



Vestlandsforskning

Boks 163, 6851 Sogndal

Tlf. 57 67 61 50

Internett: www.vestforsk.no

VF notat 6/2004

Samfunnsregnskap for Oslo Sporveier 2003

Av

Otto Andersen

VF notat

Notat tittel: Samfunnsregnskap for Oslo Sporveier 2003		Notatnr: 6/04
		Dato: April 2004
		Gradering: Åpen
Prosjekttittel: Utarbeiding av samfunnsregnskap for Oslo Sporveier for året 2003	Tal sider: 42	
Forskarar: Otto Andersen,	Prosjektansvarleg: Karl G Høyser	
Oppdragsgjevar: Oslo Sporveier	Emneord: Persontransport i Oslo: energibruk, luftforurensning, ulykkeskostnader, miljøkostnader, støykostnader	
Samandrag: Notatet presenterer samfunnsregnskap for Oslo Sporveier for året 2003. Det synleggjøres hvordan grunnlaget for beregningene er framkommet. Det presenteres i tillegg oppdaterte faktorer for energibruk, utslipp, ulykkeskostnader og støykostnader fra ulike former for persontransport innen Oslo bys grenser. Det presenteres også oppdaterte faktorer for miljøkostnader knyttet til de ulike utslippskomponentene. I samfunnsregnskapet sammenliknes samfunnspåvirninger fra konsernets persontransport med de tilsvarende påvirkninger fra den øvrige persontransporten i Oslo. Det gjøres en tallfesting av energibruk og utslipp av CO ₂ , NO _x , PM ₁₀ og PM _{2,5} for de ulike formene for persontransport. Samfunnskostnader ved de ulike utslippene blir beregnet ved å tillegge de ulike utslippskomponentene egne kostnadsfaktorer. Det blir også gitt en tallfesting av ulykkeskostnader og støykostnader ved de ulike formene for persontransport.		
Andre publikasjonar frå prosjektet:		
ISBN nr: ISSN: 0804-8835	Pris : Kr 100,-	

Forord

Dette er rapporten fra et oppdrag finansiert av Oslo Sporveier.

Hovedmålet med oppdraget har vært å synliggjøre grunnlaget for beregning av samfunnsregnskapet for Oslo Sporveier for året 2003.

Notatet bygger i stor grad på arbeidet med utarbeiding av samfunnsregnskapet for Oslo Sporveier for året 2000, som inngikk i miljørapporten til Oslo Sporveier for 2000. Dokumentasjonsrapporten for det arbeidet er tidligere utgitt av Vestlandsforskning i form av VF-notat 6/01. Samfunnsregnskapet for 2003 er utvidet til tillegg å inneholde ulykkeskostnader og støykostnader ved de ulike formene for persontransport.

I dette notatet er det lagt vekt på å synliggjøre underlaget for samfunnsregnskapet. Det blir vist hva kildene til tallmaterialet er, samt begrunnelser for valg av ulike faktorer som inngår i beregningene.

Otto Andersen har vært ansvarlig for gjennomføringen av arbeidet.

Karl Georg Høyer har vært faglig hovedansvarlig.

Sogndal, april 2004
Karl Georg Høyer

Innhold

1. INNLEDNING.....	1
2. TRANSPORTARBEID OG KAPASITETSUTNYTTELSE	2
2.1. PERSONBIL	2
2.2. DROSJE.....	2
2.3. BUSS.....	2
<i>Bybuss</i>	2
<i>Regionbuss</i>	2
<i>Fjernbuss</i>	2
<i>Flybuss</i>	3
2.4. T-BANE	3
2.5. TRIKK.....	3
2.6. TOG	3
<i>Lokaltog</i>	3
<i>Regiontog</i>	3
<i>Flytog</i>	3
<i>Fjerntog</i>	3
2.7. BÅT	3
<i>Rutebåter/små ferger</i>	3
<i>Danmark- og Tysklandsferger</i>	4
<i>Cruiseskip</i>	5
3. DIREKTE ENERGIBRUK	5
3.1. ENERGIBRUK FOR PERSONBIL	5
3.2. ENERGIBRUK FOR DROSJE.....	6
3.3. ENERGIBRUK FOR BUSS.....	6
<i>Bybuss</i>	6
<i>Regionbuss</i>	8
<i>Fjernbuss</i>	8
<i>Flybuss</i>	8
3.4. ENERGIBRUK FOR T-BANE	9
3.5. ENERGIBRUK FOR TRIKK.....	9
3.6. ENERGIBRUK FOR TOG	9
<i>Lokaltog</i>	9
<i>Regiontog</i>	9
<i>Flytog</i>	9
<i>Fjerntog</i>	10
3.7. ENERGIBRUK FOR BÅT	10
<i>Rutebåter</i>	10
<i>Danmark- og Tysklandsferger</i>	10
<i>Cruiseskip</i>	12
4. DIREKTE UTSLIPP	12

4.1.	UTSLIPP FRA PERSONBIL OG DROSJE	12
4.2.	UTSLIPP FRA BUSS	15
	<i>Bybuss</i>	15
	<i>Regionbuss</i>	17
	<i>Fjernbuss</i>	17
	<i>Flybuss</i>	18
4.3.	UTSLIPP FRA TOG	19
4.4.	UTSLIPP FRA BÅT	19
5.	MILJØKOSTNADER VED UTSLIPPENE.....	22
5.1.	METODISKE TILNÆRMINGER VED BEREGNING AV MILJØKOSTNADER FOR UTSLIPP.....	22
5.2.	KOSTNADER VED UTSLIPP AV NO _x	24
5.3.	KOSTNADER VED UTSLIPP AV CO ₂	26
5.4.	KOSTNADER VED UTSLIPP AV PARTIKLER	28
6.	STØYKOSTNADER.....	29
7.	ULYKKESKOSTNADER.....	30
8.	REDUKSJONER I MILJØKOSTNADENE VED OVERGANG TIL LAV-SVOVEL DIESEL.....	31
9.	BRUTTO DIREKTE UTSLIPP.....	32
9.1.	DIESEL OG BENSIN	32
	<i>Personbiler</i>	33
	<i>Drosjer</i>	33
	<i>Buss</i>	34
	<i>Båt</i>	34
9.2.	ELEKTRISITET	34
10.	INDIREKTE UTSLIPP	35
11.	SAMMENSTILLINGER.....	36
12.	REFERANSER.....	39
12.1.	LITTERATUR OG INTERNET	39
12.2.	PERSONLIGE MEDDELELSER.....	41

Liste over tabeller

Tabell 1	Drivstofforbruk personbil, grunnlagsdata	5
Tabell 2	Energiforbruk per personkilometer, personbil	5
Tabell 3	Drivstofforbruk drosje, grunnlagsdata.....	6
Tabell 4	Drivstofforbruk bybuss, <30km/t, ulike EURO-kategorier, grunnlagsdata ..	7
Tabell 5	Energiforbruksfaktorer per kjøretøykilometer for bybuss, ulike EURO- kategorier	7

Tabell 6 Beregnet totalt energiforbruk bybusser, ulike EURO-kategorier.....	7
Tabell 7 Energiforbruk per personkilometer for bybuss, ulike EURO-kategorier	8
Tabell 8 Drivstofforbruk flybusser, grunnlagsdata.....	9
Tabell 9 Faktorer for eksosutslipp av NO _x , CO ₂ , PM ₁₀ og PM _{2,5} i eksos fra personbiler og drosjer, per kjøretøykilometer	13
Tabell 10 Faktorer for personbil- og drosjeutslipp av partikler fra andre kilder enn eksos (g/vkm).....	14
Tabell 11 Faktorer for personbil- og drosjeutslipp per personkilometer (kg CO ₂ , g NO _x , g PM ₁₀ og g PM _{2,5}).....	14
Tabell 12 Beregnede utslipp av CO ₂ , NO _x , PM ₁₀ og PM _{2,5} fra personbil og drosje (tonn).....	14
Tabell 13 Eksosutslipp bybuss <30 km/t ulike EURO-kategorier, grunnlagsdata	15
Tabell 14 Beregnede utslipp av CO ₂ og NO _x fra bybussene, ulike EURO-kategorier	15
Tabell 15 Faktorer for buss-utslipp av partikler fra andre kilder enn eksos (g/vkm)	16
Tabell 16 Faktorer for Oslos bybussers utslipp av partikler per kjøretøykilometer (gram).....	16
Tabell 17 Beregnede utslipp av PM ₁₀ fra bybussene, ulike EURO-kategorier (tonn)	16
Tabell 18 Beregnede utslipp av PM _{2,5} fra bybussene, ulike EURO-kategorier (tonn)	17
Tabell 19 Utslippsfaktorer for regionbuss	17
Tabell 20 Beregnede utslipp fra regionbusser	17
Tabell 21 Utslippsfaktorer for fjernbuss	18
Tabell 22 Beregnede utslipp fra fjernbusser	18
Tabell 23 Utslippsfaktorer for flybuss	18
Tabell 24 Beregnede utslipp fra flybusser	19
Tabell 25 Anslag over kostnader av NO _x -utslipp. Tall i NOK/kg (ca. 2003-kroner)	25
Tabell 26 Kostnadsverdier for NO _x -utslipp knyttet til transport. Tall i NOK/kg (2003-kroner)	26
Tabell 27 Anslag over kostnader av CO ₂ -utslipp. Tall i NOK/kg (2003-kroner)	27
Tabell 28 Anslag over kostnader av partikkelutslipp. Tall i NOK/kg (2003-kroner)	28
Tabell 29 Faktorer for støykostnader (2003-kroner)	29
Tabell 30 Faktorer for ulykkeskostnader (2003-kroner)	31
Tabell 31 Importert og forbrukt elektrisitet 1994-2003.....	35
Tabell 32 Brutto direkte utslipp for tog, t-bane og trikk (tonn).....	35
Tabell 33 Sammenfatning av samfunnsregnskapet 2003 – Persontransportsystemet i Oslo.....	37

Tabell 34 Sammenfatning av samfunnsregnskapet med brutto direkte kostnader inkludert.....	38
--	----

1. Innledning

Vestlandsforskning har gjennom en rekke år utført oppdrag for Oslo Sporveier knyttet til persontransport i Oslo. Dette har inkludert beregninger av persontransportens miljøbelastning ved ulike scenarier for transportens utvikling i form av energiforbruk, utslipp til luft, tids- og arealbruk. Dette ga grunnlaget for arbeidet med å analysere og systematisere materialet som inngikk i Oslo Sporveiers første miljørapport, som ble laget for året 2000. Som en del av miljørapporten ble det utarbeidet et samfunnsregnskap for bedriften. I samfunnsregnskapet ble det gjort en tallfesting av energiforbruk og utslipp fra bedriftens transporttjenester, i sammenlikning med den øvrige persontransport i Oslo. Dette ble gjort både i form av totale mengder og sett i forhold til utført transportarbeid (per personkilometer).

I forhold til samfunnsregnskapet for 2000 er det i regnskapet for året 2003 også beregnet kostnader fra ulykker og støy forårsaket av ulike former for persontransport.

For denne typen sammenlikninger av energi og utslipp fra ulike transportformer er det helt avgjørende at det velges systemgrenser og faktorer for mest mulig sammenliknbare forhold. Så vel elektrisitet som bensin og diesel er *energibærere*. For å bringe energibærerne fram til sluttbruksleddene – dvs. transportmidlene – trengs det i begge tilfelle et produksjons-, overførings-, eller leveransesystem. Disse systemene gir i begge tilfelle energitap og miljøproblemer (bl.a. utslipp av luftforurensninger). Systemgrensen for energibærere i samfunnsregnskapet er satt ved energibruk til transportmidlenes framdrift (*direkte* energibruk). Energi og utslipp fra produksjon og vedlikehold av transportmidlene og deres infrastruktur (*indirekte* utslipp og energibruk) gjøres det kun en kortfattet kommentar på, for å kunne si noe om hvordan miljøkostnadene i samfunnsregnskapet ville endres dersom dette ble tatt med i beregningene. Miljøkostnader knyttet til og utslipp fra energibærernes produksjon og distribusjon (brutto direkte utslipp) gjøres det imidlertid en egen analyse av. Det tas da hensyn til at en del av elektrisiteten er importert og dermed bl.a. produsert ved kullkraftverk, og at produksjon av bensin- og diesel gir utslipp fra bl.a. oljeplattformer og oljeraffinerier.

Det gjøres i notatet også en analyse av effekt fra overgang til lav-svovel diesel, for å kunne si noe om hvilke reduksjoner i miljøkostnadene som kan forventes ved en overgang til diesel med lavt svovelinnhold (10 ppm) for bybussene i Oslo.

Det er forsøkt å inkludere så mye som mulig av den motoriserte persontransporten som finner sted innen Oslo bys grenser. Dette inkluderer i første rekke den vei- og skinnebaserte transporten, i form av personbil, drosje, buss, T-bane, tog og trikk. Også transport på vann er inkludert, dvs. rutebåter, passasjerferger og cruisebåter. Det ville også ha vært ønskelig å inkludere fritidsbåter, men dette er valgt å holdes utenfor, p.g.a. stor usikkerhet i datagrunnlaget for denne transporten. Flytransport gir også bidrag i form av utslipp og støy, men er heller ikke inkludert, igjen p.g.a. svakt datagrunnlag for denne transportens påvirkninger innen Oslo bys grenser.

2. Transportarbeid og kapasitetsutnyttelse

2.1. Personbil

Beregninger benyttet i Byutredningen for Oslo og Akershus viser at på en hverdag i 2000 var det et totalt motorisert trafikkarbeid i Oslo på 6,8 mill vkm. Dette er justert for trafikkveksten i Oslo mellom 2000 og 2003 basert på opplysninger fra Statens Vegvesen (pers meddel.). Trafikkveksten i Oslo 2000-2001 oppgis til 1,7%, 2001-2002 til 1,4% og 2002-2003 til 0,3%. Det kan således beregnes et totaltall på 2 097 mill vkm i 2003, basert på en multiplikasjon av hverdagstrafikken med 345 for å gi årstrafikk¹. Ca 10 % av dette kan anslås til godstransport, og ytterligere 2 % godstransport med småbiler (varelevering, budbiler, pizzabiler) som må trekkes fra. Bussene i Oslo kjørte totalt 29 mill vkm i 2003. Ved å benytte et tall for drosjer på 134 mill vkm i 2003, utregnet som vist nedenfor, blir det beregnede tallet for personbiler 1 959 mill vkm. Dagens gjennomsnittsbelegg for personbilbruk i Oslo, inkludert de reisene i Oslo med startpunkt eller sluttspunkt utenfor Oslo, blir av TØI oppgitt til 1,64 personer per bil (pers. meddel.). Samlet persontransportarbeid for personbiler i Oslo i 2003 kan således beregnes til 3 212,4 mill pkm.

2.2. Drosje

Drosjene i Oslo kjørte i 2000 ca.130 mill vkm (PROSAM, 2002). Justert for trafikkveksten i Oslo mellom 2000 og 2003 kan det beregnes et transportarbeid på ca. 134 mill vkm for drosjer i 2003. Gjennomsnittsbelegg på drosjer i Norge var 1,3 passasjerer/drosje pr. 31.12. 2002 (Norges Taxiforbund, 2003). Det gjøres en antagelse om at dette belegget er representativt også for Oslo. Totalt persontransportarbeid for drosjer i Oslo kan således beregnes til 175,0 mill pkm.

2.3. Buss

Bybuss

Kjøringen med bybussene på kontrakt for Sporveien utgjorde i 2003 totalt² 17,0 mill vkm, eller 245 mill personkilometer og 1 247 mill plasskilometer. Gjennomsnittsbelegget blir dermed 14,4 passasjerer per buss.

