

Diagno Finland Oy ja Suomen Autoteknillinen Liitto ry

SATL-Seminaari:
Autotekniikan ja elektroniikan
päivät
Syksy 2020



SATL-koulutus: Autotekniikan ja elektroniikan päivä 2020

Sisältö:

- Onko polttomoottorilla tulevaisuutta? Polttomoottoritekniikan menneisyys, tulevaisuus ja kehityssuunnat, *Heikki Parviainen, Metropolia Ammattikorkeakoulu*
- Uusi sähköjärjestelmäarkkitehtuuri mm. VW ID3, *Frans Malmari, Diagno Finland Oy*
- Tekninen avaus: Laihaseostekniikka ja Mazdan Skyactive X, *Juha Kiiskinen, JK-Textservice*
- **Case: Volvo KERS 48V -kevythybridi, *Frans Malmari, Diagno Finland Oy***
- Dieseljärjestelmän uudet tekniset ratkaisut, *Björn Boström, Diagno Finland Oy*
- Kuljettajaa avustava teknologia ADAS, *Valtteri Härkönen, Hella Gutmann Solutions A/S*
- Kuljettajaa avustavat järjestelmät: Sääto- ja kalibrointityöt, *Valtteri Härkönen, Hella Gutmann Solutions A/S*

Onko polttomoottorilla tulevaisuutta? Polttomoottoritekniikan menneisyys, tulevaisuus ja kehityssuunnat.

Heikki Parviainen. Metropolia AMK

Insinööri-lehti 2019

Polttomoottorilla kulkevien autojen valmistus saattaa loppua maailmasta vuoteen 2030 mennessä. Useat valmistajat ovat ilmoittaneet keskittyvänsä sähköautoihin.

Lisäksi Valmet Automotive suunnittelee akkutuotantoa Saloon. Muutoksesta huolimatta Suomessa koulutetaan yhä insinööreille polttomoottoritekniikkaa.

– Keskusteluja polttomoottoritekniikan opetuksen lopettamisesta on käyty, mutta päätöksiä ei ole tehty, kertoo Metropolian oppimisjohtaja **Tapani Martti**.

Ensimmäisissä autoissa oli polttomoottori



Kuva: TM

Mitkä asiat ohjaavat moottoritekniikan kehitystä?

Käyttöominaisuusvaatimukset:

- Suorituskyky, sopivuus autokalustoon, käyttövarmuus, edullinen hinta

Raaka-aineet ja tuotantomenetelmät:

- Hinta, saatavuus, menetelmäkustannukset

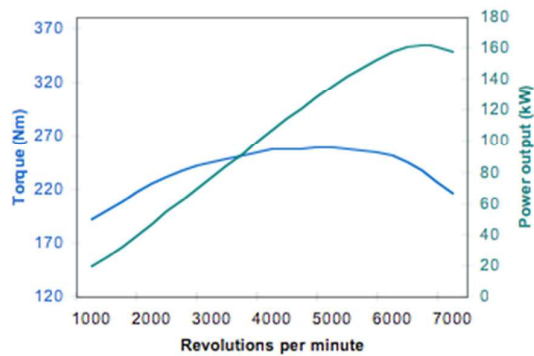
Polttoainejakelu:

- Yhteensopivuus

Lainsäädäntö:

- Pakokaasut, polttoaineet, verot

Käyttöominaisuuksien vaatimukset kasvavat

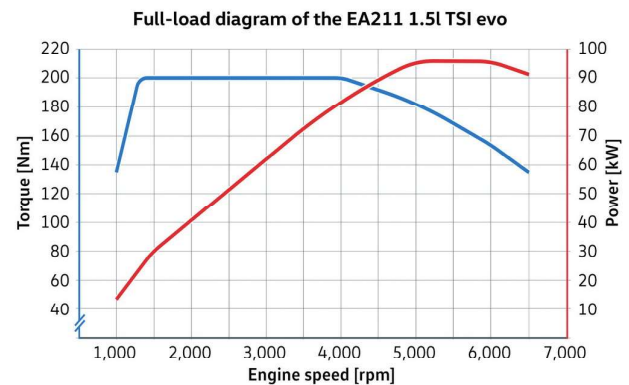


Porsche Boxter vuosituhatosen vaihteesta

Kuva: Autowiki

VW 1,5 TSI

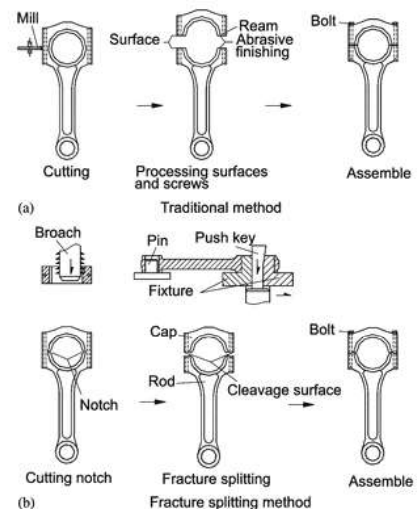
Kuva: CleanMPG.com



Kustannustehokkuus



Figure 4.6:
Fracture surfaces of the big end bore,
manufactured by cracking



Kuvat: Mahle. Cylinder components

Mercedes-Benz ei kelpuuta Neste MY diesel -polttoainetta, Volvo hyväksyy sen vain uusiin autoihin

Moottoririkon sattuessa näyttövelvoite siirtyy kuluttajalle, Veho ilmoittaa.

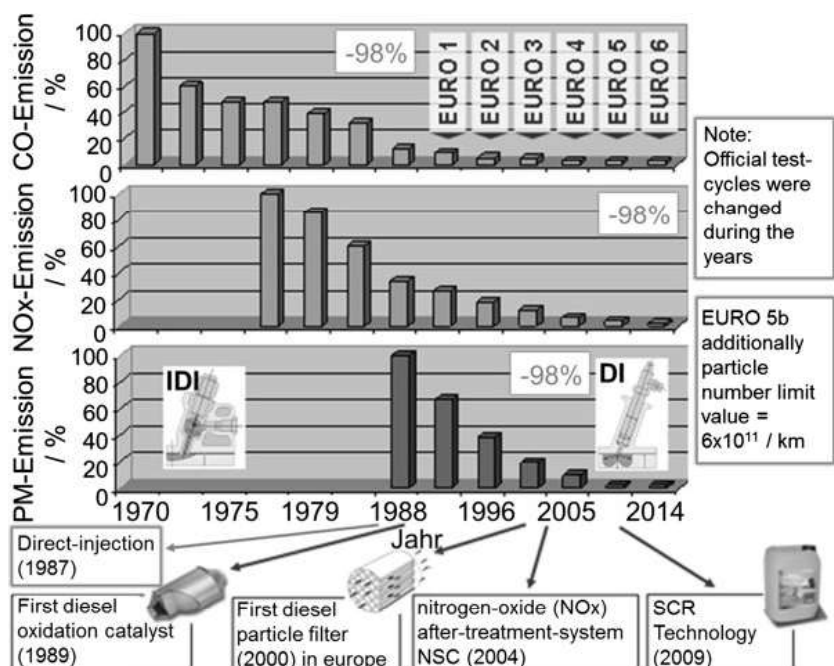


Kuva: TM

Viranomaisvaatimukset

Pakokaasupäästöt (saastepäästöt):

Ensimmäiset pakokaasupäästörajoitukset sekä USA:han, että Eurooppaan 1970 luvun alussa



Kuva: www.researchgate.net

Bensiinimoottoriin katalysaattorit Euro 1 myötä



Kuva: Biltema



Kuva: the balance

Katalysaattorit hidastivat bensiinimoottoreiden kehitystä pariksi kymmeneksi vuodeksi Toivat kuitenkin polttoaineensuihkutuksen jokaiseen autoon

EU pakokaasupäästöarajat

Stage	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					#/km
Positive Ignition (Gasoline)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ e.g
Compression Ignition (Diesel)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	-
Euro 5b	2011.09 ^c	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹

* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N₁ vehicles
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits
a. until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)
b. 2011.01 for all models
c. 2013.01 for all models
d. and NMHC = 0.068 g/km
e. applicable only to vehicles using DI engines
f. 0.0045 g/km using the PMP measurement procedure
g. 6.0×10¹² 1/km within first three years from Euro 6 effective dates

Kuva: Dieselnat

EU pakokaasupäästöraja-arvot

Stage	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					#/km
Positive Ignition (Gasoline)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ e.g
Compression Ignition (Diesel)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	-
Euro 5b	2011.09 ^c	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹

* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N₁ vehicles
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits
a. until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)
b. 2011.01 for all models
c. 2013.01 for all models
d. and NMHC = 0.068 g/km
e. applicable only to vehicles using DI engines
f. 0.0045 g/km using the PMP measurement procedure
g. 6.0×10¹² 1/km within first three years from Euro 6 effective dates

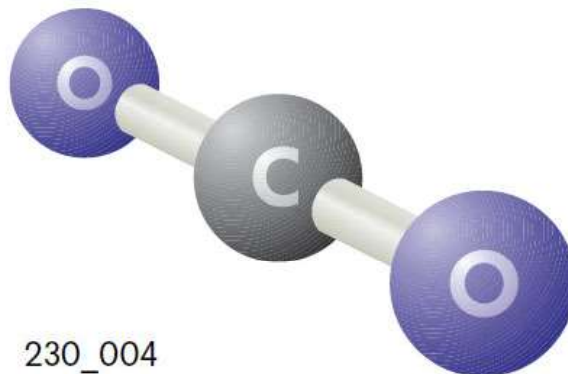
Kuva: Dieselnet

Edellisessä taulukossa ei sanaakaan hiilidioksidista

● CO₂ – hiilidioksidi

on väritön ja palamaton kaasu. Sitä muodostuu, kun hiilivety-perustainen polttoaine (kuten bensiini tai dieselöljy) palaa täydellisesti. Hiilidioksidi on viimeaikaisissa keskusteluissa varsin usein yhdistetty kasvihuoneilmiötä kiihdyttäväksi kaasuksi. Tämän vuoksi on esimerkiksi autojen hiilidioksidituotto ilmoitettava samaan tapaan kuin polttoaineen kulutuskin.

← VW vuosituhanen alkupuolella



230_004

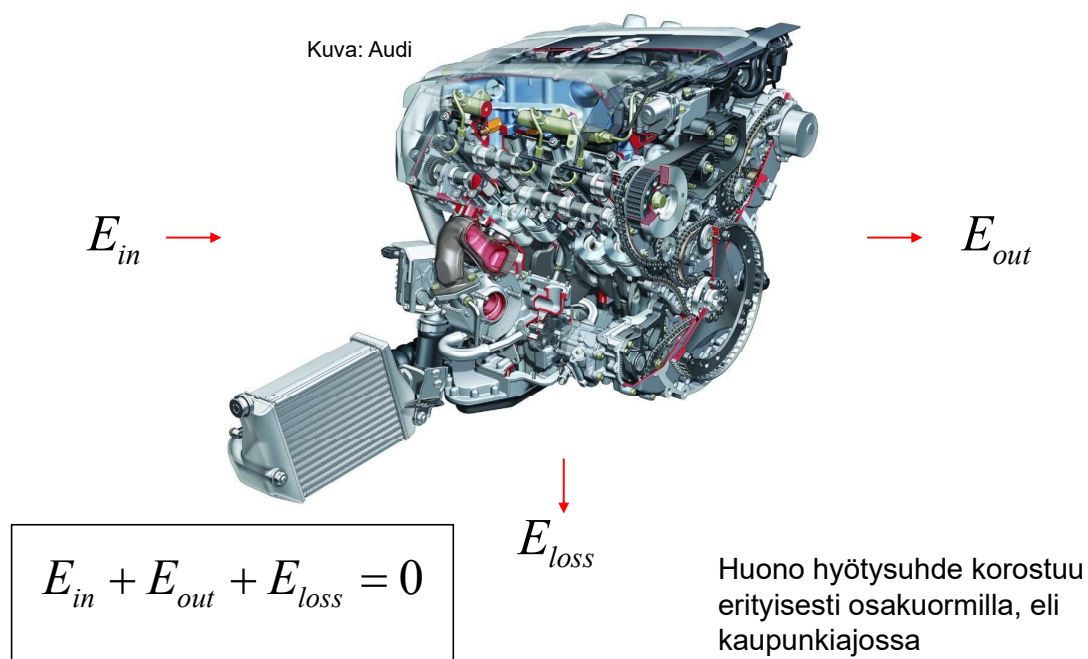
Kuva: Volkswagen Group

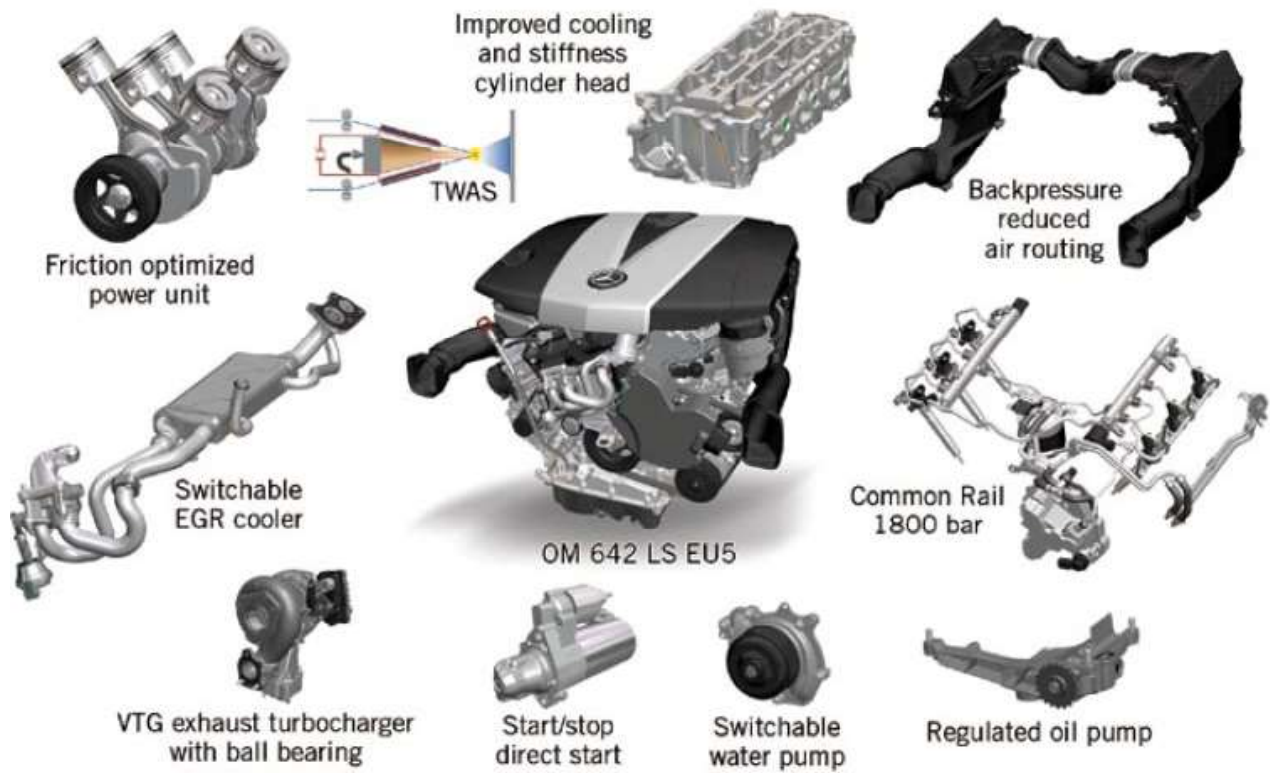
Hiilidioksidipäästöjä ei voi puhdistaa

CO₂-päästöt eli hiilidioksidipäästöt ovat suoraan suhteessa ajoneuvon polttoaineenkulutukseen. Litrasta bensiiniä syntyy 2 350 grammaa hiilidioksidia.

Polttoaineteknisin keinoin hiilidioksidipäästöjä voidaan polttomoottoreissa alentaa lisäämällä polttoaineeseen uusiutuvista lähteistä valmistettuja komponentteja. Näiden biokomponenttien palamisessa syntyvä hiilidioksidi on sitoutunut niiden raaka-aineen kasvuvaiheessa, eikä sillä näin ollen lasketa olevan vaikutusta ilmakehän hiilidioksiditasapainoon. Myös polttoaineen hiili/vety –suhde vaikuttaa hiilidioksidin määrään.

Polttomoottori kuluttaa edelleen useimmiten maaöljypohjaista polttoainetta ja tuottaa hiilidioksidipäästöjä



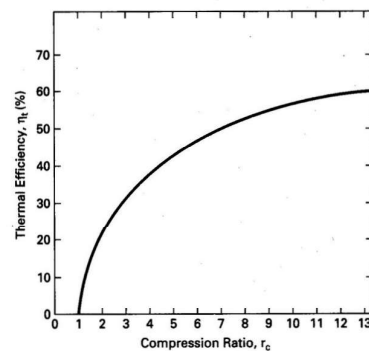


Kuva: Mercedes-Benz

$$\eta_{tot} = \eta_t \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

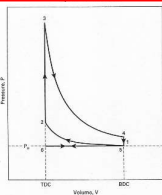
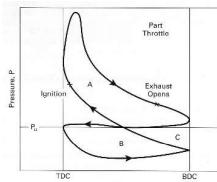
$$\eta_{t_{otto}} = 1 - \frac{1}{e^{\gamma-1}}$$

$$\eta_{t_{diesel}} = 1 - \frac{1}{e^{\gamma-1}} \cdot \frac{\chi^{\gamma} - 1}{\gamma \cdot (\chi - 1)}$$



$$\eta_{tot} = \eta_t \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

Kitka- ja apulaitehäviöt



Ohivuotoa

Kaasunvaihtoon energiaa

Osa polttoaineesta jää palamatta

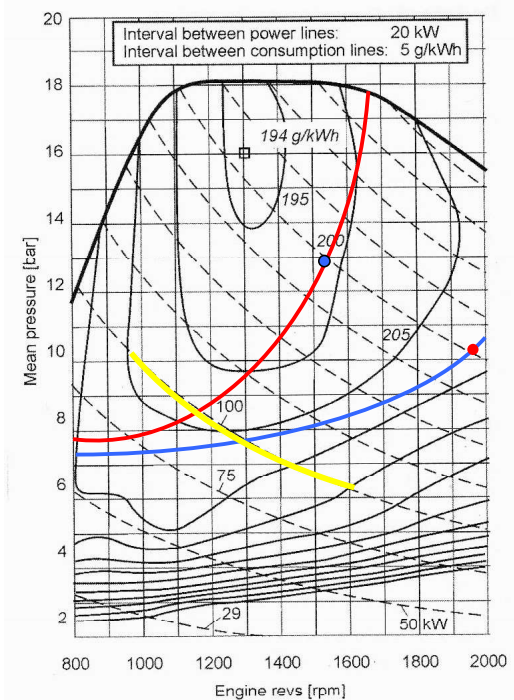
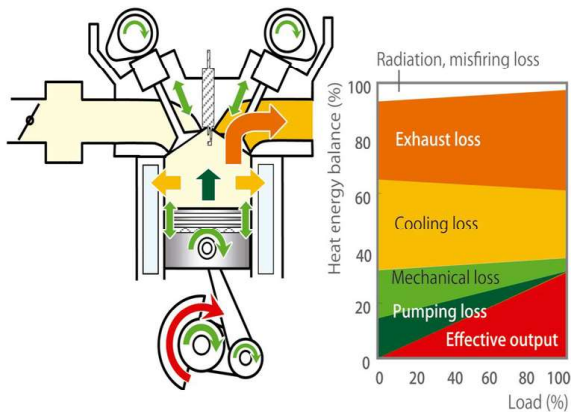
Palamisen huippupaine ei oikeassa kohdassa

Palotilassa myös jäännöskaasuja

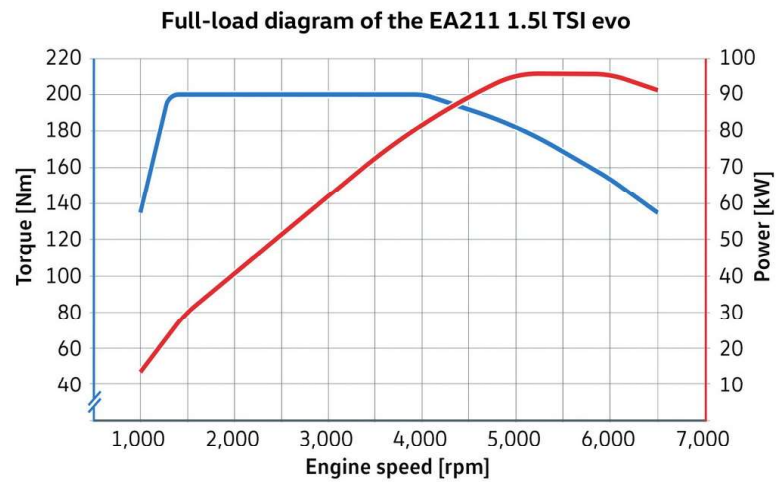
Lämpöhäviöitä sylinterin seinämissä

Downspeeding ja downsizing

Yleensä moottorit toimivat maksimaalisella kuormituksella vain harvoin



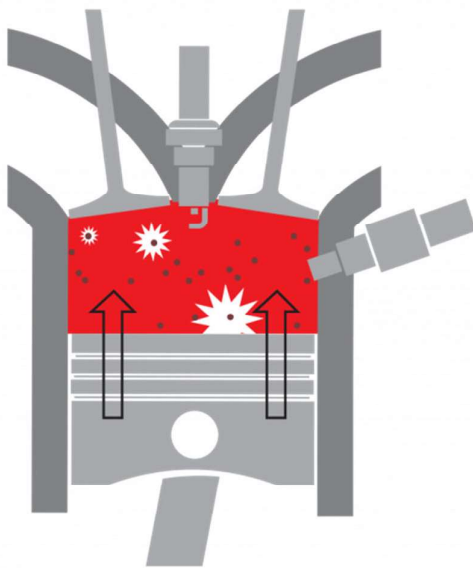
Mukavaa ja taloudellista ajoa matalilla kierroksilla



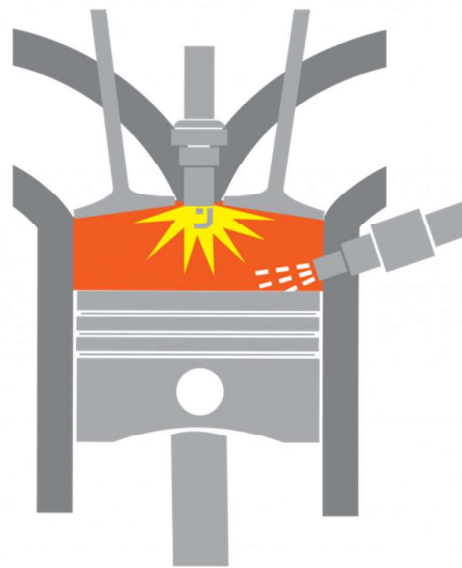
VW 1,5 TSI

Kuva: CleanMPG.com

Low Speed Pre Ignition LSPI



Low Speed Pre-ignition (LSPI) event: Air/fuel/oil droplet mixture ignites early (before the spark plug fires) as the piston is moving up. This condition occurs at low speed under high loads (e.g. acceleration load).



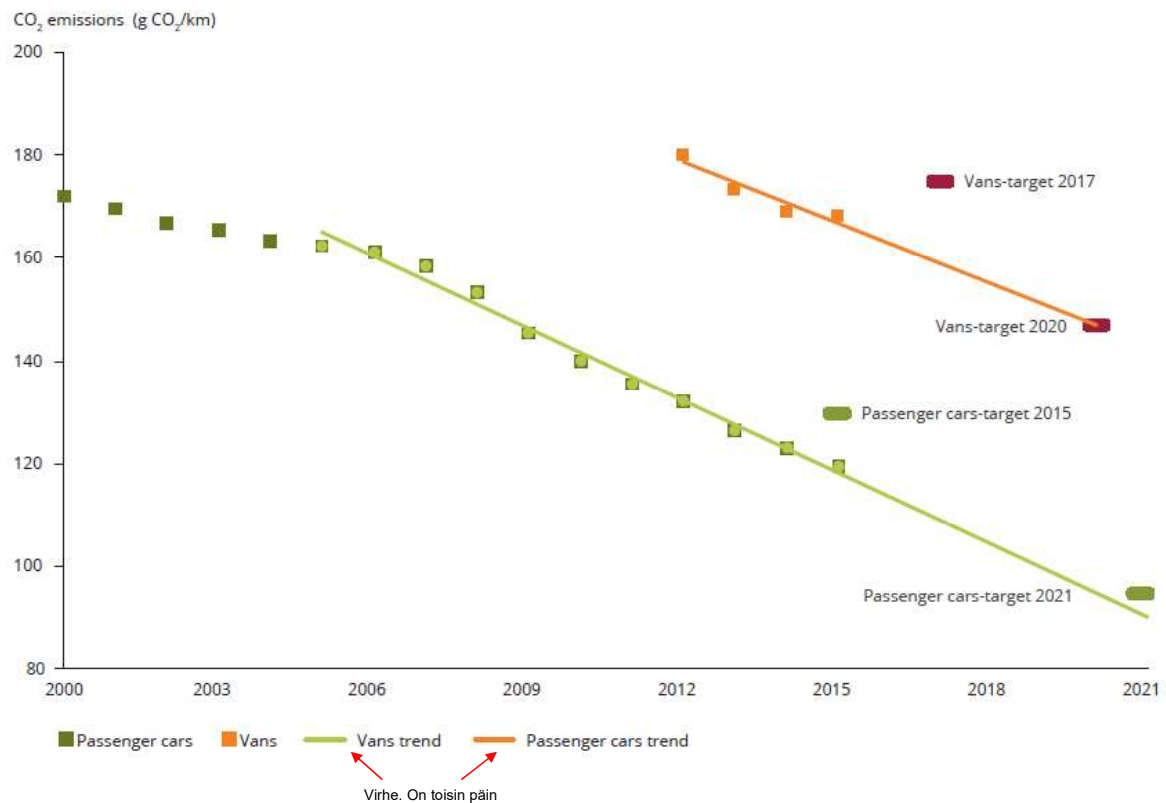
Normal combustion event: Spark plug ignites compressed air/fuel mixture (when piston is at its peak). The force of the combustion will then drive the piston down.

0W-16; API SN (SN+, SP)



Muun muassa Gen 4 Prius käyttää 0W-16 öljyä

EU määritellyt hiilidioksidiraja-arvot



Kuva: ICCT

marraskuussa 2017 EU pudotti omaa CO₂ tasotavoitettaan niin, että vähennys olisi vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä. Tämä pudottaa henkilöautojen CO₂ rajoja vuoden 2021 tason 95 g/km edelleen alemmaksi. (95 g/km mitattuna NEDC syklillä). Vuodesta 2021 alkaen mittaukset tehdään WLTC syklillä. Syklinmuutoksen vuoksi arvoja ei anneta absoluuttisina grammoina, vaan prosenttipudotuksina.

Vuoden 2025 tason pitäisi olla 15 % matalampi ja 2030 tason 30 % matalampi kuin 2021 tason. Huom. Tiukennus!



