

Droppar i tanken – eller en ny tank?

Jämförelse av kostnader och klimatprestanda

Tomas Lönnqvist & Julia Hansson (IVL)

Patrik Klintbom, Erik Furusjö & Kristina Holmgren (RISE)

Webinarium 2021-09-14

Referensgrupp

Scania, Volvo, Volvo Cars, Södra, Lantmännen,
St1 Biogas, Adesso Bioproducts



Agenda

- Mål
- Insikter i korthet
- Utförande
- Resultat: kostnader, resurseffektivitet och klimatprestanda
- Syntes av resultaten
- Slutsatser och diskussion
- Frågestund och diskussion

Övergripande mål

- Jämförelse mellan två kategorier av förnybara drivmedel producerade från skogsråvara.
Drop-in bränslen jämförs med enmolekylära bränslen (en ny tank).
- Utvärderas avseende kostnad, klimatprestanda och resurseffektivitet för lastbilar respektive personbilar.
- Jämförelsen inkluderar drivmedelsproduktion, ny distributionsinfrastruktur och fordon. Fokus på Sverige.



Insikter i korthet

- Det finns flera drivmedel från skogsråvara som presterar bra på klimat, resurseffektivitet och ekonomi.
- Den största delen av kostnaden utgörs av fordonet (framförallt personbilar) följt av bränslet. Infrastrukturen är en liten del av totalkostnaden för alla studerade alternativ.
- Ingen tydlig vinnare har identifierats mellan drop-in och enmolekylära drivmedel, varken för personbilar eller lastbilar.
- Lastbilar ligger närmare till hands för att introducera de enmolekylära drivmedlen (ny tank) jämfört med personbilar.
- Teknikmognadsgraden påverkar osäkerheterna.

Vilka bränslen?

| Drop-in bränslen | Enmolekylära bränslen |
|---|-------------------------------------|
| Förgasningsbaserad bensin (MTG) | Cellulosabaserad etanol (E85, ED95) |
| FT-diesel | DME (Dimetyleter) |
| Diesel och bensin från förbehandling och uppgradering av lignin | Metan (CBG, LBG) |
| Diesel och bensin från uppgradering av pyrolysolja genom vätebehandling | Metanol (MeOH95/MD95/M85) |
| Biooljebaserad diesel och bensin från hydropyrolys | |

För vidare jämförelse med elektrobränslen inkluderas även

- e-methanol
- e-DME
- e-methane-LBG
- e-FT-diesel

Metod

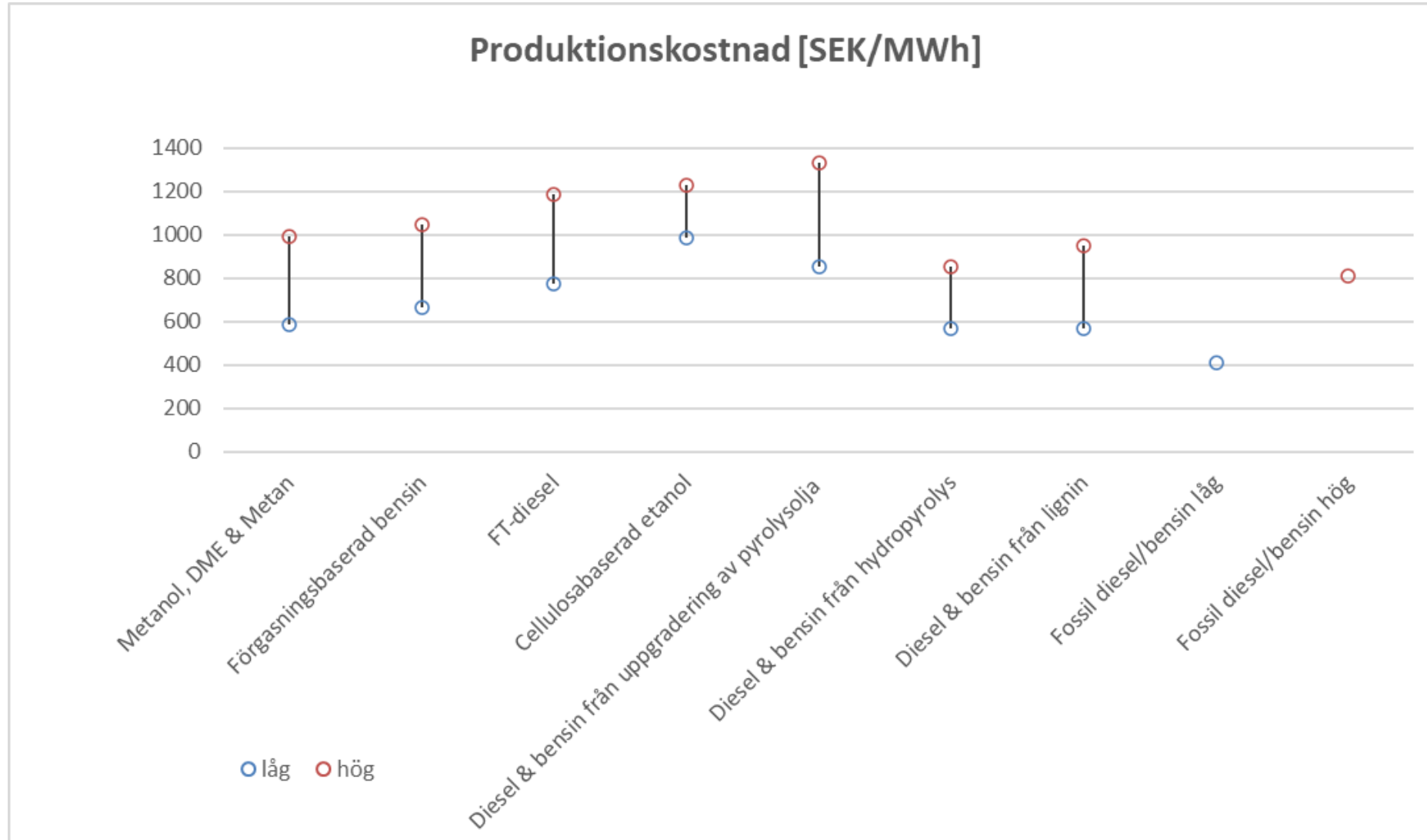
- Kartlägger befintliga studier
- Uppdaterar
- Syntetiserar resultat



