Toisen arvion mukaan kysyntä kasvaa 39 % vuoteen 2022 mennessä (Macquarie)
- 63 % maailman koboltin tuotannosta tulee Kongon demokraattisesta tasavallasta
  - Kongon markkinaosuus saattaa nousta 73%:iin vuoteen 2025 mennessä.
- Amnesty Internationalin mukaan Kongon demokraattisen tasavallan epävirallisissa louhoksissa käytetään lapsityövoimaa. Noin 20 % Kongon koboltista tulee epävirallisista louhoksista.
  - Kongon erittäin epävakaa poliittinen ympäristö on ollut joillekin sijoittajille liian hankala

Lähde: https://about.bnef.com/blog/well-all-be-relying-on-congo-to-power-our-electric-cars/

Sähköautojen akut: riittääkö koboltti?

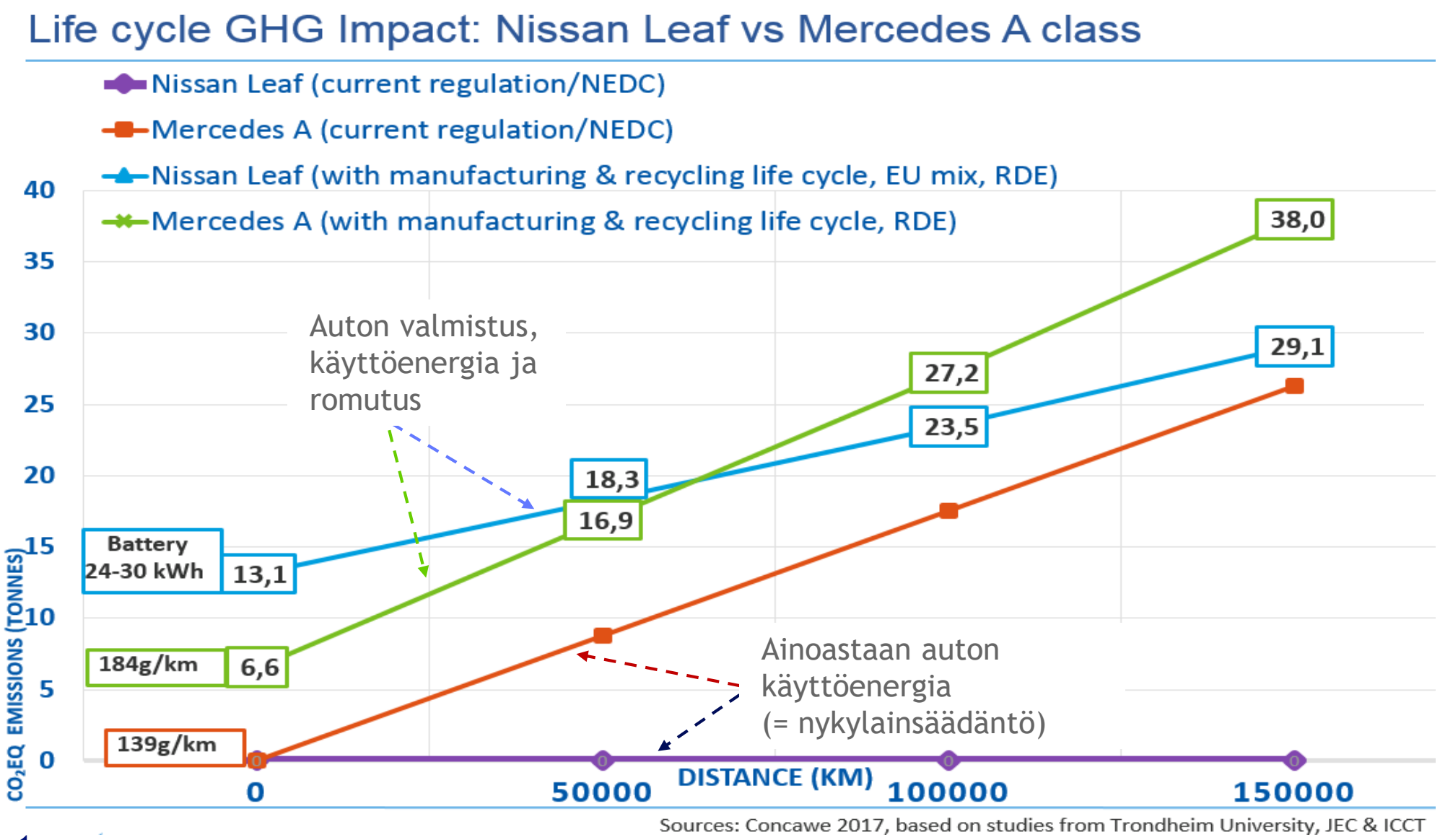
- Koboltin varannot maailmassa: 7 100 000 tonnia
- On arvioitu, että koboltin kysyntä kasvaa vuoteen 2030 mennessä 47 kertaiseksi verrattuna vuoteen 2016
- IEA:n WEO2017 (World Energy Outlook) ennustaa globaaliksi sähköautojen määräksi 280 miljoonaa vuonna 2040. Vuonna 2016 autoja myytiin 750 000 ja globaali sähköautojen määrä ylitti 2 miljoonaa.

- Kuinka monta tonnia kobolttia tarvitaan, jos sähköautojen kysyntä on ennustetunlaista?

