

Oslo, mars 2001

"Laks med karbonsmak"

Om drivhusgassutslipp ved flyfrakt av laks
til Japan

Av: Ingrid Bay



Minirapport fra Framtiden i våre hender

Forord

Framtiden i våre henders utredningsprogram har som formål å beskrive hinder for en bærekraftig utvikling - og å frambringe løsninger. Vi utgir årlig 12 - 15 større og mindre rapporter av denne typen.

Oppdrettsnæringen betraktes av noen som selve "framtidsnæringen" som skal gi oss inntekter når oljen tar slutt. En del av denne eksporten foregår med fly. Denne rapporten belyser klimavirkningene av slik eksport.

11.10.00
Tor Traasdahl
redaktør

Sammendrag

På grunn av stadig økende etterspørsel etter norsk laks på det japanske markedet, ble det i mai i år opprettet en egen flyfraktrute mellom Gardermoen og Osaka for fersk norsk laks. Ukentlig transporteres nå 155 tonn oppdrettslaks i en av verden største fraktmaskiner. I følge International Panel on Climate Change (IPPC) bidrar flytrafikken både til endringer av ozonlaget i stratosfæren og en økning i drivhuseffekten.

I denne rapporten er det gjort to ulike beregninger på utslipp av CO₂ og NO_x som følge av den nye lakseruta. De totale CO₂-utslippene fra denne flyfrakten på årsbasis vil med disse forutsetningene ligge mellom 50 000 tonn og 100 000 tonn. Dette er i samme størrelsesorden som de årlige utslippene fra bussflåten i Oslo og Akershus, eller 45 000 personbiler. Transport av én kilo laks kan i følge beregningene forårsake et CO₂-utslipp på tolv kilo, eller det samme som en personbil som kjører 7,3 mil (avstanden Oslo-Holmestrand).

Det er verdt å merke seg at kun 20 prosent av den totale mengden eksportert laks til Japan blir transportert med den nye fraktruta. Mye fisk fraktes fremdeles med passasjerfly. Resultatene som blir presentert i denne rapporten, tar bare for seg utslippene fra den nye fraktruta. Man kan derfor forvente at utslippene fra den totale lakseeksporten til Japan, inkludert frakten som går med passasjerfly, ligger høyere enn beregningene presentert i denne rapporten.

I rapporten foreslås blant annet følgende tiltak:

- At utslipp av klimagasser fra fly skal innlemmes i Kyoto-protokollen.
- At oppdrettsnæringen miljømerker produktene der det blant annet gis informasjon om fremstilling og transport av fisk.
- Effektivisering av flyledelsen slik at ventetiden før flyene får lande blir redusert til et absolutt minimum.

Innhold

FORORD	2
SAMMENDRAG	3
INNHold	4
1. BAKGRUNN	5
2. REGNESTYKKE	6
2.1 REGNESTYKKE A –LAKSEN BELASTES FOR DE TOTALE UTSLIPPENE	6
2.2 REGNESTYKKE B –LAKSEN BELASTES FOR KUN 52 PROSENT AV DE TOTALE UTSLIPPENE. .	7
2.3 NOEN KOMMENTARER	8
3. GLOBAL OPPVARMING	9
3.1 ENDRING I KONSENTRASJON AV ATMOSFÆRISKE DRIVHUSGASSER (CO ₂ , H ₂ O, O ₃ , OG CH ₃).....	9
3.2 KONDENSASJONSSPOR OG DANNELSE AV CIRRUS-SKYER	9
3.3 PROGNOSE PÅ HVORDAN FLYTRAFIKKEN VIL BIDRA TIL GLOBAL OPPVARMING.....	10
4. TILTAK	11
5. KILDER	12

1. Bakgrunn

Fiskerinasjonen Norge eksporterte i underkant av 340 000 tonn oppdrettslaks til en verdi av 10,7 milliarder kroner i 1999. Av dette ble 41 000 tonn sendt til Japan som er et av de største markedene for norsk laksⁱ. Den samlede etterspørselen av fersk laks i Japan er større enn den mengden Norge hittil har klart å eksportereⁱⁱ.

