

*Jun Elin Wiik Toutain, Gaute Taarneby og
Eivind Selvig*

**Energiforbruk og utslipp til luft fra innenlandsk
transport**

Rapporter I denne serien publiseres statistiske analyser, metode- og modellbeskrivelser fra de enkelte forsknings- og statistikkområder. Også resultater av ulike enkeltundersøkelser publiseres her, oftest med utfyllende kommentarer og analyser.

© Statistisk sentralbyrå, desember Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen, skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	Standardtegn i tabeller	Symbol
ISBN 978-82-537-7485-5 Trykt versjon	Tall kan ikke forekomme	.
ISBN 978-82-537-7486-2 Elektronisk versjon	Oppgave mangler	..
ISSN 0806-2056	Oppgave mangler foreløpig	...
Emne	Tall kan ikke offentliggjøres	:
01.03.10	Null	-
01.04.	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
10.12	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Foreløpige tall	*
	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
	Desimalskilletegn	,

Sammendrag

Problemstilling

Energi til transportformål står for en stadig økende andel av vårt totale energiforbruk. Den økte transporten av både mennesker og gods er en konsekvens av velstandsutviklingen i Norge. Vi reiser mer, både privat og i jobbsammenheng, og god kjøpekraft gjør at flere varer må transporteres fra produksjonssted til brukssted. I 2006 utgjorde energi brukt til transport mer enn en fjerdedel av det totale norske energiforbruket.

I 2006 steg forbruket av diesel og bensin til veitrafikk med vel 3 prosent fra året før. 2006 var det første året hvor salg av diesel til veitrafikk var større enn bensinsalget. Samtidig går gjennomsnittsforbruket per kjøretøy gradvis nedover etter hvert som ny teknologi gjør motorene mer energieffektive. Bruk av energi og utslipp av klimagasser henger tett sammen, ettersom det meste av energien i transportsektoren stammer fra fossilt brensel.

Denne rapporten beskriver og sammenlikner energiforbruk og luftforurensning for ulike transportformer i Norge, med spesielt fokus på utslipp av klimagasser. Rapporten består av to deler. Den første gir tall på energibruk og utslipp i et makroperspektiv, det vil si nasjonale gjennomsnittstall for et gitt transportmiddel for årene 1994, 1998 og 2004. Følgelig kan transportmidler sammenlignes og rangeres etter energieffektivitet og miljøbelastning på et nasjonalt nivå. Dette kan være viktig informasjon når politiske rammevilkår for samferdselsutviklingen skal settes. Den andre delen av rapporten, med betydelige bidrag fra konsulentselskapet CIVITAS, tar for seg transportarbeid på eksempelstrekninger av ulik lengde, det vil si i et såkalt mikroperspektiv. Dette gjøres ettersom en rangering av transportmidlene basert på nasjonale gjennomsnittstall ikke nødvendigvis er representativ for en bestemt korridor. Passasjerbelegg og kjøremønster er blant faktorene som vil variere fra korridor til korridor, og følgelig vil energieffektivitet og miljøbelastning for de enkelte korridorene normalt avvike fra landsgjennomsnittet.

Rapporten er finansiert av den tverretatlige styringsgruppen for Nasjonal transportplan (NTP) og er ment å være et underlag for planlegging av framtidens transport. Lignende rapporter er utgitt i 1997 og 2001 (Holtskog og Rypdal, 1997 og Holtskog, 2001). Vi har i mange tilfelle kunnet benytte tidligere publiserte energiforbrukstall for å sammenlikne utviklingen over tid. Ny kunnskap fører til at utslippsfaktorene stadig revideres. Vi har derfor funnet det nødvendig å oppdatere alle utslippstall fra de tidligere publikasjonene. Et bedre tallgrunnlag for T-bane, trikk og jernbane har ført til en oppdatering av energiforbrukstall tilbake til 2000.

Gjennomføring

Energiforbruket for elektrisk jernbane, T-bane og trikk inkluderer tap i omformer og kontaktledning

I begge deler av rapporten er det beregnet direkte netto energiforbruk og utslipp for innenlandsk transport av både personer og gods. Med innenlandsk transport mener vi transport mellom to steder i Norge. Netto energiforbruk og utslipp ekskluderer energiforbruk og utslipp i forbindelse med produksjon og distribusjon av drivstoffet. Direkte netto energiforbruk og utslipp refererer til at beregningene kun gjelder forbruket av drivstoff til framdrift av kjøretøyene, dvs. at energiforbruk og utslipp fra produksjon og distribusjon av drivstoffet samt fra bygging av infrastrukturen, for eksempel jernbane, veier og lufthavner, ikke er med. For elektriske tog, T-bane og trikk inkluderer imidlertid energiforbruket tap i omformer og kontaktledning.

Persontransportarbeidet er beskrevet i form av personkilometer der fører av transportmidlet er inkludert og passasjerkilometer der føreren ikke er inkludert, kun passasjerer (gjelder kollektive transportmidler). Persontransportarbeidet er kjørt distanse multiplisert med antall personer i transportmiddelet. Tilsvarende er godstransportarbeidet målt i tonnkilometer (tkm), der en tonnkilometer er et tonn gods fraktet én km. I analysen av eksempelstrekninger er de ulike transportmidlene

sammenliknet i forhold til utslipp per person eller per tonn transportert gods. Rapporten tar utgangspunkt i det faktiske transportarbeidet, ikke potensialet dersom transportmidlene var fylt opp til kapasitetsgrensen.

For elektrisk jernbane er det beregnet utslipp på grunnlag av norsk elektrisitetsmiks

Det er i Norge vanlig å anta 0-utslipp ved bruk av elektrisk jernbane fordi Norge stort sett har vært selvforsynt med elektrisitet fra vannkraftverk. Integreringen av det norske kraftmarkedet i det nordiske og europeiske energimarkedet basert på en miks av kull-, gass- og kjernekraft førte, i perioden 1998-2004, til import av elektrisk energi tilsvarende 7 prosent per år. I 2007 kom driften i gang ved Kårstø gasskraftverk. På grunn av import og noe egenproduksjon vil derfor elektrisitetsforbruket i Norge alltid være forbundet med utslipp av klimagasser. I rapporten har vi i hovedsak beregnet utslipp fra jernbane med utgangspunkt i norsk elektrisitetsmiks. For jernbane, T-bane og sporvogn kan man også tenke seg at elektrisitetsforbruket har importert kraft eller norsk gasskraft som kilde og dermed helt og holdent er basert på fossil kraftproduksjon. Utslippene forbundet med elektrisitetsforbruket vil da være vesentlige.

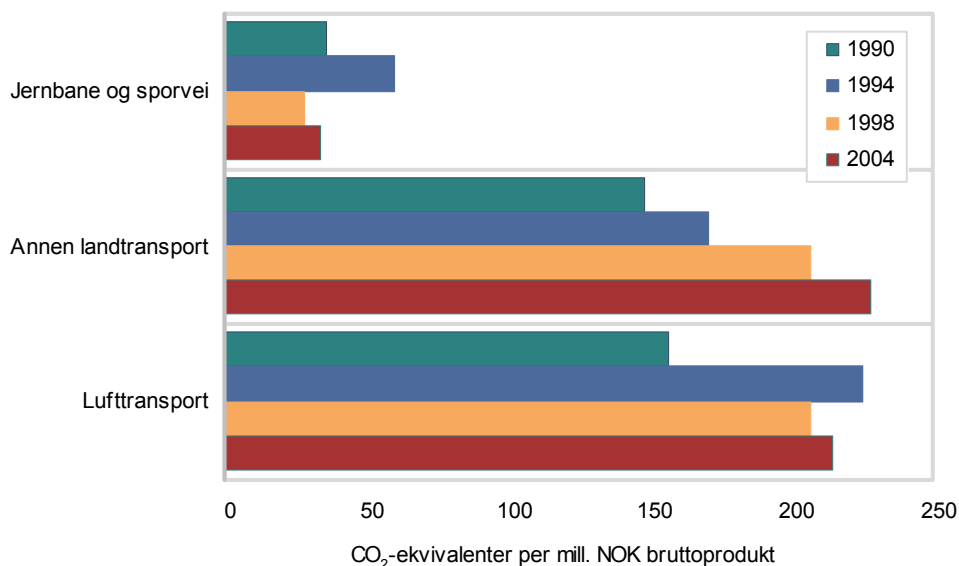
En rekke ulike datakilder er benyttet i analysen. Til makroanalysen er data hentet fra ulike SSB-statistikker som lastebilundersøkelsen, register-, kollektiv- og samferdselsstatistikken samt SSBs veitrafikkmodell, SSBs energiregnskap, NSBs miljøregnskap, Oslo Sporveiers miljøregnskap, Norges taxiforbund og Transportøkonomisk institutt. I mikroanalysen er data innhentet fra forskjellige transportører. Utslippsfaktorer er hentet fra veitrafikkmodellen i SSBs utslippsregnskap.

Resultater persontransport – makroperspektivet

Generell økonomisk vekst fører til økt energiforbruk i transportsektoren

Innenlandske persontransportytelser stod for 66 milliarder passasjerkilometer i 2004 og godstransportytelser (jernbane og vei) for 17 milliarder tonnkilometer. Persontransporten har økt med 9 prosent i perioden 1998-2004, mens godstransporten har økt med hele 15 prosent. Transport på vei sto for rundt to tredeler av energiforbruket til transportformål innenriks og bidro i 2006 med 19 prosent av de totale norske utslippene av klimagasser. Veitransportens andel av de totale utslippene er økende. Økningen av veitransportens energiforbruk og utslipp må sees i sammenheng med generell økonomisk vekst og større etterspørsel etter varer og persontransport. Dette har ført til at utslippsintensitetene i transportnæringen, målt som forholdet mellom utslipp og bruttoprodukt, har økt jevnt i perioden etter 1990. Godstransport på vei bidrar mest både til utslipp av klimagasser og til den økonomiske veksten.

Utslippsintensiteter (klimagasser). Tonn CO₂-ekvivalenter per millioner kroner bruttoprodukt. Faste 2000-priser



Kilde: SSB (2008a)

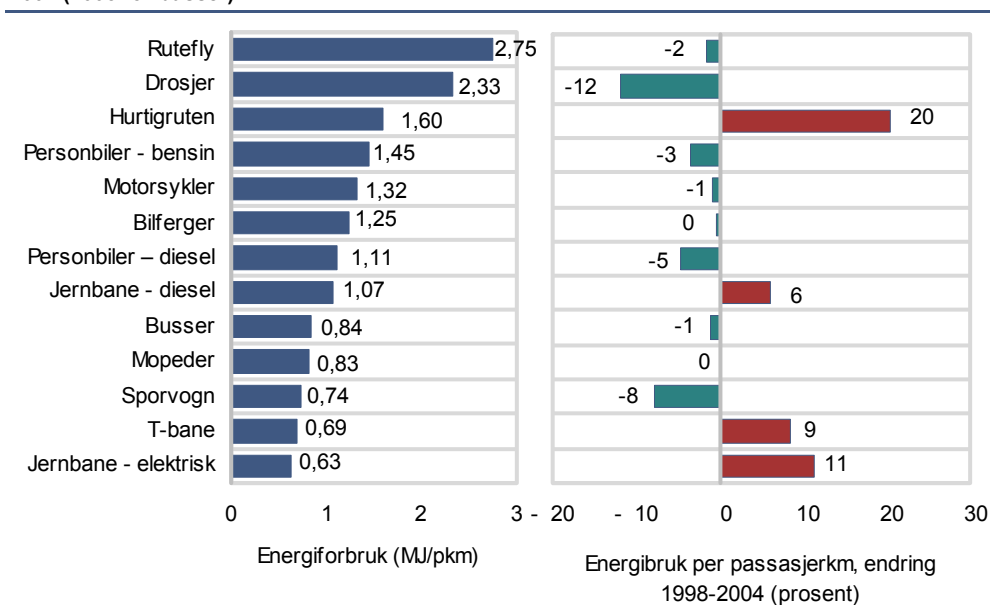
Mellom 1994 og 2004 økte antall registrerte personbiler i Norge med nesten 20 prosent, til 1,97 millioner. Personbilene stod da for nesten 80 prosent av det totale persontransportarbeidet i Norge. Samtidig økte transportarbeidet med bilferger betydelig. Den nest største andelen av persontransportarbeidet i 2004 sto luftfarten for med 8 prosent, tett fulgt av bussene med 7 prosent. Bussenes persontransportarbeid har holdt seg konstant siden 1998, og deres andel av det totale persontransportarbeidet har derfor avtatt noe (< 1 prosent). Luftfartens persontransportarbeid har derimot avtatt med 5 prosent og deres andel av det totale persontransportarbeidet er derfor redusert med ca. 1 prosent. På grunn av oppstarten av Flytoget i 1998 er persontransportarbeidet med jernbanen noe høyere i 2004 enn i 1998. Det samlede transportarbeidet utført av sporveier og T-bane i Oslo og Bærum har derimot gått ned siden tusenårsskiftet.

Teknologisk utvikling fører til redusert drivstofforbruk

Bedre teknologi har gjort veitrafikken mer energieffektiv, hvilket innebærer at både energiforbruk og utslipp vokser mindre enn passasjerkilometer og tonnkilometer. For andre transportmidler har ikke energibruken blitt effektivisert i samme grad.

For transport av personer, viser elektrisk jernbane, T-bane og sporvogn seg å være de mest energieffektive framkomstmidlene. Med samme energimengde transporterer disse dobbelt så mange personer som bensindrevne personbiler og fire ganger så mange som drosjer. Etter de elektrisk drevne transportmidlene og mopeder, kommer dieseldrevne busser, dieseldrevet jernbane og dieseldrevne personbiler.

Energiforbruk for innenlandsk persontransport. Energiforbruk per passasjerkm, per personkm for personbiler, motorsykler og mopeder. MJ/pkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004 (2005 for busser)



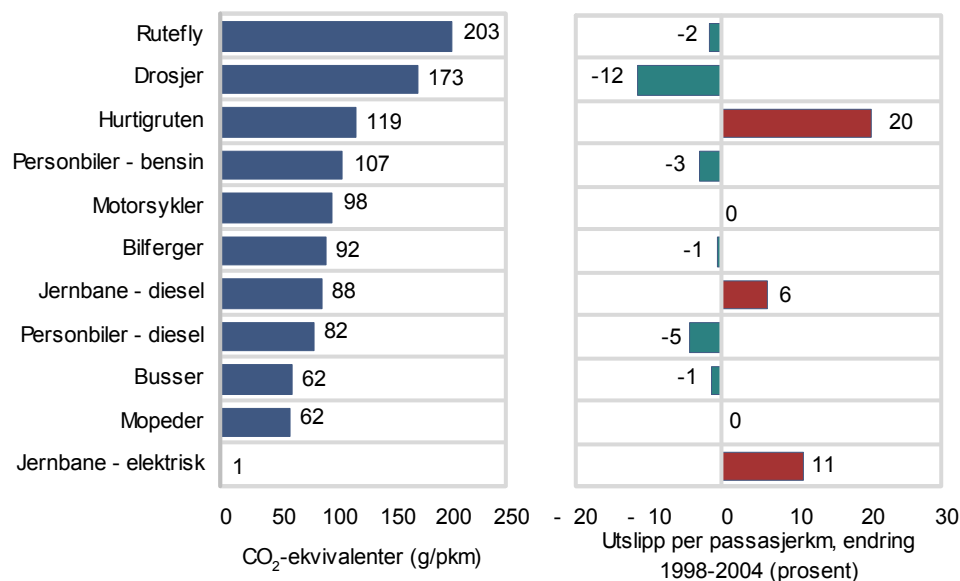
Bilfergene kommer omtrent like bra ut av det som bensindrevne personbiler når det gjelder energiforbruket per passasjerkm fordi de i tillegg transporterer en stor mengde gods.

Lufttransport er mest energikrevende, men det er nesten like energikrevende å transportere passasjerer med drosje som med fly. Som regel er det uhensiktsmessig å bruke drosje på en strekning som er egnet for fly, men det setter tallene i perspektiv.

Dieseldrevet jernbane har et lavere energiforbruk, men et større utslipp enn dieseldrevne biler per pkm

Elektrisk jernbane har det laveste utslippet av klimagasser. På plass nummer to kommer mopeden fulgt av busser, dieseldrevne personbiler og dieseldrevet jernbane. Vi legger merke til at selv om dieseldrevet jernbane har et lavere energiforbruk per passasjerkm enn dieseldrevne personbiler, kommer likevel dieseldrevne personbiler bedre ut av det når det gjelder utslipp til luft.

Utslipp til luft fra innenlandsk persontransport. CO₂-ekvivalenter per passasjerkm. g/pkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004 (2005 for busser)



Fra 1998 til 2004 gikk utslippene ned for busser, personbiler og drosjer samt rutefly og ferger. Utslippene gikk mest ned for drosjer. At utslippene har avtatt for busser, personbiler og drosjer må sees i sammenheng med den teknologiske utviklingen som har ført til redusert drivstofforbruk.

Når Hurtigruten frakter mindre gods, går energiforbruk og utslipp per pkm opp

Hurtigruten sto for den største økningen. Dette skyldes først og fremst at omleggingen av driften fra passasjer- og godstransport til cruisetrafikk med hoteldrift, har ført til at Hurtigruten frakter mindre gods enn før.

Resultater godstransport - makroperspektivet

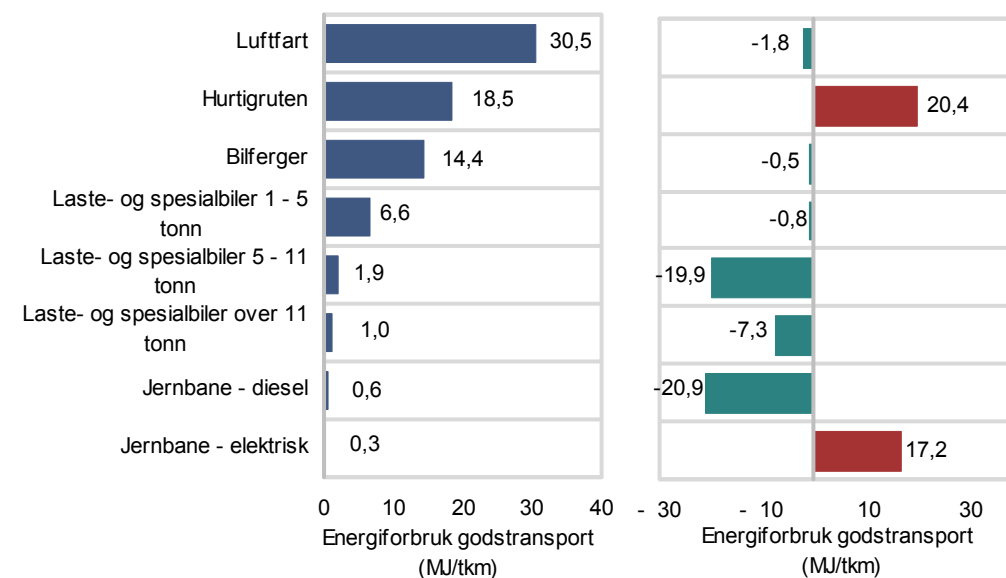
Når vi sammenligner godstransport langs vei med jernbane og fly, er det laste- og spesialbiler som har det desidert største godstransportarbeidet. I perioden 1994 til 2004 har transportarbeidet holdt seg uendret for lastebiler med registrert nyttelast mellom 1 og 5 tonn, mens det har økt for lastebiler med registrert høyere nyttelast. Det viser seg at mer og mer gods transporteres med de største laste- og spesialbilene på bekostning av de mindre lastebilene. I tillegg transporteres godset stadig lengre med bil. Det økte godstransportarbeidet skyldes derfor ikke bare at laste- og spesialbilene frakter mer gods, men også at de kjører flere kilometer med godset.

Transport av gods til sjøs står for et nesten like stort godstransportarbeid som vei-transport. På grunn av det svake datagrunnlaget har vi imidlertid ikke funnet det forsvarlig å behandle godstransport til sjøs i denne rapporten.

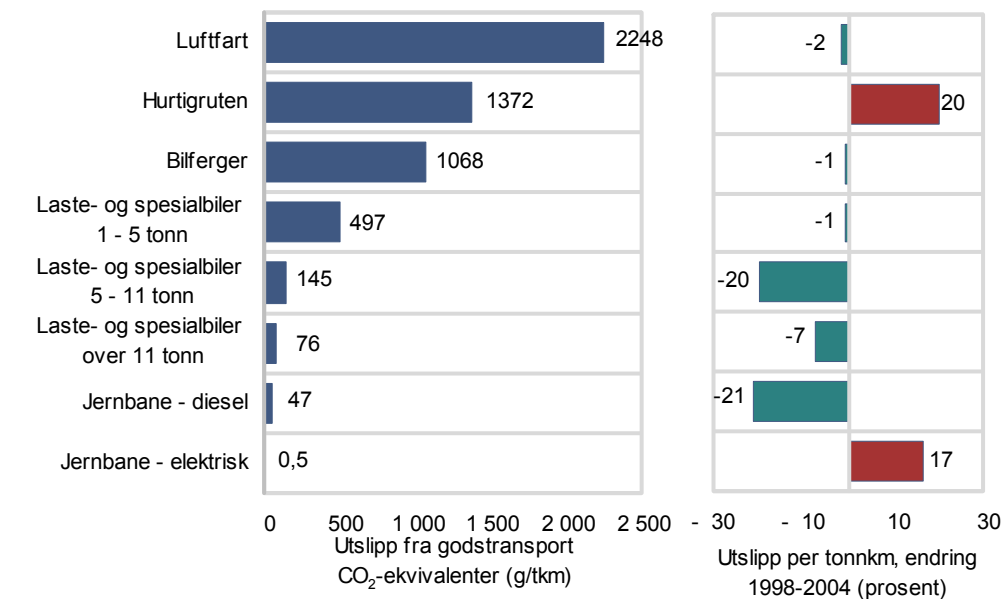
Transport av gods med fly gir størst utslipp per tonnkm

For transport av gods er elektrisk jernbane mest energieffektivt (og slipper ut minst klimagasser). Dieseldrevet jernbane kommer på plass nummer to når det gjelder energieffektivitet og utslipp, fulgt av store lastebiler på plass nummer tre. Transport av gods med fly er klart det mest energikrevende og det som gir størst utslipp per tonnkm. Per tonn transportert gods bruker fly mer enn 100 ganger mer energi enn elektrisk jernbane, slipper ut nærmere 50 ganger mer klimagasser enn dieseldrevet jernbane og 30 ganger mer enn lastebiler over 11 tonn. Til gjengjeld utgjorde ikke godstransportarbeidet med rutefly mer enn 5 prosent av det innenlandske persontrafikkarbeidet med fly i 2004.

Energiforbruk for innenlandsk godstransport. Energiforbruk per tonnkm. MJ/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004



Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandsk godstransport. CO₂ – ekvivalenter per tonnkm. g/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004

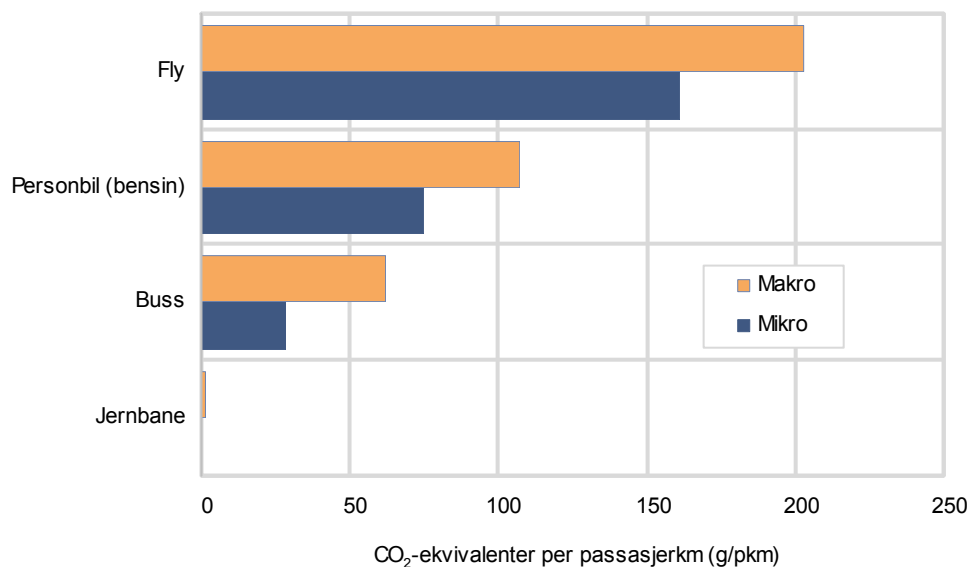


Resultater – mikroperspektivet

Mikroanalysen viser den samme tendensen ved rangering av transportmidlene som makroanalysen

Analysen av eksempelstrækninger for persontransport har tatt utgangspunkt i transportkorridorer hvor det er mulig å sammenligne flere ulike transportmidler. De valgte strækningene har et relativt høyt passasjerbelegg og er relativt enkle å drifte med kollektivtransport. Følgelig avviker tallene for energiforbruk til dels betydelig fra landsgjennomsnittet. Beregningene viser imidlertid det samme mønsteret i forhold til rangering av transportmidlene. På alle strækningene er det elektrisk jernbane som har det minste energiforbruket og utslippet per passasjerkm, mens fly har det høyeste.

Utslipp til luft på strekningen Oslo-Bergen. CO₂-ekvivalenter per passasjerkm. g/pkm. Makro 2004 (buss 2005), mikro 2006



Fly og hurtigbåt har de høyeste utslippene per pkm

På de korridorene der båt ikke er et reelt alternativ, er det fly som har de høyeste utslippene av CO₂-ekvivalenter per passasjertur. Ser vi på korridoren Oslo - Bergen har fly 1,4 ganger høyere utslipp enn bil, ca 3,5 ganger høyere enn buss og 212 ganger høyere enn tog (basert på norsk elektrisitetsmiks). Med gasskraft som elektrisitetskilde kommer jernbanen ut omtrent likt med buss og med kullkraft omtrent likt med personbil. Tendensen er den samme for alle korridorer og for både lange og korte strekninger. Fly og hurtigbåt kommer dårligst ut, deretter bil, buss og tog.

Resultatene for eksempelstrekningene demonstrerer for øvrig at korte reiser er mer energikrevende per passasjerkilometer enn lange. Det er derfor ikke uventet at utslippene er høyere per passasjerkilometer på de korte strekningene (delvis bykjøring) enn for mellomdistansene, som igjen ligger noe høyere enn de lange distansene.

Med gasskraft på marginen slipper elektrisk jernbane ut like mye CO₂ som dieseldrevet jernbane per tonnkm

Også i analysen av eksempelstrekninger for godstransport, kommer jernbanen best ut når det gjelder energiforbruk og klimagassutslipp ved transport av gods. Utslipp fra dieseldrevet jernbane er mer enn 60 ganger høyere enn utslippene assosiert med elektrisk jernbane (norsk elektrisitetsmiks). Med gasskraft som elektrisitetskilde er utslippene per tonnkm omtrent de samme ved bruk av elektrisk- og dieseldrevet jernbane. Dieseldrevet jernbane forekommer forøvrig ikke på eksempelstrekningene.

Sjøtransport er mer energieffektivt og gir lavere klimagassutslipp enn transport med lastebil, mens flytransport av gods igjen kommer dårligst ut. Utslipp ved å transportere ett tonn gods med fly på strekningen Oslo-Bergen er mer enn 500 ganger høyere enn med jernbane. I forhold til bruk av båt eller bil gir fly henholdsvis 25 og 13 ganger høyere utslipp av klimagasser.

Beregninger av CO₂-utslippene "dør-til-dør" for godstransport på strekningen Oslo-Bergen endrer forholdet mellom de ulike transportmidlene noe. Godstransport på vei og sjø slipper ut om lag like mye CO₂ på strekningen Oslo-Bergen per tonn transportert gods, mens det totale utslippet ved bruk av jernbane, kombinert med veitransport på 10 km i begge ender, utgjør ca 35 prosent av utslippet fra transport med lastebil hele veien.

Sammenligning av makro- og mikroperspektivene

Sammenlikning av resultatene fra analysene av eksempelstrekningene med gjennomsnittstallene for Norge som helhet, viser at mikroperspektivet til en stor grad understøtter funnene fra makroperspektivet. Mikroperspektivet illustrerer i tillegg den store spredningen av energiforbruk fra strekning til strekning. For eksempel vil korte reiser generelt gi høyere energibruk og utslipp per tilbakelagt kilometer enn lange reiser, og virkelig personbelegg på en bestemt strekning kan være høyere eller lavere enn den gjennomsnittlige. Man skal derfor bruke tall fra slike analyser med forsiktighet.

Prosjektstøtte: Arbeidet er finansiert av den tverretatlige styringsgruppen for Nasjonal transportplan (NTP).

Innhold

Sammendrag	3
1. Innledning	11
2. Makroperspektivet: Gjennomsnittstall for Norge	14
2.1. Datagrunnlag.....	14
2.2. Metode	14
2.3. Resultater makro - Persontransport	18
2.4. Sammenligning av transportmidlene - Persontransport.....	30
2.5. Resultater makro - Godstransport	34
2.6. Sammenligning av transportmidlene - Godstransport	39
3. Mikroperspektivet: Noen eksempler	43
3.1. Omtale av datagrunnlaget og metode	43
3.2. Resultater mikro – Persontransport.....	45
3.3. Sammenligning av transportmidlene - Persontransport.....	53
3.4. Resultater mikro – Godstransport.....	55
3.5. Sammenligning av transportmidlene - Godstransport	60
3.6. Dør-til-dør	61
4. Sammenlikning med makroperspektivet	63
5. Definisjoner	66
Referanser	69
Figur- og tabellregister	70

1. Innledning

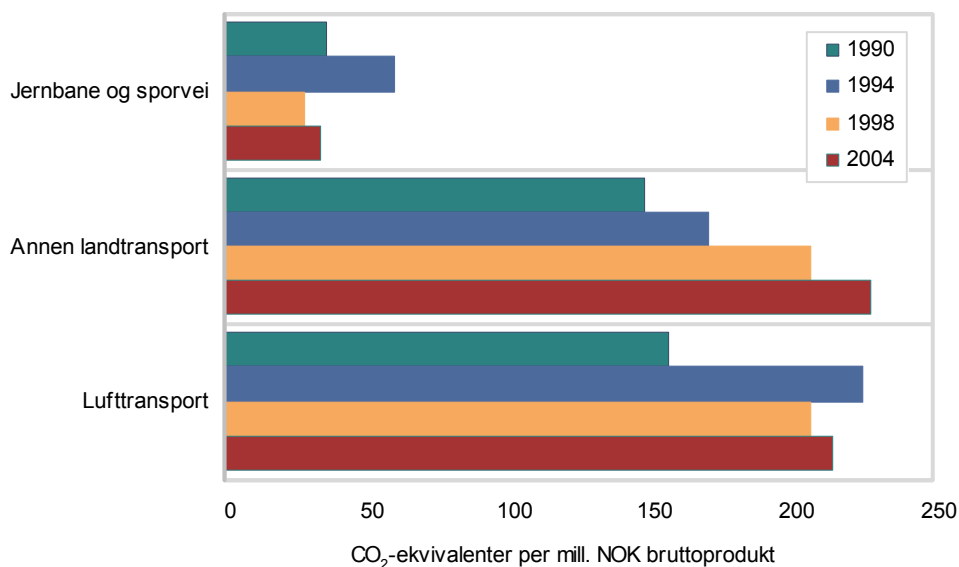
Et moderne samfunn forutsetter god infrastruktur og effektiv transport. Folk skal forflytte seg både privat og i jobbsammenheng, og varer skal transporteres fra der de er produsert til der de skal brukes. Dette beslaglegger betydelige mengder ressurser, i form av båndlagt areal og ikke minst energi, og medfører utslipp til atmosfæren vi lever i.

Energiforbruk til transportformål står for en stadig økende andel av vårt totale energiforbruk. I 2006 utgjorde det 27 prosent av energiforbruket, mot ca. 23 prosent i 1990. Veitransport er den største forbrukeren, og står for rundt to tredeler av energibruken til transportformål innenriks.

Transportaktivitet medfører flere ulike belastninger på miljøet, som utslipp av klimagasser og stoffer som forårsaker forsuring og lokal luftforurensning. Utslipp fra veitrafikk er i sterk vekst og sto i 2006 for 19 prosent av de totale norske utslippene av klimagasser. Veitransportens andel av de totale utslippene er økende. I tillegg medfører transport betydelige støybelastninger for mange.