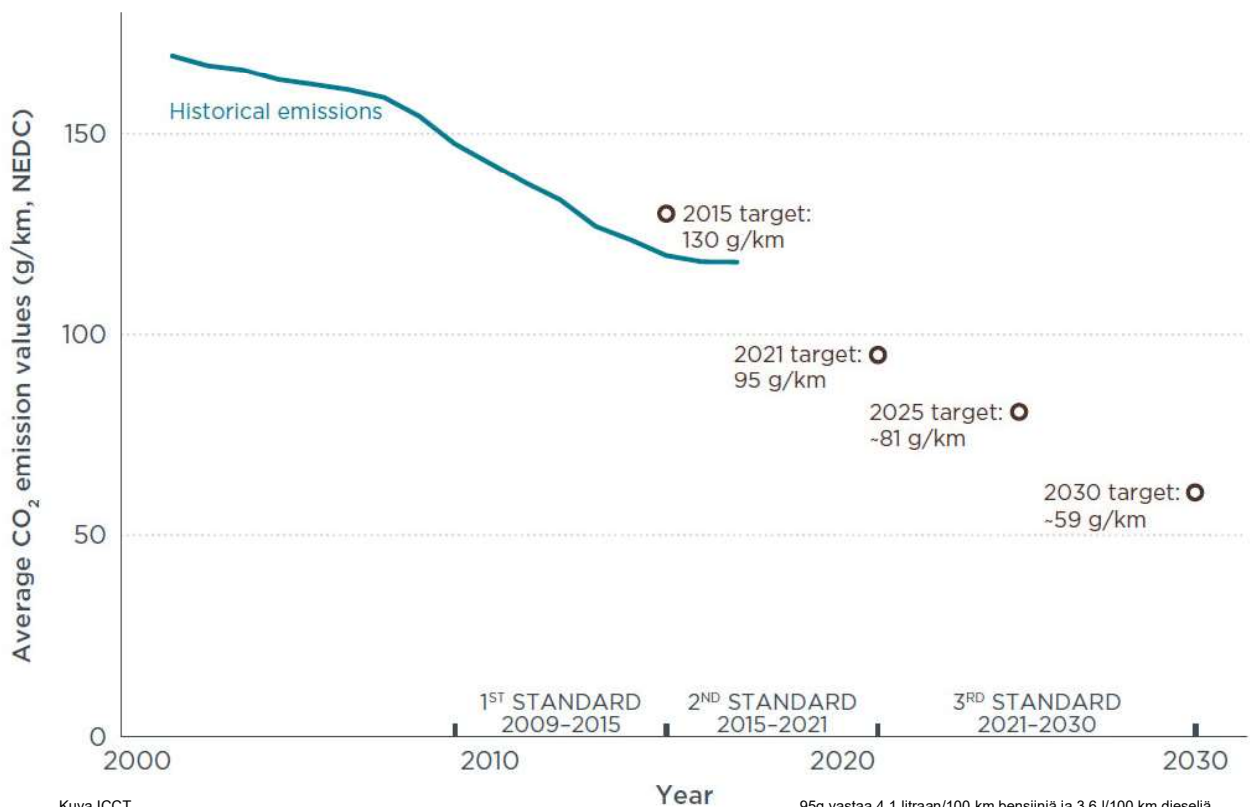
Even with a rapid increase in zero- and low-emission vehicles, the Commission expects that more than 80% of the new vehicles produced in 2030 will still contain an internal combustion engine. (lausuttu 13.12.2017)

On December 17, 2018, representatives of the European Commission, the European Parliament, and the European Council agreed on a compromise for the European Union (EU) regulation setting binding carbon dioxide (CO₂) emission targets for new passenger cars and light-commercial vehicles for 2025 and 2030. The agreed-upon targets aim to reduce the average CO₂ emissions from new cars by 15% in 2025 and by 37.5% in 2030, both relative to a 2021 baseline. For light-commercial vehicles, a 15% target for 2025 and a 31% target for 2030 were agreed upon.

This policy update concisely surveys the policy background, summarizes the key elements of the regulation and the expected effects, and puts the new rule in international context.

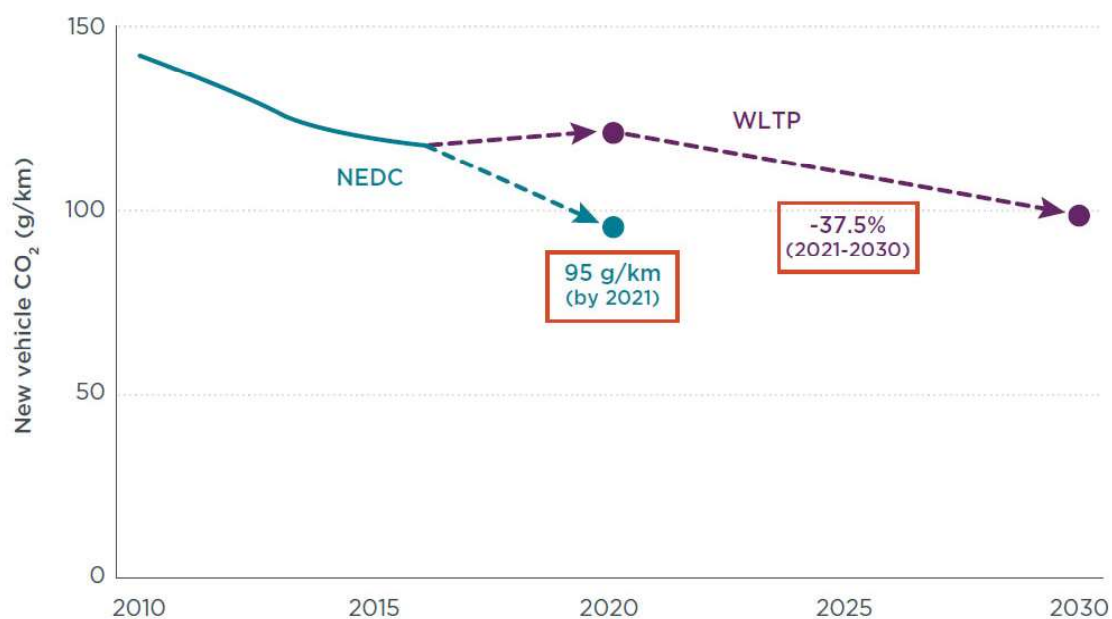


Kuva ICCT



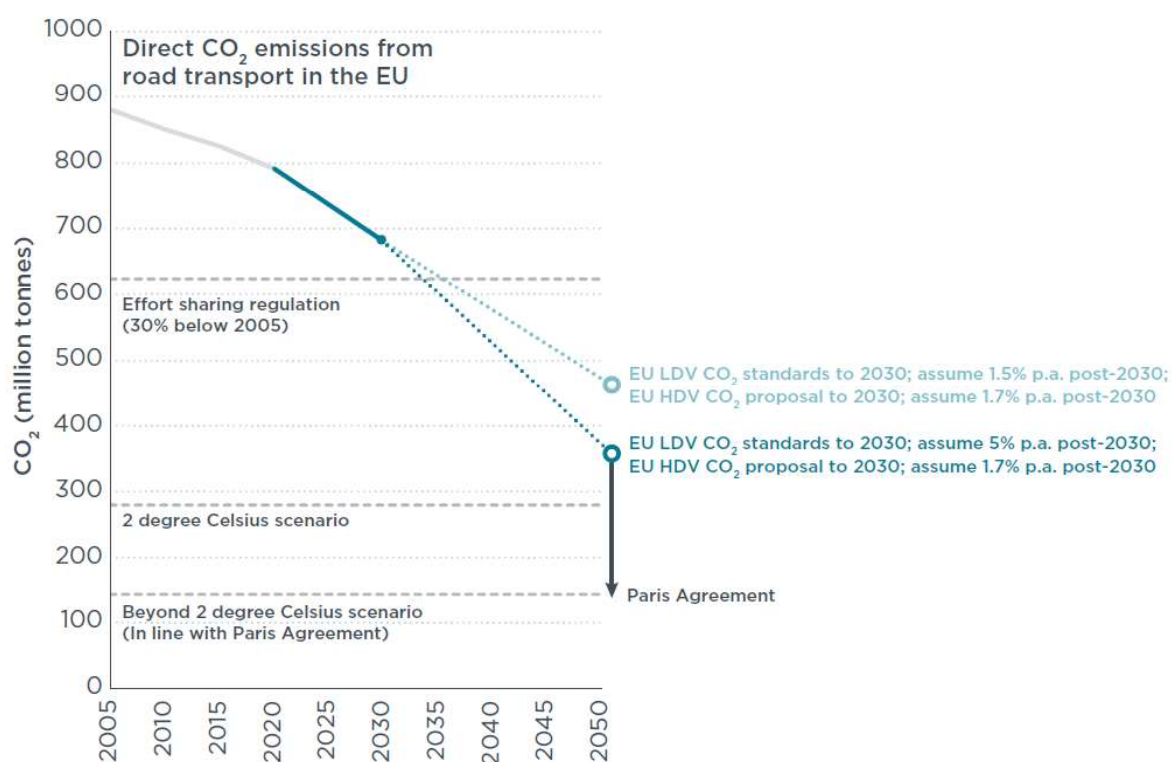
Kuva ICCT

95g vastaa 4,1 litraan/100 km bensiiniä ja 3,6 l/100 km dieselä



Hyvitykset alle 300 000 autoa vuodessa valmistaville autonvalmistajille poistuvat vuonna 2028

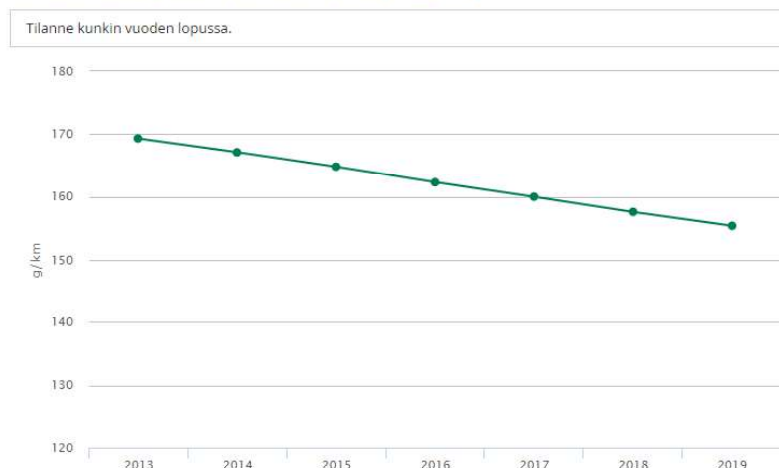
Kuva ICCT



Kuva ICCT

Suomessa myytyjen henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat laskeneet auton valintaa ohjaavan veropolitiikan ansiosta. Vuonna 2019 CO₂-päästöt olivat keskimäärin 116,9 g/km, kun vuonna 2006 keskiarvo oli 179,3 g/km. Osa päästöjen laskusta on seurausta dieselautojen osuuden kasvusta, mutta myös bensiinimoottoreiden kulutus on uuden teknologian ansiosta pienentynyt selvästi.

Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keskimääräiset hiilidioksidipäästöt Suomessa (NEDC)

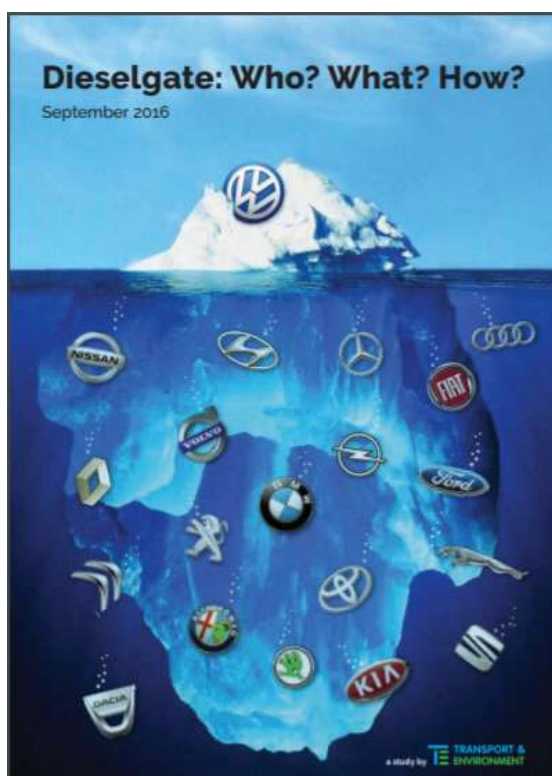


Autokannan uusiutuminen auttaisi paljon

Kuva: Liikenne fakta.fi

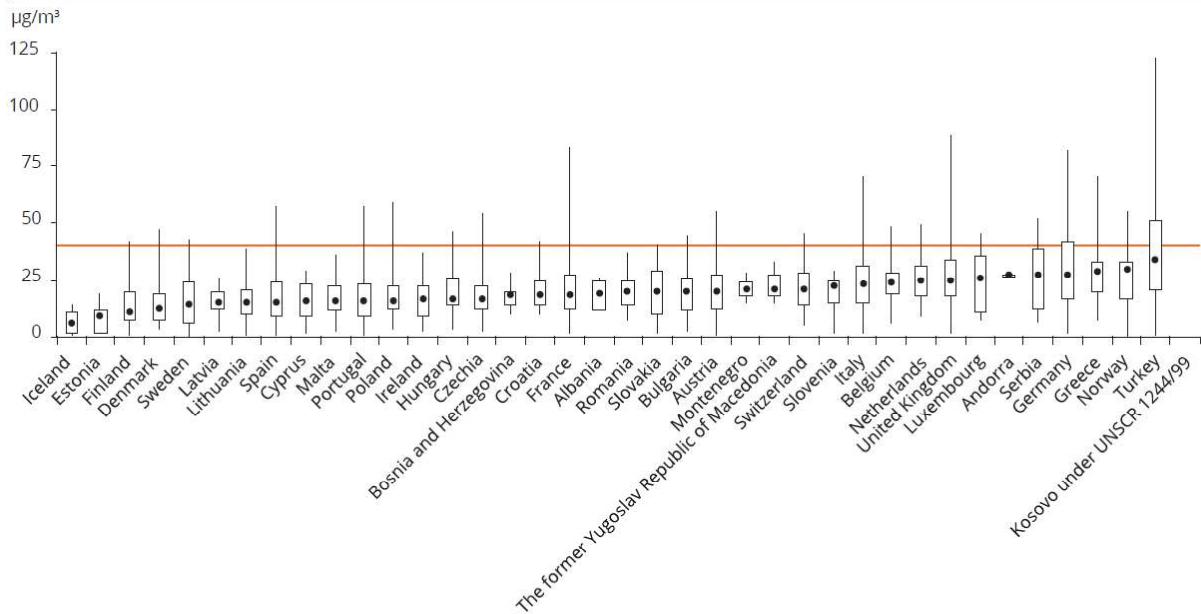
Dieselskandaali muutti koko pelikentän

Kuva: Transport & Environment



Kuva: Tellerreport

Figure 6.1 NO₂ concentrations in relation to the annual limit value in 2016



Lähde: eea 2018a

Mitenkäs kaasumoottorivaihtoehto?

Etuja

Melko yksinkertainen tekniikka (=ottomoottori)

Pakokaasujen puhdistus helppoa

CO₂ vähenemä suuri erityisesti biokaasulla (CBG, LBG)

Haittoja

Kaksinkertainen polttoainejärjestelmä tarpeen

Toimii vain kaasun jakelualueella

Henkilöautokokoluokassa tarjonta vain vähenee

1000 € tuki käytetyn auton konvertoimiseksi

LNG (LBG) kaasumoottori hyvä vaihtoehto raskaassa kalustossa

Ajoneuvoissa valinnanvaraa Scania, Volvo, Iveco

Kaasuautojen tankit teknisesti haastavampia kuin dieseltankit

Jakeluasemia rajoitetusti



Kuva: Gasum

Uusiutuva dieselpolttoaine

Muuttaa vanhankin dieselkaluston ympäristöystävälliseksi yhdellä tankkauksella

raaka-aineina käytetään kasvi- ja eläinperäisiä rasvoja ja elintarviketeollisuuden tähteitä ja jätteitä

Korkea setaaniluku ja hyvä palaminen

Hyvät kylmä- ja varastointiominaisuudet

Rajallinen raaka-ainepohja saattaa nostaa valmistuskustannuksia

Esimerkiksi lentoliikenne kilpailee samasta polttoaineosuudesta. Riittääkö tieliikenteeseen?

EU hiilidioksidilainsäädäntö ei ota huomioon uusiutuvaa polttoainetta

Mitä tulee tapahtumaan?

Polttomootoriauto ei pärjää sähkömootoriautolle

-Hyötysuhteessa (useassa ajotilanteessa jopa alle 10 %)

-Valmistuskustannuksissa (pitkässä juoksussa)

-Huoltokustannuksissa

-Käyttöominaisuuksissa

Siirtyminen kohti sähkökäyttöjä nopeutuu tarjonnan kasvaessa.

Polttomootorin kehitys; esim. uudet palamismallit voivat hidastaa sitä, mutta ei pysäyttää

Tarjonta kasvaa EU hiilidioksidiraja-arvojen tiukkenemisen myötä

Sähköautojen yleistymistä hidastavat seikat

Vaatii koko ajoneuvokaluston uusimisen

Sähkön varastoiminen erittäin hankalaa. Akut edelleen kalliita, painavia ja tilaa vieviä. Toki kehitys ollut nopeaa, mutta jokaisen euron ja gramman pudottaminen on aina edellistä vaikeampaa.

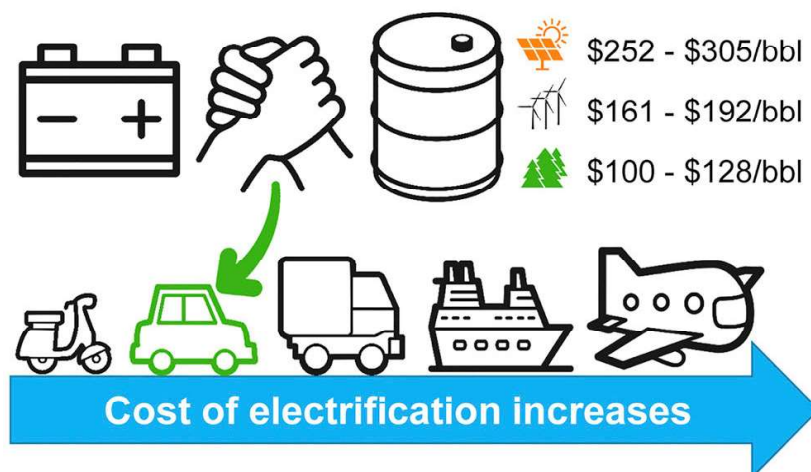
Valmistuskustannukset putoavat hitaasti, koska kehitystyön hintaa kuoletettu vasta vähän aikaa.

Sähkön puhtaus määrittää ajoneuvon puhtauden. Uusiutuvaa sähköä kuitenkin saatavissa Suomessa joka paikasta

Jälleenmyyntiarvo ja mahdolliset akkujen uusimiset. Siihen 3600 € arvoiseen sähköautoon voi olla kustannustehotonta uusia akkuja. Ainakaan kokonaisuudessa. > akkujen huoltaminen ja korjaaminen tulevaisuuden bisnes.

Miljoonan mailin akuista lupauksia.

Sähköistymisen kustannukset



Poikkeuksena kaupunkibussit, jossa sähköistyminen edennyt hyvin

Kuva: Hannula & Reiner.

Polttomoottorin elinkaaren jatkumista ei enää määrittele polttomoottorin hyvyys, vaan vaihtoehtojen hyvyys ja niiden aikataulu. Lisäksi EU politiikka vahvasti vaikuttamassa. Poliittinen tahto nyt vahvasti sähköistymisen puolella.

Pienet sähköistyvät ensin, Suurempien kanssa saadaan odottaa. (Kuorma-autot, tietyt työkoneet, laivat)

Eli yhden ratkaisun sijasta tullaan käyttämään useita ratkaisuvaihtoehtoja vielä lähivuosikymmenet

Metropolia jatkaa edelleen polttomoottoritekniikan opetusta. Toki sähköajoneuvojen teknisten ratkaisujen opetus saa lisää tilaa. Samoin uusien liikkumisratkaisujen, kuten Mobility as a Service (MaaS) ja sen myötä autonomisten ajoneuvojen tekniikka.

Kiitoksia mielenkiinnostanne!



Uusi sähköjärjestelmäarkkitehtuuri

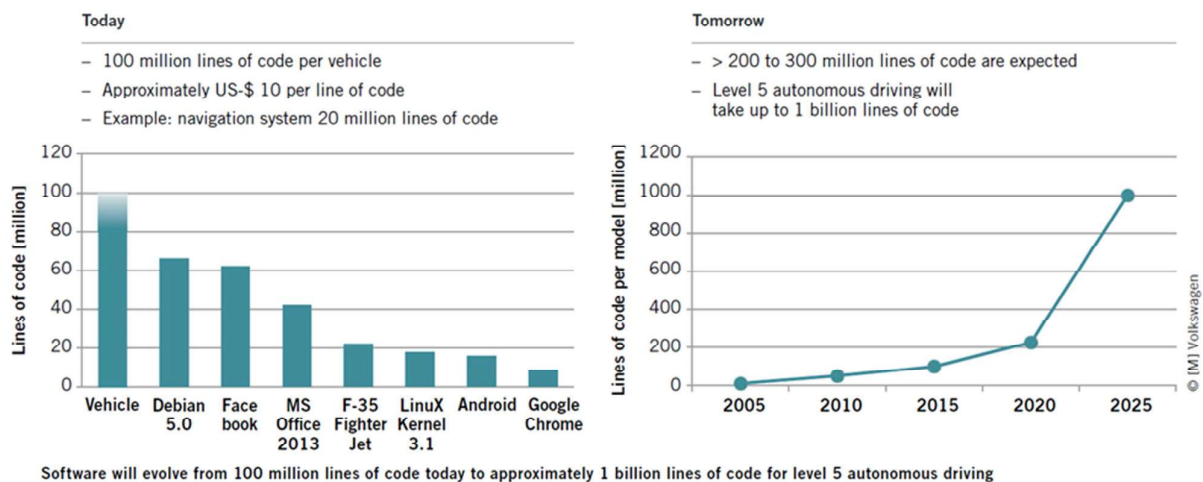
Frans Malmari, Diagno Finland Oy

DF 2020



1

Sähköjärjestelmäarkkitehtuurin kehittyminen

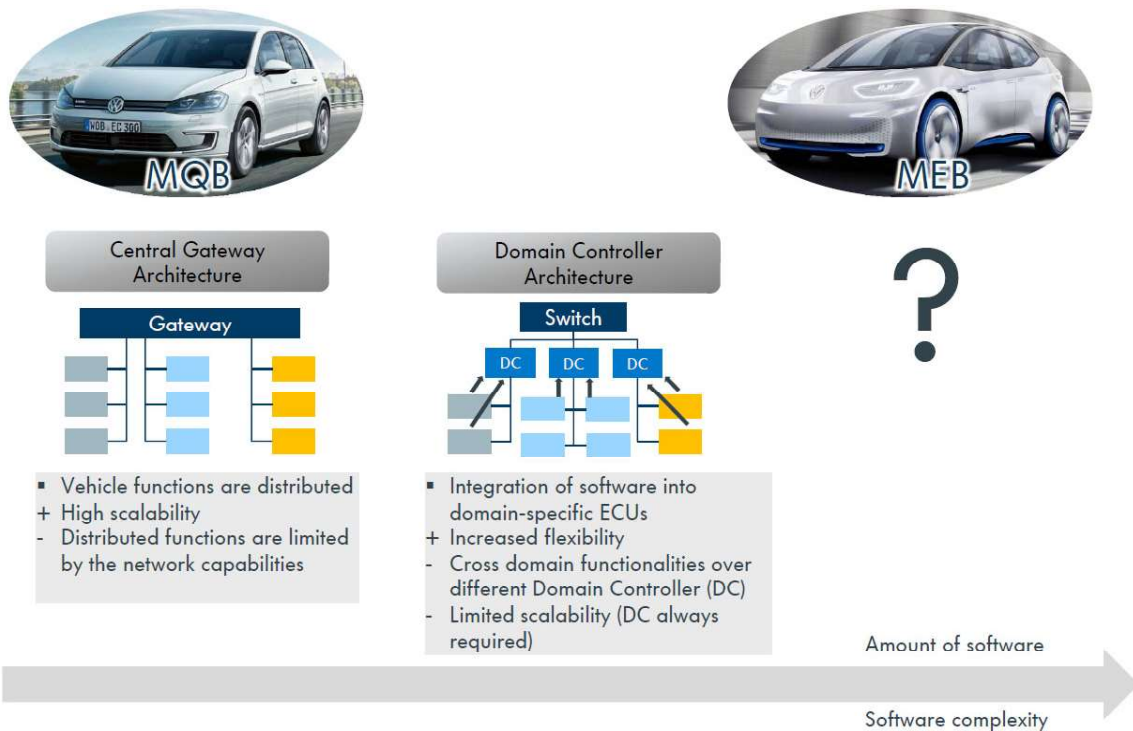


DF 2020



2

Sähköjärjestelmäarkkitehtuurin kehittyminen



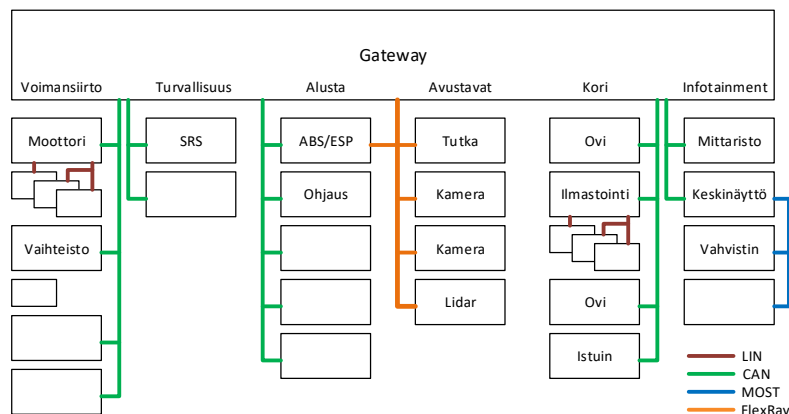
DF 2020

DIACNO

3

Sähköjärjestelmäarkkitehtuurin kehittyminen

- Ajoneuvojen sähköjärjestelmät monimutkaistuvat jatkuvasti ja asettavat koko ajan enemmän haasteita tiedonsiirrolle
- Ajoneuvon sähköjärjestelmä on perinteisesti jaettu ns. toimintokohtaisiin alueisiin => voimansiirto, kori, mukavuus, jne...
- Nykyisin kommunikointi toteutetaan joko keskitetyn gateway -moduulin kautta tai hajautettujen, ns. domain -yksiköiden kautta
- Nopea tiedonsiirto on edellytyksenä palvelupohjaiselle, skaalautuvalle sähköjärjestelmälle
- Ethernet -pohjainen tiedonsiirto yleistyy koko ajan uusissa ajoneuvoissa