En stadig friere og striere handelsstrøm av matvarer krever utbygging av transportnettet. British Airways er først ute med å satse på flyfrakt mellom Norge og Østen, og åpnet i mai 2000 den første fraktruta mellom Gardermoen og Osaka. Hver tirsdag og torsdag fraktes henholdsvis 110 og 45 tonn norsk oppdrettslaks i en av verdens største fraktmaskiner, Boeing 747-400. Tidligere ble den samlede lakseeksporten til Japan transportert med passasjerfly, men store kvantum hadde lenge skapt et kapasitetproblem. Med den nye direkte flyruta til Japan økte kapasiteten med 30 prosent for eksporten av fersk, norsk fisk til Japanⁱⁱⁱ. At oppdrettsnæringen er en energieffektiv form for matproduksjon er det mange som hevder, men at det største eksportmarkedet for norsk oppdrettslaks er etablert på den andre siden av jordkloden, gjør spørsmålet om en bærekraftig oppdrettsnæring langt mer komplisert.

Hvis man ser bort fra støyproblemer og lokal forurensning omkring flyplasser, er det to miljøproblemer som er knyttet til utslipp fra fly; endringer av ozonlaget i stratosfæren og en økning i drivhuseffekten. I 1992 stod den samlede flytrafikken på verdensbasis for 2,7 prosent av økningen i drivhuseffekten etter preindustriell tid, og en tilsvarende andel av økningen i det globale forbruket av fossile brensler^{iv}. I løpet av de siste fem årene har mengden gods og post som er transportert med rutefly økt med 67 prosent^v. Samtidig viser beregninger at CO₂-utslippene i godstransporten (pr. tonnkilometer) er høyest for flyfrakt^{vi}. I det følgende blir det gjort forsøk på å beregne CO₂-utslipp per kilo flybåren laks.

2. Regnestykke

For å beregne utslipp av karbondioksid (CO₂) og dannelse av nitrogenoksider (NO_x) per kilo flybåren laks, er det brukt beregningsmodeller og resultater hentet fra European Environment Agency (EEA). Disse gir drivstofforbruk og NO_x-produksjon for et fly av typen Boeing 747-400. CO₂-utslippene er beregnet til å være 3,15 ganger forbruket av flydrivstoff, d.v.s. per kilo forbrent drivstoff slippes det ut 3,15 kilo CO₂^{vii}. Fraktkapasiteten en vei er 115 tonn per maskin. For to maskiner tur/retur blir kapasiteten 460 tonn.

Tabell 1 Bakgrunnstall for å beregne CO₂-utslipp og NO_x-dannelse per kilo flybåren laks^{viii}.

Fiskefrakt per uke (tonn)	115
Fraktkapasitet per uke (tonn)	460
Avstand Oslo-Osaka tur/retur (km)	26 000
Bensinforbruk på strekningen Oslo-Osaka tur/retur (tonn)	306
CO ₂ -utslipp (tonn) per tonn forbrent bensin	3,15

Hittil har det vært et problem å finne returfrakt tilbake til Norge, og til nå har kun britiske importvarer blitt med på turen tilbake, det vil si til London. Maskinene går så tomme fra Storbritannia til Norge^{ix} før de lastes på nytt med laks. I de tilfeller flyene går tomme eller bare delvis lastet fra Japan til London, burde den eksporterte laksen belastes for disse utslippene, da fraktruten er satt opp ene og alene for lakseeksportens skyld.

2.1 Regnestykke A –laksen belastes for de totale utslippene

Beregnet utslipp fra to maskiner av typen Boeing 747-400 på strekningen Oslo-Osaka, tur/retur, er gitt i tabell 2. Ved å dele de samlede utslippene på 155 tonn fisk, får man utslipp per kilo flybåren fisk.

Tabell 2 Totale utslipp av CO₂ og NO_x, og utslipp per kilo laks på frakt Gardermoen-Osaka. Der er her forutsatt at laks er det eneste som fraktes.

utregning a	utslipp per fly	samlet utslipp per uke	samlet utslipp per år	utslipp per kg fisk
CO ₂ -utslipp (kg)	961 017	1 922 034	99 945 769	12,4
NO _x -utslipp (kg)	4 599	9 198	478 291	0,1

Beregningene viser at det ukentlig slippes ut nesten 2 000 tonn CO₂ og 9 tonn NO_x som følge av den nye fraktruten til Japan. Dette utgjør nesten 100 000 tonn CO₂ per år, eller de totale utslippene fra 45 000 personbiler.

For å frakte en kilo laks slippes det ut 12,4 kilo CO₂. Dette tilsvarer utslippene fra en bil som har kjørt avstanden Oslo-Holmestrand, og som bruker 0,75 liter per mil¹.

¹ regnestykke: 0,75 liter bensin per mil = 0,55 kg bensin per mil, 0,55 kg x 3,13 = 1,7 kg CO₂ per mil.
12,4 / 1,7 = 7,3 mil. Avstanden Oslo-Holmestrand = 7,4 mil.

