



Følsomhetsberegninger for  
persontransport basert på  
grunnprognosene for  
NTP 2010-2019





# **Følsomhetsberegninger for persontransport basert på grunnprognosene for NTP 2010-2019**

Christian Steinsland  
Anne Madslien

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-0819-4 Papirversjon

ISBN 978-82-480-0820-0 Elektronisk versjon

Oslo, desember 2007

---

**Tittel:** Følsomhetsberegninger for persontransport basert på grunnprognosene for NTP 2010-2019

**Forfatter(e):** Christian Steinsland; Anne Madslien

TØI rapport 924/2007

Oslo, 2007-12

59 sider

ISBN 978-82-480-0819-4 Papirversjon

ISBN 978-82-480-0820-0 Elektronisk versjon

ISSN 0808-1190

**Finansieringskilde:**

NTPs arbeidsgruppe for transportanalyser

**Prosjekt:** 3342 CO2020

**Prosjektleder:** Christian Steinsland

**Kvalitetsansvarlig:** Kjell Werner Johansen

**Emneord:**

CO2; transportarbeid; transportmodell; følsomhetsanalyse; grunnprognose

**Sammendrag:**

Rapporten inneholder følsomhetsanalyser av grunnprognosene for persontransport for 2020 og gir modellert effekt av ulike virkemidler. Resultater er presentert i form av antall turer, transportarbeid og CO2-utslipp. Beregningene indikerer at CO2-utslippene fra persontransport i Norge vil gå ned med ca 6 prosent fra 2006 til 2020 til tross for at transportarbeidet øker. Dette skyldes effektivitetsforbedringer i transportmidlene. Skal man nå reduksjonsmålene for utslipp presentert i Stortingsmelding 34 (2006-2007), må man innføre tiltak tilsvarende doubling av drivstoffprisen for personbiler. Ved ensidig satsing på lavere kollektivtakster, spises mye av gevinsten fra endret transportmiddelvalg opp av økt transportaktivitet totalt, og av at gående og syklende går over til å reise kollektivt.

---

**Title:** Sensitivity analysis of travel demand forecasts in the Norwegian National Transport Plan 2010-2019

**Author(s):** Christian Steinsland; Anne Madslien

TØI report 924/2007

Oslo: 2007-12

59 pages

ISBN 978-82-480-0819-4 Paper version

ISBN 978-82-480-0820-0 Electronic version

ISSN 0808-1190

**Financed by:**

Workgroup for transport analysis, National Transport Plan 2010-2019

**Project:** 3342 CO2020

**Project manager:** Christian Steinsland

**Quality manager:** Kjell Werner Johansen

**Key words:**

CO2; Transport modelling; Sensitivity analysis; Traffic forecast

**Summary:**

This report contains sensitivity analysis of the base forecast for 2020 and an evaluation of several different future scenarios regarding traffic volume, passenger kilometres and CO2 emissions. These calculations suggest that the CO2 emissions from passenger transport will be reduced by approximately 6 percent in 2020 compared to 2006, although the transport volume will increase during the period. This reduction is caused by vehicle efficiency improvements. To achieve the objective for CO2 emission reduction presented in the Government's White Paper No. 34, policy measures equivalent to doubling the price of fuel are required. When reducing public transport fares, some travellers will switch from private cars to public transport, but others will switch from walking and cycling to public transport, and the total travel demand will increase. Hence, reducing public transport fares can only result in a small reduction in CO2 emissions.

**Language of report:** Norwegian

---

Rapporten kan bestilles fra:  
Transportøkonomisk institutt, Biblioteket  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

---

The report can be ordered from:  
Institute of Transport Economics, The library  
Gaustadalleen 21, NO 0349 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

## Forord

Transportøkonomisk institutt har på oppdrag fra NTP-etatene gjennomført følsomhetsanalyser av grunnprognosene for persontransport og vurdert klimaeffekten av ulike tiltak som påvirker persontransporten.

Prosjektet er gjennomført i tett samarbeid med oppdragsgiver, og Oskar Kleven fra NTP Transportanalyser, Kjell Johansen fra Vegdirektoratet, Liv Hammer fra Jernbaneverket og Erik Ørbeck fra Kystverket har bidratt både med utformingen av arbeidsopplegget, kvalitetssikring og tolkning av resultater.

Fra Transportøkonomisk institutt har Christian Steinsland vært prosjektleder og gjennomført beregninger med de regionale transportmodellene, mens Anne Madslie har gjennomført beregningene knyttet til den nasjonale transportmodellen. Rolf Hagman har bidratt med framskrivinger for CO<sub>2</sub>-utslipp fra vegtrafikken, mens Harald Thune-Larsen har bidratt med framskrivinger for CO<sub>2</sub>-utslipp fra innenlands flytrafikk. Kjell Werner Johansen har hatt ansvaret for kvalitetssikringen og Laila Aastorp Andersen har gjort den endelige utforming av rapporten.

Det rettes ellers en stor takk til Ketil Flugsrud i Statistisk Sentralbyrå for nyttige innspill om utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub>.

Det er viktig å presisere at resultatene presentert i denne rapporten framkommer fra modellberegninger. Persontransportmodellene er utviklet for å gi best mulig samsvar med data fra reisevaneundersøkelser og trafikktegninger og er ikke kalibrert for ekstreme fremtids-scenarier. Resultatene gir således bare grove kvalitative mål for effekten av ulike virkemidler for persontransport med hensyn på trafikkendringer og CO<sub>2</sub>-utslipp.

Oslo, desember 2007  
Transportøkonomisk institutt

*Lasse Fridstrøm*      *Kjell W Johansen*  
instituttssjef          avdelingsleder



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>I</b>
<b>Summary</b> .....	<b>i</b>
<b>1 Bakgrunn</b> .....	<b>1</b>
1.1 Innledning .....	1
1.2 Beskrivelse av scenarier.....	2
1.2.1 Basisscenariet for 2006 .....	2
1.2.2 Basisscenariet for 2020 .....	2
1.2.3 Doblet drivstoffpris .....	3
1.2.4 Tredoblet drivstoffpris .....	4
1.2.5 Halverte kollektivtakster .....	4
1.2.6 Doblet drivstoffpris og halverte kollektivtakster .....	4
1.2.7 Dobbel drivstoffpris, 50% økning i flytakster og halverte kollektivtakster .....	4
1.2.8 50 prosent økning av drivstoffpris og halverte kollektivtakster .....	4
1.2.9 Dobbel takst i bomringene rundt de største byene .....	4
1.2.10 Økt parkeringsmotstand i store byer .....	4
1.2.11 Innføring av alle gruppe 1 stamvegprosjekter.....	5
1.2.12 Innføring av alle gruppe 1 stamvegprosjekter og fjerning av bomstasjoner .....	5
1.2.13 Innføring av alle jernbaneprosjekter fra strategi 1 og 2.....	5
1.2.14 Alternativ prisbane fra MSG .....	5
1.2.15 Alternativ utvikling for økonomisk vekst og konsum.....	6
<b>2 Resultater</b> .....	<b>7</b>
2.1 Lange turer fra NTM5.....	7
2.2 Korte turer fra RTM.....	10
2.3 Transportarbeid .....	12
2.4 Elastisitetsberegninger .....	16
2.4.1 Elastisiteter i persontransportmodellene .....	16
2.4.2 Vurdering av modellenes elastisiteter mot empiri .....	17
<b>3 CO<sub>2</sub>-beregninger</b> .....	<b>23</b>
3.1 Norske utslippmål for transportsektoren.....	23
3.1.1 Transportsektorens referansebane for 2020 .....	24
3.1.2 Utslippsfaktorer for transportsektoren .....	25
3.2 Modellert CO <sub>2</sub> -utslipp fra RTM og NTM5.....	27
3.3 Resultater .....	29
<b>4 Konklusjon</b> .....	<b>34</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>36</b>

<b>Vedlegg 1</b> .....	<b>41</b>
Figurer.....	41
<b>Vedlegg 2</b> .....	<b>45</b>
Samlet oversikt over stamveg gruppe 1 veiprosjekter .....	45
<b>Vedlegg 3</b> .....	<b>48</b>
Detaljert informasjon om togendringer implementert i banealternativet.....	48
<b>Vedlegg 4</b> .....	<b>50</b>
Klimagasser i 2020.....	50
<b>Vedlegg 5</b> .....	<b>57</b>
Vurdering av CO <sub>2</sub> -utslipp per flypassasjerkm innenlands i 2020.....	57
<b>Vedlegg 6</b> .....	<b>58</b>
Utslippsfaktorer.....	58



**Sammendrag:**

# **Følsomhetsberegninger for persontransport basert på grunnprognosene for NTP 2010-2019**

Grunnprognosene for persontransport ble ferdigstilt juni 2007, og resultatene er fremkommet fra modellberegninger ved hjelp av den nasjonale og de regionale transportmodellene. Denne rapporten omhandler følsomhetsanalyser av grunnprognosene, og vurderer konsekvenser av ulike fremtidsscenarioer med hensyn på antall personreiser, transportarbeid og CO<sub>2</sub>-utslipp. Resultatene vurderes opp mot stortingsmelding 34 (2006-2007) om norsk klimapolitikk.

Denne stortingsmeldingen inneholder konkrete mål om reduksjon av klimagasser fra norsk territorium for ulike sektorer. Den norske regjeringen formulerer her et mål om reduksjon i årlige klimagassutslipp tilsvarende 2,5-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2020 i forhold til referansebanen for transportsektoren.

