

NILU: OR 18/95

NILU : OR 18/95
REFERANSE : O-95030
DATO : MARS 1995
ISBN : 82-425-0669-8

Utslippsanalyse Høgsfjordprosjektet

Dag Tønnesen

Forord

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens vegvesen, Rogaland vegkontor, foretatt beregning av utslipp av nitrøse gasser, karbondioksid og svoveldioksid for Høgsfjordprosjektet. Høgsfjordprosjektet består i å etablere ferjefri forbindelse langs riksveg 13 mellom Sandnes og Hjelmeland. Marintek har på oppdrag fra NILU beregnet utslipp fra ferje- og båtsamband. Utslippene er beregnet for eksisterende teknologi og forbedret teknologi for fire alternativer (F0-F3), vist i tabell A nedenfor.

Tabell A: Beskrivelse av beregningsalternativene F0-F3.

Alternativ	Beskrivelse
F0	Dagens situasjon
F1	Nedkortet ferjesamband over Høgsfjord med økt ferjefrekvens
F2	Nedkortet ferjesamband, økt frekvens Høgsfjord, økt ferjefrekvens Tau
F3	Rørbro over Høgsfjord, hurtigbåter Tau

Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag	3
1. Dagens situasjon (Alternativ F0)	4
1.1 Forutsetninger for beregningene.....	4
1.2 Utslipp	4
2. Framtidig situasjon (F1-F3)	5
2.1 Forutsetninger for beregningene.....	5
2.2 Utslipp	7
3. Oppsummering	8
4. Referanser	8
Vedlegg A Sammensetning, utslippsfaktorer og drivstoff-forbruk for kjøretøyklasser	9

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens vegvesen, Rogaland vegkontor, beregnet utslipp av nitrøse gasser (NO_x), karbondioksid (CO_2) og svoveldioksid (SO_2) i forbindelse med etablering av rørbru over Høgsfjorden og erstatning/ending av ferjesamband. Beregningene av årlige utslipp er utført for fire alternative trafikksituasjoner med eksisterende teknologi og forventet ny teknologi.

Utslippene er beregnet på bakgrunn av utslippsfaktorer for ferjer, hurtigbåter og biler. Utslippene er beregnet for eksisterende teknologi og teknologi for fire alternativer (F0-F3), vist i tabell B.

Tabell B: Beskrivelse av beregningsalternativene F0-F3.

Alternativ	Beskrivelse
F0	Dagens situasjon
F1	Nedkortet ferjesamband over Høgsfjord med økt ferjefrekvens
F2	Nedkortet ferjesamband, økt frekvens Høgsfjord, økt ferjefrekvens Tau
F3	Rørbru over Høgsfjord, hurtigbåter Tau

De viktigste forutsetningene for beregningene er riktige anslag for drivstoffforbruk, ferjenes tidsforbruk i forskjellige operasjonstilstander og andel av tungtrafikk for biler. Totalutslippene for de ulike alternativene er gitt i tabell C nedenfor.

Tabell C: Totalutslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 i tonn pr. år for alle alternativer gitt for eksisterende og ny teknologi.

Alternativ	Eksisterende teknologi			Ny teknologi		
	NO_x	CO_2	SO_2	NO_x	CO_2	SO_2
F0	339	12701	11,94	30,6	10950	0
F1	343	12814	12,05	30,8	11047	0
F2	425	16003	15,05	38,6	13796	0
F3 (1999)	218	10218	7,49	198	9933	7,39
F3 (2009)	229	10986	7,83	167	10242	7,55

Med eksisterende teknologinivå blir utslippet av alle komponentene minst for alternativ F3, men øker fra 1999 til 2009. Innføring av gassdrevne ferjer medfører at utslippet av NO_x og SO_2 blir større ved bru-alternativ (F3) enn ved ferjedrift, mens utslippet av CO_2 blir minst for alternativ F3. Hovedårsaken til dette er at det ikke finnes gassdriftalternativ for hurtigbåtene i alternativ F3.

