

# Sydtrafik: Alternative drivmidler og økonomi

Jens Groth Lorentzen

1

13. MAJ 2019  
MILJØKONFERENCE ROSKILDE 2019

COWI

# Hovedformål

- > Mulighederne for at anvende alternative drivmidler i busserne i Sydtrafik
- > En løsningen der
  - > er uden væsentlige tekniske problemer
  - > er økonomisk realistisk
  - > forbedrer miljøet
  - > gennemførlig uden omlægninger og køreplanændringer



# Hvad gjorde vi?

## Komparativ vurdering

- > De miljømæssige effekter – i form af CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, partikler, støj
- > De nødvendige investeringer – er behovet stort eller begrænset?
- > Driftssikkerheden – er teknologien stabil og gennemprøvet?
- > Tilgængeligheden til drivmidler – umiddelbare adgangs-, transport- og opbevaringsforhold
- > De driftsøkonomiske aspekter – bliver det markant dyrere end i dag?
- > Begrænsninger i planlægning og køremønstre

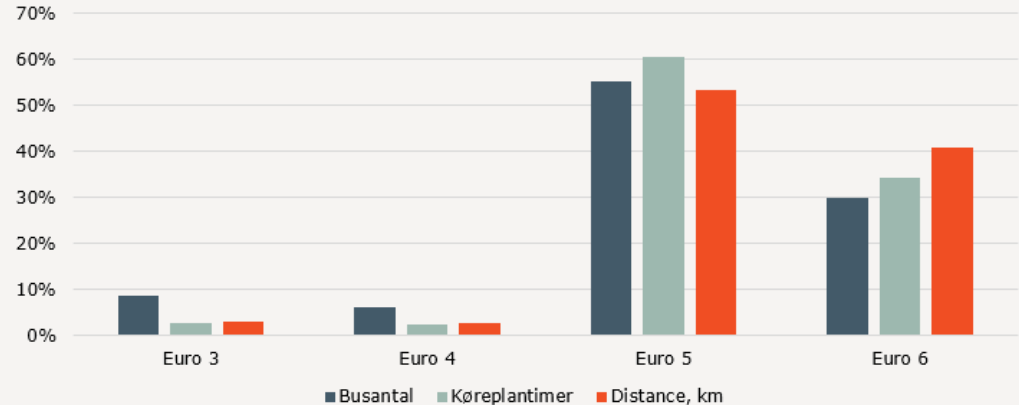
# Aktuel busstandard

- > 412 kontraktbusser

Heraf

- > 49 gasdrevne
- > 3 hybridbusser (el/diesel)
- > Langt hovedparten 12-meter busser
- > 70.500 køreplankm. pr. år pr. bus
- > Årlig totalomkostning 576 mio. kr.

## Bussernes EURO-standard



## Aktuelle emissioner

Årlig udledning	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (ton)	Partikler – PM (kg)
Sydtrafik samlet	25.300	80,3	422

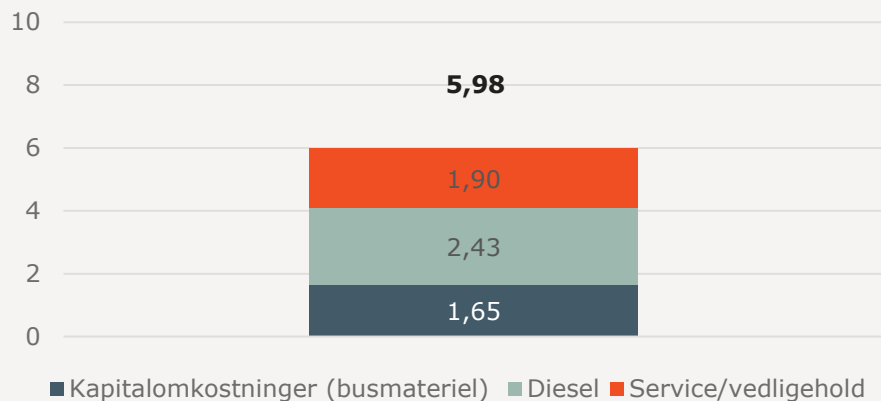
Årlig udledning (EURO VI)	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (ton)	Partikler – PM (kg)
Sydtrafik samlet	25.300	10,5 (-87 %)	113 (-73 %)

