



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Anvendelse af metanol som brændstof i stempelmotorer

Troels Dyhr Pedersen, seniorkonsulent

Teknologisk Institut

9. Marts 2022





Agenda

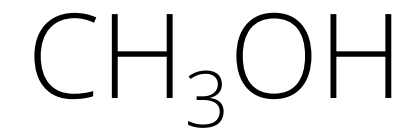
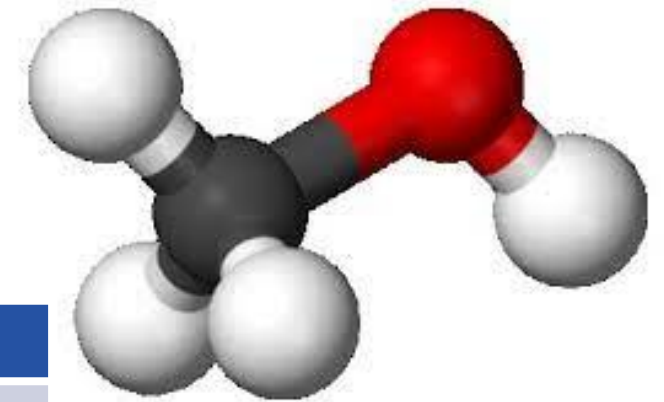
- Metanols egenskaber som brændstof
- Hvilke motortyper kan anvende metanol?
- Hvor anvendes metanol i dag?
- Hvor kan metanol blive relevant?
- Teknologisk Instituts forsknings og udviklingsprojekter med fokus på metanol





