

ER SJØTRANSPORT MILJØVENNLIG ?

Bjørn Foss og Svein Bråthen
Høgskolen i Molde

INNLEDNING

Gir økt satsing på bruk av skip mer miljøvennlig transport? Det er ikke noe entydig svar på dette spørsmålet. Mange forhold spiller inn, bl.a. transportvolum, transportdistanse, nødvendig tilbringertjeneste etc.

For å belyse denne problemstillingen utførte Møreforskning Molde, i 1996 en undersøkelse¹ på oppdrag fra Rederienes Landsforening. I denne undersøkelsen ble det foretatt sammenligninger mellom forskjellige transportalternativer på et antall nærmere spesifiserte strekninger i Norge. Sammenligningene var knyttet både til passasjer og godstransport. Undersøkelsen hadde som målsetting å klarlegge de miljømessige virkninger i form av CO₂ og NO_x utslipp ved de enkelte transportalternativer på strekningene. Andre problemstillinger vedrørende miljø og transport som støy, ulykker og kødannelser ble ikke behandlet i rapporten.

De transportalternativer som ble sammenlignet var mellom hurtigbåt og fly/veitransport på passasjersiden og mellom kystgodsskip og vei/jernbane på godssiden. For øvrig ble det også foretatt sammenligninger mellom en internasjonal ferjerute og vogntog mellom Norge og Kontinentet samt de miljømessige virkninger ved et større ferjeavløsningsprosjekt.

Miljøproblematikken vedrørende CO₂ og NO_x utslipp kan vurderes i forhold til spesifikt utslipp f. eks. gram/setekilometer eller i forhold til faktisk transportarbeid f. eks. gram/tonnkilometer. Den første måten indikerer det potensiale som ligger i å øke kapasitetsutnyttelsen, mens den andre viser den faktiske miljøbelastning i forhold til transportert mengde på en bestemt strekning. Ved undersøkelsen viste det seg at hurtigbåter kom særlig uheldig ut når det gjelder utslipp per passasjer sammenlignet med konkurrerende transportmidler (f. eks. fly) på grunn av lavere kapasitetsutnyttelse (15-25% sammenlignet med 60%). Tilbakelagt distanse for å komme fra "A" til "B" vil variere for de enkelte transportmidler noe som også vil kunne påvirke den miljømessige "konkurranse" transportmidlene imellom. Resultatene viser at strekningsspesifikke vurderinger er nødvendige når man skal studere miljøvirkningen av ulike transportmidler.

HURTIGBÅTER

Hurtigbåter utgjør et viktig element i persontransporten i flere norske kystdistrikter. Hurtigbåtenes størrelse og rutestruktur varierer sterkt, fra ruter som er å betrakte som en del av de kollektive transporttilbud i byers nærrområde til ruter som betjener større kystområder. På kortere ruter konkurrerer hurtigbåtene i hovedsak med lokale bilruter og personbil, mens konkurransen over lengre strekninger også kan være mot fly.

Fra slutten av 1970 årene gikk hurtigbåtutviklingen i retning av høyere hastighet og båter med bedre komfort. På enkelte strekninger førte dette til at det ble satt inn større og hurtigere fartøyer enn tidligere. Selv om fartøyene var større innebar ikke dette en tilsvarende økning i passasjerkapasitet, en stor del av økningen i størrelse innebar at den enkelte passasjer ble tilbudt vesentlig bedre plass enn tidligere. Et eksempel på dette var innføringen av *Fjellstrand* 38.8 m katamaraner på ruter i Sogn og Fjordane. For å kunne tilby høy grad av komfort ble disse fartøyene innredet til å frakte 201 passasjerer. Tilsvarende katamaraner levert til en lokalrute i Tyrkia samtidig, hadde en passasjerkapasitet på mer enn det dobbelte.

Tabell 1. Bunkersforbruk og effekt behov for 42 m. katamaran ved forskjellig hastigheterⁱⁱ

Hastighet (knop)	33	35	37	39	41
Ytelse hovedmotorer (HK)	4350	5070	5850	6600	7450
Bunkersforbruk (l/time)	815	950	1100	1240	1975*

* Den sterke økning i bunkersforbruket skyldes gassturbiner som fremdriftsmaskineri

Økt hastighet innebærer en økning bunkersforbruk og derav økt CO₂ og NO_x utslipp. dette kommer tydelig fram ved å sammenligne bunkersforbruket for en 42 m. katamaran ved alternative hastigheter. Ved å øke hastigheten fra 33 til 37 knop, som er et aktuelt hastighetsområde, steg bunkersforbruket pr. time med 35%. (Tabell 1). Tas det hensyn til at en gitt distanse kan tilbakelegges på kortere tid, vil forbruket for en gitt tur stige med 20-25%. I denne forbindelse skal det legges merke til at det kan være et dilemma for rederiene i å avveie konkurransefordelene ved økt hastighet mot de negative miljømessige virkningene.