Regionbuss

Transportarbeidet for regionbussene i 2003 i Oslo er beregnet³ til å utgjøre totalt 7,8 mill vkm og 114,3 mill personkilometer. Gjennomsnittsbelegget blir dermed 14,7 passasjerer per buss.

Fjernbuss

Transportarbeidet for fjernbussene i 2003 i Oslo er beregnet til⁴ totalt 1,24 mill vkm og 22,6 mill personkilometer. Gjennomsnittsbelegget var 18,2 passasjerer per buss.

¹ Faktoren på 345 er Truls Angell sitt anslag basert på Prosam-rapport nr.30 utarbeidet av Norsk Regnesentral

² Sporveisens offisielle tall

³ Basert på modellberegninger fra Oslo Sporveier v/Truls Angell

⁴ Basert på modellberegninger fra Oslo Sporveier v/Truls Angell

Flybuss

Transportarbeidet for flybussene i 2003 i Oslo er beregnet⁴ til totalt 2,57 mill vkm og 37,8 mill pkm. Gjennomsnittsbelegget var 14,7 passasjerer per buss.

2.4. T-Bane

Sporveiens T-bane kjørte i 2003 totalt⁵ 19,6 mill vkm. Dette utgjorde 398,4 mill pkm og 2 354 mill plasskm. Gjennomsnittsbelegget var dermed 20,3 passasjerer per T-banevogn, med en plassutnyttelse på 16,9%.

2.5. Trikk

Sporveiens trikker kjørte i 2003 totalt⁵ 3,1 mill vkm. Dette utgjorde 73,6 mill pkm og 572,4 mill plasskm. Gjennomsnittsbelegget var dermed 23,7 passasjerer per trikk, med en plassutnyttelse på 12,9%.

2.6. Tog

Lokaltog

Transportarbeidet for lokaltogene i 2003 i Oslo er beregnet⁴ til totalt 2,3 mill vkm og 174,9 mill pkm. Gjennomsnittsbelegget var dermed 75,3 passasjerer per tog.

Regiontog

Transportarbeidet for regiontogene i 2003 i Oslo er beregnet⁴ til totalt 1,1 mill vkm og 202,7 mill pkm. Gjennomsnittsbelegget var dermed 177,3 passasjerer per tog.

Flytog

Transportarbeidet for flytogene i 2003 i Oslo er beregnet⁴ til totalt 1,4 mill vkm og 114,2 mill pkm. Gjennomsnittsbelegget var dermed 79,0 passasjerer per tog.

Fjerntog

Transportarbeidet for fjerntogene i 2003 i Oslo er beregnet⁴ til totalt 0,28 mill vkm og 34,2 mill pkm. Gjennomsnittsbelegget var dermed 123,1 passasjerer per tog.

2.7. Båt

Rutebåter/små ferger

Bygdøyfergene har to ferger som i 2003 til sammen kjørte 3,9 mill plasskilometer for Oslo Sporveier⁶. Dette utgjorde 0,026 mill fartøykilometer. I gjennomsnitt var det 44 personer per avgang (Båtservice A/S, pers.meddel. 2004). Totalt var det 0,33 millioner reisende med

⁵ Sporveisens offisielle tall

⁶ Tall innhentet av Oslo Sporveier fra kontraktkjørende selskaper. Kontaktperson: Åke Lindholm , tel 22823210

Bygdøyfergene. I tillegg til de to båtene som kjører i regulære ruter, har Bygdøyfergene 12 båter som benyttes til sightseeing turer, charterturer etc. Det er imidlertid ikke mulig å inkludere dette i samfunnsregnskapet, da Bygdøyfergene ikke har tall for transportarbeidet disse båtene produserer.

Oslo-Fergene har 4 ferger som i 2003 til sammen kjørte 7,3 mill plasskilometer for Oslo Sporveier⁷. Dette utgjorde 0,041 mill fartøykilometer. Gjennomsnittlig reiselengde blir anslått til 2,1 km. Dette inkluderer en rute som et lite stykke går utenfor Oslo bys grense (til Langøyene i juni-august). Dette utgjør svært lite i forhold til det totale rutenettet, slik at det representerer liten feil å inkludere dette.

Totalt var det 0,85 millioner reisende med Bygdøyfergene og Oslo-Fergene til sammen. Samlet persontransportarbeid for de selskapene i 2003 var 1,8 mill personkm.

SL har tre båtruter som kjører i Oslo. Rute 601 går mellom Nesodden og Aker brygge. Dette er en rute på 6,5 km, hvorav 5 km i Oslo. Antall passasjerer i 2003 var 2,4 mill, med et gjennomsnitt på 115 passasjerer per tur (SL, pers.meddel). Fra dette kan det beregnes at det ble kjørt 20 499 turer, altså 0,10 mill fartøykilometer eller 11,8 mill personkilometer i Oslo.

Rute 256 er hurtigbåtrute mellom Aker brygge og Slemmestad, med 10 enkeltturer man-fre i 44 uker, dvs totalt 2 200 enkeltturer. Av denne ruten på totalt 19 km er ca 5 km i Oslo. Antall passasjerer i 2003 var 60 952. Det kan således beregnes at det i 2003 ble kjørt 0,011 mill fartøykilometer og 0,30 mill personkilometer i Oslo.

Rute 602 går mellom Drøbak og Aker brygge, med 8 124 passasjerer på totalt 172 enkeltturer i 2003. Dette er en rute på totalt ca 30 km, hvorav også her ca 5 km i Oslo. Det ble således kjørt 860 fartøykilometer og 0,040 mill personkilometer i Oslo.

Totalt transportarbeid i Oslo utført av SL -båtene i 2003 kan således beregnes til 0,11 mill fartøykilometer og 12,1 mill personkilometer.

Danmark- og Tysklandsferger

Med Stena Line sin fergerute mellom Oslo til Fredrikshavn reiste det i 2003 totalt 0,55 mill passasjerer. Avstanden fra kai til Oslo grense er ca 5 km. Totalt transportarbeid kan således beregnes til 2,8 mill personkilometer.

På DFDS sin fergerute mellom Oslo til København reiste det i 2003 totalt 0,80 mill passasjerer (DFDS, pers. meddel. nr.2). Det er ca 5 km fra kai til Oslos grense. Således kan persontransportarbeidet beregnes til 4,0 mill pkm.

Med Color Line sin fergerute fra Oslo til Kiel reiste det i 2003 totalt 0,57 mill personer (Color Line, 2004a). Tilsvarende tall for Oslo-Hirtshals er 0,59 mill (Ibid.). Det er ca 3 km

⁷ Tall innhentet av Oslo Sporveier fra kontraktkjørende selskaper. Kontaktperson: Bjørn Hansen , tel 23327786

fra kai til Oslos grense. Totalt persontransportarbeid for Color Line sine ferger var således 3,5 mill pkm.

Cruiseskip

Det var i 2003 i alt 0,12 mill personer som var med på anløpene av cruiseskip i Oslo (Cruise Norway, pers. meddel.). Avstanden fra kai til Oslo grense er ca 4 km. De 0,24 mill enkelttureisene for personer til og fra kai i Oslo innebar således et persontransportarbeid for cruiseskipene på 0,96 mill pkm.

3. Direkte energibruk

I dette kapitlet blir det redegjort for valg av faktorer for energibruk i persontransport i Oslo med privatbil, drosje, buss, T-bane, trikk, tog og båt.

3.1. Energibruk for personbil

For personbil er faktor for energibruk beregnet med basis i SFT's utslippsrapport (Bang et al., 1999). SFT-faktorene for bensindrevne biler produsert i perioden 1989-1994 og for dieseldrevne biler produsert i perioden 1991-1994 er benyttet, ettersom dette er de SFT-kategoriene som best tilsvarer den gjennomsnittlige alderen (10,3 år) på personbilparken (Opplysningsrådet for Veitrafikken, 2004). Dette kan gjøres fordi reduksjonen i drivstofforbruk har vært tilnærmet lineær i perioden som SFT-faktorene dekker. Det er benyttet kjørekategorien bykjøring, <30km/t, som er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Drivstofforbruk personbil, grunnlagsdata

	Drivstofforbruk (g/vkm)
Personbil, bensin	84
Personbil, diesel	60

Med et energi-innhold på 12,23 og 11,76 kWh/kg for henholdsvis bensin og diesel, belegg på 1,64 personer per bil, oppnås energiforbruk per personkilometer som vist i Tabell 2.

Tabell 2 Energiforbruk per personkilometer, personbil

	Energiforbruk (kWh/pkm)
Personbil, bensin	0,626
Personbil, diesel	0,430

Opplysningsrådet for Veitrafikken oppgir at 10,9 % av personbilbestanden pr. 31.12.2003 i Norge bestod av dieseldrevne biler og 89,1 % av bensindrevne (Gjønnes, pers meddel., februar, 2004). Det antas at dette også er representativt for sammensetningen av

personbilparken i Oslo. Ved i tillegg å ta hensyn til forutsetningene og beregningene som ble gjort i Lundli m.fl. (1998b) har vi estimert et gjennomsnittlig energiforbruk på 0,62 kWh/pkm, eller 1,02 kWh/vkm, for personbilbruken i Oslo. Med et totalt transportarbeid på 3 212 millioner pkm var total energibruk i 2003 for personbilbruken i Oslo 1 992 GWh.

3.2. Energibruk for drosje

For beregning av energibruk i drosje er det tatt utgangspunkt i at drosjekategorien også inkluderer minibusser operert av drosjeselskapene. For drosjer av personbil-kategori var den gjennomsnittlige alderen 3,5 år pr. 31.12. 2002 (Norges Taxiforbund, 2003). Det antas at dette også er representativt for alderssammensetningen av personbilparken i Oslo. Det er derfor anvendt SFT-kategorien personbiler produsert i 97-2000 som basis for estimering av gjennomsnittlig energiforbruk i denne kategorien drosjer. For minibusser var den gjennomsnittlige alderen pr. 31.12. 2002 for bensindrevne 8,6 år og for dieseldrevne 3,6 år (Ibid.). For bensindrevne er det derfor brukt SFT-kategorien busser (<3,5 tonn) produsert i 1980-84, mens for dieseldrevne produsert i 1998-2000. Også her er det benyttet kjørekategorien bykjøring <30km/t, som er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Drivstofforbruk drosje, grunnlagsdata

	Drivstofforbruk (g/vkm)
Drosje, bensin	72
Drosje, diesel	46
Minibusser, bensin	120
Minibusser, diesel	84

74,9 % av drosjene i personbilkategori er drevet av diesel (Gjønnes, pers meddel., februar, 2004) og 98,6 % av minibussene er drevet av diesel (Norges Taxiforbund, 2003). Antall minibusser utgjør 13,2 % av det totale antall drosjer (Ibid.). Ved i tillegg å ta hensyn til forutsetningene og beregningene som ble gjort i Lundli et al (1998b) har vi estimert et gjennomsnittlig energiforbruk for drosjer på 0,63 kWh/vkm, eller 0,48 kWh/pkm. Med et totalt transportarbeid på 175 millioner pkm kan det således beregnes at drosjebruken i Oslo forårsaket et energibruk på 84 GWh.

3.3. Energibruk for buss

Bybuss

Energibruk for bybuss i Oslo er beregnet ut fra mengde drivstoff innkjøpt til disse bussene i 2003. Bybussene tanket i løpet av året totalt 9,5 mill liter diesel, som med et energiinnhold på 9,76 kWh/l tilsvarer et energibruk på 93,15 GWh.

Energibruk er også beregnet ut fra sammensetningen av bussparken med hensyn til tilfredsstillelse av ulike EURO-kategorier. For dette er det lagt til grunn SFT's

utslippsrapport (Bang et al., 1999). Det er benyttet kjørekategorien innen bykjøring, <30km/t, ettersom dette er den kjørekategorien som reflekterer gjennomsnittshastigheten for bybussene i Oslo best. Drivstofforbruk for denne kjørekategorien er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Drivstofforbruk bybuss, <30km/t, ulike EURO-kategorier, grunnlagsdata

	Drivstofforbruk (g/vkm)
EURO 0	403
EURO 1	364
EURO 2	357
EURO 3	350

Med energi-innhold på 11,76 kWh/kg for diesel kan faktorer for den gjennomsnittlige energibruken (i kWh/vkm) for bybusser i ulike EURO-kategorier beregnes. Faktorene er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Energiforbruksfaktorer per kjøretøykilometer for bybuss, ulike EURO-kategorier

	Drivstofforbruk (kWh/vkm)
EURO 0	4,74
EURO 1	4,28
EURO 2	4,20
EURO 3	4,12

Basert på antakelsen om at busser av ulik EURO-kategori i snitt kjører like mye, kan energiforbruket beregnes ut fra opplysninger fra OS om totalt antall kjøretøykilometer i 2003. Resultatene er vist i Tabell 6.

Tabell 6 Beregnet totalt energiforbruk bybusser, ulike EURO-kategorier

	Ant. Busser	vkm	GWh
EURO 0	17	936 048	4,44
EURO 1	54	2 973 330	12,73
EURO 2	157	8 644 683	36,31
EURO 3	112	6 166 907	25,41
Tot	340	18 720 969	78,88

Forskjellen mellom resultatene fra de to måtene å beregne energibruk på kan forklares ved at et økende antall bybusser i Oslo er leddbusser, som har høyere drivstofforbruk per kjøretøykilometer enn reflektert i faktorene fra SFT. Resultatet beregnet ut fra opplysningene om faktisk drivstofforbruk er anvendt i samfunnsregnskapet.

Med et gjennomsnittsbelegg på 14,4 passasjerer per buss oppnås energibruksfaktorer per personkilometer som vist i Tabell 7.

Tabell 7 Energiforbruk per personkilometer for bybuss, ulike EURO-kategorier

	Energiforbruk (kWh/pkm)
EURO 0	0,329
EURO 1	0,297
EURO 2	0,292
EURO 3	0,286

Regionbuss

Regionbusser (opereres av SL) har noe høyere gjennomsnittsfart i Oslo enn bybussene da de holder seg til hovedbusstraseene, men hastighetsforskjellen er trolig liten. Det er derfor valgt å benytte samme gjennomsnittlige energibruksfaktor som for bybussene. Denne kan beregnes ut fra den totale energibruken og vkm i Tabell 6, som gir 4,21 kWh/vkm. Med et transportarbeid i Oslo på 7,78 mill vkm gir dette et beregnet totalt energibruk på 32,72 GWh. Dette tilsvarer 0,287 kWh/personkilometer basert på et belegg på 14,7.

Fjernbuss

Fjernbussene kjører kun på hovedvegnettet og stopper kun ved de store knutepunktene. Disse bussene har dermed klart høyere gjennomsnittsfart enn bybusser og regionbusser. Det er derfor benyttet energibruksfaktor for dieselrevne busser i kjørekategorien innen bykjøring, 30-50 km/t i SFTs utslippsrapport (Ibid.). Gjennomsnittsalderen for fjernbusser er 3,5 år (Norway Bussekspress, pers. meddel.), slik at faktoren for kjøretøy produsert i perioden 1996-2000 er benyttet. Denne er 329 g/vkm. Med et energi-innhold på 11,76 kWh/kg for diesel, gir dette 3,87 kWh/vkm. Med et transportarbeid i Oslo på 1,24 mill vkm kan det totale energibruk i 2003 beregnes til 4,80 GWh. Dette tilsvarer et spesifikt energibruk på 0,213 kWh/personkilometer basert på et belegg på 18,2 passasjerer per buss.