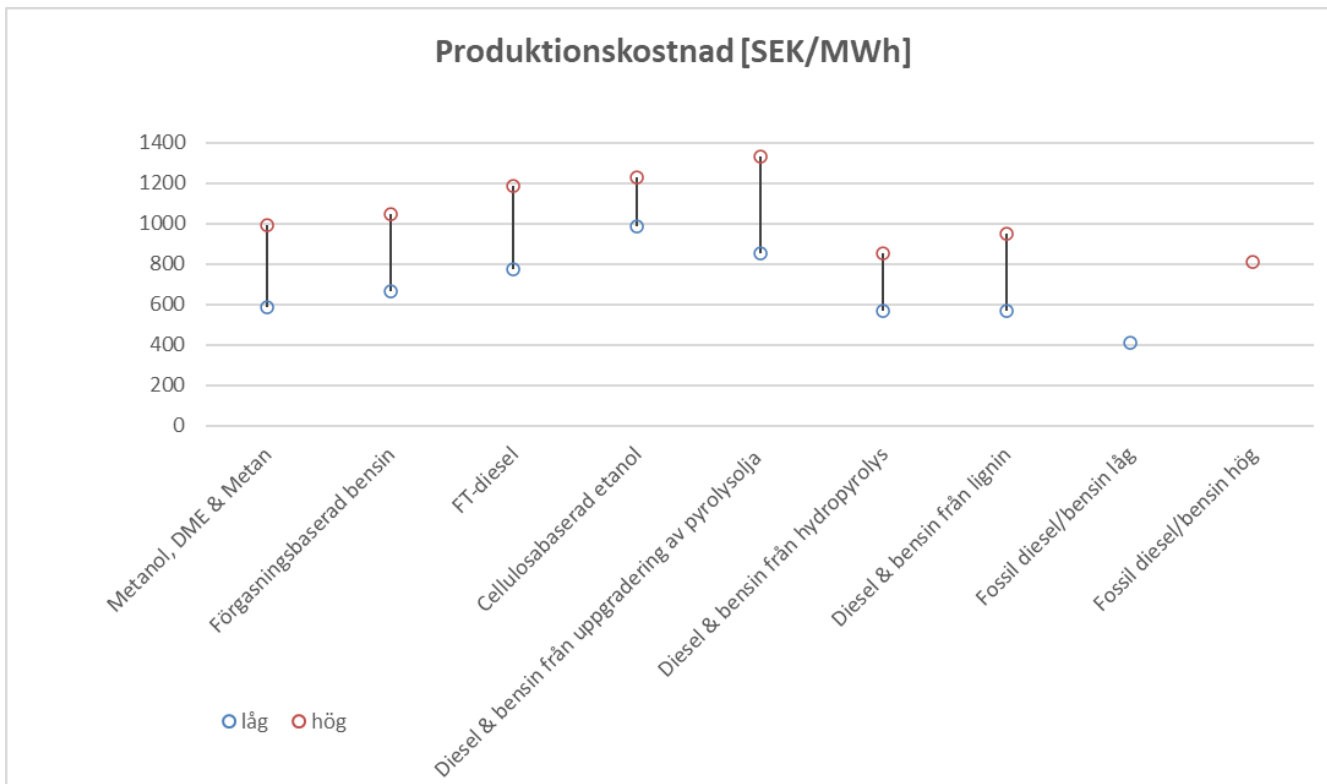
Resultat: kostnader

- Drivmedelsproduktionskostnader
- Infrastruktur- och distributionskostnader
- Fordonskostnader

