



Vestlandsforskning

Boks 163, 6851 Sogndal

Tlf. 57 67 61 50

Internett: www.vestforsk.no

Vf-Notat 2/01

Transportalternativer Oslo-Gjøvik

Energibruk, miljøkostnader, ulykkesrisiko og ulykkeskostnader ved ulike former for persontransport

Av
Otto Andersen

VF notat

Notat tittel: Transportalternativer Oslo-Gjøvik. Energibruk, miljøkostnader, ulykkesrisiko og ulykkeskostnader ved ulike former for persontransport.	Notat nr: 2/01
	Dato: Aug 2001
	Gradering: Åpen
Prosjekttittel:	Tal sider:
Forskarar: Otto Andersen	Prosjektansvarleg: Karl G Høyner
Oppdragsgjevar: NSB Kortdistanse	Emneord: Persontransport, energibruk, miljøkostnader, ulykkeskostnader, ulykkesrisiko
Samandrag: <p>Notatet presenterer en analyse og sammenligning av ulike transportalternativer for strekningen Oslo-Gjøvik med hensyn til energibruk, miljøkostnader, ulykkesrisiko og ulykkeskostnader. Analysen omfatter persontransport med de ulike transportformene personbil, buss og jernbane (både elektrisk og dieseldreven). Det er i analysen gjort en tallfesting av energibruk og miljøkostnader knyttet til utslipp av CO₂, NO_x, CO, NMVOC, partikler og CH₄ for en personreise med de ulike transportalternativene. Det blir også gitt en tallfesting av ulykkesrisiko og ulykkeskostnader for de ulike transportalternativene.</p> <p>Analysen viser at buss og elektrisk jernbane har omtrent samme energibruk for en personreise med på strekningen. Bruk av personbil krever nesten dobbelt så mye energi per person, og noe mer enn alternativet med dieseltog.</p> <p>Transporten med elektrisk jernbane har null direkte utslipp ettersom drivkraften er elektrisitet. I analysen knyttes miljøkostnadene kun til de direkte utslippene av forurensende avgasser, og disse kostnadene blir dermed null for elektrisk tog. Av de andre alternativene har dieseltog høyest miljøkostnader. Hvis vi ser bort fra elektrisk jernbane, er personbil mest gunstig i forhold til miljøkostnader, med ca halvparten av tilsvarende kostnadene for dieseltog og ca 3/4-deler i forhold til buss.</p> <p>Av de ulike alternativene innebærer personbil størst risiko for å omkomme ved å reise strekningen, over seks ganger høyere enn tilsvarende risiko for jernbane og buss.</p> <p>Ulykkeskostnadene er høyest for personbil, omtrent dobbelt så høye som for buss. Ulykkeskostnadene for tog tilsvarer ca 70% av ulykkeskostnadene for personbil.</p>	
Andre publikasjoner frå prosjektet:	
ISBN nr: ISSN: 0803-4354	Pris : Kr 75,-

Forord

Dette er rapporten fra en analyse gjort på oppdrag for NSB.

Hovedmålet med studien har vært å analysere og sammenligne ulike transportalternativer for strekningen Oslo-Gjøvik med hensyn til energibruk, miljøkostnader, ulykkesrisiko og ulykkeskostnader.

Otto Andersen har vært ansvarlig for gjennomføringen av studien

Karl Georg Høyer har vært faglig hovedansvarlig for studien.

Sogndal, August 2001

Karl Georg Høyer

Innhold

1. Innledning	1
2. Belegg, faktorer for energibruk og utslipp fra transport med personbil og buss	1
3. Belegg, faktorer for energibruk og utslipp fra transport med jernbane	2
4. Faktorer for miljøkostnader	3
5. Faktorer for ulykkesrisiko	3
6. Faktorer for ulykkeskostnader	4
7. Sammenlikning av alternativene	5
7.1. Energifbruk	5
7.2. Miljøkostnader	6
7.3. Ulykkesrisiko	7
7.4. Ulykkeskostnader	8
8. Konklusjon	9
Referanser	11
Personlige meddelelser	11