Referansebanen er hentet fra Statens forurensingstilsyns tiltaksanalyse for 2020, der utslippsveksten for veitrafikken er anslått å være 39 prosent fra 2005 til 2020. Dette innebærer implisitt en trafikkvekst fra 2005 til 2020 på 62 prosent når man tar hensyn til at effektivitetsforbedringer, i stor grad knyttet til teknologiutvikling som vil redusere klimagassutslipp fra de ulike transportmidlene, er anslått til å være ett prosentpoeng i året.

Det finnes pr i dag ingen offisielle norske fremskrivninger for effektivitetsforbedringer for de forskjellige transportmidlene som brukes til persontransport. De siste offisielle tallene fra Statistisk sentralbyrå som gir CO<sub>2</sub>-utslipp pr personkilometer for alle de viktigste transportmidlene båt, buss, personbil, fly og tog, er fra 1998.

Fremskrivninger gjort i dette prosjektet, anslår en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp pr personkilometer på ca 32 prosent for personbil, 25 prosent for buss og 23 prosent for fly fra 1998 til 2020. Utslippsfaktorer knyttet til båt og tog antas uforandret i perioden. Effektivitetsforbedringene er i all hovedsak knyttet til teknologiske fremskritt.

Grunnprognosene for persontransport for 2020, hentet fra nasjonal transportplan 2010 til 2019, opererer med en trafikkvekst på omlag 17 prosent totalt og 18,5 og 24 prosent fra henholdsvis personbil- og flytrafikken. Resultatene fra dette prosjektet stammer i all hovedsak fra samme modeller, forutsetninger og inngangsdata som grunnprognosene, og gir naturlig nok meget bra samsvar med resultatene i grunnprognosene.

Om man legger trafikkveksten fra grunnprognosene for persontransport til grunn, vil fremskrevne effektivitetsforbedringer i persontransportsektoren kompensere

for økt trafikk på en slik måte at CO<sub>2</sub>-utslippene fra persontransport i 2020 vil være nær 6 prosent lavere enn i 2006. I så fall vil trolig regjeringens mål om utslippreduksjon på 2,5-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter sammenlignet med tiltaksanalysens referansebane gå i oppfyllelse uten nye utslippsreducerende tiltak.

Bruker man grunnprognosene for 2020 som referansebane, får man et reduksjonsmål for persontransporten på 0,7-1,2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter om man forutsetter samme relative utslippsreduksjoner som i klimameldingen og relativt sett like reduksjonsmål for persontransport og øvrig transport. Modellberegningene viser at utslippsreduksjoner av en slik størrelse krever økte kostnader ved personbilbruk tilsvarende dobling av drivstoffprisen.

Et typisk storbytiltak som en gjeninnføring av bomringen i Trondheim med doble takster, og dobling av takstene i bomringene i de andre store norske byene, vil kun resultere i en nedgang i CO<sub>2</sub>-utslipp på i underkant av 1,3 prosent fra persontransporten på landsbasis.

Omfattende forbedringer i jernbanetilbudet gir marginal nedgang i CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransporten på landsbasis til tross for at man antar at elektrisk drevet jernbane ikke slipper ut klimagasser. Omfattende forbedringer i stamvegnettet gir på sin side en helt marginal økning i CO<sub>2</sub>-utslippene fra persontransport på landsbasis.

Lavere kollektivsatser ser også ut til å ha liten effekt på samlede CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette er en følge av at økningen i antall personreiser motvirker effekten av at enkelte personbilreisende vil velge kollektive transportmidler om takstene reduseres. I tillegg vil mange velge kollektive reisemidler fremfor gang og sykkel. I den grad nettoeffekten av et bedret kollektivtilbud vil gi nedgang i CO<sub>2</sub>-utslipp, vil denne nedgangen være liten.

Personbilen står for mesteparten av transportarbeidet i persontransporten, og er også overlegent størst på utslipp av CO<sub>2</sub>. Beregningene viser at tiltak som gir store reduksjoner i CO<sub>2</sub>-utslipp krever dramatisk økte kjørekostnader for personbiler, og resulterer først og fremst i stor reduksjon av mobilitet. Potensialet for å redusere totale CO<sub>2</sub>-utslipp ved å flytte trafikk fra personbiler til kollektive transportmidler virker svært begrenset. Tiltak som reduserer CO<sub>2</sub>-utslipp, er effektive fordi de reduserer antall personreiser.

Elastisitetberegninger tyder på at de regionale transportmodellene er i overkant følsomme for endringer i persontransporttilbudet. Både endringer i kollektivtakster og kilometerkostnader medfører større endringer i transportetterspørsel enn hva empiriske studier skulle tilsi. For den nasjonale modellen gir riktignok endringer i kollektivtakster lavere effekt enn hva man kunne forvente fra empiriske undersøkelser, men all den tid de regionale modellene står for godt over 98 prosent av totalt antall turer, må man nok konkludere med at effektene av følsomhetsberegningene samlet sett er i overkant store for alle transportmidler med unntak av fly som kun beregnes i den nasjonale transportmodellen.

**Summary:**

## **Sensitivity analysis of the travel demand forecasts in the Norwegian National Transport Plan 2010-2019**

The base forecast for travel demand in the National Transport Plan 2010 – 2019 was completed June 2007, and the results are based on calculations from the Norwegian National Transport Model and the five regional transport models. This report contains sensitivity analysis of the base forecast for 2020 and an evaluation of several different future scenarios regarding traffic volume, passenger kilometres and emissions of CO<sub>2</sub>. The results are compared with the Government's White Paper No. 34 (2006-2007) concerning Norwegian climate politics.

This white paper contains concrete objectives concerning reduction of CO<sub>2</sub> emissions in Norway for various industrial fields. The Norwegian government's objective for the transport area is to reduce annual emissions of CO<sub>2</sub> by 2.5 – 4 million tons within 2020 compared to the reference level.

The reference level is drawn up by the Norwegian Pollution Control Authority. They predict a traffic growth of 62 percent and efficiency improvements of one percentage point per year. The efficiency improvements are mainly connected to technology development reducing the rate of CO<sub>2</sub> emissions from motorized vehicles.

There are no official Norwegian figures on how the unit rate of CO<sub>2</sub> emissions from motorized vehicles will evolve in the coming years. In fact the latest figures from Statistics Norway on CO<sub>2</sub> emissions pr passenger kilometre for all the principal means of transportation such as boat, bus, private car, aircraft and rail, are from 1998.

In this project we have extrapolated the factors for CO<sub>2</sub> emissions pr passenger kilometre from 1998 to 2020. In our extrapolations, the CO<sub>2</sub> emissions pr passenger kilometre from private cars will be reduced by almost 32 percent, while the reduction from busses and aircraft are estimated to be 25 and 23 percent, respectively. We expect the 2020 CO<sub>2</sub> emission factors for sea and rail transport to be the same as in 1998.

The base forecast for travel demand in the National Transport Plan 2010 – 2019 shows an overall growth in passenger kilometres of about 17 percent. This includes an increase of about 18.5 percent in passenger kilometres by private car and about 24 percent by air transport. The results presented in this report is based

mainly on the same transport models, input files and general assumptions as the base forecast for passenger transport, and therefore the results are quite similar.

Based on the traffic growth from the base forecast for passenger transport and the extrapolated CO<sub>2</sub> emission factors for 2020, the emissions of CO<sub>2</sub> from passenger transport will be 6 percent lower in 2020 compared to 2006. This is significantly less than the reference level in Government's White Paper, suggesting that the Norwegian government's objective for the transport area will be achieved without further means.

However, if one choose to use the base forecast for passenger transport as the reference level, converting the government objective under the assumption that the new objective should be similar regarding relative reduction of CO<sub>2</sub> emissions, and also assuming that freight transport and other transport areas will be subject to the same requirements as passenger transport, the reduction objective for passenger transport will be about 0.7 – 1.2 million tons CO<sub>2</sub>. This report concludes that CO<sub>2</sub> emission reduction of such a magnitude presupposes an increase in the cost of car use equivalent to doubling the price of fuel.

A policy instrument like doubling the charge in the toll rings around four of the biggest Norwegian cities, and reintroducing a toll ring with double charge in a fifth city, will only reduce CO<sub>2</sub> emissions by 1.3 percent.

Considerable improvements in rail network and level of service only amounts to a marginal reduction in CO<sub>2</sub> emissions, even if electric trains are considered to be free from CO<sub>2</sub> emissions, while considerable improvements in the trunk road network only lead to a slight increase in CO<sub>2</sub> emissions.

Reduction of public transport fares also seems to have small effect on CO<sub>2</sub> emissions from passenger transport. When reducing public transport fares, some travellers will switch from car to public transport, leading to a decrease in car use and a decrease in CO<sub>2</sub> emissions. But others will switch from walking and cycling. A reduction of fares will also result in many new travellers, hence the net effect will be small and very dependent on how the public transport companies deal with the increase in demand.

The majority of passenger kilometres is related to private cars, and private cars are by far the most important contributor to CO<sub>2</sub> emissions from passenger transport. These results suggest that a significant reduction in CO<sub>2</sub> emissions requires a considerable increase in the cost of private car use. Reduction in CO<sub>2</sub> emissions from passenger transport is mainly related to mobility reduction. The potential for reducing CO<sub>2</sub> emissions by getting travellers to switch from private cars to public transport seems to be limited. Efficient instruments for reducing CO<sub>2</sub> emissions from passenger transport are effective because they reduce travel demand.

The travel demand elasticity seems to be a bit higher in the Regional Transport Models compared to empirical studies, hence the effects from policy instruments like reducing fares on public transport and increasing costs of car use might be a bit lower in real life than suggested by our calculations. The elasticity of demand

for public transport in the National Transport Model, however, seems to be a bit low compared to empirical studies, but because the Regional Transport Models cover more than 98 percent of the total amount of trips, the overall effects are believed to be a bit in the high side for all modes except air transport, which is calculated only in the National Transport Model.



