

Beregning af energiforbrug til Maersk containerskibe og tilhørende nødvendig el-produktion samt beregning af e-metanol prisen per ton

SHIP-DESMO beregning for et 10000 TEU containerskib:

Emissions and energy demand

Default Alternative 1 Alternative 2

		70	70	70
Capacity utilization (100 % ~ design condition)	%			
Actual deadweight	tons	88572	88572	88572
Technical parameters				
Deadweight	tons	117004	117004	117004
TEU capacity		10000	10000	10000
Maximum payload	tons	94773	94773	94773
Typical payload	tons	66341	66341	66341
Fuel tank capacity	m ³	22346	22346	22346
Main engine power	kW	54661	54661	54661
Maximum service speed	knots	23.5	23.5	23.5
Typical operational speed	knots	18.8	18.8	18.8
Length pp	m	324.20	324.20	324.20
Breadth	m	45.97	45.97	45.97
Maximum draught	m	15.05	15.05	15.05
Payload i.e. cargo only	tons	66341	66341	66341
Deadweight/TEU	dwt/TEU	12.7	12.7	12.7
Payload/TEU	t/TEU	9.5	9.5	9.5
Actual draught	m	12.85	12.85	12.85
Ship speed	knots	23.5	18.8	14.1
Speed dependency exponent N (Power = constant V ^N)		3.3	2.9	2.6

Energy demand

Energy demand per hour	GJ/hour	373	199	104
Energy demand per nautical mile	GJ/nm	15.9	10.6	7.4
Energy demand per ton payload per nautical mile	MJ/t/nm	0.239	0.159	0.111
Energy demand per ton deadweight per nautical mile	MJ/dwt/nm	0.179	0.119	0.083
Energy demand per ton payload per km	g/t/km	0.129	0.086	0.060
Energy consumption - maximum payload				
Low speed	GJ/nm			
Typical operational speed	GJ/nm			
Maximum service speed	GJ/nm			
Energy consumption - typical payload				
Low speed	GJ/nm	7.359		
Typical operational speed	GJ/nm	10.577		
Maximum service speed	GJ/nm	15.853		

Methanol consumption

Methanol consumption per hour	t/hour	17.71	9.45	4.93
Methanol consumption demand per nautical mile	kg/nm	753	503	350
Methanol consumption per ton payload per nautical mile	g/t/nm	11.36	7.58	5.27
Methanol consumption per ton deadweight per nautical mile	g/dwt/nm	8.51	5.68	3.95

CO₂ emissions

CO ₂ emissions per hour	t/hour	2.8	1.5	0.8
CO ₂ emissions per nautical mile	kg/nm	118	79	55
CO ₂ emissions per ton payload per nautical mile	g/t/nm	1.8	1.2	0.8
CO ₂ emissions per ton deadweight per nautical mile	g/dwt/nm	1.3	0.9	0.6
CO ₂ emissions per ton payload per km	g/t/km	1.0	0.6	0.4
AER (CO ₂ per ton maximum deadweight per nautical mile)	g/dwt/nm	1.0	0.7	0.5

Metanolforbrug per time ved 18.8 knob: 9.45 t/time

Metanolforbrug per år (sejlads 75 % af tiden): $365 \times 24 \times 0.75 \times 9.45 = 62087$ tons

Energiforbrug per time: 199 GJ/time

Energiforbrug per år (sejlads 75 % af tiden): $365 \times 24 \times 0.75 \times 199 = 1307430$ GJ
 $= 1307430000$ MJ

Energiforbrug per år i kWh: $1307430000/3.6 = 363175000$ kWh

Energiforbrug per år i TWh: $= 363175000/1000000000 = 0.363$ TWh

For Kassø projekt gælder, at produktionsanlægget vil producere 32.000 tons metanol om året med et teoretisk maksimum på op til 44.000 tons årligt. Produktionen baseres på et årligt el-forbrug på 364 GWh. Dette betyder, at der for Kassø projektet kræves 2.1 gange el-energi per energienhed i metanolen for at producere metanolen. Det betyder, at der for at producere e-metanol til et 10000 TEU containerskib kræves: $2.1 \times 0.363 = 0.762$ TWh

Iflg. Energistyrelsens seneste analyseforudsætninger, AF24 vil 10.6 GW vindmøller kunne producere 35.5 TWh el-energi per år.