Liste over figurer

Figur 1 Energifbruk ved ulike alternativ for persontransport mellom Oslo og Gjøvik (kWh/personreise)	5
Figur 2 Miljøkostnader ved de ulike alternativene for transport av personer mellom Oslo og Gjøvik (kr/personreise)	6
Figur 3 Ulykkerisiko ved ulike transportalternativer Oslo-Gjøvik (antall omkomne per million reisende)	7
Figur 4 Ulykkeskostnader per personreise på strekningen Oslo-Gjøvik (kr/personreise)	8
Figur 5 Energifbruk, miljøkostnader, ulykkesrisiko og ulykkeskostnader for bil, buss og tog på strekningen Oslo-Gjøvik	9

Liste over tabeller

Tabell 1 Energi- og utslippsfaktorer for personbil og buss (energifbruk i kWh/pkm og utslipp i g/pkm)	2
Tabell 2 Antall reisende, antall seter og gjennomsnittlige kapasitetsutnyttelse på togene mellom Oslo og Gjøvik i perioden Jan-Juli 2001	2

Tabell 3 Utslippsfaktorer for persontransport med dieseltog (g/pkm)	3
Tabell 4 Faktorer for miljøkostnader fra utslipp til luft (kr/kg)	3
Tabell 5 Risiko for å omkomme som reisende med ulike transportmidler i Norge 1989-1999 (antall omkomne per million pkm).....	4
Tabell 6 Faktorer for ulykkeskostnader (kr/pkm).....	4

1. Innledning

Vestlandsforskning har fått i oppdrag av NSB å gjøre en sammenlikning av ulike transport alternativer for strekningen Oslo-Gjøvik. Foruten å analysere energibruken, er også miljøkostnadene knyttet til utslippet av forurensingskomponenter fra transportformene beregnet. Det er kun den direkte energibruken og de direkte utslippene som utgjør grunnlaget for sammenlikningen i analysen. Dette består av energiforbruk og utslipp knyttet til transportmidlenes framdrift. Energibruk og utslipp fra drivstoffenes produksjon og distribusjon (brutto direkte utslipp og energibruk) er det ikke gjort sammenlikning av. Energi og utslipp fra produksjon og vedlikehold av transportmidlene og deres infrastruktur (indirekte utslipp og energibruk) er heller ikke tatt med.

Foruten energibruk og utslipp er det også tatt med en sammenlikning av de ulike transportformenes ulykkesrisiko og kostnader forbundet med ulykker.

Analysen omfatter kun persontransport. De ulike transportformene som analysen omfatter er personbil, buss og jernbane (både elektrisk og dieseldreven).

2. Belegg, faktorer for energibruk og utslipp fra transport med personbil og buss

For personbil og buss er ruten som følger riksvei 4 analysert. Den er totalt 124 km lang. For personbil er det benyttet det gjennomsnittlige nasjonale personbelegget for 2000 på 1,77 personer per bil (Rideng, 2001). For buss er det gjennomsnittlige belegget for ekspressbusser 45%. På analysestrekningen er et reelt bussalternativ imidlertid ikke et ekspressbussalternativ, men et alternativ som ligger nærmere det nasjonale gjennomsnitt for busser. Dette har et mye lavere belegg som er i området 20-30%. Vi finner det derfor riktig, når vi gjør en sammenlikning med de andre transportalternativene, å benytte en kapasitetsutnyttelsesfaktor for normalt belegg på buss på 30%. Utslippsfaktorer er fra SFTs oppdaterte utslippsrapport (Bang et al., 1999), som også er grunnlaget for beregning av energibruksfaktorer (beregnet fra CO₂-utslippet). Det er benyttet gjennomsnitt for faktorene for landeveiskjøring og landeveis/motorveikjøring. For personbil er faktorene for biler produsert i perioden 95-96 benyttet, ettersom dette er den SFT-kategorien som best tilsvarer den gjennomsnittlige alderen på personbilparken. For busser er det brukt faktorer for produksjonsår i 93-95 (EURO I). Faktorene er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Energi- og utslippsfaktorer for personbil og buss (energibruk i kWh/pkm og utslipp i g/pkm)

Transportmiddel	Energi	CO ₂	NO _x	CO	CH ₄	NMVOC	Partikler
Personbil	0,326	87,20	0,088	0,395	0,003	0,025	0,004
Buss	0,169	45,28	20,621	2,655	0,042	1,017	0,763

3. Belegg, faktorer for energibruk og utslipp fra transport med jernbane

Gjøvikbanen mellom Oslo S og Gjøvik utgjør en strekning på 124 km. I Tabell 2 viser vi data fra NSB om antall reisende, antall seter og den beregnede beleggsprosent for alle togene mellom Oslo og Gjøvik i perioden 01.01 – 31.07 for året 2001.