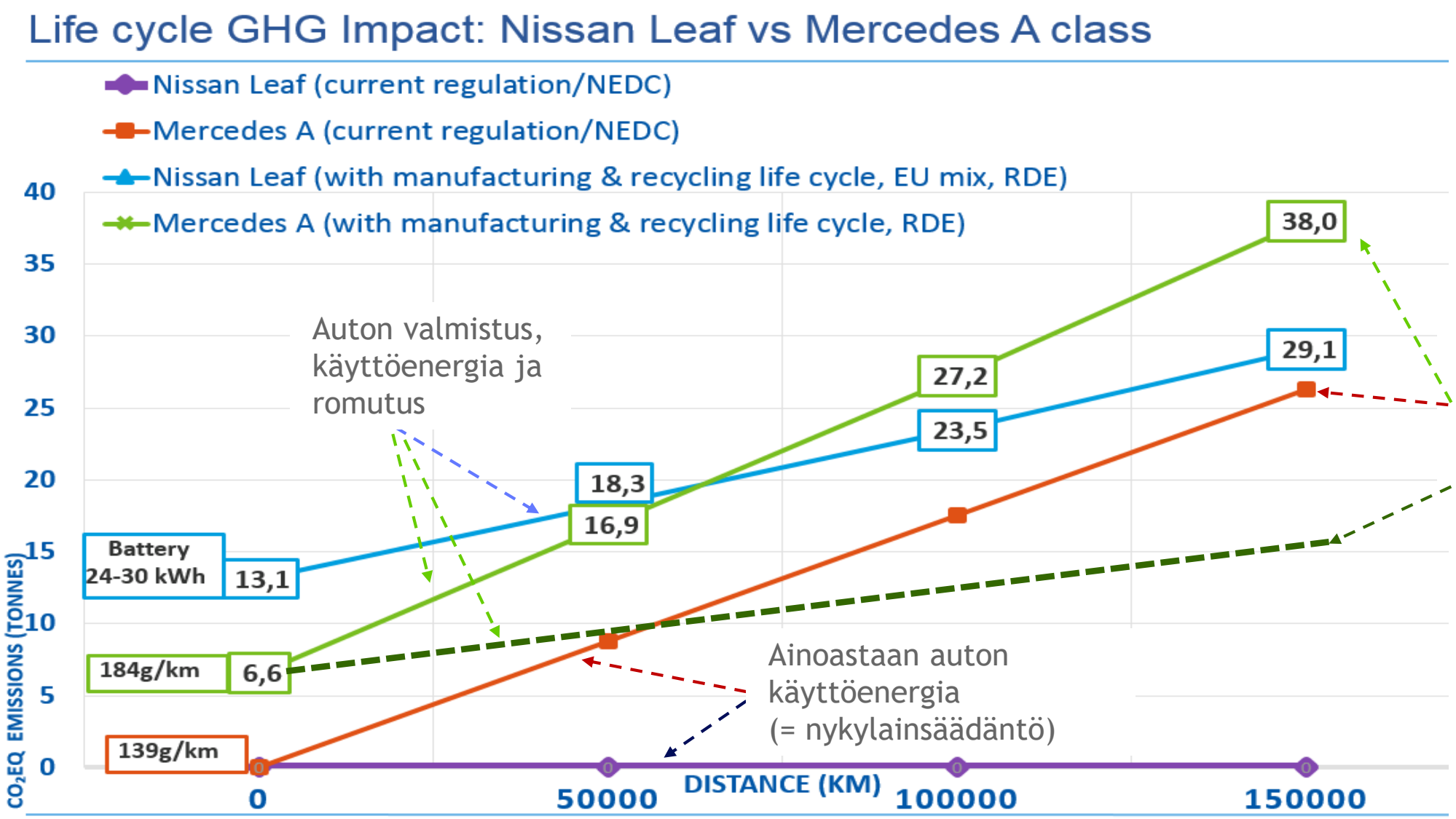


Lähteet: The United States Geological Surve, Wood Mackenzie, IEA (iea.org/weo/)
https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/mcs-2016-cobal.pdf
https://about.bnef.com/blog/well-all-be-relying-on-congo-to-power-our-electric-cars/