Økningen av veitransportens energiforbruk og utslipp må sees i sammenheng med generell økonomisk vekst og større etterspørsel etter varer og persontransport. Den økonomiske veksten i transportnæringen øker mindre enn veksten i klimagassutslippene fra landtransport. Landtransport bidro i 2006 til 57 prosent av klimagassutslippene og 34 prosent av bruttoproduktet i transportnæringen, og utslippsintensiteten (klimagassutslipp per million kroner bruttoprodukt i faste priser) har i perioden 1990 til 2006 gått jevnt oppover. Brutttoproduktet har i perioden økt med 50 prosent, mens klimagassutslippene har økt med hele 137 prosent, til tross for at den teknologiske utviklingen har ført til at kjøretøyene bruker mindre drivstoff per kjørte kilometer enn tidligere. Godstransport på vei bidrar mest både til utslipp av klimagasser og til den økonomiske veksten.

Figur 1.1. Utslippsintensiteter (klimagasser). Tonn CO₂-ekvivalenter per millioner kroner bruttoprodukt. Faste 2000-priser



Kilde: SSB (2008a).

Det foregår en kontinuerlig debatt om hvilken transportform som er mest miljøvennlig. Miljøaspektet brukes også i markedsføring av transporttjenester. De begrunnelser, avveininger og sammenstillinger som gjøres, er imidlertid ofte preget av subjektivt skjønn. De fleste slike sammenligninger har forutsetninger ved seg som gjør at de ikke gir det fulle og hele svaret når det gjelder hvilket transportmiddel som er mest miljøvennlig. Dette skyldes blant annet at det er flere måter å

tenke og regne på. Et annet aspekt er hvorvidt det skal tas hensyn til utslipp knyttet til bygging og drift av infrastrukturen til transportvirksomheten. Eksempelvis er det en utfordring å beregne miljøeffekten av infrastruktur i et livsløpsperspektiv.

For elektrisk jernbane er utslipp beregnet på grunnlag av norsk elektrisitetsmiks

Indirekte utslipp og livsløp er ikke behandlet i denne rapporten. Analysen begrenser seg til direkte netto energiforbruk og utslipp knyttet til innenlandsk transport. Med innenlandsk transport mener vi transport mellom to steder i Norge for både person- og godstransport. Med *direkte netto energiforbruk* menes kun energiforbruk til transportmidlenes framdrift. Energiforbruk til produksjon og distribusjon av drivstoffet samt såkalt *indirekte* energibruk og utslipp er knyttet til bl.a. konstruksjon av kjøretøyer og infrastruktur. *Direkte brutto energiforbruk* er summen av energien til transportmidlenes framdrift og drivstoffets produksjon og distribusjon. Verken brutto energiforbruk eller indirekte energiforbruk er inkludert i beregningene. Beregningene for elektrisk drevne transportmidler (tog, T-bane og sporvogn) kommer imidlertid i en særstilling ved at energiforbruket for disse inkluderer tap i omformer og kontaktledning. Det diskuteres om bruk av elektrisk energi har 0-utslipp eller om import av elektrisk kraft (basert på en miks av kull-, gass- og kjernekraft) fører til at det er utslipp forbundet med bruk av elektriske transportmidler. For å belyse dette har vi i rapporten beregnet utslipp forbundet med energiforbruket for elektrisk jernbane. I prinsippet kunne dette vært sammenlignet med utvinning, produksjon og distribusjon av bensin og diesel. Dette perspektivet er ikke brukt i rapporten.

Beregningene er basert på faktisk transportarbeid, altså med dagens kapasitetsutnyttelse, og i likhet med tidligere utgitte rapporter er enheten i denne analysen transportmiddelet, og ikke reisen. En reise fra Oslo til Bergen kan foregå med bil direkte fra startsted til destinasjon, med buss eller tog direkte fra sentrum til sentrum eller med fly fra Gardermoen til Flesland. Ved bruk av buss, tog og fly vet vi lite om ferden videre. Bruk av fly vil normalt kreve flere transportmidler, i og med at en flyplass er et transportknutepunkt langt fra bebyggelse. Dette er ikke inkludert i beregningene, bortsett fra for et par eksempelstreknings.

Rapporten omhandler transport av personer og gods i et makro- og et mikroperspektiv

Rapporten er delt i to. Første del er en oppdatering av de tidligere SSB-rapportene, og beskriver resultatene fra analyser i såkalt makroperspektiv. Med makroperspektivet menes gjennomsnittstall for hele landet for et gitt transportmiddel for en gitt tidsperiode. Første del gir altså gjennomsnittlige landstall for energiforbruk og utslipp fra ulike transportmidler, for årene 1994, 1998 og 2004.

Spørsmål har blitt stilt om en rangering av transportmidler etter energieffektivitet og klimapåvirkning på et nasjonalt nivå ville gi andre resultater for energiforbruk og utslipp til luft på spesifikke transportstreknings. På bestemte streknings vil faktorer som passasjerbelegg og kjøremønster variere, og følgelig vil vi anta at energieffektivitet og miljøbelastning for de enkelte strekningene normalt avviker fra landsgjennomsnittet.

I andre del av rapporten er det derfor foretatt en analyse av snitt-tall for mange avganger på eksempelstreknings, en såkalt "mikroanalyse". Mikroanalysen er basert på intervjuer med enkelte større og mindre transportbedrifter. Det er valgt ut noen få korridorer for å se på variasjoner på kort-, mellom- og langdistanse for de ulike transportformene. Eksemplene representerer streknings med godt passasjergrunnlag slik at kapasitetsutnyttelsen av transportmidlene ventelig er høyere enn landsgjennomsnittet.

Transportarbeidet, energiforbruket og utslippene er relatert både til personer og gods, og rapporten omtaler dem separat. Ettersom mange transportmidler frakter både personer og gods samtidig, mens kun samlet energiforbruk er oppgitt, oppstår det et fordelingsproblem som er løst ved å bruke gods- og passasjerekvivalenter (dvs. tonnkm blir omregnet til personkm og omvendt, se kapittel 2.2.5). For gods-transport med typiske persontransportmidler, som for eksempel fly, Hurtigruten,

bilferger og lokale rutebåter, innebærer dette at resultatene for godstransport blir mer usikre.

Denne rapporten er en oppdatering og utvidelse av tidligere analyser om energiforbruk og utslipp til luft, utgitt av SSB i 1997 og 2001 (Holtskog og Rypdal, 1997 og Holtskog, 2001). Arbeidet er finansiert av den tverretatlige styringsgruppen for Nasjonal transportplan (NTP) og er ment å være en del av et beslutningsgrunnlag for planlegging av framtidens transport.

2. Makroperspektivet: Gjennomsnittstall for Norge

2.1. Datagrunnlag

Datagrunnlaget og metoden som er brukt varierer fra transportmiddel til transportmiddel. Denne rapporten bygger på tre typer grunnlagsdata: energiforbruksdata, aktivitetsdata og utslippsfaktorer.

Energiforbruksdata for veitrafikk er hentet fra veitrafikkmodellen (se kapittel 2.2.1). Energiforbruksdata for jernbanen er hentet fra NSBs miljøregnskap (NSB, 2004), for T-bane og sporvogn fra Sporveiens miljørapport (Oslo Sporveier, 2002 og 2006) for skips- og lufttrafikk fra SSBs energiregnskap.

Det er ikke foretatt separat datafangst for formålet annet enn for hurtigbåter der energiforbrukstall er hentet inn i forbindelse med utarbeidelsen av rapporten. Aktivitetsdata for de ulike transportmidlene er hentet fra ulike SSB-statistikker som register-, kollektiv- og samferdselsstatistikken, lastebilundersøkelsen (SSB 2008b), fra NSBs miljøregnskap (NSB, 2004), Sporveiens miljørapport (Oslo Sporveier, 2002 og 2006) og Transportøkonomisk institutt (Rideng, 2005). Tallene for belegg kommer fra: Norges Taxiforbund (2006), SSB kollektivstatistikk (buss), Transportøkonomisk institutt (Rideng, 2005), NSBs miljøregnskap (NSB, 2004) og Sporveiens miljørapport (Oslo Sporveier, 2002 og 2006).

Lastebilundersøkelsen ble fram til 1993 holdt hvert femte år, deretter hvert år. Statistikken over registrerte godsbiler ble lagt ned i 2003. Statistikken over Nasjonal og internasjonal lastebiltransport¹ (SSB, 2008b), beskriver norsk-registrerte godsbilers transportytelser. Denne statistikken omfatter imidlertid kun lastebiler med nyttelast 3,5 tonn eller mer og inntil 35 tonn i totalvekt. Undersøkelsen bygger på ukentlige kjørerapporter og omfatter alle transporter med av- og pålesning i Norge. Tallene som blir presentert i dette kapitlet er gjennomsnitt for perioden 1993 til 1995 og tall for 1998 og 2004.

Godstransport på vei omfatter biler som både går i egentransport og i ervervmessig kjøring. Det vil si alle vare-, kombinerte- og lastebiler uavhengig av eierforhold og bruksområde. I 2004 stod godstransport på vei for 17 milliarder tonnkilometer, en økning på mer enn 2 milliarder tonnkilometer siden 1998.

Utslippsfaktorene kommer fra SSBs utslippsregnskap og SSBs veitrafikkmodell (Aasestad 2007 og Bang m.fl. 1999).

Data på partikkelutslipp fra godstransport inkluderer *ikke* svevestøv fra piggdekkslitasje.

2.2. Metode

2.2.1. Veitrafikkmodellen

Veitrafikkmodellen beregner energiforbruk og utslipp til luft for en rekke kjøretøyer. Den ble utviklet av SSB, Norsk institutt for luftforskning og Teknologisk institutt på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (Bang m.fl. 1999) og er en videreutvikling av den opprinnelige "veitrafikkmodellen" som ble utviklet i 1993 (Bang m.fl. 1993b). Veitrafikkmodellen brukes spesielt i forbindelse med beregning av Statistisk sentralbyrås (SSB) utslippsregnskap. En forbedring av modellen fra 1993 har ført til endringer av energiforbruksfaktorer og utslippsfaktorer, noe som igjen har medført forskjeller i energiforbruks- og utslippsfaktorene i denne rapporten i forhold til tidligere rapporter over samme tema (Holtskog og Rypdal 1997 og Holtskog 2001). I denne rapporten har vi oppdatert

¹SSBs lastebilstatistikk

energiforbruks- og utslippsfaktorer for 1994 og 1998 slik at de er konsistente med faktorer for 2004.

Veitrafikkmodellen er en drivstoffbasert modell, der det totale forbruket av ulike drivstoffer er ramme for beregningene. Utslipp beregnes for drivhusgasser (CO₂, CH₄, N₂O, PFK, HFK, SF₆), forsurende gasser (SO₂, NO_x, NH₃), partikler, CO og NMVOC. Energiforbruk og utslipp beregnes for kombinasjoner av følgende parametere:

- Kjøretøykategorier: 10 klasser, hvilke er forskjellige kombinasjoner av type kjøretøy, vekt og type drivstoff
- Kjøretøyalders (0-29 og 30+)
- Kjøremønster: fem kjøremåter brukes:
 - Bykjøring, på veier med skiltet hastighet opp til 30 km/t
 - Bykjøring på veier med skiltet hastighet mellom 30 og 50 km/t
 - Landevei/omkjøringsvei, med skiltet hastighet 60-70 km/t
 - Hovedvei, med skiltet hastighet 80 km/t
 - Motorvei, med skiltet hastighet 90 km/t

Utslippsfaktorene som benyttes er avhengige av type kjøretøy (motortype, vekt, teknologi, alder), type drivstoff og kjøremønster. Det totale trafikkarbeidet inngår ikke direkte i beregningene, men andeler av trafikkarbeidet fordeles etter antall kjøretøy og gjennomsnittlig årlig kjørelengde.

Utslipp fra fordampning av NMVOC og kaldstart beregnes separat og adderes til eksosrørutslippene fra varme motorer. Utslipp fra fordampning inkluderer fordampning under kjøring, utslipp fra parkering med varm motor og døgnutslipp (utslipp pga endringer i damptrykk i drivstoffsystem ved døgnets temperaturendringer). Gjennomsnittlige utslippsfaktorer som er tilpasset norsk klima, brukes. Faktorene er oppgitt per kjøretøykategori og teknologi.

Kaldstartutslipp beregnes som et ekstra utslipp per start. Detaljert kjøremønster og regionale temperaturdata brukes og faktorer er oppgitt per kjøretøykategori og teknologi. Motortemperaturer er korrigert for bruk av motorvarmere. Det ekstra drivstofforbruket forårsaket av fordampning og kaldstarter subtraheres fra den totale forbruket før utslipp fra varme motorer beregnes.

2.2.2. Energiforbruk

Energiforbruksfaktorer for veitrafikk beregnes i veitrafikkmodellen

I veitrafikkmodellen beregnes energiforbrukstall for hver enkelt kjøretøykategori (motortype, vekt, teknologi og type drivstoff). Beregningene er basert på tekniske data fra kjøretøyfabrikantene, tall på tetthet og energiinnhold for ulike drivstoff (se Tabell 2.1) og kjørelengder hentet fra TØIs reisevaneundersøkelse.

Tabell 2.1. Tetthet og energiinnhold i norske petroleumsprodukter brukt til transport

Produkt	Tetthet (kg/liter)	Energiinnhold (MJ/kg)
Bensin	0,74	43,9
Parafin	0,81	43,1
Diesel/gassolje	0,84	43,1
Spesialdestillat	0,88	43,1
Tungolje	0,98	40,6
Elektrisitet	-	1 kWh = 3,6 MJ

Kilde: Energistatistikk (SSB)

Energiforbrukstallene korrigeres for kjøretøyets alder og forskjellig kjøremønster. I siste instans vektet forbrukstallene beregnet på denne måten opp mot salgsstatistikken for petroleumsprodukter som man antar gir et godt bilde av det faktiske totalforbruket av energi til veitrafikk.

Energiforbruk per vognkm beregnes enten i veitrafikkmodellen eller det beregnes fra oppgitt årlig forbruk (hentet fra SSBs energiregnskap) delt på kjørte kilometer.

Persontransportarbeidet inngår ikke direkte i beregningene av energiforbruk eller utslipp for transportmidler på vei og er derfor ikke oppgitt i tabellene. Der energiforbrukstall ikke foreligger fra veitrafikkmodellen, er hovedmetoden å beregne energiforbruk per enhet transportarbeid (personkm og tonnkkm). Energiforbruk per person- eller passasjerkm beregnes fra tall for totalt energiforbruk (i løpet av året) dividert med person- eller passasjertransportarbeidet (jfr Tabell 2.32), mens energiforbruk per tonnkkm beregnes fra tall for totalt energiforbruk (i løpet av året) dividert med godstransportarbeidet (jfr Tabell 2.48).

Vi har ikke tall for energiforbruket eller virkningsgraden til forskjellige motortyper. En bensinmotor har en teoretisk virkningsgrad på 30 - 35 prosent, dvs at bare 30 - 35 prosent av energien i drivstoffet brukes til framdrift av kjøretøyet. Tilsvarende har en dieselmotor om lag 35 - 45 prosent teoretisk virkningsgrad og en elektromotor omkring 85 prosent. For transportmidler som bruker elektrisk energi (trikk, forstadsbaner og tog) vil mellom 20 og 40 prosent av energien gå med til belysning og oppvarming av vognene samt til tap i kontaktledninger og omformerstasjoner.

2.2.3. Utslippstall

Utslippsfaktorer for veitrafikken kommer fra SSBs utslippsregnskap og veitrafikkmodellen (se kapittel 2.2.1).

Utslippsfaktorene er avhengige av kjøretøykategori, kjøretøyets alder og kjøremåten. Det totale trafikkarbeidet inngår ikke direkte i beregningene, men andeler av trafikkarbeidet fordeles etter antall kjøretøyer og gjennomsnittlig årlig kjørelengde. Utslippsfaktorene som er benyttet oppgis i mengde utslipp (i g eller kg) per kg drivstoff.

Utslipp per person-, passasjer- eller tonnkkm for hver type kjøretøy er beregnet slik:

- Mengde utslipp per vognkm = Energiforbruk per vognkm * utslippsfaktor
- Mengde utslipp per passasjerkm = Energiforbruk per passasjerkm * utslippsfaktor
- Mengde utslipp per tonnkkm = Energiforbruk per tonnkkm * utslippsfaktor

2.2.4. Elektrisitetsbruk og utslipp

Det er i Norge vanlig å anta 0-utslipp ved bruk av elektrisk jernbane fordi Norge stort sett har vært selvforsynt med elektrisitet fra vannkraftverk. Det er likevel i de senere årene blitt en diskusjon om det skal beregnes utslipp fra elektrisitetsbruk i Norge eller ikke. Dette er en spesiell "norsk" diskusjon fordi vår kraftproduksjon er basert på 99 prosent vannkraft (tilnærmet CO₂-fri). Integreringen av det norske kraftmarkedet i det nordiske og europeiske energimarkedet basert på en miks av kull-, gass- og kjernekraft førte til en import av elektrisitet tilsvarende 7 prosent per år i perioden 1998-2004. I 2007 kom driften i gang ved Kårstø gasskraftverk, som er uten CO₂-fangst og deponering. Gasskraftverket har i løpet av det første året det har vært i drift produsert lite elektrisk energi i forhold til potensialet på 3,5 TWh som tilsvarer 2,5 prosent av dagens elektrisitetsproduksjon (2007). Import og egenprodusert gasskraft medfører derfor at elektrisitetsforbruket vil være forbundet med utslipp av klimagasser. Forskjellige forutsetninger om topplast og grunnlast vil gi forskjellige resultater av beregningene.

Vann- og vindkraft utnyttes maksimalt fordi vann- og vindressursene er uten kostnad. Når vi trenger mer kraft enn det vi har tilgjengelig, får vi på det som kalles marginen, for det meste elektrisitet fra nordiske kullkraftverk. Om det er gass- eller kullkraftverk som har marginal produksjon, avhenger av driftkostnader som for eksempel prisen på kull og naturgass og av CO₂-kvotepris.

For jernbane, T-bane og sporvogn kan man i gitte tilfeller tenke seg at elektrisitetsforbruket ligger på marginen og kommer helt og holdent fra fossil kraftproduksjon. Utslippene forbundet med elektrisitetsforbruk vil da være vesentlige.

På den annen side kan man gjennom ulike ordninger kjøpe garantert fornybar energi til en noe høyere kostnad. Dette stimulerer til økt produksjon av fornybar elektrisitet. Statnett SF har siden 2001 utstedt sertifikater og opprinnelsesgarantier for fornybar energi, såkalte RECS-sertifikater (Renewable Energy Certificate System). I fjor utstedte Statnett sertifikater på om lag 16 TWh, mot 5,63 i 2004. For eksempel har Jernbaneverket fra og med 1. juli 2007 inngått en avtale om kjøp av slike opprinnessertifikater. Med slike sertifikater kan man forsvare 0-utslipp ved bruk av elektrisk jernbane.

I denne rapporten har vi antatt en norsk elektrisitetsmiks som er basert på norsk vannkraft + 7 prosent importert nordisk kraft. Nordisk og europeisk elektrisitetsmiks består av en miks av vann-, vind-, kjerne-, gass- og kullkraft. I Tabell 2.2 er det angitt CO₂-utslipp ved ulike forutsetninger. Vi ser at når kullkraftverk ligger på marginen fører elektrisitetsforbruket til et meget høyt utslipp av CO₂ per kWh.

Tabell 2.2. CO₂-utslipp fra elektrisitetsforbruk ved ulike forutsetninger. g/kWh

	CO ₂ -utslipp g /kWh
Vannkraft	0
Norsk elektrisitetsmiks (2004)	7
Nordisk elektrisitetsmiks (Nord Pool) (2006)	200
Europeisk elektrisitetsmiks, gjennomsnitt OECD-Europa (2004)	357
Gasskraft på marginen	400
Kullkraft på marginen	1000

2.2.5. Omregning av gods og passasjerer/personer

Flere av transportmidlene som denne rapporten omhandler, blir enten brukt til gods- eller persontransport. Transportmidler som brukes til begge deler, som fly, ferger og Hurtigruten, havner i en gråson. Spesielt vanskelig er det å skille mellom energiforbruket til person- og godstransport når transportmidlet frakter begge deler samtidig. For å løse denne floken omregner vi person- og passasjerkm til godsekvivalenter – tonnkm (tkm), og tonnkm til person- eller passasjerekvivalenter (pkm) ved å anta at en gjennomsnittelig person/passasjer inklusive bagasje veier 86,5 kg (SSB, 1995), se Tabell 2.3.

Tabell 2.3. Omregning mellom tonnkm (tkm) og person- eller passasjerkm (pkm)*

Transportarbeid	Omregningsfaktor
1 tkm	11,6 pkm
1 pkm	0,0865 tkm

* Gjelder ikke for jernbanen

Passasjertransportarbeidet og godstransportarbeidet blir etter omregning summen av transportarbeidene for passasjerer og gods. En svakhet ved denne omregningen er at den ikke tar høyde for plassdifferensiering. Ett tonn gods trenger som regel langt mindre plass enn «ett tonn passasjerer». Det kan tyde på at omregningsfaktoren vår «favoriserer» transportmidler som frakter mye gods i forhold til passasjerer. Fly, bilferger, Hurtigruten og lokale rutebåter er her ført under «persontransport», selv om de også transporterer gods. NSB leverer egne tall for person- og godstransport og er således i en særklasse.

2.2.6. CO₂-ekvivalenter

I et klimaperspektiv er det først og fremst utslipp av klimagassene CO₂, CH₄ og N₂O vi er interessert i. Hvis vi ser på de forskjellige klimagassenes evne til oppvarming av atmosfæren over et tidsintervall på for eksempel 100 år, vil ett tonn av klimagassen CH₄ ha like stor virkning på atmosfæren som 21 tonn CO₂. Vi sier at ett tonn CH₄ tilsvarer 21 tonn CO₂-ekvivalenter. Det er denne metoden som benyttes av IPCC.

Faktorer som blir brukt for å regne om klimagassene til CO₂-ekvivalenter, såkalte Global Warming Potential (GWP)-verdier, er gitt i Tabell 2.4.

Tabell 2.4. GWP-verdier for de tre viktigste klimagassene

Klimagass	GWP
CO ₂ :	1
CH ₄ :	21
N ₂ O:	310

Kilde: IPCC (1996)

2.3. Resultater makro - Persontransport

2.3.1. Personbiler (egentransport)

Antall registrerte personbiler i Norge økte med nesten 20 prosent, fra 1,65 millioner i 1994 til 1,97 millioner i 2004, og passerte 2 millioner i løpet av 2005. I lys av befolkningsveksten, som i den aktuelle perioden var nærmere 6 prosent, har veksten i bilparken vært forholdsvis stor. Antall dieseldrevne biler økte mest. Økningen av bensindrevne biler fra 1994 til 2004 var nærmere 10 prosent, mens økningen av dieseldrevne biler i samme periode var over 200 prosent. Antall dieseldrevne biler utgjorde i 1994 4,6 prosent av personbilene, mens de utgjorde 12 prosent i 2004. Andelen dieseldrevne nye personbiler var 74 prosent i 2007 (OFV, 2007).

Årlig kjørelengde for personbiler har vært tilnærmet konstant siden 1990 og ligger gjennomsnittlig på 13 900 km (Rideng, 2005). I samme periode falt personbelegget for disse bilene fra 1,83 til 1,73, noe som kan sees i sammenheng med økningen av bilparken.

Drivstofforbruket per vognkm ved blandet kjøring kommer fra veitrafikkmodellen som forklart i kapittel 2.2.1. Både for bensin- og dieseldrevne personbiler har drivstofforbruket per kjørt distanse avtatt siden 1994 (se Tabell 2.5).

Tabell 2.5. Drivstoff- og energiforbruk for bensin- og dieseldrevne personbiler. 1994, 1998 og 2004

	Energiforbruk bensin				Energiforbruk diesel			
	l/mil	kg/vognkm	MJ/vognkm	MJ/pkm	l/mil	kg/vognkm	MJ/vognkm	MJ/pkm
1994	0,85	0,063	2,77	1,528	0,61	0,051	2,19	1,211
1998	0,82	0,061	2,66	1,501	0,57	0,048	2,07	1,167
2004	0,77	0,057	2,51	1,449	0,53	0,045	1,92	1,111

Det gjennomsnittlige drivstofforbruket har gått ned med 10 prosent fra 1994 til 2004

Det gjennomsnittlige bensinforbruket per vognkm var nærmere 10 prosent lavere i 2004 enn i 1994, mens dieselforbruket var redusert med i underkant av 12 prosent. Drivstofforbruket per personkm har ikke gått ned like mye fordi det i gjennomsnitt er færre personer per bil i 2004. Det gjennomsnittlige forbruket per personkm har avtatt med 5 prosent for bensindrevne og 8 prosent for dieseldrevne personbiler i perioden 1994 til 2004.

Nye gjennomsnittlige utslippsfaktorer for 1994, 1998 og 2004 er vist i Tabell 2.6. Utslippsfaktorene avhenger av bilenes alder og drivstoffets kvalitet.

Utslippsfaktorene for CO₂ har ikke endret seg. Dette skyldes at karboninnholdet i drivstoffet er det samme. Bensin og diesel inneholder omtrent 80 prosent karbon. At 1 kg drivstoff gir i overkant av 3 kg CO₂, skyldes at drivstoffets karbon binder seg til oksygen fra luften i en kjemisk reaksjon. I denne prosessen reagerer hvert karbonatom med to oksygenatomer. Ettersom ett oksygenatom veier 50 prosent mer enn ett karbonatom blir det dannet omtrent 3,2 kg CO₂ for hvert kg drivstoff.

Tabell 2.6. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for bensin- og dieseldrevne personbiler. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	Partikler
Bensin								
1994	3,13	1,57	0,11	0,60	24	37	283	0,4
1998	3,13	1,38	0,21	0,16	16	28	196	0,3
2004	3,13	1,10	0,28	0,06	9	14	113	0,2
Diesel								
1994	3,17	0,11	0,37	1,40	7,71	3,23	11,68	4,1
1998	3,17	0,08	0,04	0,80	8,03	2,69	11,01	3,1
2004	3,17	0,05	0,07	0,06	6,36	1,56	8,59	1,5

Bortsett fra utslippsfaktorene for CO₂, ser vi at de gjennomsnittlige utslippsfaktorene varierer fra år til år og at de stort sett er avtagende. For bensindrevne biler er utslippsfaktorene for NO_x, NMVOC, CO og partikler redusert med 60 prosent fra 1994 til 2004. Gjennom åttitallet var utslippet av nitrogenoksider, NO_x, høyt og til dels stigende. Dette skyldtes at bilene ble mer energieffektive, bl.a. som resultat av at temperaturen i motorene gikk opp. Høyere temperatur medførte reduserte utslipp av CO og NMVOC, men økte utslipp av NO_x. I 1986 kom ny teknologi som reduserte utslippene av NO_x noe, og introduksjonen av treveiskatalysatoren i 1989 reduserte utslippene av denne komponenten kraftig. Etter hvert som bilparken ble fornyet, sank derfor utslippet av nitrogenoksider. Påbudet fra 1. januar 1989 om katalysator i nye bensinbiler førte også til nedgang i utslipp av NMVOC, CO og partikler. På grunn av en uønsket bi-effekt av renseprosessen for NO_x, har utslippsfaktorene for N₂O i bensindrevne personbiler derimot mer enn fordoblet seg fra 1994 til 2004.

For dieseldrevne biler har utslippsfaktorene også gått ned. Dette skyldes først og fremst den teknologiske utviklingen av dieselmotorer. Utslippsfaktorene til CH₄ og NMVOC ble mer enn halvert fra 1994 til 2004, mens utslippsfaktoren til N₂O ble redusert med hele 80 prosent. At utslippene av NO_x er lavere for dieseldrevne enn bensindrevne biler, skyldes at dieselmotoren bygger på en litt annen teknologi enn bensinmotoren.

Den største nedgangen finner vi i utslippsfaktorene for SO₂. I 2004 er utslippsfaktorene for SO₂ for bensin- og dieseldrevne biler henholdsvis bare 10 og 4 prosent av hva de var i 1994. Dette skyldes en reduksjon av svovelinholdet i drivstoffet.

Effekten på utslippene av den økte andelen av bensindrevne biler med katalysator vises tydelig i Tabell 2.7 og Tabell 2.8.

Tabell 2.7. Utslipp per vognkm fra bensin- og dieseldrevne personbiler. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	Partikler
Bensin									
1994	201	197	0,099	0,007	0,038	1,531	2,342	17,819	0,024
1998	195	189	0,084	0,013	0,010	0,981	1,705	11,847	0,015
2004	185	179	0,063	0,016	0,003	0,518	0,792	6,430	0,009
Diesel									
1994	167	161	0,005	0,019	0,071	0,392	0,164	0,594	0,210
1998	153	152	0,004	0,002	0,038	0,385	0,129	0,528	0,148
2004	142	141	0,002	0,003	0,003	0,284	0,070	0,383	0,069

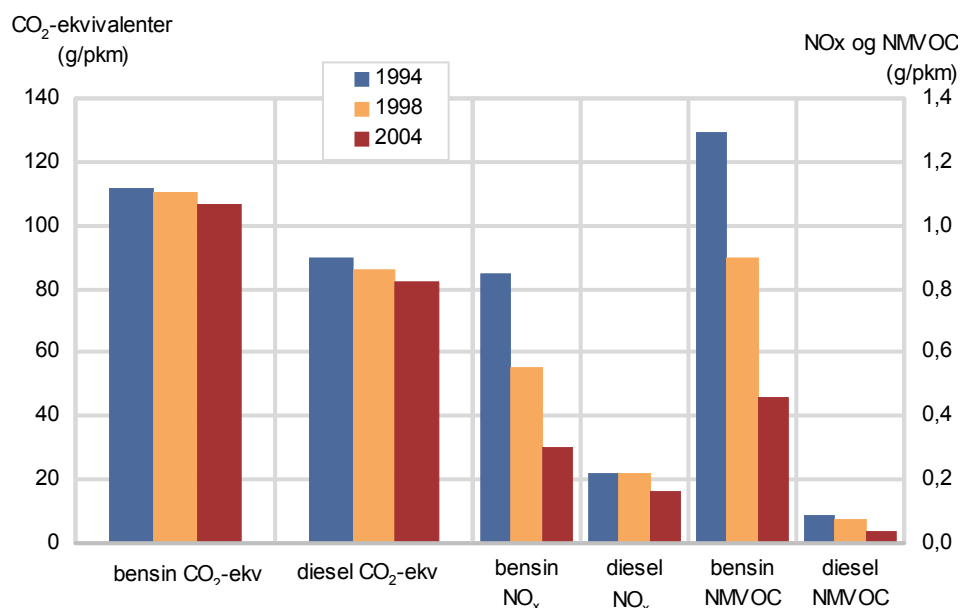
For bensindrevne biler har utslippene av NO_x og NMVOC gått ned med 66 prosent fra 1994 til 2004

De reduserte CO₂-utslippene skyldes at bilene har fått et lavere drivstofforbruk. Dette bidrar også til en nedgang i de andre komponentene, mens katalysatoren først og fremst hemmer utslippene av NO_x, NMVOC og CO. Ser man for eksempel på utslippene per vognkm (Tabell 2.7), ble utslippene av NO_x og NMVOC fra bensindrevne personbiler redusert med 66 prosent i perioden fra 1994 til 2004. Også dieseldrevne biler har generelt fått lavere utslipp. Dette skyldes først og fremst teknologiske framskritt som ikke bare har ført til et lavere drivstofforbruk, men også til at utslipp av de fleste komponentene generelt er kraftig redusert. NMVOC-utslippene per vognkm for dieseldrevne personbiler er for eksempel redusert med 56 prosent fra 1994 til 2004.

Tabell 2.8. Utslipp per personkm fra bensin- og dieseldrevne personbiler. g/pkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Bensin									
1994	112	110	0,054	0,004	0,021	0,846	1,294	9,845	0,013
1998	110	107	0,047	0,007	0,005	0,554	0,895	6,693	0,009
2004	107	103	0,036	0,009	0,002	0,299	0,458	3,717	0,005
Diesel									
1994	89	89	0,003	0,001	0,039	0,217	0,091	0,328	0,116
1998	86	86	0,002	0,001	0,022	0,217	0,073	0,298	0,084
2004	82	82	0,001	0,002	0,002	0,164	0,040	0,222	0,040

Reduksjonen i utslipp av CO₂, NO_x og NMVOC fra 1994 til 2004 for bensin- og dieseldrevne personbiler er illustrert i Figur 2.1.