I disse beregningene er det ikke tatt hensyn til at også annet gods transporteres med den nye fraktruten, blant annet mobiltelefoner fra Finland, og en del returfrakt (britiske importvarer). En annen måte å regne på vil derfor vært å dele de samlede utslippene på alle varer som blir transportert, ikke bare laksen. I følge fraktavdelingen i British Airways transporteres det cirka 150 tonn per flygning (tur/retur)², det vil si 300 tonn per uke. Av dette utgjør laksen 155 tonn, eller 52 prosent. I tabell 3 er det beregnet utslipp per kilo laks dersom laksen belastes med kun 52 prosent av utslippene.

2.2 Regnestykke b –laksen belastes for kun 52 prosent av de totale utslippene.

Tabell 2 Totale utslipp av CO₂ og NO_x og utslipp per kilo laks på frakt Gardermoen-Osaka. Der er her forutsatt at laks utgjør kun 52 prosent av den totale fraktmengden.

	utslipp per fly (tur/retur)	samlet utslipp per uke	fiskefrakt som andel av total frakt	ukentlig utslipp for fiskefrakten	årlig utslipp for fiskefrakten	utslipp per kg fisk
CO ₂ -utslipp (kg)	961 017	1 922 034	0,52	999 458	51 971 800	6,4
NO _x -utslipp (kg)	4 599	9 198	0,52	4 783	248 711	0,03

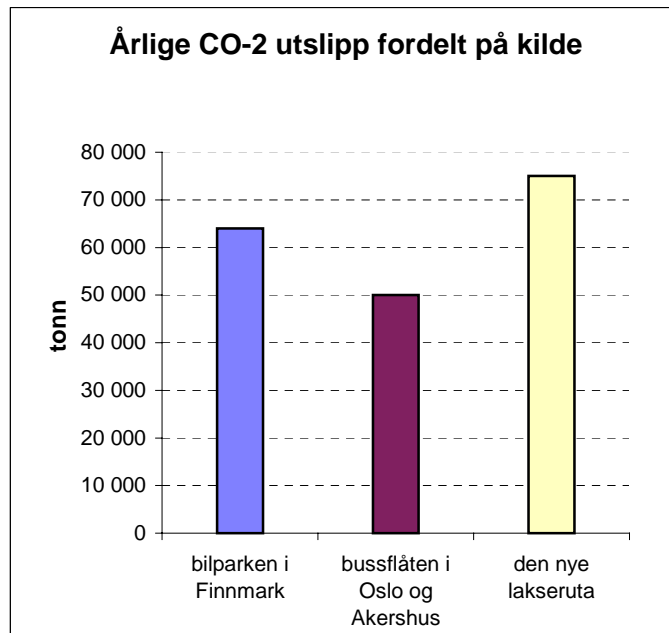
CO₂-utslipp og NO_x-dannelse blir i dette tilfelle på henholdsvis 6,4 kilo og 30 gram per kilo fisk, altså om lag halvparten av belastningen i tabell 2.

De årlige CO₂-utslippene for fiskefrakten blir i dette tilfelle på 52 000 tonn. Til sammenlikning har den samlede bilparken i Finnmark (28 000 biler) og bussflåten i Oslo og Akershus (2 500 busser) et årlig CO₂-utslipp på henholdsvis 64 000³ og 50 000⁴ tonn CO₂^{x og xi}.

² fordi lakseruten er ny, foreligger det ikke offisielle beregninger på gjennomsnittlig fraktmengde.

³ regnestykke: En vanlig bil bruker om lag 1000 liter bensin i året. 1 liter bensin = 0,74 kg bensin. Det slippes ut 3,13 kilo CO₂ per kilo forbrent bensin. 1000 liter x 0,74 = 740 kg bensin. 740 kg x 3,13 = 2 316 kg CO₂. 2 316 kg CO₂ x 28 000 biler = 64 000 tonn CO₂. Bilparken i Finnmark var i 1999 på 28 000 biler.

⁴ regnestykke: Oslo Sporveier og StorOslo lokaltrafikk bruker 19 200 000 liter diesel (=16 128 000 kg) i året. Det slippes ut 3,17 kilo CO₂ ved forbrenning av en kilo diesel. 16 128 tonn diesel x 3,17 = 51 125 tonn CO₂ per år.