Tabell 2 Antall reisende, antall seter og gjennomsnittlige kapasitetsutnyttelse på togene mellom Oslo og Gjøvik i perioden Jan-Juli 2001

Tellepunkt	Antall reisende	Antall seter	Kapasitets-utnyttelse (%)
Jaren	127.625	667.714	19,11
Oslo S	271.342	661.114	41,04
Sum	398.967	1.328.828	Snitt 30,02

Tallene for "antall reisende" er basert på to tellepunkter. Tellingene ved Jaren er trolig et representativt tall for antall personer som reiser mellom Jaren og Gjøvik med tog. Tellingene ved Oslo S er antatt å være et representativt tall for antall personer som reiser mellom Oslo S og Jaren med tog. Kapasitetsutnyttelsen for en typisk reise med tog mellom Oslo og Gjøvik er beregnet ut fra de ulike gjennomsnittlige beleggsprosentene for de to delstrekningene. Vi kommer da fram til et snitt på **30,02%**.

For energieffektiviteten for elektrisk persontog på strekningen Oslo-Gjøvik har vi benyttet det nasjonale gjennomsnittet på 0,0461 kWh/setekm hentet fra TØI (Thune-Larsen et al, 1997). Med den beregnede kapasitetsutnyttelsen på 30,02 % gir dette et energibruk på **0,15 kWh/pkm**. Direkte utslipp fra elektrisk jernbane settes lik null.

I analysen på strekningen Oslo-Gjøvik inngår en sammenlikning med et alternativ hvor de nye diesel krengetogene BM93 benyttes. Disse har vært i drift på Raumabanen, Nordlandsbanen og Rørosbanen det siste året. Det er imidlertid ikke tilgjengelig god nok drivstoffstatistikk for denne driften ennå, kun data for togenes motorkapasitet (i g/kWh), som ikke direkte kan omregnes til energibruk per kilometer. For denne analysen har vi derfor

valgt å benytte gjennomsnittstall for dieseldrevne persontog fra tidligere arbeider ved Vestlandsforskning (Høyer og Heiberg, 1993), på 0,22 kWh/pkm for 36% belegg. Med den beregnede kapasitetsutnyttelsen på 30,02 % gir dette et energibruk på **0,26 kWh/pkm**.

For direkte utslipp fra dieseldreven jernbane er det benyttet faktorer fra Thune-Larsen et al (1997). Utslippsfaktorene er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Utslippsfaktorer for persontransport med dieseltog (g/pkm)

Transportmiddel	CO₂	SO₂	NO_x	CO	CH₄	NMVOC	Partikler
Dieseltog	77,7	0,064	0,978	0,263	0,0049	0,114	0,112

4. Faktorer for miljøkostnader

Kostnadene fra utslipp til luft er hentet fra Andersen & Lundli (1999). De er vist i Tabell 4.

Tabell 4 Faktorer for miljøkostnader fra utslipp til luft (kr/kg)

Utslippskomponent	CO₂	NO_x	CO	CH₄	NMVOC	Partikler
Faktor	0,35	70,0	0,1	0,9	35,0	60,0

5. Faktorer for ulykkesrisiko

Det er fra Vegdirektoratet opplyst at det i løpet av årene 1997-2000 var 6 omkomne i personbil og 1 omkommet i buss ved ulykker på strekningen Oslo-Gjøvik langs riksvei 4 (Roald, pers. meddel.). Transportarbeide for personbil på strekningen de samme fire år er opplyst til 754 mill. pkm, som gir en risiko for å omkomme på 0,00795 per million pkm. For buss er imidlertid tallgrunnlaget for de siste år på strekningen for svakt, slik at vi har basert risiko for ulykker på nasjonal statistikk tidligere sammenfattet av Andersen & Lundli (2000) for de siste ti år, oppdatert med ulykker i år 2000. Dette har vi også gjort for ulykkesrisiko for tog. Risikofaktorene herfra er vist i Tabell 5 sammen med den beregnede risikofaktoren for personbil.