# 1 Bakgrunn

Grunnprognosene for persontransport ble ferdigstilt av Norconsult i juni 2007. I den forbindelse ønsker NTP-etatene å gjøre følsomhetsanalyser for å vurdere grunnprognosenes robusthet. Effekten av sentrale virkemidler som gir endringer i innenlands trafikk, skal analyseres.

I tillegg ønsker man å beregne effekten disse virkemidlene får for CO<sub>2</sub>-utslippene fra persontransporten, og vurdere dette opp mot den såkalte klimameldingen, Stortingsmelding 34 (2006-2007) om norsk klimapolitikk. Klimameldingen inneholder nasjonale mål for reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp innen 2020. Følsomhetsanalysene vil derfor være knyttet til grunnprognosene for 2020.

## 1.1 Innledning

Grunnprognosene er utarbeidet ved å benytte to transportmodeller for å beregne persontrafikken på landsbasis, en nasjonal modell, NTM5, som inneholder lange turer over 10 mil, og en regional modell, RTM, som inneholder turer under 10 mil. Den regionale modellen består av fem regioner; Nord, Midt, Vest, Sør og Øst.

Tabell 1.1. Oversikt over nasjonal og regional transportmodell

MODELL	Region	Fylker	Antall soner
NTM5		Alle	1428
RTM	Nord	Finnmark, Troms, Nordland	2230
	Midt	Nord-Trøndelag, Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal	2948
	Vest	Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland	3821
	Sør	Vest-Agder, Aust-Agder, Telemark, Vestfold, Buskerud	7195
	Øst	Akershus, Oslo, Oppland, Hedmark, Østfold	5981

TØI-rapport 924/2007

En tur defineres som en reise mellom to soner, en opprinnelsessone og en destinasjonszone. De regionale transportmodellene inneholder totalt 13 420 soner som tilsvarer en sone for hver grunnkrets. Den nasjonale transportmodellen har en grovere inndeling der grunnkretsene er aggregert til totalt 1428 soner.

I den nasjonale transportmodellen er hver tur knyttet til ett hovedtransportmiddel. Tilbringerturer til og fra jernbanestasjoner, flyplasser og lignende beregnes ikke særskilt for det transportmiddel de foregår med, men forutsettes gjennomført i vegnettet.

I de regionale transportmodellene kan imidlertid en tur være knyttet til flere transportmidler. En kollektiv arbeidsreise kan for eksempel inneholde flere transportmidler som for eksempel buss, trikk og tog. De regionale transportmodellene vil behandle en slik reise som *én kollektivtur med flere påstigninger* på ulike transportmidler.

Turene fordeles ut i et nettverk som består av lenker og noder. Lenkene inneholder alle de viktigste veiene i Norge, tog- og trikkeskinner og andre ferdselsårer der det fraktes personbiler eller personer. Modellene beregner antall turer pr døgn på hver enkelt lenke i nettverket for personbiler og kollektivtrafikk.

Dette kan benyttes til å finne trafikk- og transportarbeidet for de ulike transportmidlene. Trafikkarbeidet er definert som antall kjøretøykilometer, mens transportarbeidet er definert som antall personkilometer. Transportarbeidet for en buss vil i så måte være lik trafikkarbeidet multiplisert med antall personer i bussen.

## 1.2 Beskrivelse av scenarier

Denne rapporten inneholder resultater fra femten forskjellige modellberegninger. Tabell 1.2 viser en oversikt over disse scenarioene.

Tabell 1.2. Oversikt over de ulike scenarioene i prosjektet

Scenarier		
N R	Beskrivelse	Navn
1	Basis2006	Basis2006
2	Basis2020	Basis2020
3	Doblet drivstoffpris	Dobbel
4	Tredoblet drivstoffpris	Trippel
5	Halverte kollektivtakster (ikke fly)	HalvTakst
6	Doblet drivstoffpris og halverte kollektivtakster (ikke fly)	DBHK
7	Dobbel drivstoffpris, 50% økte flytakster, halverte kollektivtakster	DBFK5050
8	50% øking i drivstoffpris og halverte kollektivtakster (ikke fly)	BK5050
9	Doblede bomringsatser for de store byene	Bomring
10	Økt parkeringsmotstand i store byer	Parkering
11	Innføring av alle gruppe 1 stamvegprosjekter	Stamveg
12	Innf. av alle gruppe 1 stamvegprosj. og fjerning av alle bomstasjoner	StamUtenBom
13	Innføring av alle jernbaneprosjekter som i NTP strategi1	Tog
14	Alternativ prisutvikling fra MSG	AltPris
15	Alternativ utvikling for økonomisk vekst og konsum	AltKonsum

TØI-rapport 924/2007

### 1.2.1 Basisscenariet for 2006

Grunnprognosene for 2006 er fremkommet ved å kjøre basisscenariet for 2006. Dette scenariet inneholder inndata og modellfaktorer for 2006. Grovt sett betyr dette at alle vesentlige veistrekninger, jernbanelinjer og fergestrekninger anno 2006 ligger inne i modellens transportnettverk, mens kollektivruter og takster skal representere fjorårets tilbud. I tillegg ligger alle aktive bomstasjoner for 2006 inne i modellen samt informasjon om grunnkretsene som befolkningstall, bilhold og andre sentrale faktorer.

### 1.2.2 Basisscenariet for 2020

Grunnprognosene for 2020 er fremkommet ved å kjøre basisscenariet for 2020. Dette scenariet inneholder fremskrevne inndata og modellfaktorer for 2020 basert på fremtidstall blant annet fra Statistisk sentralbyrå.



Det er mange faktorer som vil påvirke omfanget av persontransporten i fremtiden. Befolkningsutviklingen er naturligvis svært sentral i så måte. En sterk befolkningsvekst vil sannsynligvis bidra til trafikkvekst. Prisutviklingen for transportrelaterte varer og tjenester vil naturligvis også være avgjørende. Andre nøkkelområder er for eksempel kollektivtilbud og veistandard.

I basisscenariet for 2020 ligger det som sagt fremskrevne modellfaktorer og inn-data for år 2020. For transportnettverket betyr dette at infrastrukturprosjekter man vet vil realiseres innen 2020, er blitt implementert. For vegnettet betyr dette i praksis at nye stamvegforbedringer, bomstasjoner og lignende som er planlagt ferdigstilt innen 2014, er implementert i nettverket. Tiltak som er planlagt ferdigstilt mellom 2014 og 2020 anses mer usikre både med hensyn til omfang og dato for ferdigstillelse, og er derfor ikke med i transportnettverket for 2020. For jernbane er alle infrastrukturtiltak planlagt ferdigstilt innen 2010, implementert i nettverket. Rutetilbudet for buss og båt er uendret fra 2006 med hensyn på tidsbruk og frekvens.

På samme måte er forventet, fremskrevet prisutvikling og demografi implementert i dette scenariet.

Basisscenariet gir forventet trafikk for 2020. De alternative scenariene benytter modellfaktorer og inn-data som basisscenarioet bortsett fra de forskjellene som er eksplisitt beskrevet under.

### 1.2.3 Doblet drivstoffpris

Tabell 1.3 viser en oversikt over kilometerkostnader forbundet ved bruk av personbil slik det fremgår av håndbok 140. Håndbok 140 benyttes i forbindelse med nytte/kostnadsberegninger av samferdselsrelaterte prosjekter, og tabell 1.3 viser de offisielle privatøkonomiske kostnadene forbundet med personbilbruk.

Tabell 1.3. Kilometerkostnader forbundet med personbilbruk fra håndbok 140

Kostnadskomponent	Privatøkonomisk kostnad
	Kr/kjtkm
Drivstoff	0,69
Dekk, olje	0,15
Reparasjoner mv.	0,54
Kapitalkostnader	0,70
Sum	2,08

Kilde: Statens vegvesen (2006)

I de regionale transportmodellene brukes 1.4 som kilometerkostnad for de fleste reisehensiktene, noe som tilsvarer summen i tabell 1.3 om man ignorerer kapitalkostnadene. I de regionale transportmodellene utgjør drivstoffkostnaden i praksis halvparten av de totale kilometerkostnadene. I den nasjonale transportmodellen, utgjør drivstoffkostnaden 60 prosent av de totale kilometerkostnadene.

I dette scenariet er kilometerkostnadene knyttet til personbil økt til et nivå som tilsvarer en dobling av drivstoffprisen. For de fleste reisehensikter i RTM betyr dette at den totale kilometerkostnaden er økt med 50 prosent.

Scenariet omtales som dobbel drivstoffpris, men kan illustrere ethvert tiltak som vil gi tilsvarende økning i kilometerkostnader for personbiler. Kostnadene knyttet til kollektive transportformer er uendret.

#### **1.2.4 Tredoblet drivstoffpris**

I dette scenariet er kilometerkostnadene knyttet til personbil økt til et nivå som tilsvarer en tredobling av drivstoffprisen.

#### **1.2.5 Halverte kollektivtakster**

I dette scenariet er kollektivtakster for transportmidlene buss, tog og båt halvert.

#### **1.2.6 Doblet drivstoffpris og halverte kollektivtakster**

I dette scenariet er kilometerkostnadene knyttet til personbil økt til et nivå som tilsvarer en dobling av drivstoffprisen. I tillegg er kollektivtakster for transportmidlene buss, tog og båt halvert.

#### **1.2.7 Dobbel drivstoffpris, 50% økning i flytakster og halverte kollektivtakster**

I dette scenariet er kilometerkostnadene knyttet til personbil økt til et nivå som tilsvarer dobling av drivstoffprisen. Takstene for flyreiser er økt med 50 prosent, mens kollektivtakster for transportmidlene buss, tog og båt halvert.