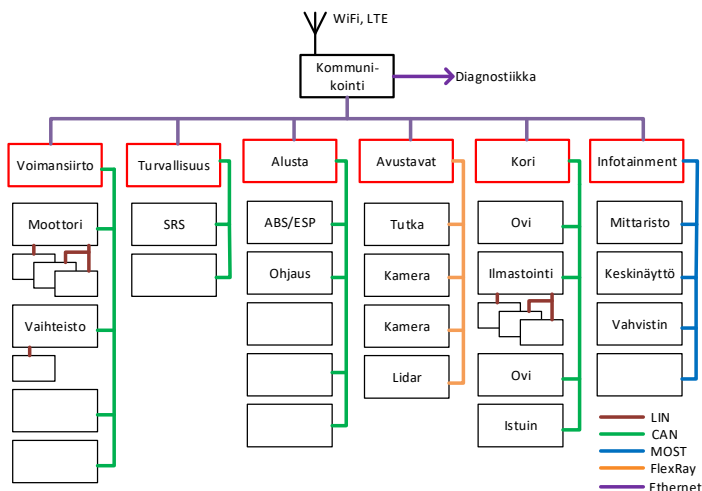
DF 2020

DIACNO

4

Sähköjärjestelmäarkkitehtuuri kehittyminen

- Perinteisen sähköjärjestelmä -arkkitehtuurin heikkous on toimintoalueiden välinen kommunikointi ja huono skaalautuvuus esim. toimintoja lisättäessä
- Ajoneuvojen sähköjärjestelmät ovat vähän kerrassaan siirtymässä kohti skaalautuvaa arkkitehtuuria
- Näissä toiminnallinen aluejako on edelleen olemassa mutta tiedonsiirto on siirtynyt domain -moduuli pohjaiseksi, jossa jokaista toimintoaluetta hallitsee oma, suurella laskentateholla varustettu domain -ohjainlaite



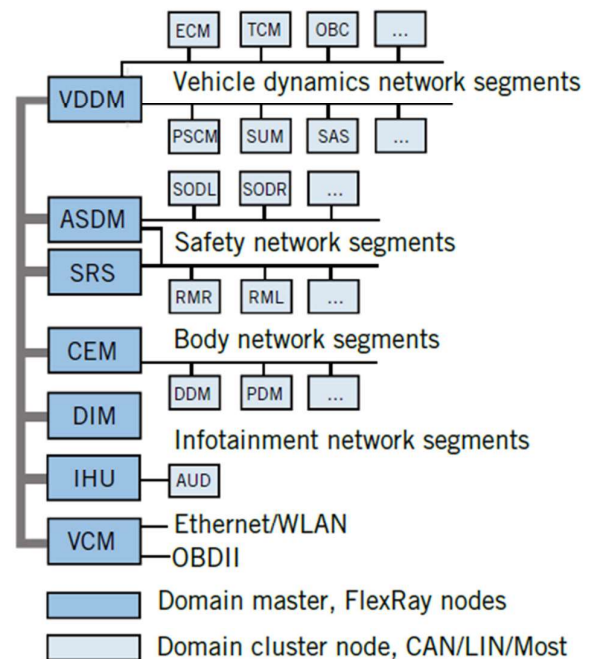
Domain -pohjainen arkkitehtuuri

- Domain -pohjaisessa arkkitehtuurissa laskentateho kasvaa
- Etenkin kuljettajan tukijärjestelmien nopea kehittyminen vaatii hurjia nopeuksia
- Nykyaikaisen kuljettajantukijärjestelmän laskentatehotarve on luokkaa 4 TOPS (Tera Operations Per Second)
- Autonomisen ajamisen laskentatarve on 50 TOPS ylöspäin
- NVIDIA :n nykyisen domain ohjainlaitteen laskentateho on 320 TOPS ja seuraavan sukupolven ohjainlaitteen laskentateho on jo n. 2240 TOPS!
- Teslan nykyinen: omavalmiste 144 TOPS



Domain –pohjainen arkkitehtuuri

- Volvon 2015 esittelemä SPA –alusta oli ensimmäisiä domain –pohjaisen arkkitehtuurin omaavia tuotantoautoja
- Audi esitteli 2017 A8 mallin, jossa kuljettajan tukijärjestelmistä huolehti zFAS –niminen suuritehoinen domain –yksikkö
- VW :n juuri esittelemä id3 :n arkkitehtuuri sisältää kolme suuritehoista domain yksikköä: ohjaamo, kuljettajan tukijärjestelmät ja korijärjestelmät



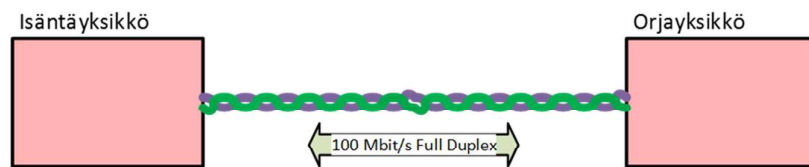
Domain –pohjainen arkkitehtuuri

- Autonomisessa ajossa ja kuljettajan tukijärjestelmissä käytetään yleisesti jo koneoppimista ja keinoälyä
- Nykyaikaisissa autoissa keinoälyä tarvitaan myös älykkäissä, äänipohjaisissa käyttöliittymissä kuten Androidin "Hei Google"
- Ääniohjaus onkin ensimmäisiä käytössä olevia pilvi –pohjaisia toimintoja => suurta laskentatehoa vaativa toiminto hoidetaan verkon yli pilvipalvelussa eikä jokainen ajoneuvo tarvitse omaa supertietokonettaan

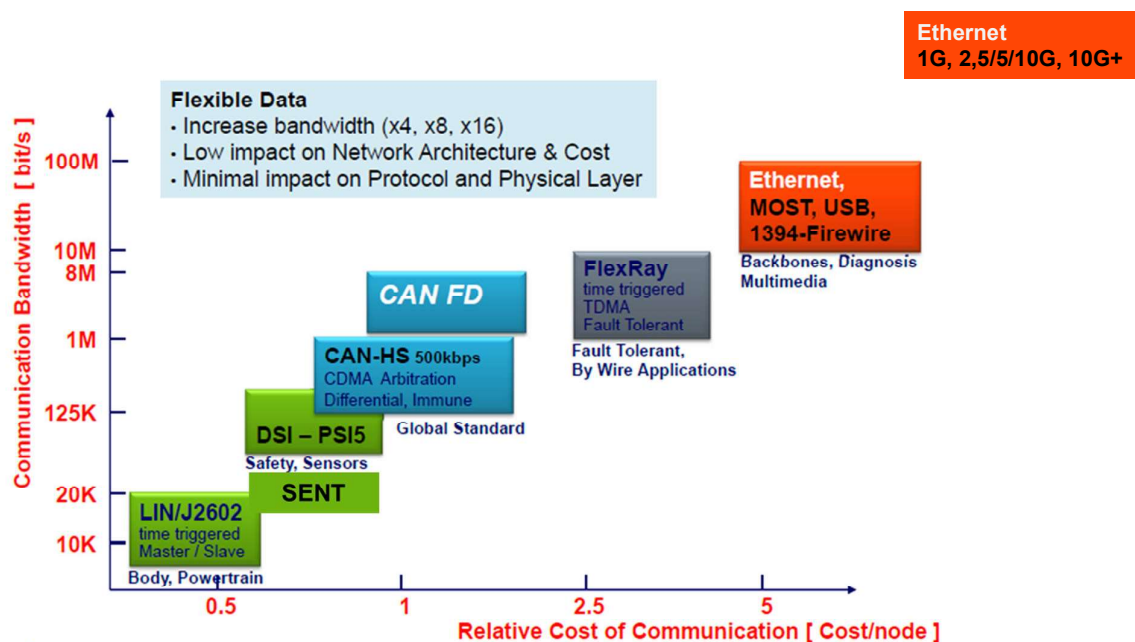


Ajoneuvon sähköjärjestelmäarkkitehtuuri kehittyminen

- Seuraava askel on toiminnallisista domaineista luopuminen ja siirtyminen fyysisen sijainnin mukaiseen aluejakoon ja muutamaan, suuren laskentatehon omaavaan keskusyksikköön
- Oleellista on nopea ja reaaliaikainen tiedonsiirto koko ajoneuvon osalta
- Ohjainlaitetta ei ole siis sidottu tiettyyn toimintoon vaan se hoitaa kaikki fyysisen sijaintinsa edellyttämät tehtävät
- Tämä edellyttää nopeaa tiedonsiirtoa => esim. 100Base-T1 Ethernet
- Ethernet tarjoaa ajoneuvokäyttöön soveltuvia deterministisiä tiedonsiirtostandardeja => TSN (Time Sensitive Network)
- Tiedonsiirrossa siirrytään perinteisestä signaalipohjaisesta tiedonsiirrosta kohti palvelupohjaista tiedonsiirtoa



Käytettävät tiedonsiirtoprorokollat



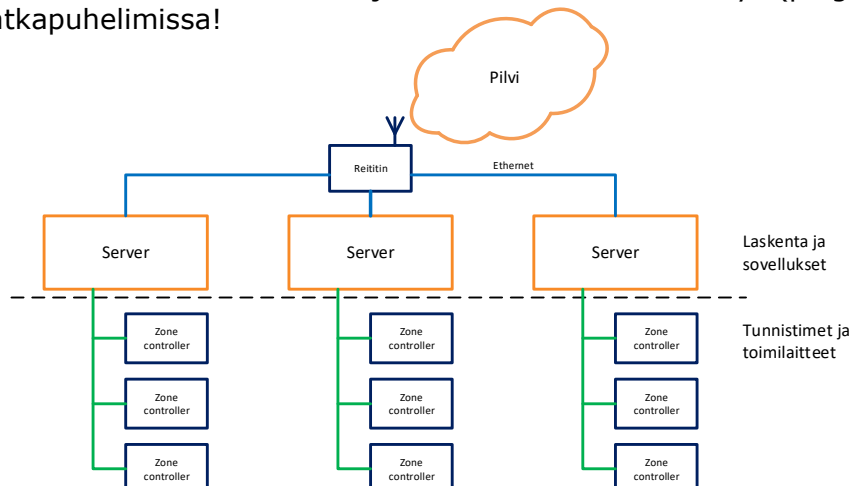
- Siirryttäessä kohti palvelupohjaista arkkitehtuuria, tiedonsiirron nopeusvaatimus kasvaa => puhutaan jo >10Gbit/s Ethernetistä!

Palvelupohjainen tiedonsiirto

- SOA = Service Oriented Architecture
- Palvelu toimii rajapintana, jonka alla on useita sovelluksia
- Palvelupohjaisessa toiminnossa on ideana että toiminnot toteutetaan palvelupyyntöinä ilman että pyytäjän tarvitsee tietää kuinka toteutus tapahtuu
- Esim. ADM vastaa autonomisesta ajamisesta (kohteen tunnistus, reitin laskenta, ohittaminen, jne.) mutta ei toteuta sitä => EDC pyytää autonomisen ajamisen palvelua => ADM toimittaa tarvittavat tiedot => EDC yhdistää vastaanotettuun tietoon omat tietonsa (ohjauksen tila, voimansiirron tila, jne.) ja päättää mitä tiedolla tehdään.
- Standardi rajapinta mahdollistaa tiedon siirtämisen sovelluksen ja palvelun välillä
- Tämä tarkoittaa sitä, että esim. EDC:n ohjainlaitteen ohjelmisto tai rauta voidaan vaihtaa ilman että tarvitaan muutoksia ADM -yksikköön => skaalautuvuus!
- Jos kuljettaja ei tarvitse adaptiivista ajoa, palvelupyyntöäkään ei tehdä => verkkoliikenteen kuorma pienenee!

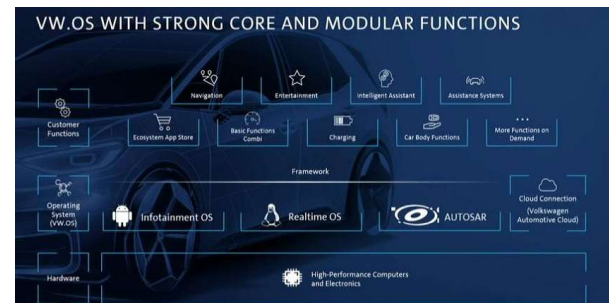
Ajoneuvon sähköjärjestelmäarkkitehtuuri kehittyminen

- Tunnistimet ja toimilaitteet on kytketty alueohjainlaitteisiin (zone -controller), jotka siirtävät tiedot muutamalle, suuren laskentatehon omaavalle keskusohjainlaitteelle (server) käsiteltäväksi
- Keskusohjainlaitteilla eri sovellukset toimivat itsenäisesti toteuttaen ajoneuvon toimintoja palvelupohjaisesti => "Ohjelmisto ja rauta ovat toisistaan erillisiä!"
- Järjestelmä on erittäin hyvin skaalautuva ja mahdollistaa ajoneuvon personoinnin ja päivittämisen uusilla toiminnoilla ja ominaisuuksilla verkon yli (plug-n-play) => kuten matkapuhelimissa!



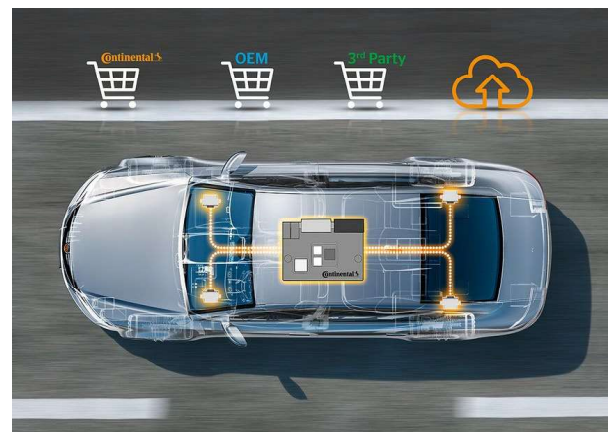
Volkswagen ID.3

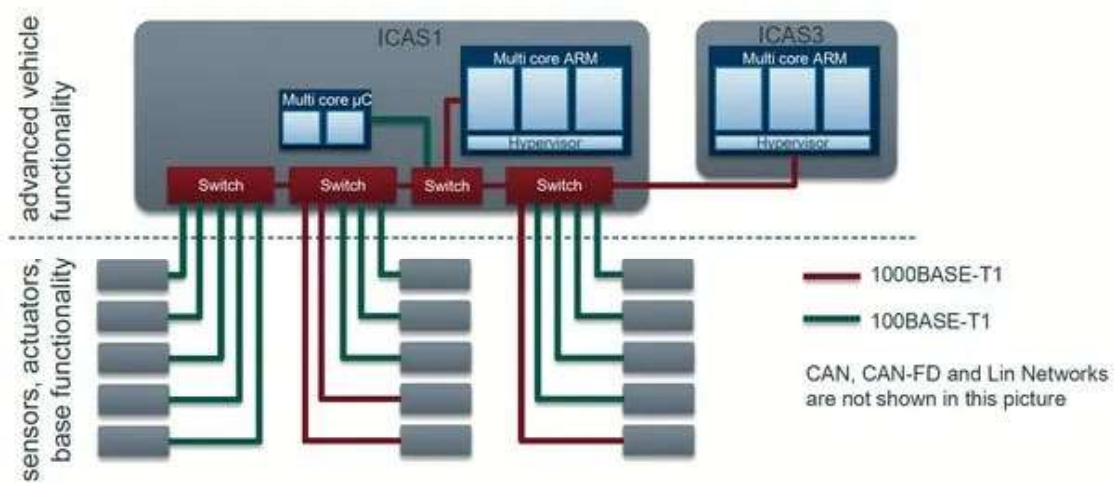
- ID.3 on ensimmäinen VW:n E3 – nimisellä sähköjärjestelmäarkkitehtuurilla valmistettu auto ja se käyttää VW:n omaa käyttöjärjestelmää => vw.OS
- Ajatuksena on että VW ottaa suurimman osan ohjelmistokehityksestä itselleen ja tulevaisuudessa n.60% ohjelmistosta olisi sen omaa tuotanto vuoteen 2025 mennessä (nykyisin vain n. 10%)
- Sähköjärjestelmän pääohjainlaitteina toimii kolme, suurella laskentateholla olevaa ohjainlaitetta (Server)
 - Digitalinen ohjaamo, ADAS ja ns. keskusohjainlaite
- Runkoverkkona Ethernet (1000Base-T1)
- Osa palveluista toteutetaan pilven avulla => Microsoftin Azure -pohjainen



Continental ICAS1 (In Car Application Server)

- Volkswagenin ID. -sarjan autoissa keskusyksikkönä Continentalin ICAS1
- Keskeinen elementti palvelupohjaisessa arkkitehtuurissa
- Ohjainlaitteessa on suuri laskentateho
- Tehtävinä mm. toimia ajoneuvon gateway:nä ja korin keskusohjainlaitteena sekä hoitaa ajoneuvon etäpäivitykset (OTA) ja kontrolloida akun lataamista
- Continentalin serveri -pohjaisessa järjestelmässä on ajatuksena että tulevaisuudessa ajoneuvon laskentatarpeen hoitaa 2...3 suurella laskentateholla varustettua ohjainlaitetta





Kiitos!





Laihaseostekniikka sarjavalmisteiseen moottoriin

Mazda Skyactiv-X

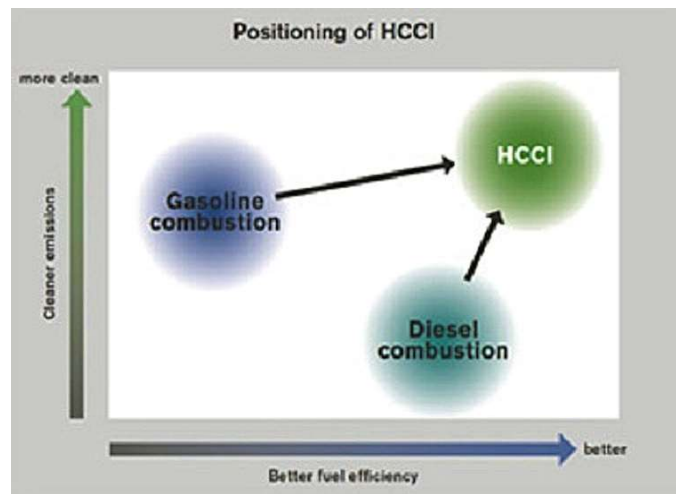
Juha Kiiskinen
JK-Textservice
20.9.2020 Espoo

Agenda

- HCCI-laihaseosmoottori
- Muut vast. toteutukset kuin Mazdan
- Vaikeasti hallittava otettava hallintaan
- Laihat seokset tehokkaaseen käyttöön
- Kipinäohjattu puristus sytytys (SPCCI) =
- Mazda Skyactiv-X -moottori

Miksi HCCI?

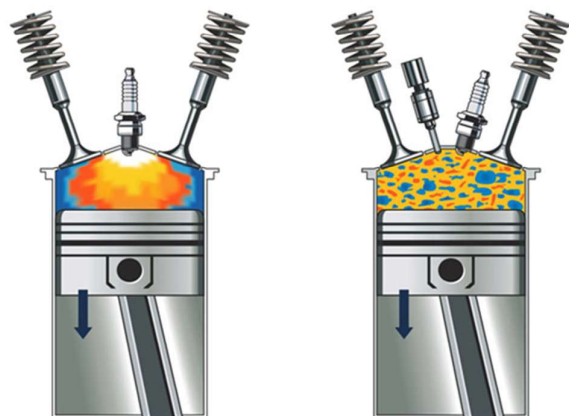
- Palaminen tapahtuu matalassa lämpötilassa, josta vähäiset typpioksidipäästöt
- Parempi polttoainetalous = vähäisemmät hiilidioksidipäästöt
- Kunnolla toimiakseen vaatii sylinterikohtaiset lämpötilatunnistimet
- Nissan kehittämässä moottoria, jossa venttiilien nostoa ja ajoitusta (VVEL) säädetään sekä imu- että pakopuolelta



© Nissan

HCCI-moottori

- HCCI = Homogenous Charge Compression Ignition
- Tarkoittaa tasakoosteista puristussytytystä
- Sovelluksessa yhdistyvät diesel- ja ottomoottorin palamistavat saumattomasti



© GM

Muut toteutukset

- Honda EXP-2 (1994) (m-pyörä)
- Daimler DiesOtto (2007)
- Volkswagen CCS (2007)
- GM HCCI (2008)
- Hyundai GDCI (2011)
- Mazda on ainakin toistaiseksi ainoa valmistaja, joka on tuonut oman versiona HCCI-moottorista **sarjavalmistukseen saakka**

Vaikeasti hallittava hallintaan

- HCCI-moottoreissa on vaikeasti hallittavia puolia, kuten
- Saumaton transitio kipinäsytytyksestä kompressiosytytykseen ja päinvastoin
- Nakuttavan palamisen kontrollointi
- Matala ominaisteho
- Suurehkot häkä- ja hiilivety-raakapäästöt (ennen katalysaattoria)
- Polttonesteiden (benssiini/diesel) väliset erot
- Periaatteessa HCCI-moottorin tulisi toimii molemmilla, mutta tämä on jäänyt teoriatasolle

Laihat seokset tehokkaaseen käyttöön

- Ottomoottorin perusongelma on heikko hyötysuhde - etenkin osakuormitusalueilla
- Tämä johtuu lähinnä pumppaushäviöistä, jotka ovat seurausta kaasuläpän läsnäolosta
- Ongelmaa on pyritty ratkomaan mm. venttiilien muuttuvalla ajoituksella (VVT ja vastaavat) sekä turboahtimen hukkaportin aktiivisella käytöllä
- Viimeisissä sovelluksissa ratkaisua on haettu esim. imuventtiilien aukioloaikaa säätämällä

Mazda SPCCI

- **Mazda SPCCI** (SPark Controlled Compression Ignition) -moottori
- Mazdan mukaan sen SPCCI-voimalaitteessa yhdistyvät otto- ja dieselmoottorin hyvät puolet
- **Seos syttyy puristamalla**, mutta palamista avustetaan kipinän ("tulipallon") avulla
- Palaminen siis tapahtuu matalassa lämpötilassa
- Varsin vähäiset NO_x-päästöt
- Sytytystulpalle kuitenkin edelleen tarvetta (kylmäkäynnistys, korkeat rasisusasteet, moottorijarrutus)



Mazda Skyactiv-X

- 4-sylinterinen rivimoottori
- **Jonka perusmitoitus on ennallaan** (Skyactiv-G)
- Syl. halkaisija 83,5 mm, isku 91,3 mm => 2,0 l moottorikoko
- Sylinteriryhmä kevytmetallia
- Vahvikehikko lohkon alapinnalla
- Voitelujärjestelmä painehäviöt pyritty optimoimaan
- Öljypumpulla kehittynyt ohjaus



© Mazda

Korkea puristussuhde

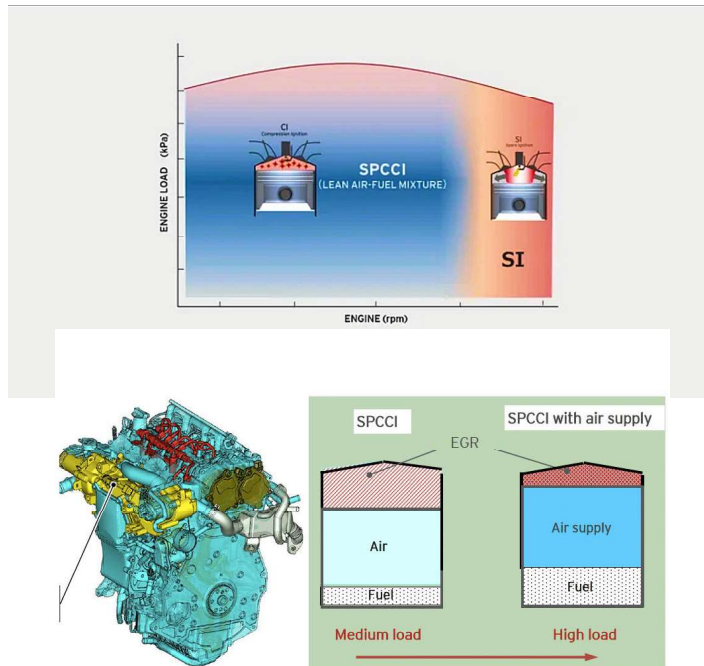
- 2-osainen jakopää ketjukäytöllä
- 2 nokka-akselia, 16 venttiiliä
- Kummallakin nokka-akselilla on suorasähköinen ajoituksen säätölaite (reagointi, tarkkuus)
- **Matemaattinen puristussuhde on 16,3** (Skyactiv-G 13,0)
- Männät on muotoiltu pitkälle palamistapahtuman asettamien reunaehtojen mukaisesti
- Ei sylinterilepuutusta



© Mazda

Pakokaasujen takaisinkieritys

- Mazdan mukaan noin 80 % käyttöajasta 2,0 l moottori toimii osakuormitusalueella
- Tällöin käytetään laihoja seoksia (λ 2...3)
- Jolloin jäähdytetyllä pakokaasujen takaisinkierityksellä (EGR) on taloudellisuuden kannalta suuri merkitys
- Vaatii tehokkaan sytytyslaitteiston



© Mazda

Polttoaineensuihkutus

- Bensiinin maks. suihkutuspaine **700 bar**
- Työkierron vaatima annos jaettu kahteen osaan
- Monireikäiset suihkutussventtiilit
- Korkea suihkutuspaine on eduksi myös stökiometrisellä seossuhteella (λ 1)



© Mazda

Moottorin viileä puoli

- Remmikäyttöinen matalapaineahdin ja siihen liittyvät muut osat
- 24 voltin M-Hybrid - **käynnistingeneraattori** tuottaa sähköä ja avustaa polttomoottoria kiihdytystilanteissa maks. 5,8 kW teholla



© Mazda

Moottorin kuuma puoli

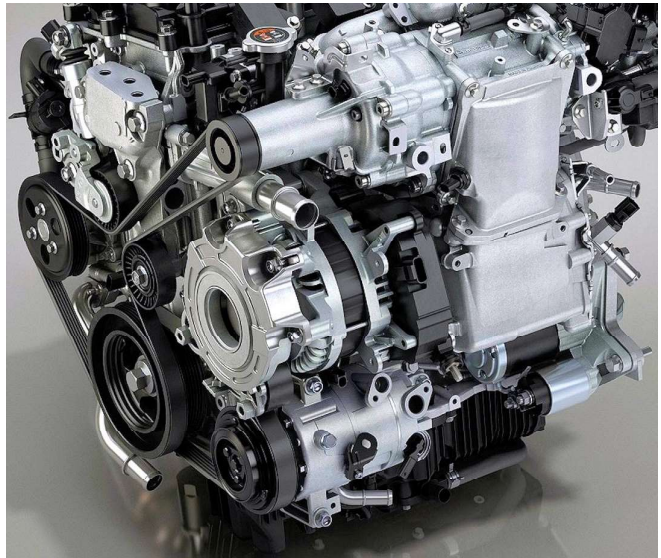
- Kuuma puoli paljastaa pakokaasujen puhdistuslaitteiston, joka on **merkittävästi yksinkertaisempi** kuin dieselmoottorissa
- EGR linkittyy kiinteästi katalysaattorivarustukseen
- 3-toimikatalysaattori ja hiukkassuodatin (GPF)
- Lambda-antureiden toiminta-ikkuna on tavallista laajempi
- Euro 6d-päästötaso



© Mazda

Mekaaninen ahdin

- HCCI-käytössä kaasuläppä avautuu kokonaan
- Rasituksen kasvaessa moottorin saamaa raitisilmaa tiivistetään mekaanisen **matalapaineahtimen** avulla
- Ahdin on enemmänkin varmistamassa ilmansyötön reagointinopeutta ja voimalaitteen joustavaa toimintaa

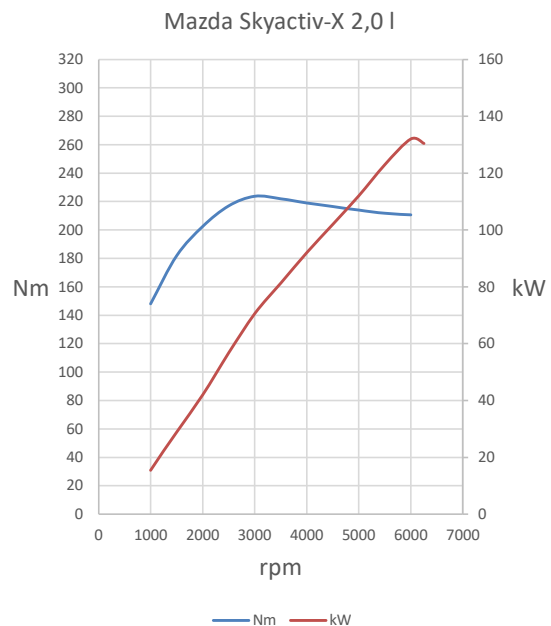
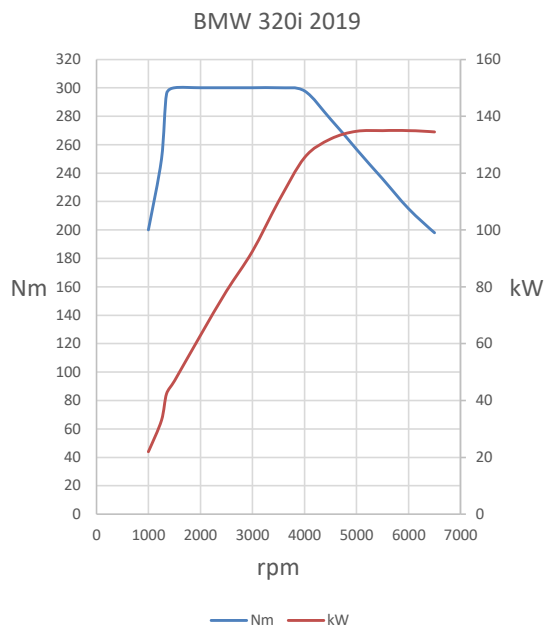


© Mazda

Suoritusarvoja

- Vääntömomentti 224 Nm (3000 rpm)
- Efekt. sylinterikeskipaine (BMEP) 21,0 bar
- Akseliteho 132 kW (6000 rpm)
- Maks. pyörintänopeus 7000 rpm
- Ominaiskulutus (BFSC) on toki alempi kuin Skyactiv-G -moottorilla
- Polttoaineeksi kelpaa 95E10-bensiinilaatu
- Mazda3-malli 6-vaihteisella käsivaihteistolla: kiihtyvyys 0-100 km/h 8,2 sek.