Tabell 5 Risiko for å omkomme som reisende med ulike transportmidler i Norge 1989-1999 (antall omkomne per million pkm)

Transportmiddel	Risiko
Personbil	0,00795
Buss	0,00065
Tog	0,00105

6. Faktorer for ulykkeskostnader

Faktorer for ulykkeskostnader er basert på data sammenfattet av TØI (Sandberg Eriksen og Hovi, 1995). Disse omfatter ulykker med dødsfall og/eller personskade. Ulykker påført personer som ikke er passasjer eller sjåfør av transportmidlet er inkludert i det aktuelle transportmidlets ulykkeskostnadsfaktor. Faktorene er vist i Tabell 6.

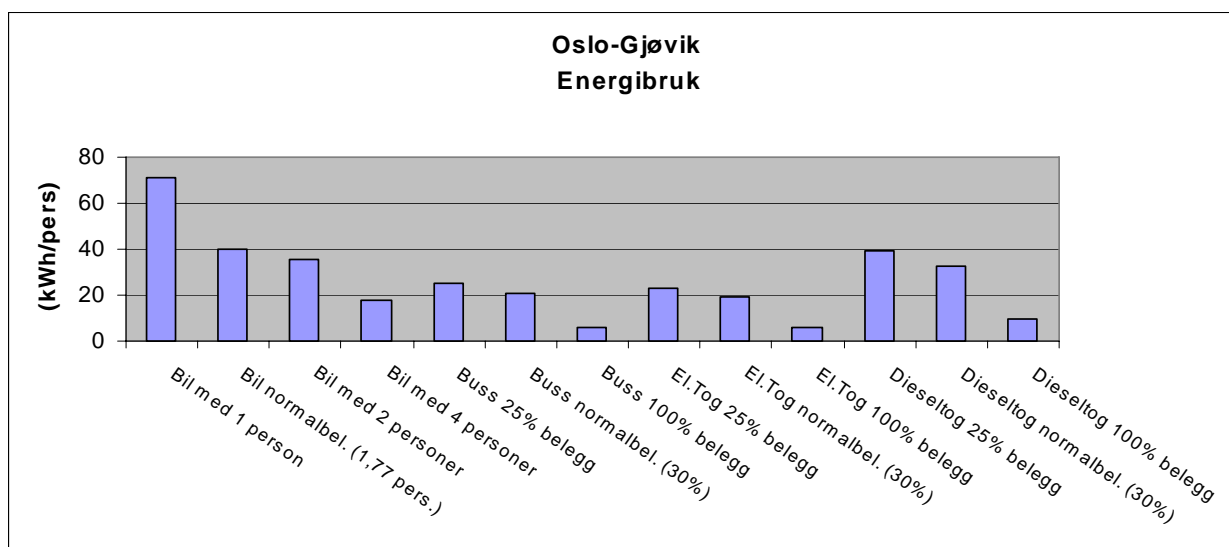
Tabell 6 Faktorer for ulykkeskostnader (kr/pkm)

Transportmiddel	Faktor for ulykkeskostnad
Bil	0,130
Buss	0,062
Tog	0,088

7. Sammenlikning av alternativene

7.1. Energibruk

I Figur 1 er vist en sammenlikning av energibruk for en person som reiser med de ulike alternativene for transport mellom Oslo og Gjøvik. I tillegg til reiser med normalbelegg er det også vist energibruk ved ulike belegg for transportalternativene.