Utslippsanalyse Høgsfjordprosjektet

1. Dagens situasjon (Alternativ F0)

1.1 Forutsetninger for beregningene

Utslippene fra ferjene er beregnet ved hjelp av utslippsfaktorer knyttet til spesifikt forbruk av drivstoff (MGO, gass), og opplysninger om antall turer og drivstoff-forbruk. Utslipp av NO_x og drivstoff-forbruk avhenger av maskinens operasjonsmodus. Det er skilt mellom tre operasjonsmodi, overfart, manøver og i ferjeleie. Utslippsfaktorer for NO_x og forbruk av drivstoff i de ulike operasjonsmodi er vist i tabell 1.1.

Tabell 1.1: Utslipp av NO_x fra ferjer i g pr. kWh og forbruk av drivstoff i g pr. kWh i ulike operasjonsmodi for drift på olje og gass.

Modus	NO_x -utslipp		Drivstoff-forbruk	
	Olje	Gass	Olje	Gass
Overfart	16	1,6	200	200
Manøver	25	1,2	205	205
I ferjeleie	30	0,8	220	220

Tidsforbruk i de ulike operasjonsmodi er avhengig av overfartslengden. Det er antatt at for Tausambandet vil tidsforbruket (med maskinen i gang) fordele seg med 95% i overfart, 3% i manøver og 2% i ferjeleie; mens tilsvarende for Høgsfjordsambandet er henholdsvis 70%, 20% og 10%.

Utslipp av SO_2 og CO_2 avhenger av svovelinnhold og karboninnhold i drivstoffet. Antatt innhold av svovel og karbon i olje og gass er vist i tabell 1.2

Tabell 1.2: Innhold av svovel og karbon i olje og gass (%).

	Svovel	Karbon
Olje	0,15	87
Gass	0,0	75

Videre er det antatt at totalt energiforbruk er likt for drift på olje og drift på gass.

Drivstoff-forbruket for ferjene er 3 580 000 liter olje pr. år på Tausambandet og 1 160 000 liter olje pr. år på Høgsfjordsambandet.

1.2 Utslipp

Forutsetningene gitt ovenfor medfører årlige utslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 som vist i tabell 1.3. Tabellen gjelder en ferjesituasjon med 21 turer pr. dag for Tausambandet og 55 turer pr. dag for Høgsfjordsambandet.

Tabellen viser utslipp ved dagens ferjeteknologi og utslipp ved innføring av gassferjeteknologi.

Tabell 1.3: Utslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 i tonn pr. år for alternativ F0 (dagens situasjon) med dagens ferjemateriell og gassferjeteknologi.

Komponent	Dagens ferjemateriell			Gassferjer		
	Tau	Høgsfjord	Totalt	Tau	Høgsfjord	Totalt
NO_x	248	91	339	23,6	6,9	30,6
CO_2	9593	3108	12701	8270	2680	10950
SO_2	9,02	2,92	11,94	0	0	0

Tabell 1.3 viser at innføring av ny gassferjeteknologi reduserer årlige utslipp av NO_x fra ferjene til ca. 10% av utslipp med konvensjonelle ferjer, at årlige utslipp av SO_2 elimineres helt, og at årlige utslipp av CO_2 reduseres til ca. 85% av utslipp med konvensjonelle ferjer.

2. Framtidig situasjon (F1-F3)

2.1 Forutsetninger for beregningene

Utslipp fra ferje- og hurtigbåter er beregnet etter de samme forutsetninger som gitt i kapittel 1.1. Det er forutsatt at tilsvarende utslippsfaktorer som for ferjene vil gjelde for hurtigbåter, med tilsvarende operasjonsmodi. For hurtigbåter er det ikke aktuelt med gasteknologi innenfor en tidsramme fram til år 2009.

En kort beskrivelse av alternativ F1-F3 er vist i tabell 2.1. Her er også vist drivstoff-forbruk for ferjesambandene for hvert alternativ.

Tabell 2.1: Beskrivelse av alternativ F1-F3. Drivstoff-forbruk for ferjesamband for hvert alternativ i millioner liter pr. år.

