



LUNDS  
UNIVERSITET

LTH

LUNDS TEKNISKA  
HÖGSKOLA

# *Framtidens förbränningsmotorer*

11.2 W



**Martin Tunér**  
**Professor,**  
**Vicerektor**



Wärtsilä-Sulzer RTA96-C  
2300 ton, 109.000 hp

# Finns det en framtid för förbränningsmotorer?



# Krav vi måste ställa på framtidens energiomvandlare och drivmedel

- Funktion
- Skalbarhet
- Hållbarhet
- Prisvärdhet



# Disruptiva teknologier: Förbränningsmotorn

Energisnål, stark och lätt  
energiomvandlare

224 American Gas Light Journal. Oct. 16, 1885.

## THE "OTTO" GAS ENGINE.

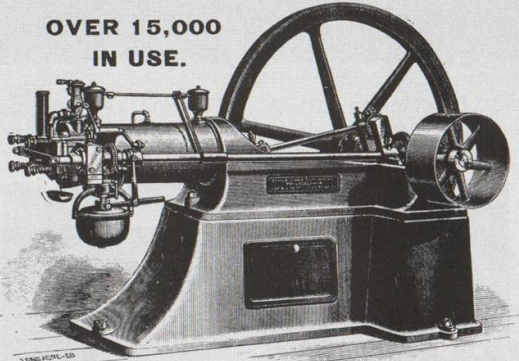
Guaranteed to Consume 25 to 75 ANY OTHER GAS ENGINE  
Per Cent. LESS GAS than PER BRAKE HORSE POWER.

**TWIN ENGINES** Impulse every revolution.  
THE STEADIEST RUNNING GAS ENGINE YET MADE.

**ENGINES AND PUMPS COMBINED,**  
For Hydraulic Elevators, Town Water Supply, or Railway Service.

**Special Engines for Electric Light Work.**

OVER 15,000  
IN USE.



The Otto Gas Engine is now consuming, at a moderate computation, 2000 millions cubic feet of gas per year, nearly all of which is furnished during day time only.

THE ONLY HIGHEST AWARD, ONLY GOLD MEDAL,  
AT ELECTRICAL EXHIBITION, PARIS, 1881.

MADE IN SIZES FROM 1 TO 25 HP. INDICATED.

Stadsgasen som använts för belysning i städerna driver nu istället motorer som genererar el. Städerna får elljus!



# Vanligaste bilen år 1900 - elbilen



# Så varför bensin?

- Motorbilar kostar ca 1/3 av elbilar
- Etanol är påtänkt, men...
- Olja finns i stora mängder och gör bensin tillgängligt och relativt billigt
- Bensin har mycket högt volymetriskt energiinnehåll och är enkelt att distribuera – lätt att ta med sig "70 mil" i bilen
- Tankning motsvarar ~20 MW
- Antal bilar och bensinstationer ökar snabbt hand i hand

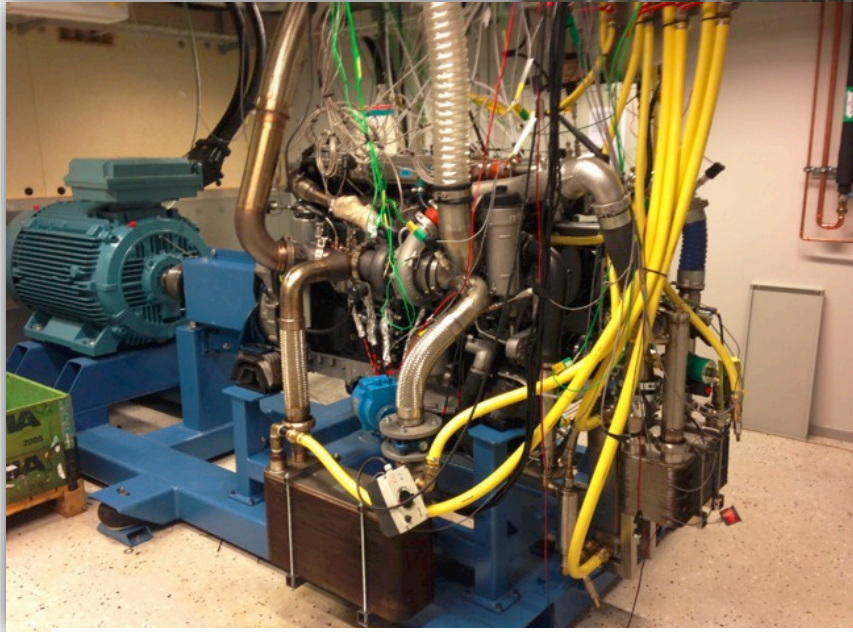


Funktion?  
Skalbarhet?  
Hållbarhet?  
Prisvärdhet?

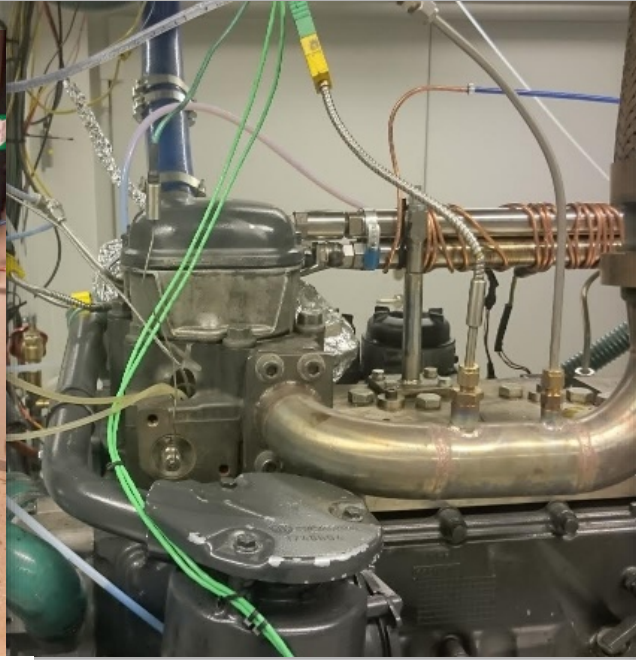


# Motorforskning i Lund

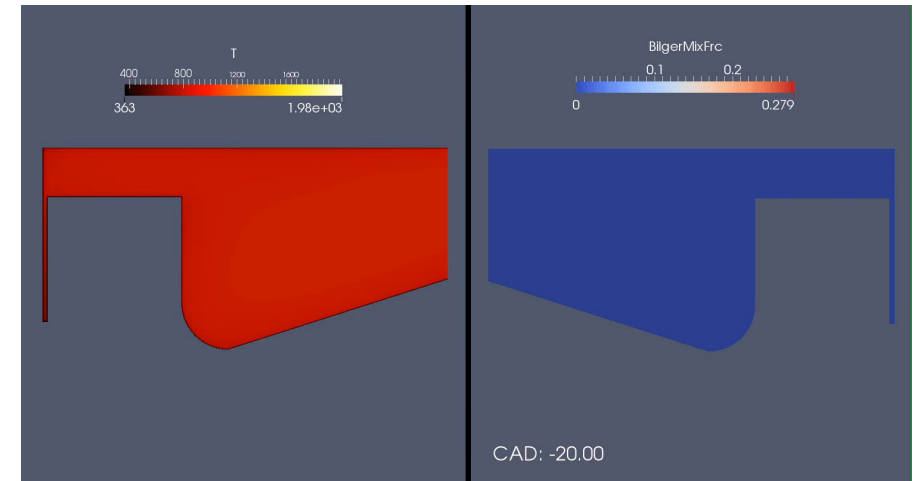
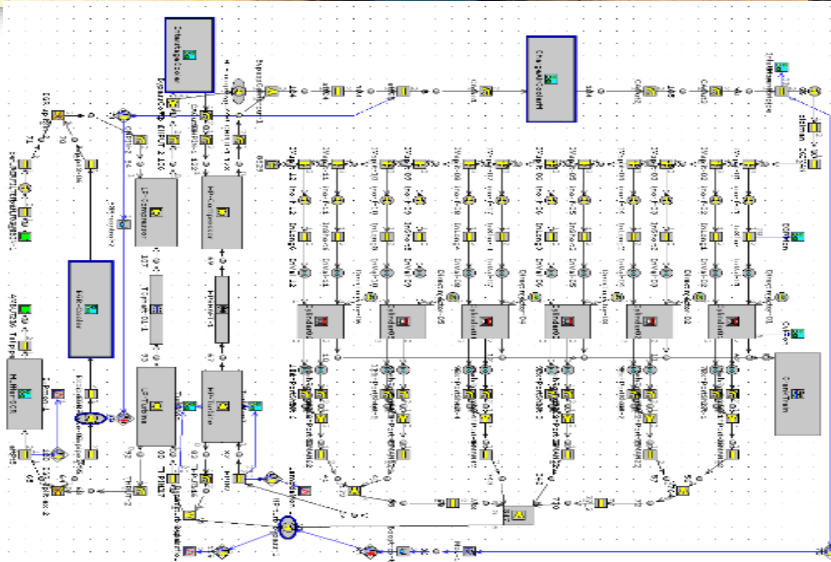
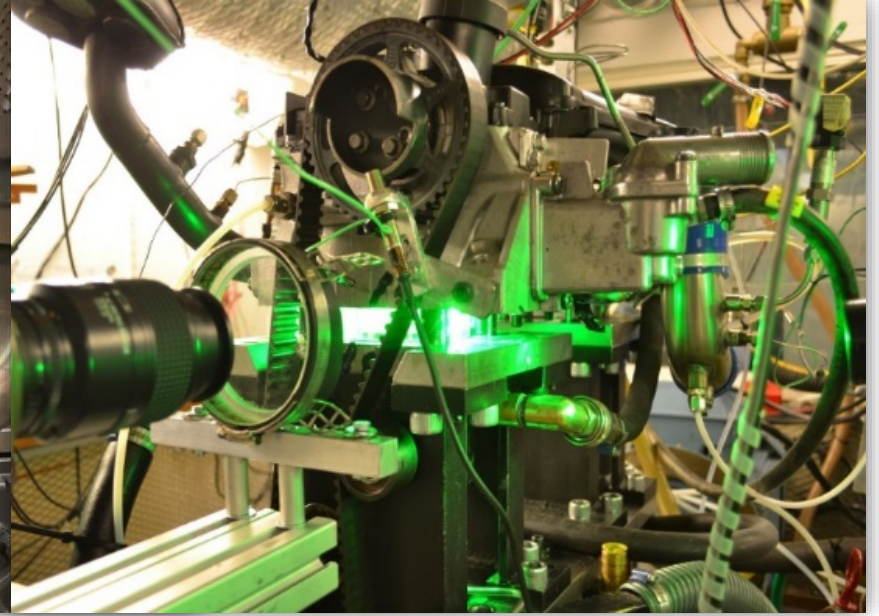
Applicera