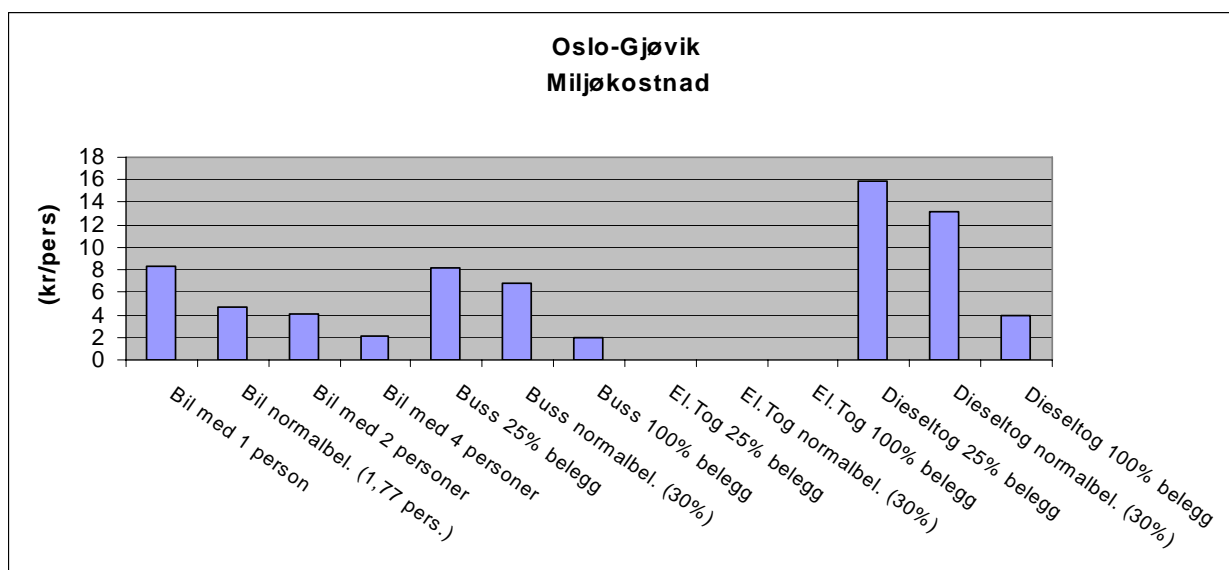


Figur 1 Energibruk ved ulike alternativ for persontransport mellom Oslo og Gjøvik (kWh/personreise)

Som det framgår av Figur 1 har transport med buss og elektrisk jernbane omtrent samme energibruk ved normalbelegg på strekningen. Bruk av personbil krever nesten dobbelt så mye energi som buss og elektrisk tog, og noe mer enn et alternativ med dieseltog.

7.2. Miljøkostnader

Sammenligning av miljøkostnader for en person som reiser med de ulike alternativene for transport mellom Oslo og Gjøvik er vist i Figur 2. I tillegg til reiser med normalbelegg er det også vist miljøkostnader ved ulike belegg for transportalternativene.

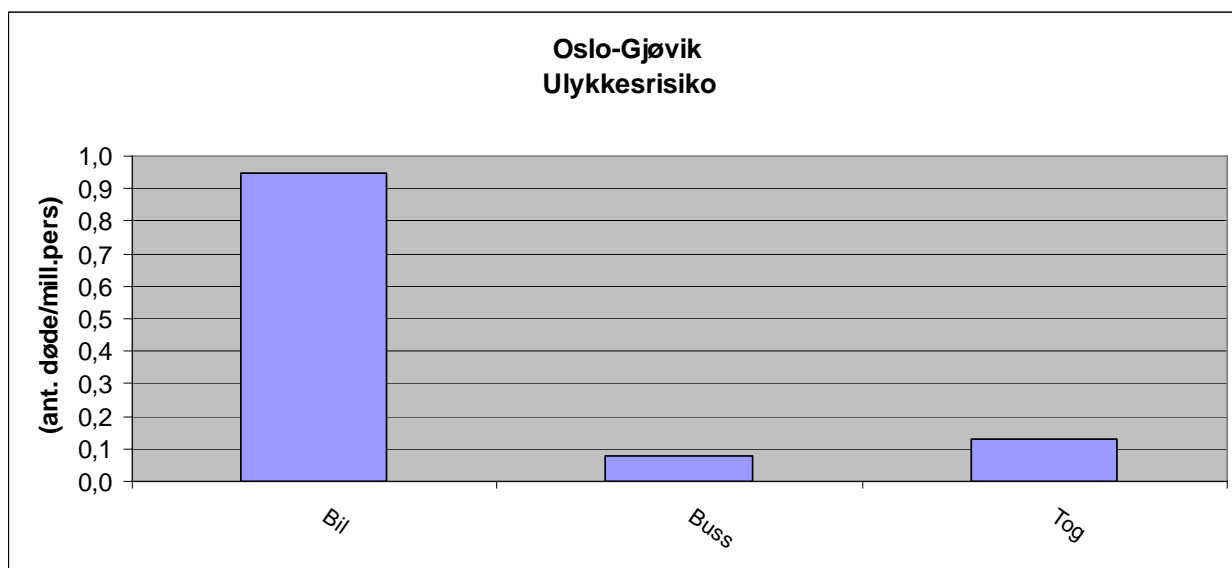


Figur 2 Miljøkostnader ved de ulike alternativene for transport av personer mellom Oslo og Gjøvik (kr/personreise)

Som vist i Figur 2 har transporten med elektrisk jernbane null miljøkostnader ettersom disse kostnadene er knyttet til direkte utslipp av forurensende avgasser. Av de andre alternativene har dieseltog høyest miljøkostnader for normalbelegget. Hvis vi ser bort fra elektrisk jernbane, er personbil mest gunstig i forhold til miljøkostnader, med ca halvparten av miljøkostnadene for dieseltog og ca 70 % forhold til buss.