Flybuss

Flybussene har i Oslo har trolig noe høyere gjennomsnittshastighet i Oslo enn regionbuss, men ikke så høy som fjernbussene. Vi har derfor funnet det riktig for flybussene å benytte energibruksfaktorer beregnet fra gjennomsnittet for dieselrevne busser i de to kjørekategoriene innen bykjøring, <30km/t og 30-50 km/t i SFTs utslippsrapport (Ibid.). Flybussene byttes ut etter 3 års bruk (SAS Flybussen, pers. meddel.) Det er derfor valgt å bruke faktorene for kjøretøy produsert i perioden 2001-2004, som er vist i Tabell 8.

Tabell 8 Drivstofforbruk flybusser, grunnlagsdata

	Drivstofforbruk (g/vkm)	
	<30km/t	30-50 km/t
Flybusser	350	323

Med et energi-innhold på 11,76 kWh/kg for diesel, gir dette 3,96 kWh/vkm. Ut fra et transportarbeid i Oslo på 2,57 mill vkm kan den totale energibruken beregnes til 10,19 GWh. Dette tilsvarer et spesifikt energibruk på 0,269 kWh/personkilometer basert på et belegg på 14,7 passasjerer per buss.

3.4. Energibruk for T-bane

Energibruk for T-bane er basert på opplysninger fra Oslo Sporveier om innkjøpt strøm til T-bane systemet. I året 2003 ble det kjøpt inn 67,8 GWh kjørestrøm til dette systemet. Dette tilsvarer spesifikt energibruk på 3,46 kWh/vkm og 0,170 kWh/personkm, basert på totalt kjørte 19,6 mill vkm og 398,4 mill pkm.

3.5. Energibruk for trikk

Trikkenes energibruk er også basert på opplysninger om Sporveiens totale innkjøpte mengde kjørestrøm til trikkesystemet. I året 2003 var dette 20,1 GWh. Dette tilsvarer spesifikt energibruk på 6,48 kWh/vkm og 0,273 kWh/personkm, basert på totalt kjørte 3,1 mill vkm og 73,6 mill pkm.

3.6. Energibruk for tog

Lokaltog

For lokaltog er energibruksfaktoren beregnet med utgangspunkt i faktoren på 0,14 kWh/personkilometer for InterCity fra Høyser og Heiberg (1993). Tellinger utført av NSB indikerer at InterCity togene har et noe høyere belegg enn lokaltogene. Basert på slike tellinger har InterCity togene et belegg på 38 %, mens tilsvarende for lokaltogene er 35%. Energibruksfaktoren for lokaltog, justert for denne forskjellen i belegg, kan dermed settes til 0,15 kWh/personkilometer. Med et transportarbeid på 174,9 mill personkilometer i Oslo for 2003 utgjorde dette et totalt energibruk på 26,2 GWh.

Regiontog

For regiontog benyttes energibruksfaktoren på 0,14 kWh/personkilometer for InterCity fra Høyser og Heiberg (Ibid.). Med et transportarbeid på 202,7 mill personkilometer i Oslo for 2003 utgjorde dette et totalt energibruk på 28,4 GWh.

Flytog

For flytogene er en energibruksfaktor på 0,17 kWh/personkilometer benyttet, basert på beregninger gjort av AS Gardermobanen i 2001. Med et transportarbeid på 114,2 mill personkilometer i Oslo for 2003 utgjorde dette et totalt energibruk på 19,4 GWh.

Fjerntog

For fjerntogene er det benyttet en energibruksfaktor på 0,14 kWh/personkilometer. Dette er basert på en egen undersøkelse av Signatur togene (Vestby, 2000), samt faktorer for belegg for fjerntogene (ekspresstog, Signatur og nattog) basert på tellinger og billettsalg hos NSB i 2000-2001. Med et transportarbeid på 34,2 mill personkilometer i Oslo for 2003 utgjorde energibruken til fjerntogene totalt 4,8 GWh.

3.7. Energibruk for båt

Rutebåter

Bygdøfergene forbrukte i 2003 totalt 29 132 liter drivstoff⁸. Tilsvarende tall for **Oslo-Fergene** var 183 291 liter⁹. Med energiinnhold på 10 kWh per liter marin diesel gir dette 2,12 GWh energiforbruk samlet for de to selskapene. Dette gir et spesifikt energibruk på 1,178 kWh/personkilometer basert på et totalt transportarbeid på 1,8 mill. personkilometer.

SL sine båter forbrukte totalt 1, 72 mill. liter marin gass olje (diesel) i 2003 (SL, pers.meddel. 2004). Med energiinnhold på 10 kWh per liter drivstoff gir dette totalt 17,2 GWh energiforbruk. En del av dette er utenfor Oslo bys grense. Dette fradraget er beregnet ut fra at hurtigbåten "Prinsen" alene forbrukte ca 1mill. liter. I tillegg til å trafikker rute 256, settes denne båten inn på rute 610 på kveldstid. På rute 610 går den 17 enkeltturer man-fredag og 10 enkeltturer søndag. Det kan således beregnes at "Prinsen" bidro med et energibruk i Oslo i 2003 på 0,48 mill. liter diesel, eller 4,8 GWh. Resten av rutene trafikkeres med ferger hvor det kan beregnes at 0,72 mill. liter diesel ble forbrukt av disse fergene, hvorav 0,51 mill. liter i Oslo. Dette tilsvarer totalt energibruk på 5,1 GWh.

Danmark- og Tysklandsferger

For de kombinerte bil/passasjerfergene med utgangspunkt Oslo er det benyttet opplysninger fra fergeselskapene:

Stena Line går til Fredrikshavn med et snittforbruk på 40-45 tonn bunkerolje per døgn. En 12-timers enkelttur forbruker dermed ca 1,8 tonn bunkerolje per time i snitt. Det er ca 15 minutters reisetid¹⁰ fra kai i Oslo til fylkesgrensen Oslo/Akershus. I året 2003 ble det kjørt 611 enkeltturer, d.v.s. et årlig forbruk på 270 tonn bunkerolje i Oslo. Det er gjort en volum-basert allokering av fordelingen mellom gods- og persontransport. Dette er gjort med utgangspunkt i opplysninger fra Stena Line om at i 2003 ble totalt 59 122 personbiler og 1 749 busser fraktet. Lastebiler, trailere, containere og "on-deck" gods utgjorde 49 % av lastevolumet. De kombinerte bil/passasjerfergene har 2-3 dekk som i all hovedsak blir benyttet til transport av kjøretøy og gods. Av totalt antall dekk (9-10) er til sammen 3-4 i all hovedsak tilegnet persontransporten (lugarer, restauranter etc.). Basert på opplysninger fra

⁸ Tall innhentet av Oslo Sporveier fra kontraktkjørende selskaper. Kontaktperson: Åke Lindholm , tel 22823210

⁹ Tall innhentet av Oslo Sporveier fra kontraktkjørende selskaper. Kontaktperson: Bjørn Hansen , tel 23327786

¹⁰ Anslag på grunnlag av opplysninger fra Stena Line om en seilingstid på 60 min fra kai i Oslo til Drøbakundet, en avstand på ca 30 km. Stena Line har ca 5 km fra kai til Oslo grense.

fergeselskapet utgjør antall lastebilsjåfører ca 4 % av totalt antall personer i løpet av et år, og dette er tatt hensyn til i allokeringen. Omtrent halvparten av lastedekkenene benyttes til persontransport. Ut fra dette kan totalt volum allokert til persontransport estimeres til 77 %.

Persontransporten med Stena Line kan således beregnes til å ha forbrukt 208 tonn bunkerolje til persontransport i Oslo i 2003. Med et energiinnhold på 11,60 kWh/liter og en tetthet på 0,98 innebærer dette et energiforbruk på 2,46 GWh.

Ved Stena Lines liggeperiode ved kai går kun generatorer drevet av marin diesel, med et forbruk på ca 1 tonn per time (Stena Line, pers.meddel. 2004). Liggetiden er ca 1 time, bortsett fra hver tirsdag i 10 av årets 12 måneder, da fergen ligger til kai i 12 timer. Dette gir totalt 394 timer liggetid, med et totalt dieselforbruk på 394 tonn, hvorav 302 kan allokeres til persontransport. Med et energiinnhold på 11,76 kWh/kg, utgjør dette et energiforbruk på 3,56 GWh.

DFDS går til København og bruker i snitt 40-50 tonn bunkerolje på turen, som tar 16 timer, d.v.s. et snittforbruk på 2,81 tonn/time (DFDS, pers. meddel. nr.1, 2004). Det er anvendt samme reisetid fra kai i Oslo til fylkesgrensen Oslo/Akershus, og samme allokering mellom person- og godstransport som for Stena Line. Med 728 enkeltturer per år gir dette et totalt forbruk av 512 tonn bunkerolje i Oslo, hvorav 393 til persontransport. Med et energiinnhold på 11,60 kWh/liter og en tetthet på 0,98 innebærer dette et energiforbruk på 4,66 GWh til persontransport i 2003.

Til liggeperioden ved kai, på 8 timer, forbrukes 3-3,5 tonn diesel til hjelpemotorene. Totalt for de 364 liggeperiodene i Oslo i 2003 ble det således forbrukt 1 183 tonn marin diesel, hvorav 909 kan allokeres til persontransport. Med et energiinnhold på 11,76 kWh/kg, utgjør dette et energiforbruk på 10,69 GWh.

Color Line går fra Oslo til Hirtshals daglig i 3 av årets 12 måneder, og seks dager i uken resten av året, unntatt 19 dager i dokk (Color Line, 2004a). Dette innebærer totalt 562 enkeltturer per år. Oslo-Kiel går daglig unntatt ca. 50 enkeltturer hvor fergene ligger i dokk. Dette innebærer totalt ca 680 enkeltturer per år. P.g.a. manglede informasjon om drivstofforbruket for Color Line -fergene er det antatt at dette ikke skiller seg vesentlig fra drivstofforbruket for fergene kjørt av Stena Line og DFDS. Det er således benyttet et gjennomsnitt av disse fergenes drivstofforbruk, dvs. 2,29 tonn/time. Det er antatt 10 min seilingstid¹¹ fra kai i Oslo til fylkesgrensen Oslo/Akershus, og samme allokering mellom person- og godstransport som for Stena Line og DFDS. Totalt for de 1 242 enkeltturene for Color Line sine ferger kan det dermed beregnes et forbruk av bunkerolje på 474 tonn bunkerolje, hvorav 364 til persontransport. Med et energiinnhold på 11,60 kWh/liter og en tetthet på 0,98 innebærer dette et energiforbruk på 4,23 GWh til persontransport.

Liggetid i Oslo for fergene på ruten Oslo-Kiel er 4 timer. Oslo-Hirtshals har liggetid på 1 time daglig i 3 av årets 12 måneder, mens i de resterende 9 måneder er liggetiden 1 time seks

¹¹ Color Line har ca. 3 km fra kai til Oslo grense.

dager i uken. Fergene har i denne perioden en "liggedag", fra kl 22.00 til kl 19.30 neste dag. Totalt for de to rutene kjørt av Color Line gir dette 2 434 timer ved kai i Oslo. Ved å benytte et gjennomsnittlig drivstofforbruk for liggeperiodene på 0,70 tonn marin diesel per time kan det således beregnes et totalt årlig forbruk for dette på 1 711 tonn, hvorav 1 315 kan allokeres til persontransport. Med et energiinnhold på 11,76 kWh/kg, utgjør dette et energiforbruk på 15,46 GWh.

Cruiseskip

Det var i 2003 i alt 111 anløp av cruiseskip i Oslo (Cruise Norway, pers. meddel.). Den vanligste anløps-tiden er kl 8, med avgang igjen kl 18, d.v.s. 10 timer i Oslo havn. Store cruiseskip har døgnforbruk av drivstoff som ligger i området 150-250 tonn (Wilhelmsen Lines, pers. meddel. 2004). Det aller meste av energibruken går med til å drive vedlikeholdssystemene (restauranter etc.), mens bare en mindre andel går til å gi skipet fremdrift. Et grovt estimat kan gjøres om at drivstofforbruket per time i havn er 80 % av energiforbruket ved full belastning, d.v.s. et gjennomsnittlig forbruk i havn på 6,7 tonn diesel per time. Et gjennomsnitts anløp på 10 timer vil dermed innebære et dieselforbruk på 66,7 tonn. Dieselforbruk totalt i 2003 for cruiseanløpenes liggeperioder kan dermed estimeres til 7 400 tonn. Med et energiinnhold på 11,76 kWh/kg for marin diesel tilsvarer dette et samlet energiforbruk på 87,0 GWh.

I tillegg kommer forbruket av bunkerolje fra kai i Oslo til grensa mellom Oslo og Akershus. Det er antatt en seilingstid på 15 min fra kai i Oslo til fylkesgrensen Oslo/Akershus. Med et drivstofforbruk på 8,3 tonn per time på de 222 enkeltseilingene innen Oslo bys grense kan det således estimeres at dette innebar et totalt forbruk av 463 tonn bunkerolje. Med et energiinnhold på 11,76 kWh/kg, tilsvarer dette et energiforbruk på 5,44 GWh.

4. Direkte utslipp

4.1. Utslipp fra personbil og drosje

For utslippene av NO_x, CO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} i eksos fra personbiler er det som grunnlag anvendt faktorer fra SFTs oppdaterte utslippsrapport (Bang et al., 1999). Det er benyttet de samme forutsetninger om kjørekategori, andel dieseldrevne vs. bensindrevne personbiler og drosjer, og andel minibusser av totale drosjer, som i avsnittet om energibruk for disse kjøretøyene ovenfor. Faktorene for NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5} er imidlertid justert, p.g.a. at reduksjonene i utslipp ikke har vært lineære i forhold til bilenes alder i perioden som dekkes av SFT-faktorene. Dette er også vist i Lundli m.fl. (1998b). For NO_x har det ikke vært nevneverdige reduksjoner i perioden 1974-1988. Mellom 1988 og 1995 falt bensinbilenes utslipp av NO_x betydelig (fra 1,8 til 0,17 g/vkm). Senere har det bare vært lavere relative reduksjoner. Med en gjennomsnittlig alder på 10,3 år på personbilparken gjenspeiler SFT-faktorene for bensindrevne biler produsert i perioden 1989-1994 derfor ikke godt nok de gjennomsnittlige utslippene fra bensindrevne biler i 2003. Vi har valgt basere vårt estimat på også å ta hensyn til at en del av bilparken i 2003 består av biler produsert før 1988.

For dieseldrevne personbiler var det i perioden 1990-2003 tilnærmet lineær reduksjon i NO_x utslippene, slik at faktorene for dieslbiler produsert i perioden 1991-1994 godt representerer det gjennomsnittlige utslippet av disse bilene i 2003.

For PM₁₀ og PM_{2,5} var det for bensindrevne personbiler ingen reduksjon i SFT-faktorene i perioden 1974-84. Det var en halvering (fra 40 til 20 mg/vkm) i perioden 1985-88, og en betydelig reduksjon (fra 20 til 4 mg/vkm) fra 1989 til 1994. For nyere aldersklasser er det innen reduksjon i faktorene. Vi har derfor valgt å basere vårt estimat for utslippet fra bilparken i 2003 på gjennomsnittet av de to aldersgruppene 1985-88 og 1989-94.

For dieseldrevne personbiler var det en betydelig reduksjon mellom biler produsert før 1990 og aldersgruppen produsert 1991-94 (fra 259 til 80 mg PM₁₀/vkm). Siden har reduksjonene vært tilnærmet lineære. Faktorene for biler produsert i perioden 1991-1994 representerer således ikke godt nok det gjennomsnittlige utslippet av dieseldrevne biler i 2003. Vi har valgt basere vårt estimat på å ta hensyn til at en del av denne bilparken består av biler produsert før 1990.

Faktorene for drosjer er også justert noe for gjenspeile den manglende lineariteten i utslippsreduksjonene. Justeringene blir imidlertid mindre enn for personbiler, p.g.a. lavere gjennomsnittsalder.

