

NR. 5/93

**Sammenligning av
energiforbruk og
utslippsparemetre
mellom bil,
fly og tog**

ISBN 82-7478-162-7
ISSN 0807-0946

TITTEL En sammenligning av energiforbruk og utslippsparametre mellom bil, fly og tog

PROSJEKTLEDER Sveinung Oftedal

OPPDRAKSGIVER NSB Kornsernstab Strategi og miljø

ISBN 82-7478-162-7

FORORD Denne utredningen er en del av samarbeidsprosjektet mellom NSB og Norges Naturvernforbund. Utredningen viser at miljøvurderinger tas i betraktning i NSB fremtidsplaner.

Undertegnede takker for kommentarer fra Bjørn Erikson NSB og for grafisk bistand fra Ole P. Pedersen.

Oslo 25.05.93

Sveinung Oftedal

1. INNLEDNING

Transport genererer ulike typer miljøproblemer. Når ulike transportmidler skal vurderes opp mot hverandre er det viktig å vurdere disse på en bredest mulig måte. Det er ikke alltid entydig svar kan gis da det kan være vanskelig å vurdere landskapsinngrep opp mot CO₂-utslipp.

2. PROBLEMSTILLING

Til strekningene Oslo-Gøteborg (A) og Oslo-København (B) har vi vurdert utslippskomponentene CO₂, NO_x, CO og HC samt energibruken til de enkelte transportmidlene tog, fly og bil.

Bakgrunnen for beregningen er muligheten for å bruke diesel-lok i stedet for el-lok på de aktuelle strekningene. Dette blir vurdert som en midlertidig løsning for å spare tid på overgangen Helsingborg-Helsingør inntil Øresundforbindelsen kommer. Tidsbesparelsen beregnes til å være 30 minutter.

Beregningen skal prøve å gi svar på hvor mange passasjerer som må endre valg av transportmiddel henholdsvis fra fly og bil for at dette skal være miljømessig forsvarlig. Til denne problemstillingen er det knyttet en del betenkligheter og vurderinger.

- Endringenene i passasjerenes valg av transportmidler

Dersom det nye togtilbudet får passasjerer fra bil- og flyreiser er fordelingen fly/bil avgjørende for utslaget til de beregnede miljøparametrene. Videre vil et bedret transporttilbud innen en transportmåte ha en innvirkning på tilbudet fra andre transportmidler. Man må heller ikke utelukke en synergieffekt der et bedret transporttilbud innen en gren øker den totale mobilitet mer enn økningen innen denne transportgrennen alene. En reisevaneundersøkelse vil brakt klarhet i disse spørsmålene, og følgelig gjort disse vurderingene enklere.

- vektning av ulike miljøparametre

I denne beregning er enkelte parametre valgt grunnet i at de kan beregnes, og at de er viktige. Hvordan vurderes så CO₂-utslipp mot NO_x-utslipp for de forskjellige transportmidlene? NO_x har både lokale, regionale og globale miljøvirkninger, mens CO₂ kun har globale virkninger. I tillegg har NO_x svært ulik miljøeffekt hvor de slippes ut. NO_x-utslipp fra fly i store høyder har helt andre virkninger enn utslipp fra bil i tett befolkede områder. Begge er

alvorlige, men det blir vanskelig å vekte de mot hverandre. Faglige vurderinger om temaet kan imidlertid gjøres.

- **Strategivalg for i NSBs transportutvikling**

Dette er en diskusjon som må gjøres internt i NSB, men en forbedring i NSBs transporttilbud må gå parallelt med en forbedring av miljøkonsekvenser av det samme tilbudet. Å gå fra el-lok til diesel-lok virker umiddelbart som et steg tilbake. Det trenger ikke å være det. Blant annet frigjøres en mengde elektisk energi som kan brukes på mange måter. Vi anbefaler en grundig drøfting.

Andre betraktninger og vurderinger gis ved presentasjonen av beregningene.

3. BEREKNINGENE

Etter beregninger utført av Knut Serigstad ved NSB Servicedivisjonen, benyttes 3,5 kwh/km som anslag over energiforbruk til det aktuelle togsettet (424) på den aktuelle strekningen. Togsettet består av et lok og to trekkvogner. Man har da beregnet fire stopp på strekningen Oslo-Gøteborg.