7.3. Ulykkesrisiko

I Figur 3 er vist ulykkesrisiko ved de ulike transportalternativene på strekningen Oslo-Gjøvik. Figuren viser risiko for å omkomme blant en million personreiser på strekningen.

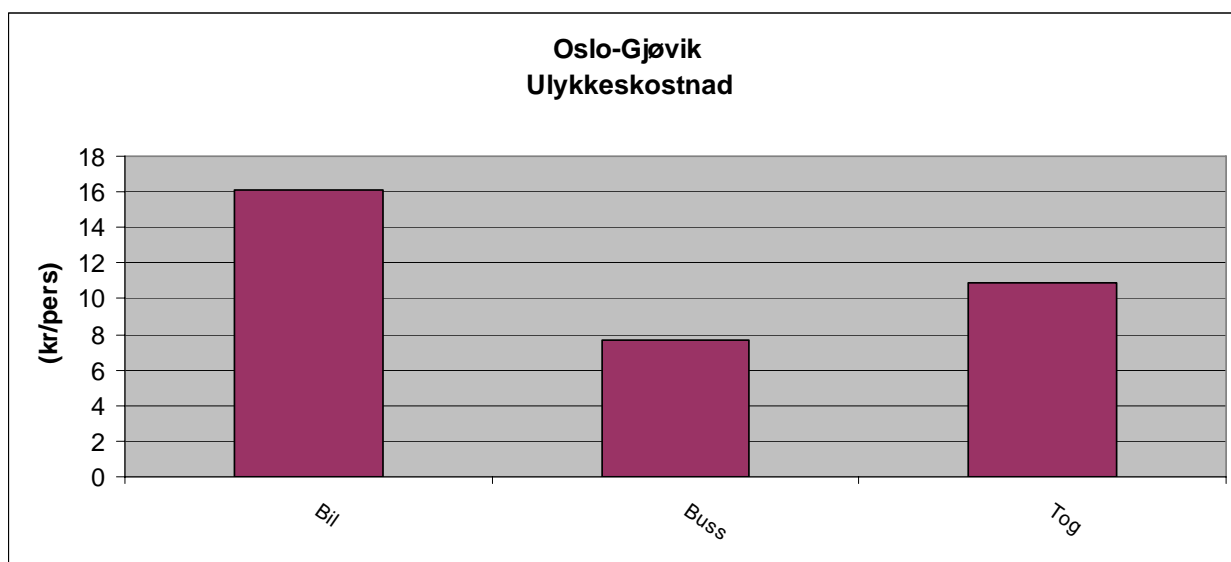


Figur 3 Ulykkesrisiko ved ulike transportalternativer Oslo-Gjøvik (antall omkomne per million reisende)

Figuren viser at det er klart størst risiko for å omkomme ved å reise med personbil på strekningen, over 7 ganger større risiko enn hvis reisen utføres med tog. Reise med buss innebærer enda noe lavere risiko enn tog.

7.4. Ulykkeskostnader

I Figur 4 er vist gjennomsnittlige ulykkeskostnader for en person som reiser med de ulike alternativene for transport mellom Oslo og Gjøvik.