Nærtrafikk

Vår undersøkelse så på to tilfeller av hurtigbåter i nærtrafikk. Den ene ruten går mellom Ålesund og Hareid i Møre og Romsdal fylke. Her benyttes en 31.5 m katamaran med plass til 236 passasjerer og en hastighet på 27 knop. Hurtigbåten bruker 25 minutter på strekningen. Til sammenligning er reisetiden med buss eller personbil henholdsvis 75-90 og 55-65 minutter avhengig av trafikkforholdene. Både buss og personbil er avhengig av ferje.

Ved beregning av CO₂ og NO_x utslipp ved transportalternativene kommer også ferjen inn i bildet. Å foreta en fordeling av bunkersforbruket på ferje mellom passasjerer og biler/busser byr på problemer. Ved denne undersøkelsen valgte vi å foreta en fordeling med utgangspunkt i ferjeregulativet. Ferjens bunkersforbruk og derved utslipp fordeles i henhold til kapasiteten målt i antall transportenheter. I denne forbindelse settes en personbilenehet (pbe) lik 3 transportenheter, hvor en person utgjør en transportenhet. (Ferjetakstene for en personbil er tre ganger høyere enn for passasjerer). Når personbilenes utslipp skulle anslås, ble det tatt hensyn til at bilenes fører inngår i ferjebillett for bil. Ferjeregulativet for buss tilsier at en buss utgjør 12 transportenheter. Det er klart at en slik vurdering kan være grunnlag for diskusjon. Noen kan hevde at det ikke er noen marginale endringer i utslipp av betydning så lenge ferjen går med uendret tilbudt kapasitet. Vi mener likevel at utslippene bør knyttes til de aktuelle transportere for å få en realistisk sammenligning mellom alternativene.

Ferjetransportens utslipp utgjør en betydelig del av de totale utslipp knyttet til bruk av personbil eller buss mellom Ålesund og Hareid, anslagsvis mellom 60 og 80% av CO₂ og 50 til

95% av NO_x utslippet (den særlig høye andel for NO_x er forutsatt at personbilene er utstyrt med katalysator).

På ruten Ålesund-Hareid er CO₂ utslippet (inkl. indirekte utslipp) omtrent 2.2 ganger høyere enn ved bruk av buss, men nesten 20% lavere enn ved bruk av personbil med bare en passasjer. Er det to personer i bilen er utslippet per passasjer omtrent 30% lavere enn ved bruk av hurtigbåten. Når det gjelder NO_x utslipp er utslippene pr. passasjer gjennomgående høyere for hurtigbåten enn for de andre transportalternativene, og ligger på ca. 350 gram per passasjer.

Tabell 2. CO₂ og NO_x utslipp for forskjellige transport alternativer mellom Hareid og Ålesund, inkl. indirekte utslipp. For busstransport er det regnet med en gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse på 20%ⁱⁱⁱ.

Transportalternativ	CO ₂ utslipp (gram)		NO _x utslipp (gram)	
	Per passasjer	Per sete	Per passasjer	Per sete
Hurtigbåt	13 700	2 150	350	56
Buss/ferje	6 150	3 850	164	96
Personbil/ferje - 1 person	16 700	6 750	340 (284*)	146 (131)
- 2 personer	10 700	6 750	210 (182)	146 (131)
- 4 personer	6 750	6 750	146 (131)	146 (131)

* Tallene i parentes gjelder personbiler utstyrt med katalysator

Hurtigbåtruten har en meget lav kapasitetsutnyttelse. Tall fra rederiet viser at den gjennomsnittlige kapasitetsutnyttelse i 1995 på 15.7%. Det er derfor relativt sett et stort potensiale for å redusere utslippene per passasjer for hurtigbåten.

