

Sammendrag:

Energieffektivitet og utslipp i transport

I 1991 gjennomførte TØI beregninger og fremskrivninger av energibruk og utslipp i transport til bruk i TØI's modellapparat (Thune-Larsen 1991). Det var nå behov for en revisjon av dette arbeidet, og formålet med foreliggende prosjekt har vært å få fram oppdaterte tall for energieffektivitet og utslipp i transport til bruk i eksisterende og planlagte modellsystemer ved TØI. Disse er

- Den nasjonale persontransportmodellen
- Likevektsmodellen GODMOD
- Modell for kjøretøyparkens sammensetning (Bilmodellen)
- Nettverksmodellen for gods (NEMO)
- Regional transportmodell for Oslo og Akershus, RETRO
- Modell for trafikk, ulykker og skadegrad, TRULS

Hovedvekten har vært lagt på å få fram så riktige og konsistente tall for drivstofforbruk og utslipp i dag som mulig. Samtidig er det lagt vekt på å tilpasse dataene til konkrete behov i de forskjellige modellene.

Vi har videre forsøkt å skissere fremtidig utvikling i drivstofforbruk og utslipp, dels ved utvikling av egne scenarier, dels ved gjengivelse av scenarier som er utviklet av andre.

Dagens energiforbruk og utslipp

Luftfart

For innenlands rute- og chartertrafikk er drivstofforbruket beregnet på grunnlag av opplysninger fra energistatistikken, oljeselskapene og flyselskapene. Sammen med opplysninger fra Luftfartsverket om innenlands transportarbeid med fly, er drivstofforbruk pr transporterte enhet (personkilometer, tonnkilometer mv) beregnet.

I tabell 1 er vist beregnet energiforbruk og utslipp pr personkilometer i innenlands luftfart.

Jernbane

På grunnlag av statistikk fra NSB er gjennomsnittlig forbruk av diesel pr personkilometer og tonnkilometer beregnet, både for strekninger med ren dieseldrift og som et gjennomsnitt for alle strekninger (el- og diesel). I tillegg er energiforbruket pr person- og tonnkilometer beregnet for strekninger med eldrift.

For jernbanestrekninger med elektrisk drift er to ulike alternativer lagt til grunn, et "norsk" alternativ der jernbanens marginale kraftforbruk er basert på vannkraft (ingen utslipp), og et "nordisk" alternativ der den marginale kraftproduksjonen i Norden er basert på gasskraftverk. Siden utviklingen går i retning av et felles nordisk kraftmarked med nybygde gasskraftverk som mest sannsynlig marginal kraftkilde, virker det i øyeblikket mest naturlig å legge til grunn det "nordiske" alternativet i årene fremover.

For tilfellet med gasskraft har STATOIL oppgitt utslippsfaktorer for CO₂ og NO_x.

Energiforbruk og utslipp pr personkilometer i jernbanetransport er vist i tabell 1 og pr tonnkilometer i tabell 2.

Sporveier og forstadsbaner

På grunnlag av elforbruk og transportytelser oppgitt i samferdselsstatistikken, er elforbruk pr personkilometer transportert med sporveier og forstadsbaner beregnet. Med vannkraft som marginal kraftproduksjon fås ingen utslipp, mens gasskraft gir tilsvarende utslipp pr energienhet som for jernbane. Energiforbruk og utslipp pr personkilometer er vist i tabell 1.

Vegtrafikk

For vegtrafikken er utslippsfaktorer og energiforbruk pr vognkilometer hentet fra Statistisk Sentralbyrås utslippsmodell. Informasjon om personbelegg i bil og buss og kapasitetsutnyttelse for godsbiler er hentet fra Reisevaneundersøkelsen, Samferdselsstatistikken og Lastebiltellingen.

I SSB's utslippsmodell gjøres beregninger for 12 kategorier kjøretøytyper. Resultatene er presentert i sin helhet i notatets vedlegg, mens vi i tabell 1 og 2, som angir utslipp pr transportytelse, kun presenterer et utvalg kjøretøytyper.