Explorera



Förklara



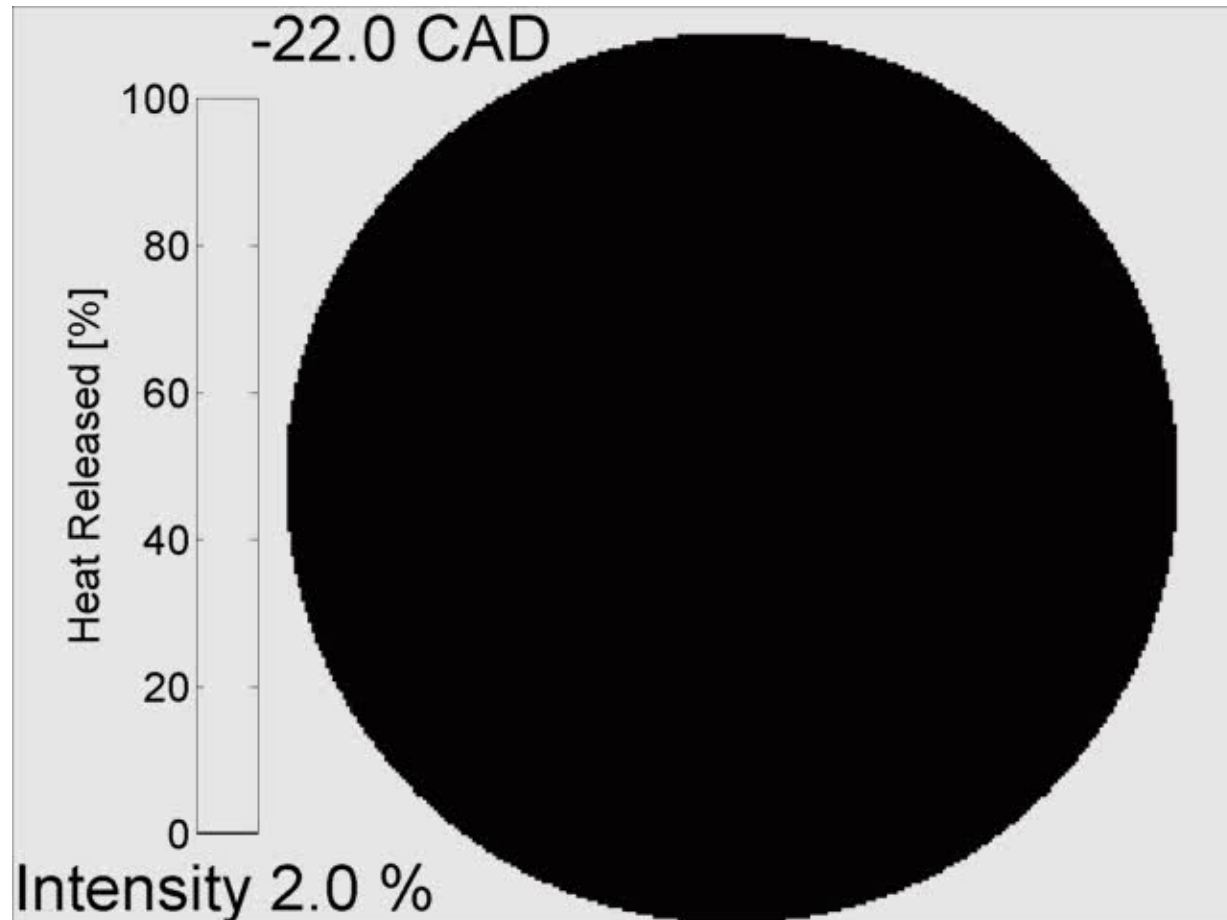






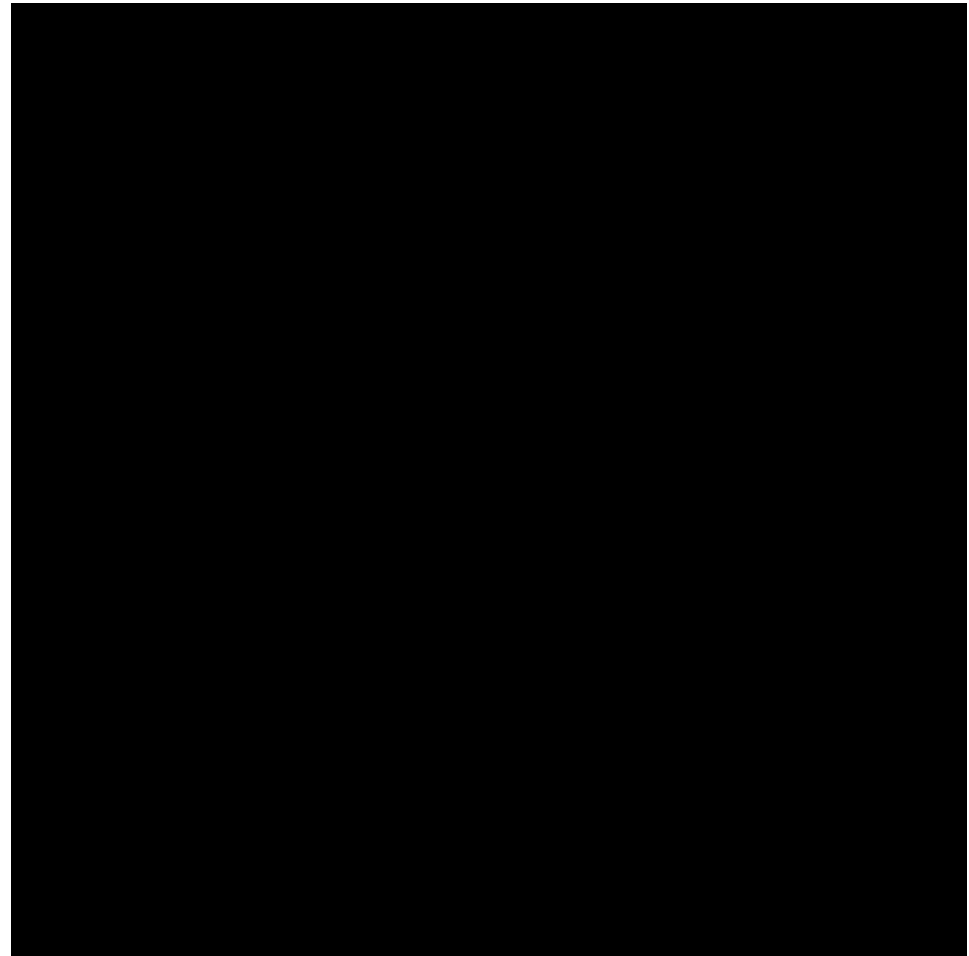
# Förbränning i bensinmotor (SI)

1. Förblandat bränsle/luft
2. Komprimering (obs! ej till antändning)
3. Antändning med gnista
4. Flamutbredning

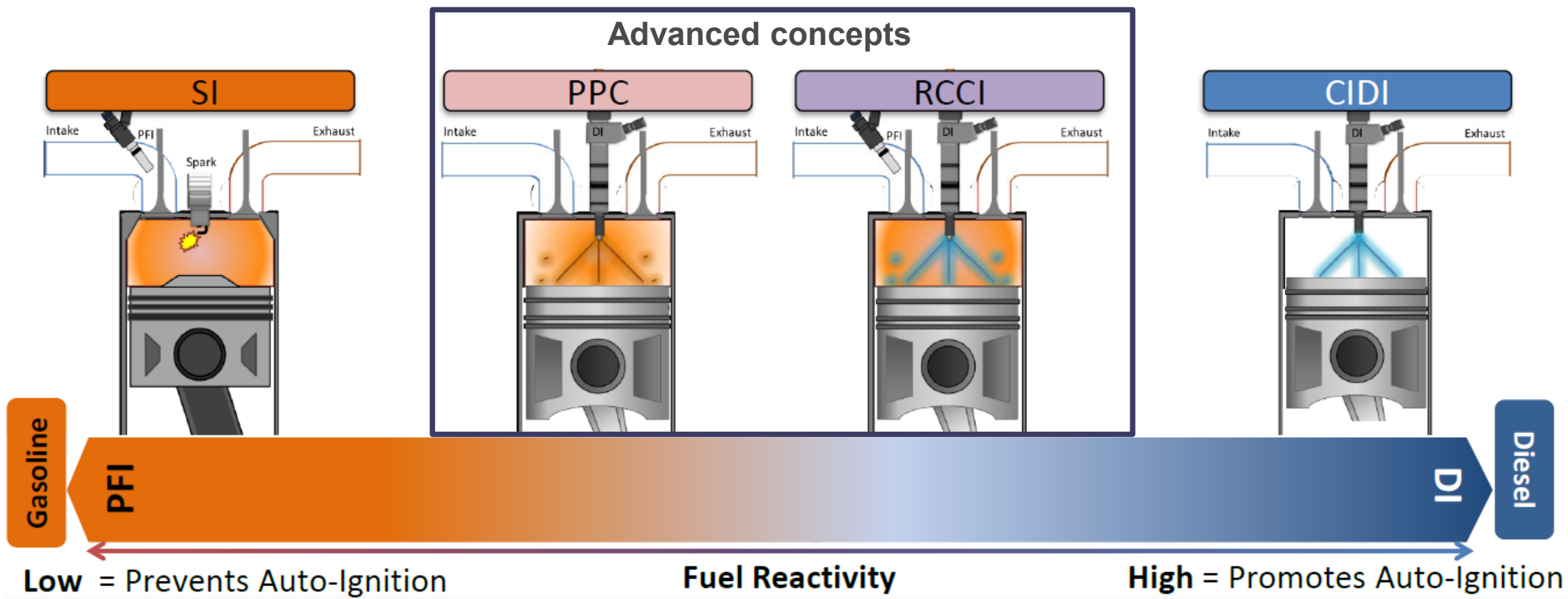


# Förbränning i dieselmotor (DICl)

1. **Luft**
2. **Komprimering till antändningstemperatur**
3. **Insprutning av bränsle**
4. **Diffusionsförbränning**