På strekningen Ålesund-Hareid er trafikken så stor at bruk av en alternativ hurtigbåt kan være av interesse. I denne forbindelse ble det vurdert to hovedalternativer; bruk av en stor hurtigbåt med forskjellige typer motorer og fremdriftsanlegg eller bruk av to mindre hurtigbåter. I det siste alternativet var det aktuelt å kjøre to fartøyer i rushtiden og bare ett utenom. Det viste seg at bruk av to mindre fartøyer ville gi en moderat reduksjon i CO₂ og NO_x utslipp (ca. 10%). En alternativ hurtigbåttype av omtrent samme størrelse og 2- eller 4 motorsanlegg ble vurdert. Med det mest gunstige motoralternativet som ga en marsjfart på 27 knop, var det mulig å oppnå en reduksjon i bunkersforbruk, og derved utslipp, på 40-50%. Alternative utgaver med høyere marsjfart (32 knop) ville også gi en viss utslippsreduksjon, i størrelsesorden ca.20%.

Mellom Slemmestad og Oslo sentrum ble det i 1996 benyttet en liten hurtigbåt med plass til 65 passasjerer. Denne hurtigbåten er et alternativ til bruk av personbil eller buss på strekningen. Selv under rushtidsforhold er CO₂ og NO_x utslippene fra denne hurtigbåten betydelig høyere enn for både buss og personbil. For å forvare bruk av en større og mer energiøkonomisk hurtigbåt er det trolig nødvendig med en trafikkøkning på ca. 300%. Med et slikt fartøy og samme kapasitetsutnyttelse som i dag, vil det kunne oppnås verdier for CO₂ utslipp som kan sammenlignes med bruk av personbil under rushtidsforhold. En slik trafikkøkning er trolig ikke realistisk på kort sikt.

Den største miljømessige fordelene med hurtigbåten ligger i en eventuell reduksjon i trafikken på hovedinnfartsåren til Oslo fra vest, Drammensveien. Sparte eksterne kostnader ved redusert køtrafikk utgjør mellom NOK 1.50 og 2.00 pr. kilometer^{iv}. Forutsatt at

gjennomsnittsbilisten kjører 15 km. på veinettet i Oslo, innebærer dette sparte køkostnader på kr. 23-30 pr. bil pr. virkedag. Forutsatt at 70 biler blir borte fra rushtrafikken pr. dag som følge av hurtigbåtruten, innebærer dette netto årlige besparelser i samfunnsøkonomiske kostnader på NOK 300-500 000.-. (det er korrigert for underdekning av CO₂ kostnader for hurtigbåten).

Konkurransen fly - hurtigbåt

I Norge er det direkte konkurranse mellom fly og hurtigbåt på enkelte strekninger. Undersøkelsen tok for seg strekningen Stavanger - Bergen. Hurtigbåtruten knytter imidlertid sammen også mellomstedene, i motsetning til flyrutene som bare betjener de to byene. Flyrutene konkurrerer med hurtigbåtruten (Flaggruten) i kraft av kortere reisetid og høyere frekvens. Hvis tilbringertjenesten tas i betraktning, er reisetiden med jettfly 105-115 minutter mot 4-4½ time med Flaggruten, noe avhengig av om båtbytte er nødvendig underveis. I følge Rutebok for Norge var det i juli 1996 128 avganger med fly i hver retning per uke mellom Bergen og Stavanger. Hovedtyngden av disse rutene ble drevet med jettfly av typen MD-80 eller 737. Enkelte ruter ble dessuten fløyet med propellfly, Fokker F-50 og tildels mindre fly. Flaggruten har til sammenligning 24 ukentlige turer i hver retning, men på 5 av disse er det nødvendig å bytte båt underveis. Ruten drives med 38.8 m og 40 m katamaraner fra Kværner Fjellstrand, med en passasjerkapasitet på henholdsvis 271 og 279. Flyene frakter årlig ca. 850 000 passasjerer på strekningen. Av den totale trafikken med Flaggruten på ca. 300 000 passasjerer pr. år, reiser omtrent 50 000 hele veien mellom Stavanger og Bergen. Hovedtyngden av Flaggrutens trafikk er således til og fra steder underveis.

Flyene har en gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse på 60%, mens Flaggruten bare utnytter 23-24% av antall tilbudte seter. Selv om katamaranene oppviser gunstige tall for CO₂ utslipp sammenlignet med jettfly på strekningen Stavanger-Bergen, fører den lavere kapasitetsutnyttelsen til et vesentlig høyere utslipp per passasjer. Når det gjelder NO_x utslipp kommer hurtigbåtene dårligere ut uansett kapasitetsutnyttelse.

Tabell 3. CO₂ og NO_x utslipp for fly og hurtigbåt på strekningen Stavanger-Bergen inkludert tilbringertjeneste med buss mellom flyplassene og bysentrum.