Polttomoottori hyvä jos koko auton koko elinkaari huomioon

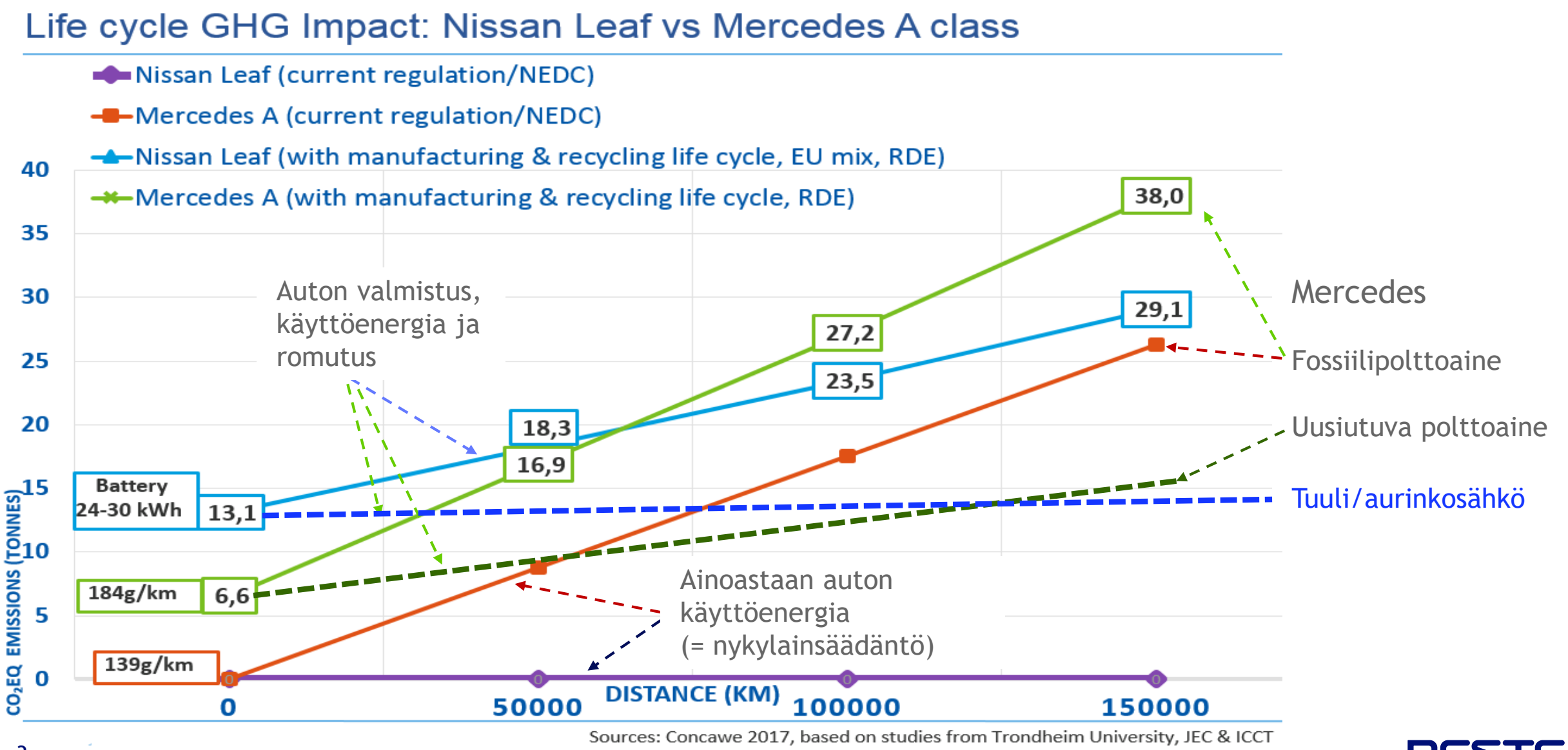


Polttomoottori hyvä jos koko auton koko elinkaari huomioon



Sources: Concawe 2017, based on studies from Trondheim University, JEC & ICCT

Polttomoottori hyvä jos koko auton koko elinkaari huomioon



Sources: Concawe 2017, based on studies from Trondheim University, JEC & ICCT

Road Vehicles and the Environment
– See the Whole Picture

Nordic Energy Forum 2017
Helsinki, November 15, 2017

Seppo Mikkonen
Neste Corporation
seppo.mikkonen@neste.com

NESTE

See the Whole Picture

1. Greenhouse gas emissions
2. Affordability
3. Tailpipe emissions



Greenhouse Gas Emissions (GHG) = CO_2, CH_4, N_2O







The Whole Picture

- GHG are worldwide issue
  - origin does not matter: vehicle tailpipes + chimneys + soil + ...
- growing vegetation binds CO_2 from atmosphere by photosynthesis