# Beregningsforudsætninger

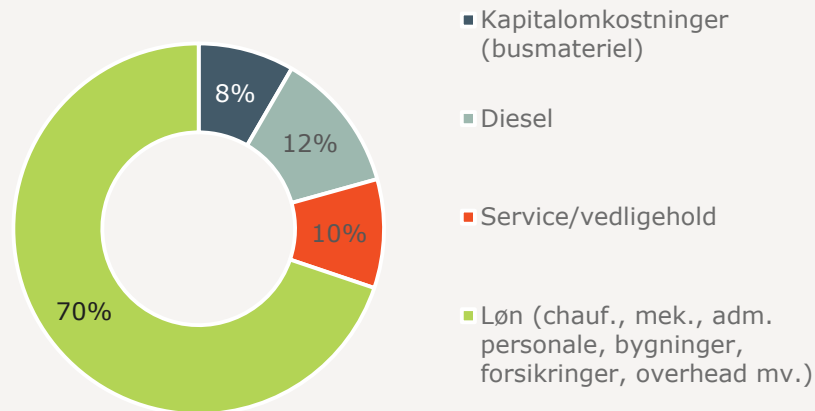
- > Indkøb 12-meter dieselbus – ca. 1,64 mio. kr.
- > Afskrivningsperiode – 12 år
- > Scrapværdig – ca. 15%
- > Service & vedligeholdelsesomkostninger ca. 1,9 kr./km
- > Diesel koster 7,50 kr./l (ekskl. moms på energiafgift, men inkl. rabatter)
- > Gnm. 3,1 km. pr. liter diesel i Sydtrafik

# Drifts- og totale operatøromkostninger

Køretøjsafhængige driftsomkostninger/km



Sydtrafiks totale operatørudgifter



Dieselbus (EURO VI)	Årlige driftsudgifter for én bus	Årlige driftsudgifter for 412 busser	Total omkostninger for Sydtrafik
Gennemsnitlig bus	0,42 mio. kr.	173,8 mio. kr.	576,0 mio. kr.

# Alternative drivmidler

- > Syntetisk diesel
- > Biogas
- > Hybridbusser og plugin hybrid
- > El (depot-charging/opportunity-charging)
- > Brint
  
- > Diesel er reference (EURO VI)





# Syntetisk diesel

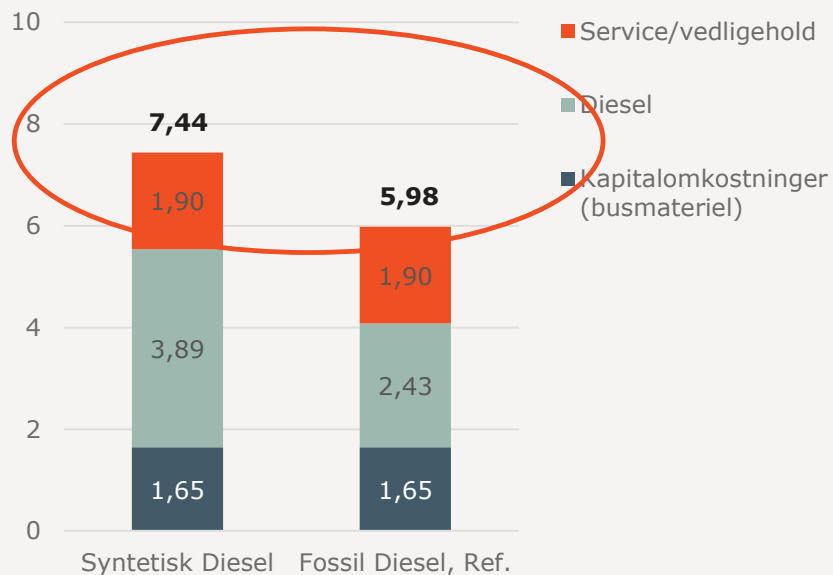
## > Fordele

- > Anvendes rent eller i blanding
- > Året rundt
- > Ingen modifikationer på materiel
- > Reducerer CO<sub>2</sub> med 40-90%
- > Reducerer NOX med 10%
- > 30% færre partikler

## > Ulemper

- > Ingen produktion i DK
- > Transporten fordyrer yderligere
- > Få distributører
- > 1G HVO koster ca. 2-3 kr. mere pr. liter
- > 2G HVO koster ca. 12 kr. mere pr. liter alt inklusiv

# Syntetisk diesel



	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (ton)	Partikler – PM (kg)
Syntetisk diesel	3.300 (-87 %)	9,6 (-9 %)	75 (-33 %)

	Syntetisk diesel
Årlige driftsudgifter for én bus	0,53 mio. kr.
Årlige driftsudgifter for 412 buser	216,3 mio. kr.
Total omkostninger for Sydtrafik	618,5 mio. kr.
Forskel fossil diesel	<b>7 %</b>