Mazda Skyactiv-X vs. BMW 320i



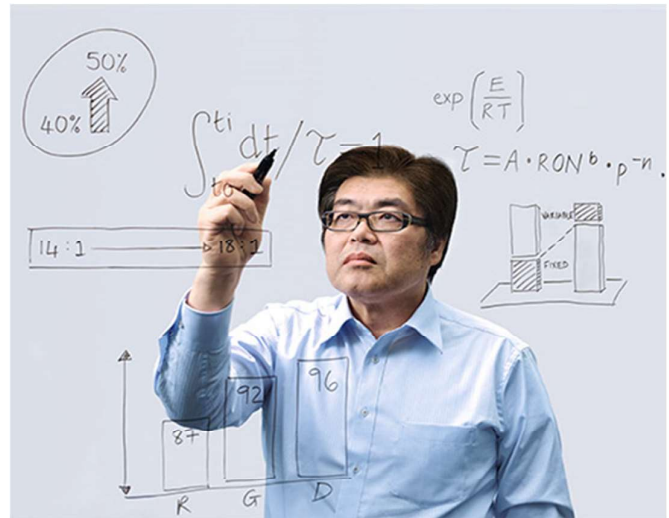
Skyactiv-X vs. Skyactiv-G



- Mazda3 Sedan etuveto
- 2.0 M-Hybrid Skyactiv-X MT6
- **WLTP-kulutus 5,5 l/100 km**
- **ja vastaava CO₂-päästö 125 g/km**
- NEDC-kulutus 4,3 l/100 km
- ja vastaava CO₂-päästö 96 g/km
- Mazda3 Sedan etuveto
- 2,0 M-Hybrid Skyactiv-G 2,0 MT6
- Teho 110 kW, vääntö 213 Nm (4000 rpm)
- **WLTP-kulutus 5,8 l/100 km**
- **ja vastaava CO₂-päästö 132 g/km**

Kehitystyö jatkuu

- Skyactiv-X -moottorin mahdollistama polttoaineen kulutusetu käsivaihteistolla 5,5 %
- Ja automaattivaihteistolla 3 %
- Kehitystyö 50 % termisen hyötysuhteen saavuttamiseksi jatkuu



© Mazda

Tuotantoon vuonna 2019 – aivan kuten luvattiin
Puolestani kiitokset



© Mazda



Dieseltekniikan uutuuksia

Björn Boström, Diagno Finland Oy

Dieselhenkilöautokannan kehitys Suomessa

→ 2010 - 2019	henkilöautomäärän kasvu	230 929 kpl
→ 2010 - 2019	dieselajoneuvomäärän kasvu	254 703 kpl



Dieselmoottorin haasteet

- Hiukkaspäästöt
- Typenoksidipäästöt
- Polttonesteen kulutus ja hiilidioksidipäästöt
- Enää ei voida keskittyä vain yhteen osa-alueeseen, vaan järjestelmän on toimittava kokonaisuutena.

DIA-CNO

Moottoritekniikka

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

- Dieselmoottoreissa muuttuva venttiiliajoitus ei ole ollut yhtä merkittävässä asemassa kuin ottomoottoreissa.
- Käynninaikainen ”dynaaminen” säätö liittynyt lähinnä moottorijarrun käyttöön raskaassa kalustossa.
- Mitsubishiin 4N1-moottorityyppi (2010) on ensimmäinen henkilöauton sarjatuotantodieselmoottori muuttuvalla venttiiliajoituksella (MIVEC-tekniikka).
- Päästömääräysten kiristymisen ja paremman hyötysuhteen tavoittelun (hiilidioksidipäästöt) myötä, dieselmoottorin muuttuvaa venttiiliohjausta on viime aikoina tutkittu yhä enemmän.

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

- Muuttuvan venttiiliajoituksen käyttö dieselmoottoreissa:
 - Pakokaasujen lämpötilan nosto
 - Puristushäviöiden vähentäminen
 - Pakokaasun sisäinen takaisinkiertäys

Lisäksi

- Turboahtamisen optimointi
- Sylinterissä olevan ilman pyörteilyn parantaminen

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

→ Muuttuva nokka-akselin ajoitus (Skoda Octavia, EA288-moottori)



DF 2020

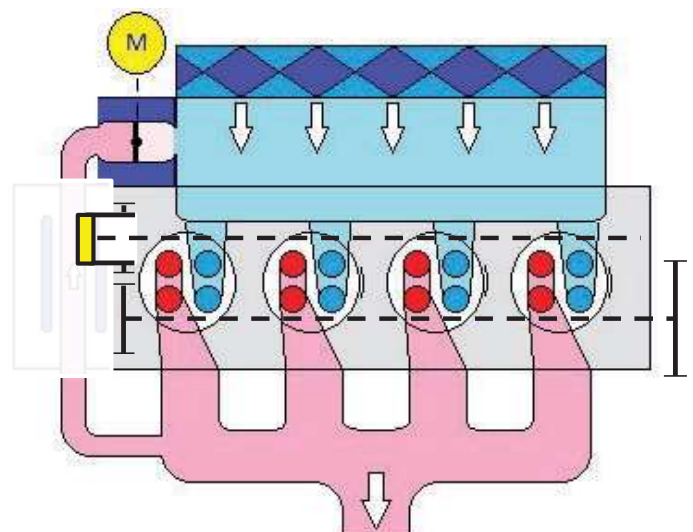
DIAGNO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

→ Muuttuva nokka-akselin ajoitus (Skoda Octavia, EA288-moottori)

→ EA288-moottoriperheessä kumpikin nokka-akseli käyttää yhtä imu- ja pakoventtiiliä sylinteriä kohti.

→ Siten nokka-akselin ajoituksen muuttaminen vaikuttaa yhtä aikaa sylinterin toiseen imuventtiiliin ja pakoventtiiliin.



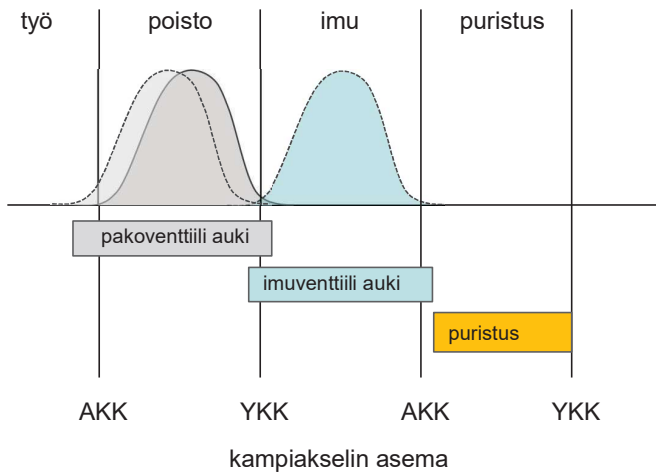
DF 2020

DIAGNO

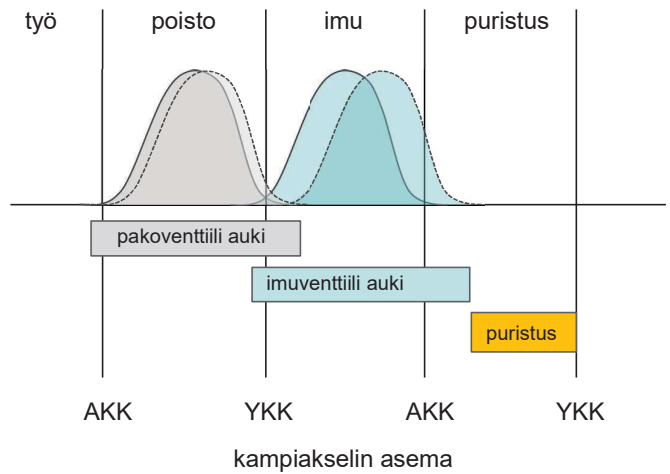
Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

→ Muuttuva nokka-akselin ajoitus (Skoda Octavia, EA288-moottori)

Normaali tilanne – nokka-akseli aikaisessa (ääri)asennossa.



Kevyt osakuormatilanne – nokka-akselin ajoitusta myöhäistetty.



Myöhäistämällä nokka-akselin asentoa, todellinen puristusvaihe jää lyhyemmäksi

puristus

Normaali puristusvaihe

puristus

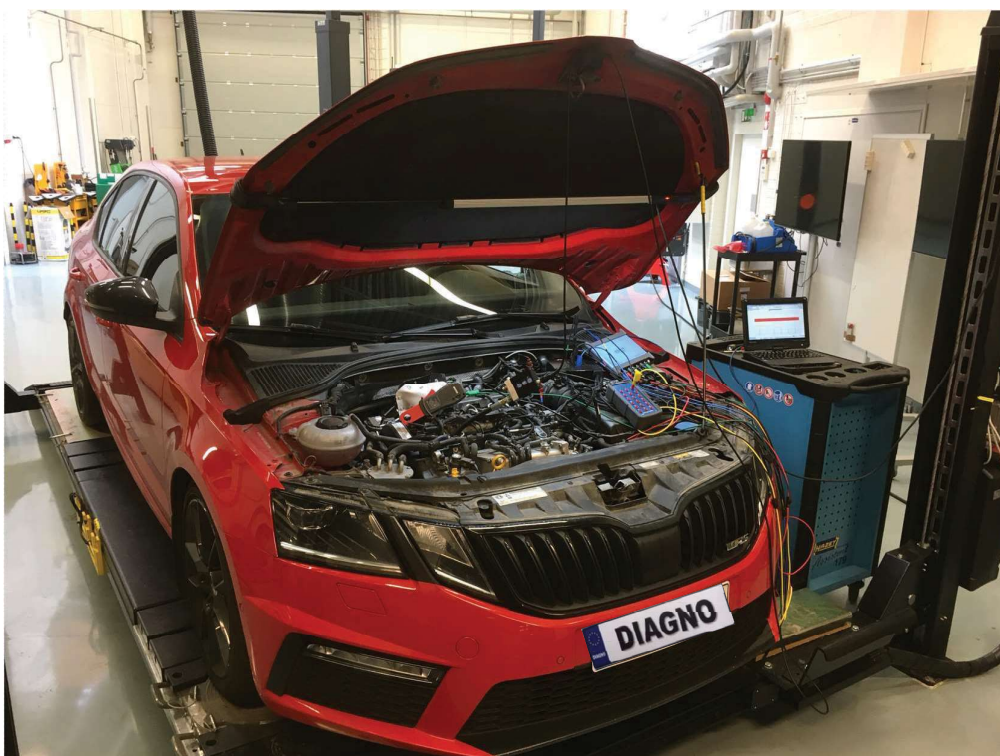
Puristusvaihe myöhäistetyllä nokka-akselin ajoituksella.

DF 2020

DIAGNO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

→ Sädön tarkastelu käytännössä (Skoda Octavia, CUNA-moottori)



DF 2020

DIAGNO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

→ Sädön tarkastelu diagnoositesterialla (Skoda Octavia, CUNA-moottori)

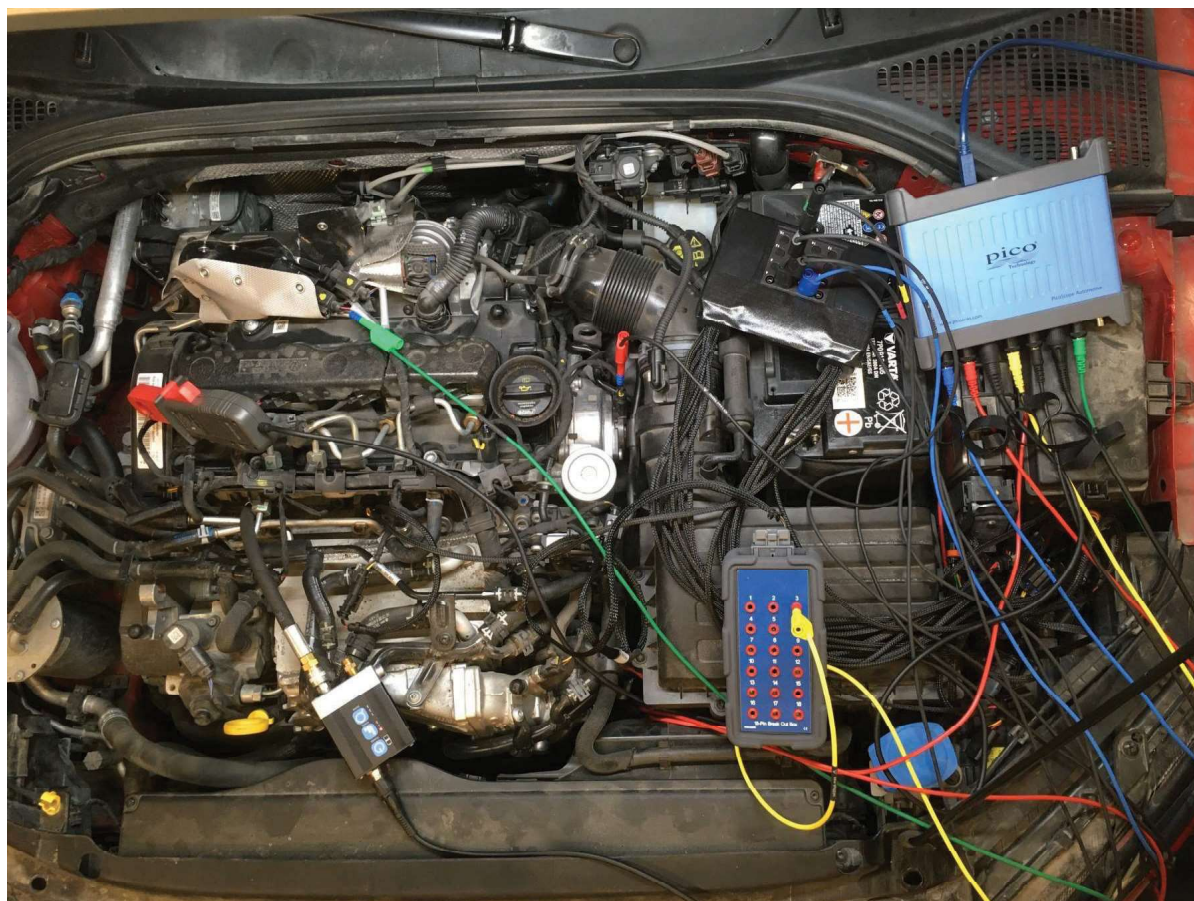
Moottorin pyörintänopeus
791,0 [1/min]
Moottorin rungon lämpötunnistin
75,0 [°C]
Pakok. lämpöt.säätö en. turbo-ohjea.
340,0 [°C]
Nokka-aks.säätö/imup.,lohko 1 (ohje)
10,0 [°]
Nokka-aks.säätö/imup.,lohko 1 (on)
10,0 [°]
Ohjaus: nokka-aks.säätö,imup.lohko 1
6,9 [%]
Moottoriöljyn lämpötila
70,0 [°C]
Lambda-arvo hiukkassuodatt. edessä
3,2

Säätö ei vielä aktiivinen joutokäynnillä

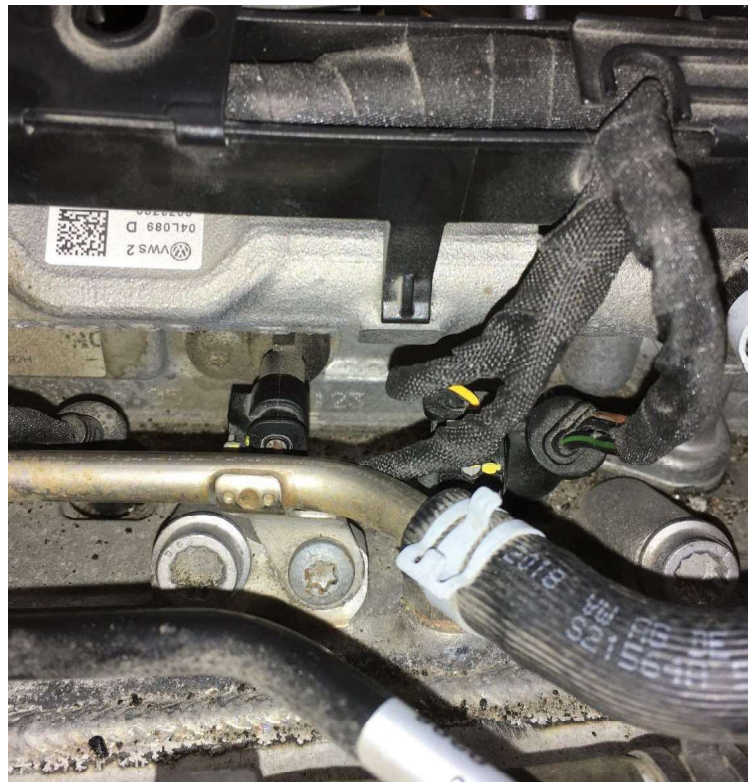
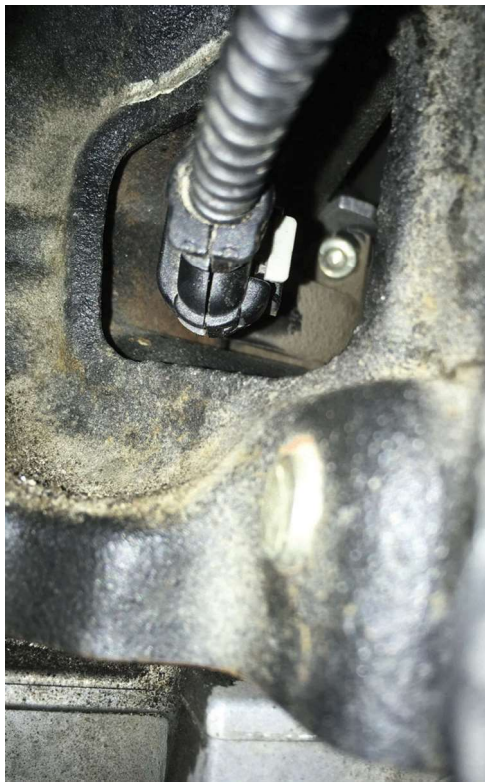
Moottorin pyörintänopeus
769,0 [1/min]
Moottorin rungon lämpötunnistin
75,0 [°C]
Pakok. lämpöt.säätö en. turbo-ohjea.
341,0 [°C]
Nokka-aks.säätö/imup.,lohko 1 (ohje)
43,0 [°]
Nokka-aks.säätö/imup.,lohko 1 (on)
42,7 [°]
Ohjaus: nokka-aks.säätö,imup.lohko 1
38,3 [%]
Moottoriöljyn lämpötila
70,0 [°C]
Lambda-arvo hiukkassuodatt. edessä
4,2

Säätö aktiivinen joutokäynnilläkin

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa



Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

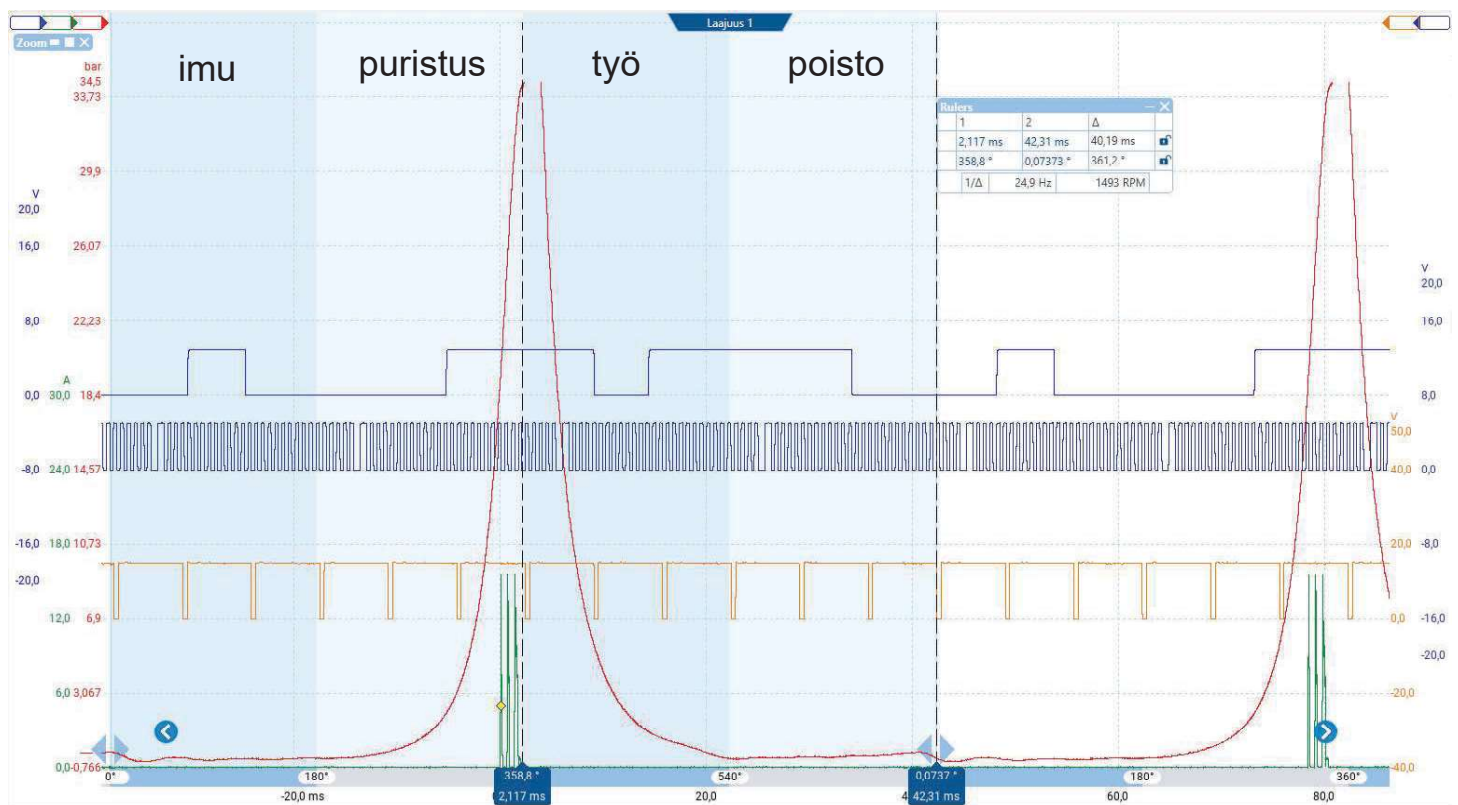


DF 2020

DIAC-NO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

➔ Moottorin pyörintänopeus: 1500 1/min

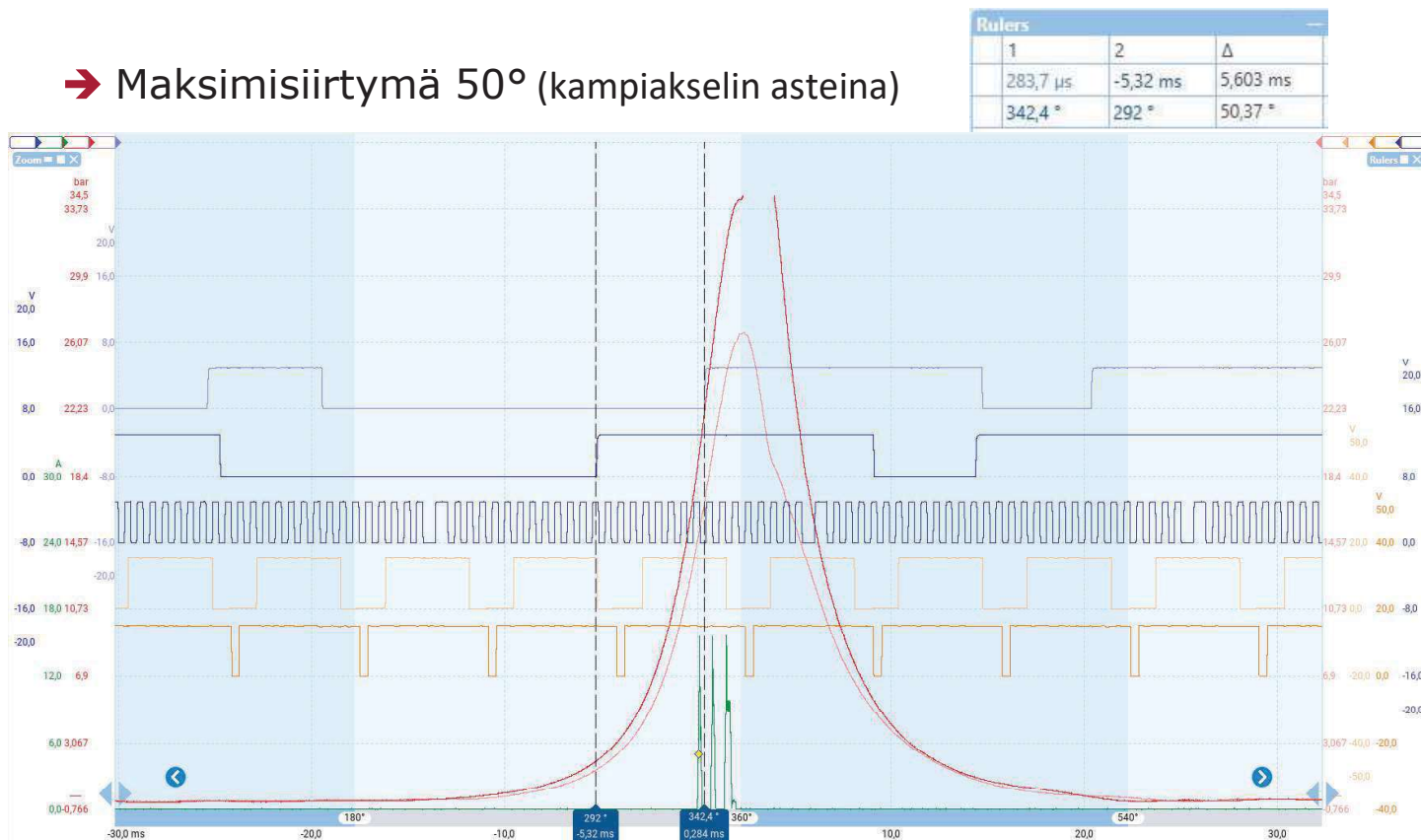


DF 2020

DIAC-NO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

➔ Maksimisiirtymä 50° (kampiakselin asteina)