CO₂ er beregnet ut fra energiforbruket ved å benytte en faktor for CO₂ – utslipp på 3,15 gram CO₂ per gram forbrent drivstoff. De beregnede gjennomsnittsfaktorer for eksosutslipp for personbiler og drosjer, i gram per kjøretøykilometer, er vist i Tabell 9.

Tabell 9 Faktorer for eksosutslipp av NO_x, CO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} i eksos fra personbiler og drosjer, per kjøretøykilometer

	CO ₂ (kg/vkm)	NO _x (g/vkm)	PM ₁₀ (g/vkm)	PM _{2,5} (g/vkm)
Personbil	0,263	0,956	0,022	0,021
Drosje	0,167	0,539	0,061	0,053

I tillegg til partikkelutslipp fra eksos skjer det også partikkelgenerering fra veislitasje, dekkslitasje, samt slitasje av belegg på bremses og clutch. I tillegg forårsaker veitrafikken knusing av større partikler (>10 µm) med påfølgende opphvirvling av PM₁₀ og PM_{2,5}. Bidraget fra disse kildene har Vestlandsforskning tidligere beregnet for Oslos persontransport, og faktorene er hentet fra rapporten fra det arbeidet (Andersen, 1998), og vist i Tabell 10. De benyttede faktor er like for personbil og drosje.

Tabell 10 Faktorer for personbil- og drosjeutslipp av partikler fra andre kilder enn eksos (g/vkm)

	PM ₁₀	PM _{2,5}
Vegslitasje	0,082	0,041
Dekkslitasje	0,052	0,042
Bremse- og clutchslitasje	0,024	0,019
Knusing og opphvirvling	0,036	0,018
I alt	0,194	0,120

Ved å benytte de samme gjennomsnittsbeleggene som i beregningen av energibruk ovenfor, oppnås utslipp per personkilometer som vist i Tabell 11.

Tabell 11 Faktorer for personbil- og drosjeutslipp per personkilometer (kg CO₂, g NO_x, g PM₁₀ og g PM_{2,5})

		Personbiler	Drosjer
Eksos	CO ₂	0,160	0,129
	NO _x	0,583	0,415
	PM ₁₀	0,013	0,047
	PM _{2,5}	0,013	0,041
Andre kilder (vegslitasje m.m.)	PM ₁₀	0,118	0,118
	PM _{2,5}	0,073	0,073
Totalt	CO ₂	0,160	0,129
	NO _x	0,583	0,415
	PM ₁₀	0,131	0,165
	PM _{2,5}	0,086	0,114

Basert på persontransportarbeid for personbil på 3 212 mill pkm og for drosjer 175 mill pkm, kan utslippene beregnes (Tabell 12).

Tabell 12 Beregnede utslipp av CO₂, NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5} fra personbil og drosje (tonn)

	Personbil	Drosje
CO ₂	515 137,3	22 518,6
NO _x	1 872,8	71,8
PM ₁₀	417,6	29,8
PM _{2,5}	289,1	19,3

4.2. Utslipp fra buss

Bybuss

Utslipp av CO₂ fra er beregnet ut fra energibruken for disse bussene (avsnitt 3.3) ved å benytte faktoren for CO₂ – utslipp på 3,15 kg CO₂ per kg forbrent drivstoff. Med et forbruk for bybussene i løpet av året på 9,54 mill liter diesel, med egenvekt 0,83 førte dette således til et utslipp av 25,0 Ktonn CO₂.

Utslipp av CO₂ er i tillegg, sammen med utslipp av NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5} i eksos, beregnet ut fra sammensetningen av bussparken med hensyn til tilfredsstillelse av ulike EURO-kategorier. For dette er det lagt til grunn faktorer i SFTs utslippsrapport (Bang et al., 1999). Det er benyttet kjørekategorien bykjøring <30km/t, som er vist i Tabell 13.

Tabell 13 Eksosutslipp bybuss <30 km/t ulike EURO-kategorier, grunnlagsdata

	CO ₂ (kg/vkm) ¹²	NO _x (g/vkm) ¹³	PM ₁₀ (g/vkm) ¹³	PM _{2,5} (mg/vkm)
EURO 0	1,269	34,26	2,70	2,54
EURO 1	1,147	26,21	1,16	1,13
EURO 2	1,125	19,99	0,43	0,39
EURO 3	1,103	14,00	0,28	0,28

De beregnede utslipp av CO₂ og NO_x fra bybussene, basert på totalt kjøretøykilometer og antall busser i hver EURO-kategori som vist i Tabell 6, er presentert i Tabell 14.

Tabell 14 Beregnede utslipp av CO₂ og NO_x fra bybussene, ulike EURO-kategorier

	CO ₂ (Ktonn)	NO _x (tonn)
EURO 0	1,19	32,07
EURO 1	3,41	77,93
EURO 2	9,73	172,81
EURO 3	6,80	86,34
Tot	21,13	369,14

Tilsvarende som for personbiler og drosjer, skjer det i tillegg til partikkelutslipp fra eksos også partikkelgenerering fra veislitasje, dekkslitasje, slitasje av bremses og clutch, samt knusing av større partikler (>10 µm) med påfølgende opphvirvling av PM₁₀ og PM_{2,5}. Bidraget fra disse kildene er hentet fra Andersen (1998), og vist i Tabell 15.

¹² Beregnet fra faktorene for drivstofforbruk i Tabell 4, ved å benytte faktoren for CO₂ – utslipp på 3,15 gram CO₂ per gram forbrent drivstoff.

¹³ Tallene i SFT-rapporten er oppgitt i g/kg drivstoff. Omregning til g/vkm er gjort ved å benytte energi-innhold på 11,76 kWh/kg for diesel og forbrukstallene i Tabell 4.

Tabell 15 Faktorer for buss-utslipp av partikler fra andre kilder enn eksos (g/vkm)

	PM ₁₀	PM _{2,5}
Vegslitasje	0,09	0,04
Dekkslitasje	0,12	0,10
Bremse- og clutchslitasje	0,13	0,10
Knusing og opphvirvling	0,14	0,07
I alt	0,48	0,31

Totalt utslipp av partikler per kjøretøykilometer er vist i Tabell 16

Tabell 16 Faktorer for Oslos bybussers utslipp av partikler per kjøretøykilometer (gram)

		EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3
Eksos	PM ₁₀	2,70	1,16	0,43	0,28
	PM _{2,5}	2,54	1,13	0,39	0,28
Andre kilder (vegslitasje m.m.)	PM ₁₀	0,48	0,48	0,48	0,48
	PM _{2,5}	0,31	0,31	0,31	0,31
Totalt	PM₁₀	3,18	1,64	0,91	0,76
	PM_{2,5}	2,85	1,44	0,70	0,59

Beregnete utslipp av PM₁₀ fra bybussene i 2003, basert på totalt kjøretøykilometer og antall busser i hver EURO-kategori som oppgitt i Tabell 6, er vist i Tabell 17.

Tabell 17 Beregnede utslipp av PM₁₀ fra bybussene, ulike EURO-kategorier (tonn)

	Eksos	Andre kilder (vegslitasje m.m.)	Totalt
EURO 0	2,53	0,45	2,98
EURO 1	3,45	1,43	4,88
EURO 2	3,72	4,15	7,87
EURO 3	1,73	2,96	4,69
Tot	11,42	8,99	20,41

De tilsvarende beregnede utslipp av PM_{2,5} fra bybussene er vist i Tabell 18.

Tabell 18 Beregnede utslipp av PM_{2,5} fra bybussene, ulike EURO-kategorier (tonn)

	Eksos	Andre kilder (vegslitasje m.m.)	Totalt
EURO 0	2,38	0,29	2,67
EURO 1	3,36	0,92	4,28
EURO 2	3,37	2,68	6,05
EURO 3	1,73	1,91	3,64
Tot	10,84	5,80	16,64

Regionbuss

Som for energibruksfaktorer er det benyttet samme gjennomsnittlige utslippsfaktorer for regionbuss som for bybuss. Disse er beregnet ut fra de totale utslippene fra bybuss delt på antall kjøretøykilometer for bybuss, og vist i Tabell 19.

Tabell 19 Utslippsfaktorer for regionbuss

Utslippskomponent	Faktor	Enhet
CO ₂	1,128	kg/vkm
NO _x	19,72	g/vkm
PM ₁₀	1,09	g/vkm
PM _{2,5}	0,89	g/vkm

Totalt utslipp fra regionbussene i Oslo i 2003 kan dermed beregnes ut fra de totalt kjørte 7,8 mill vkm. Resultatene er vist i Tabell 20.

Tabell 20 Beregnede utslipp fra regionbusser

Utslippskomponent	Utslipp	Enhet
CO ₂	8,76	Ktonn
NO _x	153,13	tonn
PM ₁₀	8,46	tonn
PM _{2,5}	6,90	tonn

Fjernbuss

Utslippsfaktorene for fjernbussene er fra SFTs utslippsrapport (Ibid.). Det er benyttet faktorer for dieselrevne busser i kjørekategorien bykjøring 30-50 km/t for kjøretøy produsert i perioden 1996-2000. For partikkel-utslipp fra andre kilder enn eksos er det gjort samme forutsetninger som for bybusser. Faktorene er vist i Tabell 21.

Tabell 21 Utslippsfaktorer for fjernbuss

Utslippskomponent	Faktor	Enhet
CO ₂	1,036	kg/vkm
NO _x	13,49	g/vkm
PM ₁₀	0,743	g/vkm
PM _{2,5}	0,573	g/vkm

Totale utslipp fra fjernbussene i Oslo i 2003 kan dermed beregnes ut fra de totalt kjørte 1,24 mill vkm. Resultatene er vist i Tabell 22.

Tabell 22 Beregnede utslipp fra fjernbusser

Utslippskomponent	Utslipp	Enhet
CO ₂	1,29	Ktonn
NO _x	16,74	tonn
PM ₁₀	0,92	tonn
PM _{2,5}	0,71	tonn

Flybuss

Utslippsfaktorene for fjernbussene er fra SFT's utslippsrapport (Ibid.). Som for beregningen av flybussenes energibruk er det for utslippene benyttet gjennomsnittet for dieselrevne busser produsert i perioden 2001-2004 i de to kjørekategoriene innen bykjøring, <30km/t og 30-50 km/t. For partikkel-utslipp fra andre kilder enn eksos er det gjort samme forutsetninger som for bybusser. De beregnede faktorene er vist i Tabell 23.

Tabell 23 Utslippsfaktorer for flybuss

Utslippskomponent	Faktor	Enhet
CO ₂	1,060	kg/vkm
NO _x	11,68	g/vkm
PM ₁₀	0,701	g/vkm
PM _{2,5}	0,531	g/vkm

Totale utslipp fra flybussene i Oslo i 2003 kan dermed beregnes ut fra de totalt kjørte 2,57 mill vkm. Resultatene er vist i Tabell 24.

Tabell 24 Beregnede utslipp fra flybusser

Utslippskomponent	Utslipp	Enhet
CO ₂	2,73	Ktonn
NO _x	30,07	tonn
PM ₁₀	1,80	tonn
PM _{2,5}	1,37	tonn

4.3. Utslipp fra tog

All togtransport i Oslo er drevet av elektrisitet. Det kan således ikke knyttes direkte utslipp av forurensingskomponentene CO₂, NO_x, PM₁₀ eller PM_{2,5} fra denne transporten. I kapitlet om brutto direkte utslipp er det gjort beregninger av utslipp knyttet til produksjon av elektrisitet som benyttes av togene.

4.4. Utslipp fra båt

Rutebåter/små ferger

CO₂

Utslipp av CO₂ fra rutebåtene er beregnet ut fra drivstofforbruket i avsnitt 3.7. Det er anvendt en faktor på 3,15 kg CO₂ per kg drivstoff. Med egenvekt på 0,83 for marin diesel brukt på disse rutene tilsvarer dette et utslipp av 2,6 kg CO₂ per liter. Med totalt forbruk av 0,029 mill liter marin diesel kan det således beregnes at Bygdøyfergene i 2003 slapp ut 0,076 mill tonn CO₂.

Tilsvarende kan det for Oslo-Fergene beregnes at forbruket av 0,183 mill liter marin diesel forårsaket totalt utslipp av 0,479 mill tonn CO₂.

SL sine båter forbrukte totalt 0,99 mill liter marin diesel i Oslo, som kan beregnes å ha gitt utslipp av 2,6 mill tonn CO₂.

NO_x

Utslipp av NO_x fra Bygdøyfergene er beregnet med utgangspunkt i faktorer fra EC (1999). Det er benyttet faktoren på 57 kg NO_x per tonn drivstoff for ferger med "Medium speed diesel engines". Med totalforbruket på 0,029 mill liter marin diesel med tetthet 0,83 kan det således beregnes et utslipp i Oslo på 1,4 tonn NO_x.

Tilsvarende kan det for Oslo-Fergene beregnes at forbruket av 0,183 mill liter marin diesel i Oslo forårsaket et utslipp av 8,7 tonn NO_x.

SL sine ferger forbrukte 0,51 mill liter marin diesel i Oslo som på samme måte kan beregnes å ha forårsaket et utslipp av 24,1 tonn NO_x.

For SL sin hurtigbåt er det anvendt faktoren på 70 kg NO_x per tonn drivstoff for ferger med "High speed diesel engines" (Ibid.). Med forbruket på 0,48 mill liter drivstoff resulterte dette i et totalt utslipp i Oslo av 28,1 tonn NO_x.

Partikler

For beregning av partikkelutslipp er det benyttet som utgangspunkt faktorer på samlet partikulært utslipp (PM) fra EC (1999). Det er anvendt faktoren på 1,2 kg PM per tonn drivstoff for ferger med "Medium speed diesel engines". PM₁₀ -andelen estimeres til å utgjøre 82 %, dvs. 0,98 kg PM₁₀. Andelen PM_{2,5} av dette er estimert til 0,80 kg per tonn marin diesel. Med forbruket på 0,029 mill liter marin diesel med tetthet 0,83 kan det således beregnes at Bygdøyfergene totalt forårsaket et utslipp av 0,024 tonn PM₁₀ hvorav 0,019 tonn PM_{2,5}.

Tilsvarende kan det for Oslo-Fergene beregnes at forbruket av 0,183 mill liter marin diesel forårsaket et utslipp av 0,15 tonn PM₁₀ hvorav 0,12 tonn PM_{2,5}.

SL sine ferger forbrukte 0,51 mill liter marin diesel i Oslo som på samme måte kan beregnes å ha forårsaket utslipp av 0,42 tonn PM₁₀ og 0,34 tonn PM_{2,5}.

For SL sin hurtigbåt er det anvendt faktoren på 1,5 kg PM per tonn drivstoff for ferger med "High speed diesel engines" (Ibid.). 86% av dette er estimert til å bestå av PM₁₀, dvs. 1,23 kg PM₁₀. Andelen PM_{2,5} av dette kan estimeres til 1,00 kg per tonn diesel. Med forbruket av 0,483 mill liter marin diesel resulterte dette i utslipp av 0,49 tonn PM₁₀ hvorav 0,40 tonn PM_{2,5}.

Ferger

CO₂

Utslipp av CO₂ i Oslo fra de kombinerte bil/passasjerfergene til Fredrikshavn, Hirtshals, København og Kiel er beregnet med utgangspunkt i drivstofforbruket i avsnitt 3.7. Disse fergenes totale forbruk i liggeperiodene ble beregnet til 2 526 tonn marin diesel allokert på persontransport. Med en faktor på 3,15 tonn CO₂ per tonn marin diesel resulterte dette i totalt utslipp av 8,0 Ktonn CO₂.

Til seilingene for fergene mellom kai i Oslo og fylkesgrensen til Akershus ble det beregnet et totalt forbruk av 966 tonn bunkerolje allokert på persontransport. Med en faktor på 3,15 tonn CO₂ per tonn bunkerolje på seilingene resulterte dette i totalt utslipp av 3,0 Ktonn CO₂.