Transportmiddel	Utslipp (gram)			
	CO ₂		NO _x	
	Per sete	Per passasjer	Per sete	Per passasjer
Boeing 737	32 340	54 050	106	185
Fokker F-50	22 940	38 400	106	185
MD 80	32 560	54 500	106	185
Flaggruten	23 800	103 500	642	2 800

Det ligger et visst potensiale for reduksjon av CO₂ og NO_x utslipp for hurtigbåter. Ny motorteknologi vil trolig gi en reduksjon i spesifikt bunkersforbruk (gram/hktime) på 10-11%. I følge representanter for MTU, i løpet av de siste 3-4 år vært en reduksjon i NO_x utslipp for hurtigløpende dieselmotorer på 30-40%. Dessuten ligger det et potensiale i redusert bunkersforbruk som følge av bedre skrogformer og fartøytyper mer tilpasset driftsforholdene i Flaggruten på ca. 20% .

Flaggruten har dessuten et større potensiale for utslippsreduksjon enn flyrutene som følge av bedret kapasitetsutnyttelse. Imidlertid står flyene i den sterkeste konkurranseposisjonen mellom Stavanger og Bergen på grunn av sin høyere frekvens og kortere reisetid. Flaggruten er dessuten mer følsom for svingninger i drivstoffprisene og CO₂ avgift enn flyrutene.

Hurtigbåtene er i dag blant de persontransportmidler som bidrar mest til luftforurensing i forhold til antall passasjerer transportert. Imidlertid må det tas hensyn til at hurtigbåtene i mange kystdistrikter representerer det eneste hurtiggående transportalternativ.

GODSTRANSPORT

På strekninger hvor godstransport med skip er aktuelt vil transportbrukerne kunne velge mellom bruk av ruteskip eller skip i trampfart. Ruteskipene har tradisjonelt konsentrert seg om transport av stykkgoods, i dag hovedsakelig transportert på pall eller i containere. Trampskip benyttes fortrinnsvis til transport av gods i bulk eller for transport av store partilaster. Selv om mange trampskip i kysttrafikk er gamle, finnes det også nyere skip som er beregnet på transport av palletert last. Utviklingen har således ført til at forskjellen mellom ruteskip og trampskip er blitt redusert.

Kystruteskipene i Norge møter hovedsakelig konkurranse med lastebilnæringen. På enkelte relasjoner, som f.eks. Oslo-Bodø, kan også jernbane være en sterk konkurrent. Konkurransen med fly er ubetydelig.

Tabell 4. Eksempler på motoreffekt i forhold til lasteevne for vogntog, typisk dieseldrevet godstog og godsskip i kystfart.

Transportmateriell	Lasteevne (tonn)	Motor (HK)	Hastighet (km/t)	HK/tonn lasteevne	HKt/tonnkm
Kystruteskip	2 700	3 000	25	1.1	0.044
Kystruteskip	1 200	2 050	21	1.7	0.081
Kystruteskip	950	600	18	0.065	0.036
Diesel godstog	850	3 600	60-80	4.25	0.061
Vogntog	30	500	60-80	16.5	0.236

I utgangspunktet er effektbehovet ved fremføring vesentlig lavere med skip enn med konkurrerende transportmidler. Tabell 4 gir enkelte eksempler på forholdet mellom motoreffekt og lasteevne for noen kystruteskip, vogntog og dieseltog.

Det er store variasjoner i skipenes bunkersforbruk avhengig av størrelse, hastighet og alder. Kystgodsskip bygd i midten av 1980-årene har vesentlig bedre driftsøkonomi enn skip av tilsvarende konstruksjon bygd i perioden 1976-78.^v Forøvrig er det store variasjoner også for skip av samme størrelse og årsklasse.

De siste 20 år har det foregått en betydelig forbedring av lastebilenes drivstofforbruk. Tall fra Volvo indikerer en reduksjon i drivstofforbruk på over 40% pr. tonnkm. for vogntog.

Strekningen Oslo-Bodø

Konkurransen med landtransport påvirkes av forskjeller i transportdistanse. For å se hvorledes CO₂ og NO_x utslippene varierte med forskjellige transportstrekninger ble det foretatt sammenligninger på to strekninger hvor konkurranseforholdene i utgangspunktet er ulike, nemlig mellom Stavanger-Ålesund og Oslo-Bodø.