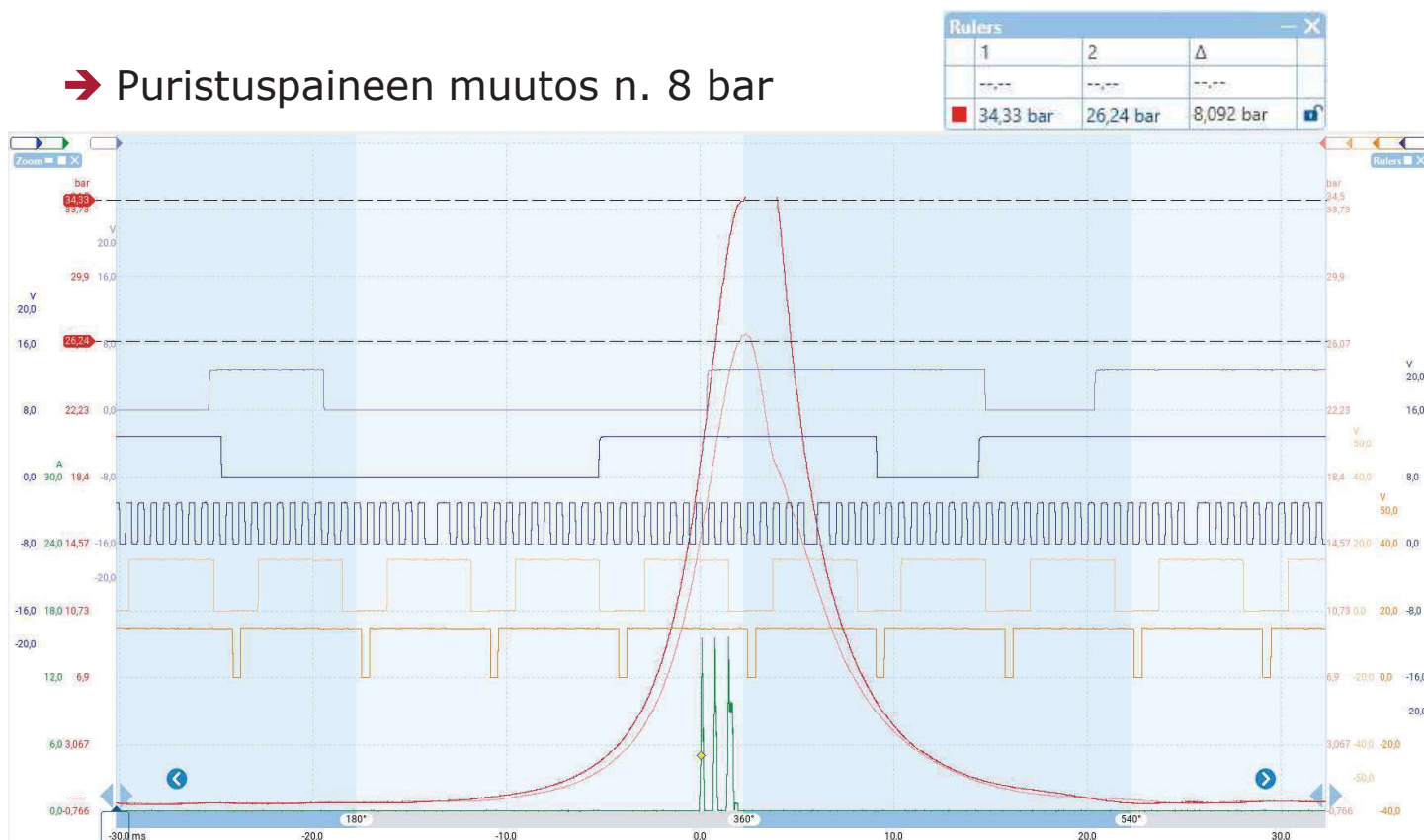


DF 2020

DIAC-NO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

➔ Puristuspaineen muutos n. 8 bar

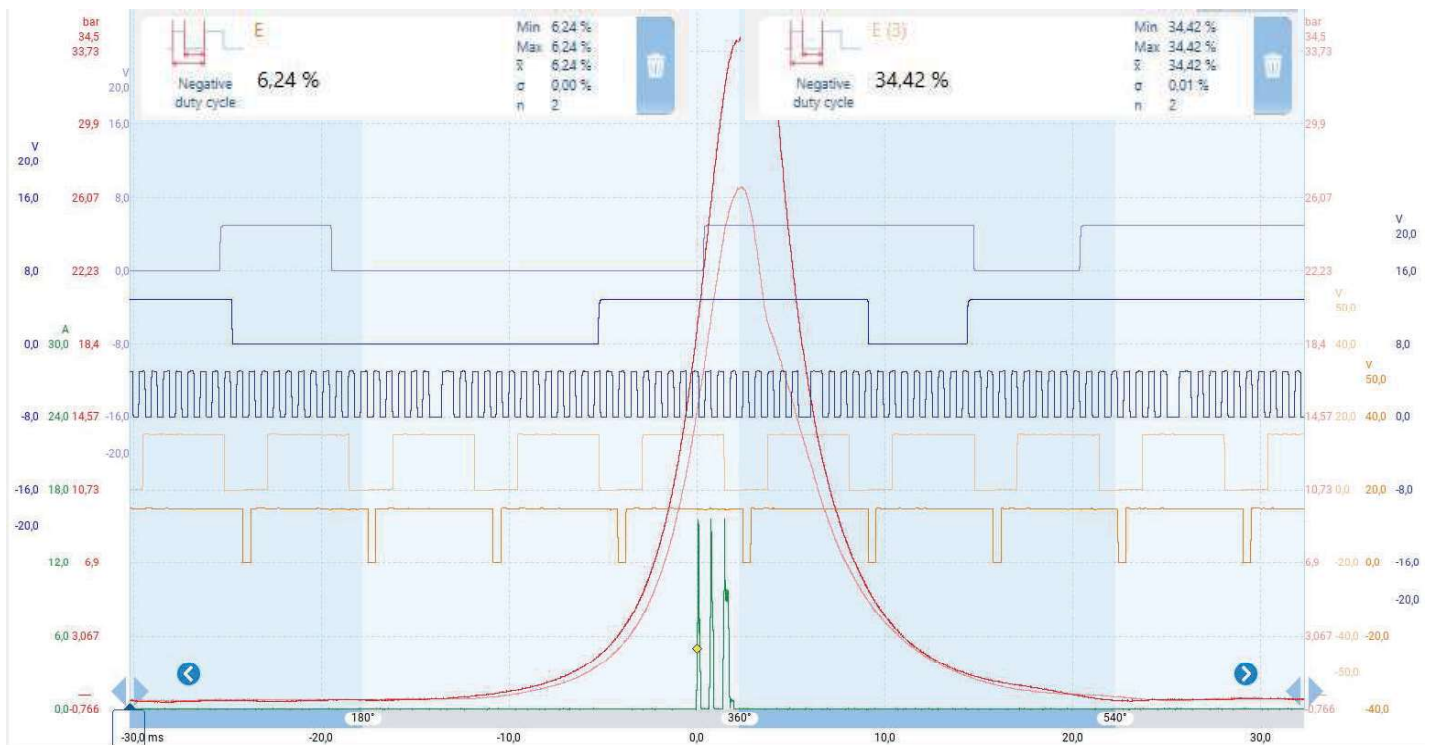


DF 2020

DIAC-NO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

➔ Pulssisuhteen muutos n. 28 %-yksikköä (maksimisiirtymässä)



DF 2020

DIAC-NO

Muuttuva nokka-akselin ajoitus dieselmoottorissa

➔ Huolto- ja korjaustoimintaan liittyvät erityispiirteet (EA288-moottori):

- ➔ Hammashihnan vaihto ei sellaisenaan aiheuta erityistoimenpiteitä (ks. mallikohtaiset työohjeet).
- ➔ Säädetty nokka-akseli voidaan lukita lukitustapilla ulkopuolelta, venttiilikopassa olevasta reiästä käsin.
- ➔ Kuluminen ja/tai mekaaninen vika säätömekanismeissa, joka aiheuttaa nokka-akselin säädön siirtymisen myöhäiseen suuntaan hankaloittaa moottorin käynnistymistä.

DF 2020

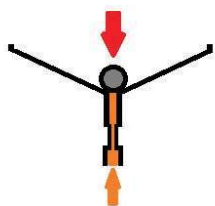
DIAC-NO

Dieselruiskutusjärjestelmä

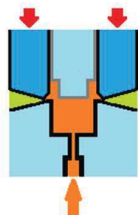
- Suuttimet NCC-toiminnolla
- CP4E-korkeapainepumppu

DF 2020

Magneettiventtiili-injektori luistiventtiilillä - CRI2-18



Perinteinen kuula-
tyyppinen venttiili



Uudentyyppinen
luistiventtiili



Korkeapaineliitin
M14x1.5

Erlainen paluuliitäntä
sisäpuolisella lukituksella

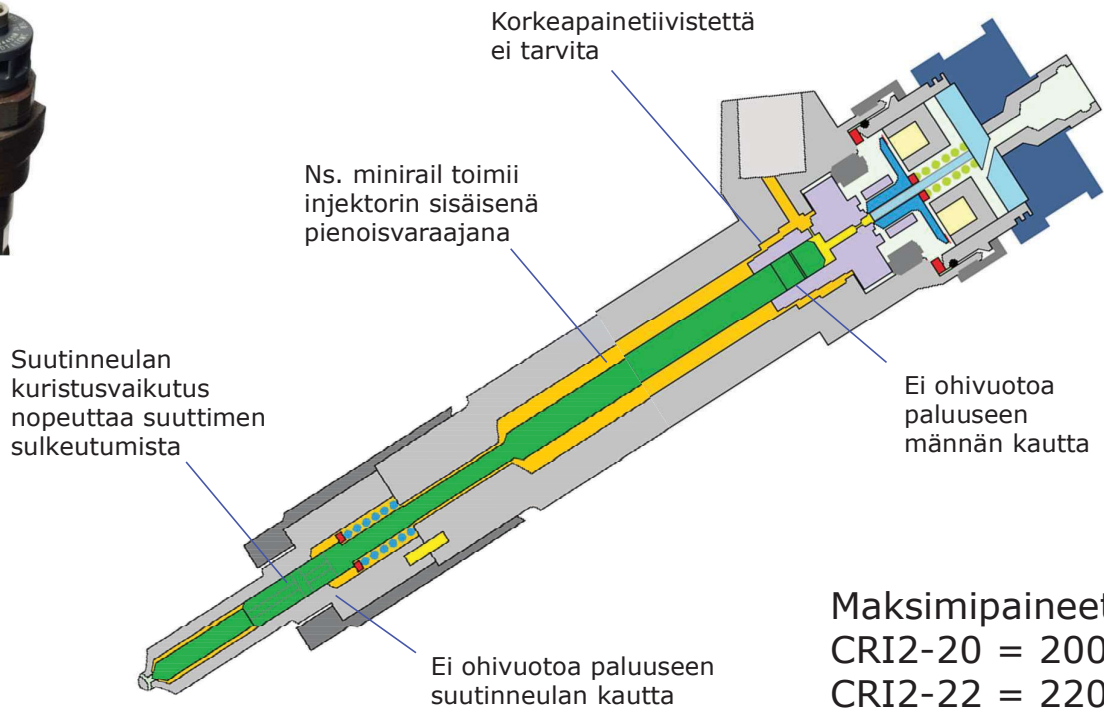
Alhaisempi boost-jännite,
alhaisemmat virtatasot

Luistiventtiili – lyhyempi liikematka ja
pienemmät vaikuttavat voimat =
- nopeampi kuin kuula-venttiili-injektori
- mahdollistaa korkeamman railipaineen

Maksimipaine
CRI2-18 = 1800 bar

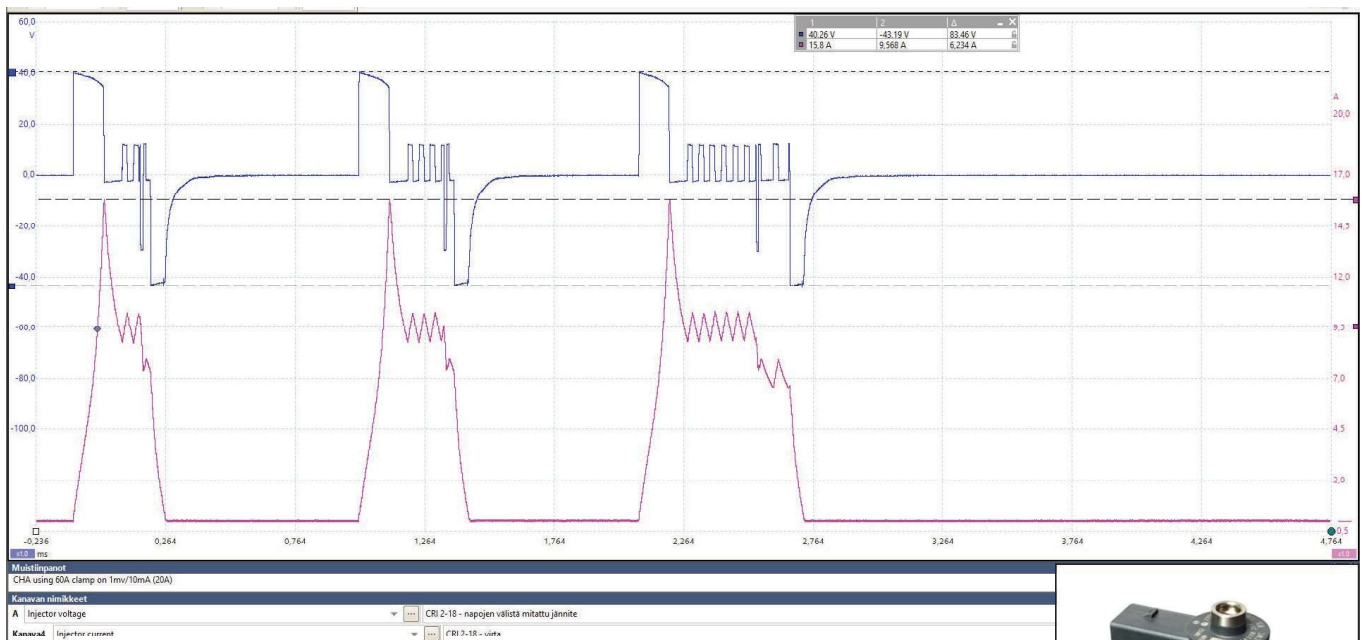
DF 2020

Magneettiventtiili-injektori luistiventtiilillä ja sisäisellä pienoisvaraajalla - CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25



Maksimipaineet
 CRI2-20 = 2000 bar
 CRI2-22 = 2200 bar
 CRI2-25 = 2500 bar

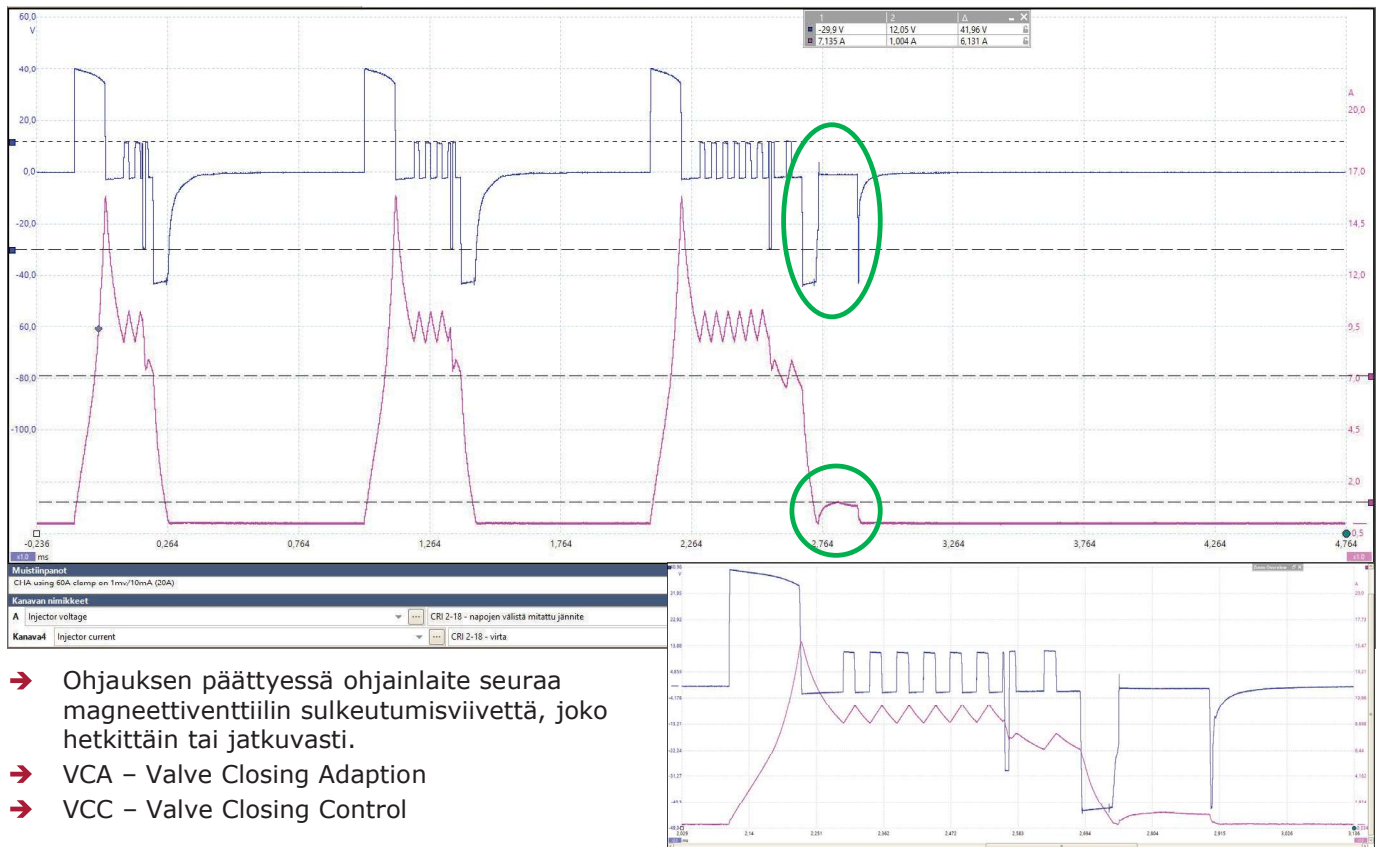
Magneettiventtiili-injektori luistiventtiilillä CRI2-18, CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25



- ➔ Injektorin ohjaus joutokäynnillä. 2 esiruiskutusta ja 1 pääruiskutus
- ➔ Boost-jännite 40 V ja -virta 16 A.
- ➔ Vetovirta n. 10 A ja pitovirta n. 7 A.
- ➔ Induktiojännite ohjauksen päättyessä -42 V.



Magneettiventtiili-injektori luistiventtiilillä CRI2-18, CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25



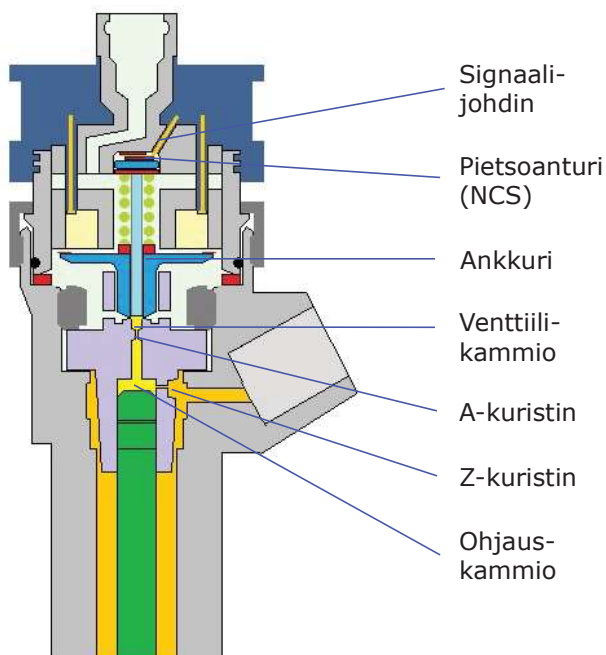
DF 2020

DIAC-NO

23

CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25 - NCS

- NCC-toiminnolla voidaan tunnistaa venttiilin avautumis- ja sulkeutumishetken sekä suutinneulan suunnan muutoksen ja sulkeutumishetken.



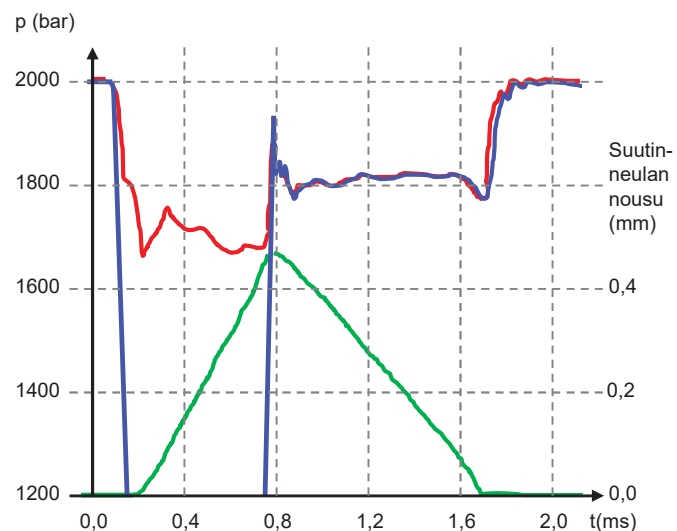
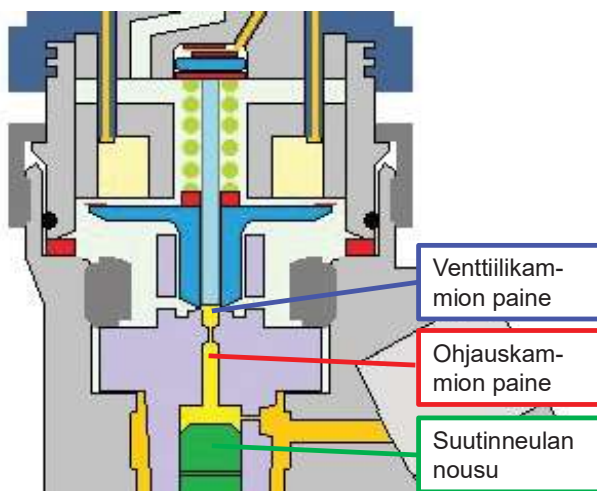
NCC = Needle Closing Control
NCS = Needle Closing Sensor

DF 2020

DIAC-NO

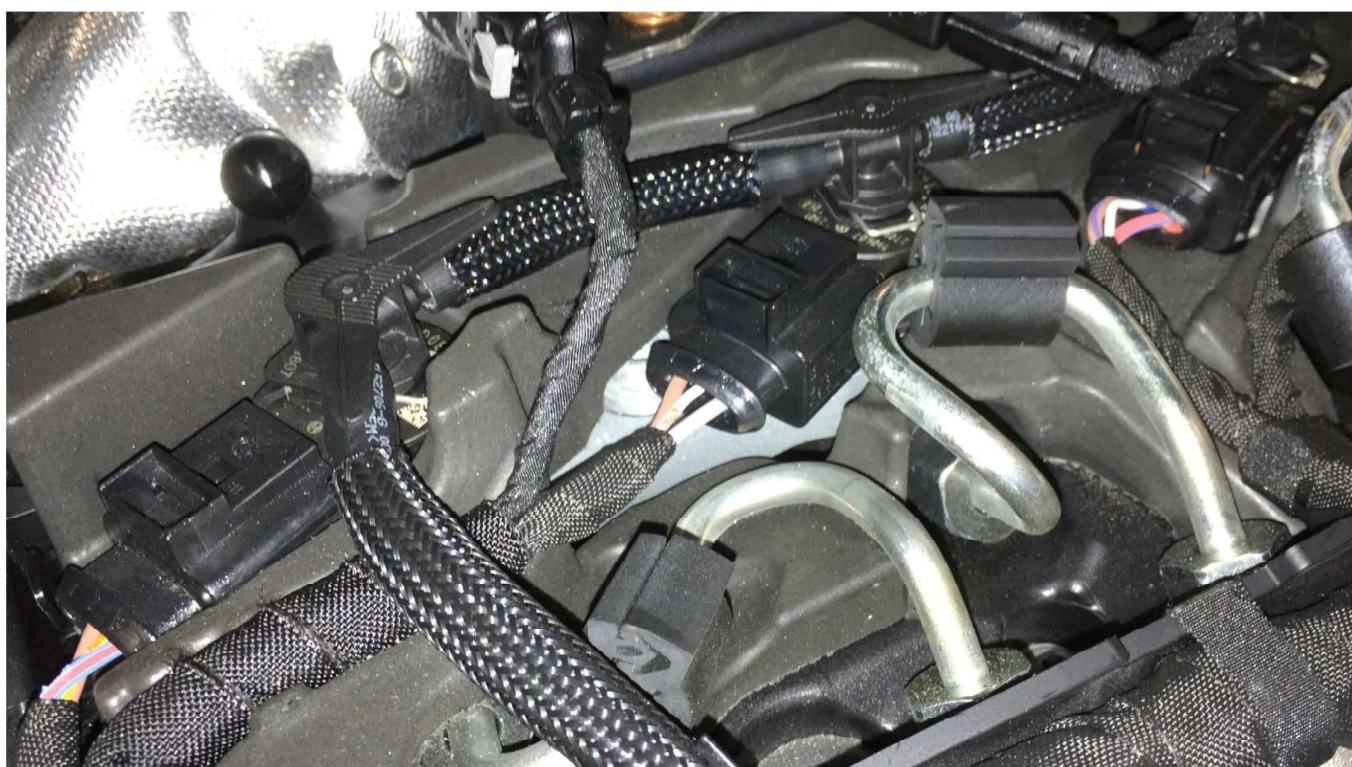
24

CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25 - NCS

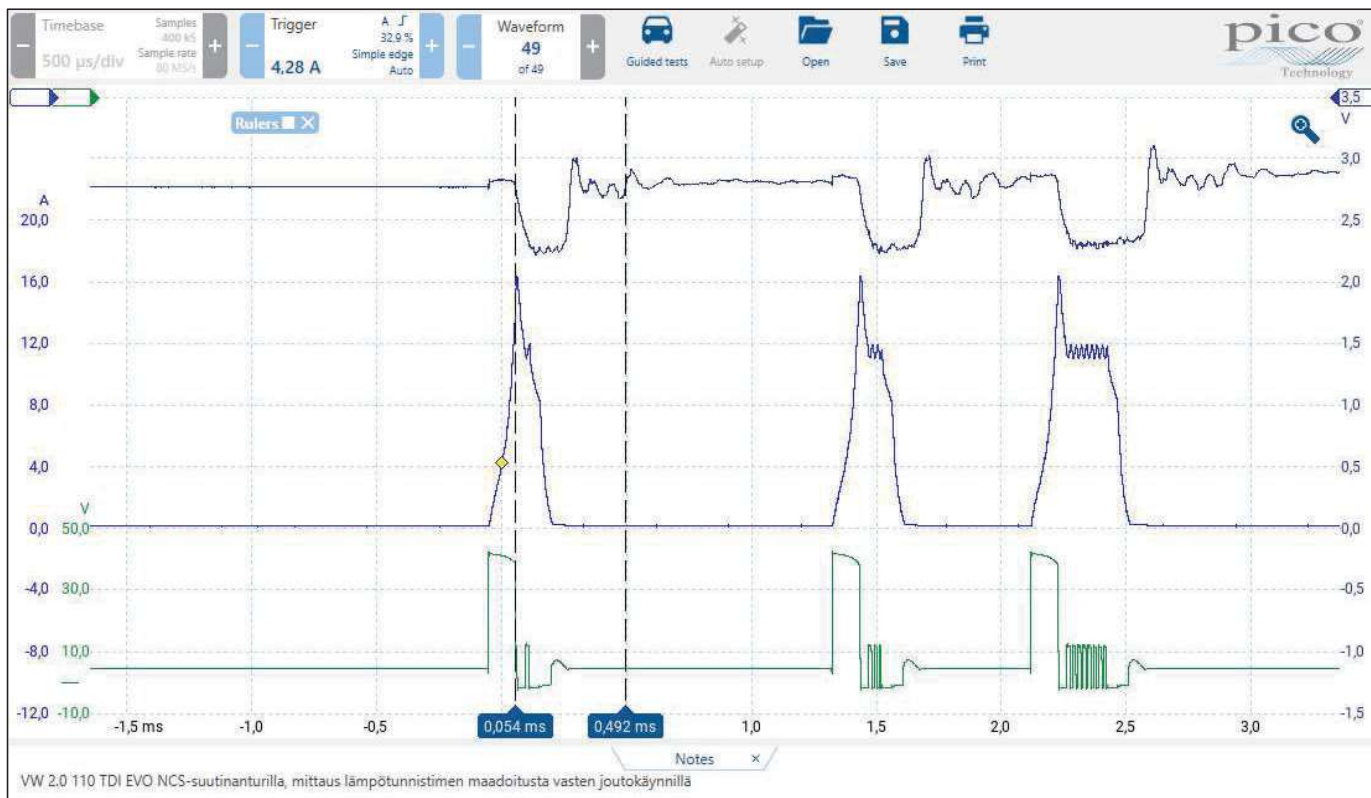


→ NCC-toimintoa voidaan myös soveltaa Bosch CRI3-25 ja CRI3-27 -pietso-suuttimissa.