Drivmedelsproduktionskostnader



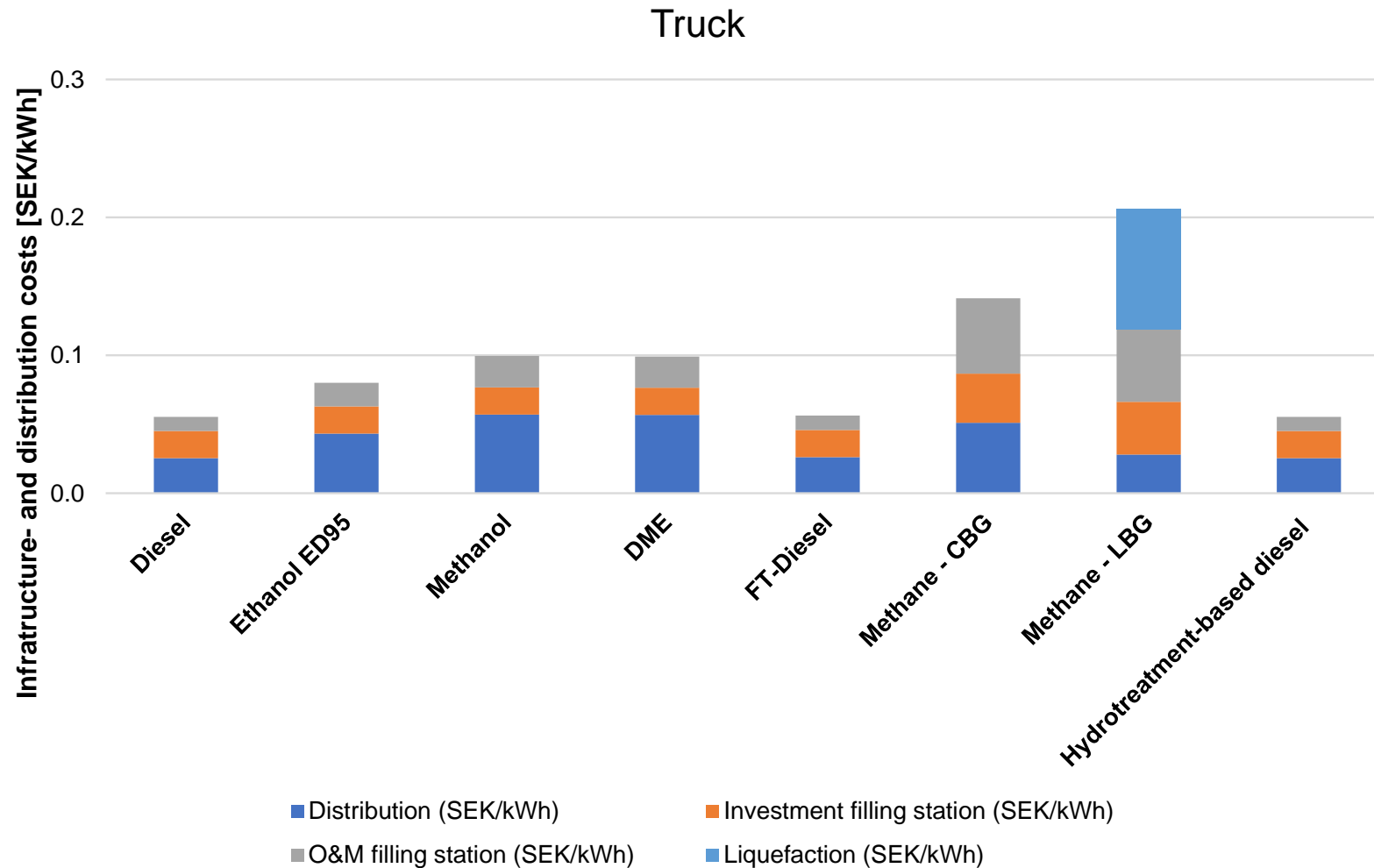
Förutsättningar bränsleproduktionskostnader



- Omvandlingseffektivitet enligt IEA rapport "Advanced Biofuels – Potential for Cost Reduction" (2020)
- Metanol, DME, metan, FT diesel och cellulosabaserad etanol, inkluderade i IEA.
- Hög och lågsценarier
- Vi antar kommersiellt mogen teknik
- Biomassapris: 20 Euro/MWh

| Drivmedel | Produktionskostnad [SEK/MWh] | Omvandlingseffektivitet | TRL |
|---|------------------------------|---|-------|
| Metanol, DME, metan | 590 – 990 | 60 – 65 % | 5,5-7 |
| Förgasningsbaserad bensin | 670 – 1050 | 54 – 63 % (bensin och LPG; 9:1) 90 – 97 % från metanol | 5,5-7 |
| Cellulosabaserad etanol | 990 – 1230 | 35 – 40 % | 6-8 |
| FT-diesel | 770 – 1190 | 40 – 55 % | 5,5-7 |
| Diesel och bensin från uppgradering av pyrolysolja genom vätebehandling | 860–1330 | 55–60 % från biomassa och vätgas 60–70 % från biomassa | 3–6 |
| Biooljebaserad diesel och bensin från hydropyrolysis. | 570 – 860 | 65 % | 3,5-5 |
| Diesel och bensin från förbehandling och uppgradering av lignin | 570 – 950 | 45 % från lignin och vätgas; 82 % från lignin | 3-4 |
| Fossil diesel och bensin | 410 – 810 | | |