#### **1.2.8 50 prosent økning av drivstoffpris og halverte kollektivtakster**

I dette scenariet er kilometerkostnadene knyttet til personbil økt til et nivå som tilsvarer 50 prosent økning av drivstoffprisen. I tillegg er kollektivtakster for transportmidlene buss, tog og båt halvert.

#### **1.2.9 Dobbel takst i bomringene rundt de største byene**

I dette scenariet er takstene i bomringene i de store byene Oslo, Bergen, Stavanger og Kristiansand økt til det dobbelte. I tillegg er bomringen i Trondheim gjeninnført med dobbel takst.

#### **1.2.10 Økt parkeringsmotstand i store byer**

I større byer kan det være dyrt å parkere, og dessuten svært vanskelig å finne parkeringsplass. Dette påvirker valg av transportmiddel og antall turer.

De regionale transportmodellene har en parkeringsindeks som angir parkeringsmotstanden i de forskjellige grunnkretsene. Indeksen har seks nivåer, og nivået er avhengig av forholdet mellom antall arbeidsplasser og flateinnholdet i grunnkretsen. Parkeringsmotstanden skal reflektere den generaliserte kostnaden forbundet med å parkere i større byer, det vil si tiden det tar å finne parkeringsplass, parkeringsavgiften og gangtiden til og fra endelig destinasjon, og vil være avhengig av reisehensikt.

I dette scenariet er parkeringsmotstanden i sentrale strøk i store byer økt til maksimalt nivå. Dette gjelder sentrale strøk i Oslo, Drammen, Bergen, Kristiansand, Stavanger og Trondheim. Vedlegg 1 viser opprinnelig parkeringsindeks for de grunnkretser som har fått maksimal parkeringsmotstand i dette scenariet.

### 1.2.11 Innføring av alle gruppe 1 stamvegprosjekter

Dette scenarioet inneholder alle de såkalte stamveg gruppe 1-prosjektene. Vedlegg 2 inneholder en samlet oversikt over hvilke vegprosjekter dette dreier seg om. Det er lagt på bompenger på enkelte prosjekter basert på informasjon fra Statens vegvesen, og disse er markert med "B" i vedlegget.

### 1.2.12 Innføring av alle gruppe 1 stamvegprosjekter og fjerning av bomstasjoner

Dette scenarioet inneholder alle de såkalte stamveg gruppe 1-prosjektene. Vedlegg 2 inneholder en samlet oversikt over hvilke vegprosjekter dette dreier seg om. I tillegg er samtlige bomstasjoner i modellen fjernet. Dette gjelder både bomstasjonene knyttet til de nye stamvegprosjektene og bomstasjonene som finnes i basisscenarioet.

### 1.2.13 Innføring av alle jernbaneprosjekter fra strategi 1 og 2.

Dette scenariet inneholder en rekke jernbanetiltak. Det dreier seg om kjøretidsforbedringer, nye togruter og frekvensøkninger. En oversikt over alle jernbaneendringer implementert i dette scenarioet finnes i vedlegg 3.

### 1.2.14 Alternativ prisbane fra MSG

Basisscenariet for 2020 inneholder modellfaktorer og inndata som svarer til det som er brukt i grunnprognosene. Prisutviklingen for bruk av bil og kollektive transportmidler er i dette scenariet satt lik realprisutviklingen forøvrig. Det er ingen vridning mellom transportmidlene fra basis 2006 til basis 2020. I dette alternative scenariet benyttes en annen prisutvikling enn i grunnprognosene. Denne prisutviklingen er basert på tall mottatt fra Statistisk sentralbyrås kjøring av den generelle likevektsmodellen MSG.

*Tabell 1.4. Alternativ realprisutvikling for kjøp av transporttjenester. Basert på kjøpsprisindekser 1999-2020 fra MSG, omregnet til realprisutvikling. Kilde: SSB.*

Alternativ realprisutvikling	
Andre driftsutgifter bil	0,90
Drivstoff og olje	1,27
Sum kilometerkostnader bil (vektet)	1,12
Buss	0,91
Fly	0,83
Tog	1,04
Båt	1,10

Tabell 1.4 viser at den alternative realprisutviklingen fra MSG gir forventninger om billigere buss- og flyreiser i 2020, mens tog og båt blir dyrere. Drivstoff og olje blir også dyrere, mens øvrige driftsutgifter forbundet med bil reduseres. Antar man at drivstoff og olje utgjør 60 prosent av samlede kilometerkostnader for bil som forutsatt i den nasjonale persontransportmodellen, og øvrige driftsutgifter dekker resten, fås en prisutvikling for kilometerkostnader for bil som angitt i tabellen.

Trikk og T-bane skal i utgangspunktet følge tilnærmet samme prisutvikling som tog. Trikk og T-bane følger imidlertid takstsystemet for buss i

persontransportmodellene, og vil dermed være prisgitt realprisutviklingen for buss i disse beregningene.

### **1.2.15 Alternativ utvikling for økonomisk vekst og konsum**

Dette scenarioet forutsetter en annen økonomisk utvikling for perioden 2006 til 2020 enn referansebanen som ligger til grunn for grunnprognosene. Beregningene bygger på alternative tall for økonomisk vekst og privat konsum fra Finansdepartementet. Disse alternative fremskrivningene medfører at den økonomiske veksten blir drøyt 10 prosent høyere enn hva som ligger inne i grunnprognosene.

## 2 Resultater

Dette kapittelet inneholder resultater fra de ulike modellberegningene for 2020 og basisscenariot for 2006. Som nevnt i innledningen er turbegrepet litt forskjellig i NTM5 og RTM ved at det i RTM ikke beregnes antall turer for hvert av de kollektive transportmidlene. Dette gjør at man ikke kan summere antall korte og lange turer direkte. Disse resultatene må derfor presenteres hver for seg.

### 2.1 Lange turer fra NTM5

Tabell 2.1 viser antall lange turer fra NTM5-beregninger for de ulike alternative modellberegningene. Dette er totaltall for hele landet pr årsdøgn. Kolonnen "Koll" for kollektiv inneholder summen av turer for buss, tog og båt.

Tabell 2.1. Antall lange turer (ÅDT) for ulike scenarier.

	Bil	Buss	Båt	Tog	Koll	Fly	Sum
<b>Basis2006</b>	103 339	10 684	2 857	11 265	24 806	21 007	149 152
<b>Basis2020</b>	128 411	12 105	3 180	13 012	28 297	24 944	181 652
<b>Dobbel</b>	102 481	14 997	3 778	15 779	34 554	29 047	166 082
<b>Trippel</b>	88 807	16 827	4 073	17 590	38 490	31 085	158 382
<b>HalvTakst</b>	127 079	13 146	3 411	14 062	30 619	24 747	182 445
<b>DBHK</b>	101 062	16 226	4 038	16 998	37 262	28 741	167 065
<b>DBFK5050</b>	102 973	16 581	4 195	17 351	38 127	23 864	164 964
<b>BK5050</b>	113 622	14 655	3 761	15 466	33 882	26 985	174 489
<b>Bomring</b>	128 183	12 133	3 185	13 043	28 361	24 946	181 490
<b>Parkering</b>	128 411	12 105	3 180	13 012	28 297	24 944	181 652
<b>Stamveg</b>	128 855	12 097	3 193	13 022	28 312	24 791	181 958
<b>StamUtenBom</b>	131 243	11 831	3 109	12 752	27 692	24 581	183 516
<b>Tog</b>	127 983	12 050	3 174	13 882	29 106	24 869	181 958
<b>AltPris</b>	123 196	12 635	3 169	13 196	29 000	27 699	179 895
<b>AltKonsum</b>	135 582	12 448	3 264	13 373	29 085	25 936	190 603

TØI-rapport 924/2007

Basisresultatene for 2020 for lange reiser viser at bilturer utgjør 70.7 prosent av alle lange turer. Flyturer utgjør 13.7 prosent, buss og tog ligger på henholdsvis 6.7 og 7.2 prosent, mens båt utgjør 1.8 prosent av alle turer over ti mil. Tabell 2.2 viser en samlet oversikt over prosentvise andeler for de forskjellige transportmidlene ved de ulike scenariene.

Tabell 2.2. Andel lange turer pr transportmiddel for ulike scenarier.

	Bil	Buss	Båt	Tog	Koll	Fly	Sum
<b>Basis2006</b>	69,3	7,2	1,9	7,6	16,6	14,1	100
<b>Basis2020</b>	70,7	6,7	1,8	7,2	15,6	13,7	100
<b>Dobbel</b>	61,7	9,0	2,3	9,5	20,8	17,5	100
<b>Trippel</b>	56,1	10,6	2,6	11,1	24,3	19,6	100
<b>HalvTakst</b>	69,7	7,2	1,9	7,7	16,8	13,6	100
<b>DBHK</b>	60,5	9,7	2,4	10,2	22,3	17,2	100
<b>DBFK5050</b>	62,4	10,1	2,5	10,5	23,1	14,5	100
<b>BK5050</b>	65,1	8,4	2,2	8,9	19,4	15,5	100
<b>Bomring</b>	70,6	6,7	1,8	7,2	15,6	13,7	100
<b>Parkering</b>	70,7	6,7	1,8	7,2	15,6	13,7	100
<b>Stamveg</b>	70,8	6,6	1,8	7,2	15,6	13,6	100
<b>StamUtenBom</b>	71,5	6,4	1,7	6,9	15,1	13,4	100
<b>Tog</b>	70,3	6,6	1,7	7,6	16,0	13,7	100
<b>AltPris</b>	68,5	7,0	1,8	7,3	16,1	15,4	100
<b>AltKonsum</b>	71,1	6,5	1,7	7,0	15,3	13,6	100

TØI-rapport 924/2007

Tabell 2.2 viser at de kollektive transportformene buss, båt og bil forventes å tape noe markedsandeler til fly og personbil i perioden 2006 til 2020.