Figur 2.1 Sammenlikning av utslippene fra bilparken i Finnmark, bussflåten i Oslo og Akershus, og den nye lakseruta (gjennomsnittlig verdi regnstykke A & B).

Kun 20 prosent av den totale mengden eksportert laks til Japan blir transportert med den nye fraktruta. Disse 20 prosentene vil altså gi et høyere årlig CO₂-utslipp enn alle busser i Oslo og Akershus, og alle personbiler i Finnmark.

2.3 Noen kommentarer

Åtti prosent av fisken fraktes fremdeles med passasjerfly. Resultatene gitt ovenfor tar bare for seg utslippene fra den nye fraktruta. Man kan derfor forvente at utslippene fra den totale lakseeksporten til Japan, inkludert frakten som går med passasjerfly, ligger høyere enn disse beregningene.

Det er knyttet noe usikkerhet til tallene blant annet fordi bensinforbruket til et fly varierer ettersom hvor mye frakt som transporteres. Modellene fra EEA tar utgangspunkt i en gjennomsnittlig (årgjennomsnittet) lastet Boeing 747-400 ved persontransport. Et fullastet godsfly er høyst sannsynlig tyngre enn dette, og har dermed et høyere bensinforbruk og høyere CO₂- og NO_x-utslipp enn dette.

3. Global oppvarming

Økt flytrafikk vil føre til økte utslipp av stoffer som blant annet kan bidra til sur nedbør, global oppvarming og nedbryting av ozonlaget. Det vil her bli gjort rede for hvordan økte utslipp fra flytrafikken kan bidra til drivhuseffekten og en endring av jordens klima. Opplysningene i dette kapittelet er hentet fra IPCC 1999^{xii}.

Utslipp fra fly består blant annet av:

- karbondioksid (CO₂)
- vanndamp (H₂O)
- nitrogenoksider (NO_x), eller nitrogenoksid (NO) og nitrogendioksid (NO₂)
- svoveldioksid (SO₂)
- partikler (sot og sulfat)

Ved dagens flytrafikk slippes gassene og partiklene direkte ut i den øvre troposfære, og nedre stratosfære. Der kan stoffene bidra til klimaendringer på ulike måter:

3.1 Endring i konsentrasjon av atmosfæriske drivhusgasser (CO₂, H₂O, O₃, og CH₃)

En økning i CO₂- konsentrasjonene vil gi en direkte oppvarming av atmosfæren, fordi gassen absorberer energien fra solstrålene som ellers hadde perforert de øvre luftlagene eller blitt reflektert ut.

Vanndamp i *troposfæren* vil i løpet av 1-2 uker falle ned som nedbør, mens vanndamp i *stratosfæren* kan samles i større konsentrasjoner og bidra til en oppvarming av jordoverflaten.

Nitrogenoksider i troposfæren fører til produksjon av drivhusgassen ozon (som gir oppvarming), men samtidig til raskere nedbrytning av en annen viktig drivhusgass; metan. Den beregnede nettoeffekten på klimaet er oppvarming.

3.2 Kondensasjonsspor og dannelselse av cirrus-skyer

Kondensasjonsspor over sterkt trafikkerte områder i Sentral-Europa dekket 0,5 prosent av arealet i 1996 og 1997. Disse sporene dannes ved at vanndampen i flyeksosen kondenserer rundt partiklene under gitte meteorologiske forhold i de omkringliggende luftlag. Temperaturen i luftlagene avgjør metningspunktet til vanndamp, og dermed også skydannelsen. Kalde luftlag har et lavere metningspunkt enn varme luftlag. Partikkelutslipp fra fly kan påvirke temperaturen. Sulfatpartikler sprer sollys effektivt, og fører til en avkjøling av luftlagene, mens sotpartikler absorberer solstrålene og fører til oppvarming. Det er antatt at

kondensasjonsspor kan påvirke innstrålingen og temperaturen i de nedenforliggende luftlag og jordoverflaten

Etter dannelse av kondensasjonsspor er det blitt observert vidstrakte slørskyer, eller såkalt cirrus. Klimaeffekten av skyer er sterkt avhengig av hvilken høyde de opptrer i. Skyer i den øvre delen av troposfæren (10-13 kilometer) gir oppvarming fordi temperaturen i denne delen av atmosfæren er svært lav (ca -50°C). En økning av mengden cirrusskyer på grunn av flytrafikk vil derfor medføre en effektiv oppvarming av troposfæren.