Egenskaber for metanol som brændstof

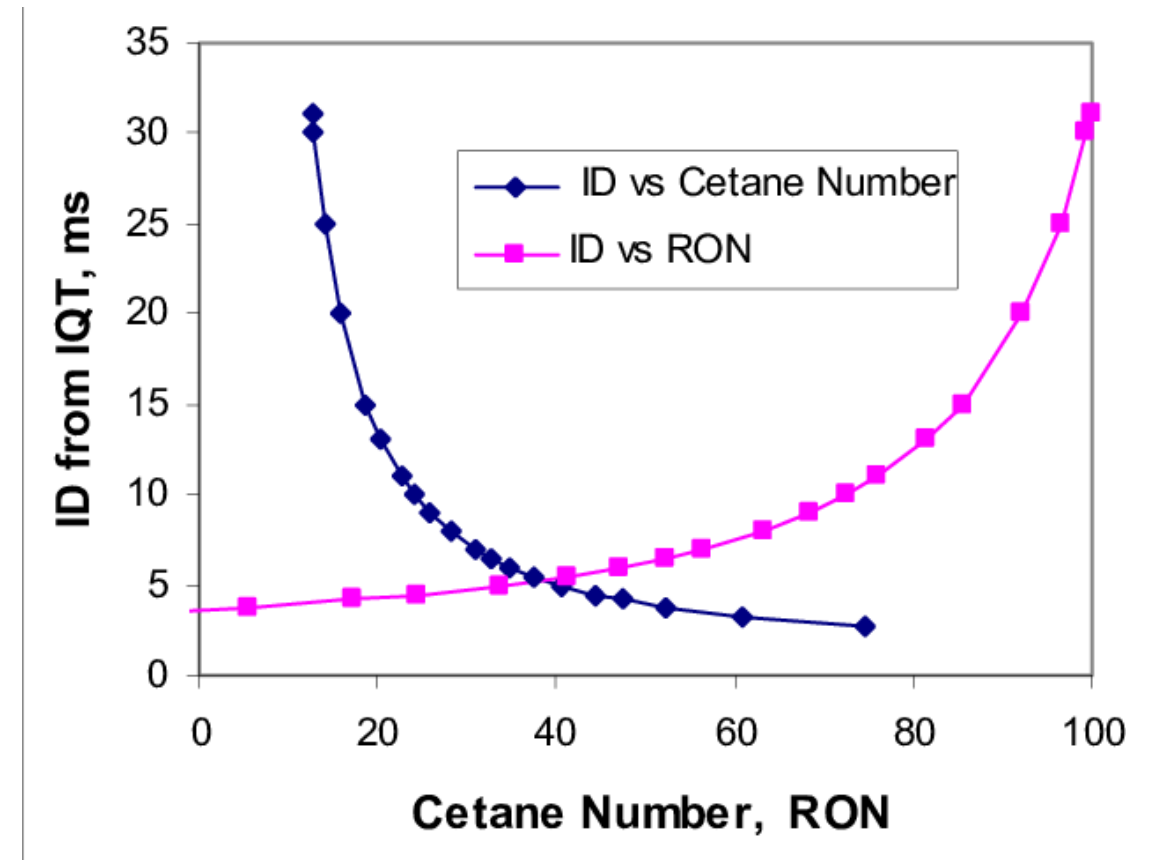
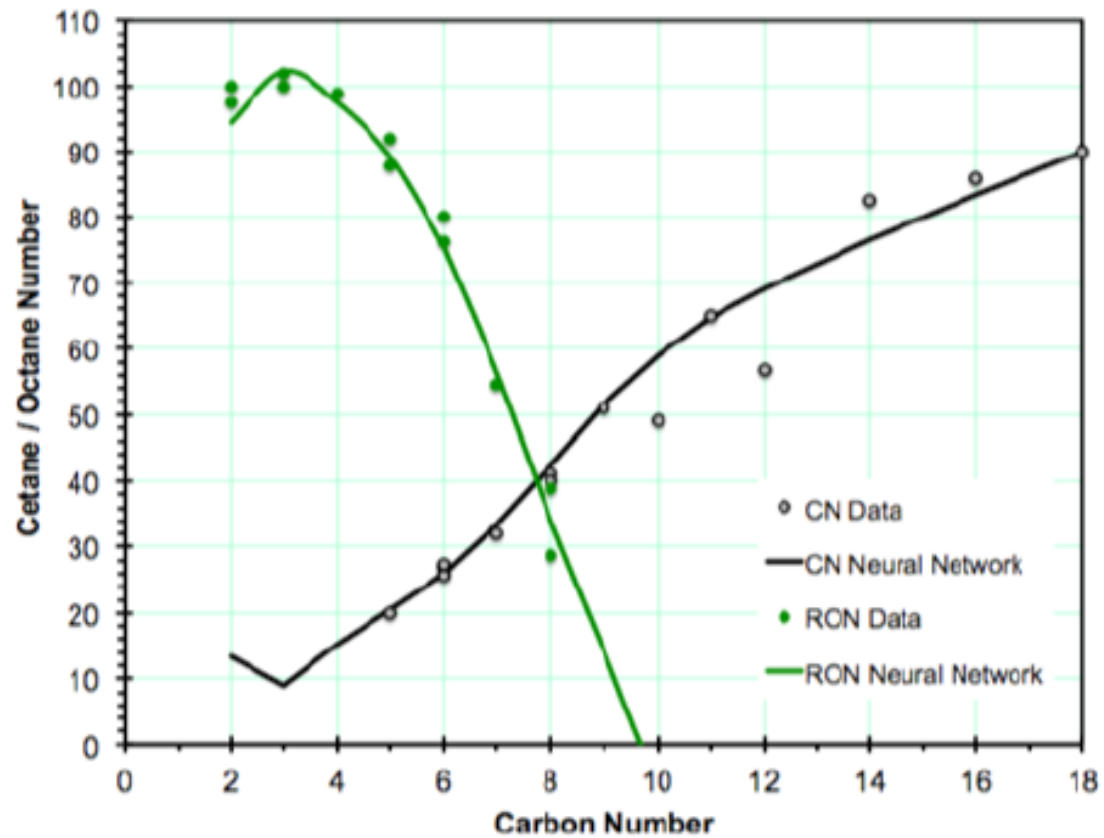
	Unit	Methanol	Gasoline	Diesel
Lower heating value	MJ/kg	20.1	42.7	42.5
Stoichiometric air/fuel ratio	kg/kg	6.5	14.7	14.3
Auto ignition temperature	°C	463	257	210
Flash point temperature	°C	11	-45	>55
Octane rating (RON)		136	95	<30
Cetane rating (CN)		<5	<10	>50
Boiling point	°C	65	27-225	180-370
Heat of vaporization	kJ/kg	1163	349	243



element	g/mol
C	12
H	1
O	16



Oktan og cetantal





Forbrænding af ren metanol

- I fri luft brænder metanol med svagt synlig flamme og relativt lav temperatur uden røg og soddannelse
- I gnisttændte motorer forbrændes metanol ligeså effektivt som benzin. Det er muligt at opnå højere ydelse og virkningsgrad ved optimering.
- Metanol har en lang tændingsforsinkelse i kompressionstændte dieselmotorer. For at sikre hurtig antændelse skal temperaturen hæves, fx ved indsprøjtning af diesel