NESTE

Well-to-wheels view

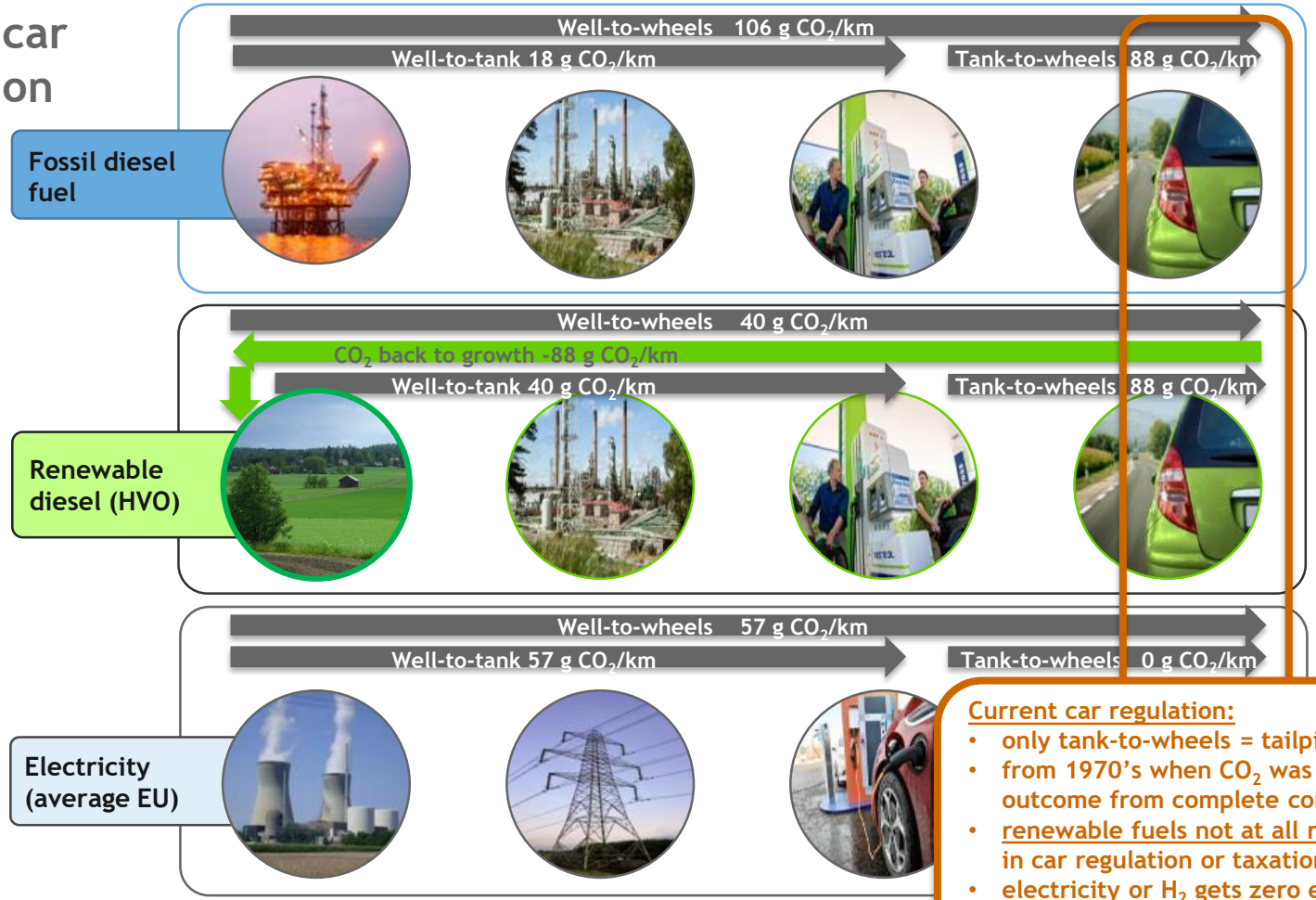


Tank-to-wheels = "tailpipe emission" of a car

Values from EU JEC study for year model 2020 C-size ("Golf") car

NESTE

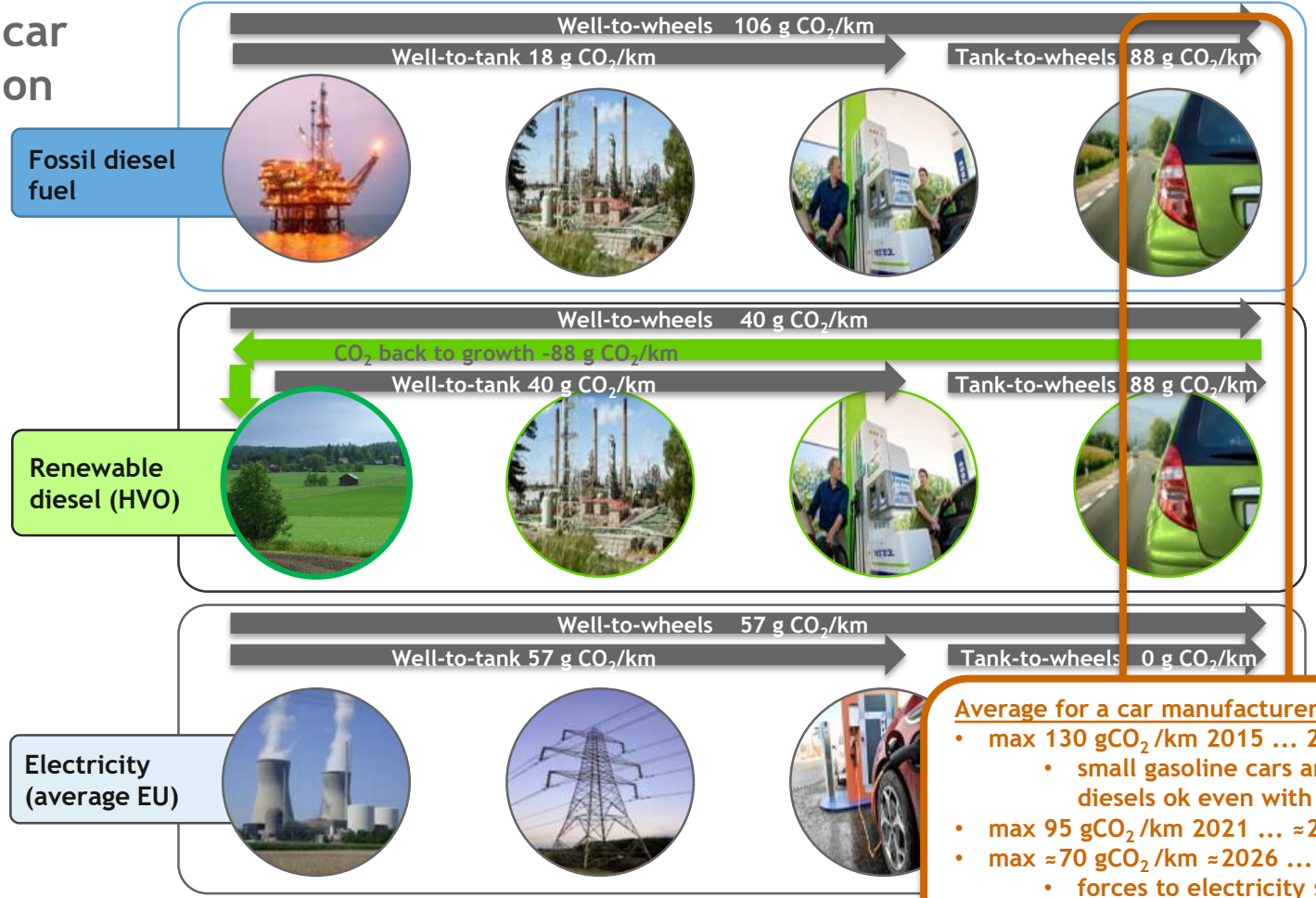
Current car regulation



Current car regulation:

- only tank-to-wheels = tailpipe emission
- from 1970's when CO_2 was desired outcome from complete combustion
- renewable fuels not at all recognized in car regulation or taxation
- electricity or H_2 gets zero emission status regardless energy's origin

Current car regulation



Average for a car manufacturer:

- max 130 gCO_2/km 2015 ... 2020
  - small gasoline cars and large diesels ok even with fossil fuel
- max 95 gCO_2/km 2021 ... ≈2025
- max ≈70 gCO_2/km ≈2026 ... discussed
  - forces to electricity since no help from advanced fuels

Fair easy regulation would be

Fossil diesel fuel

Well-to-wheels 106 g CO_2/km

Well-to-tank 18 g CO_2/km

Tank-to-wheels 88 g CO_2/km






Renewable diesel (HVO)

Well-to-wheels 40 g CO_2/km

Well-to-tank 40 g CO_2/km

Tank-to-wheels 0 g CO_2/km






Electricity (average EU)

Well-to-wheels 57 g CO_2/km

Well-to-tank 57 g CO_2/km

Tank-to-wheels 0 g CO_2/km



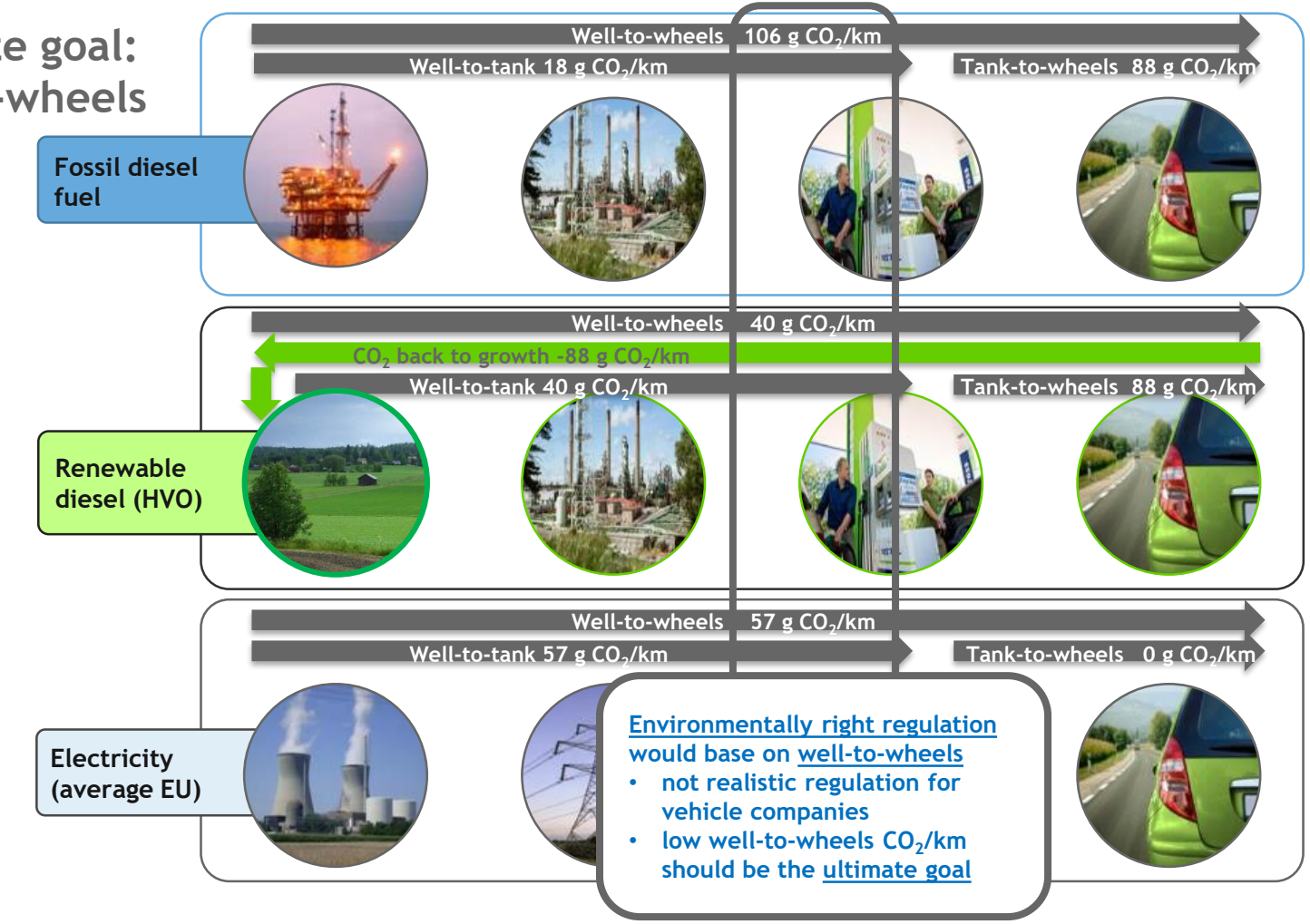


Vehicle regulation fair for all energies would be defining tailpipe CO_2 = 0 for renewable fuels.

It is already so in fuel directives.