# Biogas

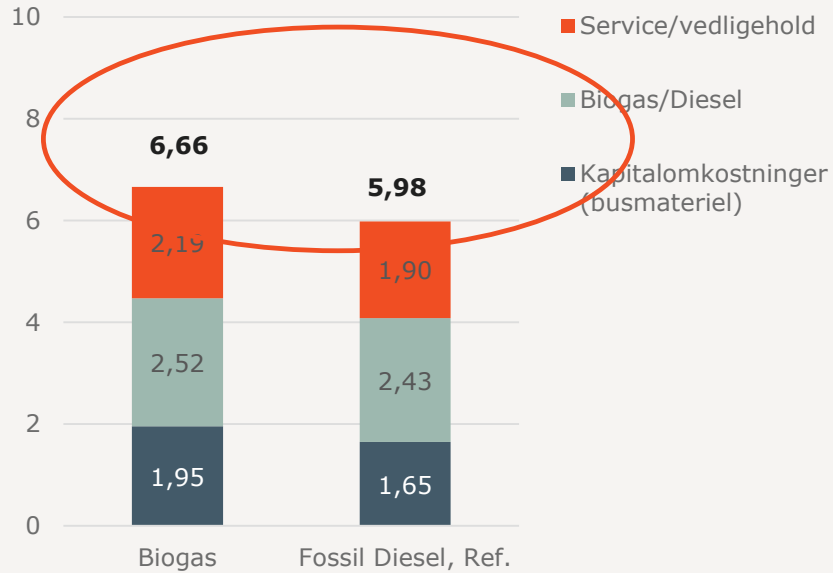
## > Fordele

- > Kendt teknologi
- > Gennemprøvet og driftssikkert
- > Udbygget distributionsnet
- > CO<sub>2</sub> reducerende
- > Mere lydsvage

## > Ulemper

- > Øgede udgifter til indkøb og vedligehold af bus
- > Mindre scrapværdi på bussen (10%)
- > Samlede højde øges med 10-30 cm.
- > Øget forbrug pr. km (ca. 15%)

# Biogas



	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (ton)	Partikler – PM (kg)
Biogas	0 (-100 %)	10,5 (- %)	113 (- %)

	Biogas
Årlige driftsudgifter for én bus	0,47 mio. kr.
Årlige driftsudgifter for 412 busser	193,6 mio. kr.
Total omkostninger for Sydtrafik	595,8 mio. kr.
Forskel fossil diesel	<b>3 %</b>

# Hybrider

- > Hybridbus – to motorer typisk el/diesel
- > Plugin-hybridbus – yderligere ekstra batteripakke



# Hybrider

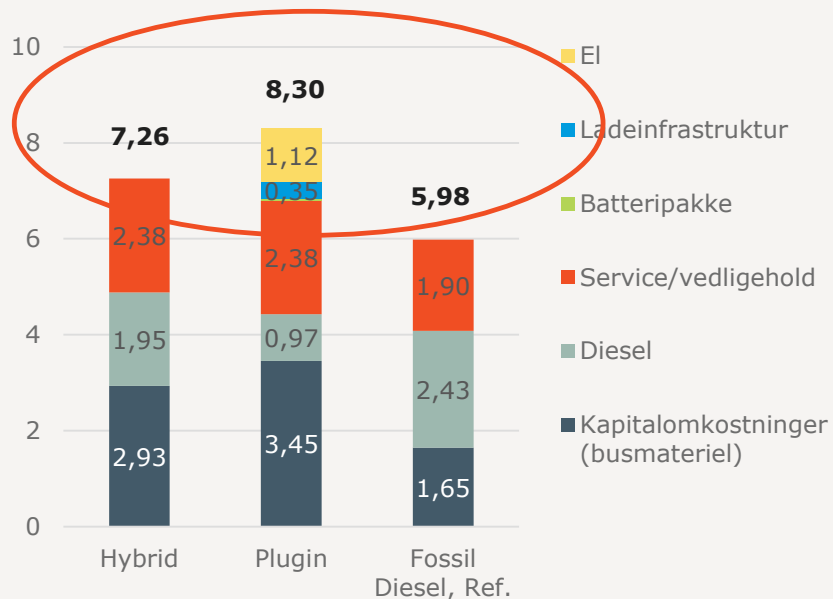
## > Fordele

- > Lavere brændstofsforbrug (-20-30%)
- > Klimabelastning reduceres og lavere udledning (-20-30%)
- > Mindre støj
- > Bedre acceleration

## > Ulemper

- > Høj indkøbspris
- > Batterier begrænset levetid og skal udskiftes ca. hvert 4.-6. år
- > Højere omkostning til service og vedligehold (2 systemer) ca. 15-25%
- > Forsøg viser, at de miljømæssige fordele er vanskelige at opnå (danske forsøg har vist kun 0-5%)

# Hybrider



	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (ton)	Partikler - PM (kg)
Hybrid	20.200 (-20 %)	8,4 (-20 %)	90 (-20 %)
Plugin	10.100 (-60 %)	4,2 (-60 %)	50 (-60 %)