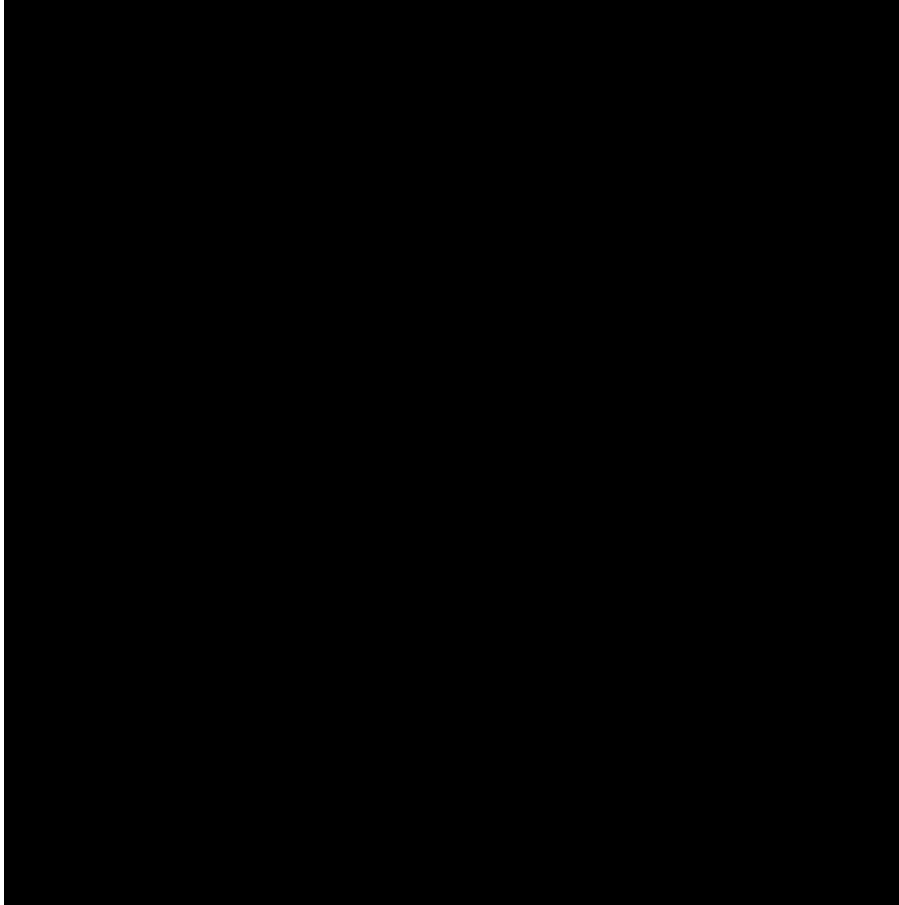




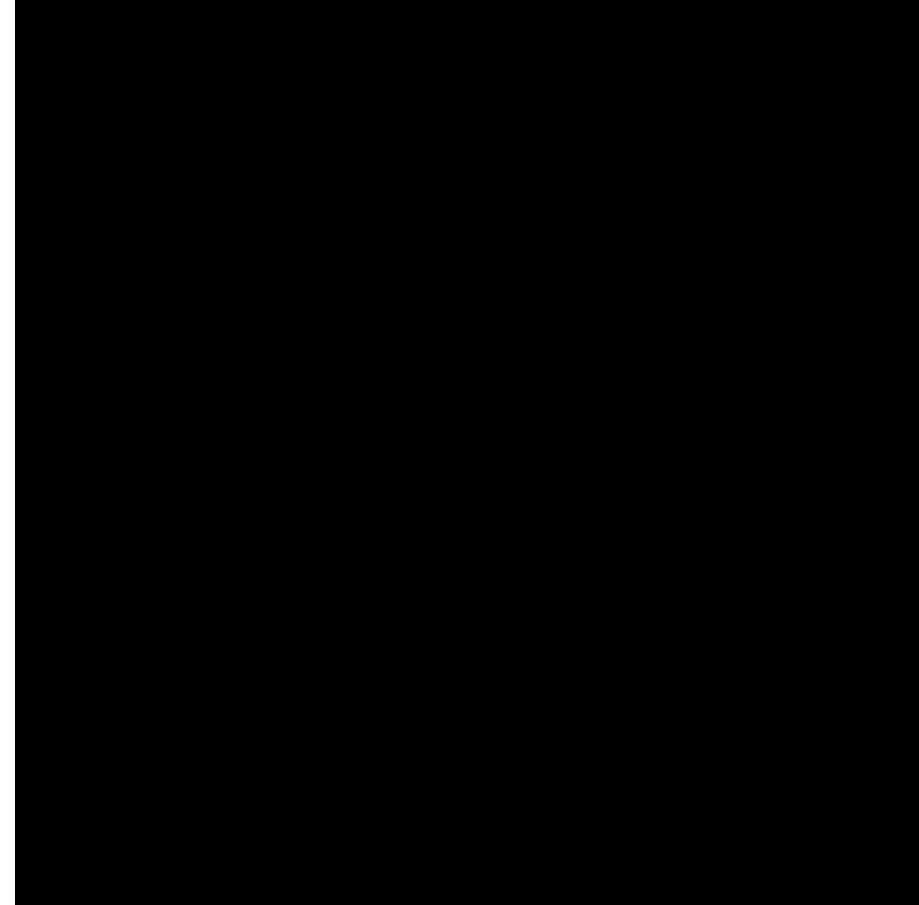


# Single vs Triple injection

---



Single injection  
 $T_{in} \sim 125^{\circ}\text{C}$



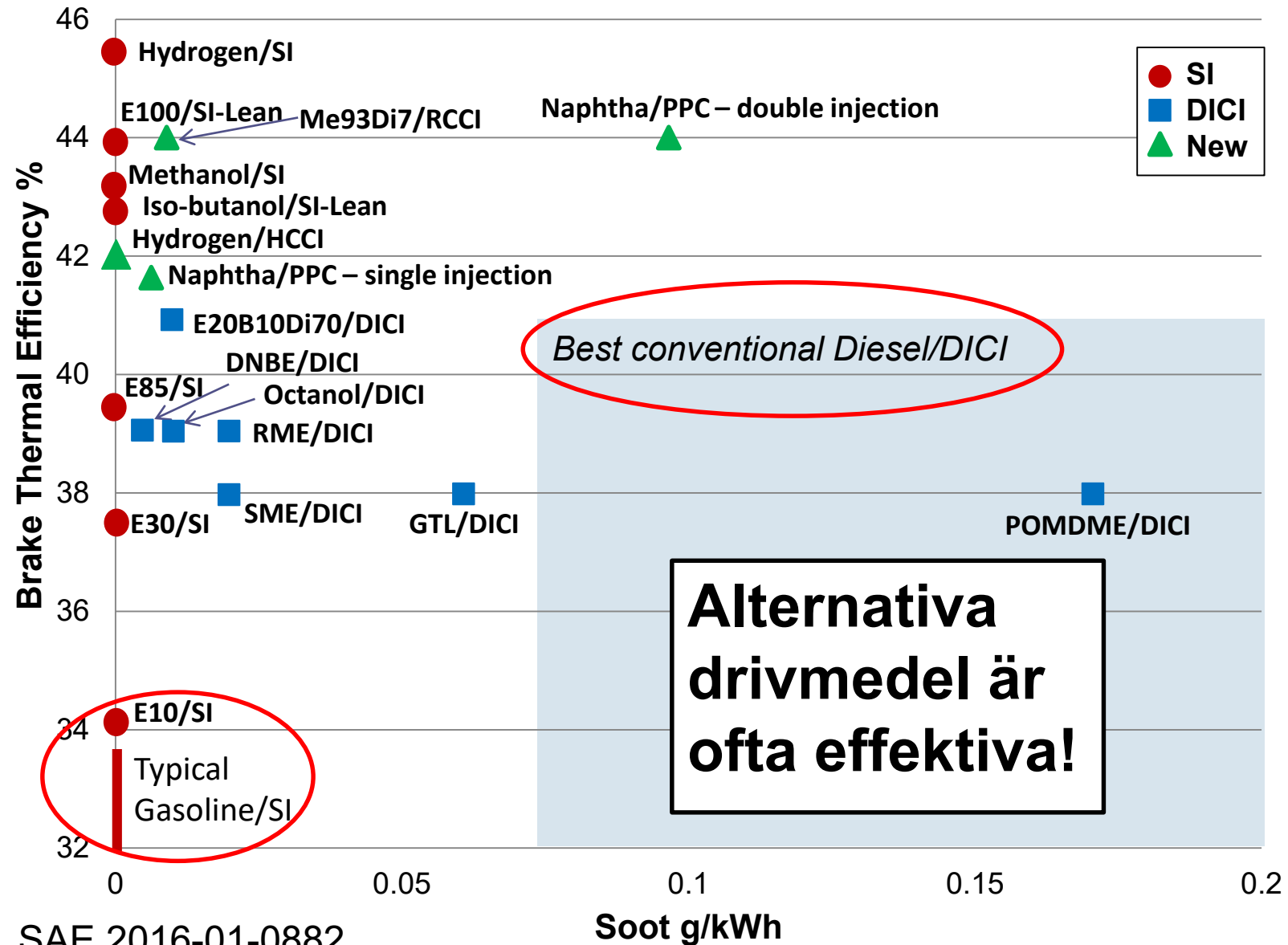
Triple injection  
 $T_{in} \sim 90^{\circ}\text{C}$