Tabell 2.3 viser relativ endring i antall lange turer. Basisscenarioet for 2020 er sammenlignet med basisscenarioet for 2006, mens de øvrige scenariene er sammenlignet med basis2020.

Tabell 2.3. Prosentvis endring i antall lange turer for ulike scenarier. Basis 2020 er sammenlignet med Basis 2006. Øvrige scenarier er sammenlignet med Basis 2020.

	Bil	Buss	Båt	Tog	Koll	Fly	Sum
<b>Basis2020</b>	24,3	13,3	11,3	15,5	14,1	18,7	21,8
<b>Dobbel</b>	-20,2	23,9	18,8	21,3	22,1	16,4	-8,6
<b>Trippel</b>	-30,8	39,0	28,1	35,2	36,0	24,6	-12,8
<b>HalvTakst</b>	-1,0	8,6	7,3	8,1	8,2	-0,8	0,4
<b>DBHK</b>	-21,3	34,0	27,0	30,6	31,7	15,2	-8,0
<b>DBFK5050</b>	-19,8	37,0	31,9	33,3	34,7	-4,3	-9,2
<b>BK5050</b>	-11,5	21,1	18,3	18,9	19,7	8,2	-3,9
<b>Bomring</b>	-0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	-0,1
<b>Parkering</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Stamveg</b>	0,3	-0,1	0,4	0,1	0,1	-0,6	0,2
<b>StamUtenBom</b>	2,2	-2,3	-2,2	-2,0	-2,1	-1,5	1,0
<b>Tog</b>	-0,3	-0,5	-0,2	6,7	2,9	-0,3	0,2
<b>AltPris</b>	-4,1	4,4	-0,3	1,4	2,5	11,0	-1,0
<b>AltKonsum</b>	5,6	2,8	2,6	2,8	2,8	4,0	4,9

TØI-rapport 924/2007

Resultatene viser en total forventet trafikkvekst i antall lange turer på 21.8 prosent fra 2006 til 2020. For personbiler er økningen på 24.3 prosent. For buss, båt og tog er økningen på henholdsvis 13.3, 11,3 og 15.5 prosent, noe som gir en samlet økning for disse kollektive transportformene på 14.1 prosent. Alle disse resultatene samsvarer bra overens med grunnprognosene (Norconsult 2007). For fly er økningen på 18.7 prosent. Dette tallet er noe lavere enn grunnprognosenes forventning om vekst på 22 prosent.

Resultatene viser videre at modellberegninger som innebærer en dobling av drivstoffpris alene gir et fall i antall bilturer på ca 20 prosent, mens en tredobling gir et fall på nær 31 prosent. Dette betyr at effekten av å øke prisen på drivstoff ikke er lineær, men går i metning for lange turer.

Halverte kollektivtakster for buss, båt og tog medfører en nedgang i antall lange personbilturer og flyturer på henholdsvis 1.0 og 0.8 prosent, og økning i lange buss-, båt- og togturer på henholdsvis 8.6, 7.3 og 8.1 prosent. Antall lange turer totalt øker med 0.4 prosent.

Ulike scenarier som innebærer en dobling av drivstoffpris kombinert med reduserte kollektivtakster har grovt sett samme reduksjon i antall lange bilturer. Bilturene er altså lite følsomme for endring i kollektivsatsene, men fordi antall bilturer er en svært dominerende andel av totalt antall lange turer, gir endringer i kollektivtakstene betydelige utslag i antall lange kollektivturer. Halvering av billettakster for buss, båt og tog kombinert med dobling av drivstoffpris gir omtrent 50 prosent større økning i lange kollektivturer for omtalte transportmidler enn hva dobling av drivstoffpris gir alene.

Scenarioet som kun inneholder dobling av drivstoffpris medfører naturlig nok også en økning i antall flyturer. Beregninger der kollektivtakster i tillegg er halvert for båt, buss og tog, reduserer denne økningen i antall flyturer marginalt, mens scenarioet der flyprisen i tillegg er økt med 50 prosent, totalt sett gir en nedgang i antall flyturer sammenlignet med basis.

Bomringsalternativet gir ellers en marginal nedgang i antall lange bilturer med tilsvarende marginal økning i antall kollektivturer for buss, båt og trikk, mens antall flyturer er uendret.

Parkeringsmotstanden har først og fremst effekt for korte reiser. Parkeringsindeksen brukes utelukkende i de regionale transportmodellene, og har ingen modellmessig effekt for lange turer.

Utbygging av alle stamvegprosjekter i gruppe 1 gir også forholdsvis marginale utslag i lange turer for de ulike transportmidlene. Dette skyldes nok til en viss grad at en del vegnettsforbedringer er bompengefinansierte, slik at den opplevde trafikantnytteforbedringen som følger av høyere veistandard, motvirkes av økte direktekostnader.

Scenarioet der stamvegprosjektene inngår og alle bomstasjonene er lagt ned, gir imidlertid heller ikke de store utslagene i antall turer. Bilturene øker med 2.2 prosent, mens kollektivturene reduseres med omtrent samme relative nivå. Antall lange turer totalt øker med 1.0 prosent.

Jernbanealternativet gir en økning på 6.7 prosent i antall lange togturer. Dette går dels på bekostning av de andre transportformene som får en nedgang på mellom 0.2 og 0.5 prosent, mens summen av antall turer for dette scenariet stiger med 0.2 prosent.

Den alternative prisbanen fra SSB gir en betydelig reduksjon i antall lange bilturer, en tilsvarende relativ økning for antall lange bussturer og en markant økning i antall flyturer.

Den alternative banen for økonomisk vekt og privat konsum gir økning i antall lange turer for samtlige transportformer. Økningen er størst for personbil og fly

med henholdsvis 5.6 og 4 prosent. For øvrige kollektive transportformer er økningen fra 2.6 til 2.8 prosent, noe som gir en total vekst i antall lange turer på 4.9 prosent.

## 2.2 Korte turer fra RTM

Tabell 2.4. Antall korte turer i tusen ÅDT for ulike scenarier.

	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Sykkel	Gang	Sum
<b>Basis2006</b>	6 458	1 047	627	604	2 090	10 826
<b>Basis2020</b>	7 571	1 049	647	592	2 098	11 958
<b>Dobbel</b>	7 094	956	824	656	2 332	11 862
<b>Trippel</b>	6 569	868	1 189	700	2 486	11 812
<b>HalvTakst</b>	7 262	973	1 245	542	1 971	11 992
<b>DBHK</b>	6 600	860	1 744	583	2 144	11 931
<b>DBFK5050</b>	6 600	860	1 744	583	2 144	11 931
<b>BK5050</b>	6 956	918	1 434	567	2 074	11 950
<b>Bomring</b>	7 524	1 044	666	593	2 114	11 942
<b>Parkering</b>	7 482	1 034	667	602	2 145	11 930
<b>Stamveg</b>	7 569	1 051	649	591	2 098	11 958
<b>StamUtenBom</b>	7 659	1 067	624	579	2 053	11 982
<b>Tog</b>	7 556	1 045	675	590	2 093	11 959
<b>AltPris</b>	7 425	1 016	742	604	2 147	11 933
<b>AltKonsum</b>	7 618	1 040	640	587	2 086	11 971

TØI-rapport 924/2007

Basisresultatene for 2020 for korte reiser viser at summen av antall bilfører- og bilpassasjerturer utgjør 72.1 prosent av alle korte turer. Kollektivturene som inneholder båt, buss og tog ligger på 5.4 prosent. Videre utgjør sykkel- og gangturer henholdsvis 4.9 og 17.5 prosent. Tabell 2.5 viser en samlet oversikt over prosentvise andeler for de forskjellige transportformene ved de ulike scenariene.

Tabell 2.5. Andel korte turer pr transportmiddel for ulike scenarier.

	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Sykkel	Gang	Sum
<b>Basis2006</b>	59,7	9,7	5,8	5,6	19,3	100
<b>Basis2020</b>	63,3	8,8	5,4	4,9	17,5	100
<b>Dobbel</b>	59,8	8,1	6,9	5,5	19,7	100
<b>Trippel</b>	55,6	7,4	10,1	5,9	21,0	100
<b>HalvTakst</b>	60,6	8,1	10,4	4,5	16,4	100
<b>DBHK</b>	55,3	7,2	14,6	4,9	18,0	100
<b>DBFK5050</b>	55,3	7,2	14,6	4,9	18,0	100
<b>BK5050</b>	58,2	7,7	12,0	4,7	17,4	100
<b>Bomring</b>	63,0	8,7	5,6	5,0	17,7	100
<b>Parkering</b>	62,7	8,7	5,6	5,0	18,0	100
<b>Stamveg</b>	63,3	8,8	5,4	4,9	17,5	100
<b>StamUtenBom</b>	63,9	8,9	5,2	4,8	17,1	100
<b>Tog</b>	63,2	8,7	5,6	4,9	17,5	100
<b>AltPris</b>	62,2	8,5	6,2	5,1	18,0	100
<b>AltKonsum</b>	63,6	8,7	5,3	4,9	17,4	100

TØI-rapport 924/2007



Tabell 2.5 viser at bilførerturer vil utgjøre en stadig større andel av antall korte turer fram mot 2020 på bekostning av kollektivturer og sykkel- og gangturer. Antall bilpassasjerturer forventes også å avta mot 2020, mens bilførerturer altså øker klart. Det betyr at gjennomsnittlig antall passasjerer i personbiler vil gå ned.