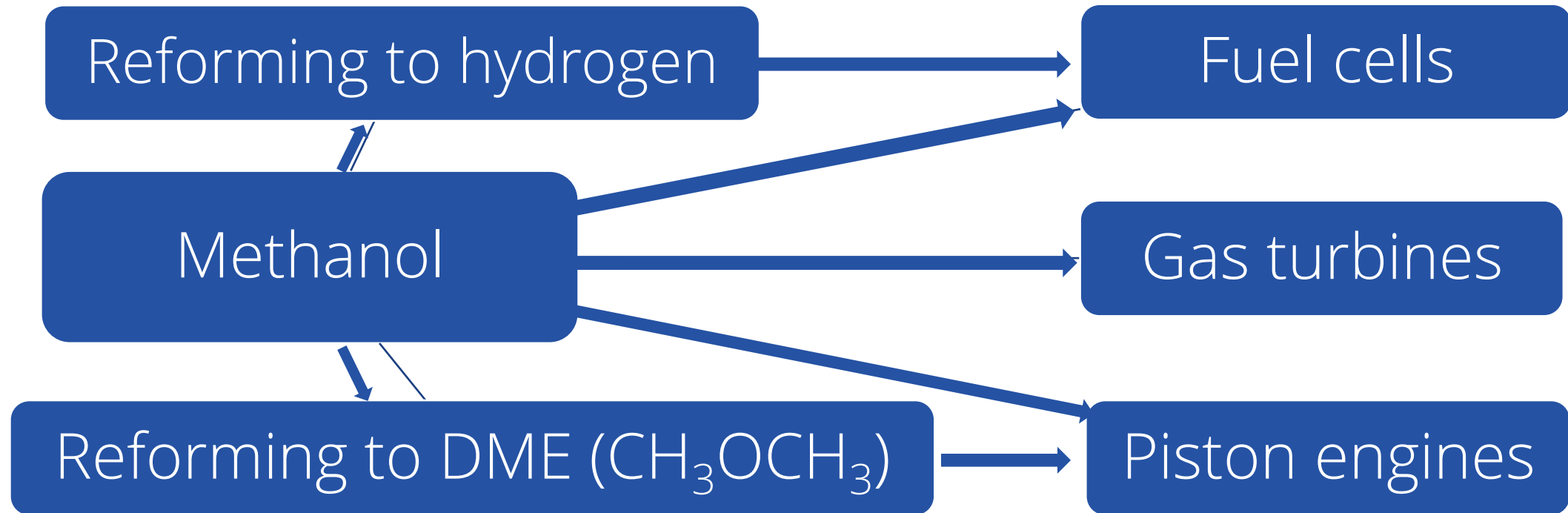
Metanol som motorbrændstof i dag

- Kina (Methanol Institute, 2019)
 - Ca. 20.000 personbiler med M100 eller M85, en del flere kører med lavere blandinger af metanol og benzin.
 - Der er også udviklet HD motorer til M100, til brug i lastbiler og busser.
 - Der blev i 2019 i Kina anvendt omkring 700.000 ton metanol til transportformål
- Motorsport
 - Speedway, drag racing, traktortræk mm.
- Stena Germanica (Kiel-Göteborg)
 - 4 hovedmotorer konverteret i 2016 til dual fuel metanol/marine diesel