Alternativ	Beskrivelse	Drivstoff-forbruk, ferjer/båter	
		Tau	Høgsfjord
F1	Nedkortet strekning Høgsfjord, økt ferjefrekvens	3,58	1,202
F2	Nedkortet strekning Høgsfjord, økt ferjetrafikk Tau	4,77	1,202
F3	Hurtigbåt Tau Rørbru Høgsfjord	2,21	0

Utslipp fra biltrafikken er beregnet på bakgrunn av faktorer for utslipp og drivstoff-forbruk fra beregningsprogrammet VLUFT (Torp, Tønnesen, Larssen, 1995), opplysninger om svovelinnhold i drivstoff gitt fra Norsk Petroleumsinstitutt og prognose fra Rogaland Vegkontor for økning av trafikkarbeid på Høgsfjordbrua etter at den er etablert.

Utslipps- og forbruksfaktorer i beregningsprogrammet VLUFT samsvarer på alle vesentlige punkter med Nasjonal utslippsmodell for Veitrafikk (NU), som er

utarbeidet av Statistisk Sentralbyrå, Teknologisk Institutt og NILU på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) (SFT, 1993). Utslipp blir beregnet for åtte kjøretøyklasser; bensindrevne personbiler, tre klasser med lette dieseldrevne biler og varebiler, tre klasser for tunge dieseldrevne biler, samt busser.

For framtidig teknologiutvikling ligger følgende forutsetninger til grunn i modellen:

- Lette bensinbiler: Reduksjon av spesifikt drivstoff-forbruk på 25% fra 1990 til 2010. Gradvis utskifting av biler uten katalysator.
- Lette dieselmotorer: Årlig reduksjon av spesifikt drivstoff-forbruk på 0,3% for nye årsmodeller. Utslippskrav innført 1992 og 1994.
- Tunge dieselmotorer: Årlig reduksjon av spesifikt drivstoff-forbruk på 0,3% "Euro I-krav" bilutslipp fra 1993, "Euro II-krav" fra 1996 og "Euro III-krav" fra 2000.

Ved beregning av utslippsfaktorer for en kjøretøyklasse er det tatt hensyn til følgende:

- Kjøretøyene innen hver klasse i et gitt år representerer en blanding av teknologinivåer. Utslippene fra en bil er avhengig av kravene som gjaldt det året bilen ble førstegangsregistrert. For å komme fram til et gjennomsnittlig utslippsnivå innen hver klasse er det foretatt en vektning av andel av trafikkarbeidet som biler med forskjellig alder utfører. Denne fordelingen av trafikkarbeidet er hentet fra NU.
- Utslippene fra en bil øker etter som bilen blir eldre. Aldringen er beregnet som funksjon av akkumulert kjørelengde, slik det står oppgitt i NU.

Utslipp fra økt trafikkarbeid ved Høgstfjordsambandet er beregnet for 1999 og 2009. For hvert beregningstidspunkt er utslippene beregnet både med teknologinivå som tilsvarer bilparkens sammensetning i 1993, og med forventet sammensetning i 1999 og 2009. Utslippstall basert på sammensetningen i 1993 representerer et estimat for hvor store utslippene blir dersom den forventede teknologiforbedringen ikke realiseres. Utslippstall basert på forventet sammensetning i 1999 representerer hovedsakelig gevinst av tiltak som allerede er gjennomført, basert på en utskifting av bilparken tilsvarende utskiftingstakten i 1991-1992.

Prognose for økning av kjørte km når rørbro over Høgstfjorden er åpnet er gitt nedenfor:

- Antall km pr. dag (1999):	56797
- Antall km pr. dag (2009):	66954
- Tungtrafikkandel:	8,5%

Antatt fordeling av trafikkarbeid på ulike kjøretøyklasser er vist i vedlegg A. Her er også utslippsfaktorer for NO_x samt spesifikt drivstoff-forbruk vist. Utslippene er beregnet for kjørehastighet 80 km/h.