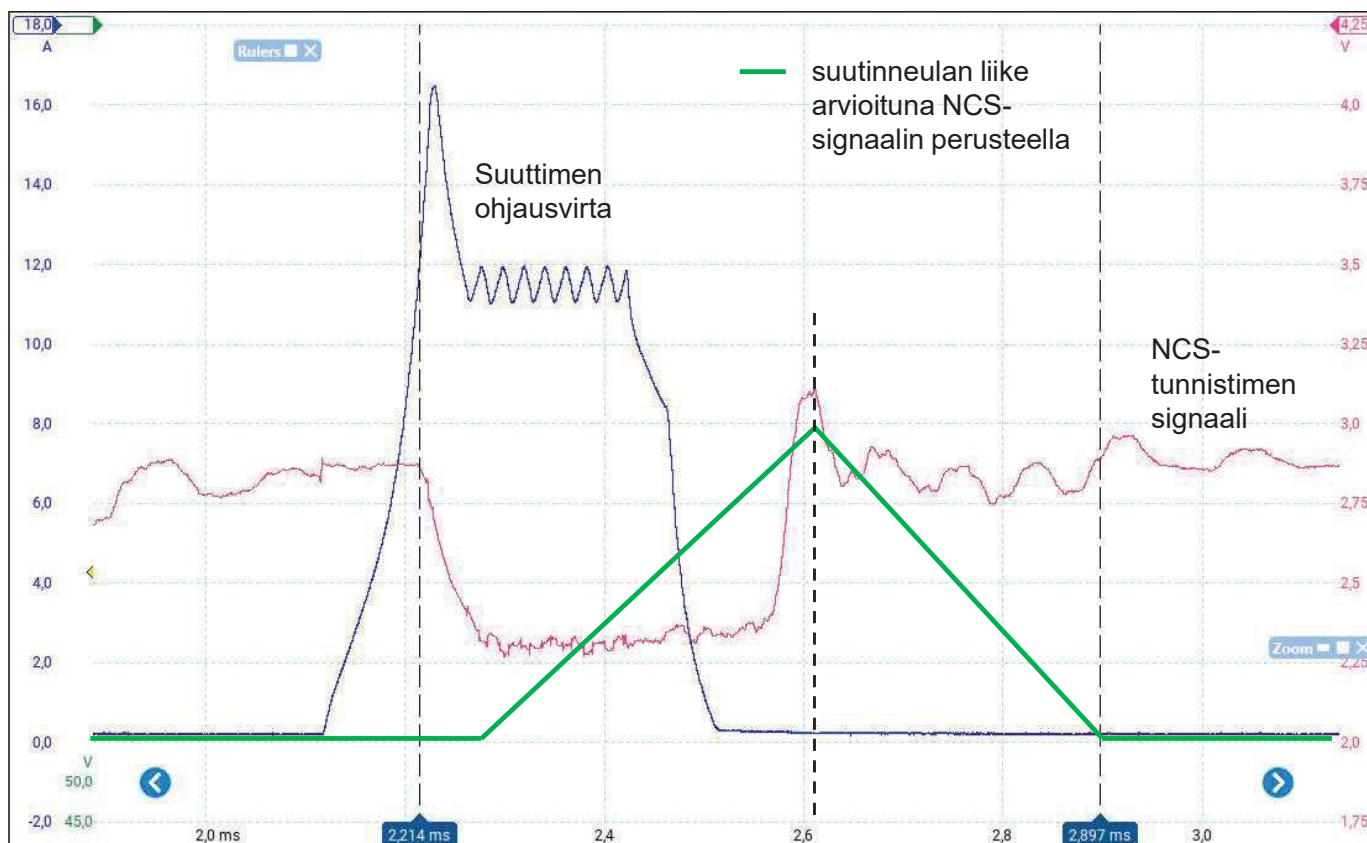
CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25 - NCS



CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25 - NCS



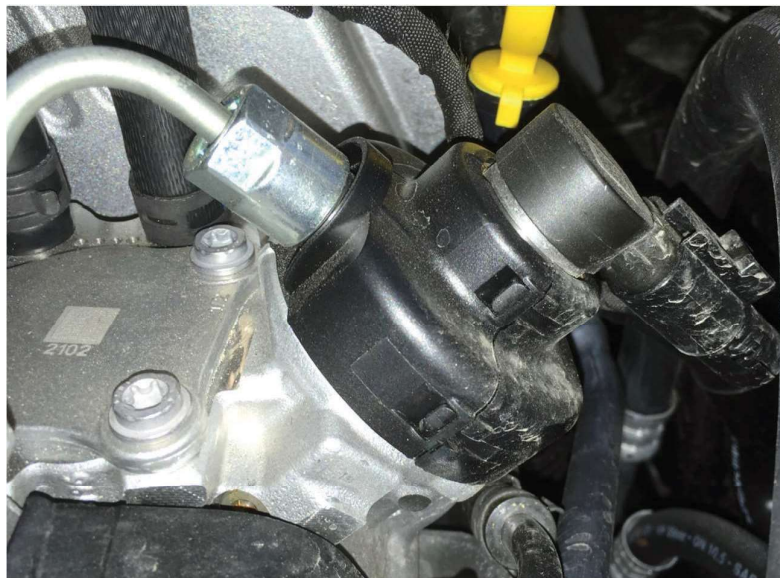
CRI2-20, CRI2-22 ja CRI2-25 - NCS



CP4E-korkeapainepumppu

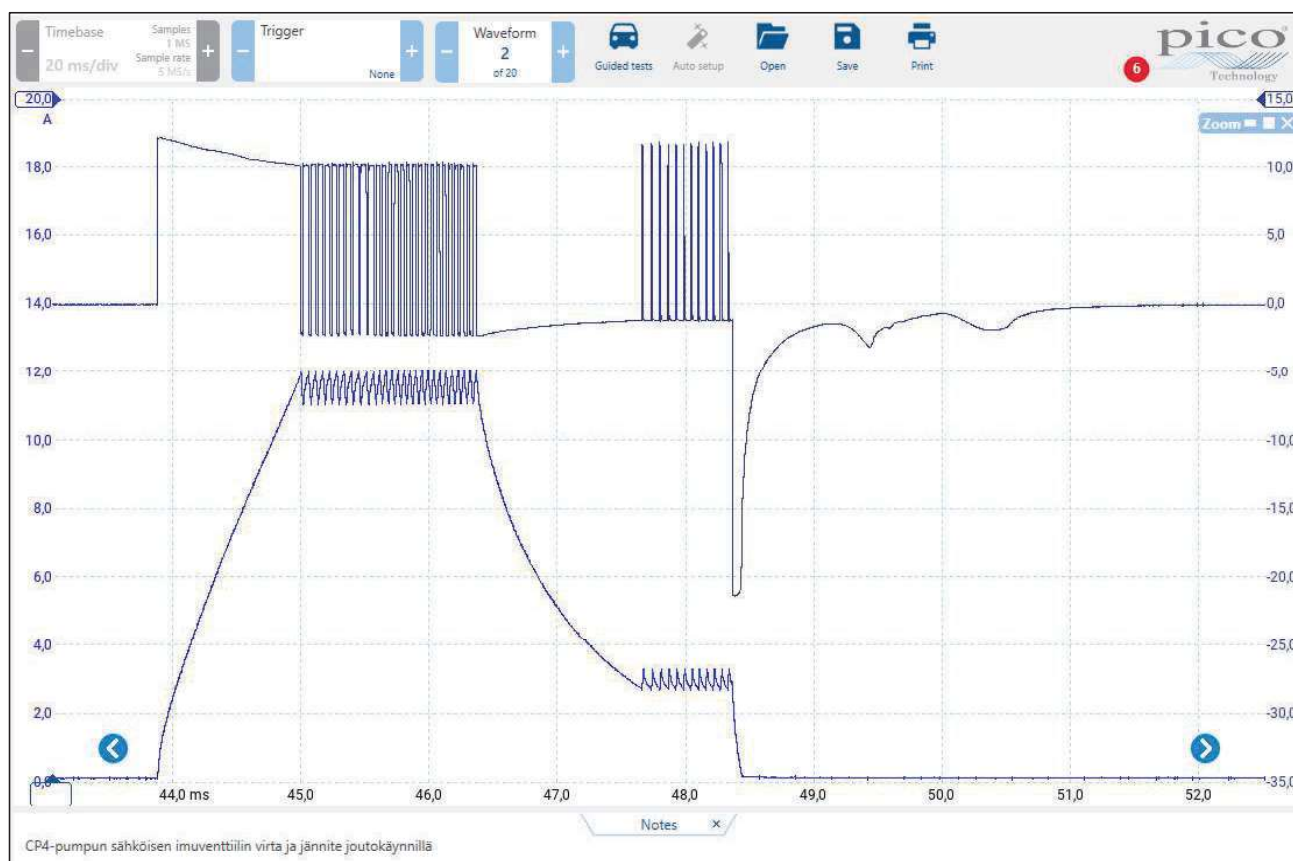


CP4-pumppu ZME-
täytössäätöventtiilillä

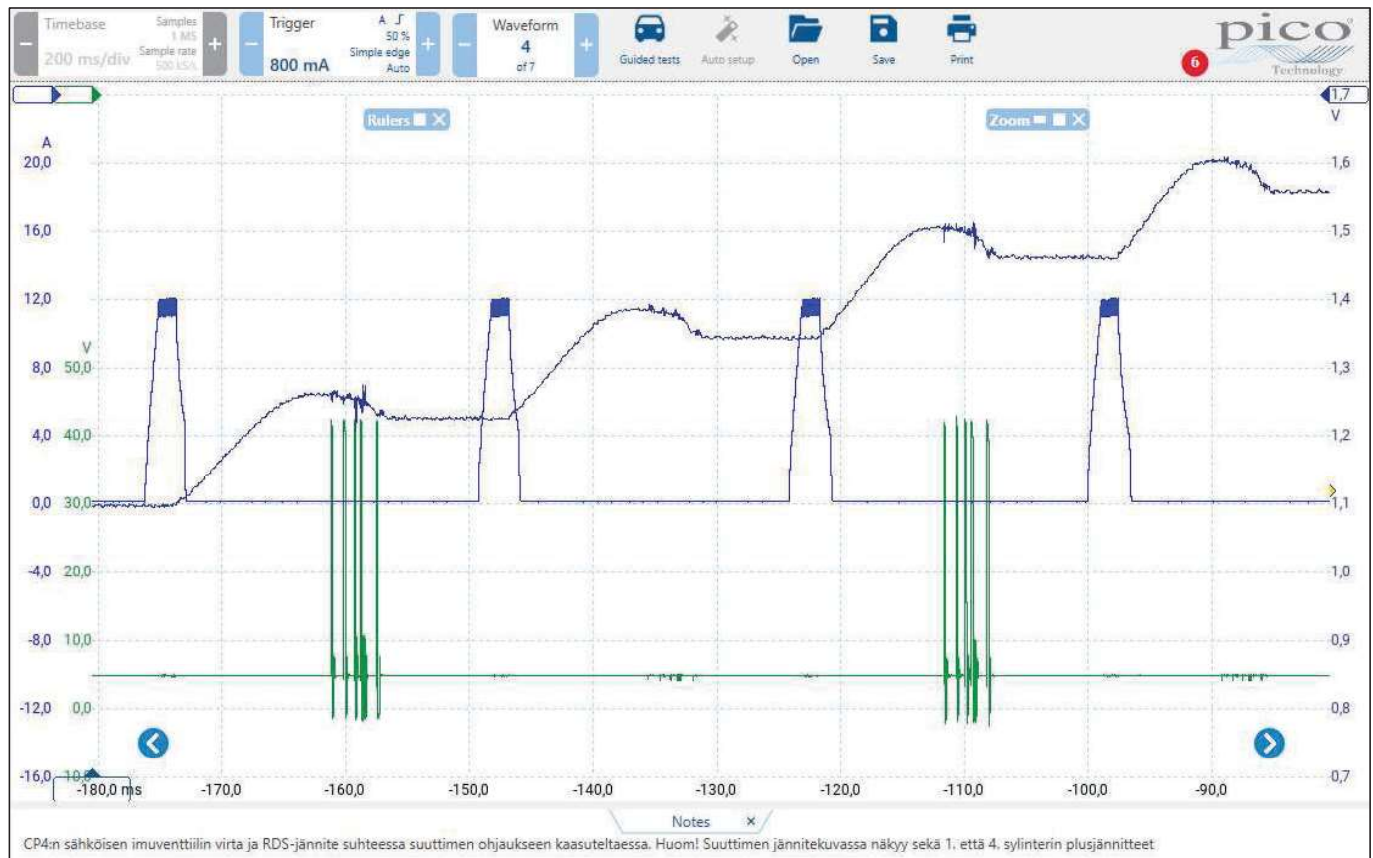


CP4E-pumppu sähköisellä imuventtiilillä (eSCV)

CP4E-korkeapainepumppu



CP4E-korkeapainepumppu



DIACNO

Pakokaasujen jälkikäsittely

DI-SCR – SCR-järjestelmä kahdella annosteluyksiköllä

Pakokaasujen jälkikäsittely

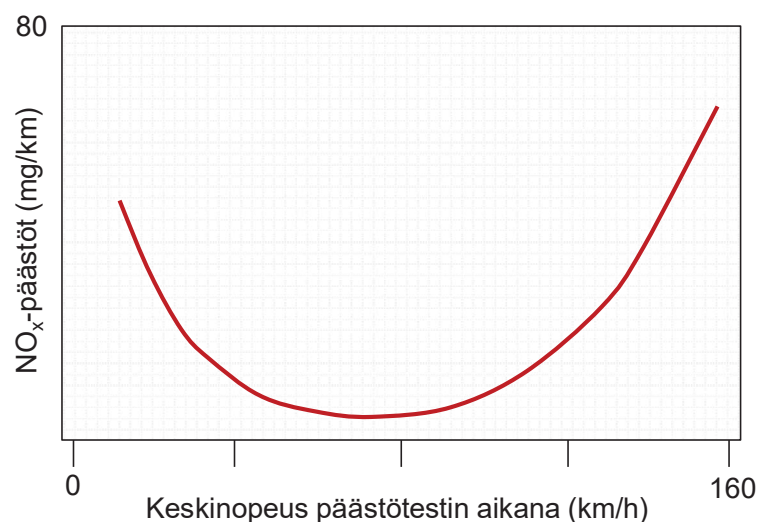
→ Typenoksideja vähennetään

- Moottoriteknisin keinoin
- Perinteisellä pakokaasujen takaisinkierätyksellä (EGR tai HP-EGR)
- Ns. matalapaine-EGR:llä (LP-EGR)
- NO_x-varaajakatalysaattorilla (LNT/NSC)
- Kuivalla SCR-katalysaattorilla
- Tavanomaisella SCR-katalysaattorilla käyttäen AdBlue:tä

Pakokaasujen jälkikäsittely

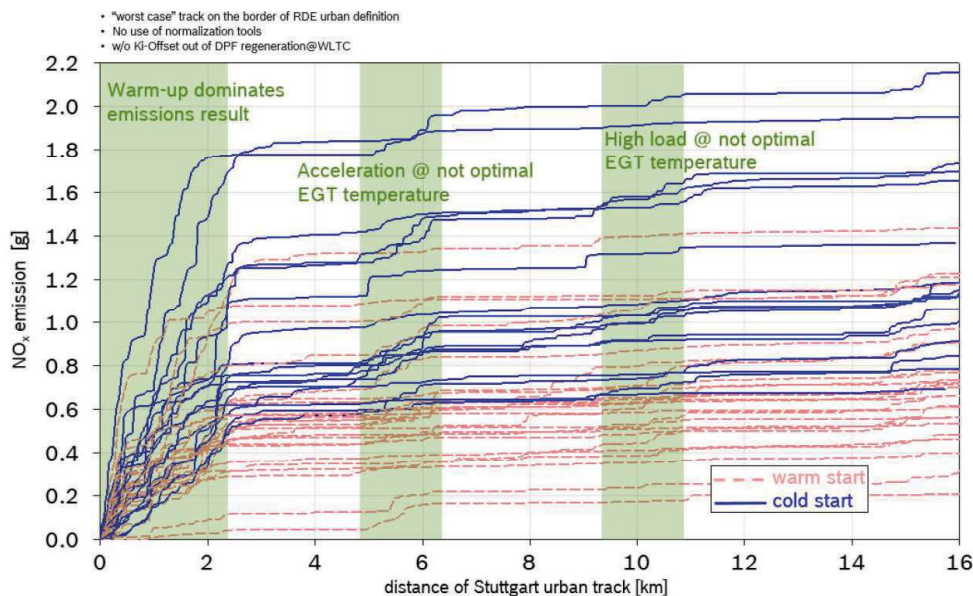
- Euro 6d -autojen RDE-testeissä typenoksidipäästöjä esiintyy erityisesti kylmäkäynnistyksen jälkeen, alhaisen keskinopeuden käyttöalueella sekä suurilla ajonopeuksilla.

Havainnekuva
pakoputkesta mitatuista
keskimääräisistä
typenoksidipäästöistä
ajettaessa erilaisia
testejä vertailuautoilla.



Pakokaasujen jälkikäsittely

- Suurimmat NO_x-päästöt muodostuvat ensimmäisten ajominuuttien aikana.
- Katalysaattorien lämpötila ratkaisevassa asemassa.



Test track: "Stuttgart urban DS 2016"
Distance: 16 km
Altitude gain: approx. 1200m / 100km
Test mass: 1550 - 1850 kg
EGT: aged
Ambient Temp.: -4 ... 15°C



Kuva: Robert Bosch GmbH

Pakokaasujen jälkikäsittely

- NO_x-päästöt ovat suurimmillaan ensimmäisen käynnistyksen jälkeen ennen kuin jälkikäsittelylaitteisto on lämmennyt.
- Jälkikäsittelylaitteiston liian matalaa lämpötilaa esiintyy mm. seuraavien tilanteiden jälkeen:

- Alhainen kuormitus
- Start/stop-toiminto
- Pitkä alamäkijakso tai
- Moottorijarrutus



Kuva: Robert Bosch GmbH

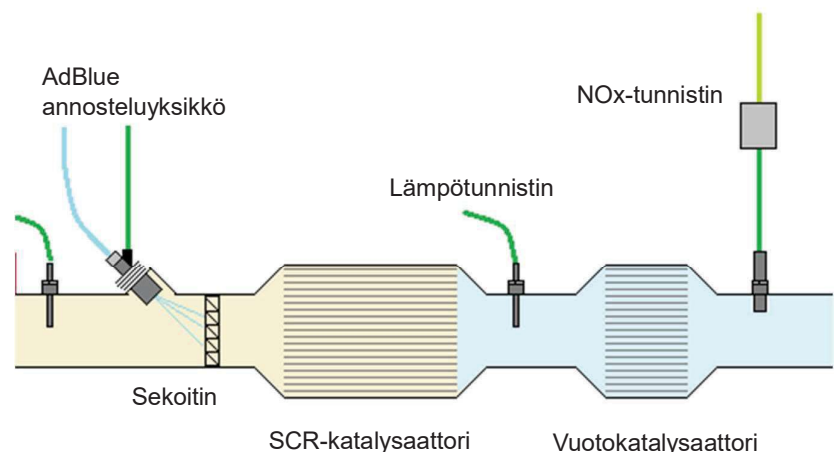
Pakokaasujen jälkikäsittely

- Keinoja riittävän lämpötilan saavuttamiseksi jälkikäsittelylaitteistossa:
 - Moottorin ohjainlaitteen aktiivinen säätölogiikka
 - Muuttuva venttiilien ajoitus
 - Katalysaattorin sähköinen lämmitys
 - Turboahtimen ohitus katalysaattorin lämmitysvaiheessa

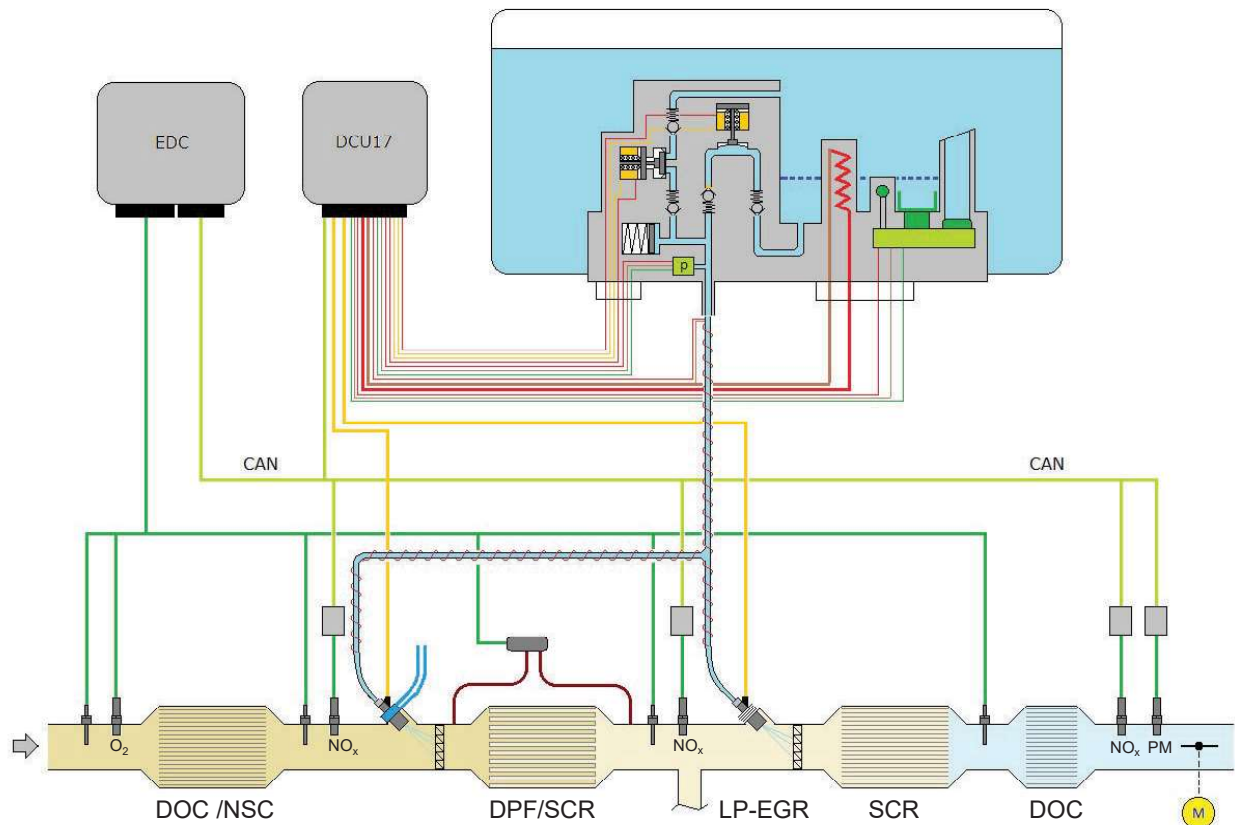
Pakokaasujen jälkikäsittely

- SCR-järjestelmässä typenoksidit pelkistetään ammoniakilla.
- Ammoniakki muodostetaan pakokaasujen joukkoon suihkutetusta urea-/vesiliuoksesta (AdBlue, DEF = Diesel Exhaust Fluid)

- Nimitys SCR = *Selective Catalytic Reduction* tulee ammoniakin ominaisuudesta reagoida "valikoidusti" typenoksidin hapen kanssa