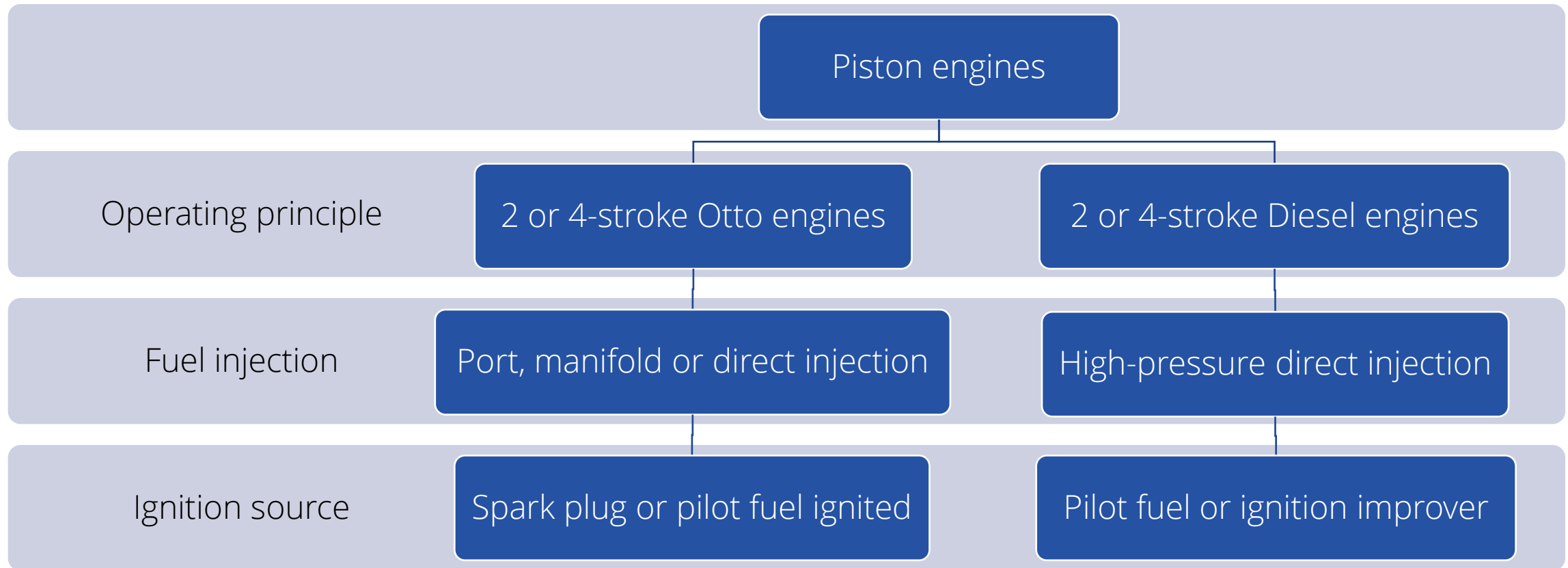


Mulige anvendelser af metanol som drivmiddel





Mulige forbrændingsmotorkoncepter med metanol





Metanol som drivmiddel til persontransport

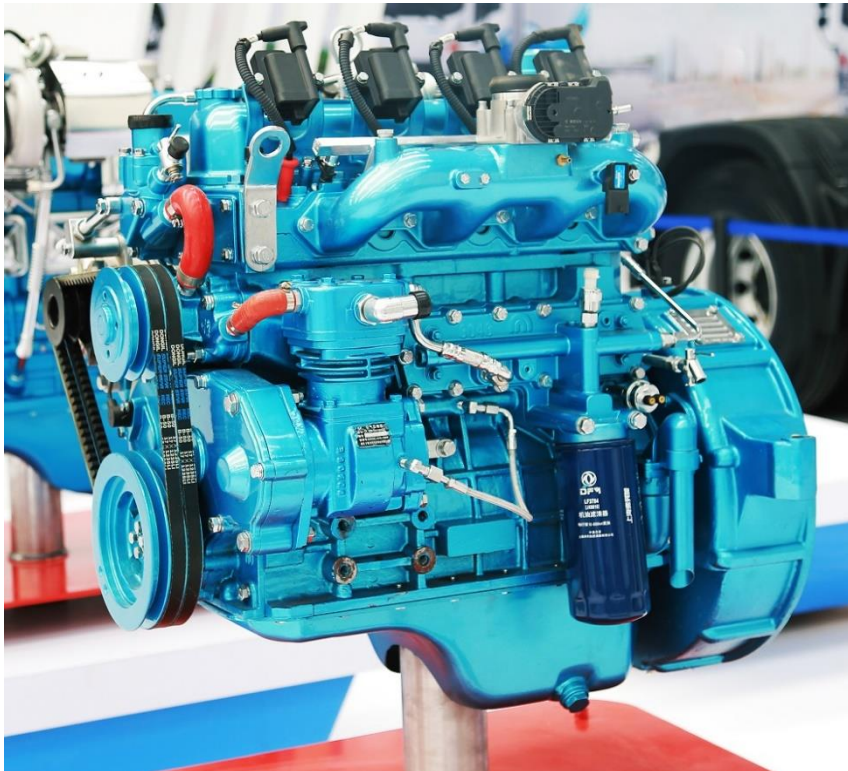
- Motorer i lette køretøjer kan konverteres eller konstrueres til metanol i stedet for benzin
- Distribueres til tankstationer på samme måde som benzin
- Håndteres med samme forholdsregler og sikkerhedsforanstaltninger