3.3 Prognoser på hvordan flytrafikken vil bidra til global oppvarming

Modellestimater der en prøver å ta hensyn til effektene beskrevet overfor, indikerer følgende:

- Dagens utslipp fra fly (1992) har bidratt til 2,7 prosent av økningen i drivhuseffekten siden preindustriell tid ($0,037 \text{ W/m}^2$ i økt strålingsføring). For 2015 øker bidraget til 3,5 prosent ($0,079 \text{ W/m}^2$) hvis utslippene øker i samme hastighet som i dag.
- For 2050 varierer estimatene mellom 2,3 og 5,0 prosent ($0,09\text{-}0,19 \text{ W/m}^2$). Usikkerheten er knyttet til prognosene for trafikkvekst og teknologiutvikling. Estimaten gjelder kun for underlydsfly.
- Dersom man antar en utbygging av en flåte på 1000 overlydsfly i perioden 2015 til 2040, øker anslaget for strålingsføringen 12 W/m^2 , eller like mye som de samlede utslippene fra underlydsflyene (se forrige punkt). For overlydsflyene er det særlig den direkte drivhuseffekten av vanndamputslipp i den ellers svært tørre stratosfæren som bidrar.

4. Tiltak

- **innlemmelse i Kyoto-protokollen**

Utslipp av klimagasser fra fly er foreløpig ikke tatt med i Kyoto-protokollen. Dette skyldes to forhold. For det første er det svært vanskelig å knytte utslipp fra internasjonal flytrafikk til ett bestemt land. I tillegg er det foreløpig en betydelig vitenskapelig usikkerhet knyttet til hva nettoeffekten av flyutslipp er på klimaet^{xiii}.

- **internasjonale CO₂-avgifter**

Gjennom International Civil Aviation Organisation (ICAO)⁵ arbeider Norge for et nytt system som gjør det juridisk mulig å ta i bruk økonomiske virkemidler for å regulere CO₂-utslippene fra fly. Med dagens internasjonale regelverk vil det ikke være mulig for Norge å ilegge CO₂-avgift på jetdrivstoff. Flyselskapene vil i så fall fylle drivstoff utenlands for å slippe unna avgiften, og for å kunne være konkurransedyktige på utenlandsrutene^{xiv}.

- **miljømerking av fisk**

Forbrukerne krever stadig mer informasjon om maten de spiser, f.eks om fremstilling eller transport gir uheldige konsekvenser for miljøet. For at dette skal ha noen effekt på lakseeksporten, kreves det imidlertid at de japanske forbrukerne er opptatt av miljøspørsmål av denne typen. Sammenliknet med nordmenn og tyskere er japanerne i liten grad miljøengasjert^{xv}.

- **fjerning av subsidier eller incentiver som har negative miljøkonsekvenser.**

Bevilgninger til flytransport gjør luftfarten konkurransesterk i forhold til andre mer miljøvennlige transportalternativer. For eksempel ble flytransporten i Norge i 1996 subsidiert med 287 millioner kroner. En relativt stor andel av reisene på kortbanenettet er fritidsreiser der etterspørselen er prissensitiv. Dersom disse subsidiene blir fjernet er det sannsynlig at trafikken, og dermed også utslippene, reduseres betraktelig^{xvi}.

- **reduksjon av sulfatutslipp**

Antallet sulfatpartikler kan reduseres ved å stille strengere krav til svovelinnhold i drivstoffet.

- **effektivisering av flytrafikken**

I følge IPCC kan drivstofforbruket reduseres seks til tolv prosent ved mer effektiv flyledelse ved å korte ned på ventetiden før flyene får lande m.m. CO₂-utslippene er proporsjonale med drivstofforbruket, og reduseres følgelig tilsvarende. NO_x-utslippene reduseres også, man sannsynligvis noe mindre, siden dette er flygning med lav motorbelastning.

⁵ ICAO ligger under FN og har hovedansvar for etablering av internasjonale standarder, anbefalt praksis og veiledning i ulike aspekter ved internasjonal sivil luftfart, inkludert miljøvern.