Framtiden

Förnybara drivmedel

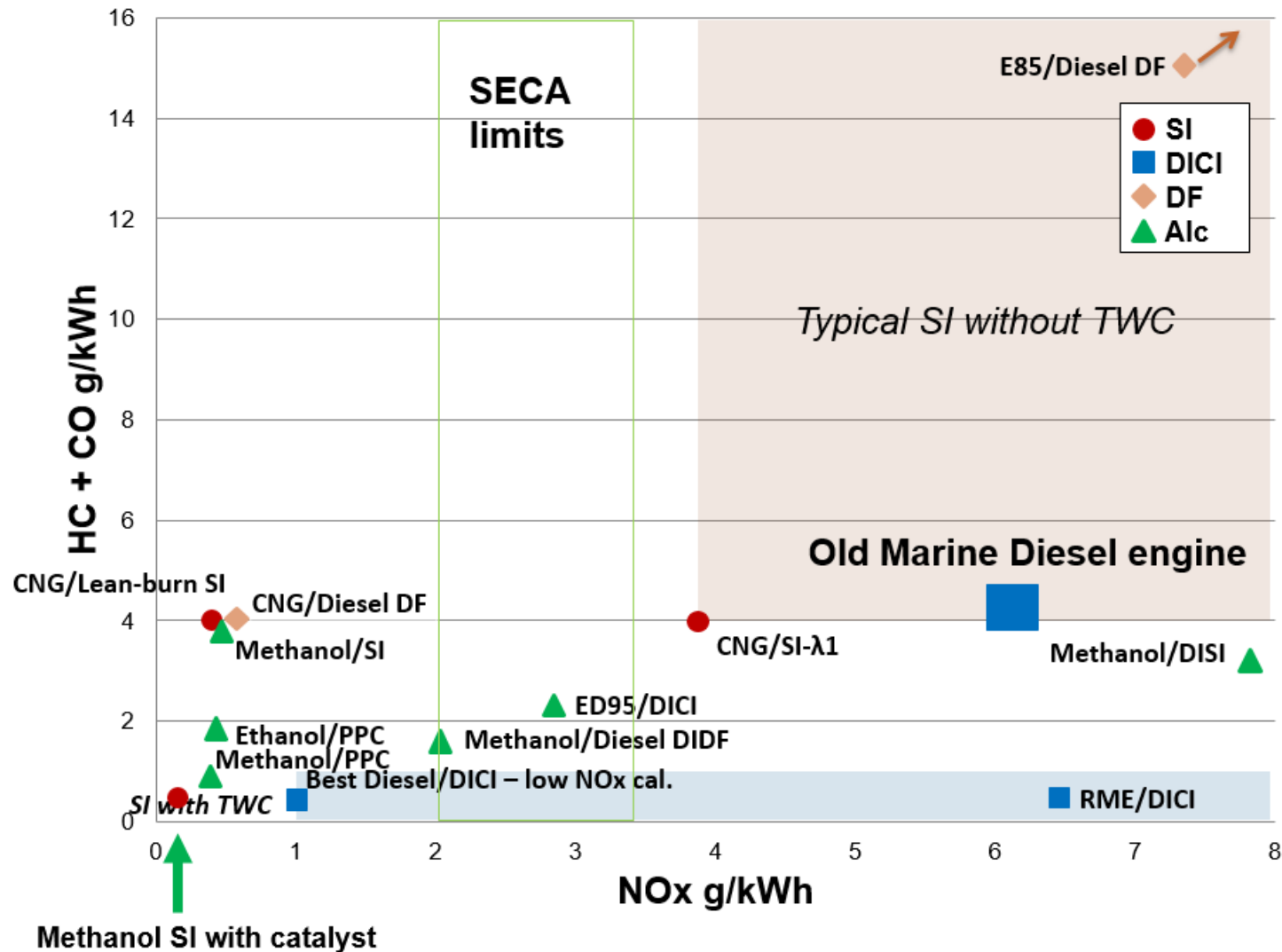


# BTE and engine-out soot - LD engines



# Alternativa drivmedel kan minska emissioner

## Engine-out emissions - HD engines

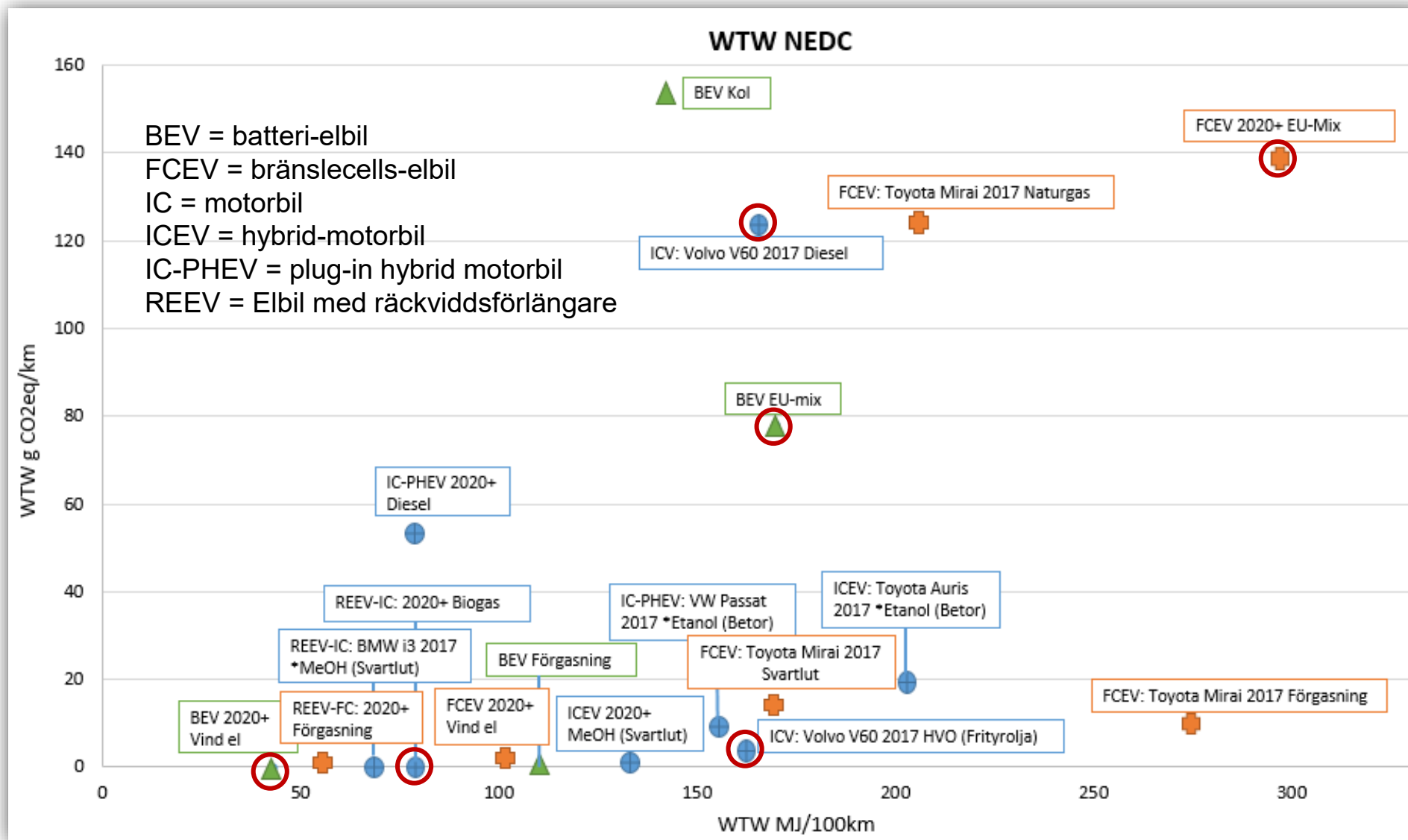


values can vary with operating conditions



# WTW Energianvändning och CO2

- Många olika drivmedel och drivlinor är relevanta



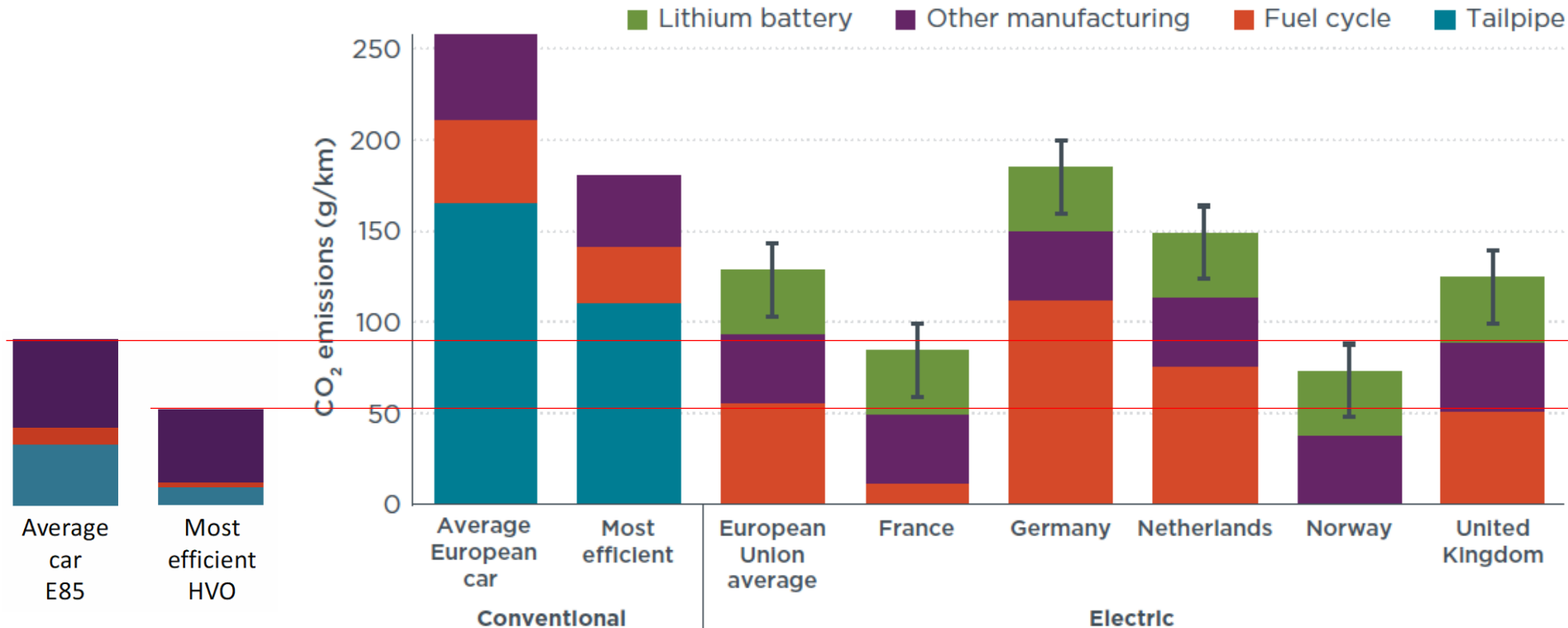
Data från JEC-2014 och fordonstillverkare

# Life-cycle emissions

- E85 premium from Agroetanol (80 % CO<sub>2</sub> reduction)
- HVO waste cooking oil (91 % CO<sub>2</sub> reduction)

## Cars:

- Average European car
- 2017 Peugeot 208 1.6
- 2017 Nissan Leaf (30 kWh)



**Figure 1.** Life-cycle emissions (over 150,000 km) of electric and conventional vehicles in Europe in 2015.



# EU (och andra) har fokus på TTW

---