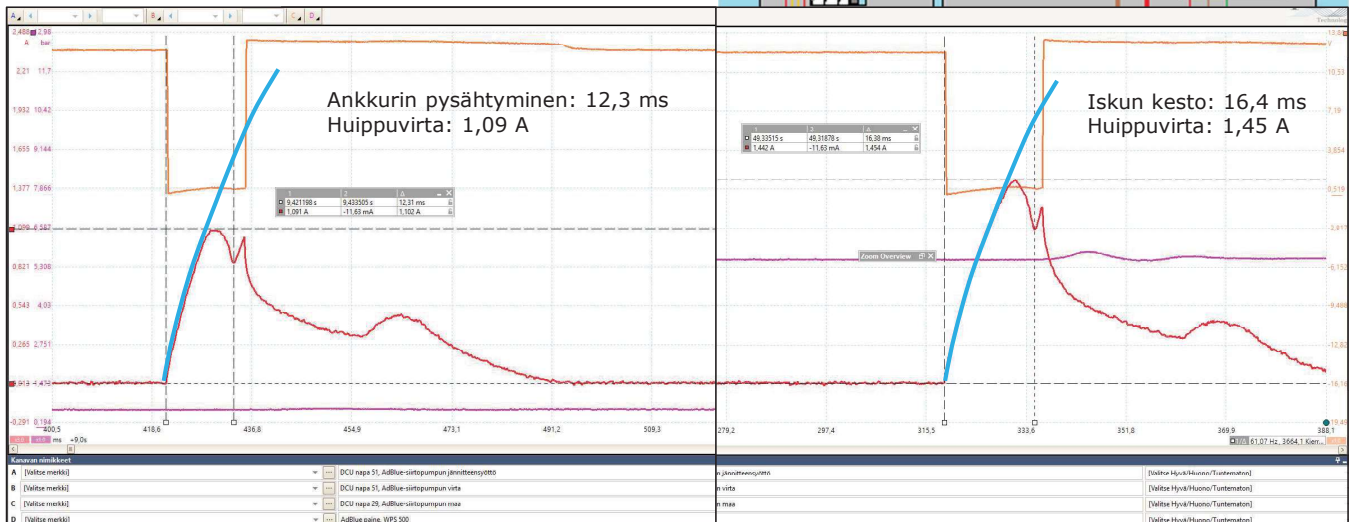
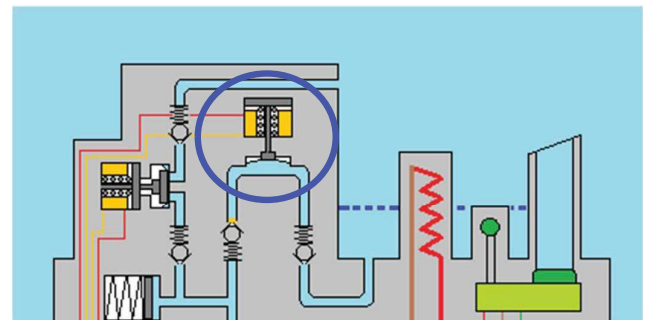
Pakokaasujen jälkikäsittely



➔ Bosch Denoxtronic 5.3 kahdella annosteluventtiilillä (DI-SCR)

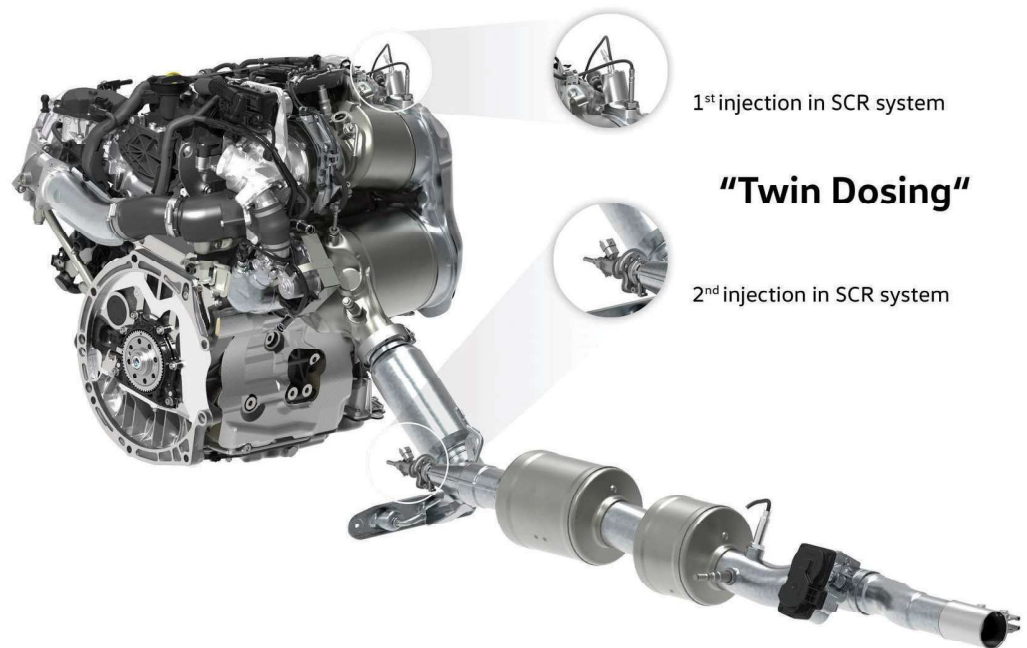
Pakokaasujen jälkikäsittely

- ➔ Ellei käytössä ole AdBlue-painetunnistinta (ValueLine), Denoxtronic 5.3 -ohjainlaite määrittää vallitsevan paineen syöttöpumpun virrasta.
- ➔ Pumppua ohjataan myös pelkässä paineenmittaustarkoituksessa.



Pakokaasujen jälkikäsittely

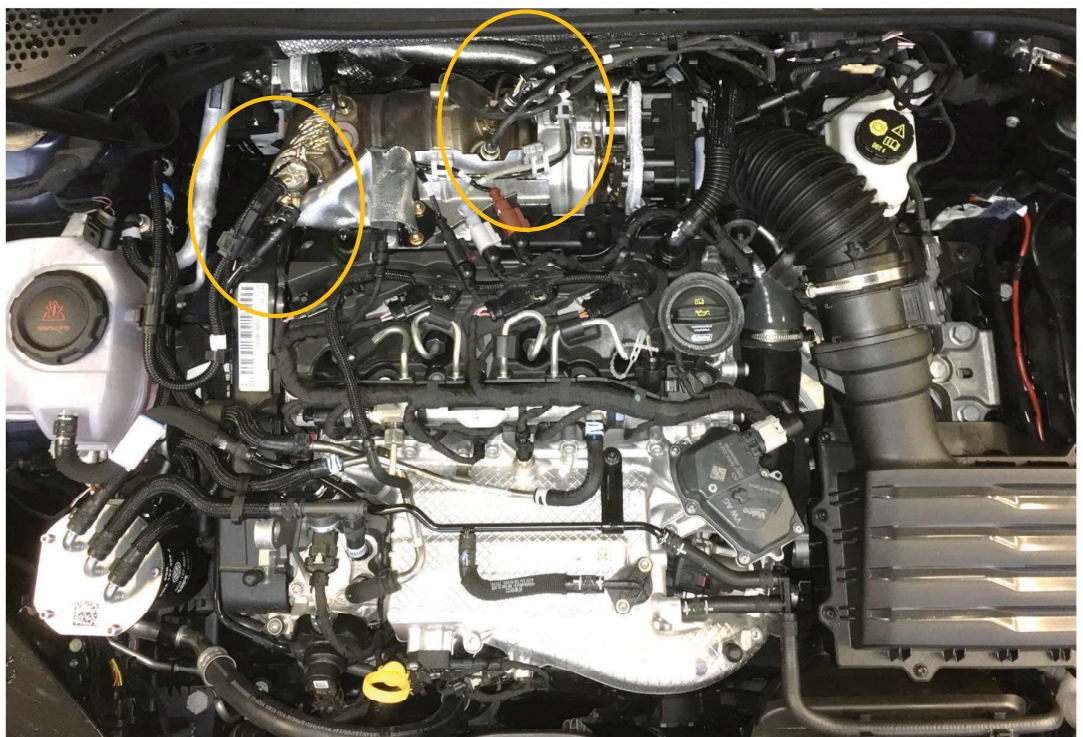
- VW Passat Variant 2.0 TDI Evo – jopa 80% pienemmät NO_x-päästöt perinteiseen verrattuna. CO₂-päästöt 104 g/km.



Kuva: VW AG

Pakokaasujen jälkikäsittely

- VW Passat Variant 2.0 TDI Evo



Pakokaasujen jälkikäsittely

➔ VW Passat Variant 2.0 TDI Evo



AdBlue-annosteluventtiili
moottoritilassa

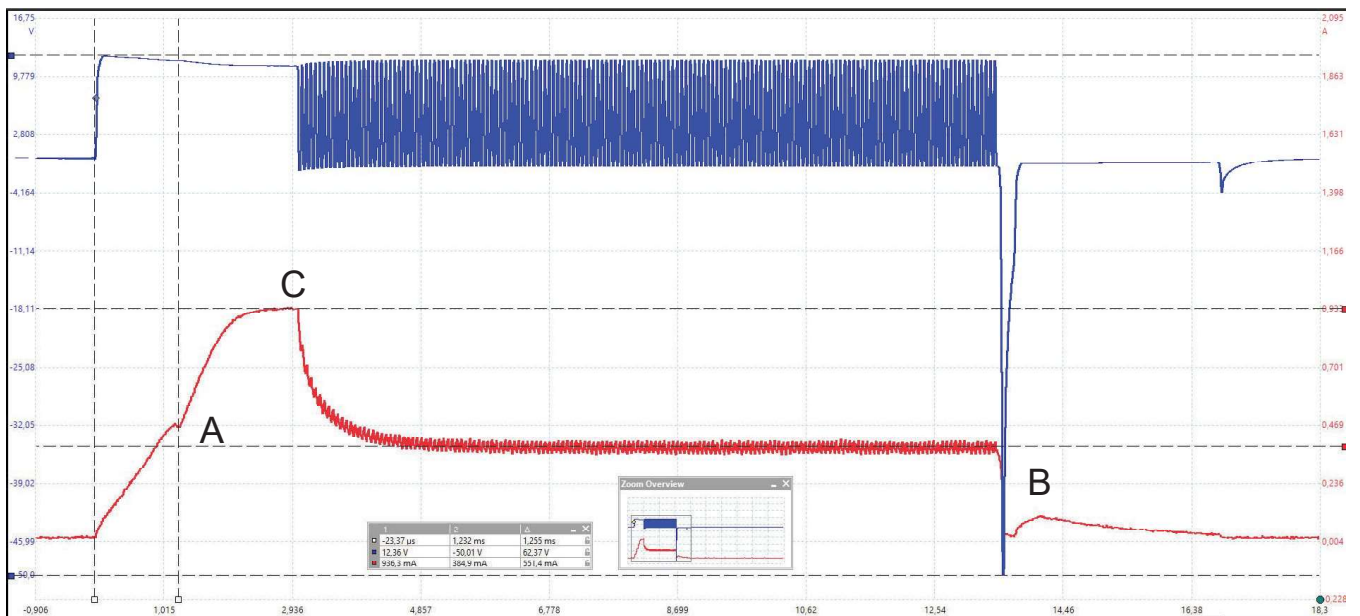


AdBlue-annosteluventtiili auton alla

Pakokaasujen jälkikäsittely

➔ Ohjainlaite arvioi

- ➔ Avautumisviiveen (A)
- ➔ Sulkeutumisviiveen (B) ja
- ➔ Käämin vastusarvon / lämpötilan (C)



Pakokaasujen jälkikäsittely

➔ VW Passat Variant 2.0 TDI Evo



AdBlue-
pumppumoduuli
säiliön pohjassa

Seuraavaa päästönormia odotellessa – Euro VII

- ➔ Menossa julkinen kuuleminen
- ➔ Komission ehdotus Q4 2021
- ➔ Tekniikka pitkälti olemassa, mutta vaatii paljon tutkimustyötä ja ohjelmiston kehittämistä, eikä vielä ole varmuutta normin lopullisista vaatimuksista.

Kuljettajaa avustavat järjestelmät (ADAS) ja autonominen ajo: Tilannekatsaus



Valtteri Härkönen
Technical Advisor
Hella Gutmann Solutions A/S

ESITYKSEN SISÄLTÖ

- SAE J3016 standardi ja autonomisen ajon tasot 0-5
 - Luokitteluperusteet
 - Esimerkkejä kunkin luokan toteutuksista
 - ODD (Operation Design Domain) ja DDT (Dynamic Driving Task) määritelmä
 - Missä mennään tällä hetkellä ja miltä lähitulevaisuus näyttää
 - Tason 4 ja 5 teknologiset haasteet
- ADAS (Advanced Driver Assistance Systems)
 - Määritelmä
 - Esimerkkejä tavattavista järjestelmistä ja niissä käytettävästä teknologiasta
 - Tunnistinteknologia
- SAE J3016 taso 3 tyyppihyväksyntä status quo – autonominen ruuhka-avustin
- ADAS ja Euro NCAP
- ADAS järjestelmät osaksi EU-tyyppihyväksyntää 2022

			DDT = Dynamic Driving Task		ODD = Operational Design Domain	
SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
ADAS	0 No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
	1 Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i> .	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
	2 Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i> .	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
AD	3 Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i> .	System	System	Human driver	Some driving modes
	4 High Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i> .	System	System	System	Some driving modes
	5 Full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i> .	System	System	System	All driving modes

Kuva: SAE

- Taso 1 – kuljettajan avustus:
 - Ajoneuvo kykenee hallitsemaan itsenäisesti pitkittäis- **TAI** sivuttaissuuntaista liikettä -> ajoneuvo vastaa DDT:stä 25-prosenttisesti
 - Kuljettaja vastaa aina muun liikenteen ja ajoneuvon ympäristön tarkkailusta
 - Vian ilmetessä vastuu DDT:stä siirtyy kuljettajalle
 - Järjestelmä toimii sille määritellyssä ODD:ssä (sää- ja valoisuusolosuhteet, kaistaviivojen näkyvyys, ajonopeus, ajotilanne, liikenneinfrastruktuuri tms.)
 - Esimerkki: Ajoneuvo adaptiivisella vakionopeudensäätimellä (ACC) **TAI** kaistallapitoavustimella (LKA)
 - Tavataan sarjatuotannossa laajasti

■ Taso 2 – osittainen automaatio

- Ajoneuvo kykenee hallitsemaan itsenäisesti pitkittäis- **JA** sivuttaissuuntaista liikettä -> ajoneuvo vastaa DDT:stä 50-prosenttisesti
- Kuljettaja vastaa aina muun liikenteen ja ajoneuvon ympäristön tarkkailusta
- Vian ilmetessä vastuu DDT:stä siirtyy kuljettajalle
- Järjestelmä toimii sille määritellyssä ODD:ssä (sää- ja valoisuusolosuhteet, kaistaviivojen näkyvyys, ajonopeus, ajotilanne, liikenneinfrastruktuuri tms.)
- Esimerkki: Ajoneuvo adaptiivisella vakionopeudensäätimellä (ACC) **JA** kaistallapitoavustimella (LKA)
- Tavataan sarjatuotannossa laajasti

■ Taso 3 – ehdollinen automaatio

- Ajoneuvo kykenee hallitsemaan itsenäisesti pitkittäis- **JA** sivuttaissuuntaista liikettä
- Ajoneuvo kykenee ehdollisesti vastaamaan muun liikenteen ja ajoneuvon ympäristön seurannasta -> ajoneuvo kykenee vastaamaan DDT:stä 100-prosenttisesti
- Vian ilmetessä vastuu DDT:stä siirtyy kuljettajalle
- Järjestelmä toimii sille määritellyssä ODD:ssä (liikennetilanne, liikenneinfrastruktuuri, ajonopeus)
- Ehdolliselle automaatiolle asetetun ODD:n ulkopuolella ajoneuvo toimii kuten tason 2 autonominen ajoneuvo – näille avustaville toiminnoille on olemassa oma ODD, kuten tason 2 autonomisissa ajoneuvoissa
- Esimerkki: Ajoneuvo autonomisella ruuhka-avustimella (esim. Audi AI Traffic Jam Pilot)
- Ei tavata sarjatuotannossa

■ Taso 4 – korkea automaatio

- Ajoneuvo kykenee hallitsemaan itsenäisesti pitkäaikais- **JA** sivuttaissuuntaista liikettä
- Ajoneuvo kykenee ehdollisesti vastaamaan muun liikenteen ja ajoneuvon ympäristön seurannasta -> ajoneuvo kykenee vastaamaan DDT:stä 100-prosenttisesti
- Vian ilmetessä vastuu DDT:stä siirtyy ajoneuvossa olevalle varajärjestelmälle
- Järjestelmä toimii sille määritellyssä ODD:ssä, joka on lähtökohtaisesti huomattavasti laajempi / kattavampi kuin tason 3 ajoneuvoissa
- Ajoneuvossa on yhtä ohjauspyörä ja polkimet, ja halutessaan / ODD:n ulkopuolella kuljettaja voi ottaa vastaan DDT:stä kokonaan tai osittain
- Esimerkki: Ajoneuvo, joka kykenee täysin autonomiseen ajoon tietyissä maantieteellisissä olosuhteissa
- Ei tavata sarjatuotannossa

■ Taso 5 – täysi automaatio

- Ajoneuvo vastaa DDT:stä kaikissa mahdollisissa tilanteissa (ei ODD:tä)
- Kuljettajasta tulee matkustaja (ei tarvetta ajokortille tai ajokunnolle)
- Ajoneuvoissa ei ole ohjauspyörää eikä polkimia, eikä matkustajilla ole mahdollisuutta ottaa vastuuta DDT:stä miltään osin
- Ei tavata sarjatuotannossa

- Taso 3
 - EU-tyyppihyväksynnän yhteensopimattomuus (UN/ECE R79)
 - Teknologia olemassa ja sarjatuotantoajoneuvon vaatimustason mukaista

- Tasot 4 ja 5
 - Tyyppihyväksyntä ja homologaatio
 - Puutteelliset ja kustannustehottomat (yhtenäiset) testaus- ja validointimenetelmät
 - Ajoneuvoon asennettujen tunnistimien tarjoaman datan prosessointi ja V2X ei riitä korkeaan automaatioon, vaan tarvitaan laajasti erilaisia AI- ja ML-sovelluksia
 - Teknologia ainakin osittain olemassa, mutta se ei suurilta osin täytä autoteollisuuden standardeja (koko, energiankulutus, lämmönhallinta, NVH, yms.)
 - Ajoneuvon ulkoinen infrastruktuuri (esimerkiksi palvelin-, liikenne- ja 5G-infra)

ADAS LYHYESTI



- Kuljettajan ajosuoritetta avustava / helpottava toiminto, kuten adaptiivinen vakionopeudensäädin (ACC), liikennemerkkien tunnistus tai pysäköintiavustin
- Aktiivinen turvalaite, joka kykenee esimerkiksi suorittamaan autonomisen hätäjarrituksen tai väistöliikkeen, esimerkiksi AEB, Lane Change Assist tai LDW/LKA
- Toiminto, joka voi vapauttaa ajoneuvon kuljettajan ajosuoritevastuusta (SAE J3016 taso 3)

Kaikki ADAS-järjestelmät perustuvat eri puolille ajoneuvoa sijoitettuihin tutka-, LiDAR, laser- ja / tai kameratunnistimiin, joilla voidaan luoda havainnoida tarkasti ajoneuvon ympäristöä tai tiettyä osaa siitä.

Varoittavat järjestelmät:

- Lane Departure Warning (LDW), Forward Collision Warning (FCW), Blind Spot Detection (BSD), Rear Collision Warning (RCW)

Pitkittäissuuntaiset avustimet:

- Adaptive Cruise Control (ACC), Stop & Go, Pilot Assist, Traffic Jam Assist, Speed Assist, Autonomous Emergency Braking (AEB)

Sivuttaissuuntaiset avustimet:

- Lane Keep Assist (LKA), Lane Change Assist, Blind Spot Assist

Muut avustimet:

- Pysäköintiavustin, Night Vision, liikennemerkkien tunnistus, risteävän liikenteen avustin / varoitin (Cross Traffic Alert), 360° kamera, peruutuskamera

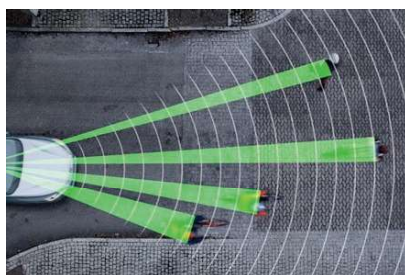
Ajovaloavustimet:

- Automaattinen kaukovalo (AHB), häikäisemätön kaukovalo (GFHB), adaptiiviset ajovalot (AFS), digitaaliset ajovalot
- Yhdistelemällä yllä mainittuja toimintoja, voidaan luoda hienostuneempia järjestelmiä, kuten "Emergency Assist", "Speed Assist" tai "Active Lane Change Assist"



Large Animal Detection

Kuva: Volvo Car Corporation



Pedestrian and Cyclist detection with full auto brake

Kuva: Volvo Car Corporation



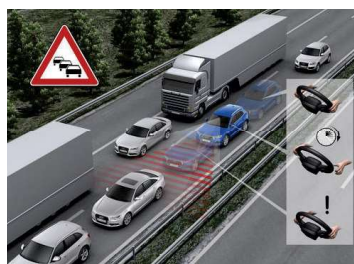
Cross Traffic Alert

Kuva: Volvo Car Corporation



Park Assist

Kuva: Audi AG



Traffic Jam Assist

Kuva: Audi AG



360° kamera

Kuva: Audi AG

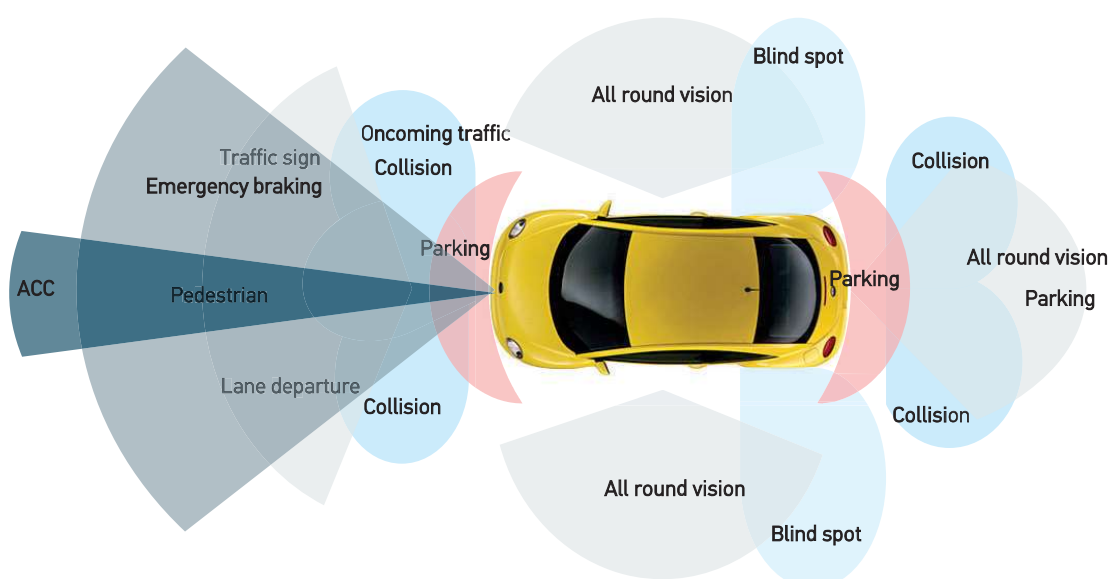
AJOVALOAVUSTIMET DIGITAALISET AJOVALOT (DMD)



- DMD 2, 000, 000 peiliä
- 8192 px
- Erillinen lähivalo/kaukovalomoduuli
- **4,0 x 2,5cm** alue @ **100m** voidaan tarkasti valaista tai varjostaa
- Vrt. Multibeam LED 2,4 x 1,8m @ 100m

Kuvat: Daimler AG

ADAS KATSAUS TUNNISTINKIRJOON



- Pitkän kantaman tutka 76-77GHz(~250m)
- LiDAR tai laserskanneri (~150m)
- Kamera (~80m)
- Lyhyt/ Keskipitkän kantaman tutka esim. 24GHz(~20m)
- Ultraääni (2-4m)



Kamera:
Mono, stereo tai laajakulma



SRR / MRR



LRR



LiDAR



Laserskanneri

- Toistaiseksi UN/ECE R79 (Ajoneuvojen ohjauslaitteitten hyväksyntää koskevat yhdenmukaiset vaatimukset) ei mahdollista SAE J3016 tason 3 järjestelmien tyyppihyväksyntää
- SAE J3016 tason 3 järjestelmät vaativat ACSF-toimintoa (Automatically Commanded Steering Function), joka sallitaan UN/ECE R79 säännössä vain alle 10km/h nopeuksissa
- Jo markkinoilla laajasti tavattavien J3016 tason 2 järjestelmien (kuten Lane Keep Assist) ohjausliikkeet luokitellaan CSF-toiminnoiksi (Corrective Steering Function)



Audi AI Traffic Jam Pilot-järjestelmä mahdollistaisi SAE J3016 tason 3 autonomian. Järjestelmä vapauttaa kuljettajan ympäristön tarkkailu vastuusta (OEDR = Object and Event Detection and Response) ajettaessa max. 60km/h ajonopeutta useampikaistaisella tiellä, jonka eri suuntaan kulkevat kaistat on erotettu esimerkiksi suojakaiteella.

Kuva: Audi AG

ADAS-JÄRJESTELMÄT JA EURO NCAP STATUS QUO

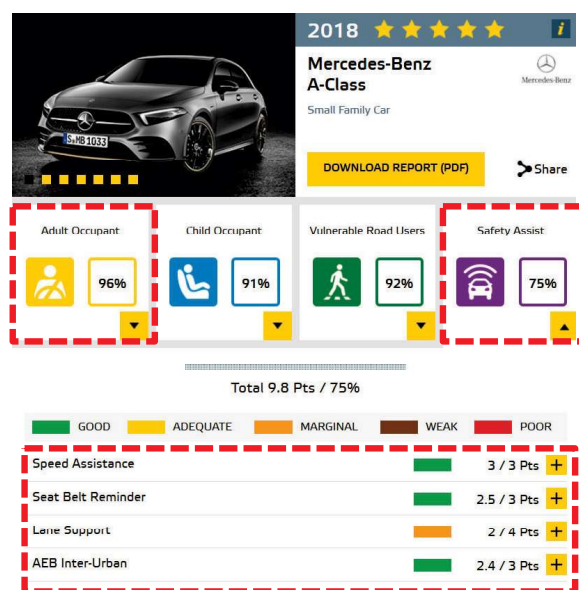
Euro NCAP testaa ja pisteyttää ADAS-järjestelmiä seuraavasti:

- Adult Occupant Protection-osio (AOP) (38 pistettä)
 - AEB City (max. 4 pistettä)
- Safety Assist-osio (SA) (13 pistettä)
 - Speed Assistance (max. 3 pistettä)
 - Lane Support (max. 4 pistettä)
 - AEB Interurban (max. 3 pistettä)

Viiden tähden saavuttaminen vaatii **80 %** pisteytystä Adult Occupant Protection-osiosta (AOP) ja **70 %** pisteytystä Safety Assist-osiosta (SA).