Samlet vindmølleeffekt/el-forbrug per skib: $0.762/35.5 \times 10.6 = 0.228$ GW

Maersks samlede container kapacitet er iflg.

<https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/> 4631427 TEU

10 % af denne kapacitet svarer til: $0.1 \times 4631427/10000 = 46$ TEU cont. skibe

Den samlede vindmøllekapacitet for at klare nødvendig el-produktion til brug for produktion af e-metanol til 10 % af Maersk flåden bliver: $46 \times 0.228 = 10.5$ GW
(3 – 4 energiøer á 3 GW)

Økonomiske forhold vedr. Kassø projektet

Anlægsprisen for Kassø projektet inklusiv den tilhørende solcelle park er knap 2 mia. kr, hvilket betyder at anlægsprisen for et anlæg der kan levere e-metanol et Maersk containerskib på 10.000 TEU bliver: $62087/32000 \times 1.8$ mia. kr = 3.5 mia. kr

For i alt 46 containerskibe bliver anlægsprisen: $46 \times 3.5 = 161$ mia. kr

Regnes der med en afskrivning over 20 år med 4 % rente bliver finansieringen af anlægget til 161 mia. kr: 11.9 mia. kr per år.

Prisen for el-produktionen til i alt 46 skibe beregnes på basis af en grundpris på 0.2 kr per kWh, hvilket giver flg. el pris for 46 skibe: $46 \times 0.762 \times 0.2 \times 10^9$ kr = 7.0 mia. kr

Den samlede pris per ton metanol, dvs. anlægsomkostninger + el forbrug bliver 18.9 mia.kr. Lægger man dertil alle de øvrige udgifter til drift og vedligehold – inkl. opsamling og transport af CO₂, bliver den samlede årlige udgift formentlig omkring 22 mia. kr, dvs. $22 \times 1000000000/46/62087 = 7703$ kr per ton metanol.

Energistyrelsen giver et årligt tilskud til Kassø projektet på godt 80 mio. kr. dvs. $80000000/32000 = 2500$ kr/ton , men selv det er ikke nok til at dække mankoen på 3700 kr, ned til den forventede markedspris på omkring 4000 kr per ton metanol.

Fabrikken må tage tabet på 1200 kr per ton eller også må kunderne betale en overpris på ca. 30 %.

Olieprisen på det internationale spotmarked er ca. 4000 kr/tons, men denne pris kan ikke umiddelbart sammenlignes med de 7700 kr per tons metanol, da man skal tage højde for, at et tons metanol kun indeholder ca. den halve energi i forhold til almindelig olie, så det prismæssige misforhold mellem de to brændstoftyper bliver endnu voldsommere. Metanolprisen per energienhed i forhold til olie bliver ca. 4 gange større, hvilket bliver den helt store økonomiske udfordring for skibsfarten de kommende år.

En opskalering af PtX anlægget, dvs. en øget masseproduktion med en forventet effektivisering af metanol produktionen vil forhåbentlig reducere det prismæssige misforhold i forhold til de fossile brændstoffer, så det kan reduceres væsentligt. Men vi når næppe derved, hvor metanolen prismæssigt vil kunne konkurrere med de fossile brændstoffer, der dog til metanolens fordel vil blive pålagt CO₂ afgifter de kommende år via kvotesystemer.

Dette notat er udarbejdet af Hans Otto Kristensen

hokmarine@mail.dk – mobil: 4045 9020