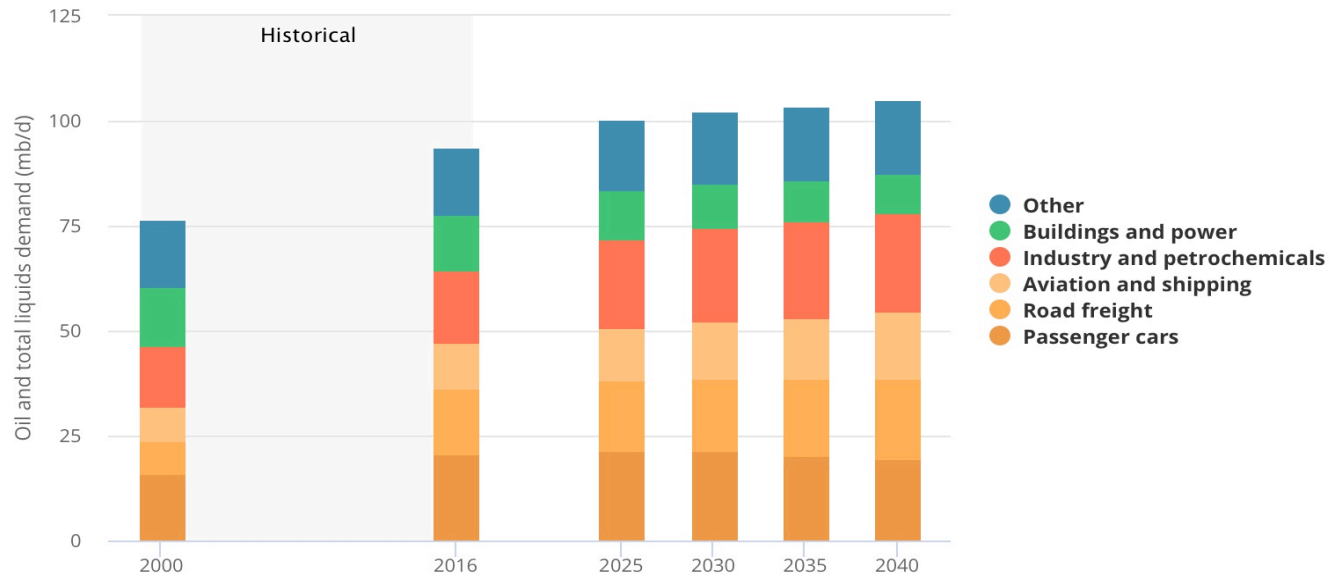
## Ser ni några problem med det?

- Elbilar definieras som 0 g CO<sub>2</sub> /km
- Man gör således ingen skillnad på en miljösmart elbil på sol el eller en elbil med miljöstörande batterier och el från kol
- Man gör heller ingen skillnad på förnybara drivmedel eller fossila drivmedel
- Få vågar investera i alternativa drivmedel....
- ...men EU diskuterar att introducera WTW och LCA till 2023



# Oljeanvändningen ökar!

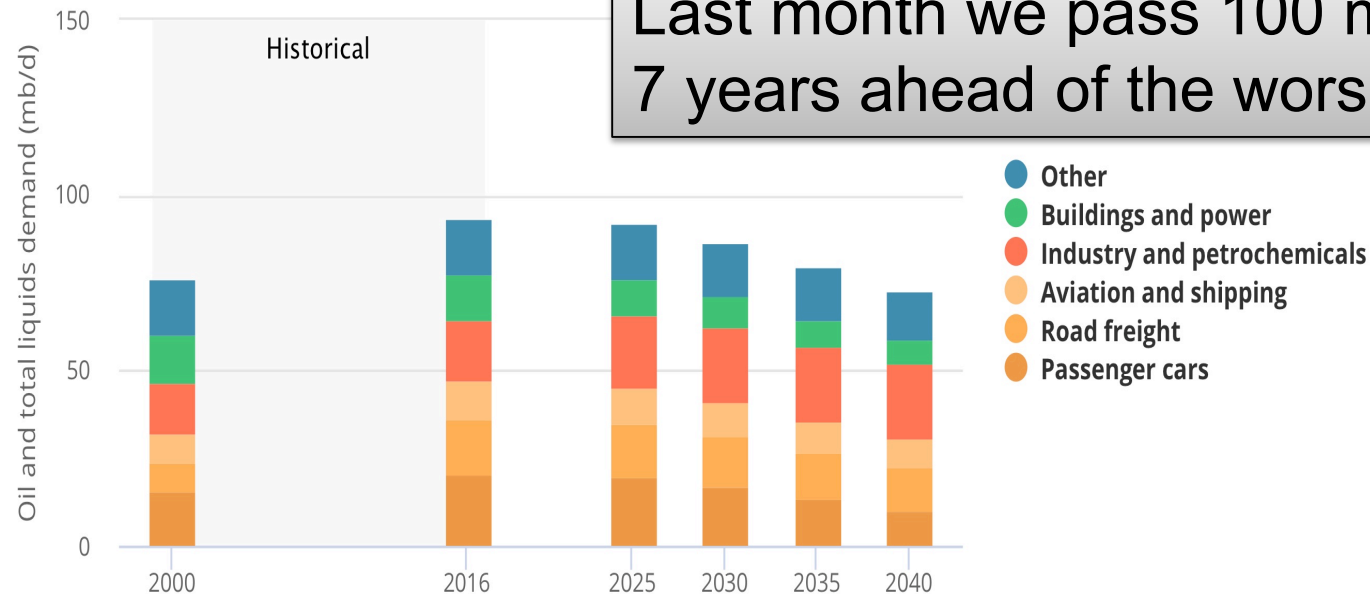
Click on an item in the legend to show/hide on the chart



## New Policies Scenario (NPS)

Incorporates existing energy policies as well as an assessment of the results likely to stem from the implementation of announced policy intentions.

Last month we pass 100 million barrels a day.  
7 years ahead of the worse NPS scenario!