NESTE

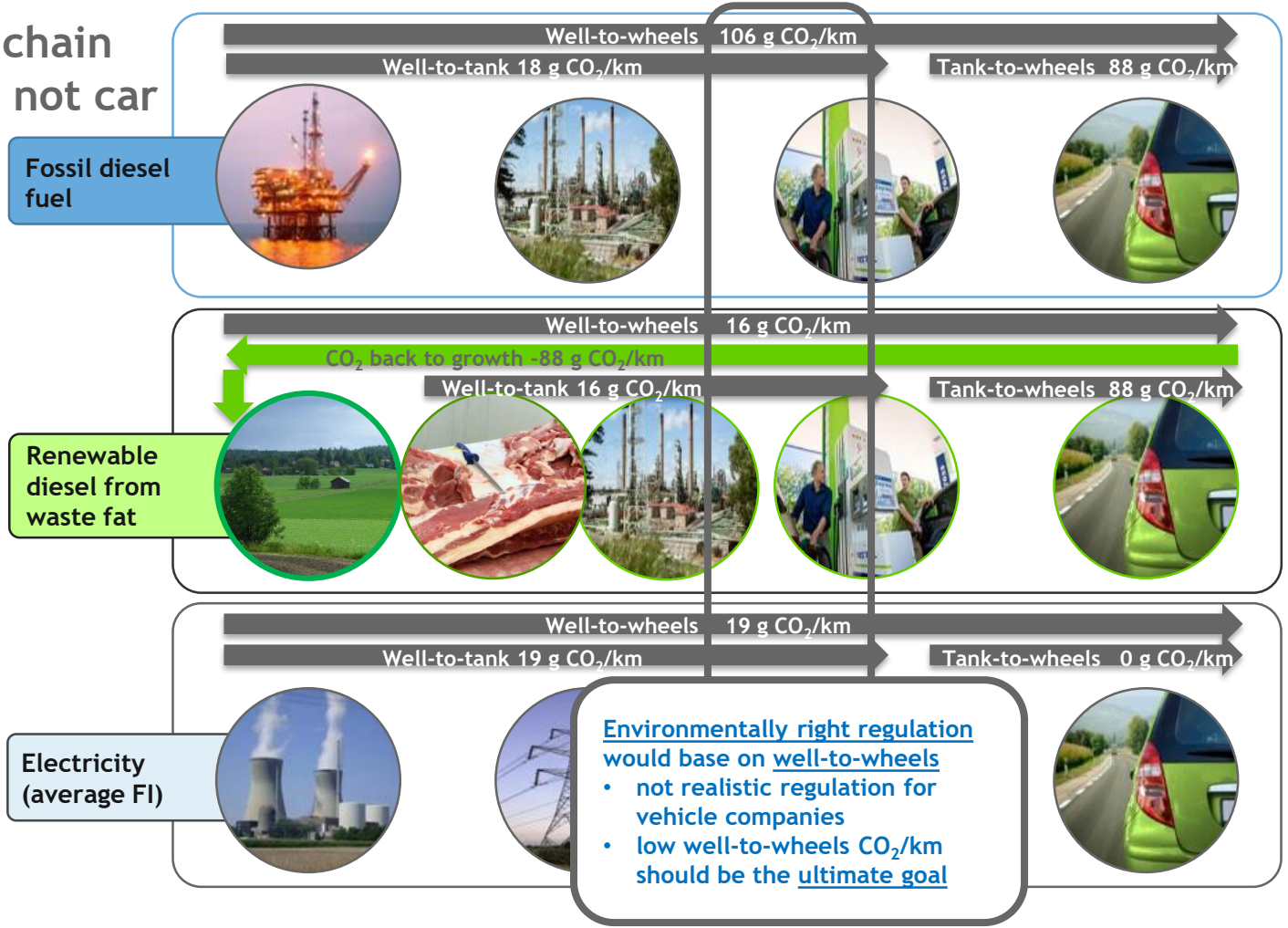
Ultimate goal: Well-to-wheels



Environmentally right regulation would base on well-to-wheels

- not realistic regulation for vehicle companies
- low well-to-wheels CO_2/km should be the ultimate goal

Energy chain essential, not car alone



Environmentally right regulation would base on well-to-wheels

- not realistic regulation for vehicle companies
- low well-to-wheels CO_2/km should be the ultimate goal