Mellom Oslo og Bodø er sjøveien ca. 40% lenger enn langs vei og jernbanen. Distansen sjøveien er 932 n.mil (1 726 km). Likevel er CO₂ og NO_x utslippene for

kystgodsskipene 10-30% lavere enn vogntog forutsatt full kapasitetsutnyttelse. På denne strekningen har imidlertid godstog de laveste utslippsverdiene, ca. 45% lavere enn for vogntog ved de lastmengder pr. tur som vist i tabell 5^{vi}. Denne tabellen viser eksempler på utslipp ved to forskjellige kyststruteskip. M/S Nordskott er et av de nyeste ruteskip på Norske kysten, mens M/S Faste Jarl er bygd så langt tilbake som 1966. Dette skipet har likevel et forholdsvis gunstig bunkersforbruk.

Biltransport kan avvikles etter behov med en realistisk kjøretid Oslo-Bodø på 2 døgn. Forskjellige ruterederier har tilsammen 3-4 ukentlige avganger. Rutetiden er fra 5½ til 7/8 døgn. NSB har daglige godstog mellom Oslo og Bodø. Transporttiden er 22 timer, men med ankomst Bodø om kvelden vil utlevering av godset stort sett foregå neste morgen.

Tabell 5. CO₂ og NO_x utslipp for enkelte kystgodsskip, vogntog og godstog på jernbane på strekningen Oslo-Bodø.

Transportmiddel	Last (tonn)	Utslipp på turen (kg)		Utslipp pr. tonn (kg)	
		CO ₂	NO _x	CO ₂	NO _x
M/S Nordskott	1 800	97 500	2 094	54.4	1.2
M/S Faste Jarl	860	63 500	1 355	73.8	1.6
Godstog	600	26 200	560	43.7	0.95
Vogntog	20	1 570	37	76.6	1.85

Strekningen Stavanger-Ålesund

Mellom Stavanger og Ålesund er seilingsdistansen 263 n.mil (487 km), mens vogntogene må tilbakelegge en distanse på 603 km. I tillegg kommer 7 ferjesamband med en samlet overfartstid på 2 timer 40 minutter. Transporttiden for vogntog på strekningen er 15 timer. Enkelte skip anløper steder i Møre og Romsdal med betydelig deviasjon i forhold til mer rettlinjert seilas. Da dette ikke gjelder alle rutene er disse anløpene ikke tatt med i beregningene.

Undersøkelser på ferjene viser at vogntog gjennomsnittlig har en kapasitetsutnyttelse på 60%. Hvis det regnes med samme kapasitetsutnyttelse på ruteskipene som på vogntogene vil CO₂ og NO_x utslippet pr. tonn transportert med vogntog ligge 2-3 ganger høyere enn med skip.

Tabell 6. Drivstofforbruk pr. tonn transportert mellom Stavanger og Ålesund for enkelte gods ruteskip og vogntog. Gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse 60%.

Transportmiddel	Lasteevne (tonn)	Last (tonn)	Drivstofforbruk (liter)	
			På turen	Pr. tonn
M/S Nordskott	2 700*	1 620	10 550	6.5
M/S Sunnmøre	2 067*	1 240	7 300	5.6
M/S Jotunheim	1 692*	1 015	10 200	9.9
Vogntog	30	18	320	17.8

* Tonn dødvekt

Vogntog har en fordel i å være en forholdsvis liten transportenhet. Dette gir stor fleksibilitet og bedre muligheter til å oppnå høyere kapasitetsutnyttelse enn skipene. På strekninger hvor distansene lande- eller sjøveien er omtrent like lange, vil sjøtransport i utgangspunktet klart være mest miljøvennlig. På en strekning som Stavanger-Ålesund må skipenes kapasitetsutnyttelse reduseres til 20 og 30% før utslippene pr. tonn transportert kommer opp på samme nivå som vogntogene.

De indirekte CO₂ og NO_x utslipp ved vegtransport utgjør 15-20% av de direkte utslipp, mens tilsvarende tall for sjøtransport er 1-2%. Hvis indirekte utslipp tas med i beregningene vil dette føre til en forskyvning i sjøtransportens favør.

Godstransport med hurtigbåt

Godstransport med hurtigbåt har vært foreslått i forbindelse med Nordsjøtrafikk. En sammenstilling av bunkersforbruket for to mulige hurtigbåter og noen Nordsjøskip viser at bunkersforbruket pr. tonnkm. er 20-25 ganger høyere for hurtigbåtene enn for de konvensjonelle skipene^{vii}.