NO_x

Fergenes utslipp av NO_x er beregnet med utgangspunkt i faktorer fra EC (1999). For liggeperioden er det benyttet "hotelling"-faktoren på 3,11 kg NO_x per tonn "destillate oil" som tilsvarer marin diesel (Ibid.). Med forbruket på 2 526 tonn marin diesel allokert på persontransport i liggeperiodene resulterte dette i et totalt utslipp av 7,9 tonn NO_x.

Utslipet fra transporten fra kai i Oslo til grensa mellom Oslo og Akershus er beregnet med utgangspunkt i faktoren for "bunker fuel oil" på 6,98 kg NO_x per tonn (Ibid.). Med forbruket på 966 tonn bunkerolje på seilingene resulterte dette i et totalt utslipp av 6,7 tonn NO_x.

Partikler

Det er benyttet som utgangspunkt faktorer på samlet PM fra EC (1999). For liggeperioden er denne "hotelling"-faktoren på 2,11 kg PM per tonn "destillate oil", hvorav PM₁₀ andelen estimeres til å utgjøre 50%, dvs. 1,06 kg PM₁₀. Andelen PM_{2,5} av dette er estimert til 0,8 kg per tonn marin diesel. Med forbruket på 2 526 tonn diesel i liggeperiodene medfører dette totalt utslipp av 2,7 tonn PM₁₀ og 2,0 tonn PM_{2,5}.

Utslipet av partikler fra seilingene fra kai i Oslo til grensa mellom Oslo og Akershus er beregnet ut fra en faktor på 2,50 kg PM per tonn "bunker fuel oil" (Ibid.). 86% av dette er estimert til å utgjøres av PM₁₀, dvs. 2,15 kg PM₁₀. Andelen PM_{2,5} av dette kan estimeres til 1,72 kg per tonn bunkerolje. Med forbruket på 966 tonn bunkerolje på seilingene kan det således beregnes at dette resulterte i et totalt utslipp av 2,1 tonn PM₁₀ og 1,7 tonn PM_{2,5}.

Cruiseskip

CO₂

Utslipp av CO₂ fra cruiseskipene som anløper Oslo er beregnet ut fra drivstofforbruket som ble det estimert i avsnitt 3.7. Ved et forbruk på 7 400 tonn diesel for liggeperiodene og en faktor på 3,15 kg CO₂ per kg marin diesel ga dette et totalt utslipp i 2003 av 23,3 Ktonn CO₂.

I tillegg kommer utslippet fra forbrenningen av bunkerolje under seiling mellom kai i Oslo og grensa mellom Oslo og Akershus. Til dette ble det beregnet at det gikk med 463 tonn bunkerolje. Med en faktor på 3,15 kg CO₂ per liter bunkerolje på seilingene kan det således beregnes at dette resulterte i et totalt utslipp av 1,5 Ktonn CO₂.

NO_x

Cruiseskipenes utslipp av NO_x er beregnet med utgangspunkt i faktorer fra EC (1999). For liggeperioden er det benyttet "hotelling"-faktoren på 3,11 kg NO_x per tonn "destillate oil" (Ibid.). Med forbruket på 7 400 tonn marin diesel i liggeperiodene medfører dette et totalt utslipp av 23,0 tonn NO_x.

Utslipet fra transporten mellom kai i Oslo og grensa mellom Oslo og Akershus er beregnet med utgangspunkt i en faktor på 6,98 kg NO_x per tonn bunkerolje (Ibid.). Med et totalt forbruk på 463 tonn bunkerolje kan det således beregnes at dette resulterte i et utslipp av 3,2 tonn NO_x.

Partikler

For cruiseskip er det benyttet som utgangspunkt faktorer på samlet utslipp av PM fra EC (1999). For liggeperioden er denne "hotelling"-faktoren på 2,11 kg PM per tonn marin diesel, hvorav PM₁₀ estimeres til 1,06 kg PM₁₀. Andelen PM_{2,5} av dette er estimert til 0,8 kg per tonn marin diesel. Med forbruket på 7 400 tonn diesel i liggeperiodene medførte dette totale utslipp av 7,8 tonn PM₁₀ hvorav 5,9 tonn var PM_{2,5}.

Tillegget fra kai i Oslo til grensa mellom Oslo og Akershus er beregnet ut fra en faktor på 2,50 kg PM per tonn bunkerolje. 86 % av dette estimeres til å utgjøres av PM₁₀, dvs. 2,15 kg PM₁₀. Andelen PM_{2,5} av dette estimeres til 1,72 kg per tonn bunkerolje. Med forbruket på 463 tonn bunkerolje på seilingene kan det således beregnes at dette resulterte i et totalt utslipp av 1,0 tonn PM₁₀ hvorav 0,8 tonn var PM_{2,5}.

5. Miljøkostnader ved utslippene

I dette kapitlet presenteres og begrunnes valg av faktorer for miljøkostnader som benyttes i samfunnsregnskapet. Presentasjonen av bakgrunns materialet om miljøkostnader bygger blant annet på scenarioarbeidet som Vestlandsforskning gjennomførte for Oslo Sporveier i 1997-98 (Lundli et al., 1998a og 1998b). Det er valgt å inkludere dette bakgrunns materialet i dette dokumentasjonsnotatet. Materialet er imidlertid blitt oppdatert i henhold til nyere studier og faktorene er justert til 2003-prisnivå.

Miljøkostnadene er knyttet til utslipp til luft av CO₂, NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5} for de ulike transportene. En fastsetting av en eventuell helse- og miljøkostnad på direkte energibruk lar seg ikke gjøre. Dette er imidlertid gjort for brutto direkte energibruk, i og med at *produksjonen og distribusjonen* av energibærerne innebærer utslipp med konsekvenser for helse og miljø.

Innledningsvis må det imidlertid understrekes at det er *stor usikkerhet* knyttet til alle de metodiske tilnærmingene for verdsetting av miljøgoder/miljøskader. Denne usikkerheten gjør seg gjeldende på alle nivåer. For det første er det betydelig usikkerhet i selve det teoretiske og metodiske grunnlaget. For det andre er det usikkerheter både om sammenhengene mellom utslipp/skader og om fastleggingen av de økonomiske verdiene for disse skadene. Disse usikkerhetene framkommer ved at det er store variasjoner i de verdiene ulike studier gir som resultat, uansett om disse knytter seg til samme eller forskjellige metodiske tilnærminger. Nedenfor skal vi gjennomgå resultatene fra flere slike studier. Det framgår at det for det samme skadeproblemet kan være variasjoner opp til 1 000 % i den økonomiske verdsettingen. Det understreker at alle slike tall må brukes med varsomhet. Bruken av disse bør avgrenses til å *illustrere forskjellene mellom alternative transportmåter*. De gir ikke et eksakt bilde av de absolutte miljøkostnadene som knytter seg til de enkelte transportmåtene.

Før vi drøfter kostnadsfaktorer for utslipp benyttet i tidligere studier, er det naturlig å gi en kort omtale av de viktigste metodiske tilnærmingene som benyttes ved beregning av miljøkostnader for utslipp.

5.1. Metodiske tilnærminger ved beregning av miljøkostnader for utslipp

Ved beregning av miljøkostnader kan det i hovedsak benyttes 4 ulike metodiske tilnærminger:

1. Skadekostnadsmetoden

Omfatter beregninger av miljøkostnader basert på årsakssammenhenger mellom forurensningene og skadene (dose-respons) for de respektive miljøproblemene. Det står derved sentralt å finne sammenhengen mellom dose og respons, f.eks. mellom omfanget av NO_x-utslipp og risikoen for helseskader som følge av utslippet. I tillegg må kostnadene ved f.eks. forverret helse fastsettes. Metoden er vanlig for verdsetting av eksterne effekter som støy og utslipp til luft (ECON, 1995; Miljøverndepartementet, 1995).

2. Betalingsvillighet - direkte metode

Omfatter verdsetting av miljøgoder gjennom spørsmål til representative utvalg om maksimal betalingsvillighet for å hindre gitte miljøvirkninger. Individene spørres altså direkte om deres faktiske betalingsvilje for miljøgoder. Miljøendringene som verdsettes må også her baseres på dose-respons sammenhenger (Miljøverndepartementet, 1995).

3. Betalingsvillighet - indirekte metode

Består i å utlede individenes betalingsvilje for miljøgoder gjennom observering av faktisk adferd. Det tas utgangspunkt i individenes adferd i markeder for et gode som er komplementært med det aktuelle miljøgodet. Endringer i omfang/tilgang på miljøgoder fører til endring i adferd i markeder for goder/tjenester som er assosiert med bruken av de respektive miljøgodene. På grunnlag av disse endringene kan en anslå bruksverdiene knyttet til miljøgodene (ECON 1995; Miljøverndepartementet, 1995).

4. Tiltakskostnadsmetoden

Omfatter beregninger av kostnadene ved tiltak som kan anvendes for å motvirke at miljøskadene oppstår, eventuelt for å redusere f.eks. utslippene av forurensninger. Beregningene kan knyttes både til tiltak som faktisk anvendes og til potensielle/framtidige tiltak som er nødvendige f.eks. for å redusere miljøskadene/miljøbelastningene til et visst nivå. Dette nivået kan være rent politisk bestemt, eventuelt kan det være en naturfaglig bestemt *tålegrense*.

Innenfor rammen av disse hovedmetodiske tilnærmingene kan det anvendes flere ulike verdsettingsmetoder. F.eks. kan skadekostnader fastsettes av *ekspertpaneler*, ved at disse sitter sammen og bestemmer verdier for ulike miljøskader. Innenfor de direkte betalingsvillighetsmetodene kan det anvendes *betinget verdsettingsmetode* (Contingent Valuation Method) som innebærer at individenes betalingsvilje utledes gjennom å konstruere hypotetiske markeder (ECON, 1995).

Miljøavgifter er også en form for verdsetting. Delvis kan de knyttes til gruppen av indirekte betalingsvillighetsmetoder ved at de faktiske miljøavgiftene kan sies å gjenspeile samfunnets (den kollektive) betalingsvilje for miljøgoder. Men miljøavgifter kan dessuten knyttes til gruppen tiltakskostnadsmetoder, f.eks. når en størrelse på miljøavgiften fastsettes i forhold til det som er nødvendig for å oppnå en bestemt reduksjon i miljøskadene/miljøbelastningene. F.eks. kan den CO₂-avgiften som er nødvendig for å oppnå en bestemt reduksjon i CO₂-utslippene oppfattes som samfunnets samlede tiltakskostnad for å oppnå disse reduksjonene.

Den svenske *miljøgjeldsmetoden* kan også forstås som en form for tiltakskostnadsmetode. Begrepet *miljøgjeld* defineres som gjenopprettelseskostnader for miljøskader som er teknisk-økonomisk gjenopprettbare, samt størrelsen på den kapitalen som trengs for å betale tilbakevendende “reparasjonsinnsatser”. Det skilles mellom *langsiktig* og *kortsiktig* miljøgjeld. Den langsiktige beregnes for de miljøproblemene der skadene er overførbare på kommende generasjoner. Eksempler på slike miljøproblemer er globale klimaendringer og forsurening av jord og vann. I den kortsiktige miljøgjelden inkluderes problemområder som støy og luftkvalitet i byer og tettsteder. I Sverige er det gjort slike beregninger både for landet som helhet og for en rekke kommuner (Jernlov, 1994; Agerström, 1997).

5.2. Kostnader ved utslipp av NO_x

Tabell 25 summerer resultatene fra en rekke studier som har vurdert kostnadene ved utslipp av NO_x. Kostnadsfaktorene er justert til 2003-nivå i henhold til metodikken anvendt av SFT (2000).

Tabell 25 Anslag over kostnader av NO_x -utslipp. Tall i NOK/kg (ca. 2003-kroner)

Studie	Helse	Miljø	I alt
SFT ¹⁾	352	1,3	353
SFT ²⁾		64	64
MD/SFT ³⁾	352	0,4	352
TØI ⁴⁾			70
TØI ⁵⁾			213-640
SJ ⁶⁾			43
Kågeson ⁷⁾			43
UIC ⁸⁾			32
NILU ⁹⁾			2,5-47
SSB ¹⁰⁾			3,7-69
Diverse studier ¹¹⁾			171-853

1) Tall brukt av SFT for å beregne nytten av reduksjoner i utslippene. Verdien for helseeffekter gjelder for utslipp fra veitrafikk i by. Denne verdien bygger på kostnadstall frambrakt av et ekspertpanel. Verdien for miljøeffekter gjelder også for utslipp fra veitrafikk. Den omfatter både forsurnings- og marine eutrofiseringskader. Det viktigste kildegrunnlaget for disse skadene er betalingsvillighetsundersøkelser (Selvig, pers. medd.)

2) Anslag over tiltakskostnader ved å redusere NO_x -utslippene med 30-50%. Verdien er knyttet til forsurningsrelaterte tiltakskostnader (Selvig, pers. medd.)

3) Tall gjengitt i St.meld.nr. 41 (94-95) knyttet til utslipp fra veitrafikk. Se ellers note 1 (Miljøvern-departementet, 1995).

4) Tall beregnet av TØI og omfatter helsekostnader ved utslipp fra veitrafikk i by (Eriksen mfl., 1999)

5) Tall beregnet av Vestlandsforskning basert på en betalingsvillighetsundersøkelse. Verdiene, med et høyt og et lavt anslag, knytter seg til utslipp fra veitrafikken i Oslo (Miljøverndepartementet, 1995)

6) Tilsvarende den kostnadsverdien som brukes av det svenske Statens Järnvägar i sammenlikningen av ulike transportmidler. Verdien er tatt direkte fra den miljøavgiften som de kommunale kraftvarmeverkene må betale. Statens Järnvägar hevder at dette bare omfatter forsurningskostnader. I den svenske politiske planleggingen brukes den samme verdien (Statens Järnvägar, 1996)

7) Tall brukt av Per Kågeson i en europeisk studie omkring eksterne kostnader fra transportsektoren. Tilsvarende en tiltakskostnad ved omfattende (mer enn 50%) reduksjoner av europeiske NO_x-utslipp (Kågeson, 1993).

8) Tall beregnet av Vestlandsforskning basert på en studie fra den internasjonale jernbaneunionen (UIC, 1994)

9) Faktorer for helseskader av utslipp fra veitrafikk i Oslo fra beregninger gjort av NILU for SFT, og presentert i SFT (2000). Beregningene er basert på modellen EPISODE, nærmere beskrevet av Slørdal (1998).

10) Faktorer for helseskader av utslipp fra veitrafikk i Oslo, presentert i SFT (2000) og basert på SSBs årlige utslippsdata på kommunalt nivå (http://www.ssb.no/luft/luft_e_fylke.html)

11) Tall beregnet av Vestlandsforskning basert på verdier brukt i en rekke nasjonale og internasjonale studier. Viktige norske kilder er:

- Sælensminde (1992)
- Brendemoen mfl. (1992)
- ECON (1995)
- Alfson og Rosendahl (1996)
- Glomsrød mfl. (1996)

Vi kan nå presentere *våre anslag* på miljøkostnader for utslipp av NO_x (Tabell 26). De er våre *beste estimater* ut fra den ovenstående gjennomgangen av resultater fra andre studier.