	Hybrid	Plugin
Årlige driftsudgifter for én bus	0,51 mio. kr.	0,42 mio. kr.
Årlige driftsudgifter for 412 busser	210,9 mio. kr.	241,1 mio. kr.
Total omkostninger for Sydtrafik	613,2 mio. kr.	643,4 mio. kr.
Forskel fossil diesel	<b>6 %</b>	<b>12 %</b>

# El-drevne busser

- > Depot-charged
- > Opportunity-charged





# El-drevne busser

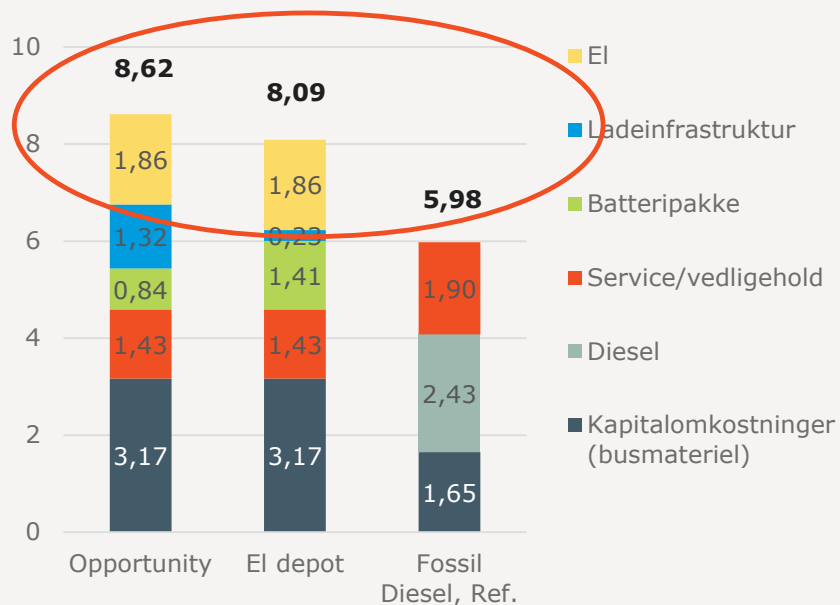
## > Fordele

- > 0-emission
- > Lavere brændstofomkostninger (-40%)
- > Lavere støj
- > Stor tilgængelighed – eksisterende net
- > Lavere service- og vedligeholdelsesomkostninger (-25%)
- > Elmotorer isoleret set kendt teknologi
- > Markant fokus

## > Ulemper

- > Markant højere indkøbspris (faktor 2)
- > Udgifter til ladestandere
- > Usikkerhed om skrapværdien
- > Usikkerhed på vedligehold – levetid af batterier mv.
- > Bortskaffelse af batterier
- > Begrænset rækkevidde
- > Mindre passagerkapacitet
- > Flexibilitet i ruteændringer (OC)

# El-drevne busser



	CO <sub>2</sub> (ton)	NO <sub>x</sub> (ton)	Partikler – PM (kg)
El	0 (-100 %)	0 (-100 %)	0 (-100 %)

	Depot charged	Opportunity charged
Årlige driftsudgifter for én bus	0,57 mio. kr.	0,61 mio. kr.
Årlige driftsudgifter for 412 busser	235,2 mio. kr.	250,5 mio. kr.
Total omkostninger for Sydtrafik	637,4 mio. kr.	652,7 mio. kr.
Forskel fossil diesel	<b>11 %</b>	<b>13 %</b>

# Brint

## > Fordele

- > 0-emission
- > Lavere støj
- > God rækkevidde

## > Ulemper

- > Markant højere indkøbspris (faktor 3-4)
- > Høje service- og vedligeholdelseomkostninger
- > Lav driftssikkerhed – mange nedbrud
- > Langsommelig påfyldning
- > CO<sub>2</sub> udledning ved produktion et problem
- > Kort levetid på brændselsceller

# Sammenfatning

## %-REDUKTION

✓	0-24
✓✓	25-49
✓✓✓	50-74
✓✓✓✓	75-99
✓✓✓✓✓	100

	Diesel, fossilt	Syntetisk diesel	Biogas	Hybridbus	Plugin Hybrid	El - depot charging	El - opportunity charging	Brint
CO <sub>2</sub>	-	✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓
NO <sub>x</sub>	-	✓	-	✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓
Partikler	-	✓✓	-	✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓

Støj	-	-	- 3dB(A)	- 7dB(A)	- 7dB(A)	- 7dB(A)	- 7dB(A)	- 7dB(A)
------	---	---	----------	----------	----------	----------	----------	----------

	Diesel, fossilt	Syntetisk diesel	Biogas	Hybridbus	Plugin Hybrid	El - depot charging	El - opportunity charging
Total udgift (index)	100	107,4	103,4	106,4	111,7	110,6	113,3