Tabell 7. Bunkersforbruk pr. tonnkm. for noen Nordsjøskip og store hurtigbåter. Forutsatt full kapasitetsutnyttelse

Fartøy	Lasteevne (tonn)	Motor (HK)	Hastighet (km/t)	HK/tonn lasteevne	HKt/tonnkm	Bunkers (tonn/time)	Bunkers g/tonnkm
Ruteskip	4450	3680	25	0.87	0.035	0.62	5.6
Ruteskip	3041	5800	27.8	1.90	0.069	0.81	9.7
Ruteskip	2700	3000	25	1.1	0.044	0.42	5.6
Hurtigbåt	550	40000	70	72.7	1.031	5.76	149.6
Hurtigbåt	800	40000	65	50.0	0.770	5.76	110.8

En markedsanalyse utført av Holland og Foss^{viii} behandlet bl.a. en hurtigbåtrute for gods mellom Ålesund og Leith i Skottland basert på bruk av en hurtigbåt med 420 tonns lasteevne. Med en bunkerspris på NOK 2.-/liter, en marsjhastighet på 35 knop og 175 rundturer pr. år, ville bunkerskostnadene utgjøre 45% av de totale kostnader pr. rundtur. En eventuell CO₂ avgift vil virke langt sterkere inn på hurtigbåtens konkurranseevne enn for andre transportmidler.

INTERNASJONAL FERJETRAFIKK

Forutsatt en kapasitetsutnyttelse på 70% vil bruk av ferje til Kontinentet med utgangspunkt i ruten Oslo-Kiel, ikke gi noen miljømessig gevinst i form av redusert utslipp sammenlignet med å kjøre gjennom Danmark og Sverige. På strekningen Oslo-Hamburg blir drivstofforbruket pr. tonn transportert 5% lavere ved bruk av vogntog enn ved å frakte vogntoget på ferjen. Strekningen trafikkeres av to ferjer med en kapasitet på 700-770 personbiler. Med en hastighet på 22 knop er bunkersforbruket 3.5-3.8 tonn/time. I følge rederiet, Colorline, har ferjene en gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse på 50-55%.

Tas de indirekte utslippene med i beregning vil det foregå en viss forskyvning i ferjetransportens favør. Mellom Oslo og Hamburg kommer likevel bilalternativet gunstigst ut utslippsmessig dersom ferjens kapasitetsutnyttelse kommer under 60%. Dersom ferjens kapasitetsutnyttelse er 50% og vogntoget har 25 tonn last, vil kjøring gjennom Sverige og Danmark gi en reduksjon i CO₂ utslipp på 20% sammenlignet med ferjealternativet. Fordelingen av bunkersforbruk mellom de forskjellige typer trafikk å ferjen er foretatt etter samme prinsipp som på ferjene i eksemplet med transporter mellom Ålesund og Hareid. Dersom bruk av ferje innebærer en vesentlig innkorting av transportdistansen som f.eks. en ferjeforbindelse mellom Gøteborg og Amsterdam på strekningen Oslo-Amsterdam, vil dette kunne innebære miljømessige forbedringer sammenlignet med andre transportalternativer. De

miljømessige aspekter av internasjonal ferjetrafikk er således ikke entydige, men avhenger i stor grad av ferjestrekning, utgangspunktet for turen og lastens endelige destinasjon.

Tabell 8. CO₂ og NO_x utslipp for vogntog ved forskjellige transportalternativer mellom Oslo og Kontinentet. Det er regnet med 25 tonn last på vogntogene. (Bruk av tungolje som drivstoff for ferjene vil gi ca 10% høyere CO₂ utslipp)

Distanse	Transportalternativ	Utslipp pr. vogntog (kg)		Utslipp pr. tonn (kg)	
		CO ₂	NO _x	CO ₂	NO _x
Oslo-Hamburg	Ferje Oslo-Kiel	1 190	25.5	47.6	1.0
	Via Sverige og Danmark	1 140	26.1	45.6	0.55
Oslo-Amsterdam	Ferje Oslo-Kiel	2 115	46.7	84.5	1.9
	Ferje Göteborg-Amsterdam	1 760	33.5	70.4	1.35
	Via Sverige og Danmark	2 060	47.2	82.5	1.85

For vogntogoperatører kan det innebære kostnadmessige besparelser i størrelsesorden NOK 500.- til 2000.- ved å ta vogntoget på en ferje mellom Oslo og Kiel framfor å kjøre gjennom Danmark og Sverige. Bruk av ferjen gjør det også mulig å utnytte sjåførenes hviletid til forflytning. Samtidig innebærer bruk av ferje en reduksjon av trafikkbelastningen på veinettet. Virkningene av dette ble ikke vurdert i vår undersøkelse.