NESTE

See the Whole Picture

1. Greenhouse gas emissions
2. Affordability
3. Tailpipe emissions



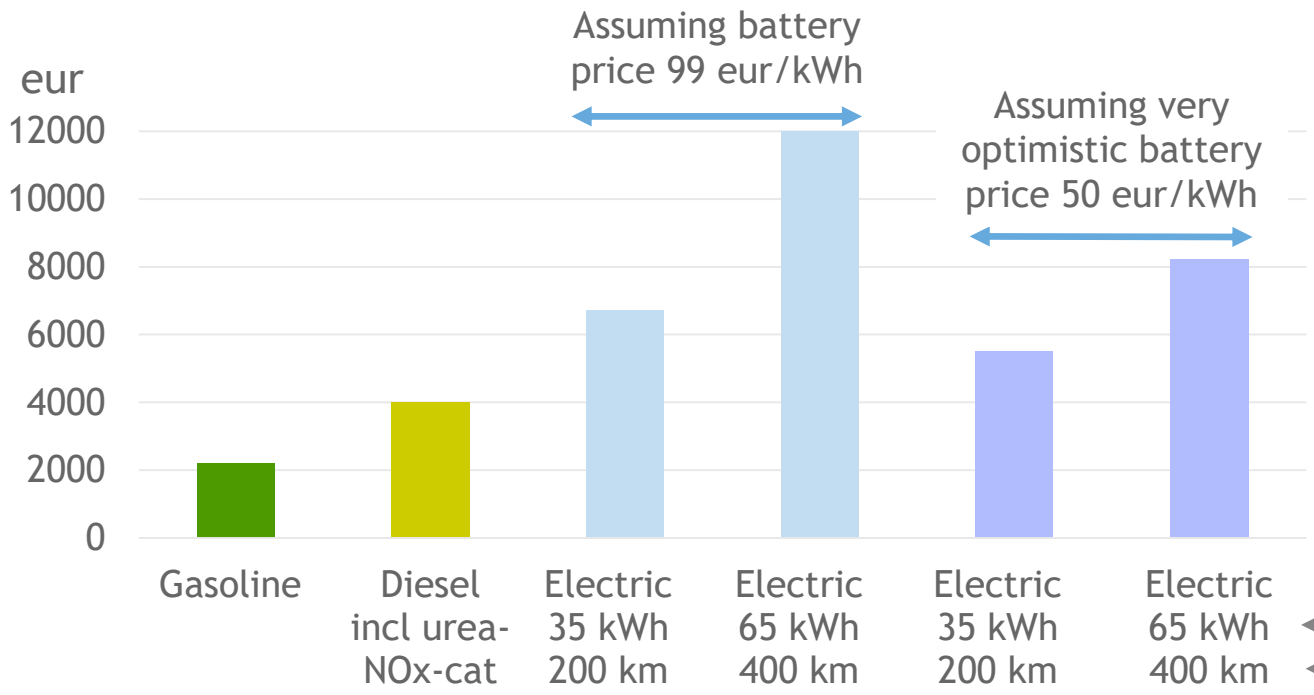
Affordability for Everyone is a Must



Even if One Turns Switch to Off, no Light



Cost of “Powertrain” for 2030 Year Model C-size Car (“Golf”)



Battery price today 200 ... 250 eur/kWh

Battery capacity

Electric driving range

Powertrain = engine or electric motor + transmission + fuel tank or battery + electronics + exhaust aftertreatment

Source: Roland Berger study data

See the Whole Picture

1. Greenhouse gas emissions
2. Affordability
3. Tailpipe emissions



Consider all Emissions at the Same Time

	Carbon monoxide CO	Hydrocarbons HC	Nitrogen oxides NO_x	Particulates
Diesel trucks and buses	**Very low** always	**Very low** always	**Very low** since 2013 (urea-SCR catatalysts)	**Very low** since 2013 (particulate filters)
Diesel cars and vans	**Very low** always	**Very low** always	**Very low** from 2017 (urea-SCR-catalysts)	**Very low** since 2009 (particulate filters)
Gasoline cars	**Low** since 1990's (3-way catalysts)	**Low** since 1990's (3-way catalysts)	**Very low** since 1990's (3-way catalysts)	**Very low** from 2017 (particulate filters)

New car models from 2017, all sold new cars from 2019

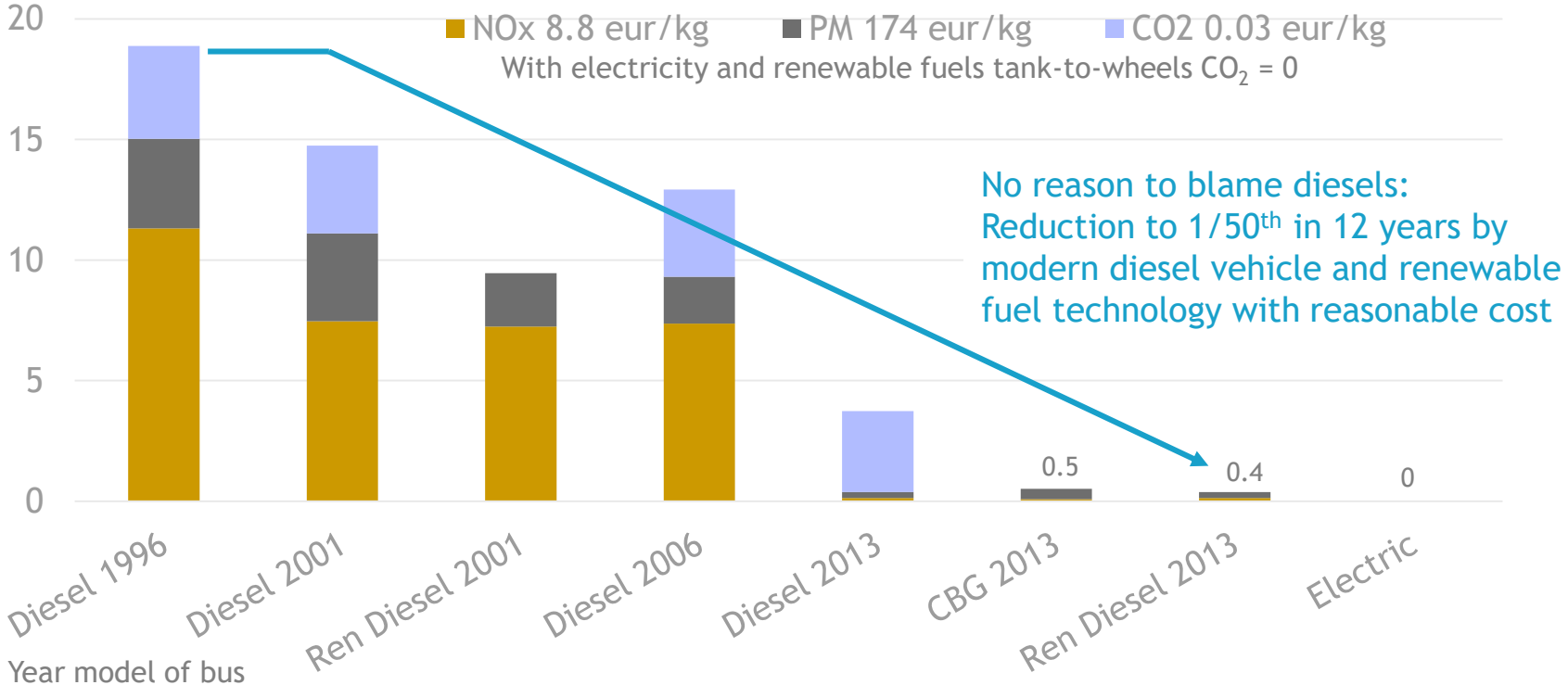
- legal loopholes in NO_x measurements with NEDC test using 1970's car's engine performance to be closed by RDE real driving test
- particulate limit update: particulate filters come into gasoline cars
- brake, tyre and road wear produce more particles than exhaust in new cars
  - also electric vehicles produce these particles