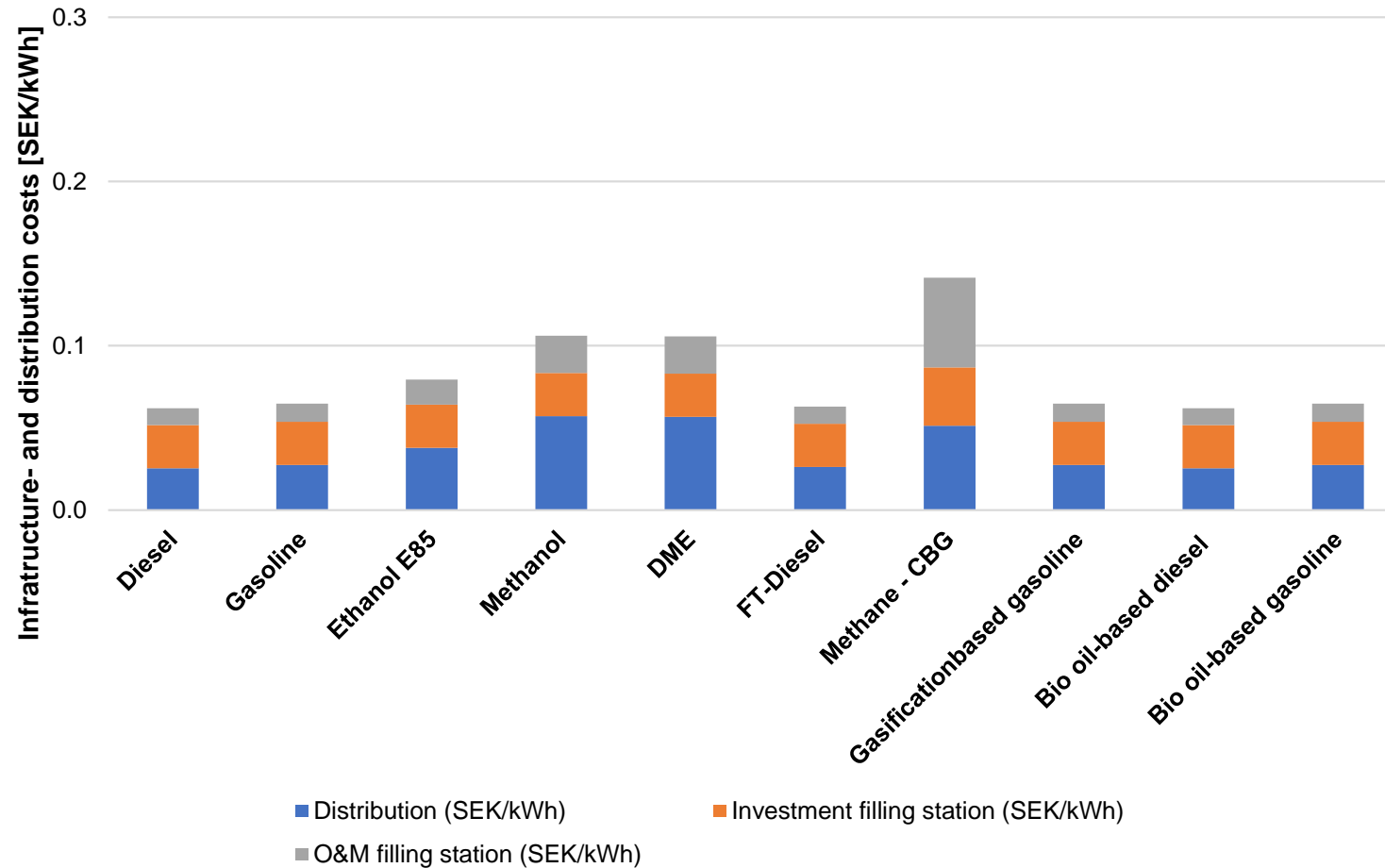
Infrastruktur och distributionskostnader, lastbil



- Inkluderar kostnader för
- Transport av drivmedlet från produktionsanläggning till tankstation
 - Investering i tankstation
 - O&M för tankstation

Infrastruktur och distributionskostnader, bil

Car



Inkluderar kostnader för

- Transport av drivmedlet från produktionsanläggning till tankstation
- Investering i tankstation
- O&M för tankstation

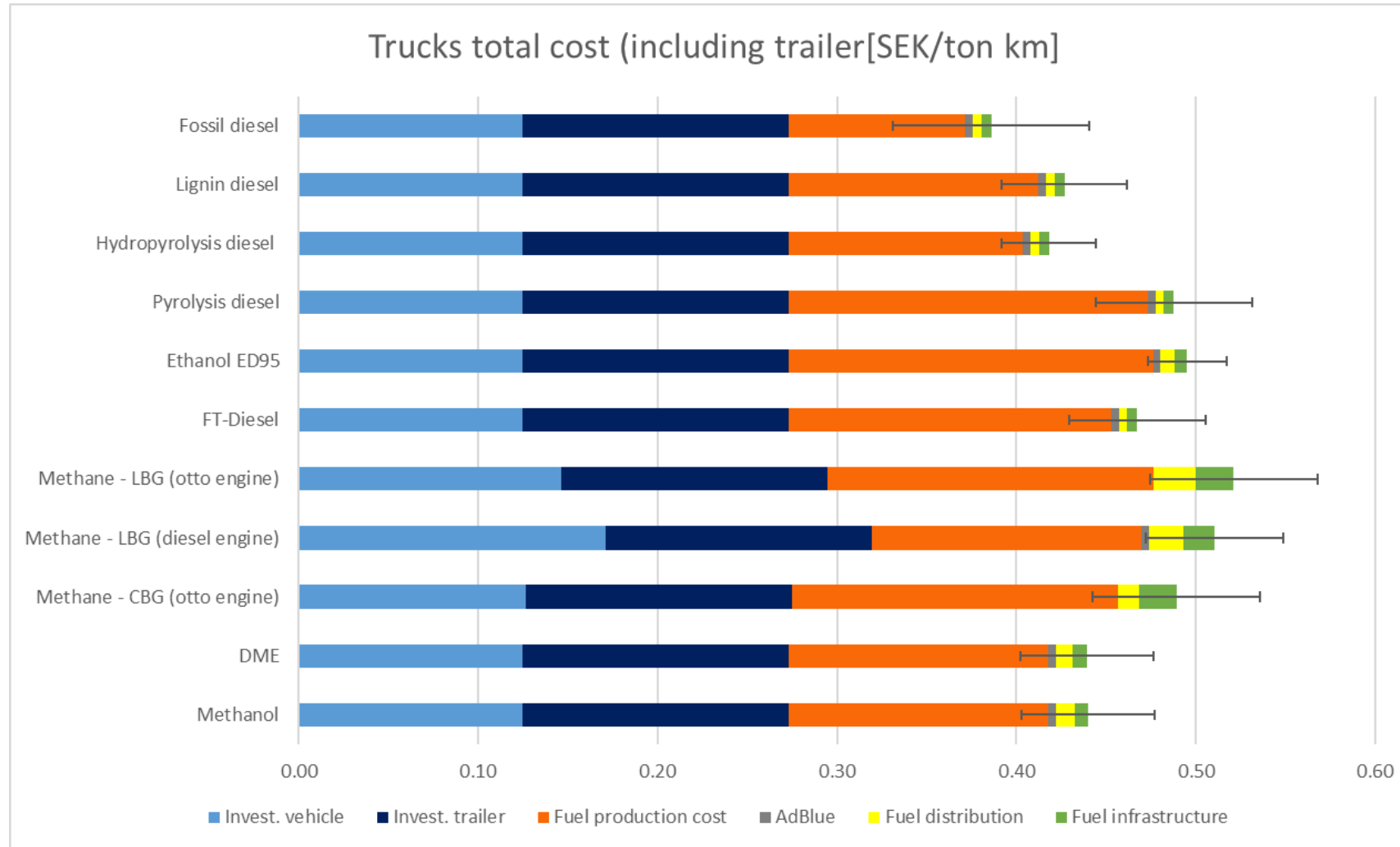
Fordonskostnader, lastbil (P)