Tabell 26 Kostnadsverdier for NO_x-utslipp knyttet til transport. Tall i NOK/kg (2003-kroner)

Type effekt	Kostnad (kr/kg)
Helse	250
Miljø	75
Totalt	325

En total kostnadsverdi på 325 kr/ kg NO_x omfatter både helse- og miljøeffekter. Miljøeffektene omfatter både forsuringsskader og eutrofiseringskader. Miljøkostnaden er her satt lik en antatt tiltakskostnad for å redusere utslippene (75 kr/kg). Til sammenligning gir verdsetting av forsuringsskader og eutrofiseringskader basert på betalingsvillighetsundersøkelser svært lave verdier – så lave at de er uten betydning i sammenlikning med kostnadstallene for helseskader (jamfør Tabell 25). Anslag over tiltakskostnader for å redusere utslippene/belastningene gir altså langt høyere tall. Vi forutsetter at disse gir et riktigere bilde av miljøkostnadene knyttet til utslipp av NO_x.

5.3. Kostnader ved utslipp av CO₂

Tabell 27 summerer resultatene fra en rekke studier som har vurdert kostnadene knyttet til utslipp av CO₂.

Tabell 27 Anslag over kostnader av CO₂-utslipp. Tall i NOK/kg (2003-kroner)

Studie	Næring	Miljø	Annet	I alt
TØI ¹⁾				0,43-1,10
SJ ²⁾				1,41
Kågeson ³⁾				0,36-0,89
UIC ⁴⁾				0,71
Cline ⁵⁾	0,05-0,16	0,01-0,03	0,04-0,13	0,11-0,32
Fankhauser ⁶⁾	0,02-0,06	0,03-0,10	0,09-0,26	0,14-0,42
Nordhaus ⁷⁾	0,02-0,06		0,09-0,26	0,11-0,32
IPCC ⁸⁾				0,16-0,21
Jernelöv ⁹⁾				0,04
TØI ¹⁰⁾				0,35-1,16

1) Tall brukt i en studie av transportmidlenes kostnadsansvar. Begge tall er anslag for 1995/96. Det lave bygger på beregninger fra Miljøavgiftsutvalget med en CO₂-avgift på NOK 0,65 pr. kg i år 2000 for å stabilisere utslippene på 89-nivå (lineær opptrapping fra CO₂-avgift i 1989). Det høye tallet er et betalingsvillighetsalternativ som verdsetter CO₂-kostnaden til NOK 1,03 pr. kg i 95/96 (Eriksen og Hovi, 1995).

2) Tilsvarende den kostnadsverdien som brukes av det svenske Statens Jernväger i sammenlikningen av ulike transportmidler. (Statens Jernväger, 2004). I sammenlikning er den norske CO₂-avgiften for bensin 0,75 NOK/kg.

3) Tall brukt av Per Kågeson i en europeisk studie omkring eksterne kostnader fra transportsektoren. Tallene er gjort gjeldende for alle europeiske land. Det lave er et anslag for en nødvendig CO₂-avgift i 1993. Det høye er et høyt anslag for CO₂-avgiften 10 år seinere, dvs. i 2003. Det forutsettes da en fortløpende opptrapping av avgiften. Ifølge Kågeson vil en opptrapping i henhold til det høye anslaget ivareta en omfattende reduksjon i CO₂-utslippene, med ca. -25% innen år 2010 (da CO₂-avgiften er ca. NOK 1,1 pr. kg) (Kågeson, 1993).

4) Tall beregnet av Vestlandforskning basert på en studie fra den internasjonale jernbaneunionen. Studien gir en oversikt over kostnader ved skader som skyldes trafikkulykker, støy, luftforurensning og klimaendringer. Tallet er et anslag over CO₂-kostnadene i 93/94 (UIC, 1994)

5-7) Tall beregnet av Vestlandforskning basert på materiale fra 3 amerikanske studier. I disse beregnes skadekostnadene pr. år i ulike sektorer av den amerikanske økonomien ved en fordobling av dagens CO₂-konsentrasjon. Tallene gjelder altså som årlige kostnader fram mot år 2100 i 2003-priser. Det lave anslaget fordeler kostnadene på de amerikanske CO₂-utslippene alene. Det høye fordeler dem på det utslippet USA skulle hatt hvis de var på et verdensgjennomsnitt i utslipp. Kilden for materialet fra de amerikanske studiene er Lundli (1996).

8) Tall beregnet av Vestlandforskning basert på anslag gjort av det internasjonale klimapanelet. På global basis anslås de samlede skadekostnader til 1,5-2% av BNP. Som for de amerikanske studiene knytter dette seg til skadene ved en framtidig fordobling av CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren. Tallene er beregnet i forhold til størrelsen på det globale BNP og de samlede årlige CO₂-utslippene (IPCC, 1997).

9) Tall brukt av Arne Jernelöv i hans beregninger av den svenske "miljøgjelden". Det tilsvarende kostnadene ved å binde CO₂-utslippene ved å plante skog. Jernelöv understreker at det er et lavt anslag ettersom det bare omfatter de mest kostnadseffektive tiltakene (Jernelöv, 1994). I en senere beregning av "miljøgjeld" for svenske kommuner brukes det like fullt en enda lavere kostnad, ca. 0,03 NOK/kg (Agerström mfl., 1997)

10) Tall brukt i en studie av marginale kostnader ved transportvirksomhet (Eriksen m.fl., 1999). Det lave anslaget er basert på forutsetninger om internasjonal kvotehandel gjort av CICERO.

I samfunnsregnskapet benyttes både et høyt og et lavt anslag på enhetskostnaden for CO₂. Et lavt anslag er på 0,40 kr/kg CO₂. Dette er et nivå som ligger langt under dagens CO₂ avgift på bensin i Norge. Det høye er på 1,4 kr/kg CO₂ som tilsvarende det som benyttes av Statens Jernväger.

5.4. Kostnader ved utslipp av partikler

Faktorer for partikkelutslipp i samfunnsregnskapet er basert på *massen* til partiklene. Det er imidlertid sannsynlig at beregning basert på *antall* partikler gir bedre korrelasjon med helseeffekter. Studier har vist at enkelte lavutslippsmotorer slipper ut mye høyere konsentrasjoner av nanopartikler enn eldre typer motorer (Kittelso, 1998). Nyere undersøkelser viser at ved de samme massekonsentrasjonene, gir nanopartikler større helsekader enn mikropartikler. Dette innebærer at ved å benytte massebaserte kostnadsberegninger vil man *underestimere* kostnadene forbundet med partikkelutslipp.

Beregningene av kostnader er basert på utslipp av *total partikkelmasse*. Vi har ikke beregnet kostnadene av de *individuelle helseskadelige komponentene* partiklene består av. Dette innebærer at partiklenes innhold av PAH, nitro-PAH, asbest, tungmetaller og andre miljø- og helseskadelige stoffer ikke er inkludert i utslippsfaktorene.

For fastsettelse av enhetskostnad for partikler har vi benyttet som utgangspunkt fire ulike studier. Tabell 28 summerer resultatene fra disse studiene som har vurdert kostnadene knyttet til utslipp av partikler.

Tabell 28 Anslag over kostnader av partikkelutslipp. Tall i NOK/kg (2003-kroner)

Studie	PM ₁₀
TØI ¹⁾	1 815
Rosendahl ²⁾	2 220
NILU ³⁾	Veitrafikk – eksos: 1 146 - 3 030
	Veitrafikk – veistøv: 737 - 1 949
SSB ⁴⁾	Veitrafikk – eksos: 1 383 - 3 656
	Veitrafikk – veistøv: 5 016-13 259

1) Anslag gjort av Eriksen m.fl. (1999) for store byer (Oslo, Bergen og Trondheim), basert på studier av forurensingskostnader i Norge ved skadestudiet (Rosendahl, 1999) og en metastudie for OECD (ECMT, 1998).

2) Basert på kildeberegninger utført av SSB (Rosendahl, 1998), som omfatter sosiale kostnader vesentlige knyttet til økt dødelighet og helseskader i byer, hvorav det økte innslaget av kroniske lungesykdommer utgjør mesteparten. Kostnadene forbundet med økt dødelighet som følge av langvarig partikkelforurensing i byer, gjort ved å vurdere hvilken effekt på økonomien det har at personer i arbeidsstyrken dør før de når pensjonsalder, er inkludert og utgjør 33 NOK (2003-kroner). Her er det imidlertid ikke tatt med sykdomsperioden i forkant av dødstidspunktet, som trolig kan være av enda større betydning.

3) Faktorer for helseskader av utslipp fra veitrafikk i Oslo fra beregninger gjort av NILU for SFT, og presentert i SFT(2000). Beregningene er basert på modellen EPISODE, nærmere beskrevet av Slørdal (1998).

4) Faktorer for helseskader av utslipp fra veitrafikk i Oslo, presentert i SFT(2000) og basert på SSBs årlige utslippsdata på kommunalt nivå (http://www.ssb.no/luft/luft_e_fylke.html)

Vi har tidligere anslått (Andersen, 1998) at av de samlede kostnadene fra utslippene av PM₁₀ kunne 75 % av disse kostnadene tilskrives PM_{2,5}. Det resterende ville kunne tilskrives grovfraksjonen bestående av partikler med diameter mellom 2,5 og 10 mikron (PM_{2,5-10}). Dette har sin bakgrunn i at de mindre partiklene er mer helseskadelige enn de større.

Vi har også estimert andelen av $PM_{2,5}$ i PM_{10} for både eksos og veistøv (Ibid.), slik at det er mulig å beregne kostnadene forbundet med disse utslipp, basert på NILU og SSB-anslagene i Tabell 28. I eksos er andel $PM_{2,5}$ av PM_{10} anslått til 96 %. Veistøv er i NILU og SSB-studiene forstått som støvet forårsaket av veislitasje, og i dette har vi anslått andelen $PM_{2,5}$ av PM_{10} til 50%. I samfunnsregnskapet har vi på dette grunnlag estimert enhetskostnadene til 3 125 kr/kg $PM_{2,5}$ og 1 040 kr/kg $PM_{2,5-10}$. Vi har da tatt hensyn til usikkerheten og spredningen i faktorene som framkommer i de ulike studiene. Det er her verdt å merke seg at SSB-studien, som er basert på veistøv, gir langt høyere enhetskostnad.

6. Støykostnader

Støykostnader i samfunnsregnskapet er utelukkende basert på mest mulig oppdaterte faktorer som er fremkommet ved tidligere analyser gjort av TØI. En avgrensning ved å gjøre dette er at resultatene ikke reflekterer situasjonen i Oslo i året 2003, men heller et gjennomsnitt for transport i storbyer generelt. TØI sine faktorer gir heller ikke grunnlag for vurdering av båttrafikkens bidrag til støykostnader. Støykostnadene er imidlertid oppdatert til 2003-prisnivå i henhold til metodikken anvendt av SFT (2000).

Støyberegningene for skinnegående trafikk kun er basert på statistikk fra jernbanen. Som et resultat av dette er beregningene for T-bane og trikk beheftet med særlig usikkerhet. For å bedre nøyaktigheten vil det være nødvendig med nærmere studier hvor støy for trikk og T-bane vurderes i forhold til jernbane. Det har ikke vært mulighet til å gjøre dette innenfor rammene for arbeidet med samfunnsregnskapet for 2003, men dette vil kunne være et tema for neste års samfunnsregnskap.

Faktorene for støykostnader som er lagt til grunn er fra TØI sin rapport ”Marginale kostnader ved transportvirksomhet” av Eriksen mfl. (1999). I TØI-rapporten er det oppgitt feil faktorer for trikk og T-bane. De oppdaterte faktorene vi benytter er imidlertid korrigert basert på bekreftelse fra TØI om disse feilene. De oppdaterte faktorene basert på dette grunnlaget er vist i Tabell 29.

Tabell 29 Faktorer for støykostnader (2003-kroner)

	kr/kjøretøykm
Personbil	0,15
Buss	1,48
Trikk	0,67
T-bane	0,67
Tog	0,67

I Tabell 29 er trikk og T-bane regnet som en persontogenhet. Dette innebærer at kostnadsfaktorene i kr per kjøretøykilometer er for et helt trikkesett, et helt T-banesett og et helt togsett. For tog og trikk er antall togkilometer identisk med antall kjøretøykm oppgitt i kap 2.6. For T-bane er det annerledes, og det er for beregning av støykostnadene benyttet Sporveiens planlagte tall på å kjøre 5,14 millioner togkm med T-banen.

7. Ulykkeskostnader

I samfunnsregnskapet er ulykkeskostnader inkludert ved å legge til grunn gjennomsnittlige faktorer for ulykkeskostnader for ulike transportformer framkommet i analyser gjort av TØI (Eriksen mfl., 1999). En avgrensning er at dette ikke gjenspeiler hvilke hendelser som inntraff i Oslo i 2003, men gir gjennomsnittstall for slike kostnader knyttet til transport i storbyer generelt.

Faktorene for samfunnsmessige kostnader ved ulykker er beregnet ut fra en inndeling av kostnadene i tre hovedtyper:

- Tapte menneskeliv og nedsatt helsetilstand
- Tapte inntekt og utgifter på grunn av ulykker
- Materielle kostnader

Disse kostnadene bæres av skadde personer, deres familiemedlemmer, kjøretøyeiere, private tredjepersoner og offentlig sektor. Som for støykostnadene, har beregningene av ulykkeskostnadene for all skinnegående trafikk sin basis i ulykkesstatistikk kun fra jernbanen. Beregningene av ulykkeskostnader for T-bane og trikk er således beheftet med særlig usikkerhet. Det vil være nødvendig med nærmere studier hvor ulykkesstatistikk for trikk og T-bane gjøres til granskning, for å bedre nøyaktigheten i beregningene. Som for støykostnadene, har det ikke vært mulighet til å gjøre dette innenfor rammene for arbeidet med samfunnsregnskapet for 2003, men dette vil også kunne være et tema for neste års samfunnsregnskap.

Kostnadsfaktorene er oppdatert til 2003-prisnivå i henhold til metodikken anvendt av SFT (2000). Faktorer for ulykkeskostnader for båt er ikke tilgjengelige, og er dermed ikke tatt med i samfunnsregnskapet.

De oppdaterte faktorene basert på dette grunnlaget er vist i Tabell 30.

Tabell 30 Faktorer for ulykkeskostnader (2003-kroner)

	kr/kjøretøykm
Personbil	0,23
Buss	0,53
Trikk	2,02
T-bane	2,02
Tog	6,04

Også for ulykkeskostnader er trikk og T-bane regnet som en persontogenhet. For tog og trikk er antall togkilometer identisk med antall kjøretøykm oppgitt i kap 2.6. For T-bane er det er for beregning av ulykkeskostnadene benyttet Sporveiens planlagte tall på å kjøre 5,14 millioner togkm med T-banen.

8. Reduksjoner i miljøkostnadene ved overgang til lav-svovel diesel

Svovel i drivstoffet blir omdannet til svoveldioksyd (SO_2) gjennom forbrenningen. Mesteparten av SO_2 blir sluppet ut gjennom eksosgassen, mens det gjenværende blir oksydert videre til svoveltrioksyd (SO_3) i den oksygen-rike dieseleksosen. SO_3 er i dampform i den høye temperaturen i eksosen og har stor affinitet for vann. Gjennom en eksoterm reaksjon mellom SO_3 og vann dannes svovelsyre. Svovelsyren og kjemisk bundet vann former så sulfat-partikler. Publiserte rapporter oppgir omdannelsesgraden av SO_2 til sulfater i området 2-6 % (Baranescu, 1992).

En langt viktigere effekt er dannelsen av sekundære partikler fra SO_2 i dieseleksos. Det anslås at omtrent 50 % av mengden SO_2 i dieseleksosen blir omdannet til sekundære partikler (primært ammoniumsulfat) gjennom kjemiske reaksjoner i lufta (Wall et al., 1992).

Dagens (og i 2003) diesel som selges i Oslo inneholder i snitt 38 ppm svovel (SFT, pers meddel.). Ved en overgang til lav-svovel diesel (10 ppm svovel) kan det i således forventes en reduksjon i utslipp av SO_2 , primære partikler og sekundære partikler.