Figur 2.1. Utslipp av klimagasser (CO₂-ekvivalenter per personkm), NO_x og NMVOC for bensin- og dieseldrevne personbiler. 1994, 1998 og 2004

Skjerpede avgasskrav til nye biler, i tillegg til stadig strengere krav til kvaliteten på bensin og autodiesel, har altså redusert utslippene vesentlig. I 2005 ble det etablert et skille mellom svovelfri, lavsvovlet og annen bensin. Systemet ble innført som et incentiv for svovelfritt drivstoff, som i denne sammenheng betyr drivstoff med maksimalt svovelinnhold på 10 ppm (0,001 prosent). Det er nå fastsatt krav om at svovelfritt drivstoff skal være tilgjengelig over hele landet. I praksis innebærer svovelfritt drivstoff at bensinbiler med katalysator vil få mindre utslipp spesielt av svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x) og flyktige organiske forbindelser (NMVOC). For dieslbiler er det spesielt partikkelutslippet som reduseres. Innføringen av svoveldifferensieringen av drivstoffavgiftene fra 2005 førte til at det allerede i løpet av 2004 ble omsatt svovelfri bensin og diesel i Norge.

Utslipp per kilometer er høyere ved korte reiser enn ved lange

Det er verdt å merke seg at siden utslipp av CH₄, NMVOC og CO er høyere når motoren er kald, vil utslipp per kilometer være mye høyere for korte reiser enn for lange. De gjennomsnittlige utslippsfaktorene vi har brukt i denne rapporten gjelder for gjennomsnittlige reiser (se kapittel 2.2.1). Kaldstart er inkludert i utslippsfaktorene vi har brukt i denne rapporten, men den relative betydningen av kaldstart på en kort reise kommer ikke fram ved bruk av gjennomsnittlige utslippsfaktorer.

2.3.2. Drosjer

Drosjeparken består hovedsakelig av personbiler. Totalt var det registrert 8279 drosjer i 2004², hvorav 87 prosent var personbiler og resten busser (Maxi-taxi). I 2004 var de fleste drosjene dieseldrevne. Andelen dieseldrevne drosjer var 66 prosent i 1998 mot 84 prosent i 2004. I 2006 var nærmere 90 prosent av drosjene dieseldrevne. Ettersom den bensindrevne andelen av drosjeparken er blitt så vidt liten, ser vi bare på utslipp fra dieseldrevne drosjer.

Gjennomsnittlig kjørelengde for drosjene var 77 000 km i 1998 mot 53 000 km i 2004 (Norges Taxiforbund, 2006). Til tross for at antall registrerte drosjer har økt, har antall passasjerer gått ned fra 77 millioner i 1998 til 70 millioner i 2004. Passasjerbelegget har likevel holdt seg konstant på 1,3 (Norges Taxiforbund, 2006).

I det norske utslippsregnskapet har det gjennom flere år blitt brukt en forbruksfaktor for drosjer på 1,1 liter diesel/mil. Siden det var sannsynlig at denne faktoren gradvis har blitt redusert, har Norges Taxiforbund nå estimert en ny forbruksfaktor for SSB. Det nye anslaget lyder på 0,75-0,80 liter/mil og gjelder fra 2006 (Berthelsen, 2007). I veitrafikkmodellen brukes nå 0,80 liter/mil for 2006 og det gamle anslaget fra Norges Taxiforbund på 1,1 liter/mil for 1990 (Holtskog, 2001). For mellomliggende år er det gjort en interpolasjon.

Energiforbruk per vognkm og spesielt per passasjerkm er betydelig høyere for drosjer (Tabell 2.9) enn for personbiler (Tabell 2.5).

Tabell 2.9. Energiforbruk for drosjer. 1994, 1998 og 2004

	Energiforbruk diesel			
	l/mil	kg/vognkm	MJ/vognkm	MJ/pkm
1994	1,03	0,09	3,71	2,855
1998	0,95	0,08	3,44	2,646
2004	0,84	0,07	3,03	2,332

Dette skyldes at drosjer har et lavere personbelegg, har mer "tomgangskjøring" og at drosjene generelt er store biler. I tillegg går drosjene i ervervsmessig kjøring, hvilket betyr at sjåføren ikke blir medregnet i persontransportarbeidet. Dette medfører mye kjøring med "tom" bil og dermed et økt forbruk. Økte forbrukstall øker også utslippene (se Tabell 2.10 og Tabell 2.11).

Tabell 2.10. Utslipp per vognkm fra drosjer. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM ₂ OC	CO	Partikler
Diesel									
1994	283	273	0,009	0,031	0,121	0,664	0,278	1,006	0,355
1998	254	253	0,007	0,003	0,064	0,641	0,214	0,879	0,247
2004	225	223	0,003	0,005	0,004	0,448	0,110	0,605	0,108

Tabell 2.11. Utslipp per passasjerkm fra drosjer. g/pkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM ₂ OC	CO	Partikler
Diesel									
1994	218	210	0,007	0,024	0,093	0,511	0,214	0,774	0,273
1998	196	195	0,005	0,003	0,049	0,493	0,165	0,676	0,190
2004	173	172	0,003	0,004	0,003	0,344	0,085	0,465	0,083

Utslippsfaktorene for drosjer er de samme som for dieseldrevne personbiler (Tabell 2.6). Det er ikke tatt med i beregningen verken at drosjene har større motor eller at de er nyere. Vi ser at utslippene for drosjer har gått noe ned fra 1994 til 2004. Årsaken til at SO₂-utslippene har gått ned, er redusert svovelinnhold i drivstoffet.

² Statistikkbanken

2.3.3. Motorsykler og mopeder³

I 2004 var det gjennomsnittlig registrert 141 755 mopeder og 100 850 motorsykler, herav 11 995 lette og 88 855 tunge. I 2004 var forholdet mellom lette og tunge motorsykler omtrent det samme som i 1994. I 1998 så man en forbigående vridning mot en større andel tyngre motorsykler.

Gjennomsnittlig kjørelengde for mopeder i perioden 1994 - 2004 er i modellen holdt konstant på 3 200 km per år (Rideng, 2005). Årlig kjørelengde for motorsykler, lette og tunge, lå i samme periode på henholdsvis 6 800 og 6 000 km (Rideng, 2005). Antall mopeder økte fra 1994 til 2004 med 17 prosent, mens antall lette motorsykler ble tredoblet (200 prosent) og bestanden av tunge motorsykler økte med 170 prosent.

Mopeder og motorsykler bruker bensin. Energiforbruk for motorsykler i Tabell 2.12, er et gjennomsnitt av lette og tunge sykler.

Tabell 2.12. Energiforbruk for mopeder og motorsykler. 1994, 1998 og 2004

	Energiforbruk mopeder				Energiforbruk motorsykler			
	l/mil	kg/km	MJ/vognkm	MJ/pkm	l/mil	kg/km	MJ/vognkm	MJ/pkm
1994	0,26	0,019	0,827	0,827	0,53	0,039	1,726	1,328
1998	0,26	0,019	0,827	0,827	0,53	0,039	1,734	1,334
2004	0,26	0,019	0,827	0,827	0,53	0,039	1,721	1,324

Energiforbruket for mopeder er holdt konstant i perioden fra 1994 til 2004. En marginal økning i energiforbruket for motorsykler i 1998 skyldes en større andel tunge motorsykler. Personbelegget er holdt konstant lik 1,0 for mopeder og 1,3 for motorsykler (Rideng, 2005).

Utslippsfaktorene for mopeder og motorsykler avviker en god del fra utslippsfaktorene til personbiler (Tabell 2.13).

Tabell 2.13 Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for mopeder og motorsykler. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
Moped								
1994	3,13	5,9	0,059	0,60	2,7	368	700	0,140
1998	3,13	5,9	0,059	0,16	2,7	368	700	0,140
2004	3,13	5,9	0,059	0,06	2,7	368	700	0,140
Motorsykel								
1994	3,13	4,9	0,051	0,60	7,0	126	710	0,145
1998	3,13	4,9	0,051	0,16	7,1	120	709	0,145
2004	3,13	4,9	0,051	0,06	7,0	129	711	0,145

Alle mopeder, samt noen motorsykler, har 2-taktsmotor som medfører et høyere utslipp av NMVOC fordi en større andel av drivstoffet passerer gjennom motoren uten å bli forbrent. Høye utslipp av NO_x, CH₄, CO, N₂O og partikler, skyldes også forskjellen mellom 2- og 4-taktsmotorer. Det antas at mopeder først og fremst blir brukt til kjøring av kortere turer, noe som fører til en større andel kaldstart per veikm enn f.eks. motorsykler og personbiler. En kaldstart medfører som nevnt økte utslipp av CH₄, NMVOC og CO.

Bortsett fra SO₂-faktoren, som avhenger av svovelinnholdet i bensinen, har ikke utslippsfaktorene for mopeder endret seg fra 1994 til 2004 (Tabell 2.14). Endringene i utslippsfaktorene for motorsykler fra 1994 til 1998 skyldes først og fremst vridningen mot tunge motorsykler, som bl.a. har betydelig lavere utslipp av NMVOC per drivstoffenheter enn lette motorsykler. Dette skyldes innslaget av 2-taktsmotorer i gruppen lette motorsykler.

³ Beltemotorsykler er ikke inkludert verken for energiforbruk eller utslipp

Tabell 2.14. Utslipp per vognkm fra mopeder og motorsykler. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Moped									
1994	62	59	0,110	0,001	0,011	0,052	6,926	13,189	0,003
1998	62	59	0,110	0,001	0,003	0,052	6,926	13,189	0,003
2004	62	59	0,110	0,001	0,001	0,052	6,926	13,189	0,003
Motorsykkkel									
1994	89	89	0,003	0,001	0,039	0,217	0,091	0,328	0,116
1998	86	86	0,002	0,001	0,022	0,217	0,073	0,298	0,084
2004	82	82	0,001	0,002	0,002	0,164	0,040	0,222	0,040

Tabell 2.15. Utslipp per personkm fra mopeder og motorsykler. g/pkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Moped									
1994	62	59	0,110	0,001	0,011	0,052	6,926	13,189	0,003
1998	62	59	0,110	0,001	0,003	0,052	6,926	13,189	0,003
2004	62	59	0,110	0,001	0,001	0,052	6,926	13,189	0,003
Motorsykkkel									
1994	98	95	0,149	0,002	0,018	0,213	3,805	21,472	0,004
1998	99	95	0,150	0,002	0,005	0,216	3,652	21,530	0,004
2004	98	94	0,149	0,002	0,002	0,211	3,897	21,438	0,004

I Tabell 2.14 og Tabell 2.15 ser vi det samme mønsteret som i Tabell 2.13. Utslipp av SO₂ har gått noe ned som følge av redusert svovelinnhold i bensin. Utslippene av NMVOC per vognkm og personkm for motorsykler er marginalt lavere i 1998 på grunn av den økte andelen tunge motorsykler og dermed en redusert andel motorsykler med 2-taktsmotorer. For mopeder som har et personbelegg lik 1, er utslippene per vognkm og per personkm de samme.

2.3.4. Rutebusser

Den tidligere rutebilstatistikken ble lagt ned i 1997. En ny statistikk for kollektivtransport så dagens lys i 2004. Den bygger på én årlig og fire kvartalsvise innrapporteringer fra alle selskaper med konsesjon for vanlig personbussvirksomhet, inkludert statsbanenes og sporveienes bussruter. Rutebusser som drives av drosjeselskaper eller turbilselskaper fanges ikke opp. Ekspressbusser som drives av turbilselskaper er dermed ikke med i kollektivstatistikken. Med ekspressbusser menes her busser som betjener fylkeskryssende langdistanseruter samt busser i lokal og regional busstrafikk med avganger som kjører en alternativ, raskere trasé, eller som kjører deler av ruten uten av- og påstigning for at kjøretiden skal reduseres. Skolebusser som er åpne for andre passasjerer, er med i statistikken, men det er knyttet usikkerhet til omfanget på grunn av svært dårlig registrering av dette rundt om i landet. Lukket skoletransport er ikke med. I praksis handler dette om store drosjer og spesialtransport. Mye tyder på at denne varianten er mer brukt nå enn før.

Det er brukt store ressurser på verifisering og korrigering av data, bl.a. fordi det viser seg at kollektivstatistikken i ”pilotåret” 2004 kommer ut med lavere tall for passasjerbelegget (9,5 passasjerer per tur) enn andre statistikker. Til sammenligning var passasjerbelegget 11,3 i 1994 og 12,6 i 1998 (Holtskog, 2001). Passasjerbelegget i 2005 var 12,0 og i 2006 11,8 i følge den nye kollektivstatistikken. Ettersom det ikke finnes tall for mellomliggende år har vi vurdert passasjerbelegget for 2004 som usikkert og valgt å bruke tall for 2005 isteden.

Statistikken over persontransport utført av buss omfatter bare dieseldrevne busser. Dieselforbruket per vognkm (Tabell 2.16) avhenger av aldersfordelingen til bestanden av busser og er justert etter dieselsalget det aktuelle året (2005).

Tabell 2.16. Energiforbruk for busser. 1994, 1998 og 2005

	Energiforbruk diesel			
	l/mil	kg/vognkm	MJ/vognkm	MJ/pkm
1994	3,060	0,257	11,080	0,981
1998	2,959	0,249	10,711	0,850
2005	2,783	0,234	10,077	0,840

På grunn av nyere teknologi som har gjort bussmotorene mindre energikrevende er energiforbruket per vognkm redusert med 6 prosent fra 1998 til 2005. I samme tidsrom har energiforbruket per passasjerkm bare avtatt marginalt (1 prosent) (se Tabell 2.16). Årsaken til at energiforbruket per passasjerkm er mindre redusert skyldes at passasjerbelegget var noe høyere i 1998.

Vi ser av Tabell 2.17 at utslippsfaktorene for rutebusser følger en lignende trend som for dieseldrevne personbiler. Reduserte utslipp fra rutebusser (Tabell 2.18) skyldes først og fremst strengere avgasskrav. Dette har bidratt til lavere energiforbruk og utslipp, som igjen slår ut på utslippsfaktorene i Tabell 2.17.

Tabell 2.17. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for busser. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2005

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	Partikler
1994	3,17	0,143	0,108	1,400	43	3,4	12,7	3,13
1998	3,17	0,115	0,091	0,800	39	2,8	9,7	2,34
2005	3,17	0,069	0,066	0,060	29	1,8	4,7	0,89

Tabell 2.18. Utslipp per vognkm fra busser. g/vognkm. 1994, 1998 og 2005

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	Partikler
1994	824	815	0,037	0,028	0,360	10,933	0,881	3,257	0,804
1998	795	788	0,029	0,023	0,199	9,675	0,688	2,422	0,582
2005	746	741	0,016	0,016	0,014	6,807	0,418	1,106	0,209

Tabell 2.19. Utslipp per passasjerkm fra busser. g/pkm. 1994, 1998 og 2005

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	Partikler
1994	73	72	0,003	0,002	0,032	0,968	0,078	0,288	0,071
1998	63	63	0,002	0,002	0,016	0,768	0,055	0,192	0,046
2005	62	62	0,001	0,001	0,001	0,567	0,035	0,092	0,017

Nedgang i utslippene skyldes at nyere busser har lavere utslipp enn eldre

Det har vært en viss nedgang i utslippene, særlig i perioden fra 1994 til 2005 (se Tabell 2.19). Dette skyldes først og fremst at nyere busser har lavere utslipp enn eldre. Ny teknologi har gitt utslag for alle gassene. For at CO₂-utslippene skal gå ned må selve drivstofforbruket minske, ettersom karboninnholdet i drivstoffet er konstant. De andre gassene, unntatt SO₂, er redusert med fra 41 til 76 prosent. Dette kommer av at nye dieselmotorer forbrenner drivstoffet bedre. At svovelutslippene også har gått ned med 97 prosent skyldes at drivstoffet etter hvert er blitt tilnærmet svovelfritt.

2.3.5. Jernbane

NSB sto i 2004 for ca 90 prosent av jernbanens persontransportarbeid, i alt 2 390 millioner passasjerkm (se også Tabell 2.32 over innenlandsk persontransport). De resterende 10 prosent er det stort sett Flytoget mellom Asker og Oslo Lufthavn som står for. De innenlandske oppgavene dekker reiser mellom steder i Norge, men ikke norsk strekning av reiser mellom Norge og utlandet.

Godstransport ble skilt ut fra NSB AB som eget selskap i 2002 og heter nå CargoNet AS. NSB er i dag deleier av CargoNet AS. CargoNet AS sto for størstedelen av godstransportarbeidet med jernbane i Norge i 2004. I miljøregnskap for NSB-konsernet 2004 oppgir NSB/CargoNet AS sitt forbruk av elektrisk energi og diesel fordelt på persontog og godstog for 1998 og 2004 (NSB, 2004). Ettersom NSB/CargoNet AS har foretatt denne oppdelingen av energiforbruket samtidig som de står for det meste av person- og godstransportarbeidet i Norge, har vi valgt å bruke deres tall i denne rapporten. Kilden for el-forbrukstall i NSB miljøregnskap er Jernbaneverket BaneEnergi. I forbindelse med energiavregning fra BaneEnergi i

2004 ble energiforbruket fordelt i henhold til beregnede nøkkeltall for energiforbruk per bruttotonnkilometer (bortsett fra for Flytoget som hadde måleravlesning i togene). BaneEnergis beregnede tall for el-forbruk (NSB, 2004) inkluderer også tall for Flåm Utvikling AS og Linx AB fordi disse kjører på NSBs lisens. Antall personkm brukt i NSB miljøregnskap inkluderer dermed tall for Flåm Utvikling AS.

Man kan vanskelig sammenligne disse tallene fra 1998 og 2004 med de tidligere tallene fra 1994, hvor man bare hadde det totale energiforbruket tilgjengelig. Vi har derfor valgt å utelate 1994 fra tabellene.

Totalt antall kilometer kjørt av lokomotiv og motorvogner har holdt seg omtrent uendret i perioden 1998-2004. Persontransportarbeidet utført av NSB gikk ned med 7 prosent i denne perioden. Flytoget startet sin trafikk oktober 1998 og er en viktig årsak til at persontransportarbeidet med tog totalt sett er større i 2004 enn 1998. Flytoget, Ofotbanen AS og Malmtrafikk AS er ikke inkludert i tallene fra NSB/CargoNet AS. I Holtskog (2001) er energiforbruket til Flåmsbanen, Gardermobanen, Ofotbanen og annen samtrafikk med utlandet inkludert.

Tabell 2.20. Energiforbruk for elektriske persontog. Energiforbruket er inklusive tap i omformer og ledningsnett. 1998 og 2004

	Totalt energiforbruk		Persontransportarbeidet		Energiforbruk per passkm	
	MWh	Mill pkm	KWh/pkm	MJ/pkm		
1998	348079	2213	0,157	0,566		
2004	370850	2120	0,175	0,630		

Kilde: NSB

Fra 2000 har Jernbaneverket BaneEnergi valgt å oppgi forbruket slik at både tap pga omforming (ca. 15 prosent) og tap fra kontaktledning (ca. 5 prosent) er med (Tabell 2.20). Dermed viser tallene fra 2004 totalt energiforbruk inklusive tap i omformer og KL-anlegg. Tallene fra 1998 i NSB miljøregnskap refererer til forbruket ved innmating til kontaktledning. For at tallene skal være sammenlignbare har vi derfor lagt til 15 prosent tap i omformer.

Energiforbruk for hensatt rullende materiell (togvarme med mer) er inkludert i energiforbrukstall på energiavregningen fra Jernbaneverket BaneEnergi (og i NSBs miljøregnskap). For 2004 utgjorde dette ca 20 prosent av energiforbruket til NSBs persontog. Det er usikkert om energiforbruket til hensatt rullende materiell prosentvis var det samme i 1998 som i 2004, men det er ikke urimelig å anta at det var av samme størrelsesorden (ca 20 prosent).

Det kan se ut som forbruksfaktorene for elektrisk drevet jernbane er gått noe opp siden 1998. Det er sannsynlig at den tilsynelatende økningen skyldes energitapsberegningene til omformerstasjon og kontaktledning (gjelder tall fra 1998).

En mindre del av persontransportarbeidet med jernbane (11 prosent i 2004) utføres av dieseldrevne tog. Data for forbruk av diesel til jernbane er rapportert inn fra NSB/CargoNet AS (Tabell 2.21). Det knytter seg noe usikkerhet til tallmaterialet fordi det er innkjøpt mengde som gir registreringsgrunnlaget (fra fakturaer) og ikke reelt forbruk.

Tabell 2.21. Energiforbruk for dieseldrevne persontog. 1998 og 2004

	Totalt dieselforbruk		Persontransportarbeidet		Energiforbruk per passkm	
	1000 tonn	MWh	Mill pkm	kg/pkm	MWh/pkm	MJ/pkm
1998	8,06	96,544	343,8	0,023	0,281	1,011
2004	6,74	80,654	270,5	0,025	0,298	1,073

Holtskog (2001) beregnet fordelingen av energiforbruket mellom passasjer- og godstransport ut fra data om brutto tonnkm for begge typer transport. Denne fordelingen var generelt usikker og energiforbruket for 1998 i Holtskogs rapport avviker derfor noe fra tallene i denne rapporten.

Persontransportarbeidet med dieseldrevne tog ble redusert med 21 prosent fra 1998 til 2004, mens dieselforbruket gikk ned med 16 prosent. Fordi persontransportarbeidet har gått ned mer enn dieselforbruket, har energiforbruket per passasjerkm gått noe opp i perioden.

Energiforbruket per passasjerkm for dieseldrevet jernbane økte fra 1998 til 2004

Det er vanlig å anta 0-utslipp ved bruk av elektrisk jernbane i Norge fordi Norge stort sett er selvforsynt med elektrisitet fra vannkraftverk. I de senere år er det norske kraftmarkedet blir mer og mer integrert i det nordiske og europeiske energimarkedet basert på en miks av kull-, gass- og kjernekraft og i perioden 1998-2004 hadde Norge en nettoimport av elektrisitet tilsvarende 7 prosent per år. Det er derfor rimelig å anta at bruk av elektrisitet i Norge medfører klimagassutslipp et eller annet sted. Med norsk elektrisitmiks tilsvarende disse utslippene 7 g CO₂ per kWh (se kapittel 2.2.4). Hvis vi antar at jernbanen kjører med gass- eller kullkraft på marginen ville utslippene vært henholdsvis 60 og 140 ganger høyere. Utslippene assosiert med elektrisk jernbane er vist i Tabell 2.22.

Tabell 2.22. Utslipp per passasjerkm fra elektrisk jernbane. Norsk elektrisitmiks. g/pkm. 1998 og 2004

	CO ₂
1998	1,10
2004	1,22

Utslippene fra dieseldrevet jernbane er beregnet ut fra forbruket og generelle utslippsfaktorer for NO_x, NMVOC, CO og partikler bestemt av Teknologisk institutt (Bang, 1993) (se Tabell 2.23).

Utslippsfaktoren for SO₂ endrer seg fra år til år i avgiftsfri diesel, men er for årene 1998 og 2004 den samme (Aasestad, 2007). Tabell 2.24 viser at utslippene fra persontrafikken med dieseldrevet jernbane så vidt økte fra 1998 til 2004. Den lille økningen skyldes at drivstofforbruket per passasjerkm gikk noe opp.

Tabell 2.23. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for dieseldrevet jernbane. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
1998	3,17	0,2	1,2	0,8	47	4	11	3,8
2004	3,17	0,2	1,2	0,8	47	4	11	3,8

Tabell 2.24. Utslipp per passasjerkm fra dieseldrevne persontog. g/pkm. 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
1998	83	74	0,005	0,028	0,019	1,102	0,094	0,258	0,089
2004	88	79	0,005	0,030	0,020	1,171	0,100	0,274	0,095

2.3.6. Forstadsbaner og sporveier

I Norge er det bare Oslo og Bærum som har forstadsbaner (T-bane), men sporveier finnes både i Oslo-området, Trondheim⁴ og Bergen⁵. I denne rapporten er kun T-banene og sporveiene i Oslo og Bærum tatt med, på grunn av datatilgang og aktivitetsnivå.

I 2004 produserte sporveiene og banene i Oslo og Bærum til sammen 90 millioner reiser, det vil si i gjennomsnitt nærmere 250 000 reiser hver dag. Det samlede persontransportarbeidet var på nærmere 500 millioner passasjerkm, men svarer likevel til en nedgang på 8 prosent fra 2000. Det er T-banen som står for nedgangen i persontransportarbeidet, mens sporveien heller øker. Sporveien hadde en økning i persontransportarbeidet på 6 prosent i perioden.

AS Oslo Sporveier utgir tall for energiforbruket for T-bane og sporvogn i egne miljørapporter (Oslo Sporveier, 2002 og 2006). Oppdeling av energiforbruket på T-bane og sporvogn er ikke gjort for tidligere år enn 2000. SSBs egne tall for T-bane

⁴ Gråkallbanen.

⁵ Fløibanen.

og sporvogn er fra den årlige el-statistikken med tall fra strømleverandørene. Dette er en samlepost for strøm levert som kjørestrom. På samme måte som vi har valgt å bruke tallene fra NSB/CargoNets miljøregnskap, velger vi i denne sammenhengen å bruke AS Oslo Sporveiers egne tall. Vi kan derfor ikke bruke SSBs tall for 1994 og 1998 fordi tallene ikke er sammenlignbare. Det nærmeste årstallet vi kommer 1998 er 2000. Vi har derfor brukt tall for 2000 og 2004 i denne rapporten.

Energiforbruket til T-bane og sporvogn er basert på registrert energiforbruk til kjørestrom, inklusive tap i omformersystem og kontaktledningsnett (Tabell 2.25).

Tabell 2.25. Elektrisitetsforbruk for T-bane og sporvogn. Energiforbruket er inklusive tap i omformer og ledningsnett. 2000 og 2004

	Totalt energiforbruk		Persontransport-arbeidet	Energiforbruk per passkm	
	GWh	TJ	Mill pkm	kWh/pkm	MJ/pkm
T-bane					
2000	71	255	405,00	0,18	0,631
2004	69	248	362,00	0,19	0,685
Sporvogn					
2000	19	69	86,00	0,22	0,798
2004	19	67	91,00	0,20	0,736

Kilder: AS Oslo Sporveier og beregninger gjort i SSB

Hvor stor andel av kjørestrommen som brukes til å drive trikk og T-bane fremover, og hvor mye som brukes til annet (tap i omformersystem, kontaktledningsnett og oppvarming av vognene), finnes det ikke sikre tall på. AS Oslo Sporveier antar at ca 10 prosent av energien brukes til annet enn fremføring. Noen av snøsmelteanleggene kjøres også på samme spenning som kjørestrommen. Det er usikkert hvor mye av det totale energiforbruket som går med til dette. AS Oslo Sporveier har stort sett separate målere for trikk og T-bane, men noen av målerne er felles. For disse er det gjort en anslagsvis fordeling mellom trikk og T-bane.

Det totale elektrisitetsforbruket til T-bane og sporveier var på nærmere 90 GWh eller i overkant av 300 TJ i 2004. Det er en nedgang på 3 prosent fra 2000. Dette må sees i sammenheng med nedgangen i persontransportarbeidet.

2.3.7. Luftfart

I 2004 fraktet innenriks rutefly rundt 9 millioner passasjerer. Fra 1994 til 1998 ble det registrert en økning i antall passasjerer på 25 prosent fra 8 til 10 millioner passasjerer. Passasjertallet holdt seg nærmest konstant rundt 10 millioner fram til 2001. Fra 2001 sank passasjertallet til 9 millioner.

Persontransportarbeidet økte jevnt utover 90-tallet og nådde en topp i år 2000. Fra 1994 til 1998 økte persontransportarbeidet med 25 prosent, mens det sank med 5 prosent fra 1998 til 2004. Persontransportarbeidet utgjorde i 2004 mer enn 4 milliarder passasjerkm.

Statistikk over innenriks transportytelser i Norge dekker bare innenlandske reiser (Rideng, 2005). Med innenlandske reiser menes reiser som starter og slutter i Norge. Innenlandske reiser i forbindelse med en utenlandsreise er ikke med. Energiforbruket til innenlandske fly dekker derimot alle reiser mellom norske flyhavner. For å kunne beregne forbruket per passasjerkm og tonnkm må vi derfor legge til trafikkarbeidet av innenlandske reiser i forbindelse med en utenlandsreise. I følge TØI utgjør slike reiser 13 prosent av innenlandske reiser. Helikoptertrafikken til og fra sokkelen er inkludert i statistikken over innenriks transportytelser.

Innenriks rutefly (og helikoptertrafikk til og fra sokkelen) bruker for det meste jetparafin. Forbruket av jetparafin er hentet fra SSBs energiregnskap som får sine data fra salgsstatistikken over petroleumsprodukter. Salg av drivstoff til fly i Norge går til fly både i innenriks- og utenriksfart. I denne rapporten inkluderes bare

forbruk av jetparafin til innenriksfart (se Tabell 2.26). Forbruket av flybensin er relativt beskjedent og angår bare helikoptre og småfly som ikke går i rute.

Ettersom ruteflyene frakter noe gods i tillegg til og samtidig med passasjerer, må vi inkludere godstransportarbeidet i persontransportarbeidet når vi regner ut energiforbruket per passasjerkm. Vi bruker omregningsfaktorer fra passasjerer til tonn og omvendt som beskrevet i kapittel 2.2.5.

Tabell 2.26. Energiforbruk og transportarbeid for innenlandske rutefly. 1994, 1998 og 2004

	Energiforbruk totalt	Persontransportarbeidet ¹	Energiforbruk per passkm		Godstransportarbeidet	Energiforbruk per tonnkm	
	1000 tonn	mill pkm	kg/pkm	MJ/pkm	mill tkm	kg/tkm	MJ/tkm
1994	251	3905	0,061	2,620	20	0,703	30,294
1998	317	4876	0,065	2,789	19	0,719	30,997
2004	296	4647	0,064	2,745	17	0,707	30,454

¹Innenlandske reiser i forbindelse med en utenlandsreise samt helikoptertrafikken til og fra sokkelen er inkludert

Det ble solgt mindre jetparafin i 2004 enn i 1998, men mer enn i 1994 (Tabell 2.26). Persontransportarbeidet gikk også ned fra 1998 til 2004, men økte fra 1994. Drivstofforbruket per passasjerkm var marginalt mindre i 2004 enn i 1998, men større enn i 1994. Fra 1994 til 2004 økte antallet passasjerkm per kg drivstoff. Dette kan være et resultat av et økt passasjerbelegg og/eller den teknologiske utviklingen som har ført til mer energieffektive flymotorer.

Utslippsfaktorene er bestemt av data per flytype (Finstad, Flugsrud og Rypdal, 2002) og er middelværdier av flymønsterets tre deler «landing and take-off», «cruising 1000-10000 meter» og «cruising >10000 meter» (Tabell 2.27). Det har ikke vært større endringer i utslippsfaktorene. Utslippsfaktorene som er gitt her er forbeholdt fly som bruker jetparafin som diskutert over.

Tabell 2.27. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for jetparafin. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
1994	3,15	0,046	0,10	0,36	11,06	0,87	5,85	0,014
1998	3,15	0,045	0,10	0,42	11,23	0,79	6,15	0,014
2004	3,15	0,044	0,10	0,30	11,17	0,76	6,22	0,014

Tabell 2.28. Utslipp per passasjerkm fra innenlandske rutefly. g/pkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
1994	193	192	0,003	0,006	0,022	0,672	0,053	0,356	0,001
1998	206	204	0,003	0,006	0,027	0,727	0,051	0,398	0,001
2004	203	201	0,003	0,006	0,019	0,711	0,048	0,396	0,001

Tabell 2.28 viser at utslippene fra innenlandske rutefly ikke har endret seg vesentlig fra 1998 til 2004. Dette skyldes de marginale endringene i energiforbruket samt at utslippsfaktorene ikke har endret seg mye i denne perioden (Tabell 2.27). Redusert svovelinnhold i jetparafin gir en nedgang i utslippet av SO₂. Nyere motorer forbrenner drivstoff mer effektivt, noe som igjen fører til reduserte utslipp. Fornyelse av flyparken bidrar således til å redusere utslipp, særlig av CH₄, men også av NO_x, NMVOG og CO.

2.3.8. Rutebåter

Med rutebåter menes her bilferger, Hurtigruten og hurtigbåter. Hurtigruten er skilt ut fra resten av rutebåtene, ettersom den står for en viktig del av persontransporten langs mesteparten av den norske kystlinjen (Bergen-Kirkenes). Rutebåtene frakter både passasjerer og gods. Bilfergene transporterer passasjerer, biler og gods. Fra 2000 har SSB ikke tall for godstransportarbeidet for andre ruter enn bilfergene. Person- og godstransportarbeidet for Hurtigruten har vi fått direkte fra Hurtigruten ASA. For bilferger og hurtigbåter foreligger det energiforbrukstall for 1993, men ikke for 1994. Vi bruker derfor tall for 1993 for bilferger og hurtigbåter.