| Truck model (only tractor) | Fuel | Cost [SEK, excluding VAT] |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Diesel engine | Diesel, DME | 1 126 600 |
| Spark ignition compressed | Methane | 1 141 600 |
| Spark ignition liquefied | Methane | 1 321 600 |
| Compression ignition liquefied | Methane | 1 546 600 |
| Compression ignition | ED95 | 1 126 600 |
| Compression ignition | MD95 | 1 126 600 |
| Additional units | | |
| Trailer and body | Same for all models | 2 466 600 (total cost) |

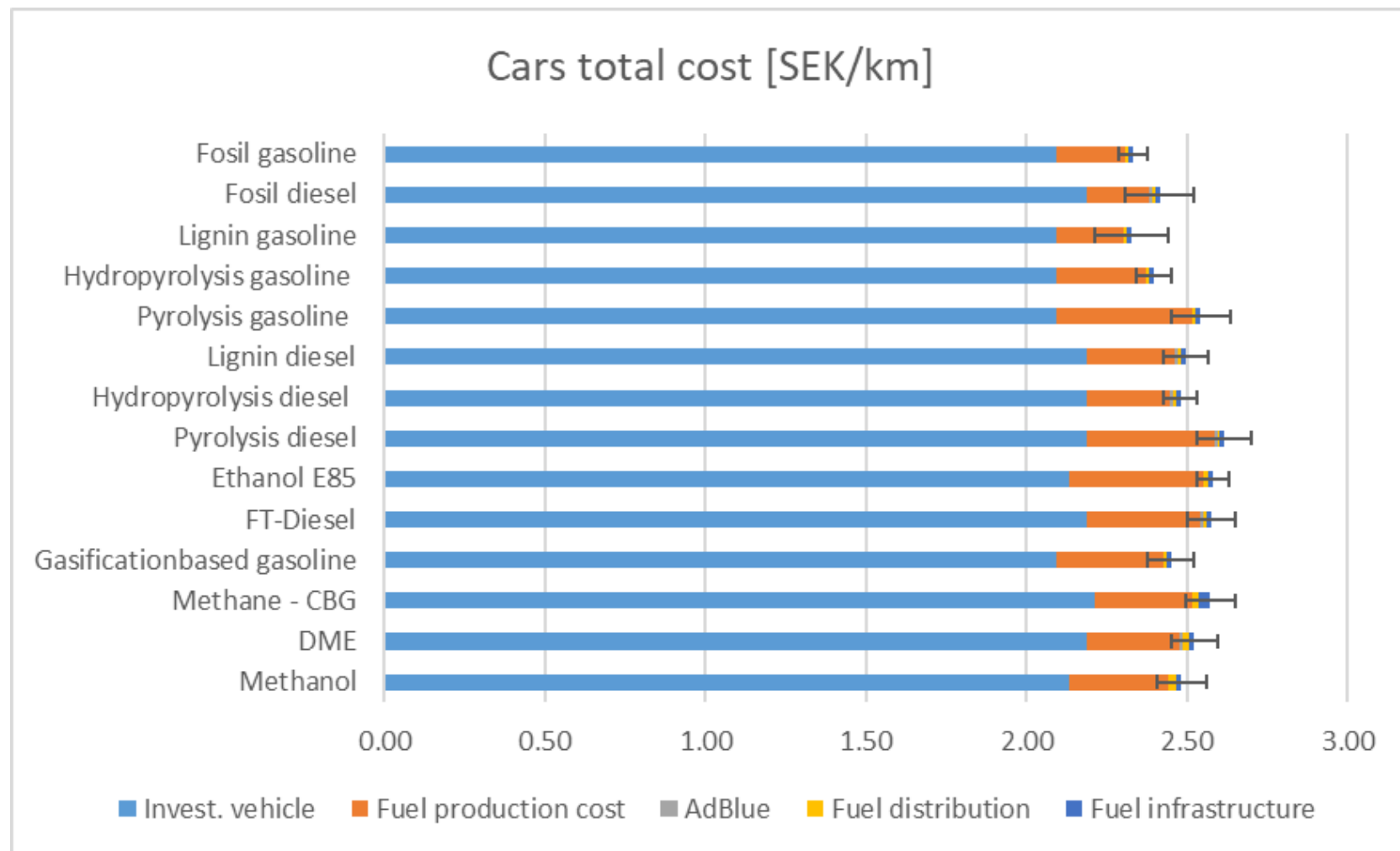
Fordonskostnader, bil (P)

| Car model | Fuel option | Cost [SEK, excluding VAT] |
|---|-------------|---------------------------|
| Golf TDI 115 | Diesel | 219 920 |
| Golf TGI 130 | Methane | 222 400 |
| Golf TSI 150 Edt | Gasoline | 210 320 |
| Assumed same as gasoline but with additional cost | E85, M85 | 214 320 |
| Assumed same as diesel | DME | Assumed same as diesel |