Tabell 2.6 viser relativ endring i antall korte turer for de ulike scenarier sammenlignet med basis.

Tabell 2.6. Prosentvis endring i antall korte turer for ulike scenarier. Basis 2020 er sammenlignet med Basis 2006. Øvrige scenarier er sammenlignet med Basis 2020.

	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Sykel	Gang	Sum
<b>Basis2020</b>	17,2	0,2	3,2	-2,0	0,4	10,5
<b>Dobbel</b>	-6,3	-8,9	27,3	10,8	11,1	-0,8
<b>Trippel</b>	-13,2	-17,2	83,7	18,2	18,5	-1,2
<b>HalvTakst</b>	-4,1	-7,3	92,2	-8,4	-6,1	0,3
<b>DBHK</b>	-12,8	-18,0	169,3	-1,5	2,2	-0,2
<b>DBFK5050</b>	-12,8	-18,0	169,3	-1,5	2,2	-0,2
<b>BK5050</b>	-8,1	-12,5	121,5	-4,2	-1,2	-0,1
<b>Bomring</b>	-0,6	-0,5	2,9	0,3	0,7	-0,1
<b>Parkering</b>	-1,2	-1,4	3,0	1,8	2,2	-0,2
<b>Stamveg</b>	0,0	0,2	0,2	-0,1	0,0	0,0
<b>StamUtenBom</b>	1,2	1,7	-3,6	-2,2	-2,2	0,2
<b>Tog</b>	-0,2	-0,4	4,3	-0,3	-0,3	0,0
<b>AltPris</b>	-1,9	-3,2	14,6	2,0	2,3	-0,2
<b>AltKonsum</b>	0,6	-0,8	-1,1	-0,8	-0,6	0,1

TØI-rapport 924/2007

Resultatene viser en total forventet trafikkvekst i antall korte turer på 10.5 prosent fra 2006 til 2020. For personbiler er økningen på 17.2 prosent for fører og 0.2 prosent for passasjer. Kollektive reisemidler har en økning på 3.2 prosent, sykkel har en nedgang på 2 prosent, mens gang øker med 0.4 prosent. Resultatene samsvarer bra overens med grunnprognosene med unntak av for kollektive reisemidler.

Grunnprognosene har også en samlet vekst på 10 prosent, en økning i antall korte personbilturer på 17 prosent, en nedgang i antall sykkelturer på 2 prosent og en økning i antall gangturer på 1 prosent. Grunnprognosene har videre en liten nedgang i bilpassasjerturer og kollektivturer på 1 prosent. For kollektive turer er avviket mellom grunnprognosene og resultatene i tabell 2.6 betydelig. Dette skyldes sannsynligvis at det er gjort visse utbedringer og feilrettinger i persontransportmodellen for korte reiser blant annet når det gjelder kollektivruter og -takster siden grunnprognoseberegningene ble slutført.

Resultatene viser videre at de korte bilturene er mindre følsomme for økning i drivstoffpris enn de lange. En tredobling av drivstoffprisen alene medfører kun en reduksjon på drøyt 13 prosent i antall bilførerturer, mens antall lange bilturer fikk en nedgang på drøyt 30 prosent ved tilsvarende beregning.

De korte bilturene er imidlertid mer følsomme for endringer i kollektivtakster. Der antall lange bilturer i all hovedsak ble styrt av drivstoffpris, gir endringer i kollektivtakster betydelige bidrag til reduksjon i antall korte bilturer. Blant annet ser man at en dobling av drivstoffpris kombinert med halv takst på kollektive transportmidler, gir nær samme effekt på antall bilførerturer som en tredobling av drivstoffprisen, og dobbelt så stor økning i antall kollektivturer.

Den relative endringen i antall bilpassasjerturer følger den relative endringen i antall bilførerturer, men er jevnt over noe større. Dette tyder på at det først og fremst er bilturer med høyt passasjerantall som påvirkes av endringer i drivstoffpris, kollektivsatser og lignende.

Antall gang- og sykkeltureturer stiger som ventet med drivstoffpris og faller med reduserte kollektivtakster. Dobling av drivstoffpris kombinert med halvert takst på kollektive transportmidler gir en liten reduksjon i antall sykkeltureturer på 1.5 prosent og en oppgang i antall gangtureturer på 2.2 prosent.

Bomrings- og parkeringsscenarioene har samme grunntrekk ved at begge øker kostnadene forbundet med personbilbruk i sentrale strøk av de store byene. Resultatene av disse modellberegningene viser at den relative endringen i antall kollektivtureturer er tilnærmet lik i begge alternativene med en økning på omtrent 3 prosent. Parkeringsalternativet har videre en reduksjon i antall bilførerturer på 1.2 prosent, mens bilpassasjerturene faller med 1.4 prosent. Gang- og sykkelturene øker på sin side med henholdsvis 2.2 og 1.8 prosent. For bomringsalternativet er disse endringene mindre. Gang- og sykkelturene stiger med henholdsvis 0.7 og 0.3 prosent, mens reduksjonen i bilturer utgjør 0.6 prosent for fører og 0.5 prosent for passasjer.

Stamvegsalternativet gir enda mindre effekt på antall korte turer enn hva tilfellet var for lange. Antall kollektivtureturer synker med 1.5 prosent, og gir en marginal økning av bil-, sykkel- og gangtureturer. Togalternativet ser derimot ut til å ha noe større effekt for korte turer. Antall kollektivtureturer øker med 4.3 prosent, mens økningen for tog, buss og båt samlet sett var på 2.9 prosent for de lange turene. Endringen i antall korte turer totalt er imidlertid ikke merkbar for dette scenariet.

Modellberegninger med den alternative realprisutviklingen fra MSG gir en stor økning i antall korte kollektivtureturer, mens bilturene reduseres. Økningen skyldes at realprisøkningen for personbiler er større enn for alle kollektive transportmidler. Prisutviklingen for tog og båt antas dog høyere enn i basis, mens buss har lavere realprisutvikling enn i basis, og det er derfor naturlig å anta at økning i antall bussturer står for det meste av økningen i korte kollektivtureturer i dette scenarioet.

Scenarioet for alternativ økonomisk vekst og privat konsum gir andre utslag for korte turer enn for lange turer, der antall lange turer for alle transportformer økte, og den samlede økningen var på nærmere fem prosent. Effektene er markert lavere for korte turer. Antall korte personbilturer øker med 0.6 prosent, mens øvrige transportformer får nedgang i korte turer på mellom 0.6 og 1.1 prosent. Totalt sett gir dette en marginal økning i antall korte turer på 0.1 prosent.

## 2.3 Transportarbeid

Tabell 2.7 viser beregnet transportarbeid pr transportmiddel for de ulike modellscenariene, samlet for både lange og korte turer. Tallene er oppgitt i tusen personkilometer pr årsdøgn.

Tabell 2.7. Transportarbeid for korte og lange reiser i tusen personkilometer pr årstdøgn.

	Bil	Buss	Båt	Trikk/ Bane	Tog	Fly	Gang/ Sykkel	Sum
<b>Basis2006</b>	102 000	7 808	611	958	6 024	11 367	5 103	133 871
<b>Basis2020</b>	121 261	8 185	651	1 003	6 724	13 740	5 170	156 734
<b>Dobbel</b>	98 390	11 549	831	1 150	9 459	15 743	5 781	142 902
<b>Trippel</b>	82 897	20 122	1 053	1 695	18 225	16 773	6 168	146 933
<b>HalvTakst</b>	115 946	16 638	1 002	1 644	13 849	13 638	4 767	167 484
<b>DBHK</b>	91 538	29 390	1 597	2 338	28 097	15 584	5 168	173 712
<b>DBFK5050</b>	92 061	29 518	1 625	2 338	28 231	12 198	5 168	171 139
<b>BK5050</b>	102 600	21 030	1 250	1 806	18 336	14 689	5 022	164 732
<b>Bomring</b>	119 462	8 293	653	1 044	6 803	13 742	5 161	155 158
<b>Parkering</b>	120 082	8 264	651	1 051	6 792	13 740	5 317	155 897
<b>Stamveg</b>	121 394	8 210	736	1 009	6 714	13 678	5 171	156 912
<b>StamUtenBom</b>	128 351	7 946	710	957	6 491	13 574	5 072	163 101
<b>Tog</b>	120 913	7 966	651	982	8 154	13 707	5 151	157 524
<b>AltPris</b>	113 826	9 805	652	1 140	6 835	15 452	5 285	152 995
<b>AltKonsum</b>	123 504	8 240	666	991	6 812	14 356	5 132	159 701

TØI-rapport 924/2007

Resultatene for basisscenariet viser at personbiler står for 77.4 prosent av transportarbeidet. Fly står for 8.8 prosent, buss utgjør 5.2 prosent, mens tog ligger på 4.3 prosent av totalt transportarbeid. Samlet sett utgjør dette nær 96 prosent av det totale transportarbeidet. Gang og sykkel utgjør tilsammen 3.3 prosent av transportarbeidet noe som naturlig nok er langt lavere en andelen gang- og sykkelturene og skyldes at disse turene i hovedsak er svært korte. Båt og trikk/bane utgjør hver for seg bare promiller av totalt transportarbeid. For båt skyldes dette lave passasjertall, mens det for trikk/bane først og fremst skyldes at disse transportmidlene stort sett er relatert til forholdsvis korte avstander. Tabell 2.8 viser en samlet oversikt over prosentvise andeler for de forskjellige transportmidlene ved de ulike scenariene.