Metanol som drivmiddel i tung transport

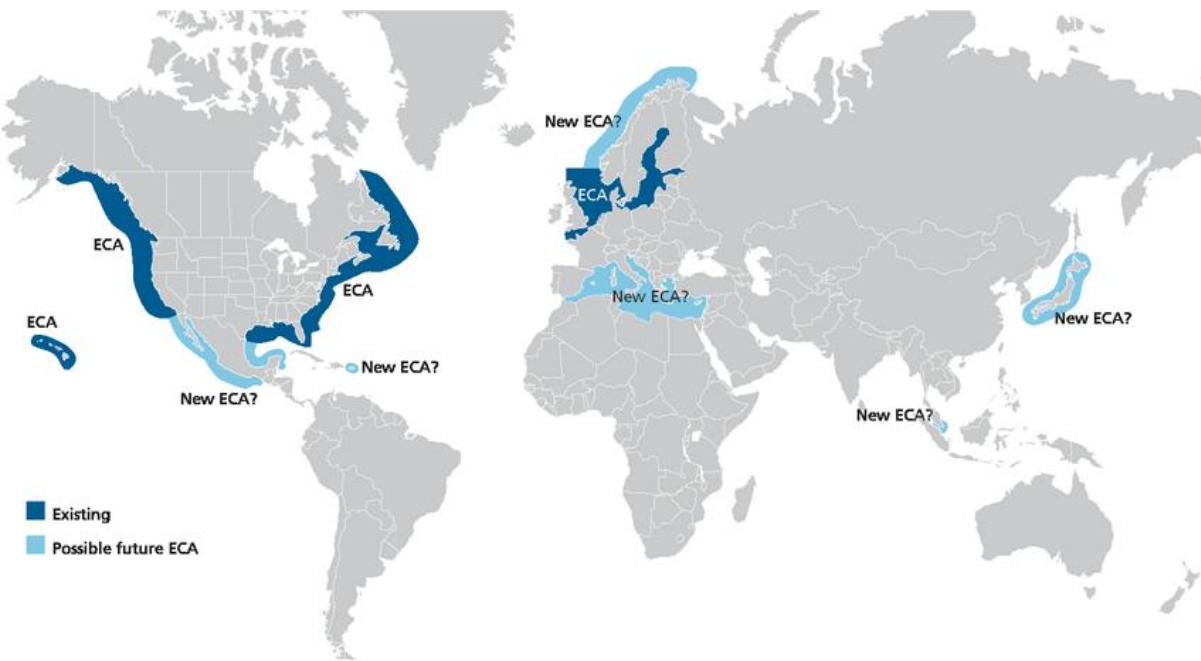
- Dieselmotorer kan konstrueres så de kan anvende metanol med additiv.
- Dual fuel motorer, som kan bruge både metanol og diesel, er også en mulighed
- Kan anvendes i lastbiler, busser, tog, non-road maskiner, små skibe mm.





Metanol som drivmiddel til skibe

- SO_x og NO_x fra skibe er reguleret globalt og i særlige ECA zoner
- CO_2 (carbon intensity) skal reduceres med mindst 40% i 2030 og 70% i 2070
- Metanol kan reducere SO_x , NO_x og partikler samt CO_2
- 2-takts motorerne er klar – 4-taktsmotorer under udvikling





Forsknings og udviklingsprojekter ved Teknologisk Institut med hovedfokus på metanol som brændstof

- 2009-2014: OBATE – OnBoard Alcohol To Ether
 - 2 EUDP projekter i samarbejde med Haldor Topsøe A/S og Nordhavn A/S
- 2012-2013: SPIRETH.
 - Kommerciel deltagelse i projektsamarbejde mellem Stena Line, Scandinaos, Haldor Topsøe, Wärtsilä,
- 2019-2021: Methanol as fuel for marine diesel engines
 - EUDP projekt i samarbejde med MAN Energy Solutions og Alfa Laval
- 2020-2022: Injektorteknologi til fremtidens grønne brændstoffer
 - EUDP projekt i samarbejde med MAN Energy Solutions og DTU
- 2020-2024: M85 på danske tankstationer. Konvertering af 100 danske biler til metanol.
 - EUDP projekt i bredt samarbejde med mange aktører