5. Kilder

- ⁱ Norges offentlig statistikk: "Fiskeoppdrett 1998", Statistisk Sentralbyrå, 1999.
- ⁱⁱ Skyrud, N.: "Den første ferske laksen sjekket inn", Romerikes Blad, 12.05.00.
- ⁱⁱⁱ Flaata, Gudmund, Cargo Manager i Norge & Sverige for British Airways: Pers. med. aug.2000
- ^{iv} Berntsen, T.: "Flytrafikken tar av –utslippene øker oppvarmingen", CICERONE nr.3/98. [<http://www.cicero.uio.no/research/projects/1998/berntsen.html>]
- ^v SSB: Statistisk månedshefte, næringsvirksomhet, 101250 lufttransport, "sivil lufttransport" [<http://www.ssb.no/sm/sm10761n.shtml>]
- ^{vi} SSB,98: [http://www.ssb.no/emner/01/sa_nrm/nrm1998/kap03.shtml]
- ^{vii} MEET - Methodologies for estimating air pollutant emissions from transport. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 1999, ISBN 92-828-6785-4
- ^{viii} British Airways: fraktavedelingen, pers.med.okt-2000.
- ^{ix} Flaata, Gudmund: Pers. med. aug.2000
- ^x SSB: [<http://www.ssb.no/emner/10/12/20/bilvrak/>], 1998.
- ^{xi} StorOslo lokaltrafikk/ Oslo Sporveier: Reidar Ramberget (OS) og Bengt Johansen (SL) pers med. okt.2000.
- ^{xii} Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): "Aviation and the global atmosphere", Summary for policymakers, UNEP and WMO, 1999.
- ^{xiii} Berntsen,T.: op.cit.
- ^{xiv} Orvik,S.A: "Klimautslipp til værs", Framtiden i Våre Hender, Folkevett nr.3, 2000.
- ^{xv} Nyberg, A.: "Miljøengasjement –en sammenligning av Tyskland, Norge og Japan", SIFO rapport nr.10-1997.
- ^{xvi} Norges offentlige Utredninger (NOU): "Grønne skatter – en politikk for bedre miljø og høy sysselsetting" Statens Trykning, 1996.

Tillegg:

Beregning av CO₂-utslipp ved lastebil-/fergetransport av laks til kontinentet (Oslo-Paris)

Ingrid Agathe Bay 07.03.01

Forutsetninger:

Avstand Oslo-Paris	176 mil
Avstand Kiel-Paris	107 mil
Dieselforbruk for lastebil ved Nor Cargo	3,5 l/mil
Egenvekt diesel	0,84 kg/l
CO ₂ -faktor	3,17
Fraktkapasitet	16 tonn per lastebil

Bilene har returfrakt - utslipp på retur belastes derfor ikke laksen.

Lastebilene tar normalt ferger fra Oslo til Kiel, det vil si de kjører kun strekningen Kiel-Paris (107 mil). Vi får derfor to faktorer:

1. Fergefrakt Oslo-Kiel.
2. Lastebilfrakt Kiel-Paris.

1. Fergefrakten:

Tungoljeforbruk per overfart:	62,7 tonn
Max last ombord:	2244 tonn
CO ₂ faktor:	3,20

$62,7 \text{ tonn} \times 3,20 = 200 \text{ tonn CO}_2 \text{ per overfart}$
 $200 \text{ tonn CO}_2 / 2244 \text{ tonn frakt} = 0,09 \text{ tonn CO}_2 \text{ per tonn frakt}$

Å frakte én kilo fisk fra Oslo til Kiel med ferge fører til et CO₂-utslipp på 0,09 kg.

Kilde: Colorline v/Alan Christoffersen

2. Lastebilfrakten

$107 \text{ mil} \times 3,5 \text{ l/mil} \times 0,84 \text{ kg/l} \times 3,17 = 997 \text{ kg CO}_2$

En lastebil med 16 tonn i frakten, slipper ut 997 kg (eller ca 1 tonn) CO₂ på turen Kiel-Paris.

$1 \text{ tonn CO}_2 / 16 \text{ tonn fisk} = 0,06 \text{ tonn CO}_2/\text{tonn fisk}$.

Å frakte én kilo fisk fra Kiel til Paris fører til et CO₂-utslipp på ca 0,06 kilo.

*Kilde: SSB "Energistatistikk 1995"
Nor Cargo, pers med, okt 2000.*

TOTALE UTSLIPP:

Å frakte én kilo fisk fra Oslo til Paris fører dermed til et CO₂-utslipp på $0,09 + 0,06 = 0,15 \text{ kg CO}_2$.

Sammenlignet med flyfrakt til Japan, vil utslippene av CO₂ med ferge/lastebil til kontinentet utgjøre:

$\frac{6,4 - 12,4 \text{ kg CO}_2 \text{ pr kg fisk}}{0,15 \text{ kg CO}_2 \text{ pr kg fisk}} = 43-83 \text{ ggr mer CO}_2 \text{ ved flyfrakt til Japan enn ved frakt med ferge/lastebil til Frankrike}$