Resultatene for de ulike transportmidlene med varierende belegg presenteres i det følgende

A. OSLO - GÖTEBORG

Materiell

På denne strekningen flyr SAS en Fokker 50

Bilen som brukes er en gjennomsnittsbil vi kaller bil-93

Togsettet Type 92 bruker et 424 lok

Belegg

| | | | |
|------|-------------------|-----------|--------------|
| Fly: | maks 50 personer | Gj.snitt: | 26 personer |
| Tog: | maks 116 personer | Gj.snitt: | ? |
| bil: | maks 5 personer | Gj.snitt: | 2,2 personer |

Avstand

| | |
|------|--------|
| Fly: | 290 km |
| Tog: | 357 km |
| Bil: | 320 km |

Energiforbruk (Kort reise):

| | | | |
|------|--------------|------------|---------------|
| Fly: | 19.24 kwh/km | maks kap.: | 0.481 kwh/pkm |
| Tog: | 3.5 kwh/km | maks kap.: | 0.030 kwh/pkm |
| Bil: | 0.64 kwh/km | maks kap.: | 0.128 kwh/pkm |

Utslippsfaktorer:

CO₂

| | | | |
|------|------------|------------|-------------|
| Fly: | 5 096 g/km | maks kap.: | 127.4 g/pkm |
| Tog: | 630 g/km | maks kap.: | 5.4 g/pkm |
| Bil: | 172 g/km | maks kap.: | 34.4 g/pkm |

NO_x

| | | | |
|------|-----------|------------|------------|
| Fly: | 15.6 g/km | maks kap.: | 0.39 g/pkm |
| Tog: | 44.1 g/km | maks kap.: | 0.38 g/pkm |
| Bil: | 0.94 g/km | maks kap.: | 0.19 g/pkm |

CO

| | | | |
|------|------------|------------|-------------|
| Fly: | 14.56 g/km | maks kap.: | 0.364 g/pkm |
| Tog: | 8.75 g/km | maks kap.: | 0.075 g/pkm |
| Bil: | 4.8 g/km | maks kap.: | 0.96 g/pkm |

HC

| | | | |
|------|-----------|------------|-------------|
| Fly: | 1.56 g/km | maks kap.: | 0.039 g/pkm |
| Tog: | 2.94 g/km | maks.kap.: | 0.025 g/pkm |
| Bil: | 0.46 g/km | maks.kap.: | 0.092 g/pkm |

B. OSLO - KØBENHAVN

For denne strekningen bruker bil og tog ferje på strekningen Helsingborg-Helsingør. Dette er ikke tatt med i beregningen.

Materiell

Fly: SAS flyr her en DC-9 maskin. Kabinen har 124-156 plasser, gjennomsnittlig flyr en maskin med 146 plasser på strekningen Oslo København. SAS flyr i økende grad med MD-80 på denne strekningen. Her har vi ikke vært i stand til å oppdrive data innen den tiden som ble stilt til disposisjon.

Bil: Bilpark -93

Tog: Type 92

Belegg

Fly: Gjennomsnittlig kabinfaktor: 0.66

Tog: ?

Bil: 2.2 pasasjerer i snitt

Avstand

Fly: 518 km

Tog: 660 km

Bil: 550 km (Helsingborg-Helsingør)

Energiforbruk

Dette endres for fly, og bør justeres for bil og tog på grunn av ferjereisen.

Fly: 63.99 kwh/km maks kap.: 0.51 kwh/pkm

Utslippsfaktorer

Fly

CO₂: 16 929 g/km maks kap.: 135.4 g/pkm

NO_x: 73.71 g/km maks kap.: 0.59 g/pkm

CO: 47.79 g/km maks kap.: 0.38 g/pkm

HC: 10.53 g/km maks kap.: 0.08 g/pkm

OSLO - GØTEBORG

ENERGI

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE KWH | Energi/Person (kwh) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 5 579.6 | 558.0 | 279.0 | 186.0 | 139.5 | 111.6 | 214.6 |
| TOG | 1 249.5 | 53.9 | 26.9 | 18.0 | 13.5 | 10.8 | |
| BIL | 204.8 | 204.8 | 102.4 | 68.3 | 51.2 | 41.6 | 93.1 |

CO2

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE CO2(kg) | CO2/Person (kg) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|---------------------------|---|------|------|------|------|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 1 477.8 | 147.8 | 73.9 | 49.3 | 36.9 | 29.6 | 56.8 |
| TOG | 224.9 | 9.7 | 4.8 | 3.2 | 2.4 | 1.9 | |
| BIL | 55.0 | 55.0 | 27.5 | 18.3 | 13.8 | 11 | 25.0 |