M85 på danske tankstationer

West


Danish Methanol Association

 **Skanderborg**
Kommune



 **TEKNOLOGISK
INSTITUT**


Map of Denmark showing M85 stations (green car icons) in Nordjylland (Ålborg), Midtjylland (Viborg), Hovedstaden (Hillerød), and Sjælland (Søre). Regions: Nordjylland, Midtjylland, Syddanmark, Sjælland, Hovedstaden.

hmk BILCON

East



 
DTU
KØBENHAVNS KOMMUNE

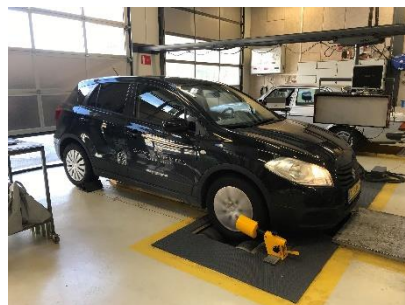
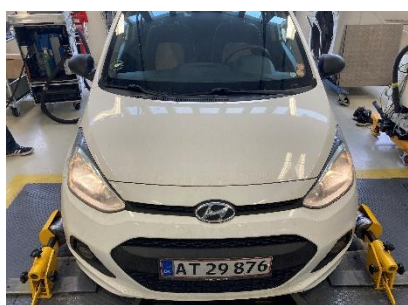
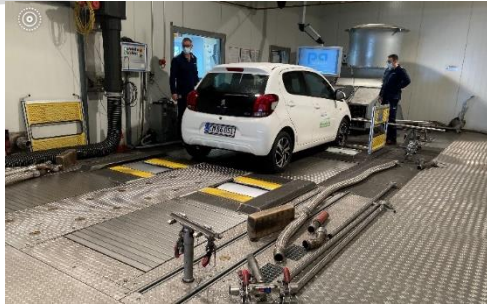




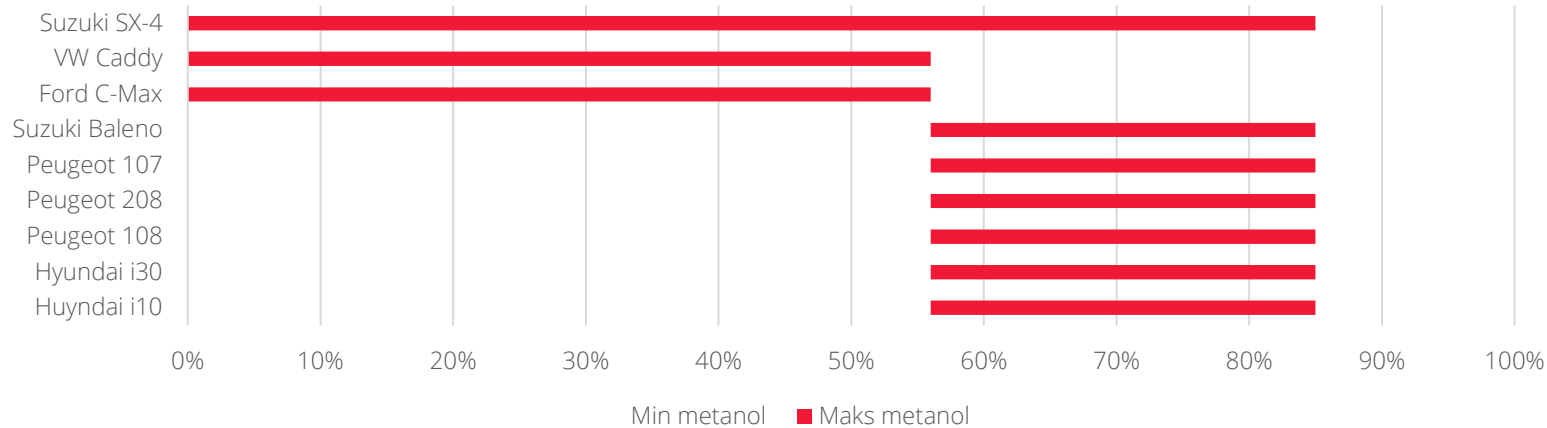


M85 på danske tankstationer

- Målet er konvertering af 100 danske biler til metanoldrift og 6 tankstationer
- Skaber overblik over konverteringsmuligheder og indsigt i tekniske udfordringer
- Udvikling af teknologi for tankstandere med mulighed for blanding af benzin og metanol
- Udfordringer i projektet er primært administrative, såsom
 - Godkendelser af tankstationer
 - Godkendelser af konverteringer
 - Projektdeltagere kan ikke begynde at konvertere biler når tankstationerne ikke er på plads