Fergenes passasjertransportarbeid økte med nærmere 4 prosent fra 1993 til 2004, mens godstransportarbeidet økte med 50 prosent. Hurtigruten har hatt en kraftig økning i passasjertransportarbeidet som er mer en fordoblet i samme periode, mens godstransportarbeidet ble redusert med 11 prosent.

Når vi beregner forbruket av marine gassolje (MGO) per passasjerkm og tonnkm, må vi ta hensyn til at passasjerer og gods er transportert samtidig og bruke en omregningsfaktor fra passasjerer til tonn og omvendt som beskrevet i kapittel 2.2.5. Hurtigbåtenes passasjertransportarbeid har avtatt med 16 prosent fra 1993 til 2004. Vi har ikke tall for hurtigbåtenes godstransportarbeid for 2004 og godstransportarbeidet for dette transportmidlet i 2004 er derfor ikke med. Hurtigbåtenes godstransportarbeid var 13 mill tonnkm i 1998 (Holtskog, 2001).

Tabell 2.29. Energiforbruk og transportarbeid for rutebåter. 1994 (1993 for bilferger og hurtigbåter), 1998 og 2004

	Energiforbruk totalt	Persontransportarbeidet	Energiforbruk per passkm		Godstransportarbeidet	Energiforbruk per tonnkm	
	1000 tonn MGO	mill pkm	kg /pkm	MJ/pkm	mill tkm	kg/tkm	MJ/tkm
Ferger							
1993	111	283	0,036	1,565	240	0,420	18,089
1998	114	297	0,029	1,251	314	0,336	14,464
2004	129	293	0,029	1,245	361	0,334	14,391
Hurtigbåter							
1993	61	224	0,128	5,496	22	1,474	63,542
1998	64	250	0,160	6,891	13	1,848	79,665
2004	58	189	0,307	13,226*			
Hurtigruten							
1994	43	177	0,031	1,321	106	0,354	15,277
1998	58	299	0,031	1,328	137	0,356	15,349
2004	54	369	0,037	1,599	94	0,429	18,483

* Det foreligger ikke tall for hurtigbåtenes godstransportarbeid for 2004 og hele energiforbruket går derfor til persontransportarbeid

Tabell 2.29 viser energiforbruket for disse transportmidlene. For ferger har forbruket av MGO gått opp i perioden 1993 til 2004. Likevel har energiforbruket per passasjerkm og tonnkm avtatt. Selv om noen ruter er nedlagt som følge av bedre veiforbindelse, har kapasiteten økt. Dette kan tyde på en overgang til nyere, større og dermed mer energieffektive båter.

Hurtigruten har også hatt en kraftig vekst i persontransporten samtidig som forbruket av MGO har gått ned. Likevel økte energiforbruket per passasjerkm. Dette skyldes nedgangen i godstransportarbeidet i og med at passasjerer og gods transporteres samtidig.

Energiforbruket per passasjer for hurtigbåter økte noe fra 1993 til 1998. Det kan se ut som om energiforbruket per passasjerkm gikk kraftig opp fra 1998 til 2004 til tross for at drivstofforbruket gikk ned og passasjertransportarbeidet økte, men det er under forutsetning at hurtigbåtene ikke transporterte gods. Ettersom vi ikke vet noe om godstransportarbeidet med hurtigbåter i 2004, kan vi ikke sammenligne energiforbruket per passasjerkm for dette året med tidligere år.

Energiforbruket per passasjerkm er forskjellig for bilferger, Hurtigruten og hurtigbåter. Hvis vi sammenligner transportmidlene, kommer bilfergene best ut i 2004. Bilfergene fraktet mest gods i forhold til passasjerer. I 2004 fraktet bilfergene 14 ganger så mye gods som passasjerer (regnet i tonnkm). Hurtigruten fraktet derimot ikke mer enn 3 ganger så mye gods som passasjerer i 2004 (regnet i tonn). Hurtigrutens hotellfunksjon er ikke skilt ut.

Dårligst ut kommer hurtigbåtene hvor godstransportarbeidet utgjorde omtrent like mye som persontransportarbeidet i 1993 og bare litt over halvparten så mye i 1998 (regnet i tonnkm).

Av Tabell 2.30 ser vi at SO₂, CO og partikler er de utslippsfaktorene som har endret seg fra 1993 til 2004. Bakgrunnen her er redusert svovelinnhold i MGO. Det er ikke grunnlag for å anta at utslippsfaktorene er endret på grunn av endret teknologi. Hurtigruten har noe forbruk av spesialdestillat, men vi tar ikke med beregninger for spesialdestillat her.

Tabell 2.30. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for MGO. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 1993, 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Ferger								
1993	3,17	0,23	0,08	1,4	57	2,4	3,1	0,6
1998	3,17	0,23	0,08	1,8	57	2,4	2,9	0,7
2004	3,17	0,23	0,08	1,8	57	2,4	2,9	0,7
Hurtigbåter								
1993	3,17	0,23	0,08	1,4	50	2,4	3,1	0,6
1998	3,17	0,23	0,08	1,8	50	2,4	2,9	0,7
2004	3,17	0,23	0,08	1,8	50	2,4	2,9	0,7
Hurtigruten								
1993	3,17	0,23	0,08	1,4	60	2,4	3,1	0,6
1998	3,17	0,23	0,08	1,8	60	2,4	2,9	0,7
2004	3,17	0,23	0,08	1,8	60	2,4	2,9	0,7

Tabell 2.31. Utslipp per passasjerkm fra ferger, hurtigbåter og Hurtigruten. g/pkm. 1993, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Ferger									
1993	116	115	0,008	0,003	0,051	2,069	0,087	0,113	0,022
1998	93	92	0,007	0,002	0,052	1,655	0,070	0,084	0,020
2004	92	92	0,007	0,002	0,052	1,646	0,069	0,084	0,020
Hurtigbåter									
1993	408	404	0,029	0,010	0,179	6,376	0,306	0,395	0,077
1998	512	507	0,037	0,013	0,288	7,994	0,384	0,464	0,112
2004 ¹	982	973	0,071	0,025	0,552	15,344	0,737	0,890	0,215
Hurtigruten									
1993	98	97	0,007	0,002	0,043	1,840	0,074	0,095	0,018
1998	99	98	0,007	0,002	0,055	1,848	0,074	0,089	0,022
2004	119	118	0,009	0,003	0,067	2,226	0,089	0,108	0,026

¹ Det foreligger ikke tall for hurtigbåtenes godstransportarbeid for 2004 og hele energiforbruket går derfor til persontransportarbeid

Fergene har det laveste og hurtigbåtene det høyeste utslippet per passasjerkm

Tabell 2.31 viser de beregnede utslippene fra de forskjellige rutebåtene. Utslippene per passasjerkm fra ferger, hurtigbåter og Hurtigruten reflekterer forbruket per passasjerkm av MGO.

2.4. Sammenligning av transportmidlene - Persontransport

2.4.1. Persontransportarbeid

Innenlandske persontransportytelser sto for 66 milliarder personkilometer i 2004. Dette er en økning på 9 prosent i forhold til 1998. I Tabell 2.32 ser man hvordan persontransportarbeidet fordeler seg på de forskjellige transportmidlene i henholdsvis 1994, 1998 og 2004. Den største økningen sto veitransporten for. Den største andelen av persontransportarbeidet i Norge utføres av personbiler. I 2004 var andelen 77 prosent, mens den i 1998 var 75 prosent. Den nest største andelen av persontransportarbeidet i 2004 sto luftfarten for med 8 prosent, tett fulgt av bussene med 7 prosent.

Mens personbilenes persontransportarbeid økte med 11 prosent, har bussenes persontransportarbeid holdt seg konstant siden 1998, og deres andel av det totale persontransportarbeidet har derfor avtatt noe (< 1 prosent). Luftfartens persontransportarbeid har avtatt med hele 5 prosent og deres andel av det totale persontransportarbeidet er redusert med ca. 1 prosent. Når det gjelder reiser med tog, har NSB hatt en nedgang i persontransportarbeidet fra 1998 til 2004. Persontransportarbeidet med jernbanen i alt er likevel høyere i 2004 enn i 1998 fordi oppstarten av

Flytoget førte til en stor økning i persontransportarbeidet med ”andre jernbaner” (se Tabell 2.32).

Tabell 2.32. Innenlandsk persontransport, målt i millioner personkilometer for personbiler, motorsykler og mopeder, for øvrige transportformer målt i millioner passasjerkilometer. 1994, 1998 og 2004

	1994	1998	2004
Personbiler	43 605	45 780	50 686
Drosjer	561	613	571
Motorsykler og mopeder	709	924	1 319
Busser	3 956	4 212	4 231
Jernbane (NSB)	2328	2 557	2 390
- Elektrisk jernbane		2 213	2 119
- Dieseldrevet jernbane		344	271
Andre jernbaner		60	240
Forstadsbaner og sporveier	375	469	458
Luffart	3 905	4 876	4 647
Bilferger	283	297	293
Hurtigbåter	224	250	189
Hurtigruten	177	299	369

Kilde: SSB Innenlandske transportytelser, NSB (2004), Oslo Sporveier (2002, 2006). Andre jernbaner gjelder først og fremst trafikken til Flytoget AS. For luffart er innenlandske reiser i forbindelse med en utenlandsreise samt helikoptertrafikken til og fra sokkelen inkludert

2.4.2. Energiforbruk

Transportmidlenes energiforbruk i 1994, 1998 og 2004 er sammenholdt i Tabell 2.33. I Figur 2.2 har vi sortert transportmidlene etter stigende energiforbruk per person-/passasjerkm. Prosentvis endring fra 1998 til 2004 er vist til høyre i figuren.

Tabell 2.33. Energiforbruk for innenlandsk persontransport. Energiforbruk per passasjerkm, for personbiler, motorsykler og mopeder er energiforbruket per personkm. MJ/pkm. 1994 (1993 for sjøfart), 1998 (2000 for T-bane og sporvogn) og 2004 (2005 for rutebusser)

	1994	1998	2004
Personbiler - bensin	1,528	1,501	1,449
Personbiler – diesel	1,211	1,167	1,111
Drosjer	2,855	2,646	2,332
Motorsykler	1,328	1,334	1,324
Mopeder	0,827	0,827	0,827
Rutebusser	0,981	0,850	0,840
Jernbane - elektrisk		0,566	0,630
Jernbane - diesel		1,011	1,073
T-bane		0,631	0,685
Sporvogn		0,798	0,736
Rutefly	2,620	2,789	2,745
Bilferger	1,565	1,251	1,245
Hurtigbåter	5,496	6,891	13,226 ¹
Hurtigruten	1,321	1,328	1,599

¹ Det foreligger ikke tall for hurtigbåtenes godstransportarbeid for 2004 og hele energiforbruket går derfor til persontransportarbeid

Lavest energiforbruk per passasjerkm har elektrisk jernbane

Elektrisk jernbane, T-bane og sporvogn kommer ut med de laveste forbrukstallene per passasjerkm. Med den samme energimengden transporterer disse transportmidlene dobbelt så mange personer som bensindrevne personbiler og fire ganger så mange personer som drosjer. Merk at tallene for energiforbruket for elektrisk drevne transportmidler inkluderer mer enn kun energien som brukes til framdrift.

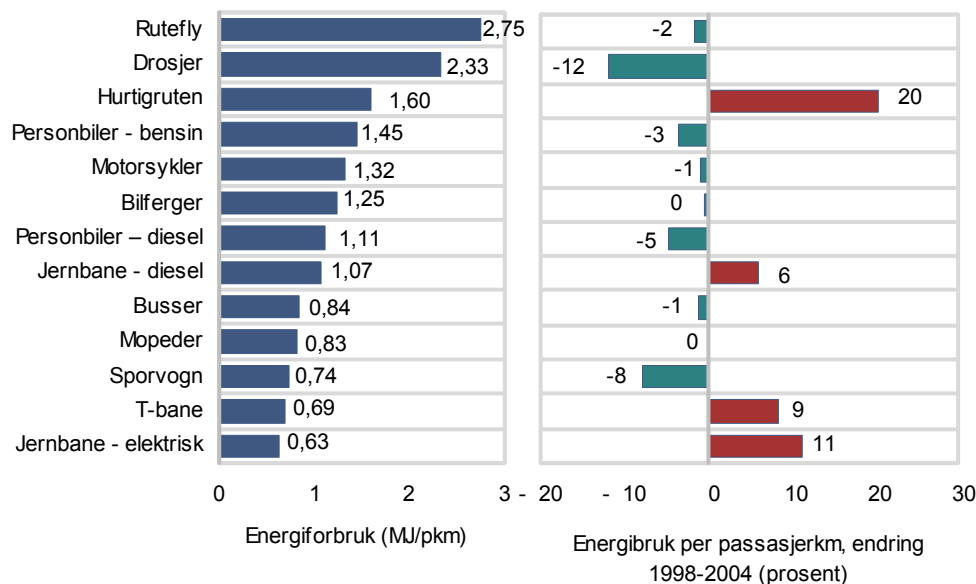
Buss bruker mindre energi enn dieseldrevet jernbane

Busser hadde i 2005 et energiforbruk som er høyere per passasjerkilometer enn elektrisk jernbane, T-bane og sporvogn, men lavere enn dieseldrevet jernbane og personbiler.

Det høye energiforbruket til hurtigbåter per passasjerkm i 2004 henger sammen med at godstransportarbeidet til hurtigbåter ikke er kjent. Energiforbruket er derfor

beregnet som om hurtigbåtene ikke frakter gods. Hvis vi gjorde lignende antagelser om årene 1994 og 1998, ville energiforbrukstallene bli 11,737 per passasjerkm for 1994 og 11,034 for 1998. Uansett mengde gods er det likevel hurtigbåter som er den transportformen som bruker mest energi for å transportere én passasjer én km med dagens teknologi, reisemønster og kapasitetsutnyttelse. Energiforbruket til hurtigbåter er ikke vist i Figur 2.2.

Figur 2.2. Energiforbruk for innenlandsk persontransport. Energiforbruk per passasjerkm, per personkm for personbiler, motorsykler og mopeder. MJ/pkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004 (2005 for busser)



Bilfergene kommer omtrent like bra ut av det som bensindrevne personbiler når det gjelder energiforbruket per passasjerkm fordi de i tillegg transporterer en stor mengde gods.

Rutefly har det høyeste energiforbruket per passasjerkm

Etter hurtigbåter kommer drosjer og til sist lufttransport. Det er nesten like energikrevende å transportere passasjerer med drosje som med fly. Som regel er det u hensiktsmessig å bruke drosje på en strekning som er egnet for fly, men det setter tallene i perspektiv.

Å reise med elektrisk tog er altså mest energieffektivt mens å reise med hurtigbåter er lite energieffektivt. Sammenligningen har imidlertid sin begrensning, fordi tog og hurtigbåter sjelden eller aldri kan erstatte hverandre slik landet er formet. Bildet kan også endre seg hvis man tar hensyn til at gjennomsnittlig reiselengde varierer med transportmidlet som velges på en bestemt strekning. Ofte er korte reiser mer energikrevende per km enn lange, og strekningen ved bruk av fly er kortere enn ved bruk av bil eller jernbane. Eksempler på forholdet mellom slike traseer er vist i Tabell 3.24.

2.4.3. Utslipp til luft

Når vi skal sammenligne de ulike transportmidlenes utslipp til luft i et klimaperspektiv, ønsker vi først og fremst å se på utslipp av klimagasser. I denne rapporten dreier det seg om CO₂, CH₄ og N₂O. Disse gassene har forskjellig potensial for oppvarming av atmosfæren som beskrevet i 2.2.6. Det er derfor hensiktsmessig å beregne hvor stort utslippet er i CO₂-ekvivalenter, se Tabell 2.34. I Figur 2.3 har vi sortert transportmidlene etter stigende utslipp per person-/passasjerkm. Prosentvis endring fra 1998 til 2004 er vist til høyre i figuren.

Tabell 2.34. Utslipp til luft fra innenlandsk persontransport. CO₂ – ekvivalenter per passasjerkm, per personkm for personbiler, motorsykler og mopeder. g/pkm. 1994 (1993 for sjøfart), 1998 og 2004 (2005 for rutebusser)

	1994 g/pkm	1998 g/pkm	2004 g/pkm
Personbiler - bensin	112	110	107
Personbiler - diesel	89	86	82
Drosjer	218	196	173
Mopeder	62	62	62
Motorsykler	98	98	98
Rutebusser	73	63	62
Elektrisk jernbane	-	1,1	1,2
Dieseldrevet jernbane	-	83	88
T-bane	-	-	-
Sporvogn	-	-	-
Rutefly	193	206	206
Ferger	116	93	92
Hurtigbåter	408	512	982 ¹
Hurtigruten	98	99	119

¹ Det foreligger ikke tall for hurtigbåtenes godstransportarbeid for 2004 og hele energiforbruket og dermed utslippet går derfor til persontransportarbeid

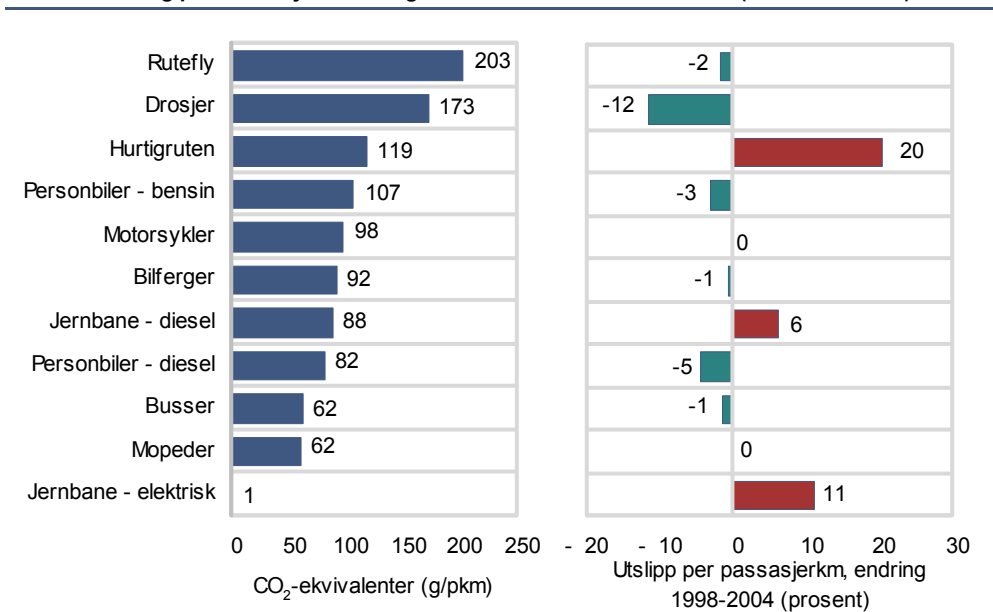
Det er en klar sammenheng mellom energiforbruk og utslipp til luft. Utslippet per passasjerkm for bensindrevne personbiler er 90 ganger høyere enn for jernbane under forutsetning om norsk elektrisitetssmiks.

I 2004 har dieseldrevne personbiler lavere utslipp per pkm enn dieseldrevet jernbane

Hurtigbåter har det største utslippet av klimagasser per passasjerkm under dagens forhold (ikke vist i figuren på grunn av forhold som nevnt i forrige kapittel). Elektrisk jernbane har det lavest utslippet av klimagasser. På plass nummer to er mopeden fulgt av busser, dieseldrevne personbiler og dieseldrevet jernbane. Vi legger merke til at selv om dieseldrevet jernbane har et lavere energiforbruk per passasjerkm enn dieseldrevne personbiler, kommer likevel dieseldrevne personbiler bedre ut av det når det gjelder utslipp til luft. Årsaken til dette er at utslippsfaktorene for dieseldrevne personbiler har forbedret seg som følge av teknologisk utvikling, mens utslippsfaktorene for dieseldrevet jernbane har holdt seg konstant i perioden (se også kapittel 2.3.5). Vi har ikke beregnet utslipp til luft som følge av transport med T-bane og sporvogn. T-bane og sporvogn har et tilsvarende elektrisitetsforbruk per passasjerkm som elektrisk jernbane og utslippene vil derfor være sammenlignbare med elektrisk jernbane.

Endring av utslipp til luft målt i CO₂-ekvivalenter mellom 1998 og 2004 er illustrert til høyre i Figur 2.3. Fra 1998 til 2004 gikk utslippene ned for busser, personbiler og drosjer samt rutefly og ferger. Utslippene gikk mest ned for drosjer med 12 prosent og minst ned for ferger. At utslippene har avtatt for busser, personbiler og drosjer må sees i sammenheng med den teknologiske utviklingen som har ført til redusert drivstofforbruk. Dieseldrevet jernbane har ikke hatt den samme teknologiske utviklingen og passasjertransportarbeidet med dieseldrevet jernbane har avtatt. Utslippene per passasjerkm fra dieseldrevet jernbane økte derfor med 6 prosent i perioden. Utslippene assosiert med transport med elektrisk jernbane økte også. Dette skyldes at persontransportarbeidet gikk ned i perioden samtidig som energiforbruket økte.

Hurtigruten sto for den største økningen. I perioden 1998 til 2004 økte utslippene fra Hurtigruten med 20 gram CO₂-ekvivalenter per passasjerkm som tilsvarer en økning på 20 prosent. Dette skyldes først og fremst at omleggingen av driften fra passasjer- og godstransport til cruisetrafikk med hotelldrift, har ført til at Hurtigruten frakter mindre gods enn før.

Figur 2.3. Utslipp til luft fra innenlandsk persontransport. CO₂-ekvivalenter per passasjerkm. g/pkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004 (2005 for busser)

2.5. Resultater makro - Godstransport

2.5.1. Vare- og kombinerte biler⁶

Vare- og kombinerte biler er små godsbiler med totalvekt mindre enn 3,5 tonn. Kombinerte biler er beregnet på transport av både personer og gods. I 2004 var det registrert 51 677 varebiler med nyttelast 1,0 tonn og over og 85 149 kombinerte biler med nyttelast mindre enn 3,5 tonn. Biler med totalvekt større enn 3,5 tonn er plassert under de ulike lastebilgruppene.

Utslips- og energiforbruksfaktorer er hentet fra SSBs veitrafikkmodell (se kapittel 2.2.1). Faktorene fra veitrafikkmodellen er gjennomsnittsfaktorer for vare- og kombinerte biler, kombinerte biler, mindre busser, o.l. med totalvekt < 3,5 tonn. Bruken av gjennomsnittsfaktorer bidrar til at estimeringen av energiforbruk og utslipp blir et svært grovt anslag, pga. store forskjeller mellom de forskjellige kjøretøyene som opptrer i denne gruppen. Tallene må derfor brukes med forsiktighet.

Datagrunnlaget for beregning av transportytelsene for denne kategorien biler er mangelfullt da Statistisk sentralbyrås lastebilundersøkelse (SSB 2008b) fra og med 2000 bare omfatter godsbiler med nyttelast over 3,5 tonn. Vi har ikke noe godt anslag på gjennomsnittlig mengde fraktet gods for denne kategorien. Vi har derfor bare beregnet energiforbruk og utslipp per vognkm.

Tabell 2.35 viser det gjennomsnittlige energiforbruket for varebiler, fordelt på bensin og diesel.

Tabell 2.35. Energiforbruk for varebiler. 1994, 1998 og 2004

	Energiforbruk bensin			Energiforbruk diesel		
	l/mil	kg/km	MJ/vognkm	l/mil	kg/km	MJ/vognkm
1994	1,365	0,101	4,434	0,938	0,079	3,396
1998	1,357	0,100	4,407	0,925	0,078	3,348
2004	1,322	0,098	4,295	0,875	0,074	3,169

⁶ Totalvekt < 3,5 tonn.

Utviklingen av utslippsfaktorene (Tabell 2.36) fra 1994 til 2004 følger de samme trendene som for personbiler i samme periode (Tabell 2.6). Teknologisk utvikling og redusert svovelinhold i drivstoffet bidrar til reduserte utslippskoeffisienter. Økningen i N₂O-utslippene for bensinbiler skyldes en stadig økende andel biler med katalysator.

Tabell 2.36. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for varebiler. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Bensin								
1994	3,130	1,027	0,040	0,600	19,720	26,690	210,173	0,281
1998	3,130	0,877	0,100	0,160	14,078	19,658	162,216	0,194
2004	3,130	0,608	0,145	0,060	8,377	10,297	92,851	0,121
Diesel								
1994	3,170	0,130	0,025	1,400	10,534	4,195	13,739	4,566
1998	3,170	0,098	0,026	0,800	7,839	3,061	12,563	2,709
2004	3,170	0,059	0,044	0,060	5,863	1,888	11,282	1,399

Ut fra resultatene i Tabell 2.37 ser vi at en fornyelse av bilparken (flere biler med katalysator) har bidratt til reduserte utslipp, unntatt for N₂O. Tross forskjellene mellom de forskjellige kjøretøyene i denne gruppen virker utviklingen fra 1994 til 2004 rimelig sett i forhold til utviklingen hos personbiler (se Tabell 2.7).

Tabell 2.37. Utslipp per vognkm fra varebiler. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Bensin									
1994	320	316	0,104	0,004	0,061	1,992	2,695	21,226	0,028
1998	319	314	0,088	0,010	0,016	1,413	1,973	16,284	0,020
2004	312	306	0,060	0,014	0,006	0,820	1,007	9,083	0,012
Diesel									
1994	251	250	0,010	0,002	0,110	0,830	0,330	1,082	0,360
1998	247	246	0,008	0,002	0,062	0,609	0,238	0,976	0,210
2004 ¹	234	233	0,004	0,003	0,004	0,431	0,139	0,830	0,103

2.5.2. Laste- og spesialbiler

Det meste av godstransporten på veiene foregår med laste- og spesialbiler. Til gruppen spesialbiler hører bl.a. tankbiler, trekkvogner for semitrailere, bergingsbiler, betongbiler, septiktankbiler, renovasjonsbiler, kjølebiler, etc. I 1998 utgjorde andelen bensindrevne lastebiler 7 prosent av lastebilene. I 2004 var denne andelen økt til 11 prosent. Det var særlig antallet registrerte bensindrevne lastebiler som økte. Det var registrert 70 prosent flere bensindrevne lastebiler i 2004 som i 1998, mens antall dieseldrevne lastebiler holdt seg tilnærmet konstant.

Lastebilene er delt inn i tre kategorier etter nyttelast, fra 1 til 5 tonn, fra 5 til 11 tonn og over 11 tonn. I denne rapporten omtales dieseldrevne lastebiler og spesialbiler med nyttelast over 16 tonn. Spesialbiler med nyttelast over 16 tonn er inkludert i kategorien lastebiler med nyttelast over 11 tonn. Den viktigste gruppen innen spesialbiler er trekkvogner for semitrailere.

I 2004 var godstransportarbeidet på norske veier nærmere 15 milliarder tonnkm (Rideng, 2005). Lastebiler og spesialbiler i kategorien lastebiler over 11 tonn sto for 89 prosent av dette. Godstransportarbeidet økte med 72 prosent i perioden 1994 til 2004. I denne perioden holdt transportarbeidet seg uendret for lastebiler med nyttelast mindre enn 5 tonn, mens det økte for de to andre kategoriene. For lastebiler med nyttelast mellom 5 og 11 tonn økte transportarbeidet med 17 prosent, mens det ble fordoblet for lastebiler med nyttelast over 11 tonn (Tabell 2.38). Dette skyldes flere sammenfallende faktorer. Lastebilundersøkelsen (SSB 2008b) viser at kategorien med de største lastebilene har hatt en økning i antall kjørte kilometer på nærmere 70 prosent. Samtidig som det er blitt flere av disse bilene, har lastekapasiteten økt med i overkant av 10 prosent.

I gjennomsnitt fraktet lastebiler registrert for nyttelast 1 til 5 tonn, i underkant av 1 tonn gods (0,8 tonn). Dette tallet er omtrent uendret i perioden fra 1994 til 2004. Lastebiler registrert for nyttelast 5 til 11 tonn fraktet i gjennomsnitt 3 tonn i 1994 og 1998 og 4 tonn i 2004. De største lastebilene og spesialbiler registrert for nyttelast over 16 tonn, fraktet gjennomsnittlig 9 tonn i 1994, 10 tonn i 1998 og 11 tonn i 2004. Tallene er hentet fra lastebilundersøkelsen. Drivstoffforbruket avhenger av motortype, transportstrekningens kurvatur (forsenkning/forhøyning), og ikke minst av hvor mye gods lastebilene frakter. Drivstoffforbruk og utslipp er beregnet i SSBs veitrafikkmodell (se kapittel 2.2.1).

Jo større registrert nyttelast en lastebil har, jo mindre er det gjennomsnittlige energiforbruket per tonnkm

Tabell 2.38 viser hvordan drivstoffforbruket per vognkm øker med mengden gods en lastebil frakter. Forbruket per tonnkm avtar med godsmengden og er minst for de største lastebilene (inkludert spesialbiler over 16 tonn). Forbrukstallene i denne rapporten er inntil 40 prosent lavere enn forbrukstallene i Holtskogs rapport fra 2001. Dette har tre årsaker. Delvis er dieselforbruket nedjustert med 15 prosent fordi en del av dieselforbruket til traktorer, anleggsmaskiner osv er flyttet til kategorien redskap for alle åra. Delvis har vi brukt en ny metode for å beregne midlere last på bilene. I denne rapporten har vi brukt antall tonnkm fra lastebilundersøkelsen. I Holtskogs rapport (2001) ble antall vognkm hentet fra veitrafikkmodellen. Vi har også brukt en ny metode for å beregne forbruket. Tidligere ble forbruket beregnet fra samlet forbruk og vognkm i veitrafikkmodellen, justert for samlet forbruk av diesel ifølge energiregnskapet. Her har vi brukt tall uten slik justering.

Tabell 2.38. Energiforbruk for dieseldrevne lastebiler. 1994, 1998 og 2004

	Drivstoffforbruk diesel		Godstransportarbeidet 1000 tonnkm	Gjennomsnittlig last tonn	Energiforbruk	
	l/mil	kg/km			MJ/vognkm	MJ/tonnkm
1 – 5 tonn						
1994	1,60	0,134	356	0,8	5,779	7,224
1998	1,52	0,128	352	0,8	5,519	6,899
2004	1,46	0,123	341	0,8	5,294	6,617
5 – 11 tonn						
1994	2,16	0,181	935	3,2	7,810	2,441
1998	2,05	0,172	830	3,1	7,413	2,391
2004	1,95	0,164	1 092	3,7	7,058	1,908
Over 11 tonn						
1994	3,36	0,282	6 979	9,4	12,154	1,293
1998	3,15	0,265	10 844	10,4	11,410	1,097
2004	3,01	0,253	13 298	10,7	10,896	1,018

Utslippsfaktorene for lastebiler (Tabell 2.39) følger den samme trenden som utslippsfaktorene for andre kjøretøyer; endringene skyldes strengere avgasskrav og redusert svovelinnhold i diesel.

Tabell 2.39. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for lastebiler etter nyttelast. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
1 – 5 tonn								
1994	3,170	0,204	0,224	1,400	33,361	4,893	23,911	2,976
1998	3,170	0,160	0,235	0,800	31,041	3,836	15,451	1,881
2004	3,170	0,118	0,244	0,060	25,966	2,957	8,089	0,852
5 – 11 tonn								
1994	3,170	0,189	0,166	1,400	40,671	4,539	18,961	3,512
1998	3,170	0,154	0,175	0,800	32,436	3,692	13,266	2,243
2004	3,170	0,116	0,184	0,060	23,194	2,920	7,421	0,984
Over 11 tonn								
1994	3,170	0,181	0,108	1,400	38,895	4,352	20,451	3,597
1998	3,170	0,149	0,114	0,800	31,071	3,575	12,581	2,098
2004	3,170	0,113	0,119	0,060	22,535	2,886	6,249	0,861

De største lastebilene har redusert utslippet per tonnkm mest

Tabell 2.40 og Tabell 2.41 over utslipp til luft fra lastebiler viser at den generelle trenden er reduserte utslipp per vognkm og tonnkm fra 1994 til 2004. Det er de største lastebilene som står for de største totale utslippene, men det er også de som har stått for den største reduksjonen av utslipp i denne perioden.