Bybussene forbrukte i 2003 totalt 5,73 millioner liter diesel, med et svovelinnhold på 38 milligram per kg diesel. Med en egenvekt for autodiesel på 0,83 kan det således regnes ut at Sporveisbussene forbrukte drivstoff med totalt 180,7 kg svovel. Hvis det istedenfor hadde vært benyttet diesel med 10 ppm svovel ville samme mengde drivstoff hatt et totalt innhold av kun 47,6 kg svovel, altså en reduksjon på 133,2 kg.

Først har vi beregnet reduserte miljøkostnader fra reduserte SO_2 -utslipp. Vi har benyttet som basis Wall et al. (1992), og estimert at 48 % av svovelinnholdet i diesel slippes ut som SO_2 -luftforurensning. En reduksjonen i utslipp av totalt 63,9 kg svovel tilsvarer reduksjon i utslipp av 127,7 kg SO_2 . Det er benyttet en enhetskostnad basert på TØI (Eriksen mfl., 1999), som justert til 2003-kr er på 75 kr/kg. Reduserte miljøkostnader fra reduksjon i SO_2 -utslipp utgjør således 9 536 kr per år, forutsatt forbruk av samme mengde drivstoff som i 2003.

Vi har benyttet to ulike metoder for å beregne kostnadene knyttet til reduksjon i partikkelutslippene. Den første har sin basis i Baranescu (1992) ved å anslå at 4 % av SO₂ -innholdet i eksosen omdannes og slippes ut som primære partikler. Det kan således beregnes at en overgang fra diesel med 38 ppm svovel til 10 ppm gir en reduksjon i utslipp av 18,7 kg primære partikler. Reduksjon i utslipp av sekundære partikler er beregnet basert på ammoniumsulfat-ekvivalenter. Dette blir tilnærmet riktig, ettersom denne type partikler i all hovedsak består av ammoniumsulfatpartikler. Det kan beregnes at 66,6 kg av de reduserte svovel-utslippene tilsvarer en reduksjon i utslipp av 274,4 kg sekundære partikler. Total reduksjon i partikkelutslipp blir således på 293,1 kg. Vi har ikke grunnlag for anta at størrelsesfordelingen i mengden primære og sekundære sulfat-partikler skiller seg vesentlig fra størrelsesfordelingen blant partikler i dieseleksos generelt. Det må således kunne antas at overgangen til lavsvoveldiesel innebærer reduksjon av 278,23 kg PM_{2,5} og 14,89 kg PM_{2,5-10}. Dette innebærer en reduksjon i miljøkostnadene på 884 945 kr per år.

Den andre metoden baserer seg på opplysninger fra SFT (pers meddel.) om at en reduksjon i svovelinnhold fra 50 ppm til 10 ppm i diesel anslås å gi 5 % reduksjon i både PM₁₀ og PM_{2,5}-utslippene i eksos. Dette er i følge SFT (Ibid.) representativt for busser i Oslo, og er relatert til EURO-kravene. Bybussenes eksosutslipp, som vist i Tabell 17, er beregnet til 11,42 tonn PM₁₀, hvorav 10,84 er PM_{2,5}. Det kan forventes at en overgang fra diesel med 38 ppm til 10 ppm svovel vil kunne gi 3,5 % reduksjon i disse utslippene, d.v.s. 379,4 kg mindre PM_{2,5} og 20,3 kg mindre PM_{2,5-10}. Dette vil således kunne gi reduksjon i miljøkostnadene på 1 206 737 kr per år.

En overgang til diesel med 10 ppm svovel for bybussene vil således kunne gi totalt reduserte miljøkostnader på 0,89 mill kr per år basert på den første metoden og 1,22 mill kr per år basert på den andre metoden. Vi vil tillegge resultatet oppnådd ved den andre metoden størst vekt, ettersom denne metoden baserer seg på betydelig mer oppdatert kunnskap om forholdet mellom svovelinnhold i diesel og partikkelutslipp.

9. Brutto direkte utslipp

9.1. Diesel og bensin

Analysen av brutto direkte utslipp for bensin og diesel knyttet til samfunnsregnskapet baserer seg på analyse av energikjedene både som Well-to-Tank og Tank-to-Wheel. Tank-to-Wheel tilsvarer de direkte utslippene. For Well-to-Tank analysen er følgende segmenter i bensin og diesel energikjedene lagt til grunn:

- Utvinning av råolje i Nordsjøen
- Transport av råolje i tankbåter fra plattformene til landbaserte raffinerier
- Produksjon av bensin og diesel i raffineri
- Distribusjon av bensin og diesel i tankbiler ut til fyllestasjonene
- Fylling av diesel og bensin på fyllestasjonene

Well-to-Tank utslippene av partikler er spredt både nasjonalt og internasjonalt. Høye konsentrasjoner av partikler forårsaker helse- og miljøproblemer i all hovedsak begrenset til byer og tettbygde strøk, slik at Well-to-Tank partikkelutslippene knyttet til persontransporten i Oslo kan antas å være bare av mindre betydning for Oslo. De er derfor ikke tatt med i beregningene.

Personbiler

Beregningen av brutto direkte utslipp fra personbiler er basert på en nylig gjennomført analyse for SFT gjort av Vestlandsforskning (Holden, 2003). I denne er Well-to-Tank CO₂-utslippet fra bensindrevne personbiler av en størrelse som tilsvarer 22,5 % av Tank-to-Wheel CO₂-utslippet. Tilsvarende for dieseldrevne personbiler er 14,3%.

De bensindrevne personbilene kan tilskrives et trafikkarbeid i Oslo på 17 453 vkm og de dieseldrevne 2 135 mill vkm. Basert på de direkte utslippsfaktorene på 271 og 194 g CO₂/vkm for henholdsvis bensindrevne og dieseldrevne personbiler, kan det beregnes at de hver for seg forårsaket direkte utslipp av 473 og 41 mill Ktonn CO₂. Well-to-Tank tillegget kan beregnes å utgjøre 106 mill og 6 Ktonn CO₂ for henholdsvis bensindrevne og dieseldrevne personbiler. Det brutto direkte (Well-to-Wheel) CO₂-utslippet fra personbilene i Oslo i 2003 kan dermed beregnes til å utgjøre totalt 627 Ktonn.

For bensindrevne personbiler er Well-to-Tank NO_x -utslipp av en størrelse som tilsvarer 22,4 % av Tank-to-Wheel utslippet. Tilsvarende for dieseldrevne personbiler er 7,4 %. Basert på de direkte utslippsfaktorene på 0,99 og 0,72 g NO_x/vkm for henholdsvis bensindrevne og dieseldrevne personbiler, kan det beregnes at de hver for seg forårsaket direkte utslipp av 1 728 og 154 tonn NO_x. Well-to-Tank tillegget kan beregnes å utgjøre 386 og 11 tonn NO_x for henholdsvis bensindrevne og dieseldrevne personbiler. Det brutto direkte (Well-to-Wheel) NO_x -utslippet fra personbilene i Oslo i 2003 kan dermed beregnes til å utgjøre totalt 2 279 tonn.

Drosjer

Beregningene av brutto direkte utslipp fra drosjer er gjort på samme måte som for personbiler, men med et annet forhold mellom antall bensindrevne og dieseldrevne kjøretøy. De bensindrevne drosjene av personbilkategori kan tilskrives et transportarbeid på 305 mill vkm og de dieseldrevne 863 mill vkm. Basert på de direkte utslippsfaktorene på 271 og 194 g CO₂/vkm for henholdsvis bensindrevne og dieseldrevne personbiler, kan det beregnes at drosjene av personbilkategori forårsaket direkte utslipp av 8,3 og 16,7 Ktonn CO₂. Well-to-Tank tillegget kan beregnes å utgjøre 1,86 og 2,40 Ktonn CO₂ for henholdsvis bensindrevne og dieseldrevne drosjer av personbilkategori. Det brutto direkte (Well-to-Wheel) CO₂-utslippet fra drosjer av personbilkategori i Oslo i 2003 kan dermed beregnes til å utgjøre totalt 29,24 Ktonn. Drosjene av minibuskategori kan på tilsvarende måte beregnes å ha bidratt med brutto direkte utslipp slik at samlet Well-to-Wheel utslipp fra drosjene i Oslo i 2003 er beregnet til totalt 34,66 Ktonn.

Brutto direkte utslipp av NO_x fra drosjene i Oslo i 2003 er beregnet på tilsvarende måte til å utgjøre totalt 80,3 tonn.

Buss

Beregninger av bussenes brutto direkte utslipp er basert på Lundli m.fl. (1998b), hvor Well-to-Tank CO₂ -utslipp er av en størrelse som tilsvarer 11,7 % av Tank-to-Wheel utslippet. Dette innebærer et samlet Well-to-Wheel utslipp av CO₂ på 27,93 Ktonn fra kontraktsbussene og 14,29 Ktonn fra de øvrige bussene.

Well-to-Tank NO_x -utslipp er av en størrelse som tilsvarer 7,8 % av Tank-to-Wheel utslippet. Dette innebærer et samlet Well-to-Wheel utslipp av NO_x på 398 tonn fra kontraktsbussene og 215 tonn fra de øvrige bussene.

Båt

Båtenes brutto direkte utslipp er beregnet med basis i mengden drivstoff forbrukt. Med basis i Holden (2003), Lundli m.fl. (1998b) og Høyser & Heiberg (1993) kan det anslås et Well-to-Tank CO₂-utslipp fra marin diesel på ca. 325 gram per liter. For bunkerolje har vi anvendt en lavere verdi, og estimert 300 gram per liter å være representativt. Med dette som grunnlag, kan Well-to-Tank CO₂-utslipp beregnes til 45 tonn fra båt-kontrakt og 2 336 tonn fra båt-rest.

Well-to-Tank NO_x-utslipp kan med samme basis anslås til 3,0 g/l for marin diesel, og 2,8 g/l for bunkerolje. Totalt Well-to-Tank NO_x-utslipp kan med dette grunnlag beregnes til 0,6 tonn fra båt-kontrakt og 33,8 tonn fra båt-rest.

9.2. Elektrisitet

Beregning av brutto direkte utslipp fra elektrisitet er basert på at en del av elektrisiteten som forbrukes i Norge er importert. Importert, eksportert og forbrukt elektrisitet i siste 10-årsperiode¹⁴ i elektrisitetsstatistikken til SSB er vist i Tabell 31.

¹⁴ Tallene for 2002 og 2003 er foreløpige, og basert på summering av månedsstatistikker.

Tabell 31 Importert og forbrukt elektrisitet 1994-2003(GWh)

	Import	Eksport	Forbruk
1994	4 836	4 968	102 926
1995	2 300	8 962	104 964
1996	13 212	4 236	104 147
1997	8 692	4 874	104 893
1998	8 046	4 412	110 448
1999	6 857	8 776	110 520
2000	1 474	20 529	110 915
2001	10 760	7 162	113 258
2002	5 330	15 002	120 928
2003	13 472	5 587	115 159
Sum	74 978	84 508	1 098 158

Den gjennomsnittlige andelen importert elektrisitet i denne 10-års-perioden utgjør 7 % av forbruket. Selv om mengden eksportert elektrisitet overstiger mengden importert elektrisitet i tidsperioden, har vi benyttet den importerte elektrisiteten som et beste mål på tilføring av varmekraftbasert elektrisitet i det norske strømmettet. Det er for dette benyttet utslippsfaktorer for produksjon av elektrisitet for et europeisk gjennomsnitt. Disse er tidligere beregnet av Høyer & Heiberg (1993) til 2,2 g NO_x /kWh og 525 g CO₂/kWh. Ved å benytte disse forutsetninger kan de brutto direkte utslippene beregnes, med resultat vist i Tabell 32.

Tabell 32 Brutto direkte utslipp for tog, t-bane og trikk (tonn)

	NO _x	CO ₂
Tog	12,1	2 895,9
T-bane	10,4	2 489,0
Trikk	3,1	738,4

10. Indirekte utslipp

Med indirekte utslipp menes de utslippene som kan knyttes til produksjon og vedlikehold av transportmidler og tilhørende infrastruktur. Indirekte utslipp fra persontransport i Oslo har tidligere blitt analysert av Vestlandsforskning som en del av grunnlagsarbeidet for utarbeiding av ulike scenarier for utvikling av persontransport i Oslo (Lundli m.fl., 1998a; 1998b). Analysen viste at inkludering av indirekte utslipp ikke endret vesentlig på forholdet mellom de totale utslippene for de ulike transportformene. De transportformene som ble analysert var personbil, drosje, bus, tog, trikk og T-bane. For utslipp av CO₂ representerte de indirekte utslippene tillegg av en størrelse på mindre enn 20 % av direkte utslipp fra hver av transportformene personbil, drosje og buss. For alle transportformene gjaldt det at de indirekte CO₂- utslippene var omtrent på størrelse med tillegget for brutto energibruk. Indirekte NO_x -utslipp ga tillegg på størrelse med 15 % eller mindre av direkte utslipp fra

personbil, drosje og buss. Tog ga noe høyere indirekte NO_x -utslipp enn brutto tillegget, mens for de andre transportformene ga indirekte NO_x tillegg som var mindre enn brutto tillegget.

Båt var ikke inkludert i analysen til Lundli m.fl. (Ibid). Det som kan sies om båt er at denne kommer relativt godt ut når indirekte utslipp inkluderes. Dette har sin basis i relativt liten infrastruktur sett i forhold til utført transportarbeid.

Ved å ta hensyn til kostnader ved indirekte energibruk kommer kollektive transportmidler i sum fremdeles betydelig bedre ut enn personbil pluss drosje, sett i forhold til utført transportarbeid. Dette til tross for at den skinnegående kollektivtransporten (tog, T-bane og trikk) umiddelbart kan synes å ha relativt høye indirekte utslipp knyttet til produksjon og vedlikehold av stor tilknyttet infrastruktur. Forholdet mellom miljøkostnadene for veibasert og banebasert persontransport endres heller ikke vesentlig ved å inkludere kostnadene for indirekte utslipp.

Disse konklusjonene om indirekte utslipp har basis i en rekke andre studier (bl.a. INFRAS, 2000; ECMT, 1998, Høyer & Heiberg, 1993 og Bos, 1998).

11. Sammenstillinger

Samfunnsregnskapet for 2003 er sammenfattet i Tabell 33. Brutto direkte utslipp er inkludert i Tabell 34.