Sjøfart

For innenriks sjøfart har vi hentet utslippsfaktorer pr drivstoffenhhet og drivstofforbruk for de ulike kategorier skip fra SSB's rapport "Utslipp til luft fra innenriks sjøfart, fiske og annen sjøtrafikk mellom norske havner" (SSB, 1996).

Informasjon om utført transportarbeid på sjøen er hentet fra sjøfartsstatistikken og samferdselsstatistikken, og er benyttet til å beregne energi-

forbruk og utslipp pr transportert enhet. Dette er vist i tabell 1 for persontransport og i tabell 2 for godstransport.

Energiforbruk og utslipp i persontransport

Tabell 1: Energiforbruk og utslipp i persontransport. Forbruk og utslipp pr personkm 1993/94.

	Drivst. g	NM VOC mg	NO _x mg	SO ₂ mg	CO ₂ g	CH ₄ mg	N ₂ O mg	Part. mg	CO mg	HC mg	NH ₃ mg
Innenlands flytrafikk	57,7		516,0	18,5	181,6	5,8	11,5		268,4	77,9	
Diesel tog	24,5	114	978	64	77,7	4,9	29,4	112	263		0,17
Eltog - el fra gasskraft	143,4 Wh		28		57						
Alle tog - el fra vannkraft	4,4 + 117,4 Wh	21	177	12	14,1	0,9	5,3	20	47		0,03
Alle tog - el fra gasskraft	4,4 + 117,4 Wh	21	199	12	61	0,9	5,3	20	47		0,03
Sporveier/forstadsbaner - el fra gasskraft	234 Wh		44,9		93,5						
Personbiler (bensin)	33,9	1258	808	20	106	29	8,8	11	10401		22
Personbiler (diesel)	27,26	77	313	38	86	2,7	4,4	119	346		0
Busser (diesel)	25,36	80	950	36	80	1	12	62	320		0
Bilferger	292	803	14600	642	926	67,2	23,4	146	876		
Hurtigruten	159	437	11130	684	504	36,6	12,7	79,5	477		
Lokalruter	258	710	18060	614	818	59,3	20,6	129	774		

Energiforbruk og utslipp i godstransport

Tabell 2: Energiforbruk og utslipp i godstransport. Forbruk og utslipp pr tonnkm 1993/94.

	Drivst. g	NM VOC mg	NO _x mg	SO ₂ mg	CO ₂ g	CH ₄ mg	N ₂ O mg	Part. mg	CO mg	NH ₃ mg
Diesel tog	21,9	101	872	57	69,3	4,4	26,2	100	234	0,15
Eltog - el fra gasskraft	52,3 Wh		10		21					
Alle tog - el fra vannkraft	4,6 + 41,3 Wh	21	183	12	14,5	0,9	5,5	21	49	0,03
Alle tog - el fra gasskraft	4,6 + 41,3 Wh	21	191	12	31	0,9	5,5	21	49	0,03
Bil, total vekt 3,5-10 t (diesel)	72,93	390	2580	102	231	10	33	189	1440	1
Bil, total vekt 10-20 t (diesel)	66,24	300	2200	93	210	4	29	169	990	1
Bil, total vekt over 20 t (diesel)	18,76	80	640	26	59,5	1	8	45	250	0
Bilferger	604	1661	30200	1329	1915	139	48,3	302	1812	
Hurtigruten	159	437	11130	684	504	36,6	12,7	80	477	
Lokalruter	258	710	18060	614	818	59,3	20,6	129	774	
Godsbåter 100-500 bt	35,7	80	2321	134	113	8,2	2,9	18	107	
Godsbåter 500-3000 bt	28,7	65	2153	238	91	6,6	2,3	26	57	
Godsbåter >3000 bt	4,4	10	352	92	14	1,0	0,4	4	6,6	

Scenarier

Luftfart

Med utgangspunkt i registrert utvikling i flystørrelser, og en forutsetning om at den hovedtrenden man ser fortsetter, er følgende fremskrivning av flystørrelse og drivstofforbruk gjort:

Tabell 3: Fremskrivning av flystørrelse og drivstofforbruk til 2030.