NO_x

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE NO _x (g) | NO _x /person (g) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 4 524 | 452 | 226 | 151 | 113 | 90 | 174 |
| TOG | 15 744 | 679 | 339 | 226 | 170 | 136 | |
| BIL | 301 | 301 | 151 | 100 | 75 | 60 | 137 |

CO

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE CO (g) | CO/Person med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 4 222 | 422 | 211 | 141 | 106 | 84 | 162 |
| TOG | 3 124 | 135 | 67 | 45 | 34 | 27 | |
| BIL | 1 536 | 1 536 | 768 | 512 | 384 | 307 | 698 |

HC

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE HC (g) | HC/Person (g) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 452 | 45 | 23 | 15 | 11 | 9 | 17.4 |
| TOG | 1 050 | 45 | 23 | 15 | 11 | 9 | |
| BIL | 147 | 147 | 74 | 49 | 37 | 29 | 67 |

OSLO-KØBENHAVN

ENERGI

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE kwh | Energi/Person (kwh) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 33 247 | 1 139 | 569 | 380 | 285 | 228 | 345 |
| TOG | 2 310 | 100 | 50 | 33 | 25 | 20 | |
| BIL | 352 | 352 | 176 | 117 | 88 | 70 | 160 |

CO2

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE CO2 (kg) | CO2/Person (kg) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|----------------------------|---|------|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 8 769 | 300 | 150 | 100 | 75 | 60 | 91 |
| TOG | 416 | 18 | 9 | 6 | 4.5 | 3.6 | |
| BIL | 95 | 95 | 47.5 | 32 | 24 | 19 | 43 |

NO_x

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE NO _x (g) | NO _x /Person (g) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|---|-------|-----|-----|-------|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 38 181 | 1 307 | 654 | 436 | 327 | 261.5 | 396 |
| TOG | 29 106 | 1 254 | 627 | 418 | 31 | 251 | |
| BIL | 517 | 517 | 258.5 | 172 | 129 | 103 | 235 |

CO

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE CO (g) | CO/Person (g) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---|-------|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 24 755 | 848 | 424 | 283 | 212 | 170 | 257 |
| TOG | 5 775 | 249 | 124 | 83 | 62 | 50 | |
| BIL | 2 640 | 2 640 | 1 320 | 880 | 660 | 528 | 1 200 |

HC

| TRANSPORTMIDDEL | TOT. MENGDE HC (g) | HC/Person (g) med varierende belegg (%) | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---|-------|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | 5 455 | 187 | 93 | 62 | 47 | 37 | 56.6 |
| TOG | 1 940 | 83.6 | 42 | 28 | 21 | 17 | |
| BIL | 253 | 253 | 126.5 | 84 | 63 | 51 | 115 |

| TRANSPORTMIDDEL | X/VKM | X/PKM med varierende belegg | | | | | |
|-----------------|-------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | | | | | | | |
| TOG | | | | | | | |
| BIL | | | | | | | |

| TRANSPORTMIDDEL | X/VKM | X/PKM med varierende belegg | | | | | |
|-----------------|-------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | gj.snitt |
| FLY | | | | | | | |
| TOG | | | | | | | |
| BIL | | | | | | | |

Fig. 3.1 Noen miljøparametres utvikling med varierende belegg på strekningen Oslo - Gøteborg



Fig. 3.2 Noen miljøparametres utvikling med varierende belegg på strekningen Oslo - København.



4. VURDERING

En vurdering av en endring burde også hatt data over førsituasjonen,- el-lok med gjennomsnittlig belegg. Det bør imidlertid bemerkes at toget også frakter passasjerer som reiser deler av den totale strekningen,- f.eks Oslo- Fredrikstad etc.

Dersom man ser på utslippparametrene fremstilt i tabeller og i fig. 3.1 og 3.2 fremstår jernbanen med et betraktelig lavere utslipp enn de andre transportmidlene med unntak av NO_x. Her har diesel-lok sammen med fly høye utslipp. Vi finner videre grunn til å bemerke det lave energiforbruket til diesel-loket.

Videre vurderinger krever en avklaring av betenkningene i avsnitt 2.

KILDER:

Knut Serigstad, NSB Servicedivisjonen

Utslippsdata diesellok Type-92, Bertel O. Steen A/S

Beleggfaktorer og avstander, Muntlig komm. TØI

Magnus Lenner, En Jämförelse av energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper, Statens Väg- och Trafikinstitut, 1993.

Naturressurser og Miljø 1992, SSB 1993