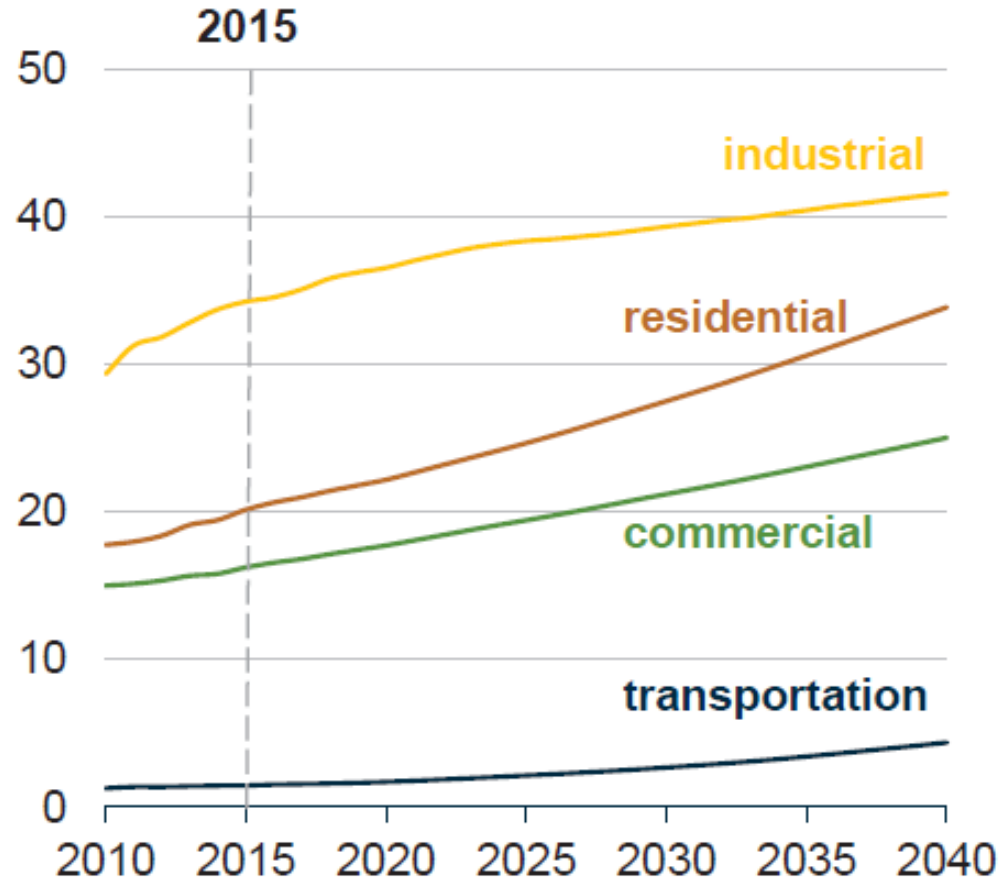
## Sustainable Development Scenario (SDS)

approach to achieving internationally agreed objectives on climate change, air quality and universal access to modern energy.

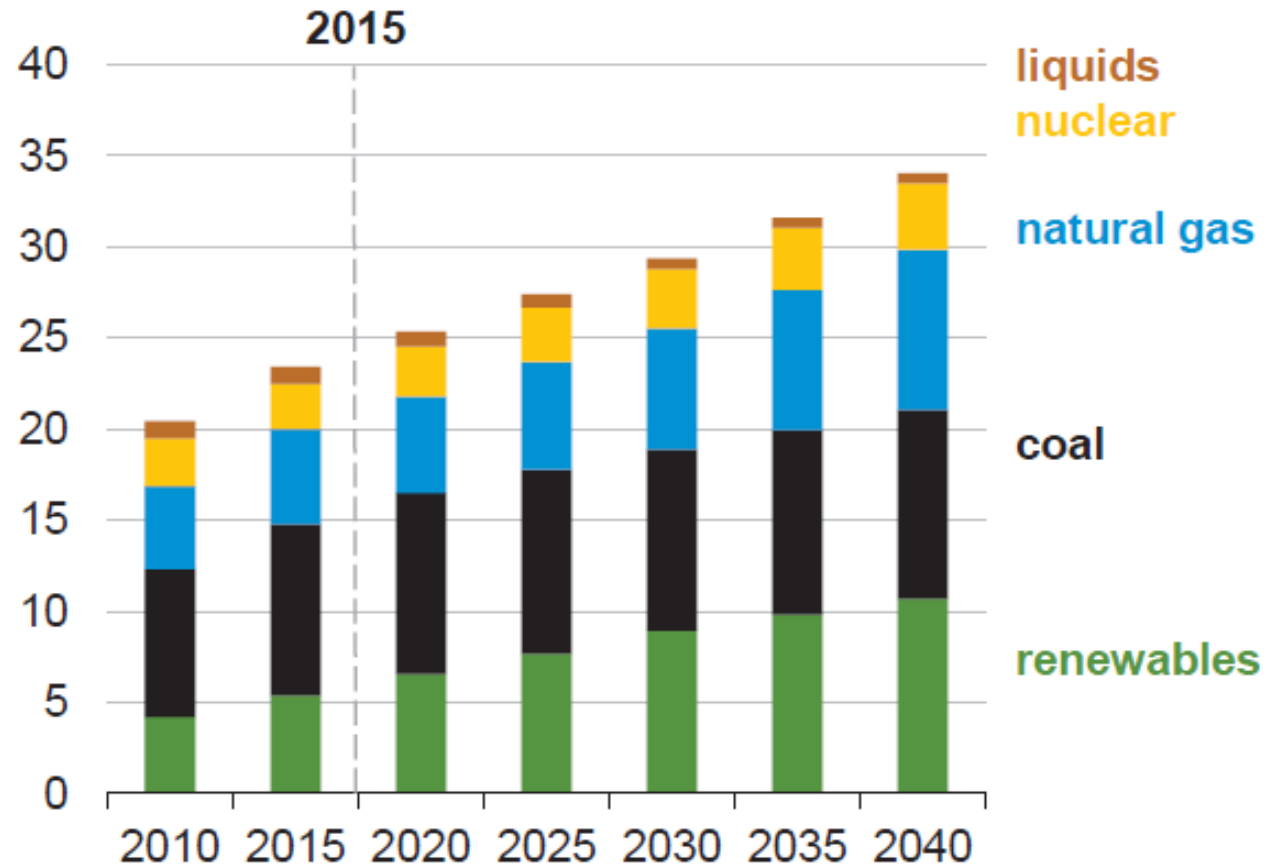
# *El prioriteras för andra ändamål än transporter*

## *– när ska vi av bli av med kolet?*

World electricity use by sector  
quadrillion Btu



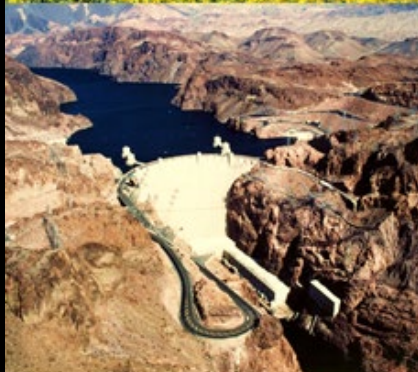
World net electricity generation by fuel  
trillion kilowatthours