Tabell 2.40. Utslipp per vognkm fra lastebiler etter nyttelast. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
1 – 5 tonn									
1994	435	425	0,027	0,030	0,188	4,473	0,656	3,206	0,399
1998	416	406	0,020	0,030	0,102	3,975	0,491	1,979	0,241
2004	399	389	0,014	0,030	0,007	3,189	0,363	0,994	0,105
5 – 11 tonn									
1994	584	574	0,034	0,030	0,254	7,370	0,823	3,436	0,636
1998	555	545	0,026	0,030	0,138	5,579	0,635	2,282	0,386
2004 ¹	529	519	0,019	0,030	0,010	3,798	0,478	1,215	0,161
Over 11 tonn									
1994	904	894	0,051	0,030	0,395	10,968	1,227	5,767	1,014
1998	849	839	0,039	0,030	0,212	8,226	0,946	3,331	0,556
2004 ¹	811	801	0,029	0,030	0,015	5,697	0,730	1,580	0,218

Tabell 2.41. Utslipp per tonnkm fra lastebiler etter nyttelast. g/tkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
1 – 5 tonn									
1994	544	531	0,034	0,038	0,235	5,592	0,820	4,008	0,499
1998	520	507	0,026	0,038	0,128	4,969	0,614	2,473	0,301
2004	499	487	0,018	0,038	0,009	3,987	0,454	1,242	0,131
5 – 11 tonn									
1994	183	180	0,011	0,009	0,079	2,303	0,257	1,074	0,199
1998	179	176	0,009	0,010	0,044	1,800	0,205	0,736	0,124
2004 ¹	143	140	0,005	0,008	0,003	1,027	0,129	0,328	0,044
Over 11 tonn									
1994	96	95	0,005	0,003	0,042	1,167	0,131	0,614	0,108
1998	82	81	0,004	0,003	0,020	0,791	0,091	0,320	0,053
2004 ¹	76	75	0,003	0,003	0,002	0,574	0,073	0,159	0,022

2.5.3. Jernbane

CargoNet AS sto for nærmere 100 prosent av det godstransportarbeidet som består av gods som er lastet på og losset av i Norge i 2004. Godstransportarbeidet var i 2004 på over 2 milliarder tonnkm. Det er en økning på 4 prosent siden 1998.

Tabell 2.42 viser energiforbruket for elektrisk jernbane i 1998 og 2004. Ettersom vi for 1994 bare har det totale energiforbruket, har vi i denne rapporten valgt å ikke ta med tall for 1994 (jf kapittel 2.3.5).

Tabell 2.42. Energiforbruk for godstransport med elektrisk jernbane. Energiforbruket er inklusive tap i omformer og ledningsnett. 1998 og 2004

	Totalt energiforbruk		Godstransportarbeidet		Energiforbruk per tonnkm	
	MWh		mill tkm		kWh/tkm	MJ/tkm
1998	109187,9		1824,3		0,060	0,215
2004	116750		1670,4		0,070	0,252

Fra 2000 har Jernbaneverket valgt å oppgi forbruket slik at både tap pga omforming (ca. 15 prosent) og tap fra kontaktledning (ca. 5 prosent) er med. Dermed viser tallene fra 2004 totalt energiforbruk inklusive tap i omformer og KL-anlegg. Tallene fra 1998 i NSB miljøregnskap refererer til forbruket ved innmating til kontaktledning. For at tallene skal være sammenlignbare har vi derfor lagt til 15 prosent tap i omformer.

For godstog var energiforbruket for hensatt materiell bare 1,3 % av CargoNets totale energiforbruk i 2004.

Det kan se ut som forbruksfaktorene for elektrisk drevet jernbane er gått noe opp siden 1998. Teknologien har ikke endret seg særlig fra 1998 til 2004. Det er

sannsynlig at den tilsynelatende økningen skyldes energitapsberegningene til omformerstasjon og kontaktledning (gjelder tall fra 1998).

Data for forbruk av diesel til jernbane er rapportert inn fra NSB/CargoNet AS (Tabell 2.43). Godstransportarbeidet for dieseldrevet jernbane er gått noe ned i perioden. Dieselforbruket har også gått ned og det synes som om energiforbruket per tonnm er lavere i 2004 enn i 1998. Det er usikkert om dette skyldes en reell nedgang i forbruksfaktorene ettersom det knytter seg usikkerhet til tallmaterialet fordi det er innkjøpt mengde som gir registreringsgrunnlaget (fra fakturaer) og ikke reelt forbruk.

Tabell 2.43. Energiforbruk for godstransport med dieseldrevet jernbane. 1998 og 2004

	Totalt forbruk	Godstransportarbeidet	Energiforbruk per tonnm	
	1000 tonn	mill tkm	kg/tkm	MJ/tkm
1998	9,91	596,70	0,017	0,716
2004	7,20	547,96	0,013	0,566

Holtskog (2001) beregnet fordelingen av energiforbruket mellom passasjer- og godstransport ut fra data om bruttotonnm for begge typer transport. Denne fordelingen var generelt usikker og energiforbruket for 1998 i Holtskogs rapport avviker derfor noe fra tallene i denne rapporten.

Som nevnt i kapittel er det vanlig å anta 0-utslipp ved bruk av elektrisk jernbane i Norge fordi Norge stort sett er selvforsynt med elektrisitet fra norske vannkraftverk. Norge importerte elektrisk energi tilsvarende 7 prosent per år i perioden 1998-2004. Den norske elektrisitetsmiksen tilsvarer utslipp på 7 g CO₂ per kWh (se også kapittel 2.2.4). Utslippene assosiert med elektrisk jernbane er vist i Tabell 2.44.

Tabell 2.44. Utslipp til luft per tonnm fra elektrisk jernbane. g/tkm. 1998 og 2004

	CO ₂
1998	0,42
2004	0,49

Utslipet fra dieseldrevet jernbane er beregnet ut fra forbruket og generelle utslippsfaktorer for NO_x, NMVOC, CO og partikler bestemt av Teknologisk institutt (Bang 1993a). Tabell 2.45 viser at utslipp fra godstog har gått noe ned fra 1998 til 2004. Dette skyldes det lavere energiforbruket ettersom vi har antatt at utslippsfaktorene ikke har endret seg i denne perioden.

Tabell 2.45. Utslipp til luft per tonnm fra dieseldrevne godstog. g/tkm. 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
1998	59	53	0,003	0,020	0,013	0,781	0,066	0,183	0,063
2004	47	42	0,003	0,016	0,011	0,617	0,053	0,145	0,050

2.5.4. Luftfart

Ruteflyene frakter i tillegg til passasjerer noe gods. Godsdelen er forholdsvis liten. I 2005 utgjorde godstrafikkarbeidet bare 5 prosent av det innenlandske persontrafikkarbeidet (regnet i tonn). Når vi beregner energiforbruket per passasjerkm og tonnm, må vi ta hensyn til at passasjerer og gods er transportert samtidig og regne om passasjerer til tonn og omvendt som beskrevet i kapittel 2.2.5.

Tabell 2.46 viser de beregnede utslippene fra innenlandske rutefly.

Tabell 2.46. Utslipp til luft per tonnm fra innenlandske rutefly. g/tkm. 1994, 1998 og 2004.

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
1994	2237	2214	0,032	0,070	0,253	7,774	0,612	4,112	0,010
1998	2288	2265	0,032	0,072	0,302	8,077	0,568	4,423	0,010
2004	2248	2226	0,031	0,071	0,212	7,893	0,537	4,395	0,010

Utslipp fra transport av passasjerer og gods med innenriks rutefly er beregnet fra de samme energiforbrukstallene, og viser derfor samme trend (Tabell 2.46). Utslippene har ikke endret seg vesentlig fra 1998 til 2004 på grunn av marginale endringer i energiforbruket samt at utslippsfaktorene ikke har endret seg mye i denne perioden (Tabell 2.27).

Relaterte betraktninger rundt luftfart og gods finnes i en fersk TØI-rapport (Lian mfl, 2007).

2.5.5. Godsskip og sjøtransport

I 2004 bidro godsskip i leie- og egentransport med 15,7 milliarder tonnkm til de totale innenlandske transportytelsene. I tillegg til disse godsskipene kommer bøyelasteskip som frakter olje fra den norsk kontinentalsokkelen til fastlandet. Bøyelasteskip utførte et arbeid på 11,0 milliarder tonnkm i 2004. Datagrunnlaget for å bestemme drivstofforbruket er mangelfullt og vi finner det derfor ikke forsvarlig å behandle godsskip i makroanalysedelen av denne rapporten.

Godstransportarbeidet som ble utført av bilferger og Hurtigruten er delvis beskrevet under persontransport med rutebåter fordi disse transportmidlene frakter både personer og gods samtidig (kapittel 2.2.5).

Fergenes totale forbruk av MGO økte knapt fra 1994 til 1998. Energiforbruket per tonnkm gikk likevel ned med 20 prosent. Reduksjonen skyldes at godstransportarbeidet økte med 31 prosent. Fra 1998 til 2004 økte det totale forbruket av MGO med 13 prosent. Ettersom fergenes godstransportarbeid økte med 15 prosent i perioden holdt energiforbruket per tonnkm seg tilnærmet uendret.

Hurtigrutens energiforbruk per tonnkm økte fra 1998 til 2004

Hurtigrutens energiforbruk per tonnkm var nærmest det samme i 1998 og 2004. I 2004 var likevel energiforbruket per tonnkm 20 prosent høyere enn i 1998. Årsaken til dette er at Hurtigrutens godstransportarbeid var 30 prosent mindre i 2004 enn i 1998.

Ettersom det ikke foreligger tall for Hurtigbåtenes godstransportarbeid har vi ikke fått sett på utviklingen av energiforbruk og utslipp ved transport av gods med hurtigbåt.

For bilferger og Hurtigruten ser vi at utslippet per tonnkm i Tabell 2.47 følger de samme tendensene som energiforbruket.

Tabell 2.47. Utslipp til luft per tonnkm fra ferger og Hurtigruten. g/tkm. 1994, 1998 og 2004

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
Ferger									
1994	1343	1330	0,097	0,034	0,588	23,922	1,007	1,301	0,252
1998	1074	1064	0,077	0,027	0,604	19,129	0,805	0,973	0,235
2004	1068	1058	0,077	0,027	0,601	19,032	0,801	0,968	0,234
Hurtigruten									
1994	1134	1124	0,082	0,028	0,496	21,268	0,851	1,099	0,213
1998	1139	1129	0,082	0,028	0,641	21,368	0,855	1,033	0,249
2004	1372	1359	0,099	0,034	0,772	25,731	1,029	1,244	0,300

2.6. Sammenligning av transportmidlene - Godstransport

2.6.1. Godstransportarbeid

Når vi sammenligner godstransport langs vei med jernbane og fly, er det laste- og spesialbiler som har det desidert største godstransportarbeidet (se Tabell 2.48). Med sjøtransport mener vi i denne rapporten godstransport med bilferger og Hurtigruten. Vare- og kombinerte biler, hurtigbåter og godsskip er ikke med fordi tallmaterialet som SSB besitter vurderes som for mangelfullt til at disse beregningene kan gjennomføres.

Tabell 2.48. Innenlandsk godstransport, målt i millioner tonnkilometer. 1998 og 2004

	1998	2004
	mill tkm	mill tkm
Laste- og spesialbiler	12 026	14 731
1 - 5 tonn	352	341
5 - 11 tonn	830	1092
over 11 tonn	10 844	13 298
Jernbanen (NSB 1998, CargoNet 2004)	2 168	1 941
Elektrisk jernbane	1 824	1 670
Dieseldrevet jernbane	344	271
Luffart	19	17
Sjøtransport (unntatt godsskip og hurtigbåter)	451	455

Kilde: TØI og NSB (2004)

Det totale godstransportarbeidet til laste- og spesialbiler uavhengig av registrert nyttelast økte med 22 prosent fra 1998 og 2004. Det største bidraget til denne økningen er godstransportarbeidet utført av laste- og spesialbiler med registrert nyttelast over 11 tonn (Tabell 2.48). Lastebilundersøkelsen (SSB, 2008b) viser at mer og mer gods transporteres med de største laste- og spesialbilene på bekostning av de mindre lastebilene. I tillegg økte den gjennomsnittlige transportavstanden per tonn fra 53,1 km i 1998 til 60,1 km i 2004. Laste- og spesialbilene kjører altså flere kilometer med mer gods, noe som gir seg uttrykk i et økt godstransportarbeid.

Godstransportarbeidet med jernbane og fly avtok noe i perioden. CargoNet transporterte mer gods regnet i tonn i 2004 enn i 1998, mens den gjennomsnittlige transportavstanden per tonn avtok (Rideng, 2005). CargoNet kjører altså færre kilometer med mer gods noe som gir seg uttrykk i at godstransportarbeidet har gått ned.

For ferger har godstransportarbeidet gått opp. Fergene har transportert en større mengde gods i 2004 enn i 1998 mens den gjennomsnittlige transportavstanden per tonn for ferger ikke hadde endret seg. Fergene har derfor transportert mer gods på den samme strekningen og godstransportarbeidet har gått opp. Hurtigrutens godstransportarbeid har derimot gått ned, noe som antakelig skyldes omleggingen fra passasjer- og godstransport til cruisetrafikk med hoteldrift.

2.6.2. Energiforbruk

Transportmidlenes energiforbruk i 1994, 1998 og 2004 er sammenholdt i Tabell 2.49. I Figur 2.4 har vi sortert transportmidlene etter stigende energiforbruk per tonnkm. Prosentvis endring fra 1998 til 2004 er vist til høyre i figuren.

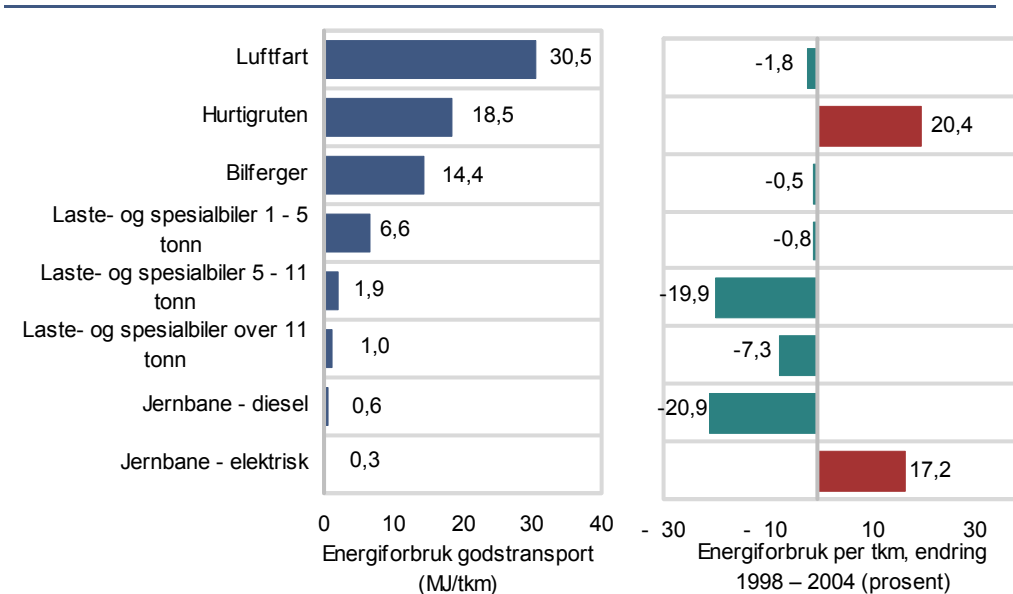
Tabell 2.49. Energiforbruk for innenlandsk godstransport. Energiforbruk per tonnkm. MJ/tkm. 1994, 1998 og 2004

	1994	1998	2004
	MJ/tkm	MJ/tkm	MJ/tkm
Laste- og spesialbiler			
1 - 5 tonn	6,995	6,647	6,593
5 - 11 tonn	2,420	2,411	1,931
over 11 tonn	1,291	1,098	1,018
Jernbane - elektrisk		0,215	0,252
Jernbane - dieseldrevet		0,716	0,566
Luffart	30,294	30,997	30,454
Ferger	18,089	14,464	14,391
Hurtigruten	15,277	15,349	18,483

Jernbanen har det laveste energiforbruket per tonnkm

Det laveste energiforbruket per tonnkm er knyttet til frakt med elektrisk jernbane. Dieseldrevet jernbane er en god nummer to, mens lastebiler med lastekapasitet over 11 tonn er nummer tre, med energiforbruk fire ganger høyere enn elektrisk jernbane (Tabell 2.49). Energiforbruket for frakt av varer er klart høyest for fly, som ligger mer enn 100 ganger høyere enn elektrisk jernbane.

Figur 2.4. Energiforbruk for innenlandsk godstransport. Energiforbruk per tonnkm. MJ/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004



Energimessig har jernbanen her et konkurransefortrinn, men logistikkmessig vil det alltid være en utfordring. Transport av varer fra ”dør til dør” krever omlasting til vare- eller lastebil. Korte distanser fra jernbanestasjon til bestemmelsessted krever mer energi per tonnkm. Denne typen analyse er ikke med i makroanalysen, men eksempler er gitt i mikroanalysen kapittel 3.6.

2.6.3. Utslipp til luft

Utslipp til luft i CO₂-ekvivalenter for årene 1994, 1998 og 2004 er sammenholdt i Tabell 2.50. I Figur 2.5 har vi sortert transportmidlene etter stigende utslipp per tonnkm. Prosentvis endring fra 1998 til 2004 er vist til høyre i figuren.

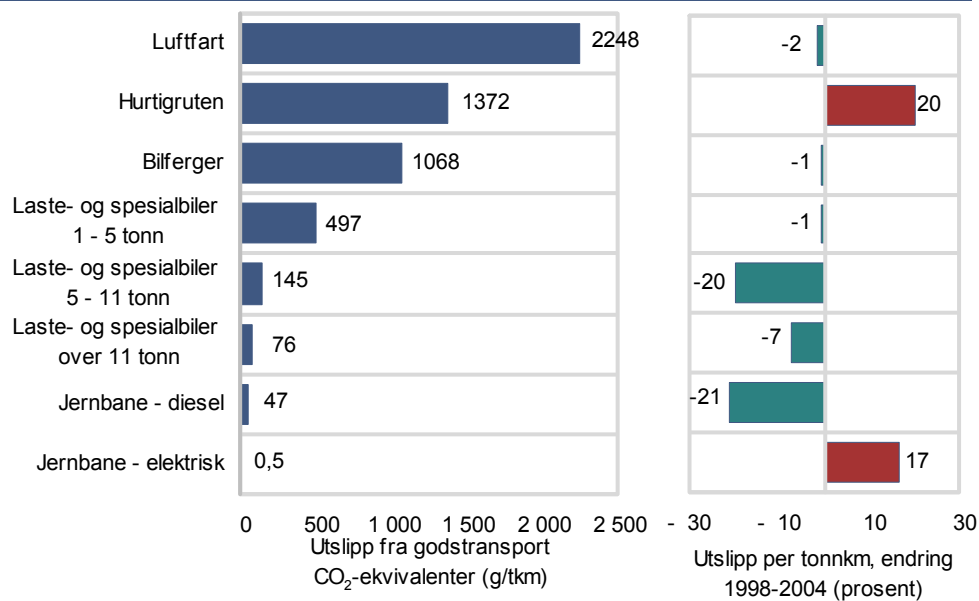
Tabell 2.50. Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandsk godstransport. CO₂ – ekvivalenter per tonnkm. g/tkm. 1994 (1993 for sjøfart), 1998 og 2004

	1994	1998	2004
Laste- og spesialbiler			
1 - 5 tonn	526	501	497
5 - 11 tonn	181	181	145
over 11 tonn	96	82	76
Jernbane - elektrisk		0,4	0,5
Jernbane - diesel		59	47
Luftfart	2 237	2 288	2 248
Bilferger	1 343	1 074	1 068
Hurtigruten	1 134	1 139	1 372

Elektrisk jernbane har minst utslipp under forutsetningen om norsk elektrisitetsmiks. På andre plass kommer dieseldrevet jernbane og på tredje plass lastebiler med registrert nyttelast over 11 tonn.

Flyene står for det høyeste utslippet av klimagasser per tonnkm, hele 37 ganger høyere enn dieseldrevet jernbane og 30 ganger høyere enn lastebiler over 11 tonn (se Tabell 2.50 og Figur 2.5). Endring av utslipp mellom 1998 og 2004 er illustrert til høyre i Figur 2.5.

Figur 2.5. Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandsk godstransport. CO₂ – ekvivalenter per tonnkm. g/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004



3. Mikroperspektivet: Noen eksempler

3.1. Omtale av datagrunnlag og metode

I makroanalysen har vi tatt for oss det samlede energiforbruk og utslipp fra transport i Norge. I mikroanalysen tar vi utgangspunkt i et utvalg transportører som trafikkerer strekninger mellom to hoveddestinasjoner. Dette benevnes også ofte som en "bottom-up" eller "nedenfra og opp"-analyse der det legges vekt på teknologi og målinger på enkelte reisestrekninger eller et fåtall målbare reiser.

I dette tilfellet er det samlet inn data om energiforbruk og passasjerbelegg på utvalgte korridorer. Korridorene er valgt slik at det er mulig å sammenligne ulike transportformer som betjener den samme reisestrekningen. Man kunne valgt et enda mer detaljert utgangspunkt, for eksempel den enkelte ruteavgang (morgen – kveld) analysert på sesong eller enkelt dager. For dette formålet har vi imidlertid valgt å bruke snittall for enkelte strekninger. Dataene er samlet inn over noen kortere og noen lengre tidsperioder, fra én uke og opp til ett år (2006 og/eller 2007).

Det er samlet inn data om energiforbruk og passasjerbelegg fra utvalgte transportører på de ulike reisestrekningene (korridorer). Data fra transportørene er anonymisert. Det er til sammen intervjuet og hentet inn statistikk fra syv selskaper på persontrafikk (S-P1 til S-P7) og fire selskaper på godstrafikk (S-G1 til S-G4). Selskapene er valgt på bakgrunn av deres betydelige rolle i markedet for de enkelte korridorene. I en innledende fase var vi i kontakt med flere operatører for enkelte strekninger. I Tabell 3.1 og Tabell 3.2 vises en oversikt over tidsperiodene operatørene har oppgitt tall for i de ulike korridorene.

For personbil baserer dataene seg på energiforbruk og utslippsfaktorer for ulike kjøremodus og hastigheter, som beskrevet i veitrafikkmodellen (se kapittel 2.2.1). Vi kan derfor si at disse dataene representerer beregnede enkeltturer. For godstransport har vi fått data som varierer fra et utvalg enkeltturer opp til et helt år.

3.1.1. Presentasjon av korridorene

Mikroanalysen for persontransport tar utgangspunkt i åtte korridorer, fire er klassifisert som "langdistanse" (>150 km), to som "mellomdistanse" (100 - 150 km) og to som "kortdistanse" (<50 km).

Det er tatt utgangspunkt i strekninger hvor det er mulig å sammenligne flere ulike transportmidler. Korridorene som er valgt er vist i Tabell 3.1, og det framgår hvilke transportmidler som betjener de forskjellige korridorene. De valgte strekningene har et stort passasjergrunnlag og god kapasitetsutnyttelse og er dermed relativt enkle å drifte med kollektivtransport. Passasjerbelegget på disse strekningene er høyt sammenlignet med gjennomsnittstall for Norge. Valg av andre korridorer med et mindre passasjergrunnlag vil gi et høyere energiforbruk og utslipp per passasjerkm.

Tabell 3.1. Data for persontransport innhentet fra transportører. En oversikt over tidsperiodene og hvilket årstall dataene er hentet fra

	Bil		Buss		Tog		Båt		Fly	
	Data	Selskap	Data	Selskap	Data	Selskap	Data	Selskap	Data	Selskap
Langdistanse										
Oslo-Bergen	Enkelttur/06	Priv	Mnd/07	S-P1	År/07	S-P5			År/06	S-P7
Oslo-Trondheim	Enkelttur/06	Priv	Mnd/07	S-P2	År/07	S-P5				
Oslo-Tromsø									År/06	S-P7
Bergen-Stavanger	Enkelttur/06	Priv	Uke/07	S-P3			År/06	S-P6		
Mellomdistanse										
Oslo-Halden	Enkelttur/06	Priv	År/06	S-P3	År/07	S-P5				
Oslo-Grenland (Larvik/Skien)	Enkelttur/06	Priv	Uke/07	S-P1	År/07	S-P5				
Kortdistanse										
Oslo-Asker	Enkelttur/06	Priv	År/06	S-P4	År/07	S-P5				
Oslo-Lillestrøm	Enkelttur/06	Priv	År/06	S-P4	År/07	S-P5				

Tabell 3.2. Data for godstransport innhentet fra transportører. En oversikt over tidsperiodene og hvilket årstall dataene er hentet fra

	Trailer/vogntog		Tog		Båt		Fly	
	Data	Selskap	Data	Selskap	Data	Selskap	Data	Selskap
Oslo-Bergen	Enkeltturer/06	S-G1	År/06	S-G2	År/06-07	S-G3	År/06	S-G4
Oslo-Narvik	Enkeltturer/06	S-G1	År/06	S-G2	År/06-07	S-G3		
Stavanger-Trondheim	Enkeltturer/06	S-G1	År/06	S-G2	År/06-07	S-G3	År/06	S-G4
Oslo-Trondheim			År/06	S-G2				
Oslo-Tromsø							År/06	S-G4
Oslo-Gardermoen	Enkeltturer/06	S-G1						
Oslo-Kongsvinger	Enkeltturer/06	S-G1						
Stor-Oslo	Enkeltturer/06	S-G1						

3.1.2. Metodiske refleksjoner

Ved sammenligning av tall fra makro- og mikroanalysen og av transportmidlene i de ulike korridorene i mikroanalysen, er det viktig å ha klart for seg de begrensninger som ligger i datagrunnlaget og metodikken:

- Dataene er begrenset til et utvalg eksempler for hvert transportmiddel
- Teknologinivået er representert ved det materiell/kjøretøy de valgte transportørene anvender per i dag, selv om det kan være innkjøpt for både 10 og 20 år siden. Teknologiens levetid er svært forskjellig fra transportmiddel til transportmiddel
- For noen transportmidler er alle reiser i korridoren i den angitte tidsperioden inkludert, mens for andre er det valgt ut ruter som har hoveddestinasjon i endepunktene
- Eksempelene representerer strekninger med godt passasjergrunnlag slik at kapasitetsutnyttelsen i hovedsak er høyere enn landsgjennomsnittet
- Valg av transportører og ruter gir ikke nødvendigvis et representativt bilde av energibruk og utslipp i korridorene
- For å få tilstrekkelig grunnlag for alle beregningene har det vært nødvendig å gjøre visse antagelser basert på data fra veitrafikkmodellen, nasjonalt utslippsregnskap (SSB, 2006) og makroanalysen
- Resultatene er eksempler gitt transportørens teknologinivå, korridorens passasjergrunnlag, rutefrekvenser og kapasitetsutnyttelse, og viser hvordan energibruk og utslipp varierer mellom:
 - samme transportmiddel i ulike korridorer
 - ulike transportmidler i samme korridor
 - nasjonale gjennomsnittstall og tall fra utvalgte korridorer med godt passasjergrunnlag

3.2. Resultater mikro – Persontransport

3.2.1. Personbiler

Energiforbruket for reiser med personbil tar utgangspunkt i et gjennomsnittlig energiforbruk per kilometer. Vi har beregnet energiforbruket per persontur i de utvalgte korridorene. Energiforbruket per km i korridorene Oslo – Asker og Oslo – Lillestrøm er høyere enn i de andre korridorene fordi bykjøring fører til et høyere drivstofforbruk. Det er benyttet et vektet snitt på fritids- og arbeidsreiser. Civitas har kommet fram til at personbelegget er størst på langdistansekorridorene og er nærmest landsgjennomsnittet på mellomdistansekorridorene. I følge Rideng (2005) var gjennomsnittlig personbelegg per kjøretøykilometer for personbiler 1,74 i 2004. De korteste distansene har det laveste personbelegget. Under disse forutsetningene er energiforbruket per personkilometer mer enn dobbelt så høyt på kortdistanse som på langdistanse (Tabell 3.3).

Tabell 3.3. Energiforbruk per persontur (ptur) og per personkm (pkm) for bensin- og dieseldrevne personbiler i utvalgte korridorer. 2007

	Km	Person- belegg	Energiforbruk (bensin)						Energiforbruk (diesel)				
			pkm	l/mil	l/tur	kg/km	MJ/ptur	MJ/pkm	l/mil	l/tur	kg/km	MJ/ptur	MJ/pkm
Oslo-Bergen	495	2,1	1 040	0,68	33,4	0,05	517	1,05	0,50	24,8	0,042	427	0,86
Oslo-Trondheim	498	2,1	1 046	0,68	33,6	0,05	521	1,05	0,50	24,9	0,042	429	0,86
Oslo-Tromsø	1 643	2,1	3 450	0,68	111,0	0,05	1 717	1,05	0,50	82,2	0,042	1 416	0,86
Stavanger-Bergen	187	1,6	299	0,68	12,6	0,05	257	1,37	0,50	9,4	0,042	212	1,13
Oslo-Halden	126	1,6	202	0,68	8,5	0,05	173	1,37	0,50	6,3	0,042	143	1,13
Oslo-Skien	136	1,6	218	0,68	9,2	0,05	187	1,37	0,50	6,8	0,042	154	1,13
Oslo-Asker	22	1,3	29	0,91	2,0	0,067 [*]	50	2,26	0,52	1,2	0,044 [*]	32	1,46
Oslo-Lillestrøm	24	1,3	31	0,91	2,2	0,067 [*]	54	2,26	0,52	1,3	0,044 [*]	35	1,46

Energiforbruk per km for Oslo – Asker og Oslo – Lillestrøm er basert på en større andel bykjøring enn de andre korridorene.

Utslippsberegningene er basert på utslippsfaktorer fra veitrafikkmodellen for 2005 (Tabell 3.4).

Tabell 3.4. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for bensin- og dieseldrevne personbiler. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 2005

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Bensin	3,130	1,071	0,286	0,010	8,296	12,612	104,638	0,151
Diesel	3,170	0,043	0,078	0,060	5,903	1,381	8,090	1,315

Utslipp er vist i Tabell 3.5 og Tabell 3.6.

Tabell 3.5. Utslipp fra bensindrevne personbiler på utvalgte korridorer. g/ptur, kg/ptur for CO₂ og CO₂-ekvivalenter. 2005

	CO ₂ - ekv.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Oslo-Bergen	38,2	36,9	11,79	3,37	0,118	97,77	148,64	1 233,23	1,785
Oslo-Trondheim	38,4	37,1	11,86	3,39	0,119	98,36	149,54	1 240,70	1,795
Oslo-Tromsø	126,7	122,4	39,12	11,19	0,391	324,51	493,36	4 093,33	5,924
Stavanger-Bergen	18,9	18,3	5,84	1,67	0,058	48,48	73,70	611,48	0,885
Oslo-Halden	13,8	13,3	4,25	1,22	0,043	35,26	53,60	444,71	0,644
Oslo-Skien	12,8	12,3	3,94	1,13	0,039	32,66	49,66	412,01	0,596
Oslo-Asker	3,7	3,5	1,13	0,32	0,011	9,41	14,30	118,64	0,172
Oslo-Lillestrøm	4,0	3,9	1,24	0,35	0,012	10,26	15,60	129,43	0,187

Basert på utslippsfaktorer per vognkm fra SSB

Tabell 3.6. Utslipp fra dieseldrevne personbiler per passasjertur på utvalgte korridorer. g/ptur, kg/ptur for CO₂ og CO₂-ekvivalenter. 2005

	CO ₂ -ekv.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
Oslo-Bergen	31,6	31,4	0,43	0,77	0,594	58,44	13,67	80,09	13,017
Oslo-Trondheim	31,8	31,6	0,43	0,78	0,598	58,80	13,75	80,58	13,096
Oslo-Tromsø	105,0	104,2	1,43	2,57	1,972	193,98	45,37	265,85	43,207
Stavanger-Bergen	15,7	15,6	0,21	0,38	0,295	28,98	6,78	39,71	6,454
Oslo-Halden	11,4	11,3	0,15	0,28	0,214	21,07	4,93	28,88	4,694
Oslo-Skien	10,6	10,5	0,14	0,26	0,198	19,52	4,57	26,76	4,349
Oslo-Asker	2,4	2,4	0,03	0,06	0,045	4,40	1,03	6,02	0,979
Oslo-Lillestrøm	2,6	2,6	0,04	0,06	0,049	4,80	1,12	6,57	1,068

Basert på utslippsfaktorer per vognkm fra SSB

3.2.2. Rutebuss

De aktørene som er intervjuet og driver med transport av passasjerer med buss, betjener sju av de åtte korridorene vi har valgt. Det er bare strekningen Oslo - Tromsø som ikke betjenes av rutebuss. En oversikt over distanser og passasjerbelegg for korridorene som betjenes av buss, finnes i Tabell 3.7. Energiforbruket for de samme korridorene er gitt i Tabell 3.8.