HØGSFJORDPROSJEKTET - FERJEAVLØSNING MED ØKT ENERGIBRUK.

I den norske debatten om ferjeavløsningsprosjekter har det ofte blitt hevdet at fast veiforbindelse representerer en mer energivennlig løsning enn fortsatt ferjedrift. Motstanderne av dette har hevdet at fast veiforbindelse medfører såvidt stor trafikkvekst at innsparingen i energibruk blir nøytralisert. Andre forhold som kan spille inn er om den faste veiforbindelsen medfører endret transportmiddelfordeling og endret kjøredistanse i forhold til situasjonen med ferjedrift.

Situasjonsbeskrivelse

Høgsfjordprosjektet avløser 2 ferjesamband. Det ene går fra Stavanger østover mot Strand kommune (Tau og Jørpeland). Det andre sambandet går over Høgsfjorden. Begge blir erstattet med en rørbru, Høgsfjordbrua. De reisende på det førstnevnte sambandet som ønsker å benytte bil til/fra Stavanger, må etter bygging av brua kjøre ca. 40 km ekstra rundt fjorden, og krysse Høgsfjordbrua. Biltrafikken mellom Stavanger og Strand kommune mister dermed tilbudet om direkte ferjetransport. De reisende som ikke vil benytte bil, skal etter planen kunne benytte et oppgradert hurtigbåttilbud framfor transport rundt fjorden.

Vi har beregnet energibruk og CO₂/NO_x-utslipp ved de to alternative transportløsningene, ferjedrift og fast veiforbindelse. Forutsetningene knyttet til trafikkvolum, trafikkfordeling og utforming av transportsystemet inkl. omfang av et oppgradert hurtigbåttilbud er hentet fra Statens vegvesens plandokumenter, trafikkberegninger og samfunnsøkonomiske analyser. Planlagt åpningstidpunkt er år 2002. Vi har beregnet endret energibruk i samme

analyseperiode som de samfunnsøkonomiske beregningene i Norge dekker, nemlig 25 år fra åpning.

For å kunne beregne endret energibruk som følge av endret veitransportarbeid, har vi gått inn i start-/målpointsmatrisen for biltrafikken i Høgsfjordsambandet, og regnet ut endringer i antall utkjørte km for hver hovedstrekning. Tabell 9 viser differansen i årsdøgnkilometer mellom dagens transportsystem og Høgsfjordprosjektet.

Tabell 9. Differansen i årsdøgnkilometer og samlet antall kjøretøykm 2002-2027

Trafikk	Endret utkjørt distanse	Endret utkjørt distanse i analyse-perioden (mill.km)
Sum eksist+overført+nyskapt	57 464	
Overført	2 112	
Eksisterende+nyskapt	36 342	
Lette biler totalt	54 920	584,3
Tyngre biler totalt	2 544	27,1

Beregning av energibruk på anlegg av ny veitrase er basert på foreliggende energibrukstall pr. km anlagt tofeltsvei, og sammenholdt med sparte energibrukstall ved nedleggelse av ferjedriften. En liten usikkerhet ligger i at vi har måttet regne med energibruk for anlegg av 2-felts betongbru i stedet for rørbru. Denne usikkerheten påvirker ikke hovedkonklusjonene. Vi har også beregnet økt energibruk som følge av det oppgraderte hurtigbåttilbudet.

Energibruk

Tabell 10 oppsummerer den endrede energibruk som Høgsfjordprosjektet representerer, med den nevnte usikkerhet på valg av bruløsning. Indirekte energibruk er integrert i tallene der denne ikke er presentert særskilt. Negative tall er spart forbruk.