7 TW



7 TW



14 TW



44 TW



72 TW



85.000 TW





# Electricity production in Germany in week 18 2016

 usage tips

date selection

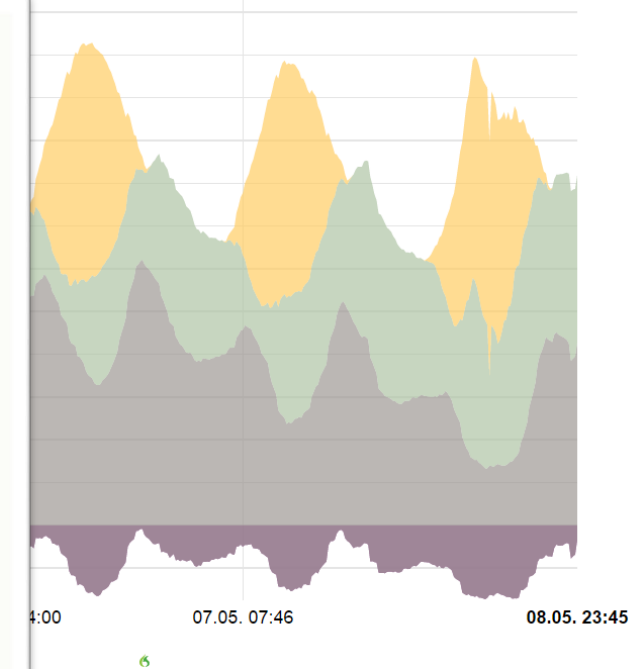
62.12

● Stacked ○ Expanded

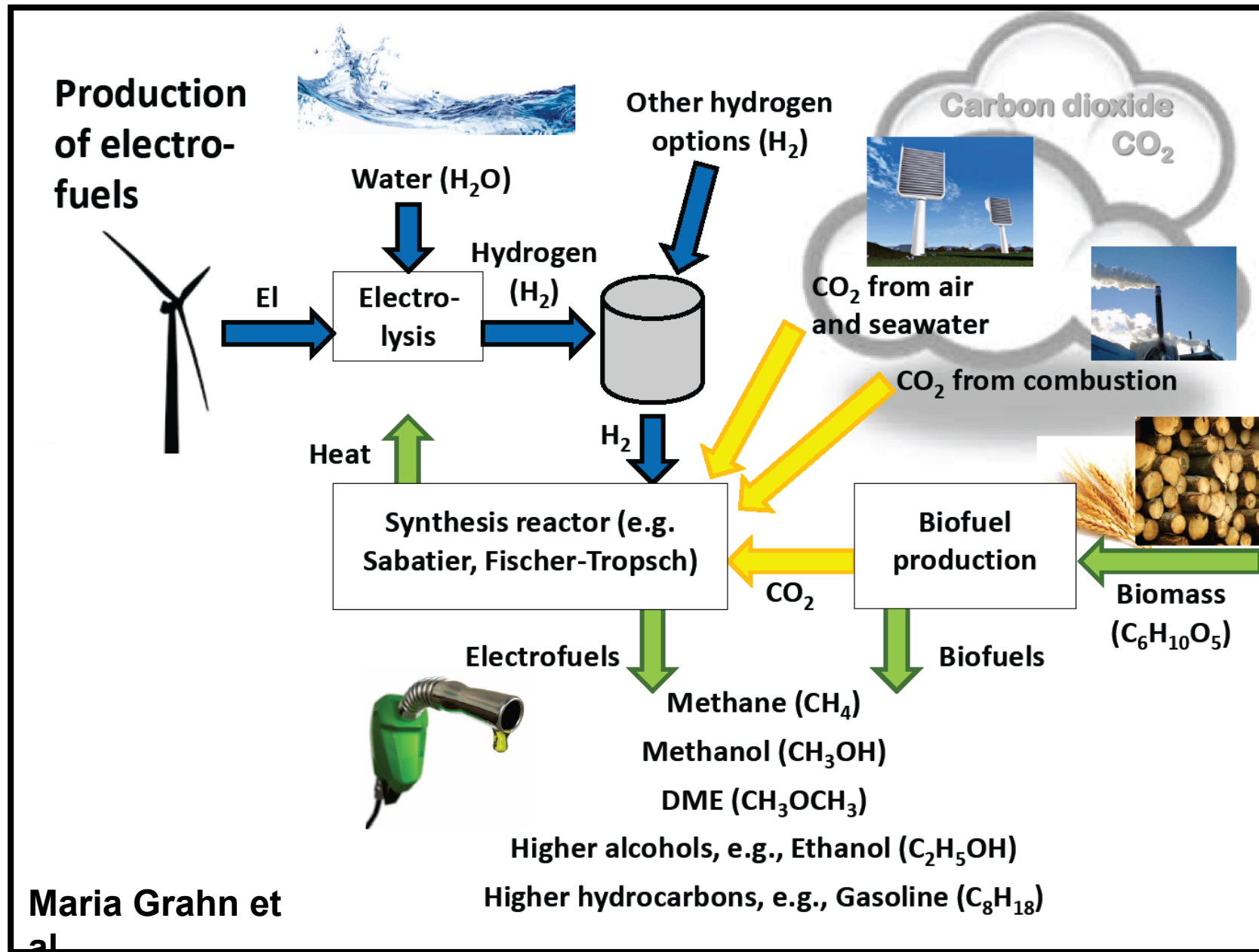
● Import Balance ● Conventional > 100 MW ● Wind ● Solar

## Power prices go negative in Germany due to overproduction

Electricity prices in Germany recently plunged below zero, meaning consumers were paid to consume electricity, as power grids were loaded due to overproduction. This is a frequent occurrence in the country as electricity produced from renewable sources like Sun and wind depends on the weather. The negative pricing compensates the consumers' subsequent electricity billing.



# Flytande el!



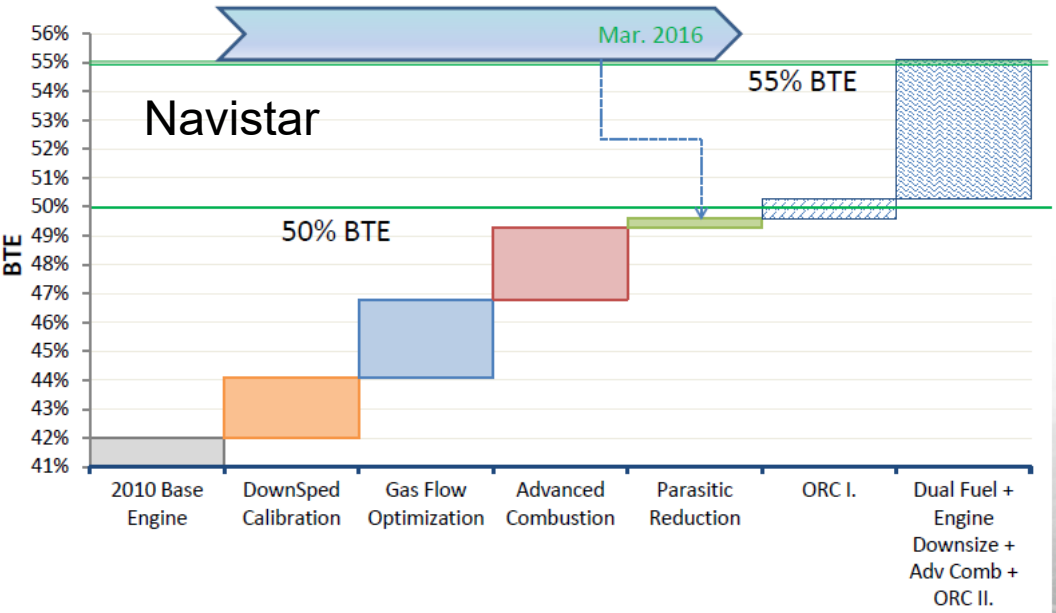
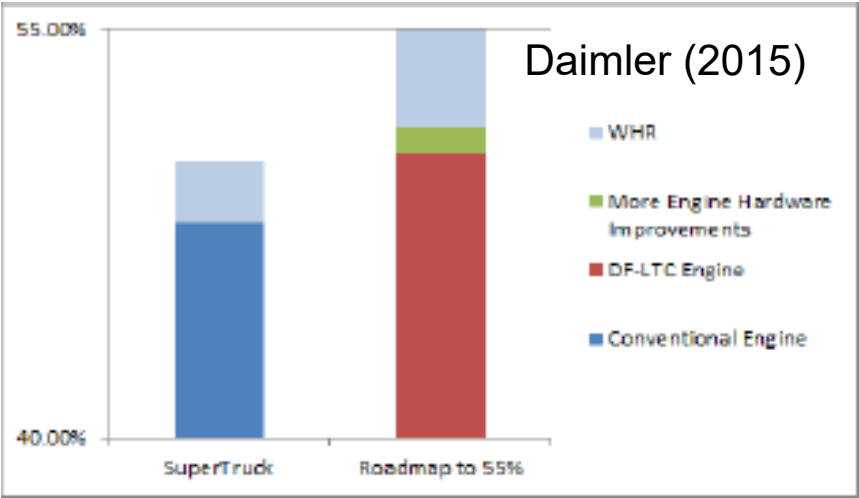
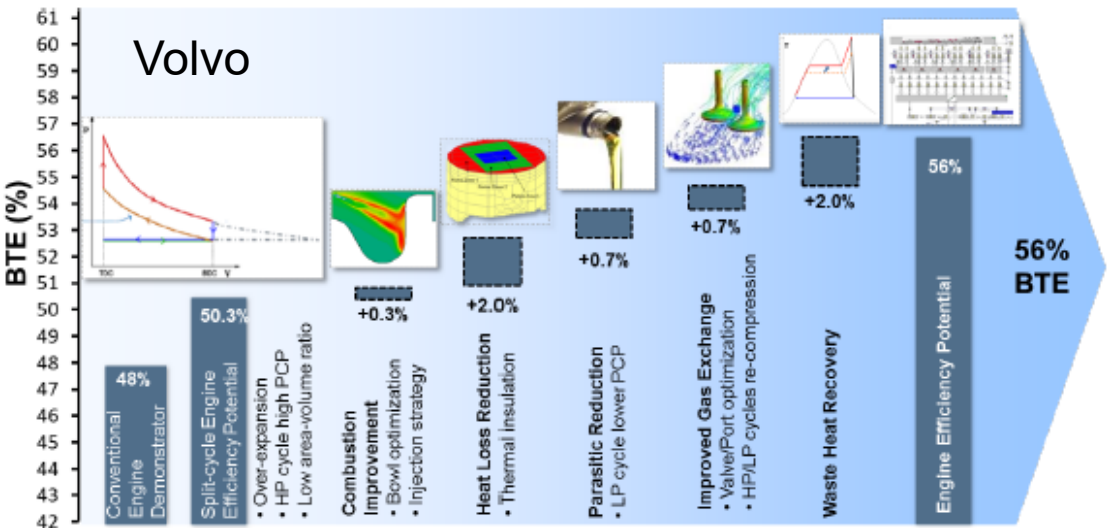
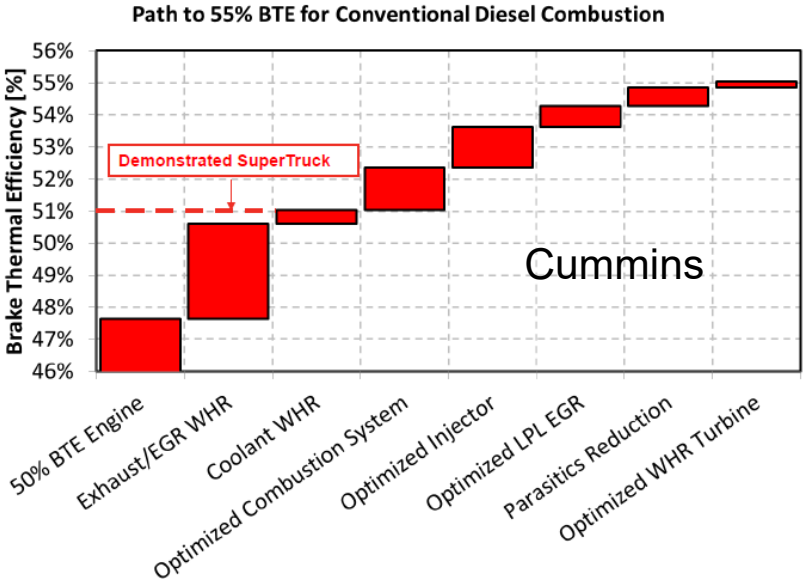
Maria Grahn et

al.