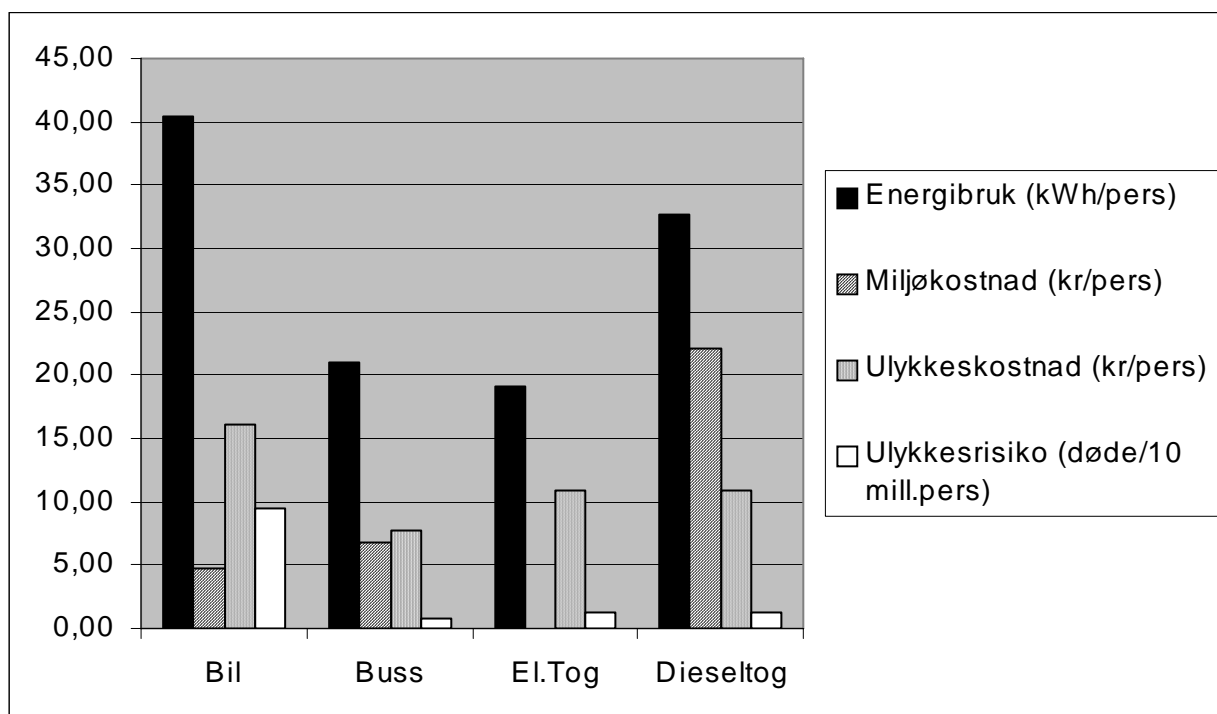


Figur 4 Ulykkeskostnader per personreise på strekningen Oslo-Gjøvik (kr/personreise)

Som det framgår av Figur 4 er ulykkeskostnadene høyest for personbil, omtrent dobbelt så høye som for buss. Ulykkeskostnadene for tog tilsvarer ca 70% av ulykkeskostnadene for personbil.

8. Konklusjon

En sammenfatning av analyseresultatene er vist i Figur 5. Kun normalbelegg for de ulike transportalternativene er vist.



Figur 5 Energibruk, miljøkostnader, ulykkesrisiko og ulykkeskostnader for bil, buss og tog på strekningen Oslo-Gjøvik

Som det framgår av Figur 5 er bilalternativet størst energibruk og de høyeste ulykkeskostnader, sammenliknet med de andre alternativene, per person som reiser på strekningen. Bilalternativet har i tillegg klart høyest ulykkesrisiko. Med hensyn på miljøkostnader kommer imidlertid både dieseltog og buss verre ut. Etersom personbilalternativet kommer dårligst ut for tre av de fire parametrene som analysen omfatter, kan det være berettiget å kunne betegne det som det mest miljøbelastende av de aktuelle transportalternativene.

En sammenlikning av de to alternativene buss og dieseltog viser at dieseltog kommer dårligst ut på samtlige fire parametere. Dieseltog må derfor kunne betegnes som et svært miljøbelastede alternativ sammenliknet med buss.

Alternativet med elektrisk tog kommer svært likt ut med bussalternativet for energibruk, men noe dårligere for ulykkesrisiko og ulykkeskostnader. Miljøkostnadene er imidlertid den parameteren som klart skiller disse to alternativenes miljøbelastning. Den ”rene” driften med elektrisitet som energikilde for disse togene gjør at denne transportformen har klare miljømessige fortrinn framfor dagens bussdrift, som gir direkte utslipp av forbrenningsgasser.

Referanser

Andersen, O. og H.E. Lundli (1999): *NSB Miljødata. Kvalitetssikring av en database for energibruk, utslipp til luft, risiko for ulykker og samfunnsøkonomiske kostnader ved ulike former for gods- og persontransport*. VF-Notat 8/99. Vestlandsforskning, Sogndal.

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

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

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

Rideng, A. (2001): *Transportytelser i Norge 1946-2000*. TØI-rapport 515/2001, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

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

Thune-Larsen, H. (1997): *Energieffektivitet og utslipp i transport*. TØI-notat 1078/1997, Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Personlige meddelelser

Roald, Per Olav, Vegdirektoratet