Cleaning the ambient air: Replace oldest vehicles with new ones

NESTE

Total Tailpipe Emission Effect of City Buses

External costs caused by emissions (eur/100 km) as in directive 2009/33



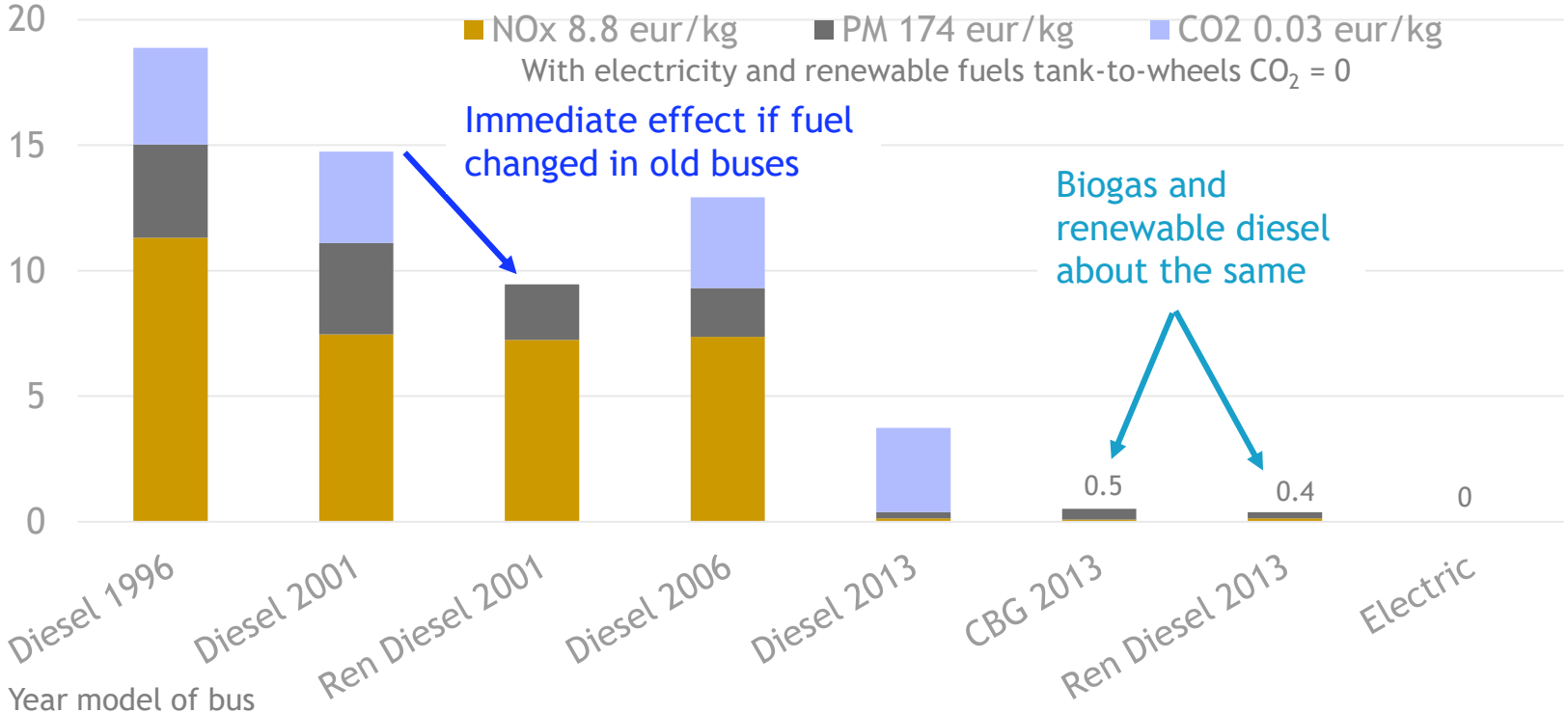
Ren Diesel = Renewable paraffinic diesel EN 15940 (HVO)

CBG = Biomethane

Source: VTT City bus emission database, testing with a city transient cycle

Total Tailpipe Emission Effect of City Buses

External costs caused by emissions (eur/100 km) as in directive 2009/33



Ren Diesel = Renewable paraffinic diesel EN 15940 (HVO)

CBG = Biomethane

Source: VTT City bus emission database, testing with a city transient cycle

Keep Doors Open for All Parallel Solutions



Should not “forbid combustion engines, allow only electrics”

- monopoly always expensive
- limits evolution and innovation on other paths
- well-to-wheels evaluation should be used for every alternative

Replacing oldest vehicles with new ones cleans ambient air

- effective exhaust cleaning exists but was not asked by vehicle buyers

Keep Doors Open for All Parallel Solutions



Should not “forbid combustion engines, allow only electrics”
- monopoly always expensive
- limits evolution and innovation on other paths
- well-to-wheels evaluation should be used for every alternative

Replacing oldest vehicles with new ones cleans ambient air
- effective exhaust cleaning exists but was not asked by vehicle buyers

Electric vehicles not “zero-emission” solution
- non-exhaust particulates dominate in urban air already now
- low well-to-wheels CO_2 only if enough renewable electricity available

Tank-to-wheels car regulation from 1970’s gives monopoly for electricity
- CO_2 = 0 accepting even coal fired power stations
- CO_2 of renewable fuels the same as fossil fuels by definition
  - should accept combustion of renewable fuels’ CO_2 = 0 as it already is in fuel regulation from this millennium

NESTE