Tabell 33 Sammenfatning av samfunnsregnskapet 2003 – Persontransportsystemet i Oslo

Kategori	Enhet	T-bane	Spor- vogn	Buss Kon- trakt	Buss Rest	Tog	Båt Kon- trakt	Båt Rest	Personbil	Drosje	Totalt
Transportarbeid	Mpkm	398,4	73,6	245,0	174,7	526,0	1,8	23,1	3 212,4	175,0	4 829,9
Miljøfaktorer											
Direkte energi	kWh/pkm	0,170	0,273	0,380	0,273	0,150	1,178	6,219	0,620	0,480	
CO ₂	kg/pkm	0	0	0,102	0,073	0	0,308	1,665	0,160	0,129	
NOx	g/pkm	0	0	1,507	1,144	0	5,611	4,020	0,583	0,415	
PM _{2,5-10}	g/pkm	0	0	0,015	0,013	0	0,017	0,146	0,040	0,060	
PM _{2,5}	g/pkm	0	0	0,068	0,051	0	0,078	0,483	0,090	0,110	
Sum Direkte energi og utslipp											
Direkte energi	GWh	67,7	20,1	93,2	47,7	78,8	2,12	143,4	1 991,7	84,0	2 528,7
CO ₂	Ktonn	0	0	25,0	12,8	0	0,56	38,4	515,1	22,5	614,4
Nox	Tonn	0	0	369,1	199,9	0	10,1	92,7	1 872,8	72,6	2 617,3
PM _{2,5-10}	Tonn	0	0	3,8	2,2	0	0,0	3,4	128,5	10,5	148,4
PM _{2,5}	Tonn	0	0	16,6	9,0	0	0,1	11,1	289,1	19,3	345,3
Miljøkost Faktorer –Lavt CO₂											
CO ₂	kr/pkm	0	0	0,041	0,029	0	0,123	0,666	0,064	0,051	
NOx	kr/pkm	0	0	0,490	0,372	0	1,824	1,306	0,189	0,133	
PM _{2,5-10}	kr/pkm	0	0	0,016	0,013	0	0,017	0,152	0,042	0,062	
PM _{2,5}	kr/pkm	0	0	0,212	0,161	0	0,243	1,510	0,281	0,344	
Sum faktor	kr/pkm	0	0	0,759	0,575	0	2,207	3,634	0,575	0,591	
I alt Miljøkost											
CO ₂	Mkr	0	0	10,0	5,1	0	0,2	15,4	206,1	9,0	245,8
NOx	Mkr	0	0	120,0	65,0	0	3,3	30,1	608,7	23,6	850,6
PM _{2,5-10}	Mkr	0	0	3,9	2,3	0	0,0	3,5	133,6	10,9	154,3
PM _{2,5}	Mkr	0	0	52,0	28,1	0	0,4	34,8	903,5	60,2	1 078,9
Sum Miljøkost	Mkr	0	0	185,9	100,4	0	4,0	83,8	1 851,8	103,7	2 329,6
Støy faktor	kr/pkm	0,009	0,028	0,103	0,098	0,007	0	0	0,091	0,115	
Ulykker faktor	kr/pkm	0,026	0,085	0,037	0,035	0,060	0	0	0,140	0,176	
Støy	Mkr	3,4	2,1	25,2	17,2	3,5	0	0	293,8	20,1	365,3
Ulykker	MKr	10,4	6,3	9,0	6,2	31,3	0	0	450,5	30,8	544,5
I alt Miljøkost + støy + ulykker											
Totalt	MKr	13,8	8,3	220,1	123,8	34,8	4,0	83,8	2 596,2	154,6	3 239,4
Totalt	kr/pkm	0,03	0,11	0,90	0,71	0,07	2,21	3,63	0,81	0,88	0,67
Høy CO₂											
CO ₂ faktor	kr/pkm	0	0	0,143	0,102	0	0,432	2,331	0,225	0,180	
Sum miljøfaktor	kr/pkm	0	0	0,861	0,648	0	2,516	5,299	0,737	0,721	
CO ₂	Mkr	0	0	35,0	17,9	0,0	0,8	53,8	721,2	31,5	860,1
I alt Miljøkost + støy + ulykker											
Totalt	MKr	13,8	8,3	245,1	136,6	34,8	4,5	122,2	3 111,3	177,1	3 853,7
Totalt	kr/pkm	0,03	0,11	1,00	0,78	0,07	2,52	5,30	0,97	1,01	0,80

Tabell 34 Sammenfatning av samfunnsregnskapet med brutto direkte kostnader inkludert

Kategori	Enhet	T-bane	Spor- vogn	Buss Kon- trakt	Buss Rest	Tog	Båt Kon- trakt	Båt Rest	Personbil	Drosje	Totalt
Transportarbeid	Mpkm	398,4	73,6	245,0	174,7	526,0	1,8	23,1	3 212,4	175,0	4 829,9
Miljøfaktorer											
CO ₂	kg/pkm	0,006	0,010	0,114	0,082	0,006	0,333	1,766	0,195	0,198	
Nox	g/pkm	0,03	0,04	1,62	1,22	0,02	5,94	5,49	0,71	0,46	
PM _{2,5-10}	g/pkm	0	0	0,02	0,01	0	0,02	0,15	0,04	0,06	
PM _{2,5}	g/pkm	0	0	0,07	0,05	0	0,08	0,48	0,09	0,11	
Sum utslipp											
CO ₂	Ktonn	2,5	0,7	27,9	14,3	2,9	0,6	40,7	626,7	34,7	751,0
Nox	Tonn	10,4	3,1	398,0	214,0	12,2	10,7	126,5	2 279,0	80,3	3 134,2
PM _{2,5-10}	Tonn	0	0	3,8	2,2	0	0,0	3,4	128,5	10,5	148,4
PM _{2,5}	Tonn	0	0	16,6	9,0	0	0,1	11,1	289,1	19,3	345,3
Miljøkost											
Faktorer –Lavt CO₂											
CO ₂	kr/pkm	0,002	0,004	0,046	0,033	0,002	0,133	0,707	0,078	0,079	
NOx	kr/pkm	0,008	0,014	0,528	0,398	0,007	1,932	1,783	0,231	0,149	
PM _{2,5-10}	kr/pkm	0	0	0,016	0,013	0	0,017	0,152	0,042	0,062	
PM _{2,5}	kr/pkm	0	0	0,212	0,161	0	0,243	1,510	0,281	0,344	
Sum faktor	kr/pkm	0,011	0,018	0,802	0,605	0,010	2,326	4,151	0,631	0,635	
I alt											
Miljøkost											
CO ₂	Mkr	1,0	0,3	11,2	5,7	1,2	0,2	16,3	250,7	13,9	300,4
NOx	Mkr	3,4	1,0	129,4	69,6	3,9	3,5	41,1	740,7	26,1	1 018,6
PM _{2,5-10}	Mkr	0	0,0	3,9	2,3	0	0,0	3,5	133,6	10,9	154,3
PM _{2,5}	Mkr	0	0,0	52,0	28,1	0	0,4	34,8	903,5	60,2	1 078,9
Sum											
Miljøkost	Mkr	4,4	1,3	196,4	105,6	5,1	4,2	95,7	2 028,5	111,0	2 552,2
Støy faktor	kr/pkm	0,009	0,028	0,103	0,098	0,007	0	0	0,091	0,115	
Ulykker faktor	kr/pkm	0,026	0,085	0,037	0,035	0,060	0	0	0,140	0,176	
Støy	Mkr	3,4	2,1	25,2	17,2	3,5	0,0	0,0	293,8	20,1	365,3
Ulykker	Mkr	10,4	6,3	9,0	6,2	31,3	0	0	450,5	30,8	544,5
I alt Miljøkost + støy + ulykker											
Totalt	Mkr	18,2	9,6	230,6	129,0	39,9	4,2	95,7	2 772,8	162,0	3 462,0
Totalt	kr/pkm	0,05	0,13	0,94	0,74	0,08	2,33	4,15	0,86	0,93	0,72
Høy CO₂											
CO ₂ faktor	kr/pkm	0,009	0,014	0,160	0,115	0,008	0,467	2,473	0,273	0,277	
Sum miljøfaktor											
	kr/pkm	0,017	0,028	0,916	0,686	0,015	2,659	5,917	0,827	0,833	
CO ₂	Mkr	3,5	1,0	39,1	20,0	4,1	0,8	57,0	877,4	48,5	1 051,5
I alt Miljøkost + støy + ulykker											
Totalt	Mkr	20,7	10,4	258,5	143,2	42,8	4,8	136,5	3 399,5	196,6	4 213,0
Totalt	kr/pkm	0,05	0,14	1,06	0,82	0,08	2,66	5,92	1,06	1,12	0,87

12. Referanser

12.1. Litteratur og Internet

Agerström, M (1997): *Miljöskuld och Miljökapital i Halmstad kommun*. Stockholm: EAL Miljökapital AB.

Alfsen, K.H. og Rosendahl, K.E. (1996): *Economic Damage of Air Pollution*. Documents 96/17. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.

Andersen, O. (1998): *Svevestøv fra persontransport i Oslo. En beregning av mengder og kostnader*. VF-Rapport 14/98. Vestlandsforskning, Sogndal.

Andersen, O. og Lundli, H.E. (2000): *Ulykkesrisiko ved persontransport. En sammenfatning og vurdering av statistisk materiale*. VF-Notat 1/00. Vestlandsforskning, Sogndal.

Bang, J., Flugsrud, K., Holtskog, S., Haakonsen, G., Larssen, S., Maldum, K.O., Rypdal, K. og Skedsmo, A. (1999): *Utslipp fra veitrafikk i Norge – Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater*. Oppdatering av SFT-rapport 93:12. SFT-rapport 99:4. Statens forurensningstilsyn.

Baranescu, R.A. (1992): *Influence of Fuel Sulfur on Diesel Particulate Emissions*. Paper 881174 presented at the Future Transportation Technology Conference and Exposition, August 1988. I: Johnson, J.H., Baines, T.M. and Clerc, J.C. (eds.) *Diesel Particulate Emissions: Measurement Techniques, Fuel Effects and Control Technology*. PT-42. SAE International.

Bos, S. (1998): *Direction Indirect. The indirect energy requirements and emissions from freight transport*. PhD Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.

Brendemoen, A. m.fl. (1992): *Miljøkostnader i makroperspektiv*. SSB Rapport 92/17. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.

Color Line (2004a): http://www.lofavor.no/popup_frame.db2?id=4541&uid=1009

Color Line (2004b): <http://www.colorline.no/servlets/page?section=1015&item=15116>

ECMT (1998): *Efficient Transport for Europe. Policies for internalisation of external costs*. European Conference of Ministers of Transport, Paris.

ECON (1995): *De norske kjøretøyavgiftene*. Rapport 124/95. Oslo: ECON Analyse, Senter for økonomisk analyse.

Eriksen, K.S. og Hovi, Z.B. (1995): *Transportmidlenes marginale kostnadsansvar*. TØI notat 1019/1995. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Eriksen, K.S., Markussen, T.E. og Pütz, K. (1999): *Marginale kostnader ved transportvirksomhet*. TØI rapport 464/1999. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

European Commission (1999): *MEET – Methodology for calculating transport emissions and energy consumption*. Transport Research - Fourth Framework Programme Strategic Research DG VII – 99. ISBN 92-828-6785-4.

Glomsråd, S. m.fl. (1996): *Integrering av miljøkostnader i makroøkonomiske modeller*. Rapport

96/23. Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Hagen, K.-E. og Putz, O.K. (1999): *Miljøkostnader knyttet til bruk av ulike transportmidler på utvalgte relasjoner*. Arbeidsdokument av 19. Mars 1999. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Holden, E. (2003): *Energi og miljødata for alternative og konvensjonelle drivstoffer – år 2010*. VF-rapport 2/2003. Vestlandsforskning, Sogndal.

Høyser, K.G. og Heiberg, E. (1993): *Persontransport – konsekvenser for energi og miljø. Direkte og indirekte energibruk og miljøkonsekvenser ved ulike transportmidler*. VF-Rapport 1/93. Vestlandsforskning, Sogndal.

INFRAS (2000): *External Costs of Transport. Accident, Environment and Congestion Costs of Transport in western Europe*. INFRAS, Consulting Group for Policy Analysis and Implementation / IWW, Universitaet Karlsruhe.

IPCC (1999). *Aviation and the Global Atmosphere. A Special Report of Working Group I and III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.

Jernelöv, A. (1994): *Miljöskuld och miljökapital i Uppsala Kommun*. Rapport 1994:3. Stockholm: Miljöårsberedningen.

Kittelson, D.B. (1998): *Engines and nanoparticles: A review*. J. Aerosol Sci. Vol. 29, No. 5/6, pp. 575-588.

Kågeson, P. (1993): *Getting The Prices Right - A European Scheme for Making Transport Pay its True Costs*. Brussels: European Federation for Transport and Environment.

Lundli, H.E. (1996): *The Politics of Ozone Depletion and Climate Change: Sources of Success and Failure*. Cand.polit. Thesis in Political Science. NTNU, Trondheim.

Lundli, H.E., Andersen, O. og Høyser, K.G. (1998a): *Transportscenarier for Oslo. 1996-2016. Konsekvenser for areal, tidsbruk og utslipp av CO₂, NO_x og svevestøv*. En sammendragsrapport. VF-rapport 13/98. Vestlandsforskning, Sogndal.

Lundli, H.E., Høyser, K.G. og Holden, E. (1998b): *Transportscenarier for Oslo. Grunnlagsnotat*. VF-notat 5/98. Vestlandsforskning, Sogndal.

Miljøverndepartementet (1995): *Om norsk politikk mot klimaendringer og utslipp av nitrogenoksider (NO_x)*. St.meld. nr. 41 (1994-95). Oslo Dep.

Opplysningsrådet for Veitrafikken (2004): *Kjøretøybestanden pr 31-12-2003* (<http://www.ofv.no/default.asp?id=1048>)

Oslo Sporveier (2000): *Miljørapport 2000 for konsernet AS Oslo Sporveier*. AS Oslo Sporveier, Oslo.

PROSAM (2002): *Samferdselsdata for Oslo og Akershus 2001*. Rapport nr. 99. PROSAM, Oslo. (<http://www.prosam.org>)

Rosendahl, K.E. (1998): *Social costs of air pollution and fossil fuel use – A macroeconomic approach*. Social and Economic Studies 99. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.

Rosendahl, K.E. (1999): *Vurdering av skadekostnadsmetoden til bruk på vegprosjekt – en case-studie*. Rapport 99/5, Statistisk Sentralbyrå, Oslo.

Slørdal, L.H. (1998): *Eksponering til luftforurensing i Oslo, Drammen, Bergen og Trondheim. Beregninger av NO₂, PM₁₀, og PM_{2,5} for vinteren 1995-1996*, NILU rapport OR 38/98, Norsk Institutt for luftforskning.

Statens Forurensningstilsyn (2000): *Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning*. Luftforurensninger – effekter og verdier (LEVE). TA-1718/2000, ISBN 82-7655-205-6.

Statens Järnväger (2004): *SJ Miljökalkyl*. (<http://www.om.sj.se/>)

Sælensminde, K. (1992): *Miljøkostnader av vegtrafikk i byområder*. TØI rapport 115/1992. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

UIC (1994): *External effects of transport*. Union Internationale des Chemins de Fer, Paris.

Vestby, S.E. (2000): *På tur med Signatur. Energibehov ved bruk av kregende togsett på Sørlandsbanen*. VF-notat 5/00. Vestlandsforskning, Sogndal.

Wall, J.C., Shimpi, S.A. and Yu, M.L. (1992): *Fuel Sulfur Reduction for Control of diesel Particulate Emissions*. Paper 872139 presented at the International Fuels and Lubricants Meeting and Exposition, November 1987. I: Johnson, J.H., Baines, T.M. and Clerc, J.C. (eds.) Diesel Particulate Emissions: Measurement Techniques, Fuel Effects and Control Technology. PT-42. SAE International.

12.2. Personlige meddelelser

Båtservice A/S, 23 35 68 90, februar 2004

Cruise Norway 900 38 145 (Angell-Hansen), februar 2004

DFDS #1, 23 10 68 00, februar 2004

DFDS #2, 23 10 68 99 (Lisbeth Skafte), lisbeth.skafte@dfsseaways.no, mars 2004

Norway Bussekspress (Jarle Bugge), mars 2004

Opplysningsrådet for Veitrafikken (Torvald Gjønnnes), februar 2004

Oslo-Fergene AS, 23 32 77 86 (Bjørn Hansen), oslofas@online.no, februar 2004

SAS Flybussen, 22 80 49 71, mars 2004

SFT, Eivind Røsten, mars 2004

SL, 23 00 23 44 (Anne Merete Andersen), mars 2004

Statens Vegvesen (Harald Granerud), mars 2004

Stena Line, +47 23 17 91 00 (Rickard Ternblom), rickard.ternblom@stenaline.com, februar 2004

TØI, Jon Martin Denstadli, mars 2004

Wilhelmsen Lines, 22 01 42 00, februar 2004