Kostnadssyntes, lastbilar

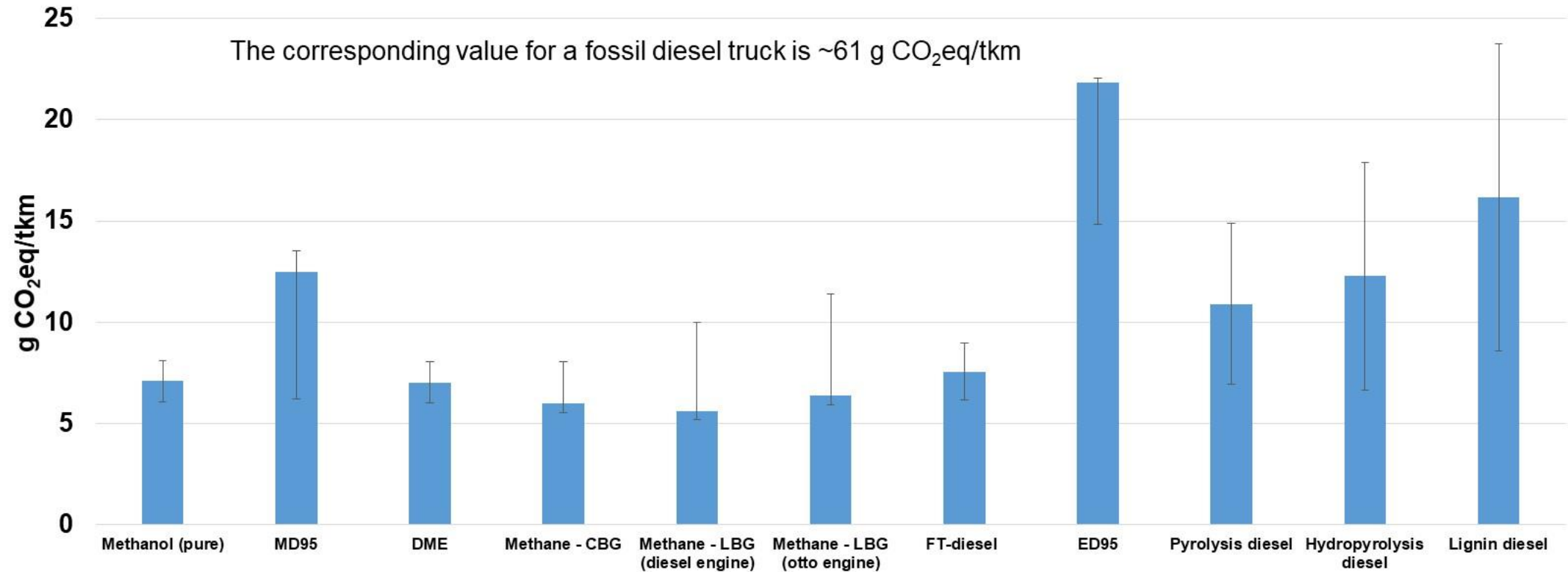


Kostnadssyntes, personbilar

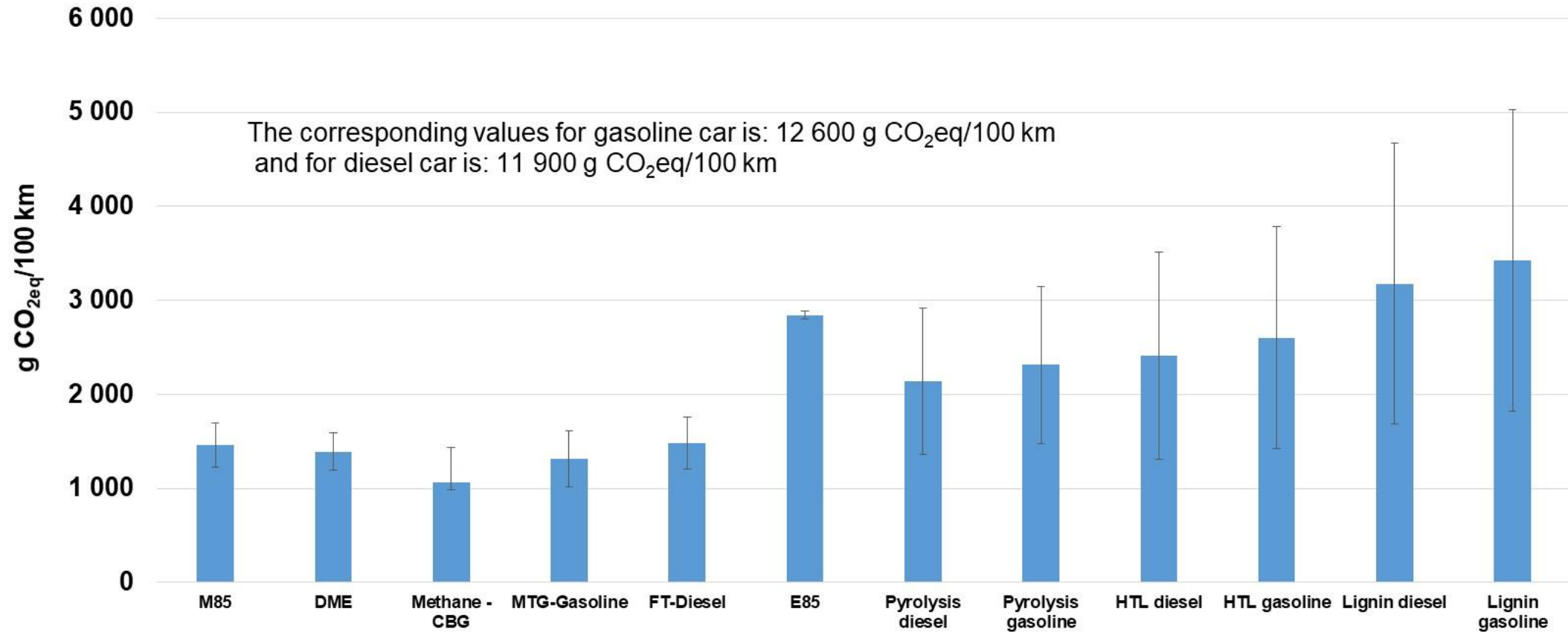


Klimatprestanda, lastbilar (P)

Truck (long haulage) WTW GHG emissions



Klimatprestanda, bilar (P)



Resurseffektivitet (P)

| Fuel | Conversion efficiency | | Vehicle efficiency | Total efficiency | |
|--|-----------------------|------|--------------------|------------------|------|
| | low | high | | low | high |
| Methanol, trucks | 60% | 65% | 44% | 26% | 29% |
| Methanol, cars | 60% | 65% | 41% | 24% | 26% |
| DME (trucks & cars) | 60% | 65% | 44% | 26% | 29% |
| Methane - CBG (trucks, otto engine) | 60% | 65% | 35% | 21% | 23% |
| Methane - LBG (trucks, diesel engine) | 60% | 65% | 42% | 25% | 28% |
| Methane - LBG (trucks, otto engine) | 60% | 65% | 35% | 21% | 23% |
| Methane - CBG (cars) | 60% | 65% | 41% | 25% | 27% |
| Gasification-based gasoline (cars) | 54% | 63% | 41% | 22% | 26% |
| FT-Diesel (trucks & cars) | 40% | 55% | 44% | 18% | 24% |
| Ethanol from cellulose (trucks ED95) | 35% | 40% | 44% | 15% | 18% |
| Ethanol from cellulose (cars E85) | 35% | 40% | 41% | 14% | 16% |
| Bio oil-based diesel (fast pyrolysis and hydrotreatment upgrading) (trucks & cars) | 60% | 70% | 44% | 26% | 31% |
| Bio oil-based gasoline (fast pyrolysis and hydrotreatment upgrading) (cars) | 60% | 70% | 41% | 25% | 29% |
| Bio oil-based diesel (hydropyrolysis) (trucks & cars) | 65% | 65% | 44% | 29% | 29% |
| Bio oil-based gasoline (hydropyrolysis) (cars) | 65% | 65% | 41% | 27% | 27% |
| Diesel (lignin pre-treatment and upgrading) (trucks & cars) | 82% | 82% | 44% | 36% | 36% |
| Gasoline (lignin pre-treatment and upgrading) (cars) | 82% | 82% | 41% | 34% | 34% |

Syntes, lastbilar (relativ skala --, -, +, ++ except GHG)