Framtiden

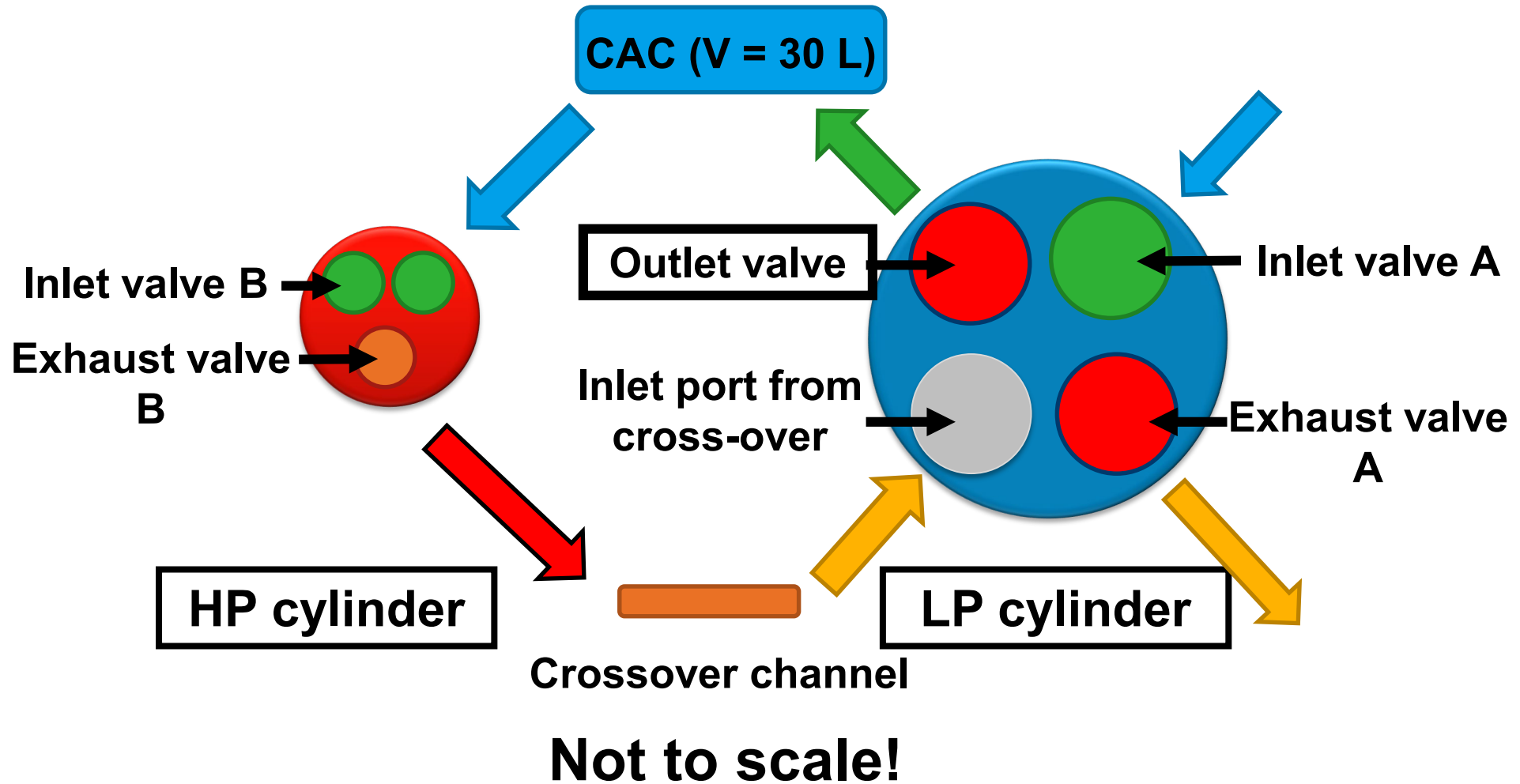
Motorutveckling

# Roadmap approaches to 55% BTE are outlined.

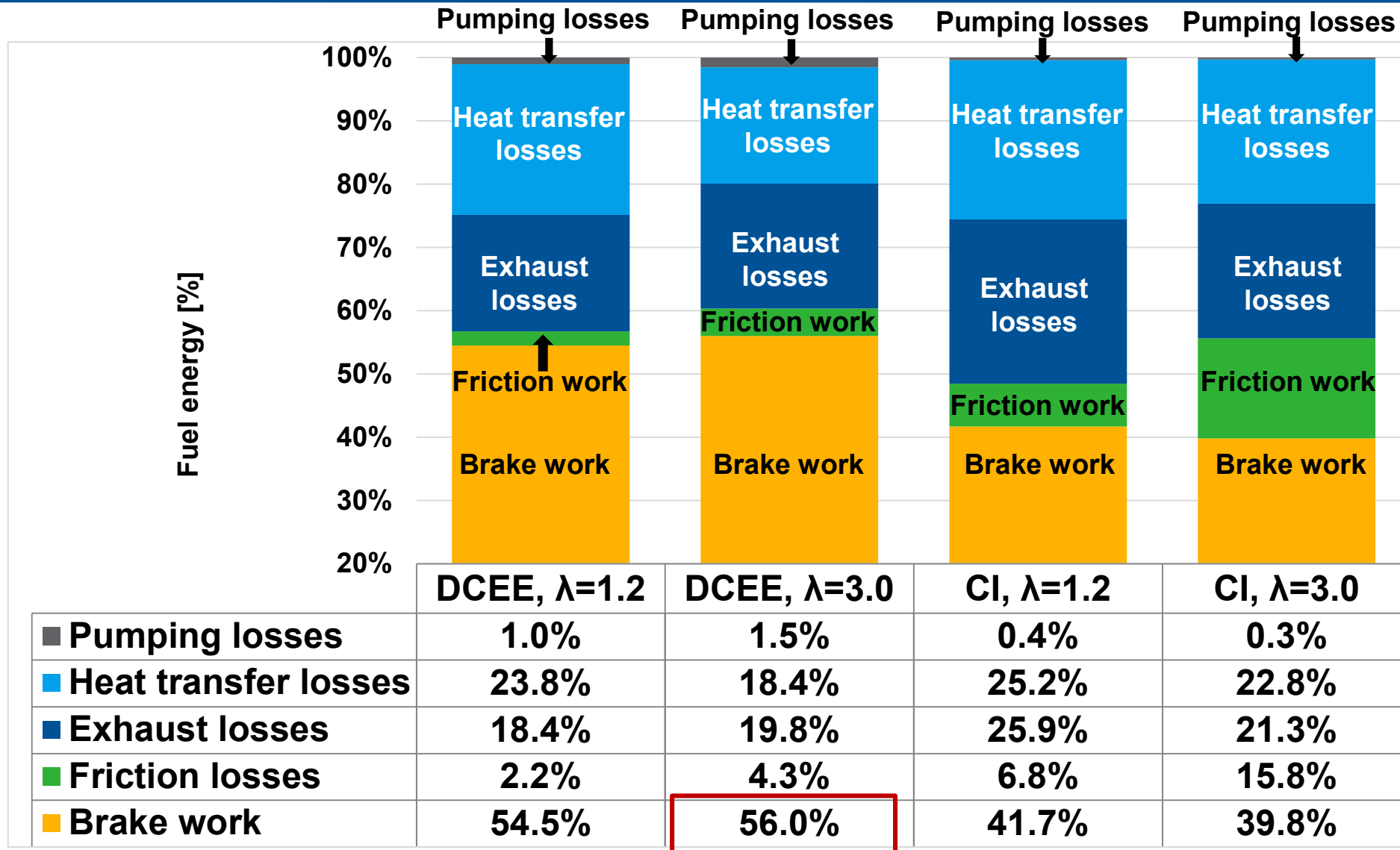




# DCEE Concept layout



# Simulation results: Fuel energy distribution

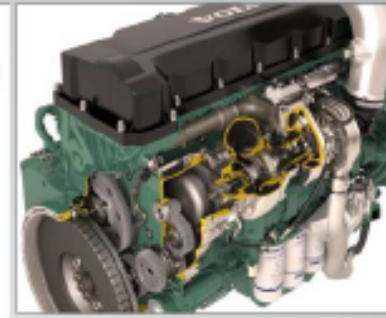


# Electrification and WHR enablers for the superior ICE engines

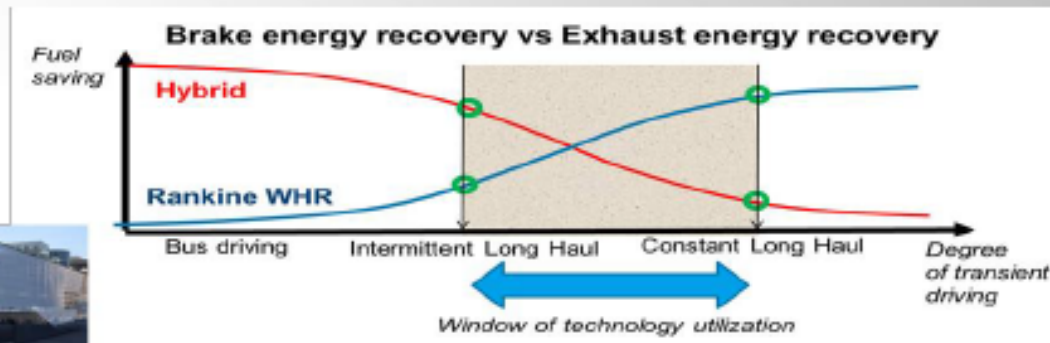
Volvo ISAM PT



Turbo compound, Rankine WHR



- Improving secondary cycle
- Diesel engine & Electric machines interplay
- Combinations



[VIDEO](#)

# Sammanfattning

- De energiomvandlare och drivmedel som uppfyller kraven på **funktion**, **skalbarhet**, och **hållbarhet** kommer att konkurrera utifrån **prisvärdhet**
  - Flera olika energiomvandlare är relevanta beroende på applikation
- Vi behöver regelverk som är LCA baserade – så att vi uppnår hållbarhet på riktigt!
- Framtidens förbränningsmotor är i flera applikationer en del av ett hybridsystem
  - Vi närmar oss 60% verkningsgrad med DCEE + värmeåtervinning
- Sol-el + sol-bränslen är helt avgörande