Energibruken ligger høyere med en bruløsning. Det tilsvarer utkjørt distanse for omtrent 2 150 personbiler årlig i 25 år (14 000 km/år). Vi ser at et oppgradert hurtigbåttilbud utgjør nær 70% av energibruken i de avløste ferjesambandene. Med et hurtigbåttilbud som ved fortsatt ferjedrift vil energibruken ved ferjeavløsning være omtrent uendret. Dette er imidlertid en urealistisk likevekt, i det et nedgradert hurtigbåttilbud ville medføre flere bilreiser rundt fjorden. Det er imidlertid et potensiale på innsparing i selve det operative driftsopplegget for hurtigbåtene. Vi har lagt et opplegg basert på 32 knops marsjfart til grunn for våre beregninger. Dette er et normalt driftsopplegg for denne type operasjoner. En hastighetsreduksjon på 4-5 knop vil øke reisetiden med 3-4 minutter på strekningen, men vil gi en betydelig reduksjon i bunkersforbruket på rundt 30%. Når det gjelder motorteknologi er det betydelig usikkerhet knyttet til utviklingen i et 25 års perspektiv. Denne usikkerheten vil åpenbart gjelde både marint fremdriftsmaskineri, anleggsmaskiner og kjøretøyer. Vi vet allerede nå at forbruket for personbiler blir lavere enn de 0,8 liter/mil som vi har regnet med. Det er større usikkerhet knyttet til utviklingen for andre typer maskineri (gassferjer, samt andre drivstoffalternativer til diesel), men vi finner det lite sannsynlig at det ikke i perioden også skjer reduksjoner i utslipp fra f.eks. ferjer og hurtigbåter. I denne type beregninger sammenholder vi redusert bruk av en

type teknologi (ferjer) mot økt bruk av en annen (kjøretøyer, anleggsdrift og hurtigbåter). Usikkerhetene kan dermed i noen grad utjevnes. Nettoeffekten av framtidig teknologiutvikling i denne type energibruksberegninger er etter vår mening såvidt usikker at vi har valgt å regne med dagens forbrukstall.

Tabell 10. Endret forbruk Høgsfjordprosjektet i forhold til dagens veisystem, perioden 2002-2027.

	Forbruksendring (mill.liter)	Mill.kg CO ₂	Tonn NO _x
Ferjer	-111	-290	-6 350
Hurtigbåter	75,1	197	4 406
Kjøretøy			
Lette kjøretøyer	46,7	107,4	234
Tunge kjøretøyer	9,2	24,2	463
Indirekte energibruk	7,2	18,9	363
Infrastruktur			
Anlegg			
Bru	13,7	36,0	690
Vei+tunneler	21,7	57,1	1 093
Vedlikehold	-2,5	-6,6	-105
SUM	60,1	144	794

Miljøvirkningene av å avløse ferjedrift med fast veiforbindelse er altså ikke entydig positive. Generelt vil det være slik at dersom veitransportarbeidet ikke øker vesentlig og det ikke blir satt i drift noe opplegg for sjøtransport (f.eks hurtigbåt) som skal supplere fastlandsforbindelsen, så vil miljøvirkningene av ferjeavløsning sannsynligvis være positive. I tilfellet Høgsfjordforbindelsen ser vi at den supplerende hurtigbåtforbindelsen står for en betydelig del av merforbruket, som sammen med økt veitransportarbeid øker energibruken. Uten denne forbindelsen vil høyst sannsynlig vegtransportarbeidet i form av økt kjøring rundt fjorden øke. De trafikkprognosene vi har basert våre beregninger på inneholder imidlertid ikke følsomhetsberegninger knyttet til alternativ utforming av hurtigbåttilbudet. Den resulterende energibruken ved reduksjon/bortfall av denne transportformen er følgelig ikke beregnet

ⁱ Bråthen, Svein og Foss, Bjørn: Sjøveien - miljøsidan. Møreforskning. Molde 1997.

ⁱⁱ Oppgave fra Westamarin West AS, Mandal

ⁱⁱⁱ Indirekte utslipp utgjør ca. 15-20% av de totale CO₂ utslipp for personbil og buss, og ca. 1-2 % for hurtigbåt og fly. Tallene for NO_x utslipp er basert på Høyser, K.G.: Widerøefly. Miljøkonsekvenser i luften og på bakken. Vestlandsforskning. Sogndal 1992.

^{iv} Foreløpige tall fra rapport under utarbeidelse ved Transportøkonomisk institutt, Oslo.

^v I perioden 1976-1985 foregikk en betydelig modernisering av norske kystgodsruteflåten. De endringer som har foregått siden har stort sett bestått av forlengelse av enkelte skip foruten at nyere secondhandtonnasje har kommet inn som erstatning for enkelte eldre skip.

^{vi} Mellom Oslo og Bodø er jernbanen delvis elektrifisert. Imidlertid er beregningene basert på at det benyttes diesellokomotiver på hele strekningen.

^{vii} Foss, Bjørn: Nordsjøforbindelser. Notat til Møre og Romsdal Fylkeskommune. 1997.

^{viii} Holland, John og Foss, Bjørn: Market Study - Fast Ferries. Schichau Seebeckwerft AG, Bremerhaven 1993.