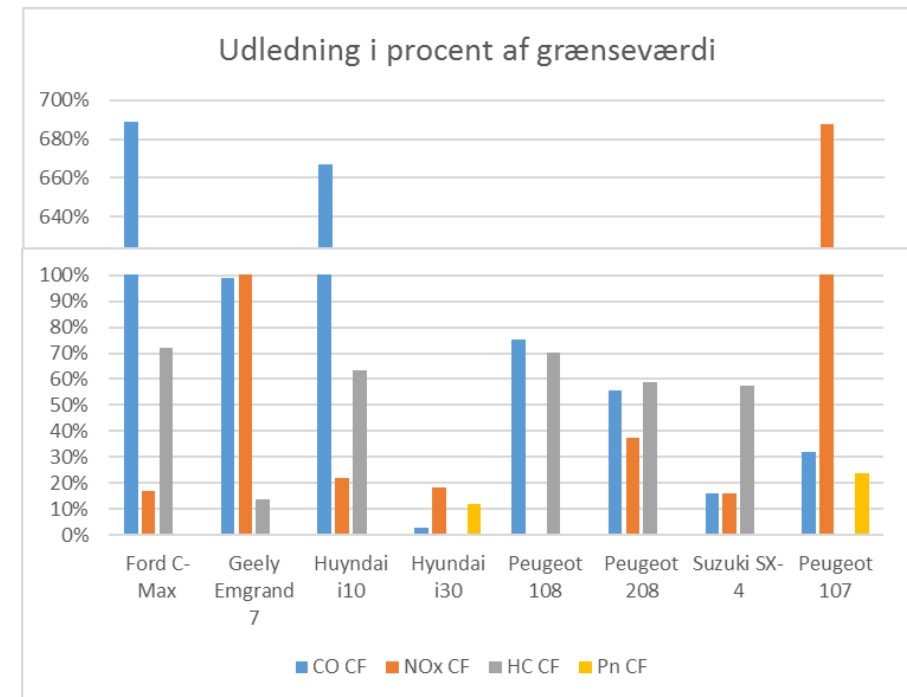
Brugbart metanolindhold i benzin





Emissioner, performance og rækkevidde for metanolbiler

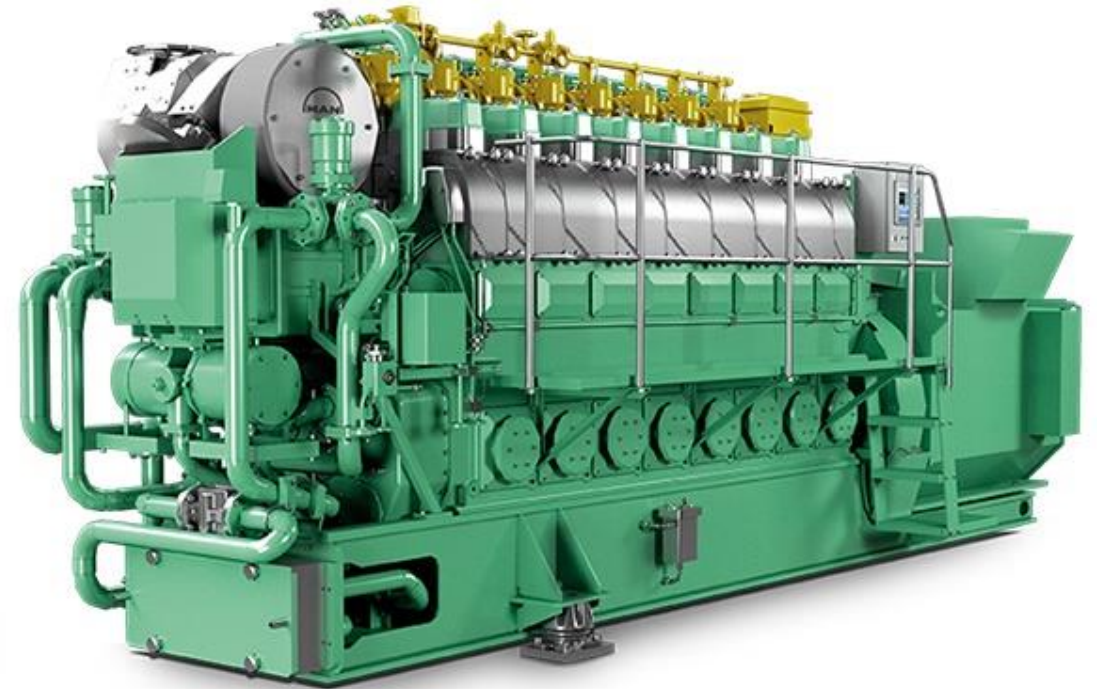
- Energiforbrug MJ/km er uændret
- Rækkevidde er 40% mindre pga. lavere energidensitet i metanol
- Bilen opleves mere lydsvag pga. højt oktantal
- Effekten kan hæves betydeligt