År	Seter/fly	liter/setekm	g/personkm
1994	100,5	44,9	57,7
2000	106,5	43,4	55,8
2010	116,5	39,4	50,6
2020	126,5	38	48,8
2030	136,5	37	47,5

På grunnlag av et slikt drivstofforbruk, uendret kapasitetsutnyttelse og en antagelse om at utslippene endres i takt med drivstofforbruket (bortsett fra en viss reduksjon i HC, CO og NO_x pr enhet drivstoff), får vi følgende framskrivning av energiforbruk og utslipp for innenlands flytrafikk:

Tabell 4: Framskrivning av drivstofforbruk og utslipp for innenlands flytrafikk, gitt samme kapasitetsutnyttelse som i 1994. Forbruk/utslipp pr 1000 personkm.

	Drivstoff kg	CO ₂ kg	HC g	CO g	NO _x g	SO ₂ g	CH ₄ g	N ₂ O g
1994	57,7	182	77,9	268	516	18,5	5,8	11,5
2000	55,8	176	78,1	198	480	17,9	5,6	11,2
2010	50,6	160	70,9	180	436	16,2	5,1	10,1
2020	48,8	154	68,4	173	420	15,6	4,9	9,8
2030	47,5	150	66,6	169	409	15,2	4,8	9,5

Vegtrafikk

I notatet er flere studier av energieffektiviseringspotensialet for personbiler referert. På grunnlag av disse er det etablert to scenarier for utviklingen i Norge; Lav teknologi Norge og Høy teknologi Norge. I Lav teknologi Norge forutsettes at utviklingen blir like dårlig som den var i perioden 1988-1994, dvs 0,6% årlig forbruksreduksjon for gitt ytelse/vekt.

Scenariet Høy teknologi Norge baserer seg på hva tyske og andre bilprodusenter oppgir forbruket til i år 2005, dvs et gjennomsnittsforkbruk i Norge på 0,64 l/mil. Dette svarer til en årlig forbruksreduksjon på 1,6%. Høy teknologi Norge opererer med en slik årlig reduksjon i hele perioden 1995-2030.

Det er også utviklet et avgift-scenarior hvor det forutsettes at bensin- og dieselforbruk beskattes vesentlig kraftigere enn i dag i Norge og i bilprodu-sentland av betydning for Norge. Beskatningen kan ha form av høyere drivstoffavgifter, innføring av drivstofforbrukrelaterte kjøpsavgifter, tilsvarende årsavgifter, eller en kombinasjon av slike tiltak. Størrelsen på avgiftene er lagt slik at EU's målsetting om drivstofforbruk i 2005 nås. Etter 2005 antas det at forbruket er uendret til det "tas igjen" av høyteknologiscenariet.

De tre scenariene er vist i følgende tabell:

Tabell 5: Tre scenarier for forbruk i l/mil for nye personbiler i Norge. Oppgitt forbruk fra bilprodusentene. Faktisk forbruk ligger omlag 20 % høyere.

	Bensinbiler			Dieselbiler		
	Lav tek	Høy tek	Avgift	Lav tek	Høy tek	Avgift
1995	0,75	0,75	0,75	0,56	0,56	0,56
2000	0,73	0,69	0,69	0,54	0,53	0,53
2005	0,71	0,64	0,50	0,53	0,51	0,45
2010	0,69	0,59	0,50	0,51	0,49	0,45
2030	0,6	0,43	0,43	0,45	0,37	0,37

Framskrivning av forbruk og utslipp fra veitrafikk er beregnet ved Statistisk Sentralbyrås utslippsmodell med utgangspunkt i framskrivning av bilparken og de tre teknologiscenariene. Dette er gjort for 12 kjøretøyklasser, og dermed så omfattende at det henvises til notatets vedlegg.

Jernbane og sjøfart

For jernbane og sjøfart har vi ikke selv utviklet scenarier for energiforbruk og utslipp. I forbindelse med BAU ("Business as usual")-scenariet (OECD 1996) angis imidlertid følgende utslippsutvikling for nye lokomotiver og skip:

Tabell 6: BAU-scenariets utslipp for nye lokomotiver og skip. Utslipp for 1996-årgangen er satt lik 1.

År	NO _x	VOC	Partikler	CO ₂
1996	1	1	1	1
2010	0,8	0,9	0,8	0,9
2030	0,6	0,8	0,6	0,8