Tabell 2.8. Andel transportarbeid pr transportmiddel for ulike scenarier.

	Bil	Buss	Båt	Trikk/ Bane	Tog	Fly	Gang/ Sykkel	Sum
<b>Basis2006</b>	76,2	5,8	0,5	0,7	4,5	8,5	3,8	100
<b>Basis2020</b>	77,4	5,2	0,4	0,6	4,3	8,8	3,3	100
<b>Dobbel</b>	68,9	8,1	0,6	0,8	6,6	11,0	4,0	100
<b>Trippel</b>	56,4	13,7	0,7	1,2	12,4	11,4	4,2	100
<b>HalvTakst</b>	69,2	9,9	0,6	1,0	8,3	8,1	2,8	100
<b>DBHK</b>	52,7	16,9	0,9	1,3	16,2	9,0	3,0	100
<b>DBFK5050</b>	53,8	17,2	0,9	1,4	16,5	7,1	3,0	100
<b>BK5050</b>	62,3	12,8	0,8	1,1	11,1	8,9	3,0	100
<b>Bomring</b>	77,0	5,3	0,4	0,7	4,4	8,9	3,3	100
<b>Parkering</b>	77,0	5,3	0,4	0,7	4,4	8,8	3,4	100
<b>Stamveg</b>	77,4	5,2	0,5	0,6	4,3	8,7	3,3	100
<b>StamUtenBom</b>	78,7	4,9	0,4	0,6	4,0	8,3	3,1	100
<b>Tog</b>	76,8	5,1	0,4	0,6	5,2	8,7	3,3	100
<b>AltPris</b>	74,4	6,4	0,4	0,7	4,5	10,1	3,5	100
<b>AltKonsum</b>	77,3	5,2	0,4	0,6	4,3	9,0	3,2	100

TØI-rapport 924/2007

Tabell 2.9 viser relativ endring i transportarbeid for de basis2020 sammenlignet med basis2006, og de øvrige scenariene sammenlignet med basis 2020.

Tabell 2.9. Prosentvis endring i transportarbeid. Basis 2020 er sammenlignet med Basis 2006. Øvrige scenarier er sammenlignet med Basis 2020.

	Bil	Buss	Båt	Trikk/ Bane	Tog	Fly	Gang/ Sykkel	Sum
<b>Basis2020</b>	18,9	4,8	6,5	4,7	11,6	20,9	1,3	17,1
<b>Dobbel</b>	-18,9	41,1	27,6	14,7	40,7	14,6	11,8	-8,8
<b>Trippel</b>	-31,6	145,8	61,8	69,0	171,0	22,1	19,3	-6,3
<b>HalvTakst</b>	-4,4	103,3	53,9	63,9	106,0	-0,7	-7,8	6,9
<b>DBHK</b>	-24,5	259,1	145,3	133,1	317,9	13,4	0,0	10,8
<b>DBFK5050</b>	-24,1	260,6	149,6	133,1	319,9	-11,2	0,0	9,2
<b>BK5050</b>	-15,4	156,9	92,0	80,1	172,7	6,9	-2,9	5,1
<b>Bomring</b>	-1,5	1,3	0,3	4,1	1,2	0,0	-0,2	-1,0
<b>Parkering</b>	-1,0	1,0	0,0	4,8	1,0	0,0	2,8	-0,5
<b>Stamveg</b>	0,1	0,3	13,1	0,6	-0,1	-0,5	0,0	0,1
<b>StamUtenBom</b>	5,8	-2,9	9,1	-4,6	-3,5	-1,2	-1,9	4,1
<b>Tog</b>	-0,3	-2,7	0,0	-2,1	21,3	-0,2	-0,4	0,5
<b>AltPris</b>	-6,1	19,8	0,2	13,7	1,7	12,5	2,2	-2,4
<b>AltKonsum</b>	1,8	0,7	2,3	-1,2	1,3	4,5	-0,7	1,9

TØI-rapport 924/2007

Resultatene i tabell 2.9 viser at de fleste transportmidlene får gjennomgående større endringer i transportarbeid for de ulike modellberegningene enn endring som ble beregnet i antall turer.

Transportarbeidet for bil synker med i underkant av 20 prosent ved dobling av drivstoffprisen, og i overkant av 30 prosent ved tredobling. Summen av transportarbeidet for alle transportmidler er betydelig større ved tredobling av drivstoffprisen enn ved dobling, til tross for at antall turer naturlig nok er klart lavere. Dette viser at en tredobling av drivstoffprisen vil medføre at reisende tvinges over til kollektive transportmidler som har en mye lenger reiserute for å nå destinasjonen enn hva tilfellet ville vært for personbil. Endringer av drivstoffpris vil også gi endringer i destinasjonsvalg.

Dobling av drivstoffprisene kombinert med halverte takster for kollektive transportmidler gir nesten 25 prosent reduksjon i transportarbeidet, mens økning av drivstoffprisen med 50 prosent og halvering av kollektivtakster for båt, buss og tog gir over 15 prosent reduksjon i transportarbeidet for personbil.

Unntaket er fly som får noe mindre økning i transportarbeid enn antall turer i de modellberegningene der drivstoffprisen for personbiler er økt, mens prisen på flyreiser er uendret. Dette viser at økningen i antall turer er størst for kortere flyreiser, og går på bekostning av bilturer.

På den annen side ser man at scenarioet der flyprisen er økt med 50 prosent, samtidig som øvrige kollektivtakster er halvert og drivstoffprisen doblet, får en markant større reduksjon i transportarbeid enn i antall turer. Dette tyder på at en del lange flyturer forsvinner når flyprisen økes. Disse erstattes til en viss grad av tog, buss og bil, men mange av disse turene går nok ikke over til andre transportmidler, men blir rett og slett så lite attraktive at de forsvinner.

Bomring- og parkeringsalternativet gir stort sett samme utslag i transportarbeid som i antall turer. Endringen i transportarbeid viser i tillegg at det er trikk og bane samt gang og sykkel som får den største relative økningen dersom man øker bomringsatser og parkeringsmotstanden.

Modellkjøringer der stamveg gruppe 1-prosjekter i lagt inn, gir en liten økning i transportarbeid på vei, mens transportarbeidet for tog og fly reduseres noe. Dette skyldes at forbedringer i vegnettet flytter trafikk fra tog og fly til bil og buss. Videre er det en markant relativ økning i transportarbeid for båt. Dette kan til dels forklares med at båtruter er blitt mer tilgjengelige ved utbygging av veiprosjekter i kystnære strøk, men også at enkelte slike utbygginger er bompengefinansiert med så høye takster at de medfører en endring i valg av transportmiddel fra bil til båt.

Togalternativet gir en markant økning på over 21 prosent i transportarbeidet for tog, noe som medfører at tog står for 5.4 prosent av det totale transportarbeidet, mot 4.4 prosent i basis 2020. Transportarbeidet summert over alle transportmidlene stiger med 0.5 prosent, mens transportarbeidet for personbiler står for 79.4 prosent av samlet transportarbeid i dette scenariet mot 80.0 i basis 2020. For personbiler utgjør dette en relativ nedgang på 0.3 prosent.

Modellberegninger med den alternative realprisutviklingen fra MSG gir samlet sett en nedgang i transportarbeid for alle transportformer på 2.5 prosent. Nedgangen skyldes at transportarbeidet for personbil faller med 6.1 prosent som følge av økte kilometerkostnader. Tog og båt får også økt realpris med den alternative prisutviklingen, men økningen er ikke like stor som for personbiler, og fordi personbilene har så stor markedsposisjon, får tog og båt likevel en beskjeden økning i transportarbeid for dette scenarioet på henholdsvis 1.7 og 0.2 prosent. Buss, trikk/bane og fly får lavere realpris i dette scenarioet, og får dermed en betydelig økning i transportarbeid på henholdsvis 19.8, 13,7 og 12.5 prosent. Transportarbeid for gang og sykkel øker med 23 prosent.

Det er viktig å presisere at trikk og bane følger takstsystemet for buss og dermed også prisutviklingen for buss. I utgangspunktet skulle trikk og t-bane følge tilnærmet samme prisutvikling som tog, men vil i disse beregningene følge takster og dermed også realprisutviklingen for buss. Dermed blir økningen i transportarbeid for trikk og bane betydelig høyere enn økningen for tog.

Beregningen med alternativ utvikling for økonomisk vekst og privat konsum gir en økning i samlet transportarbeid på 1.9 prosent. Transportarbeidet for personbiler øker med 1.8 prosent, mens transportarbeidet for buss, båt og tog øker med henholdsvis 0.7, 2.3 og 1.3 prosent. For fly er økningen på 4.5 prosent. Transportformene trikk/bane og gang/sykkel får en nedgang i transportarbeid med 1.2 og 0.7 prosent. Dette skyldes at disse transportformene kun inneholder korte turer under 10 mil, og at antall turer faller for begge disse transportformene.

## 2.4 Elastisitetsberegninger

Resultatene presentert i avsnittene over, viser hvordan ulike tiltak, som alle kan karakteriseres som tilbudsendringer for persontransport, påvirker antall turer og transportarbeid.

Denne sammenhengen mellom tilbud og etterspørsel av persontransport kvantifiseres ved hjelp av elastisitetsbegrepet. Elastisitetsbegrepet brukes generelt sett som et mål for følsomheten i en variabel med hensyn på endringer i andre variable. For persontransport er det vanlig å studere etterspørselastisiteter som funksjon av tilbudsendringer, og etterspørselastisiteten beregnes gjerne ut fra følgende formel:

$$\varepsilon = \frac{\ln N_1 - \ln N_0}{\ln C_1 - \ln C_0},$$

der  $\varepsilon$  er elastisiteten,  $N_0$  og  $N_1$  er antall turer i henholdsvis basisscenario og alternativt scenario, mens  $C_0$  og  $C_1$  er kostnad i henholdsvis basisscenario og alternativt scenario.