| TRUCKS | Total cost (mature) | GHG performance | Total efficiency | Technology maturity |
|--|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| <i>Single molecule fuels</i> | | | | |
| Methanol | ++ | ++ | + | + |
| DME | ++ | ++ | + | + |
| Methane - CBG (otto engine) | + | ++ | - | + |
| Methane - LBG (diesel engine) | + | ++ | + | + |
| Methane - LBG (otto engine) | + | ++ | - | + |
| Ethanol from cellulose (ED95) | + | + | -- | ++ |
| <i>Drop-in fuels</i> | | | | |
| FT-Diesel | + | ++ | - | + |
| Bio oil-based diesel (fast pyrolysis and hydrotreatment upgrading) | + | + / ++ ^a | + | - |
| Bio oil-based diesel (hydropyrolysis) | ++ | + / ++ | + | - |
| Diesel (lignin pre-treatment and upgrading) | ++ | + / ++ ^a | ++ | - |

Syntes, lastbilar (relativ skala --, -, +, ++ except GHG)

| TRUCKS | Total cost (mature) | GHG performance | Total efficiency | Technology maturity |
|--|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| <i>Single molecule fuels</i> | | | | |
| Methanol | ++ | ++ | + | + |
| DME | ++ | ++ | + | + |
| Methane - CBG (otto engine) | + | ++ | - | + |
| Methane - LBG (diesel engine) | + | ++ | + | + |
| Methane - LBG (otto engine) | + | ++ | - | + |
| Ethanol from cellulose (ED95) | + | + | -- | ++ |
| <i>Drop-in fuels</i> | | | | |
| FT-Diesel | + | ++ | - | + |
| Bio oil-based diesel (fast pyrolysis and hydrotreatment upgrading) | + | + / ++ ^a | + | - |
| Bio oil-based diesel (hydropyrolysis) | ++ | + / ++ | + | - |
| Diesel (lignin pre-treatment and upgrading) | ++ | + / ++ ^a | ++ | - |
| <i>Electrofuels</i> | | | | |
| e-methanol | + | + / ++ ^b | | ++ |
| e-DME | + | + / ++ ^b | | ++ |
| e-methane-LBG (otto engine) | -- | + / ++ ^b | | + |
| e-methane-LBG (diesel engine) | -- | + / ++ ^b | | + |
| e-FT-diesel (drop-in fuel) | - | + / ++ ^b | | + |