Passasjerbelegget er høyest i langdistansekorridorene (Tabell 3.7). Kollektivtrafikken i de utvalgte korridorene har et høyere passasjerbelegg (kapasitetsutnyttelse) enn landsgjennomsnittet. Det er tatt hensyn til av/på stigninger underveis og at passasjerene har ulik reiselengde. Det er imidlertid stor usikkerhet i beleggstillene der det er sonebilletter/månedskort/årskort etc. SSBs statistikk fra 2006 over kollektivtransport med buss gir et gjennomsnittlig passasjerbelegg på 12 personer per km, mens innhentede data for de utvalgte korridorene har mellom 16 og 32 passasjerer per km. Transportørene har opplyst at det i gjennomsnitt er 45 seter per buss.

Tabell 3.7. Distanser og passasjerer i korridorer

Korridor	Distanse. km/tur	Passasjerbelegg	Kapasitetsutnyttelse ¹ Prosent	Persontransportarbeid per tur. pkm/tur
Langdistanse				
Oslo-Bergen	536	30	67	16 080
Oslo-Trondheim	564	32	71	18 048
Bergen-Stavanger	187	32	71	5 984
Mellomdistanse				
Oslo-Halden	126	25	56	3 150
Oslo-Skien	149	22	49	3 278
Kortdistanse				
Oslo-Asker	23	16	35	518
Oslo-Lillestrøm	42	20	45	1 134

¹ Det er anvendt 45 seter per buss (gjennomsnitt) i videre beregninger

Tabell 3.8. Energiforbruk i korridorer. 2006/2007

Korridor	Energiforbruk				
	l/mil	kg/km	kg/tur	MJ/tur	MJ/pkm
Langdistanse					
Oslo-Bergen	3,1	0,26	140	6034	0,37
Oslo-Trondheim	3,1	0,26	147	6336	0,35
Bergen-Stavanger	3,3	0,28	52	2241	0,37
Mellomdistanse					
Oslo-Halden	2,9	0,24	31	1336	0,42
Oslo-Skien	2,75	0,23	34	1465	0,45
Kortdistanse					
Oslo-Asker	5,3	0,45	10	431	1,20
Oslo-Lillestrøm	5,3	0,45	19	819	0,96

Drivstofforbruket per mil er høyest for kortdistansekorridorene. Kombinert med det laveste passasjerbelegget, gir dette utslag i et høyt energiforbruk per passasjerkm. Energiforbruket per passasjerkm er derfor vesentlig høyere i kortdistansekorridorene enn i langdistansekorridorene. Den lengste distansen, korridoren Oslo - Trondheim, har det laveste energiforbruket per passasjerkm. Tallene for buss er fra 2006 og 1. halvår 2007.

Utslippsfaktorene fremgår av Tabell 3.9, mens Tabell 3.10 og Figur 3.1 gir resultatene som utslipp per passasjerkm.

Tabell 3.9. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for buss (diesel). g /kg drivstoff. CO₂ i kg/kg. 2005

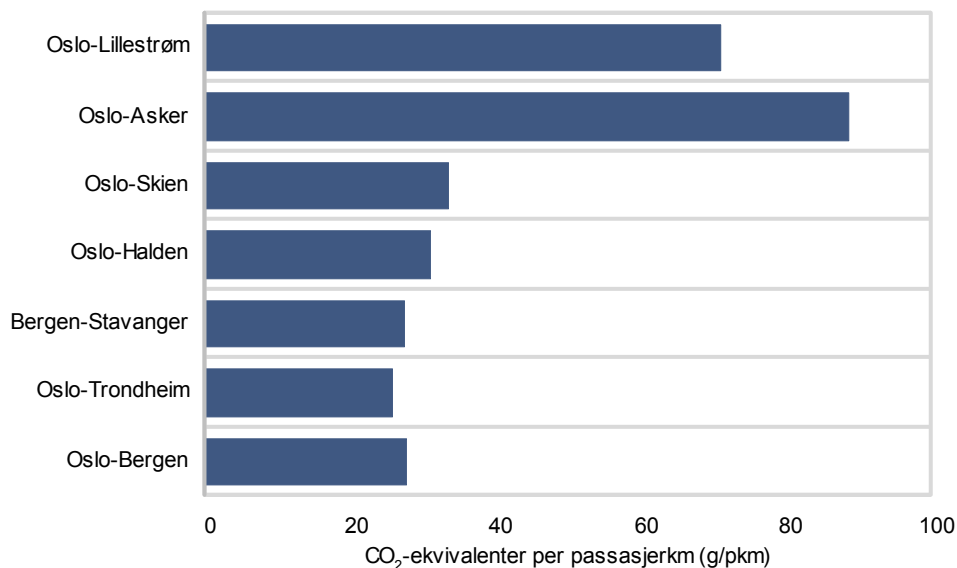
CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Partikler
3,17	0,069	0,066	0,060	29,1	1,789	4,731	0,892

Kilde: SSB

Tabell 3.10. Utslipp per passasjerkm fra buss i utvalgte korridorer. g/pkm. 2006

Korridor	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOG	CO	Part
Oslo-Bergen	28	27,5	0,0006	0,0006	0,0005	0,2526	0,0155	0,0411	0,0077
Oslo-Trondheim	26	25,8	0,0006	0,0005	0,0005	0,2368	0,0146	0,0385	0,0073
Bergen-Stavanger	28	27,5	0,0006	0,0006	0,0005	0,2521	0,0155	0,0410	0,0077
Oslo-Halden	31	30,9	0,0007	0,0006	0,0006	0,2836	0,0174	0,0461	0,0087
Oslo-Skien	34	33,3	0,0007	0,0007	0,0006	0,3056	0,0188	0,0497	0,0094
Oslo-Asker	89	88,2	0,0019	0,0018	0,0017	0,8097	0,0498	0,1316	0,0248
Oslo-Lillestrøm	71	70,6	0,0015	0,0015	0,0013	0,6478	0,0398	0,1053	0,0199

Figur 3.1. Utslipp av CO₂-ekvivalenter per passasjerkm ved bussreiser i ulike korridorer. g/pkm. 2006



Resultatene viser at utslippene per passasjerkm er høyest for kortdistansene, Oslo-Asker og Oslo-Lillestrøm. Deretter kommer mellomdistansene, mens langdistansene har lavest utslipp per passasjerkm. Dette henger først og fremst sammen med kjøremønsteret, antall holdeplasser, lyskryss, og køkjøring. På de korte distansene er det mange start/stopp og dermed øker energiforbruket per tur. En viktig faktor er også at kortdistansene kjøres med vesentlig flere avganger per døgn slik at gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse blir noe lavere enn på mellom- og langdistanserutene.

3.2.3. Jernbane

Jernbanen transporterer passasjerer i seks av de utvalgte korridorene (se Tabell 3.11). I alle disse korridorene brukes det elektriske tog. Analysen baserer seg på tall fra 2007. Det er store forskjeller i vekt og kapasitet på togsettene. Noen av togene består av lokomotiv og vogner (togtype 18), mens andre er motorvognsett der trekkvognene også er passasjervogner (togtype 69, 70, 73).

NSB svarte på Civitas spørreundersøkelse høsten 2007 og oppga gjennomsnittlige tall for et helt år i de korridorene det ble spurt om. Ved en første revisjon av rapporten hadde Jernbaneverket innvendinger mot tallene på strekningen Asker - Lillestrøm. På denne strekningen kjører NSB flere typer tog – både korte og lange Regiontog (togtype 18, 70 og 73) samt Lokaltog (togtype 69). I utgangspunktet ønsket Civitas bare å ha med lokaltogtrafikken på denne strekningen og NSB leverte tall kun for den togtypen som kjører med mange stopp Asker – Lillestrøm. Det viser seg at mange passasjerer velger å ikke ta lokaltoget når de reiser fra for eksempel Lillestrøm til Oslo eller fra Asker til Oslo. De velger å ta regiontogene som går mest mulig direkte. Disse togene tar opp passasjerer kun i Asker, Sandvika og Nationaltheateret før Oslo S. Jernbaneverket ba derfor NSB om å levere tall for en representativ avgang hvor alle på- og avstigninger er talt, noe som tilsvarer et belegg på ca 40 prosent på hele strekningen. Ingen andre transportører har fått muligheten til å levere reviderte tall, men vi har vurdert begge tallgrunnlagene som interessante og har valgt å inkludere også dette siste tilskuddet i rapporten.

Energiforbrukstallene som NSB leverte var eksklusive energiforbruket ved hensetting og tap i omformer og ledningsnett. Ettersom dette er inkludert i makroanalysen for alle elektrisk drevne transportmidler er det for sammenligningens skyld naturlig at disse tapstallene også inkluderes her. Tillegget ved hensetting og ved tap i omformer og ledningsnett er anslått til 39,7 prosent. I makroanalysen er dette anslaget satt til ca 40 prosent.

Tabell 3.11. Energiforbruk i utvalgte korridorer. Tallene er inklusive energiforbruk ved hensetting og tap i omformer og ledningsnett. 2007

Tur	togtype	Togkm/år (basert på trafikk i 2006)	MWh/år (beregninger basert på målinger i 2007 og trafikk i 2006)	kWh/togkm (målinger i 1. halvår 2007)
Oslo - Bergen	18	819 000	14 531	17,7
Oslo - Bergen	73	1 030 000	10 618	10,3
Oslo - Trondheim	18	748 000	12 007	16,1
Oslo - Trondheim	73	875 000	9 194	10,5
Oslo - Halden	18	140 000	2 537	18,1
Oslo - Halden	73	1 285 000	12 670	9,9
Oslo – Larvik	18	302 000	5 914	19,6
Oslo – Larvik	70	2 480 000	26 133	10,5
Asker – Lillestrøm (lokaltog)	69	1 619 000	24 925	15,4
Asker – Lillestrøm ¹ (regiontog)		(90)	(1721)	(19,1)

¹En utvalgt avgang med regiontog på strekningen. Strekningen trafikkeres med flere togtyper. Regiontogene tar opp passasjerer kun i Asker, Sandvika og Nationaltheateret før Oslo S.
Kilde NSB

Energibruk er oppgitt i ulike korridorer og differensiert ut fra type tog, se Tabell 3.11. Flere lokomotiver og motorvogntyper har i dag såkalt regenerativ bremsing. Det vil si at toget ved bremsing mater elektrisk energi tilbake til overliggende kraftnett. Denne energien er ikke trukket fra.

På korridorene som betjenes av to ulike togtyper er passasjerantallet oppgitt samlet for den enkelte korridor. Energiforbruket til togtypene som trafikkerer samme korridor er derfor lagt sammen i de videre beregningene. For strekningen Asker-Oslo-Lillestrøm har vi i de videre beregningene valgt å vise tall både for lokaltog (type 69) og for et ”sammenveid tog” som er et beregnet gjennomsnitt for alle tog i korridoren.

Beregnet energibruk per passasjerkm er gitt i Tabell 3.12. Resultatene viser at strekningen Asker-Oslo-Lillestrøm med lokaltog har høyest energibruk per passasjerkm. Energibruken per passasjerkm reduseres jo lenger distansen er.

Tabell 3.12. Energiforbruk og persontransportarbeid i utvalgte korridorer for jernbane. Energiforbrukstallene er inklusive energiforbruk ved hensetting og tap i omformer og ledningsnett 2007

Korridor	Totalt energiforbruk	Persontransportarbeidet	Energiforbruk per passasjerkm	
	MWh	1000 pkm	kWh/pkm	MJ/pkm
Oslo - Bergen	24 473	329 200	0,074	0,27
Oslo - Trondheim	20 656	258 800	0,080	0,29
Oslo - Halden	14 798	130 600	0,113	0,41
Oslo - Larvik	31 185	255 600	0,122	0,44
Asker - Lillestrøm (lokaltog)	24 255	67 315	0,360	1,30
Asker - Lillestrøm ¹ (regiontog)	2,404	19,487	0,123	0,44

¹En utvalgt avgang med regiontog på strekningen. Strekningen trafikkeres med flere togtyper. Regiontogene tar opp passasjerer kun i Asker, Sandvika og Nationaltheateret før Oslo S.
Kilde NSB

Norge produserer elektrisitet i hovedsak fra vannkraft og importerer noe elektrisitet produsert fra forskjellige typer kraftverk fra det nordiske og europeiske markedet. Det er beregnet at norsk miks gir et utslipp på 7 gram CO₂ per kWh (se kapittel 2.2.4). Anvendes denne faktoren kan vi beregne CO₂-utslippet per passasjerkm som vist i Tabell 3.13 og illustrert i Figur 3.2.

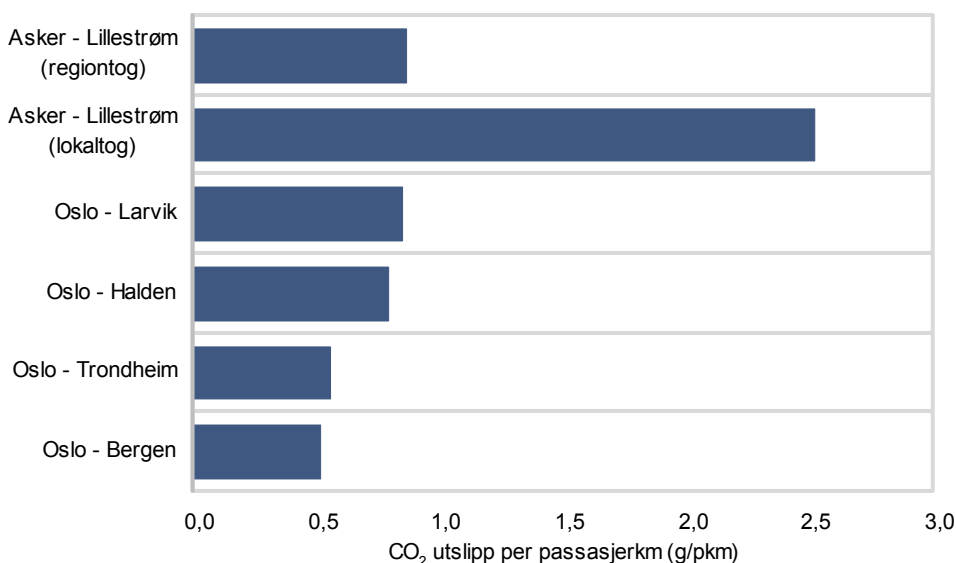
Utslippet følger energiforbruket, og utslippet assosiert med energiforbruket på strekningen Asker-Oslo-Lillestrøm med lokaltog er størst.

Tabell 3.13. CO₂-utslipp per passasjerkm for tog. g/pkm. 2006

Korridor	CO ₂ -utslipp g/pkm
Oslo-Bergen	0,52
Oslo-Trondheim	0,56
Oslo-Halden	0,79
Oslo-Larvik	0,85
Asker-Lillestrøm (lokaltog)	2,52
Asker-Lillestrøm (regiontog) ¹	0,86

¹En utvalgt avgang med regiontog på strekningen. Strekningen trafikkeres med flere togtyper. Regiontogene tar opp passasjerer kun i Asker, Sandvika og Nationaltheateret før Oslo S.
Kilde NSB.

Figur 3.2. Utslipp av CO₂ per passasjerkm basert på norsk elektrisitetsmiks ved togreiser i ulike korridorer. g/pkm. 2006



3.2.4. Luftfart

Det er valgt ut to korridorer, Oslo - Bergen og Oslo - Tromsø. Sistnevnte er valgt på grunn av aktualiteten rundt eventuelle olympiske vinterleker i Tromsø. Grunnlagsdata for flyvningene er fra 2006 og er innhentet fra SAS. Disse er bearbeidet til gjennomsnittstall på tvers av flytyper som trafikkerer korridorene, og drivstofforbruket er justert i forhold til vektandelen gods som transporteres med de samme flyene, se Tabell 3.14 samt kapittel 2.2.5.

Tabell 3.14. Grunnlagsdata for flyvninger mellom Oslo og Bergen og mellom Oslo og Tromsø. 2006

	Distanse km/tur	Person- transportarbeidet mill pkkm	Energiforbruk	
			tonn	TJ
Oslo - Bergen	324	294	15 003	659
Oslo - Tromsø	1114	591	22 160	970

Samtidig som det transporteres passasjerer tas det også med gods (cargo) i flyene i de to korridorene. Dette medfører noe mer vekt i flyene enn det som passasjerer og bagasje forårsaker, og dermed høyere drivstofforbruk. Godsandelen av drivstofforbruket er ikke med i Tabell 3.14. Andel drivstoff som medgår til frakt av gods, utgjør i underkant av 3 prosent i begge korridorer.

Utslippsfaktorene er bestemt av data per flytype (Finstad, Flugsrud og Rypdal, 2002) og er middelerdiene av flymønsterets tre faser «landing and take-off», «cruising 1000-10000 meter» og «cruising >10000 meter». Fordeling av drivstofforbruket på de ulike etappene ved landing og letting (LTO) er vist i Tabell 3.15. Energiforbruket i normal marsj-høyde (cruise) avhenger først og fremst av tilbakelagt distanse. De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for de tre fasene fremgår av Tabell 3.16.

Tabell 3.15. Energiforbruk i prosent fordelt på etapper ved landing og letting - LTO (SSB 2007)

LTO - etappe	Prosent
Taxi out	22
Take off	11
Climb out	27
Approach landing	18
Taxi in	22
Sum LTO	100

Tabell 3.16. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for jetparafin. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 2006

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
2006	3,15	0,044	0,10	0,30	11,17	0,76	6,22	0,014

Kilde: SSB

Energiforbruk og utslipp per passasjerkilometer for strekningen Oslo-Bergen og Oslo-Tromsø er vist i Tabell 3.17.

Tabell 3.17. Energiforbruk og utslipp til luft per passasjerkm for Oslo-Bergen og Oslo-Tromsø. g/pkm. 2006

	Energi- forbruk MJ/pkm	Drivstoff- forbruk g/pkm	CO ₂ - ekv. g/pkm	CO ₂ g/pkm	CH ₄ g/pkm	N ₂ O g/pkm	SO ₂ g/pkm	NO _x g/pkm	NMVOC g/pkm	CO g/pkm	Par- tikler g/pkm
Oslo - Bergen	2,24	51	163	161	0,002	0,005	0,015	0,570	0,039	0,318	0,001
Oslo - Tromsø	1,64	37	119	118	0,002	0,004	0,011	0,413	0,028	0,233	0,001

Årsaken til at flyvningen til Tromsø har et lavere energiforbruk per passasjerkm enn flyvningen til Bergen er forholdet mellom energibruk ved letting og landing (LTO) og energibruk under flyvning i normal marsj-høyde. LTO spiller en vesentlig større rolle ved korte flyvninger enn lange flyvninger.

Utslipp per passasjer per tur (ptur) fremgår av Tabell 3.18.

Tabell 3.18. Energiforbruk og utslipp til luft per passasjer per tur (ptur) ved transport i fly Oslo-Bergen og Oslo-Tromsø. 2006

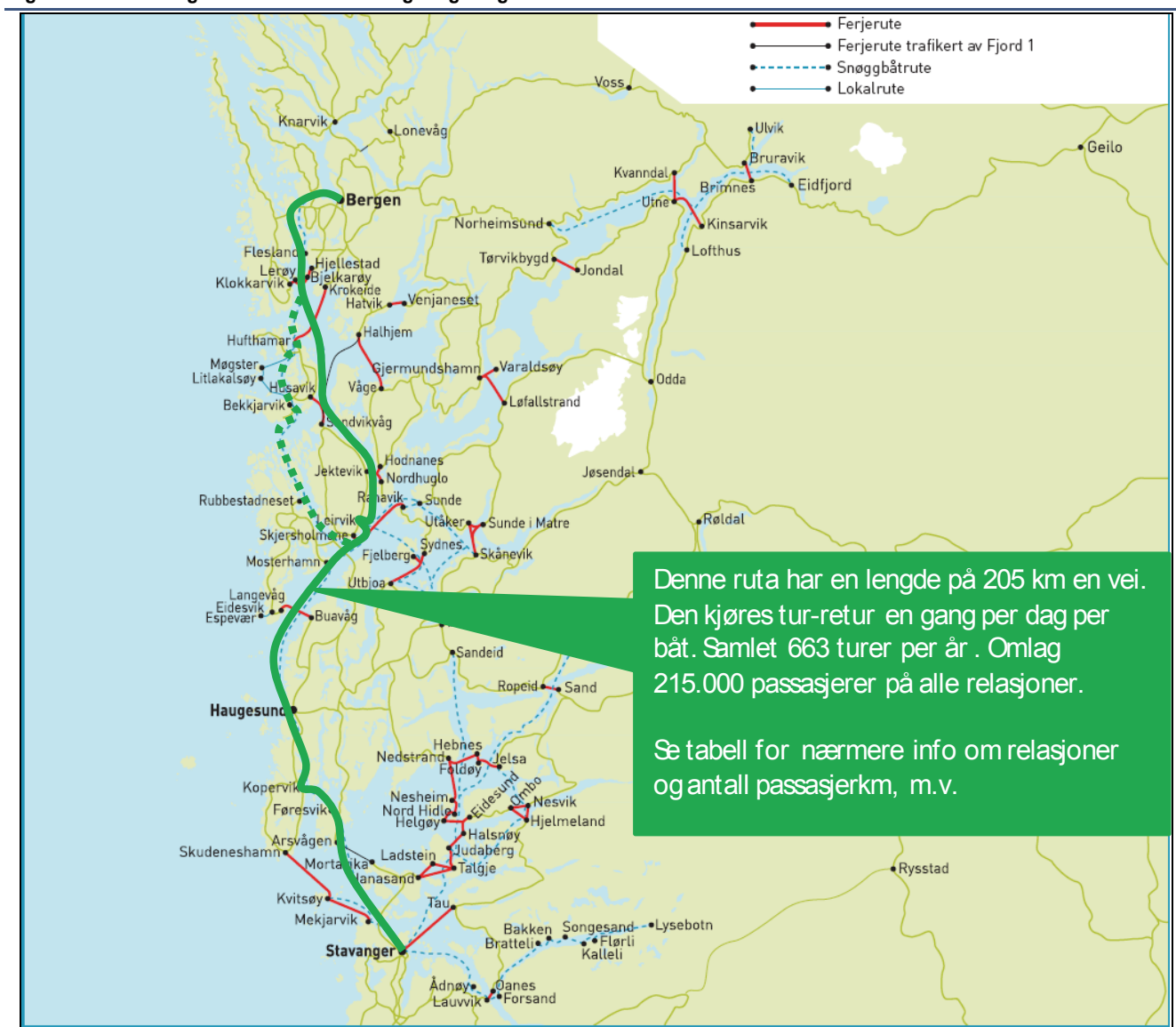
	Energi- forbruk MJ/ ptur	Drivstoff- forbruk kg/ ptur	CO ₂ - ekv. kg/ ptur	CO ₂ kg/ ptur	CH ₄ g/ ptur	N ₂ O g/ ptur	SO ₂ g/ ptur	NO _x g/ ptur	NMVOOC g/ ptur	CO g/ ptur	Par- tikler g/ ptur
Oslo - Bergen	726	16,5	52,5	52,0	0,73	1,65	5,0	194	12,5	103	0,22
Oslo - Tromsø	1829	41,7	132,6	131,3	1,83	4,17	12,5	488	31,7	259	0,56

3.2.5. Hurtigbåter

Vi har valgt å se på strekningen Stavanger-Bergen som et eksempel på innenlands passasjertrafikk til sjøs, såkalt hurtigbåt. Denne ruten er den mest trafikkerte i landet og har derfor en svært høy kapasitetsutnyttelse sammenlignet med landsgjennomsnittet. Ruten fra Stavanger til Bergen er vist i Figur 3.. Her er også andre fergeruter og lokalruter vist.

Strekningen mellom Stavanger og Bergen betjenes av to hurtigbåter (Hurtigbåt 1 og 2, se Tabell 3.19) som kan ta henholdsvis 276 og 180 passasjerer. Den største bruker også mest drivstoff (bunkers) per ”båtkm”. Det finnes forskjellig type bunkers, men begge båtene bruker marin gassolje (MGO). Tetthet og energiinnhold for MGO er henholdsvis 0,84 kg/liter og 43,1 MJ/kg, se Tabell 2.1, under diesel/gassolje.

Figur 3.3. Hurtigbåtrute mellom Stavanger og Bergen



Tabell 3.19. Drivstofforbruk og kapasitet for hurtigbåtene. 2006

	Bruttotonn (BT)	Kapasitet, max antall passasjerer	Antall turer per år (tur-retur)	Forbruk MGO/tur-retur (l/tur-retur)
Hurtigbåt 1	478	276	332	5600
Hurtigbåt 2	224	180	331	3600

Mellom Stavanger og Bergen anløper båtene en rekke havner. En oversikt over antall passasjerer som reiser mellom de forskjellige havnene og distanser for de ulike strekningene finnes i Tabell 3.20.

Tabell 3.20. Anløpshavner mellom Stavanger og Bergen. Antall passasjerer, tur/retur og sammenlagt, avstand mellom havnene i km og passasjertransportarbeidet på hver enkelt strekning

Anløpshavner	Antall passasjerer per år tur-retur	Distanse tur- retur km	Persontransport- arbeidet pkm
Stavanger - Kopervik	32 630	41,8	1 363 934
Stavanger - Haugesund	25 732	55,9	1 438 419
Stavanger - Mosterhamn	2 826	90,2	254 905
Stavanger - Leirvik	8 818	103,9	915 749
Stavanger - Strandkai terminalen (Bergen)	36 726	205,0	7 528 830
(Bergen) Strandkai terminalen - Hufthamar	10 006	40,4	404 242
Strandkai terminalen - Rubbestadneset	5 132	78,0	400 296
Strandkai terminalen - Leirvik	24 108	101,2	2 438 524
Strandkai terminalen - Mosterhamn	1 532	114,8	175 874
Strandkai terminalen - Haugesund	12 708	149,1	1 894 763
Strandkai terminalen - Kopervik	124	163,3	510 149
Flesland kai - Leirvik	6 168	101,5	626 052
Hufthamar - Kopervik	138	122,8	16 946
Leirvik - Rubbestadneset	456	23,2	10 556
Leirvik - Mosterhamn	228	13,7	3 112
Leirvik - Haugesund	3 024	48,0	145 001
Leirvik - Kopervik	550	62,5	34 375
Mosterhamn - Haugesund	612	34,3	20 992
Andre strekninger	40 464	86,1	3 482 939
Totalt	214 982		21 665 659

Beregnet energiforbruk fremgår av Tabell 3.21.

Tabell 3.21. Energiforbruk per passasjerkm for hurtigbåtene over året (jun 06 til jun 07)

	Persontransportarbeidet 1000 pkm	Forbruk MGO 1000 l/år	Energiforbruk per år TJ/år	Energiforbruk per pkm MJ/passkm
Hurtigbåt 1	13 000	1 859	67	5,2
Hurtigbåt 2	8 666	1 192	43	5,0
Til sammen	21 666	3 051	110	5,1

De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for MGO fremgår av Tabell 3.22.

Tabell 3.22. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for MGO. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg. 2006

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
3,17	0,23	0,08	1,8	60	2,4	2	0,7

Kilde: SSB

Beregnet utslipp per passasjerkm basert på forutsetningene ovenfor, er vist i Tabell 3.23. Hurtigbåt 1 har et litt større drivstofforbruk og dermed utslipp per passasjerkm enn Hurtigbåt 2, men forskjellene er marginale.

Tabell 3.23. Utslipp til luft per passasjerkm fra hurtigbåt på strekningen Bergen-Stavanger. g/pkm. 2006

	CO ₂ - ekv.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Hurtigbåt 1	384	381	0,03	0,010	0,22	7,2	0,29	0,24	0,08
Hurtigbåt 2	370	366	0,03	0,009	0,21	6,9	0,28	0,23	0,08
Gjennomsnitt	377	373	0,03	0,009	0,21	7,1	0,28	0,24	0,08

3.3. Sammenligning av transportmidlene - Persontransport

Det er i Tabell 3.24 foretatt sammenligninger av transportmidlene bil, buss, jernbane, båt og fly i de utvalgte korridorere og distansene. Personbilene benyttet i sammenligningen er bensindrevne. Hurtigbåtene går på marin gassolje (MGO).

Forutsatt norsk elektrisitetsmiks er det jernbanen som står for det laveste utslippet per persontur uansett strekning. På strekningen Oslo – Trondheim er således utslippet fra personbiler per persontur 120 ganger høyere enn utslippet assosiert med jernbanen. På en kortere strekning som strekningen Oslo – Asker er utslippene fra personbiler per persontur 60 ganger høyere enn utslippene assosiert med lokaltogenes energiforbruk.

Tabell 3.24. Utslipp per passasjer per tur (ptur) for utvalgte korridorere. CO₂ og CO₂-ekvivalenter i kg/ptur. Øvrige i g/ptur

Korridor	Km	CO ₂ - ekv. kg/ptur	CO ₂ kg/ptur	CH ₄ g/ptur	N ₂ O g/ptur	SO ₂ g/ptur	NOx g/ptur	NMVOC g/ptur	CO g/ptur	Partikler g/ptur
Oslo-Bergen										
Bil	495	38	37	11,79	3,37	0,12	98	149	1233	1,78
Buss	536	15	15	0,32	0,31	0,28	135	8	22	4,15
Jernbane	476	0,25	0,25							
Fly	324	53	52	0,73	1,65	5,00	194	13	103	0,22
Oslo-Trondheim										
Bil	498	38	37	11,86	3,39	0,12	98	150	1241	1,80
Buss	564	15	15	0,32	0,30	0,28	134	8	22	4,09
Jernbane	546	0,31	0,31							
Oslo-Tromsø										
Bil	1643	127	122	39,12	11,19	0,39	325	493	4093	5,92
Fly	1114	133	131	1,83	4,17	12,50	488	32	259	0,56
Stavanger-Bergen										
Bil	187	19	18	5,84	1,67	0,06	48	74	611	0,88
Buss	187	5	5	0,11	0,11	0,10	47	3	8	1,44
Hurtigbåt	205	77	76	6,15	1,85	43,05	1456	57	49	16,40
Oslo-Halden										
Bil	126	13	12	3,94	1,13	0,04	33	50	412	0,60
Buss	126	4	4	0,08	0,08	0,07	36	2	6	1,10
Jernbane	133	0,11	0,11							
Oslo-Skien										
Bil	136	14	13	4,25	1,22	0,04	35	54	445	0,64
Buss	149	5	5	0,11	0,10	0,09	46	3	7	1,40
Jernbane	168	0,14	0,14							
Oslo-Asker										
Bil	22	3,7	4	1,13	0,32	0,01	9	14	119	0,17
Buss	23	2,0	2	0,04	0,04	0,04	19	1	3	0,57
Jernbane (lokaltog)	23	0,06	0,06							
Jernbane ¹	23	0,02	0,02							
Oslo-Lillestrøm										
Bil	24	4,0	4	1,24	0,35	0,01	10	16	129	0,19
Buss	42	3,0	3	0,06	0,06	0,06	27	2	4	0,83
Jernbane (lokaltog)	21	0,05	0,05							
Jernbane (regiontog)*	21	0,02	0,02							

¹ En utvalgt avgang med regiontog på strekningen. Strekningen trafikkeres med flere togtyper. Regiontogene tar opp passasjerer kun i Asker, Sandvika og Nationaltheateret før Oslo S.

En reise fra Oslo til Asker med bensindrevet bil gir omtrent dobbelt så høyt utslipp som om reisen foretas med buss.