2.2 Utslipp

Beregnete årlige utslipp fra ferje- og båttrafikk for alternativ F1-F3 med gassteknologi og dagens teknologi er vist i tabell 2.2-2.4 nedenfor. Utslipp fra økt biltrafikk etter etablert rørbru (alternativ F3) er vist i tabell 2.5.

Tabell 2.2: Utslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 i tonn pr. år for alternativ F1 med dagens ferjemateriell og gassferjeteknologi.

Komponent	Dagens ferjemateriell			Gassferjer		
	Tau	Høgsfjord	Totalt	Tau	Høgsfjord	Totalt
NO_x	248	95	343	23,6	7,2	30,8
CO_2	9593	3221	12814	8270	2777	11047
SO_2	9,02	3,03	12,05	0	0	0

Tabell 2.3: Utslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 i tonn pr. år for alternativ F2 med dagens ferjemateriell og gassferjeteknologi.

Komponent	Dagens ferjemateriell			Gassferjer		
	Tau	Høgsfjord	Totalt	Tau	Høgsfjord	Totalt
NO_x	330	95	425	31,4	7,2	38,6
CO_2	12782	3221	16003	11019	2777	13796
SO_2	12,02	3,03	15,05	0	0	0

Tabell 2.4: Utslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 i tonn pr. år for alternativ F3 med hurtigbåter.

Komponent	Hurtigbåter	
	Tau	Totalt
NO_x	153	153
CO_2	5922	5922
SO_2	5,6	5,6

Tabell 2.5: Utslipp av NO_x , CO_2 og SO_2 i tonn pr. år fra biltrafikk over rørbru i 1999 og 2009, for to og tre teknologinivåer. Alternativ F3.

År	1999		2009		
	93-bilpark	99-bilpark	93-bilpark	99-bilpark	09-bilpark
Teknologi					
Komponent					
NO_x	64,7	44,8	76,3	52,8	14,4
CO_2	4296	4011	5064	4729	4320
SO_2	1,89	1,79	2,23	2,11	1,95

For samtlige beregningsalternativer viser utslippene markert nedgang ved innføring av ny teknologi. Reduksjonene i utslipp fra ferjetrafikken ved innføring av gassdrift er størst for NO_x og SO₂. For biltrafikken er utslippsreduksjon ved innføring av ny teknologi størst for NO_x. Denne reduksjonen skyldes hovedsakelig en forventet nedgang i utslipp for bensindrevne personbiler som følge av at nesten alle disse etter hvert vil være utstyrt med treveis katalysator. Utslipp fra tyngre kjøretøyer ventes også redusert med ca. 2/3 fra 1993 til 2009 som følge av innføring av nye utslippskrav. Nedgangen i CO₂-utslipp og SO₂-utslipp skyldes forventet reduksjon i spesifikt drivstoff-forbruk for de fleste bilklasser. Utslipp fra hurtigbåtene vil tilsvare utslipp fra dagens ferjer. Her er det ikke forventet teknologisk forbedring.

3. Oppsummering

Basert på forutsetningene beskrevet i kapittel 1.1 og 2.1, blir samlede utslipp for alle alternativer basert på eksisterende og ny teknologi som vist i tabell 3.1.

For alternativ F3 er utslippene vist for 1999 og 2009. Eksisterende teknologi for alternativ F3 bygger på utslipp fra bilpark tilsvarende sammensetning i 1993. Ny teknologi bygger på utslipp fra forventet sammensetning i henholdsvis 1999 og 2009.

Tabell 3.1: Totalutslipp av NO_x, CO₂ og SO₂ i tonn pr. år for alle alternativer gitt for eksisterende og ny teknologi.