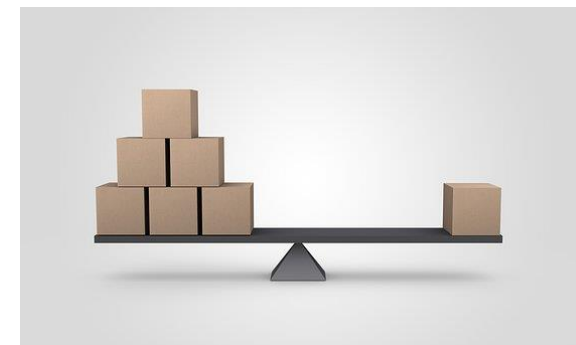
Syntes, bilar (relativ skala --, -, +, ++ except GHG)

| CARS | Total cost (mature) | GHG performance | Total efficiency | Technology maturity |
|--|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Single molecule fuels | | | | |
| Methanol | + | ++ | + | + |
| DME | + | ++ | + | + |
| Methane – CBG | + | ++ | + | + |
| Ethanol from cellulose (E85) | - | + | -- | ++ |
| Drop-in fuels | | | | |
| Gasification-based gasoline (MTG) | + | ++ | - | + |
| FT-Diesel | - | ++ | - | + |
| Bio oil-based diesel (fast pyrolysis and hydrotreatment upgrading) | - | + / ++ ^a | + | - |
| Bio oil-based gasoline (fast pyrolysis and hydrotreatment upgrading) | + | + / ++ ^a | + | - |
| Bio oil-based diesel (hydrolysis) | + | + / ++ | + | - |
| Bio oil-based gasoline (hydrolysis) | ++ | + / ++ | + | - |
| Diesel (lignin pre-treatment and upgrading) | + | + / ++ ^a | ++ | - |
| Gasoline (lignin pre-treatment and upgrading) | ++ | + / ++ ^a | ++ | - |
| Electrofuels | | | | |
| e-methanol | - | + / ++ ^b | | ++ |
| e-DME | -- | + / ++ ^b | | ++ |
| e-FT-diesel (drop-in fuel) | -- | + / ++ ^b | | + |

Slutsatser

- Ingen tydlig vinnare har identifierats mellan drop-in och enmolekylära drivmedel, varken för bilar eller lastbilar
- För lastbilar, presterar både enmolekylära bränslen i form av metanol och DME och drop-in bränslen i form av diesel baserat på lignin och från hydrolyspåret bäst (givet hög GHG-prestanda)
- För bilar presterar drop-in bränslen som bensin från lignin och hydrolysis väl i samlade bedömningen men tätt följt av enmolekylära bränslen i form av metanol, DME och metan och andra drop-in bränslen
- För bilar, presterar bensin-vägarna generellt sett bättre än diesel-vägarna
- Tekniskmognadsgraden påverkar osäkerheterna (kostnader och GHG)
- Största delen av kostnaden utgörs av fordonet följt av bränslet (framförallt bilar). Infrastrukturen är en liten del av totalkostnaden i samtliga fall

Slutsatser och diskussion (P)



- Två strategier (vägar) kvarstår,
 - (i) antingen använda existerande drivmedelsinfrastruktur med mer inblandning så länge den finns kvar (rimligt för bilar) eller
 - (ii) pga osäkerheter i nya tekniker investera i enmolekyköra bränslen som metanol och DME dvs ny tank (ev. för lastbilar).
- Nuvarande situation och socio-tekniska aspekter t ex kopplat till infrastruktur, intresse etc. påverkar förutsättningarna för de två spåren
- Bara bränslen från skogsbaserad biomassa som ingår (t ex inte biogas och etanol från andra råvaror)
- DME och metanol har potential att ha avsevärt högre resurseffektivitet än FT diesel (FT 30% lägre, jämför med hybridisering)

Droppar i tanken eller ny tank: Vilken väg ska tunga respektive lätta transporter ta och i vilken utsträckning – vad tycker ni? (P)

Hör gärna av er!

tomas.lonnqvist@ivl.se; julia.hansson@ivl.se;

patrik.klintbom@ri.se; erik.furusjo@ri.se; kristina.holmgren@ri.se

Kombinationer bränsle-fordon

| Bränsle | Fordon | Motortyp |
|---|--|---|
| Metanol | Lastbil: MeOH95/MD95 Bil: M85 | (ottomotor resp. dieselmotor) (ottomotor) |
| DME | Lastbil Bil | (dieselmotor) (dieselmotor) |
| Metan | Lastbil: LBG Lastbil: CBG Bil: CBG | (dieselmotor eller ottomotor) (ottomotor) (ottomotor) |
| Cellulosabaserad etanol | Lastbil: ED95 Bil: E85 | (dieselmotor) (ottomotor) |
| Förgasningsbaserad bensin (MTG) | Bil: Drop-in | (ottomotor) |
| FT-diesel | Lastbil: Drop-in Bil: Drop-in | (dieselmotor) |
| Diesel och bensin från uppgradering av pyrolysolja genom vätebehandling | Lastbil/bil diesel: Drop-in Bil bensin: Drop-in | (dieselmotor) (ottomotor) |
| Biooljebaserad diesel och bensin från hydropyrolys. | Lastbil/bil diesel: Drop-in Bil bensin: Drop-in | (dieselmotor) (ottomotor) |
| Diesel och bensin från förbehandling och uppgradering av lignin | Lastbil/bil diesel: Drop-in Bil bensin: Drop-in | (dieselmotor) (ottomotor) |