Viiteen tähden vaadittujen pisteytysten saavuttaminen vaatii käytännössä kahden Safety Assist-osiosta pisteytettävän järjestelmän jalkauttamista ajoneuvoon vakiovarusteena.

Esimerkiksi Lane Support- ja AEB-järjestelmän jalkauttaminen vaatii usein kameran ja tutkan, tai kameran ja LiDARin yhdistelmän ajoneuvon etuosaan



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
AEB City ^(a)	x	x	x				
AEB Interurban	x	x	x				
AEB VRU-Pe	x	x	x	x	x		
AEB VRU-Cy			x	x	x	x	x
Junction Assist					x	x	x
LKA/LDW/LSS ^(b)	x	x	x	x	x		
SAS ^(c)	x	x	x				

Kuvat: Euro NCAP

Seuraavat ADAS-järjestelmät ovat tulossa pakollisiksi tyyppihyväksynnässä (2007/46/EC) vuodesta 2022 alkaen M1-luokan ajoneuvoihin

- Kuljettajan tilan valvonta
- Intelligence Speed Assistance (liikennemerkkien tunnistus)
- "Reversing Safety" (kameralla tai muilla tunnistimilla)
- AEB (Autonomous Emergency Braking)
- Lane Keeping Assist

Vaatimukset AEB, Lane Keeping Assistance- ja Intelligence Speed Assistance-järjestelmille asetetut vaatimukset pakottavat todennäköisesti "Sensor Fusion" teknologiaan, joka tarkoittaa tässä tapauksessa kameran ja tutkan, tai kameran ja LiDARin yhdistelmää ajoneuvon etuosassa



Kuva: European Commission

ADAS-JÄRJESTELMÄT TYYPPIHYVÄKSYNTÄ (2007/46/EC)

- Tyyppihyväksyntään pakollisiksi tuleville järjestelmille tulossa tarkemmat säännöt niiden toteutuksiin ja toimintaan liittyen -> samantyyppiset järjestelmät samankaltaistuvat autovalmistajien välillä
- Toistaiseksi ADAS/AD järjestelmiä koskevat tai niihin viittaavat säännöt
 - UN/ECE R79 (Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to steering equipment)
 - UN/ECE R130 (Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the Lane Departure Warning System (LDWS))
 - Liite 6 (Guideline on cybersecurity and data protection)
- ADAS-järjestelmä, jolle ei toistaiseksi löydy tyyppihyväksyntää koskevia vaatimuksia, tulee arvioida 2007/46/EC artiklan 20 menetelmän mukaisesti, jolloin autovalmistajan tulee osoittaa, että järjestelmä on turvallinen

- Tällä hetkellä ADAS-järjestelmät muodostavat laajan kirjon erilaisia kuljettajan ajosuoritetta avustavia toimintoja, jotka perustuvat erilaisten kamera-, tutka- ja lasertunnistimien tarjoamaan dataan ajoneuvon ympäristöstä
- Toistaiseksi lähinnä Euro NCAP ja kilpailu avustavalla teknologialla on ajanut järjestelmien nopeaa yleistymistä 2010-luvulla
- SAE J3016 tason 3 (ehdollinen automaatio) rantaautuminen sarjatuotantoon on hyvin lähellä, esteenä aiempaan saapumiseen on / on ollut lähinnä UN/ECE R79 yhteensopimattomuus
- Suurinta osaa järjestelmistä ei koske minkäänlaiset tyyppihyväksyntään liittyvät säännökset, jolloin samankaltaisten järjestelmien todellisessa toiminnassa erilaisissa olosuhteissa on suuria eroja merkkien ja mallien välillä (tyyppihyväksyntä mahdollista 2007/46/EC artiklan 20 turvin)
- Useita ADAS-järjestelmiä on tulossa pakolliseksi tyyppihyväksyntään vuodesta 2022 alkaen, jolloin niille luodaan myös omat sääntönsä toimintaan ja toteutuksiin liittyen
- Toistaiseksi yksinkertaisin ja edullisin tapa toteuttaa tulevaisuudessa tyyppihyväksyntään pakollisiksi tulevat järjestelmät (myös Euro NCAP) on monokameran ja keskipitkän kantaman tutkan yhdistelmä ajoneuvon etuosassa, peruutuskamera ja kuljettajaa tarkkaileva kamera ajoneuvon sisätiloissa
- Tason 4 ja 5 autonomisiin autoihin liittyy paljon erilaisia teknologisia ja byrokraattisia haasteita, eikä niiden saapuminen sarjatuotantoon ole tällä hetkellä ajankohtaista



HELLA ACADEMY

Kuljettajaa avustavat järjestelmät (ADAS): Säätö- ja kalibrointityöt

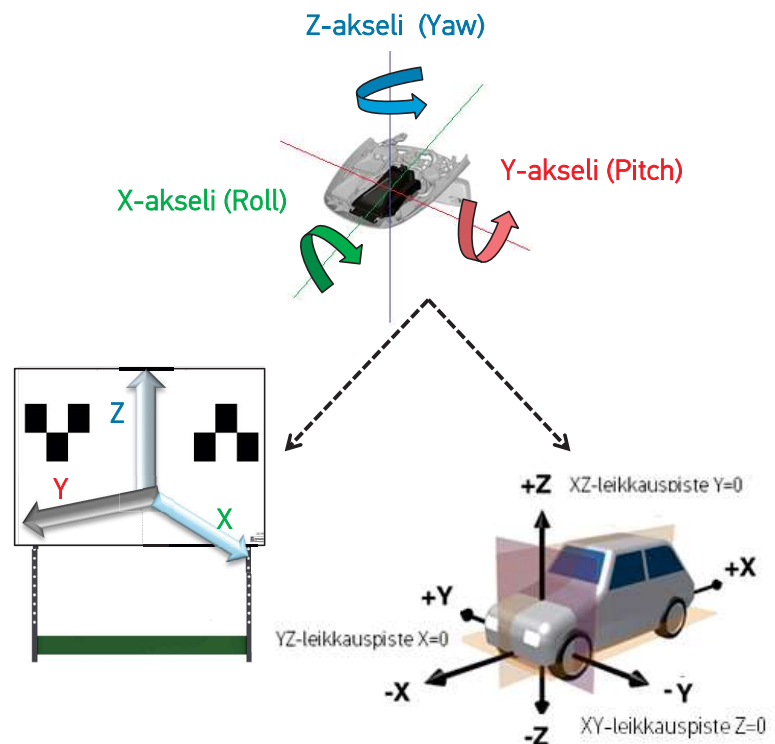
Valtteri Härkönen
Technical Advisor
Hella Gutmann Solutions A/S



- ADAS-järjestelmissä käytettävien tunnistimien ja komponenttien kalibrointi
 - Yleisimpien tunnistintyyppien kalibroinnin perusajatus (mitä kalibrointi tarkoittaa)
 - Milloin säätö tai kalibrointi vaaditaan
 - Lattiaolosuhteet ja muut korjaamotilaan kohdistuvat vaatimukset
- Esimerkki: Audi A8 4N
 - Etu- ja takapään lyhyen kantaman tutkien kalibrointi
 - Etupään pitkän kantaman tutkan kalibrointi
 - Laserskannerin kalibrointi
 - Etukameran kalibrointi
 - Peruutuskameran kalibrointi
- Tarpeelliset erikoistyökalut ja laitteistot
 - Erilaiset OE- ja kolmansien osapuolien laitteistot
 - Kulkusuuntaan asemoitavat laitteistot vs ajoneuvon korin keskilinjaan asemoitava laitteistot
 - Nelipyöräsuuntaus ja pyöränkulmat
- Yhteenveto

ADAS-JÄRJESTELMIEN KALIBROINTI PERUSPERIAATE

- Jotta jokin ajoneuvon järjestelmä voi arvioida jonkin havaitun objektin (kuten ajoneuvon tai jalankulkijan) sijaintia suhteessa ajoneuvoon ja sen kulkusuuntaan, tulee järjestelmän käyttämien tunnistimien (tutka, kamera etc.) orientaatio olla tiedossa suhteessa ajoneuvon koordinaatistoon
- Kalibroinnilla selvitetään ajoneuvon koordinaatiston ja tunnistimen koordinaatiston välinen suhde
- Kalibrointi vaaditaan usein, mikäli komponentin aseointi muuttuu (komponentin irrotus / asennus, kiinnityspisteen säätö, tai irrotus / asennus) tai mikäli ajoneuvon ajokorkeus, tai kulkukulma (taka-askelin auraus) muuttuu
- Joissain tapauksissa myös etuakselin ohjausgeometrian muutokset aiheuttavat kalibroitatarpeen (esimerkiksi peruutuskamerat)
- Kalibrointi suoritetaan joko staattisesti tai dynaamisesti

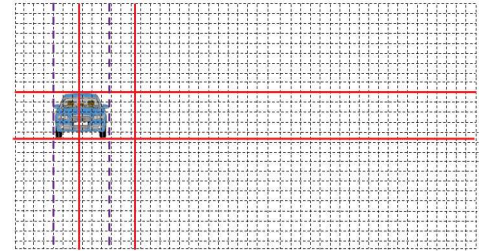
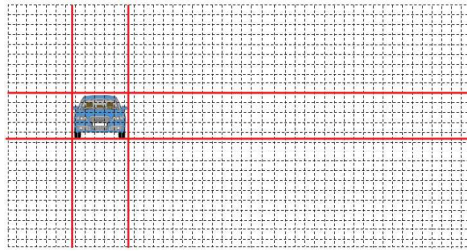


- Kukin autovalmistaja määrittää korjaamokäsikirjallisuudessaan milloin ja minkälaisen töiden jälkeen kunkin järjestelmän kalibrointi ja / tai säätö tulee suorittaa
- Kalibrointi suoritetaan autovalmistajan ohjeita noudattaen siihen soveltuvilla laitteilla siihen soveltuvissa olosuhteissa
- Erilaisille kalibrintitoimenpiteille on erilaisia vaatimuksia ja perusedellytyksiä, joiden tulee täytyä ennen kalibrointi
- Kalibrintimenetelmissä, siinä minkälaisen töiden jälkeen kalibrointi vaaditaan, kalibroinnin perusedellytyksissä, sekä tarpeellisissa laitteistoissa ja erikoistyylokaluissa on valtavia eroja erilaisten merkkien-, mallien ja järjestelmien välillä
- Yksi mekaaninen työ saattaa aiheuttaa kalibrintitarpeen usealle eri järjestelmissä käytettävälle tunnistimille
- Joitain komponentteja on mahdollista säätää mekaanisesti (optimaalisen orientaation saavuttamiseksi), jotkin ainoastaan kalibroidaan (selvitetään tämän hetkinen orientaatio)

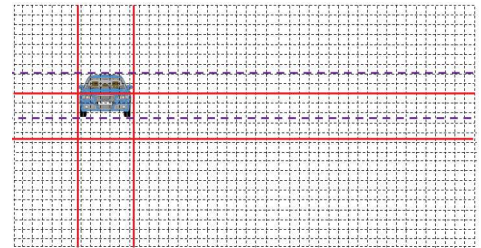
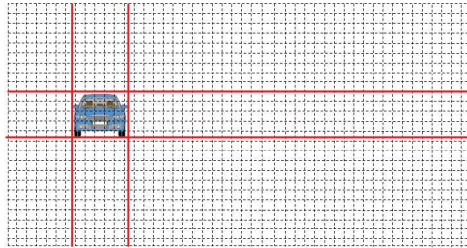
- Väärin / huolimattomasti / epätarkasti asemoitu kalibrintilaitteisto, jonkin kalibroinnin perusedellytyksen laiminlyönti tai vääränlainen (epätasainen) kalibrintialusta aiheuttaa kalibrintivirheen
- Esimerkiksi kameran kalibrointiin käytettävä kalibrintipaneeli näyttää samanlaiselta kameran näkökulmasta aina kun kameran optinen akseli kohtaa paneelin jossain tietyssä kulmassa -> tämä kulma voidaan saada aikaan tietyllä kameran orientaatiolla tai kääntämällä paneelia tiettyyn kulmaan suhteessa kameraan -> virheellisesti asemoitu laitteisto tai esimerkiksi heikot lattiaolosuhteet aiheuttavat kalibrintivirheen
- Kalibrintivirhe = kalibroitava tunnistin (esimerkiksi kamera) määrittää kalibroinnin aikana oman orientaationsa väärin
- Kalibrointi "menee läpi" aina, mikäli tunnistimen itselleen kalibroinnin aikana määrittämä orientaatio (oikea tai virheellinen) on sille sallittujen raja-arvojen sisäpuolella
- Virheellisen kalibroinnin jälkeen ajoneuvon eri järjestelmät käyttävät hyväkseen virheellisiä korjaus-arvoja
- Järjestelmästä riippuen, jatkuva dynaaminen online-kalibrintialgoritmi voi selvittää tunnistimen todellisen orientaation hyvin nopeasti tai hitaasti, joissain tapauksissa seurauksena voi olla vikatilanne esimerkiksi tietyn ajosuorituksen jälkeen
- Hajautetun järjestelmärakenteensa vuoksi väärin kalibroitu tai kalibroimaton tunnistin voi vaikuttaa useiden eri ADAS-järjestelmien toimintaa negatiivisesti

ETUKAMERAN KALIBROINTI HAVAITUN KOHTEEN SIJAINTI FOV:SSA

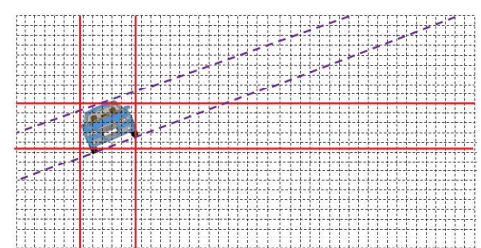
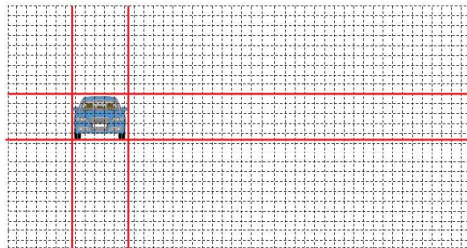
Muuttunut kiertokulma



Muuttunut nyökkäyskulma

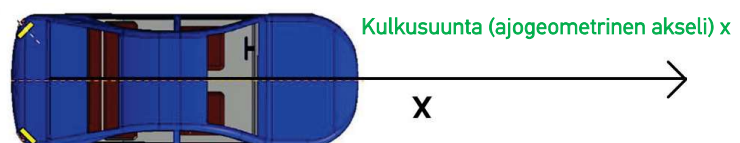


Muuttunut kallistuskulma



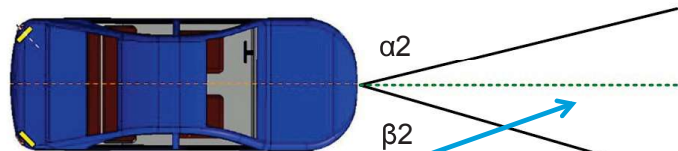
TUTKAN STAATTINEN KALIBROINTI JA SÄÄTÖ PERUSPERIAATE

- Kalibroinnissa tutkan horisontaalisen avautuman keskiakseli säädetään yhdensuuntaiseksi ajoneuvon ajogeometrisen akselin kanssa



Kulkusuunta (ajogeometrisen akseli) x

- Pystysuuntaisen avautuman keskiakseli asennetaan usein pieneen laskeumaan ajoneuvon x-akselin nähden



Tutkan horisontaalinen FoV (Field of View)

α_2

β_2

Tutkan horisontaalinen keskiakseli x

- Sama perusperiaate pätee myös mahdollisesti ajoneuvon takapuskurin alle asennettujen "Lane Change Assist" tutkien kalibroinnissa



Osassa tutkista on mekaaninen säätö horisontaalisessa ja vertikaalisessa suunnassa, osassa ei. Tutka siis joko säädetään ja kalibroidaan, tai ainoastaan kalibroidaan!

TUTKAN STAATTINEN KALIBROINTI JA SÄÄTÖ PERUSPERIAATE

- Havaitun kohteen sijainti määritetään lähetettyjen radioaaltojen takaisineijastuman tulokulman avulla
- Tähän kulmaan vaikuttaa sekä kohteen sijainti, että tutkan asemointi suhteessa ajoneuvon koordinaatistoon
- Jotta havaitun kohteen sijainti voidaan laskea oikein, tulee tutkan asemointi suhteessa ajoneuvon koordinaatistoon olla kunnossa = kalibrointi



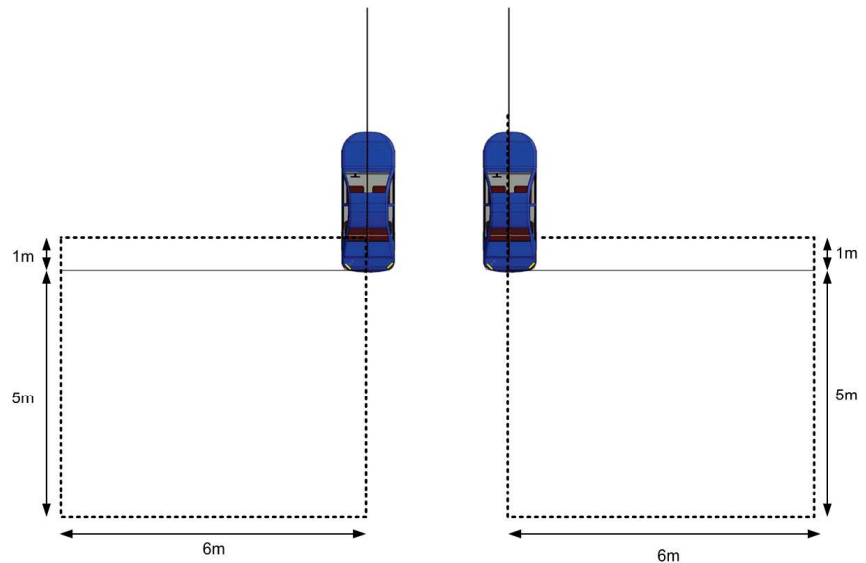
Tutkan pystysuuntainen säätö / asemointi

ADAS-JÄRJESTELMIEN KALIBROINTI LATTIAOLOSUHTEET



Kalibrointilaitteiston ja ajoneuvon tulee yleisesti ottaen olla samalla tasaisella alustalla. Säädetäviä ja tasattavia, sekä ADAS-kalibrointeihin, että valojen suuntaukseen soveltuvia alustoja on kaupallisesti saatavilla.

- Tilavaatimuksissa on paljon eroavaisuuksia merkkien-, mallien ja järjestelmien välillä
- Joissain tapauksissa esimerkiksi etukameran kalibrointipaneeli asemoidaan 4m päähän ajoneuvon etupuskurista -> toimenpide ei onnistu siltanostimella



Esimerkki: Toyota Blind Spot Monitor-järjestelmän takapään SRR-tutkien kalibrointiin vaadittava tasainen alue ajoneuvon takana

HUOLTOKALIBROINNIT ESIMERKKI: AUDI A8 4N

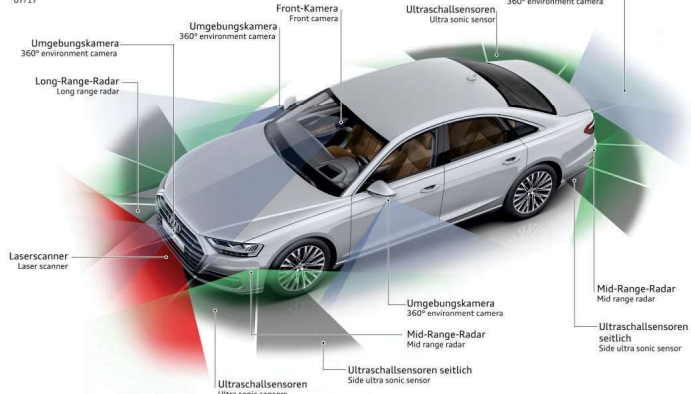
Ajoneuvossa seuraavat järjestelmät:

- Peruutuskamera
- Lane Change Assist
- Active Lane Assist
- ACC with Traffic Jam Assist
- 360° kamera
- Matrix-LED

Määrättyjen huolto- ja korjaustöiden jälkeen vaaditaan (kuten taka-akselin aurauksen säätö) tulee suorittaa:

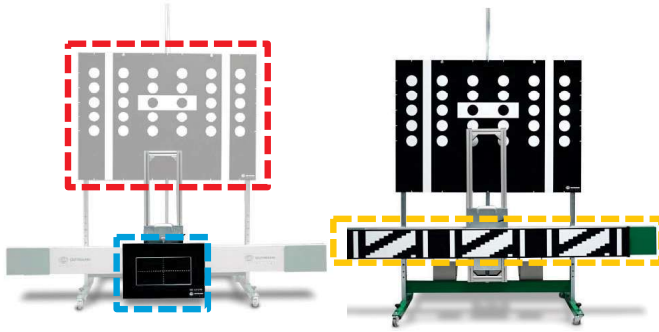
- Peruutuskameran staattinen kalibrointi
- Lane Change Assist-järjestelmän kahden SRR-tutkien (master ja slave) staattinen kalibrointi Doppler-simulaattorin avulla
- Active Lane Assist-järjestelmän tuulilasiin kiinnitetyn monitoimimonokameran kalibrointi staattisesti
- ACC-järjestelmän LRR-tutkan säätö- ja kalibrointi
- Matrix LED-ajovalojen kalibrointi asianmukaisella valojen suuntauslaitteella
- 360° kameran staattinen kalibrointi matoilla

Audi A8 Sensorfelder der Umfeldüberwachung Sensor areas for environment observation 07/17

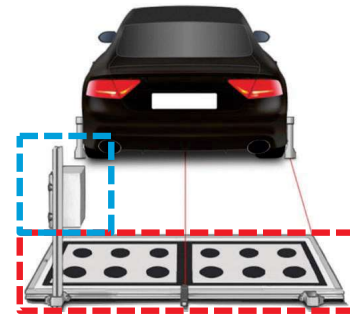


Kuva: Audi AG

HUOLTOKALIBROINNIT ESIMERKKI: AUDI A8 4N – TARPEELLISET LAITTEET



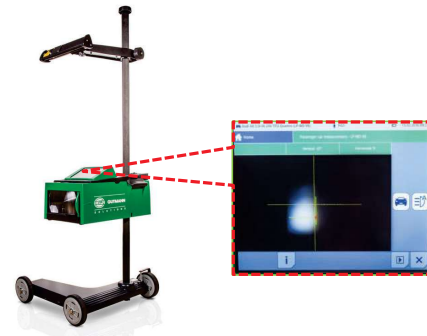
Etukameran, pitkän kantaman tutkan ja laserskannerin (ACC) kalibrointilaitteisto



Peruutuskameran ja takapään tutkien kalibrointilaitteisto (Doppler-simulaattori)



Top View-kameran kalibrointimatot



Digitaalinen valojen suuntauslaite Matrix-LED kalibrointiohjelmistolla

ADAS-JÄRJESTELMIEN KALIBROINTI LAITTEISTOVAATIMUKSET

- Etukameroiden kalibrointi: Noin 20-30 erilaista kalibrointipaneelia staattiseen kalibrointiin riippuen merkistä mallista ja järjestelmästä
- Tutkat: Noin viisi erilaista passiivista heijastintyyppiä staattiseen kalibrointiin, lisäksi aktiivinen Doppler-simulaattori esimerkiksi Blind Spot Monitor ja Lane Change Assist kalibrointeihin, lisäksi erilaisia manuaalisia säätötyökaluja (esim. **VW-Group** ja **Mercedes Benz**)
- Peruutuskamerat: Noin kymmenkunta erilaista kalibrointipaneelia staattiseen kalibrointiin
- Laserskannerit: Kalibrointipaneeli Audin LiDARin kalibrointiin
- Ympäristökamerat: Noin kymmenkunta erilaista kalibrointipaneelia staattiseen kalibrointiin
- Digitaalinen valojen suuntauslaite GFHB-ohjelmistoilla



- Riippumattomassa ympäristössä kalibrointityöt voidaan suorittaa *niihin soveltuvilla* laitteilla ja työkaluilla
- Käytettäessä ajoneuvon korin keskilinjaan asemoitavia laitteistoja, tulee kulkukulma olla ehdottomasti 0 °
- Käytettäessä taka-akselin avulla asemoitavia laitteistoja, ei kulkukulma aiheuta kalibroitivirhettä, mutta saattaa johtaa koholla olevaan toleranssiin (esimerkiksi kameran kiertokulmassa)
- ADAS-kalibrointilaitteiston ei ole tarpeen olla integroitu pyöränsuuntauslaitteistoon – pyörän kulmien tarkastukseen tai säätöön voidaan käyttää mitä vain laitteistoa ennen kalibroitua (mikäli käytettävää laitteistoa ei asemoida pyöränsuuntauslaitteiston avulla)
- Alustageometria on olennaista ADAS-kalibroinnin osalta etenkin ajoneuvon kulkusuunnan (taka-akselin auras), ajokorkeuden ja joissain järjestelmissä ohjausjärjestelmän offset-arvojen (kääntökulmatunnistin ja sen kalibrointi) osalta
- Useissa järjestelmissä muuttunutta ajokorkeutta ei voida kertoa ADAS-järjestelmien ohjausyksiköille kalibroinnin aikana -> tällaisissa tapauksissa ajokorkeutta ei saisi muuttaa

ADAS – SÄÄTÖ JA KALIBROINTITYÖT

YHTEENVETO

- ADAS- ja AD-järjestelmien kannalta on olennaista, että ajoneuvolla on todellinen käsitys siitä, miten erilaisten tunnistimien havaitsemat objektit sijoittuvat maailman koordinaatistossa
- Jotta havaitun objektin sijainti voidaan määrittää oikein maailman koordinaatistossa, tulee jokaisella havainnointiin käytettävällä tunnistimella olla todellinen käsitys niiden orientaatiosta suhteessa ajoneuvon koordinaatistojärjestelmään
- Tunnistimen ja ajoneuvon (ja maailman) koordinaatistojen välinen suhde selvitetään kalibroinnilla
- Kalibrointi vaaditaan pääsääntöisesti aina sellaisten töiden jälkeen, jotka vaikuttavat tunnistimen ja ajoneuvon koordinaatistojen välisen suhteen muutokseen, tällaisia töitä ovat useat korjaamon arkiset huolto- ja korjaustyöt, kuten jakohihnan tai -ketjun vaihto, pyöräntuenta ja jousitukseen liittyvät työt, sekä vauriokorjaus ja tuulilasin vaihto
- Yhden työn (esimerkiksi taka-akselin aurauksen säätö) suorittaminen saattaa aiheuttaa kalibroitotarpeen jopa viidelle erilaiselle järjestelmälle ja jopa kymmenelle erilaiselle tunnistimelle
- Erilaisia kalibrointimenetelmiä on todella paljon, ja niihin vaadittava aika, tilat ja erikoistyökalut vaihtelevat rajusti automerkkien ja -mallien välillä
- Valtaosa kaikkien merkkien, mallien ja järjestelmien säätö- ja kalibrointitöistä suoritetaan staattisesti
- Tilavaatimukset vaihtelevat suuresti merkkien, mallien ja erilaisten järjestelmien välillä, ja ovat haasteellisia etenkin monimerkkiympäristössä – perusedellytys on riittävän suuri tasainen alusta