Alternativ	Eksisterende teknologi			Ny teknologi		
	NO _x	CO ₂	SO ₂	NO _x	CO ₂	SO ₂
F0	339	12701	11,94	30,6	10950	0
F1	343	12814	12,05	30,8	11047	0
F2	425	16003	15,05	38,6	13796	0
F3 (1999)	218	10218	7,49	198	9933	7,39
F3 (2009)	229	10986	7,83	167	10242	7,55

Tabellen viser at med det eksisterende teknologinivået blir totalutslippene for alle komponenter minst for alternativ F3. Innføring av gassferjeteknologi medfører at alternativ F3 får vesentlig høyere utslipp av NO_x og SO₂ enn de øvrige alternativene, men redusert CO₂-utslipp. Dette skyldes i stor grad at det ikke foreligger noen forventet teknologiforbedring for hurtigbåter.

4. Referanser

SFT (1993) Utslipp fra veitrafikken i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. Oslo (SFT-rapport nr. 93:12).

Torp, C., Tønnesen, D. og Larssen, S. (1995) Programdokumentasjon for VLUFUFT versjon 3.1. Kjeller (NILU TR 3/94).

Vedlegg A

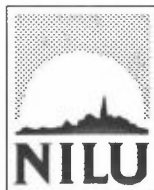
Sammensetning, utslippsfaktorer og drivstoff- forbruk for kjøretøyklasser

Tabell A1: Kjøretøyklasseinndeling i VLUFT.

Klasse	Type	Drivstoff	Nyttelast	Totalvekt
BL1	Personbiler	Bensin	<760 kg	<3,5 tonn
DL1	Personbiler	Diesel	<760 kg	<3,5 tonn
DL2	Lette varebiler	Diesel	>760 kg	<2,7 tonn
DL3	Tunge varebiler	Diesel	>760 kg	2,7-3,5 tonn
DLLL	Lastebiler	Diesel	>760 kg	3,5-10 tonn
DHLM	Lastebiler	Diesel	>760 kg	10-20 tonn
DHLH	Lastebiler	Diesel	>760 kg	>20 tonn
DHB	Busserr	Diesel	>760 kg	>3,5 tonn

Tabell A2: Sammensetning av kjøretøyklasser, drivstoff-forbruk og NO_x-utslippsfaktor anvendt i beregningene.

Type	% av alle	Forbruk (liter/mil)			NO _x -utslipp (g/km)		
		1993	1999	2010	1993	1999	2010
BL1	89,5	0,67	0,61	0,54	2,48	1,68	0,25
DL1	1	0,51	0,5	0,48	0,6	0,6	0,59
DL2	0,5	0,66	0,65	0,63	0,75	0,75	0,74
DL3	0,5	0,76	0,74	0,72	0,86	0,86	0,85
DHLL	2,5	2,07	2,03	1,97	6,59	5,76	3,54
DHLM	2,5	3,08	3,03	2,94	11,48	7,98	4,19
DHLM	3,5	3,19	3,14	3,04	12,46	8,61	4,51
DHB	0	1,25	1,23	1,19	9,25	6,25	3,80



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. 18/95	ISBN-82-425-0669-8	
DATO 5/4 1995	ANSV. SIGN. <i>H. Tønnesen</i>	ANT. SIDER 10	PRIS NOK 15,-
TITTEL Utslippsanalyse Høgsfjordprosjektet		PROSJEKTLEDER Dag Tønnesen	
		NILU PROSJEKT NR. O-95030	
FORFATTER(E) Dag Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Statens vegvesen Rogaland Vegkontor Postboks 197 4001 STAVANGER			
STIKKORD Utslipp	Trafikk	Klimagasser	
REFERAT Høgsfjordprosjektet skal erstatte ferjesamband over Høgsfjorden og ferjesamband mellom Stavanger og Tau med rørbro over Høgsfjord og hurtigbåter mellom Tau og Stavanger. Årlige utslipp av NO _x , CO ₂ og SO ₂ fra ferjesamband og framtidig biltrafikk/hurtigbåter er beregnet. Med eksisterende teknologinivå reduseres de årlige utslippene ved etablering av rørbu. Utslipp av nitrøse gasser blir større ved brusamband og hurtigbåter enn ved ferjesamband med gassdrevne ferjer.			
TITLE Quantification of emissions to air from the Høgsfjord project.			
ABSTRACT			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres