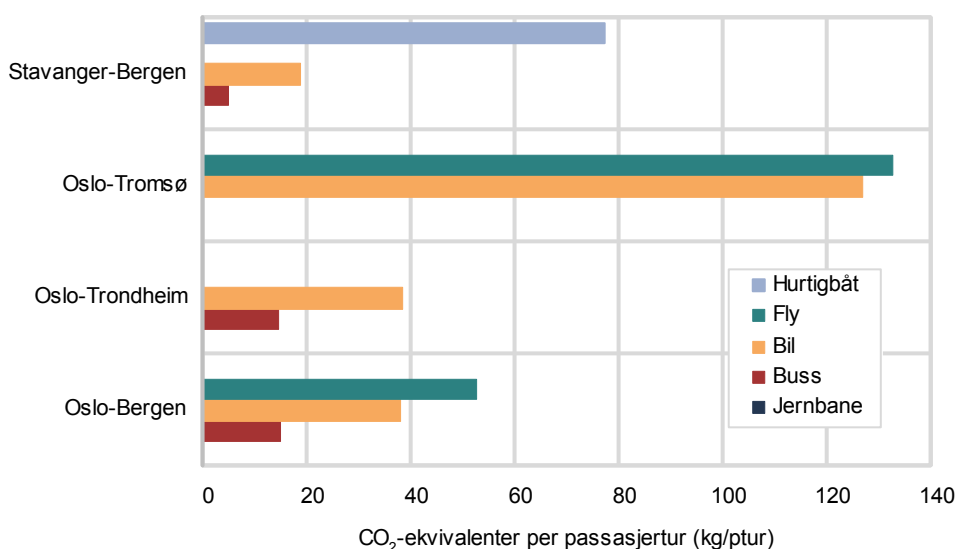
Tabell 3.24 viser også at *hurtigbåt* på strekningen Stavanger - Bergen gir 4 ganger høyere utslipp av klimagasser regnet i CO₂-ekvivalenter per persontur enn bil og 15 ganger høyere enn buss.

På strekningen Oslo-Bergen har fly 1,4 ganger høyere utslipp enn bil

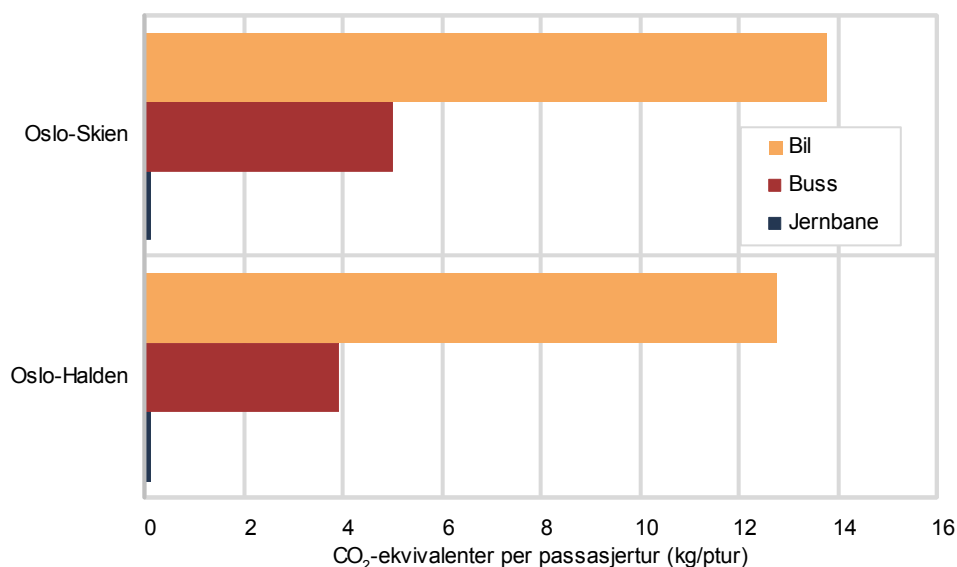
På de korridorene der båt ikke er et reelt alternativ, er det *fly* som har de høyeste utslippene av CO₂-ekvivalenter per passasjertur. Ser vi på korridoren Oslo - Bergen har fly 1,4 ganger høyere utslipp enn bil, ca 3,5 ganger høyere enn buss og 212 ganger høyere enn tog (basert på norsk elektrisitetsmiks). Forskjellen på fly og bil på strekningen Oslo - Bergen, ville vært høyere dersom vi hadde inkludert tilbringerreise med buss, jernbane eller bil fra/til flyplassene fra sentrum.

Tendensen i forhold til utslipp fra bil, buss og jernbane er den samme for alle korridorer og de tre distansekategoriene lang, mellomlang og kort, se Figur 3.4 til Figur 3.6.

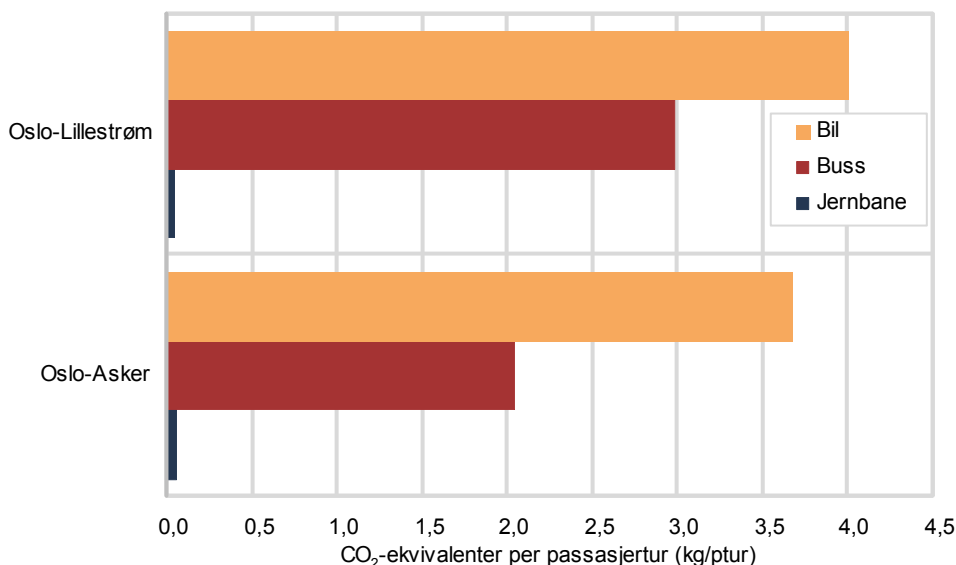
Figur 3.4. Utslipp av CO₂-ekvivalenter per passasjertur i langdistansekorridorene. kg/ptur. 2006



Figur 3.5. Utslipp av CO₂-ekvivalenter per passasjertur i mellomdistansekorridorene. kg/ptur. 2006



Figur 3.6. Utslipp av CO₂-ekvivalenter per passasjertur i kortdistansekorridorene. kg/ptur. 2006



Tilsvarende sammenligninger kan gjøres for andre utslippskomponenter. På strekningen Bergen - Stavanger er det hurtigbåt som har de markert høyeste utslippene, med unntak av CO og NMVOC der bensindrevet personbil har de høyeste verdiene.

Tabell 2.2 viser CO₂-utslipp fra jernbane ved ulike forutsetninger (kapittel 2.2.4). I Tabell 3.25 har vi valgt å vise utslipp fra elektrisk jernbane per passasjerkm for ulike elektrisitetstypers i fem korridorer. Utslippene er likevel generelt lavere enn tilsvarende transport med buss, bil og fly. Unntaket er på de korte strekningene Asker-Oslo-Lillestrøm, der både buss og dieselbil kommer bedre ut enn ved bruk av europeisk elektrisitetstypers. Med gasskraft på marginen ville utslippet per passasjerkm forbundet med jernbanens elektrisitetstypersforbruk på strekningen Oslo – Trondheim vært sammenlignbar med buss, og med kullkraft på marginen sammenlignbart med bensindrevne personbiler når det gjelder utslipp av klimagasser. Med gasskraft på marginen er utslippet på strekningen Oslo - Asker med lokaltog sammenlignbart med personbiler (bensin).

Tabell 3.25. Utslipp av CO₂ per passasjerkm for ulike elektrisitetstypers i fem korridorer. g/pkm. 2006

Korridor	Energi- forbruk kWh/pkm	Utslipp CO ₂ (norsk elmiks) g /pkm	Utslipp CO ₂ (nordisk elmiks) g /pkm	Utslipp CO ₂ (europeisk elmiks) g /pkm
Oslo-Bergen	0,074	0,518	14,8	26,4
Oslo-Trondheim	0,080	0,560	16,0	28,6
Oslo-Halden	0,113	0,719	22,6	40,3
Oslo-Larvik/Skien	0,122	0,854	24,4	43,6
Asker-Oslo-Lillestrøm*	0,360	2,520	72,0	128,5

*Lokaltog

3.4. Resultater mikro – Godstransport

3.4.1. Laste- og spesialbiler

Det er i forbindelse med undersøkelsen tatt kontakt med to store transportbedrifter i Norge. Begge ønsker å profilere seg sterkt på miljø. Begge transportutøverne sender ca. 50 prosent av godset sitt på innlandet på vei og 50 prosent på jernbane.

Det viste seg vanskelig å få aggregert opp tall for hele 2006 i korridorene med ønsket detaljeringsnivå. Det er derfor tatt utgangspunkt i fem korridorer og tre

tilfeldig valgte turer med vogntog eller semitrailere (nyttelast >11 tonn) i hver korridor. I Tabell 3.25 er det for enkeltturene beregnet et gjennomsnitt for hver korridor. Turene ble gjennomført i september 2007.

Tabell 3.25. Datagrunnlag og energiforbruk for vogntog (gjennomsnitt for tre tilfeldig valgte turer). 2007

	Oslo- Stavanger >11,0 tonn	Oslo- Bergen >11,0 tonn	Oslo- Trondheim >11,0 tonn	Narvik-Oslo >11,0 tonn	Stavanger- Trondheim >11,0 tonn
Kapasitet (tonn)	27-29	29-30,5	28,5-30,5	30	27-29,5
Last kg	10 308	19 944	18 944	18 608	17 553
Kap. utn. prosent	37	68	63	62	62
Kap. utn. FBV* prosent	100	69	88	74	92
Kjørt km	639	541	690	1384	1090
Godstransportarbeidet (tonnkm)	6 587	10 790	13 071	25 753	19 133
Dieselforbruk totalt (kg)	227	250	243	639	431
Energiforbruk totalt (MJ)	9 784	10 775	10 473	27 541	18 576
Drivstofforbruk (liter/mil)	4,2	5,5	4,2	5,5	4,7
Energiforbruk (MJ per tonnkm)	1,49	1,00	0,80	1,07	0,97

*FBV står for fraktberegningsvekt (1m³=330 kg)

Den lavere kapasitetsutnyttelsen på strekningen Oslo – Stavanger fører til at energiforbruket per tonnkm blir høyest på denne strekningen. Men det er likevel relativt store forskjeller i energiforbruket per tonnkm på strekninger med lignende kapasitetsutnyttelse (Oslo – Trondheim, Narvik – Oslo og Stavanger – Trondheim). På den lengste strekningen Narvik – Oslo er energiforbruket per tonnkm 34 prosent høyere enn på strekningen Oslo – Trondheim. Det kan tenkes at noe av forskjellen skyldes teknologi og personlig kjøremønster, men det kan også skyldes forskjellig veistandard og kurvatur på strekningene.

I Tabell 3.26 er det sett nærmere på distribusjon med mindre lastebiler i Oslo og på Østlandet. Det er sett på aggregerte tall for 2006 for én rute i Stor-Oslo og én rute på hver av strekningene Oslo-Gardermoen og Oslo-Kongsvinger.

Tabell 3.26. Datagrunnlag og energiforbruk for lastebiler for distribusjon på utvalgte distanser. 2006

	Stor-Oslo 1 - 5 tonn	Oslo-Gardermoen 5 - 11 tonn	Oslo-Kongsvinger 5 - 11 tonn
Totalvekt (tonn)	12	15,6	15,6
Godstransport utkjøring (kg)	947 104	727 255	794 656
Godstransport innhenting (kg)	877 388	782 156	983 236
Gj.snittlig fraktlengde (km)	10	60	100
Transportavstand km	18 323	45 510	70 280
Godstransportarbeidet (tonnkm)	18 245	90 565	177 789
Dieselforbruk totalt (kg)	3 848	10 322	15 940
Energiforbruk totalt (MJ)	165 849	444 878	687 014
Drivstofforbruk ((liter/mil)	2,5	2,7	2,7
Energiforbruk (kg/tkm)	0,21	0,11	0,09
Energiforbruk (MJ/tkm)	9,1	4,9	3,9

De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for laste- og spesialbiler fremgår av Tabell 3.27.

Tabell 3.27. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for vare- og lastebiler (diesel). g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 2005

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NM VOC	CO	Partikler
1 - 5 tonn	3,170	0,112	0,245	0,060	25,015	2,855	7,400	0,760
5 - 11 tonn	3,170	0,109	0,185	0,060	21,917	2,806	6,727	0,868
Over 11 tonn	3,170	0,105	0,120	0,060	21,154	2,751	5,452	0,735

Kilde: SSB

I Tabell 3.28 og Tabell 3.29 fremgår de beregnede utslippene for ”langtransport” og distribusjon av gods med lastebil, basert på de utvalgte eksemplene (stikkprøver) undersøkelsen legger til grunn.

Tabell 3.28. Utslipp fra vogntog per tonnkm. g/tkm. 2006

	CO ₂ - ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Par- tikler
Oslo- Stavanger	111	109	0,004	0,004	0,002	0,729	0,095	0,188	0,025
Oslo-Bergen	74	73	0,002	0,003	0,001	0,490	0,064	0,126	0,017
Oslo-Trondheim	60	59	0,002	0,002	0,001	0,393	0,051	0,101	0,014
Narvik-Oslo	80	79	0,003	0,003	0,001	0,525	0,068	0,135	0,018
Stavanger-Trondheim	72	71	0,002	0,003	0,001	0,477	0,062	0,123	0,017

Tabell 3.29. Utslipp fra distribusjon med lastebil per tonnkm. CO₂ og CO₂-ekvivalenter i kg/tonnkm. Øvrige i g/tonnkm. 2006

	CO ₂ - ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Par- tikler
Stor-Oslo	685	669	0,024	0,052	0,013	5,276	0,602	1,561	0,160
Oslo-Gardermoen	368	361	0,012	0,021	0,007	2,498	0,320	0,767	0,099
Oslo-Kongsvinger	290	284	0,010	0,017	0,005	1,965	0,252	0,603	0,078

Distribusjon er mer energikrevende enn langtransport. Med utgangspunkt i de eksemplene vi har presentert her ser vi at utslipp forbundet med distribusjon av gods i Stor-Oslo er opptil 11 ganger høyere per tonnkm enn for frakt av gods over lengre strekninger som Oslo-Trondheim. Utslippene i forbindelse med distribusjon på en litt lengre strekning som Oslo-Kongsvinger fører med seg et utslipp som er over 2,5 ganger større per tonnkm enn for eksempel frakt av varer mellom Oslo og Stavanger.

3.4.2. Jernbane

Utredningen baserer seg i hovedsak på tall fra CargoNet AS som står for størstedelen av det samlede innenlands transportarbeid for gods på jernbane. Studien er supplert med tall fra Jernbaneverket BaneEnergi.

CargoNet fører månedlig et miljøregnskap, og registrerer blant annet forbruk av kWh, nettotonnkilometer med elektriske lokomotiver, dieselforbruk til godstog-fremføring og nettotonnkilometer med dieseldrevne lokomotiver. CargoNet installerte i 2007 målere for forbruk av elektrisitet i samtlige lokomotiver. For de målingene som er brukt i denne rapporten var det ikke mulig for CargoNet å differensiere det samlede strømforbruket på korridorer eller enkelte tog. Det gjør at vi foreløpig er nødt til å bruke en beregnet faktor for gjennomsnittlig forbruk per nettotonnkilometer.

I 2006 hadde CargoNet AS et gjennomsnittlig forbruk på 0,0682 kWh per netto tonnkilometer for alle strekninger i Norge. Det gjennomsnittlige dieselforbruket til fremføring av godstog var i 2006 på 0,012 liter per netto tonnkilometer.

Det er i Tabell 3.30 sett nærmere på fem korridorer som CargoNet opererer.

Tabell 3.30. Transport av gods med jernbane i korridorer CargoNet opererer. 2006

Strekning	Distanse km	Tonn per uke	tonnkm per uke	Godstransportarbeidet 1000 tonnkm per år
Oslo - Stavanger	605	6 257	117 346	6 102 000
Stavanger - Oslo	605	5 562	104 308	5 424 000
Oslo - Bergen	476	11 029	110 242	5 732 600
Bergen - Oslo	476	9 803	97 993	5 095 600
Oslo - Trondheim	546	9 742	138 292	7 191 200
Trondheim - Oslo	546	8 659	122 926	6 392 200
Oslo - Bodø	1 275	3 861	73 842	3 839 800
Bodø - Oslo	1 275	3 432	65 637	3 413 100
Oslo - Narvik	1 856	4 858	108 188	5 625 800
Narvik - Oslo	1 856	5 465	121 712	6 329 000

Manglende oversikt over energibruk per enkelttur eller korridor har imidlertid gjort det nødvendig å benytte statistiske erfaringstall (Tabell 3.31).

Tabell 3.31. Energiforbruk ved transport av gods med tog. 2006

Energiforbruk elektrisk		Energiforbruk diesel	
kWh/tonnkm	MJ/tonnkm	liter/tonnkm	MJ/tonnkm
0,0682	0,246	0,012	0,434

Kilde: CargoNet

Det er i tidligere undersøkelser beregnet 0-utslipp ved bruk av elektriske lokomotiver. I og med at underskudd i det norske kraftmarkedet medfører nettoimport av kraft, er faktorene justert i forhold til dette. Det kan i praksis benyttes flere faktorer (se også kapittel 2.2.4). Det er vurdert som mest korrekt å bruk en norsk tilpasset miks med 7 g CO₂ per kWh, framfor gjeldende standard fra OECD.

Ved beregning av utslipp til luft fra dieseldrevet jernbane brukes gjennomsnittlige utslippsfaktorer som vist i Tabell 3.32.

Tabell 3.32. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for dieseldrevet jernbane. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 2006

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
2006	3,17	0,18	1,2	0,176	47	4,0	11	3,8

Kilde: SSB

I Tabell 3.33 fremgår utslipp fra godstog per tonnkilometer i utvalgte korridorer. I og med at det først neste år vil være mulig å differensiere på korridorer, har alle strekninger foreløpig samme energibruk og utslipp per tonnkilometer.

Med gasskraft på marginen (kapittel 2.2.4) ville utslippet forbundet med jernbanens elektrisitetsforbruk på strekningene vært 60 ganger høyere per tonnkm og dermed sammenlignbart med dieseldrevet jernbane.

Tabell 3.33. Utslipp fra godstog per tonnkm i korridorer. g/tkm

	CO ₂ - ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Alle korridorer elektrisk jernbane	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Alle korridorer dieseldrevet jernbane	36	32,0	0,0018	0,0121	0,0018	0,4738	0,0403	0,1109	0,038

3.4.3. Godsskip

Det er foretatt en studie av to aktører, en liten og en stor. Den ene aktøren står for en betydelig del av det samlede innenlands godstransportarbeidet langs norskekysten, med stykk gods, frysegods og containere. De går fra Oslo og hele kysten til Kirkenes, og betjener også enkelte store havner i Nord-Europa. Den mindre aktøren driver tørrbulkransport (stein/sand) på Vestlandet fra Ryfylke i Rogaland.

Det er ved sammenligningen av transportmidlene i avsnitt 3.5 tatt utgangspunkt i distansene i Tabell 3.34 nedenfor.

Tabell 3.34. Seilingsdistanser i nautiske mil og kilometer

Steder	Seilingsdistanser	
	Nautiske mil	km
Oslo -Kristiansand	162	300
Kristiansand-Tananger	136	252
Tananger-Bergen	106	196
Bergen-Ålesund	165	306
Ålesund-Trondheim	153	283
Trondheim-Bodø	303	561
Bodø-Narvik	115	213
Narvik-Tromsø	124	230
Tromsø-Alta	122	226
Alta-Kirkenes	280	519

Energibruken for hvert skip er basert på hva slag type bunkers som benyttes. Dette kan variere. Det opereres med tre type bunkers. En spesifisering av disse fremgår av Tabell 3.35.

Tabell 3.35. Bunkerstype og totalt bunkersforbruk (jun-06 til jun-07)

Bunkers	Betegnelse	Tetthet kg/liter	Energiinnhold TJ/1000 tonn	Rederiets årsforbruk tonn
Tungolje	IF80, IF180, IF380	0,98	40,6	11 282
Destillat	EMS	0,88	43,1	6 399
Gassolje	MGO	0,84	43,1	8 181

Tabell 3.36 gir spesifikasjoner på fire forskjellige skip, representative for de valgte korridorene. Skipene har en gjennomsnittsalder på 25 år.

Tabell 3.36. Skipenes kapasitet, bunkersforbruk og seilingsdistanse (jun-06 til jun-07)

Skip	Bruttotonn (BT)	Bunkersforbruk			Distanse	
		EMS (tonn)	MGO (tonn)	IF (tonn)	Nautiske mil	km
Skip 1	4 578	2315	275		73 996	137 041
Skip 2	3 968		1 074	2 237	41 738	77 299
Skip 3	2 503		507	2 020	41 738	77 299
Skip 4	4 636		577	1 802	69 038	127 858

Det foreligger ikke eksakt statistikk på fraktet mengde per distanse. Energiforbruk per tonnkilometer i Tabell 3.37 er derfor ikke beregnet ut fra akkumulerte tall for ett års drift, men ut fra enkeltturer. Det er for hver tur tatt utgangspunkt i kapasiteten og en gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse på skipene på 80 prosent.

Tonnkilometertallene i Tabell 3.37 er for høye, da de er basert på mengden gods (totalt) lastet om bord underveis på ruten uavhengig av den distansen sendingen er transportert.

Tabell 3.37. Energibruk for godsskipene over året (jun 06 til jun 07)

Skip	Godstran- sport-arbeidet 1000 tonnkm	Drivstoffor- Bruk			Totalt energifor- bruk TJ	Energifor- bruk per tonnkm MJ/tkm
		EMS tonn	MGO tonn	IF tonn		
Skip 1	21 729	108	12,8		5,21	0,24
Skip 2	23 461	57,5		119,8	7,34	0,31
Skip 3	9 504			123,6	5,02	0,53
Skip 4	10 412	60,5		0	2,61	0,25

De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for skip (bunkers) fremgår av Tabell 3.38.

Tabell 3.38. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for skip. g/kg drivstoff. CO₂ i kg/kg drivstoff. 2006

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
IF	3,20	0,23	0,08	14,2	88	2,4	1,5	0,7
EMS	3,17	0,23	0,08	5,0	88	2,4	1,5	0,7
MGO	3,17	0,23	0,08	1,8	88	2,4	1,5	0,7

Kilde: SSB

Utslippsfaktorene satt i sammenheng med den beregnede energibruken for de fire skipene gir utslipp per tonnkilometer slik det fremgår av Tabell 3.39.

Tabell 3.39. Utslipp fra skip per tonnkm i korridorer. g/tkm. Jun 06 til jun 07

	CO ₂ -ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NMVOC	CO	Partikler
Skip 1	18	18	0,0013	0,0004	0,026	0,489	0,013	0,008	0,004
Skip 2	24	24	0,0017	0,0006	0,085	0,665	0,018	0,011	0,005
Skip 3	42	42	0,0030	0,0010	0,185	1,144	0,031	0,020	0,009
Skip 4	77	77	0,0055	0,0019	0,287	2,109	0,058	0,036	0,016

3.4.4. Luftfart

Det er foretatt en studie av én aktør som er ledende i det samlede innenlands transportarbeid i luften. SAS Cargo sender gods nasjonalt og internasjonalt med en rekke flyselskaper. Det er få rene godsfly på innenlandsnettet. All transport av gods mellom de store byene i Norge kombineres derfor med persontransport.

SAS legger til grunn i sine beregninger at 1 person med bagasje tilsvarer 100 kg i fordeling av tonnasje mellom passasjerer og gods. I SSBs beregninger er tilsvarende tall 86,5 kg. Drivstofforbruket er fordelt mellom passasjerer og gods ved bruk av SAS sin egen omregningsfaktor.

I Tabell 3.40 er det beregnet energibruk per tonnkilometer for strekningene Oslo – Bergen og Oslo - Tromsø.

Tabell 3.40. Energiforbruk ved transport av gods med fly. Oslo - Bergen og Oslo –Tromsø. 2006

	Oslo – Bergen 1. halvår 2006	Oslo – Bergen 2. halvår 2006	Oslo – Tromsø 1. halvår 2006	Oslo – Tromsø 2. halvår 2006
km/tur	324	324	1114	1114
Godstransportarbeidet (1000 tonnkm)	473	379	1 039	847
Forbruk av jetparafin (tonn)	241	207	373	281
Energiforbruk (TJ)	10,39	8,92	16,08	12,11
Energiforbruk per tonnkm (MJ/tonnkm)	22,0	23,5	15,5	14,3

For beregning av utslipp er det tatt utgangspunkt i et snitt mellom de to halvårene på 22,8 MJ per tonnkilometer for strekningen Oslo – Bergen og 14,9 MJ per tonnkilometer for strekningen Oslo - Tromsø.

Som beskrevet i kapittel 3.2.4 er utslippsfaktorene bestemt av data per flytype og er middelveidier av flymønsterets tre faser «landing and take-off», «cruising 1000-10000 meter» og «cruising >10000 meter». Fordeling av drivstofforbruket på de ulike etappene ved landing og letting (LTO) er vist i Tabell 3.15. Energiforbruket i normal marsj-høyde (cruise) avhenger først og fremst av tilbakelagt distanse. De gjennomsnittlige utslippsfaktorene for de tre fasene fremgår av Tabell 3.16.

Det er foretatt egne beregninger av utslipp på strekningene Oslo - Bergen og Oslo - Tromsø for 2006. Utslipp per tonnkm fremgår av Tabell 3.41.

Tabell 3.41. Utslipp per tonnkm ved transport av gods med fly. Oslo - Bergen og Oslo – Tromsø. g/tkm. 2006

	CO ₂ - ekv	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	CO	NMVOC	Partikler
Oslo-Bergen	1680	1664	0,023	0,053	0,158	5,899	0,401	3,285	0,007
Oslo-Tromsø	1100	1089	0,015	0,035	0,104	3,860	0,263	2,150	0,005

3.5. Sammenligning av transportmidlene - Godstransport

Det er i Tabell 3.42 - Tabell 3.44 foretatt sammenligninger av transportmidlene for vei, sjø, jernbane og fly på distansene Oslo - Bergen, Oslo - Narvik og Stavanger - Trondheim. Tabellene viser totalt utslipp per tur i korridoren for 1 tonn transportert gods.

3.5.1. Oslo – Bergen

Tabell 3.42. Utslipp per tur (per tonn) og per tonnkm transportert gods. Oslo – Bergen. CO₂ og CO₂-ekvivalenter i kg/tur og kg/tonnkm. Øvrige i g/tur og g/tonnkm. (Basert på cases/eksempler)

	Distanse km	CO ₂ -ekv kg	CO ₂ kg	CH ₄ g	N ₂ O g	SO ₂ g	NO _x g	NMVOC g	CO g	Partikler g
Laste- og spesialbiler										
per tur	541	40,2	39,7	1,3	1,5	0,8	265,2	34,5	68,3	9,2
per tonnkm		0,074	0,073	0,002	0,003	0,001	0,490	0,064	0,126	0,017
Jernbane elektrisk										
per tur	476	0,238	0,238							
per tonnkm		0,0005	0,0005							
Godsskip										
per tur	748	24,8	24,6	1,8	0,6	83,8	678,6	18,5	11,6	5,1
per tonnkm		0,033	0,033	0,002	0,001	0,112	0,907	0,025	0,015	0,007
Luffart										
per tur	324	544,5	539,0	7,5	17,1	51,3	1911,4	130,0	1064,3	2,4
per tonnkm		1,680	1,664	0,023	0,053	0,158	5,899	0,401	3,285	0,007

3.5.2. Oslo – Narvik

Tabell 3.43. Utslipp per tur (per tonn) og per tonnkm transportert gods. Oslo – Narvik. CO₂ og CO₂-ekvivalenter i kg/tur og kg/tonnkm. Øvrige i g/tur og g/tonnkm. (Basert på cases/eksempler)

	Distanse km	CO ₂ -ekv kg	CO ₂ kg	CH ₄ g	N ₂ O g	SO ₂ g	NO _x g	NMVOC g	CO g	Partikler g
Laste- og spesialbiler										
per tur	1384	110,2	108,9	3,6	4,1	2,1	726,4	94,5	187,2	25,2
per tonnkm		0,080	0,079	0,003	0,003	0,001	0,525	0,068	0,135	0,018
Jernbane elektrisk										
per tur	1856	0,928	0,928							
per tonnkm		0,0005	0,0005							
Godsskip										
per tur	2111	70,1	69,4	5,0	1,7	236,5	1915,1	52,2	32,6	14,5
per tonnkm		0,033	0,033	0,002	0,001	0,112	0,907	0,025	0,015	0,007

3.5.3. Stavanger – Trondheim

Tabell 3.44. Utslipp per tur (per tonn) og per tonnkm transportert gods. Stavanger – Trondheim. CO₂ og CO₂-ekvivalenter i kg/tur og kg/tonnkm. Øvrige i g/tur og g/tonnkm. (Basert på cases/ eksempler)

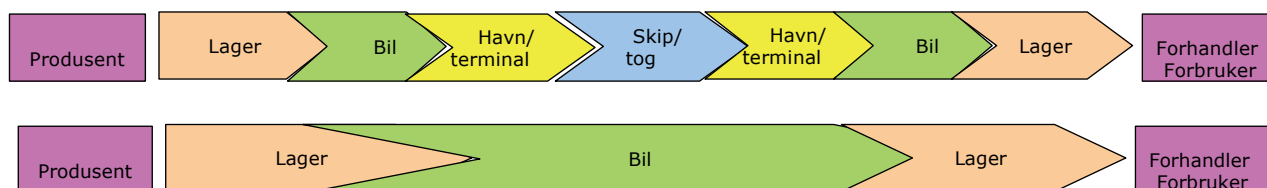
	Distanse km	CO ₂ -ekv kg	CO ₂ kg	CH ₄ g	N ₂ O g	SO ₂ g	NO _x g	NMVOC g	CO g	Partikler g
Laste- og spesialbiler										
per tur	1337	96,7	95,5	3,2	3,6	1,8	637,1	82,9	164,2	22,1
per tonnkm		0,072	0,071	0,002	0,003	0,001	0,477	0,062	0,123	0,017
Godsskip										
per tur	589	19,5	19,4	1,4	0,5	66,0	534,4	14,6	9,1	4,0
per tonnkm		0,033	0,033	0,002	0,001	0,112	0,907	0,025	0,015	0,007

Utslipp av for eksempel CO₂ er større ved transport på vei i forhold til sjø på strekningene Oslo - Bergen og Oslo - Narvik, og neste fem ganger så høyt for strekningen Stavanger - Trondheim. Dette skyldes en kortere sjødistanse på sist nevnte i forhold til vei.

3.6. Dør-til-dør

Det er imidlertid en kjensgjerning at oversiktene over ikke gir et reelt sammenligningsgrunnlag mellom transportmidlene. Som det fremgår av Figur 3.1 vil en sjøtransport fra havn til havn kreve distribusjon i begge ender. Det samme gjelder tog og fly. For mindre forsendelser vil dette også gjelde bil, men partilast og fulle lastebiler kjører oftest dør til dør.

Figur 3.1 Eksempel på logistikk-kjeder ved dør-dør transporter



I Tabell 3.45 gjøres en sammenligning mellom transportmidlene basert på dør til dør prinsippet. Det er i utslippene for sjø, jernbane og fly lagt til distribusjonsfaktorer tilsvarende for Stor-Oslo i Tabell 3.29. Det er lagt til grunn en distribusjonsdistanse på 10 km i begge ender. Mye av stykkgodset på bil går også via en terminal. I prinsippet bør også energiforbruk og utslipp til luft beregnes for terminalhåndteringen (truck mv.), men tabellen ser kun på transporten til, fra og mellom terminalene.

Det er for enkelthets skyld tatt utgangspunkt i 1 tonn transportert gods.

Tabell 3.45. Utslipp per tur (per tonn transportert gods) ved dør-dør transport i korridorene. CO₂-ekvivalenter i kg/tur. 2006 og 2007

	Oslo-Bergen		Oslo-Narvik		Stavanger-Trondheim	
	per tur	dør-dør	per tur	dør-dør	per tur	dør-dør
Laste- og spesialbiler	40,2	40,2	110,2	110,2	96,7	96,7
Jernbane elektrisk	0,2	13,9	0,9	14,6		
Godsskip	24,8	38,5	70,1	83,8	19,5	33,2
Luffart	544,5	558,2				

Det fremgår av Tabell 3.45 at forskjellen med og uten dør til dør transport er liten for de fleste transportmidlene unntatt jernbane. For transport med jernbane blir utslippet forbundet med distribusjon stor i forhold til det utslippet vi kan assosiere med jernbanen tatt i betraktning norsk elektrisitetsmiks. Ved bruk av kombinerte transporter (dør-dør) slipper transport på vei og sjø ut neste like mye CO₂ på strekningen Oslo - Bergen for 1 tonn transportert gods.