Methanol as fuel for marine engines

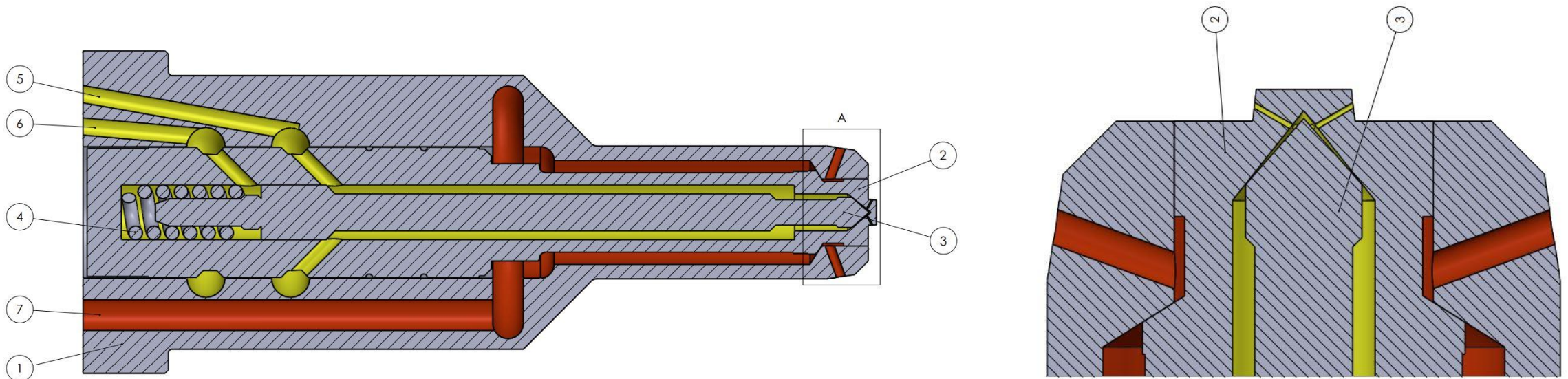
- Fokus: direkte indsprøjtning og kompressionstænding af metanol
- Konceptafprøvning i 230 kW industrimotor og 2 MW MAN L28/32 GenSet
- Tændingsforbedrende additiv (Beraid 3555M)
- Forvarmning af indsugningsluften
- Stabil forbrænding af metanol i et begrænset effektområde på MAN L28/32
- Begrænset anvendelighed ift. eksisterende motorteknologi, men potentiale for videre udvikling





Injektor teknologi til fremtidens brændstoffer

- Udvikling af injektorer til dual fuel (DF) forbrændingskoncept med alternative flydende brændstoffer (metanol, evt. ammoniak) i kombination med diesel
- TI arbejder eksperimentelt med indsprøjtningstrategier for metanol/diesel og ammoniak
- MAN ES designer injektor prototyper, som produceres med 3D metalprint
- DTU arbejder med reaktionskinetik for brændstofferne og spray simulering i CFD





Dual fuel injektor til lastbilmotor

- Westport HDPI 2.0 LNG injektor til Volvo FH/FM 460 hp
- Ændret hulstørrelse i gasdyse fra \varnothing 0,7 til 0,4 mm