4. Sammenlikning med makroperspektivet

Når vi sammenlikner resultatene fra analysene av eksemplene (mikroperspektivet) med totaltallene for Norge (makroperspektivet), ser vi at mikroanalysen stort sett støtter resultatene fra makroanalysen. Nasjonale gjennomsnittstall i et makroperspektiv representerer all ferdsel i Norge, både til og fra store byer, havner og flyplasser og mellom mindre steder der befolkningstettheten er lavere. Befolkningens geografiske fordeling tilsier en viss spredning i alle faktorer som påvirker kjøremønsteret. Det er likevel ikke uventet at mikroperspektivet som representerer et mindre antall reiser, viser tilsvarende rangering av transportmidlene som makroperspektivet. Mikroanalysen tar for seg delvis lange transportstrekninger med høyt passasjer-/godsbelegg. Større avvik ville ha framkommet om man i stedet hadde satset på strekninger med mindre trafikk. Mikroanalysen viser spredningen innen energiforbruk og utslipp i transportsektoren, og i de fleste tilfeller er energibruk og utslipp per person-/passasjer-/vogn-/tonnkilometer lavere i de utvalgte eksemplene enn landsgjennomsnittet (Tabell 4.1 - Tabell 4.2). Unntaket er nettopp på de korte strekningene i Oslo-området hvor mikroanalysens resultater avviker sterkest fra gjennomsnittet.

Mikroanalysen tar for seg energiforbruk og utslipp i 2006, mens makroanalysen stopper ved 2004 (unntatt for rutebuss, hvor vi har brukt tall fra 2005). En mindre del av forskjellen kan forklares med at energieffektiviteten i noen tilfeller har økt, mens utslippsfaktorene er redusert for flere transportmidler i løpet av de to årene som skiller de to analysene. Det er imidlertid sannsynlig at hovedårsaken er at de utvalgte eksemplene for det meste er relativt lange transportkorridorer hvor passasjer/godsbelegget er høyt. For eksempel dekker den ene korridoren, Stavanger-Bergen, hele 11,5 prosent av det totale persontransportarbeidet med hurtigbåt i Norge, mens de to båtene som inngår i analysen bare bruker ca 4,5 prosent av hurtigbåttrafikkens totale drivstofforbruk.

Persontransport med personbil, buss og lokaltog har større energiforbruk og utslipp enn landsgjennomsnittet. SSBs kollektivstatistikk dekker alle selskaper med konsesjon for vanlig personbussvirksomhet. Det betyr at rutebusser som drives av drosjeselskaper og turbilselskaper ikke fanges opp. Hvis disse står for en ikke uvesentlig del av ekspressbusstrafikken kan man stille spørsmålsteget ved hvorvidt de nasjonale tallene er sammenlignbare med eksempelstrekningen som betjenes av ekspressbusser.

Videre gir mikroperspektivet lavere tall for luftfart fordi de nasjonale tallene for rutefly inkluderer helikoptertransport og små rutefly.

Godstransport på eksempelstrekningene viser hvor stor spredningen kan være i energiforbruk og utslipp på eksempelstrekninger i forhold til nasjonale gjennomsnittstall. Strekningen Oslo-Stavanger er et eksempel på dette. Noe av forskjellen kan skyldes teknologi og personlig kjøremønster, men det kan også skyldes at veistandard og kurvatur på eksempelstrekningen fører til et høyere energiforbruk enn gjennomsnittet. Lignende utslag finner vi for distribusjon med lastebil, der mikroanalysen viser et større energiforbruk enn makroanalysen. Her ser vi igjen at kortere transportstrekninger fører til et høyere energiforbruk, samtidig som bilene i eksemplet er relativt store for sin kategori og har mindre last, i forhold til landsgjennomsnittet.

I tillegg kan vi konstatere at det er mulig å skaffe tall for skipstransport når man bruker et mikroperspektiv, mens det nasjonale datagrunnlaget for å bestemme drivstofforbruk for godsskip er mangelfullt og dermed beheftet med for stor usikkerhet til at det kan brukes.

Tabell 4.1. Energiforbruk og utslipp til luft per passasjerkm. CO₂ – ekvivalenter per passasjerkm, per personkm for personbiler. 2004 og 2006

Transportmiddel	Energiforbruk MJ/pkm	Utslipp CO ₂ -ekv g/pkm
Personbiler - bensin		
Nasjonale tall (2004)	1,45	107
Eksempel, langdistanse (2006)	1,05	77
Eksempel, mellomdistanse (2006)	1,37	101
Eksempel, kortdistanse (2006)	2,26	167
Personbiler – diesel		
Nasjonale tall (2004)	1,11	82
Eksempel, langdistanse (2006)	0,86	64
Eksempel, mellomdistanse (2006)	1,13	84
Eksempel, kortdistanse (2006)	1,46	109
Busser		
Nasjonale tall (2005)	0,84	62
Oslo-Bergen (2006)	0,37	28
Oslo-Trondheim (2006)	0,35	26
Bergen-Stavanger (2006)	0,37	28
Oslo-Halden (2006)	0,42	31
Oslo-Skien (2006)	0,45	34
Oslo-Asker (2006)	1,20	89
Oslo-Lillestrøm (2006)	0,96	71
Jernbane - elektrisk (2006)		
Nasjonale tall (2004)	0,63	1,22
Oslo-Bergen (2007)	0,28	0,52
Oslo-Trondheim (2007)	0,29	0,56
Oslo-Halden (2007)	0,42	0,79
Oslo-Larvik/Skien (2007)	0,37	0,85
Asker-Oslo-Lillestrøm (2007) ¹	1,30	2,52
Asker-Oslo-Lillestrøm (2007) ²	0,44	0,86
Jernbane - diesel		
Nasjonale tall (2004)	1,07	88
Rutefly		
Nasjonale tall (2004)	2,75	203
Oslo-Bergen (2006)	2,24	163
Oslo-Tromsø (2006)	1,64	119
Hurtigbåter		
Nasjonale tall (2004)	13	982
Stavanger-Bergen (2006)	5,10	377

¹ Lokaltog² En utvalgt avgang med regiontog på strekningen. Strekningen trafikkeres med flere togtyper. Regiontogene tar opp passasjerer kun i Asker, Sandvika og Nationaltheateret før Oslo S.

Tabell 4.2. Energiforbruk og utslipp til luft per tonnkm. 2004 og 2006

		Energiforbruk MJ/tkm	CO ₂ -ekvivalenter g/tkm
Laste- og spesialbiler			
Nasjonale tall (2004)	1 - 5 tonn	6,6	499
Stor-Oslo (2006)	1 - 5 tonn	9,1	685
Nasjonale tall (2004)	5 - 11 tonn	1,9	143
Oslo-Gardermoen (2006)	5 - 11 tonn	4,9	368
Oslo-Kongsvinger (2006)	5 - 11 tonn	3,9	290
Nasjonale tall (2004)	over 11 tonn	1,0	76
Oslo-Stavanger (2006)	over 11 tonn	1,5	111
Oslo-Bergen (2006)	over 11 tonn	1,0	74
Oslo-Trondheim (2006)	over 11 tonn	0,8	60
Narvik-Oslo (2006)	over 11 tonn	1,1	80
Stavanger-Trondheim (2006)	over 11 tonn	1,0	72
Jernbane - elektrisk			
Nasjonale tall (2004)		0,25	0,5
Eksempler – statistiske erfaringstall (2006)		0,25	0,5
Jernbane - dieseldrevet			
Nasjonale tall (2004)		0,57	47
Skip			
Nasjonale tall (2004)		-	-
Skip 1 (2006)		0,24	18
Skip 2 (2006)		0,31	24
Skip 3 (2006)		0,53	42
Skip 4 (2006)		0,25	77
Luffart			
Nasjonale tall (2004)		30	2248
Oslo-Bergen (2006)		22,8	1680
Oslo-Tromsø (2006)		14,9	1100

5. Definisjoner

Bakkenær ozon	Ozon (O ₃) i nedre del av atmosfæren utgjør et lokalt forurensningsproblem ved at det har negativ effekt på helse, vegetasjon og materialer. Dannelsen av bakkenær ozon skjer ved oksidasjon av metan (CH ₄), karbonmonoksid (CO), nitrogenoksider (NO _x) og NMVOC (flyktige organiske forbindelser unntatt metan) i nærvær av sollys.
Baneløpet	Se Togkilometer.
Beleggsprosent	Se kapasitetsutnyttelse.
«Bottom-up»-metoden	Starter med enkeltfaktorer som multipliseres for å finne totale tall.
Bruttotonn	Standard for å klassifisere skip. Regnes ut ved å multiplisere m ³ lasterom med en faktor (kg/m ³).
Bruttotonnkm	Samme som tonnkm, men både vekt av last og transportmiddel er inkludert.
Buss	En buss er et kjøretøy for persontransport med over 8 sitteplasser i tillegg til førersetet.
CO ₂ -ekvivalenter	Utslipp av klimagasser veid sammen. Inkluderer komponentene CO ₂ , CH ₄ og N ₂ O.
Direkte brutto energiforbruk/utslipp	Energiforbruk/utslipp ved drift gjennom energikjeden (inkl. utvinning, raffinering osv)
Direkte netto energiforbruk/utslipp	Energiforbruk/utslipp ved transportmidlenes framdrift. For elektrisk jernbane og t-bane er tap i omformerstasjoner og kjøreledninger med.
Drivhuseffekt	Den naturlige drivhuseffekten sørger for at middeltemperaturen på Jorden er 15 °C og ikke -18 °C, men menneskeskapte (antropogene) utslipp av gasser som CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O og fluorholdige gasser kan gi en ytterligere oppvarming.
Forbruksfaktor	Forholdet mellom forbruk i kg, liter eller MJ og vognkm, passasjerkm eller tonnkm
Forsuring	Utslipp av SO ₂ , nitrogenoksider (NO _x) og ammoniakk (NH ₃) virker forsurende på jord og vann. Sur nedbør har gitt betydelige skader på livet i vann og vassdrag. Den kan også medføre materielle skader.
Godstransport	Transport av gods.
Godstransportarbeid	"..arbeidet som blir utført når et transportmiddel frakter en bestemt godsmengde over en viss avstand. Godstransportarbeidet måles vanligvis i <i>tonnkilometer</i> og defineres som produktet av godsmengde og transportavstand." "Godstransportarbeidet er det mest brukte mål på <i>omfanget</i> av godstransporten" (Rideng 2000, side 2).
Indirekte energiforbruk/utslipp	Energiforbruk/utslipp ved bygging av anlegg og infrastruktur (alt fra oljeplattformer til jernbaneskinner).
Innenlandsk transport	Transport mellom to steder i Norge.

Innenriks transport	Se innenlandsk transport.
Kapasitetsutnyttelse	Den andelen av kapasiteten som faktisk utnyttes innenfor en gitt tidsperiode (f.eks ett år) og et gitt område (f.eks. Norge), oppgitt i prosent.
Karbondioksid (CO ₂)	Klimagass som bidrar til å øke drivhuseffekten
Karbonmonoksid (CO)	Gass som bidrar til lokal luftforurensning. Øker risiko for hjerteproblemer hos hjerte-/karsyke.
Kjøretøykm	Se vognkm.
Klimaendringer	Menneskeskapte utslipp av klimagasser, svoveldioksid (SO ₂) og svevestøv kan forskyve den naturgitte kjemiske sammensetningen i atmosfæren. Klimagassene har en oppvarmende effekt (drivhuseffekt), mens SO ₂ og svevestøv hovedsakelig har en avkjølende effekt. Virkninger av den globale oppvarmingen kan være økt havnivå, endrede nedbørsmønstre og mer ekstremvær.
Kombinert bil	Motorvogn som hovedsakelig er innrettet for transport av personer og gods, og som har minst en seterad bak førersetet og hel, fast vegg mellom førerrom/passasjerrom og godsrom/lasteplan.
kWh	1 kilowatttime (kWh) = 3,6 megajoule (MJ).
Lystgass (N ₂ O)	Klimagass som bidrar til å øke drivhuseffekten
Makrostatistikk	Statistikk på nasjonalt nivå.
Megajoule MJ	10 ⁶ joule. Måleenhet for energi.
Metan (CH ₄)	Klimagass som bidrar til å øke drivhuseffekten. Bidrar også til dannelse av bakkenær ozon.
Nettotonnm	Samme som tonnm, men kun lasten er medberegnet. Tonnm er det samme som nettotonnm hvis ikke annet er nevnt.
Nitrogenoksider (NO _x)	Gir luftveislidelser (særlig NO ₂), bidrar til dannelse av bakkenær ozon og forsurening.
NNVOC	Flyktige organiske forbindelser unntatt metan. Kan inneholde kreftfremkallende stoffer. Bidrar til dannelse av ozon
Partikler	Bidrar til lokal luftforurensning. Øker risiko for luftveislidelser sammen med andre komponenter.
Passasjerbelegg	Gjennomsnittlig antall passasjerer, føreren er ikke medregnet, i et kjøretøy innenfor en gitt tidsperiode, f.eks. ett år.
Passasjerkm (pkm)	Antall passasjerer på én tur multiplisert med kjørt distanse. Føreren er ikke med.
Personbelegg	Gjennomsnittlig antall personer, føreren medregnet, i et kjøretøy innenfor en gitt tidsperiode, f.eks. ett år.
Personbil	En personbil er en bil som i hovedsak er beregnet for persontransport. Den har færre enn 8 sitteplasser og har en egenvekt på mindre enn 3,5 tonn.
Personbiler i egentransport	Personbiler som ikke i seg selv representerer en direkte inntektskilde.

Personkm (pkm)	Antall personer inklusive føreren på én tur multiplisert med kjørt distanse.
Persontransport	Transport av personer (reiser). Innenriks persontransport er reiser mellom steder i Norge.
Persontransport-arbeidet	"...arbeidet som blir utført når et transportmiddel transporterer et visst antall personer en bestemt reiselengde. Persontransportarbeidet måles vanligvis i enheten <i>personkilometer</i> og defineres som produktet av reiselengde og antall personer transportert." "Persontransportarbeidet er det mest brukte mål på <i>omfanget</i> av persontransporten" (Rideng 2005, side 2).
Terajoule	10 ¹² joule.
Togkilometer	Totalt antall km kjørt av lok og motorvogner.
Tomgangskjøring	Innebærer at motoren er i gang i uten at kjøretøyet er i bevegelse
Tomkjøring	Kjøretøyer i ervervsmessig kjøring uten at det blir transportert verken gods eller personer.
Tonnkm (tkm)	En tonnkm er ett tonn gods fraktet én kilometer.
«Top-down»-metoden	Starter med totale tall som divideres for å finne enkeltfaktorer.
Totalvekt	Egenvekt pluss nyttelast.
Transportarbeid	Arbeidet som blir utført av et transportmiddel. Det omfatter både person- og godstransport. Transportarbeidet måles vanligvis i enheten <i>kjøretøykilometer</i> (eller <i>vognkilometer</i>) og defineres som produktet av antall kjøretøyer og kjørelengde. Transportarbeidet påvirkes ikke av hvor mange personer eller hvor mye gods de enkelte transportmidlene frakter. Transportarbeidet måler <i>omfanget</i> av trafikken.
Utslippsfaktor	Mål for utslippet av en bestemt utslippskomponent ved et kjent aktivitetsnivå for en bestemt kilde, utslippsbærer og næring. Mengden av en utslippskomponent som produseres ved forbrenning av en gitt masse energivare (f.eks. bensin) i et bestemt forbrenningsmiljø (f.eks. bilmotor). Benevnningen kan være g/kg eller kg/kg. Utslippsfaktor kan også være knyttet til kjørt distanse (f.eks. vognkm) eller transportarbeid (f.eks. personkm).
Utslippskomponent	Kjemiske forbindelser, og partikler, som slippes ut ved en forbrenning (eller prosessering). Eksempel på en utslippskomponent er SO ₂ .
Varebil	En varebil er en bil for godsbefordring med tillatt totalvekt mindre enn 3,5 tonn. Det er krav om fastmontert beskyttelsesvegg fra gulv til tak og fra vegg til vegg. Varebil med åpent lasteplan skal ha lukket førerhus, og det skal ikke være fast tak over noen del av lasteplanet.
Veitransport	Bruk av kjøretøyer på veier.
Vognkm	Benevnelse på den avstanden ett eller flere kjøretøyer har tilbakelagt i et bestemt tidsrom

Referanser

- Bang, Jon. R. (1993): *Utslipp fra dieseldrevne anleggsmaskiner, arbeidsredskaper, traktorer og lokomotiver*, Teknologisk institutt, Oslo.
- Bang, J., K. Flugsrud, S. Holtskog, G. Haakonsen, S. Larssen, K. O. Maldum, K. Rypdal og A. Skedsmo (1999): *Utslipp fra veitrafikken i Norge: Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*, Rapport 99:04, Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Bang, J., E. Figenbaum, K. Flugsrud, S. Larssen, K. Rypdal og C. Torp (1993b): *Utslipp fra veitrafikken i Norge: Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*, Rapport 93:12, Statens forurensningstilsyn, Oslo.
- Berthelsen, J. (2007): Personlig meddelelse. Epost datert 18.09.2007. Norges Taxiforbund.
- Civitas (2007): Civitas-notat til NTP-arbeidet, avsnitt 3.5.
http://www.vegvesen.no/ntp/2010-2019/pdf/20070327_klimagasser_civitas.pdf.
- Finstad, A., K. Flugsrud og K. Rypdal (2002): Utslipp til luft fra norsk luftfart, Rapporter 2002/8, Statistisk Sentralbyrå
- Holtskog, S. (2001): Direkte energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge. 1994 og 1998, Rapporter 2001/16, Statistisk sentralbyrå.
- Holtskog, S. og K. Rypdal (1997): *Energiforbruk og utslipp til luft fra transport i Norge*, Rapporter 97/7, Statistisk sentralbyrå.
- IPCC (1996): *Climate Change 1995 - The Science of Climate Change: Summary of Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lian, J. m.fl. (2007): *Bærekraftig og samfunnsnyttig luftfart*, TØI Rapport nr 921/2007
- NSB (2004): NSB-konsernet Miljøregnskap 2004
- OFV, 2007: www.ofv.no *Bilsalget i hele 2007 og desember spesielt*
- Oslo Sporveier (2002), *Sporveiens miljørapport (2002)*
- Oslo Sporveier (2006), *Sporveiens miljørapport (2006)*
- Rideng, A. (2005): TØI rapport 809/2005
- SSB (1995): *Samferdselsstatistikk 1994*, NOS C 264, Statistisk sentralbyrå
- SSB (2006): *The Norwegian Emission Inventory 2006*
- SSB (2008a): *Nasjonalregnskap og miljø, 1990 – 2006**
- SSB (2008b): *Lastebilundersøkelsen*, <http://www.ssb.no/lbunasi/>
- Norges Taxiforbund (2006): *Taxi i tall og noen figurer*
- Aasestad, K. (2007): *The Norwegian Emission Inventory 2007*, SSB rapport 2007/38

Figur- og tabellregister

Figurregister

1. Innledning	
1.1. Utslippsintensiteter (klimagasser). Tonn CO ₂ -ekvivalenter per millioner kroner bruttoprodukt. Faste 2000-priser	11
2. Makroperspektivet: Gjennomsnittstall for Norge	
2.1. Utslipp av klimagasser (CO ₂ -ekvivalenter per personkm), NO _x og NMVOC for bensin- og dieseldrevne personbiler. g/pkm. 1994, 1998 og 2004	20
2.2. Energiforbruk for innenlandsk persontransport. Energiforbruk per passasjerkm, per personkm for personbiler, motorsykler og mopeder. MJ/pkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004 (2005 for busser)	32
2.3. Utslipp til luft fra innenlandsk persontransport. CO ₂ -ekvivalenter per passasjerkm. g/pkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004 (2005 for busser)	34
2.4. Energiforbruk for innenlandsk godstransport. Energiforbruk per tonnkm. MJ/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004	41
2.5. Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandsk godstransport. CO ₂ – ekvivalenter per tonnkm. g/tkm. Til høyre: Endring fra 1998 til 2004. Prosent. 2004	42
3. Mikroperspektivet: Noen eksempler	
3.1. Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter per passasjerkm ved bussreiser i ulike korridorer. g/pkm. 2006	47
3.2. Utslipp av CO ₂ per passasjerkm basert på norsk elektrisitetsmiks ved togreiser i ulike korridorer. g/pkm. 2006	49
3.1. Hurtigbåtrute mellom Stavanger og Bergen	51
3.4. Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter per passasjertur i langdistansekorridorene. kg/ptur. 2006	54
3.5. Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter per passasjertur i mellomdistansekorridorene. kg/ptur. 2006	54
3.6. Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter per passasjertur i kortdistansekorridorene. kg/ptur. 2006	55
3.2. Eksempel på logistikk-kjeder ved dør-dør transporter	62

Tabellregister

2. Makroperspektivet: Gjennomsnittstall for Norge	
2.1. Tetthet og energiinnhold i norske petroleumsprodukter brukt til transport	15
2.2. CO ₂ -utslipp fra elektrisitetsforbruk ved ulike forutsetninger. g/kWh	17
2.3. Omregning mellom tonnkm (tkm) og person- eller passasjerkm (pkm)*	17
2.4. GWP-verdier for de tre viktigste klimagassene	18
2.5. Drivstoff- og energiforbruk for bensin- og dieseldrevne personbiler. 1994, 1998 og 2004	18
2.6. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for bensin- og dieseldrevne personbiler. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2004	19
2.7. Utslipp per vognkm fra bensin- og dieseldrevne personbiler. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004	19
2.8. Utslipp per personkm fra bensin- og dieseldrevne personbiler. g/pkm. 1994, 1998 og 2004	20
2.9. Energiforbruk for drosjer. 1994, 1998 og 2004	21
2.10. Utslipp per vognkm fra drosjer. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004	21
2.11. Utslipp per passasjerkm fra drosjer. g/pkm. 1994, 1998 og 2004	21
2.12. Energiforbruk for mopeder og motorsykler. 1994, 1998 og 2004	22
2.13. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for mopeder og motorsykler. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2004	22
2.14. Utslipp per vognkm fra mopeder og motorsykler. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004	23
2.15. Utslipp per personkm fra mopeder og motorsykler. g/pkm. 1994, 1998 og 2004	23
2.16. Energiforbruk for busser. 1994, 1998 og 2005	24
2.17. Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for busser. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2005	24
2.18. Utslipp per vognkm fra busser. g/vognkm. 1994, 1998 og 2005	24
2.19. Utslipp per passasjerkm fra busser. g/pkm. 1994, 1998 og 2005	24
2.20. Energiforbruk for elektriske persontog. Energiforbruket er inklusive tap i omformer og ledningsnett. 1998 og 2004	25
2.21. Energiforbruk for dieseldrevne persontog. 1998 og 2004	25
2.22. Utslipp per passasjerkm fra elektrisk jernbane. Norsk elektrisitetsmiks. g/pkm. 1998 og 2004	26

2.23.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for dieseldrevet jernbane. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 1998 og 2004	26
2.24.	Utslipp per passasjerkm fra dieseldrevne persontog. g/pkm. 1998 og 2004	26
2.25.	Elektrisitetsforbruk for T-bane og sporvogn. Energiforbruket er inklusive tap i omformer og ledningsnett. 2000 og 2004	27
2.26.	Energiforbruk og transportarbeid for innenlandske rutefly. 1994, 1998 og 2004	28
2.27.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for jetparafin. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 1994, 1998 og 2004	28
2.28.	Utslipp per passasjerkm fra innenlandske rutefly. g/pkm. 1994, 1998 og 2004	28
2.29.	Energiforbruk og transportarbeid for rutebåter. 1994 (1993 for bilferger og hurtigbåter), 1998 og 2004	29
2.30.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for MGO. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 1993, 1998 og 2004	30
2.31.	Utslipp per passasjerkm fra ferger, hurtigbåter og Hurtigruten. g/pkm. 1993, 1998 og 2004	30
2.32.	Innenlandsk persontransport, målt i millioner personkilometer for personbiler, motorsykler og mopeder, for øvrige transportformer målt i millioner passasjerkilometer. 1994, 1998 og 2004	31
2.33.	Energiforbruk for innenlandsk persontransport. Energiforbruk per passasjerkm, for personbiler, motorsykler og mopeder er energiforbruket per personkm. MJ/pkm. 1994 (1993 for sjøfart), 1998 (2000 for T-bane og sporvogn) og 2004 (2005 for rutebusser)	31
2.34.	Utslipp til luft fra innenlandsk persontransport. CO ₂ – ekvivalenter per passasjerkm, per personkm for personbiler, motorsykler og mopeder. g/pkm. 1994 (1993 for sjøfart), 1998 og 2004 (2005 for rutebusser)	33
2.35.	Energiforbruk for varebiler. 1994, 1998 og 2004	34
2.36.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for varebiler. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg. 1994, 1998 og 2004	35
2.37.	Utslipp per vognkm fra varebiler. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004	35
2.38.	Energiforbruk for dieseldrevne lastebiler. 1994, 1998 og 2004	36
2.39.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for lastebiler etter nyttelast. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg. 1994, 1998 og 2004	36
2.40.	Utslipp per vognkm fra lastebiler etter nyttelast. g/vognkm. 1994, 1998 og 2004	37
2.41.	Utslipp per tonnkm fra lastebiler etter nyttelast. g/tkm. 1994, 1998 og 2004	37
2.42.	Energiforbruk for godstransport med elektrisk jernbane. Energiforbruket er inklusive tap i omformer og ledningsnett. 1998 og 2004	37
2.43.	Energiforbruk for godstransport med dieseldrevet jernbane. 1998 og 2004	38
2.44.	Utslipp til luft per tonnkm fra elektrisk jernbane. g/tkm. 1998 og 2004	38
2.45.	Utslipp til luft per tonnkm fra dieseldrevne godstog. g/tkm. 1998 og 2004	38
2.46.	Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandske rutefly. g/tkm. 1994, 1998 og 2004	38
2.47.	Utslipp til luft per tonnkm fra ferger og Hurtigruten. g/tkm. 1994, 1998 og 2004	39
2.48.	Innenlandsk godstransport, målt i millioner tonnkilometer. 1998 og 2004	40
2.49.	Energiforbruk for innenlandsk godstransport. Energiforbruk per tonnkm. MJ/tkm. 1994, 1998 og 2004	40
2.50.	Utslipp til luft per tonnkm fra innenlandsk godstransport. CO ₂ – ekvivalenter per tonnkm. g/tkm. 1994 (1993 for sjøfart), 1998 og 2004	41
3.	Mikroperspektivet: Noen eksempler	
3.1.	Data for persontransport innhentet fra transportører. En oversikt over tidsperiodene og hvilket årstall dataene er hentet fra	44
3.2.	Data for godstransport innhentet fra transportører. En oversikt over tidsperiodene og hvilket årstall dataene er hentet fra	44
3.3.	Energiforbruk per persontur (ptur) og per personkm (pkm) for bensin- og dieseldrevne personbiler i utvalgte korridorer. 2007	45
3.4.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for bensin- og dieseldrevne personbiler. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 2005	45
3.5.	Utslipp fra bensindrevne personbiler på utvalgte korridorer. g/ptur, kg/ptur for CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter. 2005	45
3.6.	Utslipp fra dieseldrevne personbiler per passasjertur på utvalgte korridorer. g/ptur, kg/ptur for CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter. 2005	46
3.7.	Distanser og passasjerer i korridorer	46
3.8.	Energiforbruk i korridorer. 2006/2007	46
3.9.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for buss (diesel). g / kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg. 2005	47
3.10.	Utslipp per passasjerkm fra buss i utvalgte korridorer. g/pkm. 2006	47
3.11.	Energiforbruk i utvalgte korridorer. Tallene er inklusive energiforbruk ved hensetting og tap i omformer og ledningsnett. 2007	48
3.12.	Energiforbruk og persontransportarbeid i utvalgte korridorer for jernbane. Energiforbrukstallene er inklusive energiforbruk ved hensetting og tap i omformer og ledningsnett 2007	49
3.13.	CO ₂ -utslipp per passasjerkm for tog. g/pkm. 2006	49

3.14.	Grunnlagsdata for flyvninger mellom Oslo og Bergen og mellom Oslo og Tromsø. 2006	50
3.15.	Energiforbruk i prosent fordelt på etapper ved landing og letting - LTO (SSB 2007).....	50
3.16.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for jetparafin. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 2006.....	50
3.17.	Energiforbruk og utslipp til luft per passasjerkm for Oslo-Bergen og Oslo-Tromsø. g/pkm. 2006.....	50
3.18.	Energiforbruk og utslipp til luft per passasjer per tur (ptur) ved transport i fly Oslo-Bergen og Oslo-Tromsø. 2006.....	51
3.19.	Drivstofforbruk og kapasitet for hurtigbåtene. 2006.....	52
3.20.	Anløpshavner mellom Stavanger og Bergen. Antall passasjerer, tur/retur og sammenlagt, avstand mellom havnene i km og passasjertransportarbeidet på hver enkelt strekning	52
3.21.	Energiforbruk per passasjerkm for hurtigbåtene over året (jun 06 til jun 07).....	52
3.22.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for MGO. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg. 2006	52
3.23.	Utslipp til luft per passasjerkm fra hurtigbåt på strekningen Bergen-Stavanger. g/pkm. 2006	52
3.24.	Utslipp per passasjer per tur (ptur) for utvalgte korridorer. CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter i kg/ptur. Øvrige i g/ptur	53
3.25.	Utslipp av CO ₂ per passasjerkm for ulike elektrisitetsmiks i fem korridorer. g/pkm. 2006	55
3.25.	Datagrunnlag og energiforbruk for vogntog (gjennomsnitt for tre tilfeldig valgte turer). 2007.....	56
3.26.	Datagrunnlag og energiforbruk for lastebiler for distribusjon på utvalgte distanser. 2006.....	56
3.27.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for vare- og lastebiler (diesel). g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 2005.....	56
3.28.	Utslipp fra vogntog per tonnk. g/tkm. 2006.....	57
3.29.	Utslipp fra distribusjon med lastebil per tonnk. CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter i kg/tonnk. Øvrige i g/tonnk. 2006.....	57
3.30.	Transport av gods med jernbane i korridorer CargoNet opererer. 2006.....	57
3.31.	Energiforbruk ved transport av gods med tog. 2006.....	58
3.32.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for dieseldrevet jernbane. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 2006	58
3.33.	Utslipp fra godstog per tonnk i korridorer. g/tkm.....	58
3.34.	Seilingsdistanser i nautiske mil og kilometer	58
3.35.	Bunkerstype og totalt bunkersforbruk (jun-06 til jun-07).....	59
3.36.	Skipenes kapasitet, bunkersforbruk og seilingsdistanse (jun-06 til jun-07)	59
3.37.	Energibruk for godsskipene over året (jun 06 til jun 07)	59
3.38.	Gjennomsnittlige utslippsfaktorer for skip. g/kg drivstoff. CO ₂ i kg/kg drivstoff. 2006	59
3.39.	Utslipp fra skip per tonnk i korridorer. g/tkm. Jun 06 til jun 07	59
3.40.	Energiforbruk ved transport av gods med fly. Oslo - Bergen og Oslo -Tromsø. 2006	60
3.41.	Utslipp per tonnk ved transport av gods med fly. Oslo - Bergen og Oslo -Tromsø. g/tkm. 2006	60
3.42.	Utslipp per tur (per tonn) og per tonnk transportert gods. Oslo - Bergen. CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter i kg/tur og kg/tonnk. Øvrige i g/tur og g/tonnk. (Basert på cases/eksempler).....	61
3.43.	Utslipp per tur (per tonn) og per tonnk transportert gods. Oslo - Narvik. CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter i kg/tur og kg/tonnk. Øvrige i g/tur og g/tonnk. (Basert på cases/eksempler).....	61
3.44.	Utslipp per tur (per tonn) og per tonnk transportert gods. Stavanger - Trondheim. CO ₂ og CO ₂ -ekvivalenter i kg/tur og kg/tonnk. Øvrige i g/tur og g/tonnk. (Basert på cases/ eksempler).....	61
3.45.	Utslipp per tur (per tonn transportert gods) ved dør-dør transport i korridorene. CO ₂ -ekvivalenter i kg/tur. 2006 og 2007.....	62
4.	Sammenlikning med makroperspektivet	
4.1.	Energiforbruk og utslipp til luft per passasjerkm. CO ₂ - ekvivalenter per passasjerkm, per personkm for personbiler. 2004 og 2006.....	64
4.2.	Energiforbruk og utslipp til luft per tonnk. 2004 og 2006	65