Det skilles mellom to typer elastisiteter. Direkte elastisitet er definert som endring i etterspørsel for det transportmiddel tilbudsendringen skjer, mens krysselastisitet er et mål for etterspørselendringen for andre transportmidler.

### 2.4.1 Elastisiteter i persontransportmodellene

Tabell 2.10 er hentet fra grunnprognosene for persontransport og viser et utvalg elastisiteter beregnet for lange reiser.

Tabell 2.10. Elastisitetsberegninger for lange turer.

Kilde: Norconsult(2007) Grunnprognoser for persontransport NTP 2010-2019.

	Bil	Buss	Båt	Tog	Fly	Sum
Var bilkost +10%	-0,31	0,30	0,24	0,26	0,39	-0,13
Busspris -10%	0,01	-0,21	0,01	0,01	0,01	0,00
Båtpris -10%	0,00	0,00	-0,18	0,00	0,00	0,00
Togpris -10%	0,01	0,01	0,01	-0,19	0,01	0,00
Flypris -10%	0,04	0,05	0,09	0,05	-0,54	-0,03

TØI-rapport 924/2007

Første rad viser elastisitet ved 10 prosents økning av variable bilkostnader. 10 prosents økning i variable bilkostnader betyr at kilometerkostnaden forbundet med personbilbruk økes med 10 prosent. De øvrige elastisitetene omhandler 10 prosent takstreduksjon for de kollektive transportmidlene buss, båt, tog og fly.

Tabellen viser at priselastisitet for de kollektive reisemidlene buss, tog og båt varierer fra -0.18 til -0.21, noe som betyr at en ti prosents reduksjon i taksten for disse transportmidlene vil resultere i en økning i antall turer på omtrent 2 prosent.

Priselastisiteten for flyreiser er betydelig høyere, og medfører at en takstreduksjon på 10 prosent for innenlands flyreiser vil medføre en økning i antall flyreiser med nær 6 prosent.

Variable bilkostnader har en priselastisitet på -0,31 for lange reiser. Dette innebærer at en økning i variable bilkostnader på 10 prosent gir ca 3 prosent færre bilturer. Krysselastisitetene viser at de andre transportmidler vil få en relativ økning på mellom 2.3 og 3.8 prosent, mens totalt antall turer faller med 1.2 prosent om man øker de variable bilkostnadene med 10 prosent.

Tabell 2.11 viser elastisitetsberegninger for korte reiser.

Tabell 2.11. Elastisitetsberegninger for korte turer.

	Bilfører	Bilpassasjer	Kollektiv	Sykkel	Gang	Sum
Var bilkost +10%	-0,14	-0,21	0,47	0,25	0,26	-0,02
Kollpris -10%	0,05	0,11	-1,18	0,12	0,09	0,00
Inntekt +10%	0,06	-0,08	-0,11	-0,07	-0,06	0,01

TØI-rapport 924/2007

Resultatene i tabell 2.11 viser at den direkte elastisiteten for variable bilkostnader er betydelig lavere for korte reiser enn for lange, mens krysselastisiteten for kollektive transportmidler er klart høyere. Reduksjon i kollektivtakster får også markant større effekt for korte reiser enn for lange ved at priselastisiteten for kollektivreiser som funksjon av kollektivtakster er på hele -1.18, noe som innebærer at ti prosents nedgang i kollektivtakster vil resultere i en etterspørselsøkning på over 13 prosent.

En generell inntektsøkning på 10 prosent vil medføre mindre endringer. Etterspørselen etter bilførerurer vil øke noe som følge av at økt inntekt vil gi økt bilhold, mens øvrige korte transportformer vil få tilsvarende nedgang. Endringen er størst for kollektivturene med en nedgang på ca 1 prosent.

## 2.4.2 Vurdering av modellenes elastisiteter mot empiri

Det finnes mange empiriske studier av hvordan etterspørselen endrer seg i forhold til tilbud for persontransporten. Spesielt virker etterspørsel elastisiteter for kollektivtransport å være et område som er grundig belyst. For kollektivselskaper er det naturligvis maktpåliggende å vite hva endringer i rutetilbud og takster får for konsekvenser for passasjertallene.

Empiriske undersøkelser av etterspørsel elastisiteter viser imidlertid svært varierende resultater. Dette har mange forklaringer. For det første vil det være lokale variasjoner på hvordan folk reagerer på endringer i transporttilbudet. Følsomheten for endringer i tilbudet vil også være avhengig av tilbudets opprinnelige nivå og om endringene er små eller store.

I tillegg kan det i empiriske studier være vanskelig å skille ut hvilken andel av etterspørsel endringene som er relatert til tilbudsendingen må studeres, og hvilken andel som har andre forklaringer.

Senere års studier har dessuten vist at det er store forskjeller på korttidseffekter og langtidseffekter av tilbudsendinger, og spesielt for langtidseffekter kan det være vanskelig å isolere effekten av ett enkelt tiltak.

Forskjellene mellom langtids- og korttidseffekter forklares gjerne med at trafikantene trenger tid på å tilpasse seg endringene. Når det gjelder typiske forbedringer i kollektivtilbudet som takstreduksjoner og økt frekvens, kan tregheten skyldes forventning om at forbedringen er midlertidig. Det kan videre ta tid før

informasjonen om tilbudsendringene når alle potensielle brukere og det tar tid å endre vaner. Derfor er langtidseffekten gjerne betydelig større enn korttidseffekten. På enda lengre sikt kan man tenke seg at endringer i transporttilbud kan få konsekvenser for bilhold og arealbruk som valg bostedsområde og arbeidsplass.

### **Etterspørselastisitet for kollektive transportformer**

I følge Fearnley(2005) ligger etterspørselastisiteten for lokal kollektivtransport med hensyn til rutetilbud i området 0.2 til 0.7 på kort sikt. Etterspørselastisiteten på lang sikt ligger i området 0.4 til 1.1. En sammenstilling av resultater fra 24 forskjellige internasjonale studier, der de aller fleste er knyttet til takstendringer i lokal kollektivtransport, viser at korttidselastisiteten i gjennomsnitt er på -0.61 mens langtidselastisiteten er på -0.98. Fearnley viser også til flere studier som indikerer at minst 90 prosent av effekten blir materialisert innen tre år.

Fearnleys sammenfatning inkluderer en norsk studie utført av Vibe i 2005. Her er priselastisiteten for lokal kollektivtransport som funksjon av takst -0.23 på kort sikt og -0.51 på lang sikt.

Johansen(2001) sammenstiller en rekke norske analyser og konkluderer med at priselastisiteten for kollektivtransport som funksjon av takst er på -0.38 på kort sikt. Det oppgis ingen eksplisitt verdi for langtidseffekter, men det vises til at internasjonale oversikter indikerer at langtidsvirkningene vil være omtrent dobbelt så store.

I transportmodellene vil naturligvis hver trafikant respondere umiddelbart på endringer. Dette er økonomiske likevekstmodeller der hver reisende antas å sitte på fullstendig informasjon over alle destinasjoner, reiseruter og priser. De reisende velger destinasjon, rute og reisemiddel ut fra rasjonelle prinsipper for kostnadsminimering for hvert enkelt scenario, mens grunnlagsdata som bilhold, befolkningsdata og arbeidsplassinformasjon holdes konstant med mindre alternative modellberegninger faktisk har som mål å modellere effekten av endringer i disse grunnlagsdataene. Dermed er det nok naturlig å anta at elastisitetene i transportmodellene bør inkludere det meste av langtidseffekter for kollektivtransport.

Etterspørselastisitet antas å øke med prisen på transporttilbudet. Lange kollektivreiser vil være dyrere enn lokal kollektivtransport, og det forventes dermed at lange reiser er mer priselastiske enn korte reiser. Dette er ikke tilfelle for elastisitetsberegningene som funksjon av kollektivtakstreduksjon i tabell 2.10 og 2.11 der elastisiteten for lange reiser over ti mil er betydelig lavere enn for korte reiser. Det forklarer imidlertid hvorfor flyreiser har betydelig høyere elastisitet enn lange buss-, båt- og togreiser.

Når det gjelder etterspørselastisiteter for korte kollektivturer som funksjon av inntektsendringer, viser resultater publisert i TRL(2004) at kortere bussreiser har en priselastisitet i området 0 til -0.4 på kort sikt og -0.4 til -1.2 på lang sikt. Variasjonene i resultatene publisert i TRL er påfallende store, og det kommenteres at korrelasjonen mellom inntekt og kollektivtakster kan ha bidratt til dette. Elastisiteten vil i stor grad være avhengig av bilholdsnivået. I samfunn med lavt bilhold vil inntektsøkning gi langt sterkere reduksjon i kollektivreiser enn i samfunn der bilholdet er nær metning. Alternative beregninger i TRL(2004) åpner for at pris-



elastisiteten for kortere bussreiser kan ta positive verdier når bilholdet nærmer seg metning.

Priselastisiteten i tabell 2.11 på -0.11 for korte kollektivreiser som funksjon av inntekt, virker i så måte å kunne være rimelig for norske forhold. Sammenligner man beregnet elastisitet med de empiriske verdiene for etterspørselastisiteter for kollektive transportformer med hensyn på takster, synes resultatene fra den nasjonale transportmodellen som vist i tabell 2.10 å ligge lavere enn man kunne forvente. En priselastisitet på ca -0.2 for lange turer er på nivå med nedre skranke for korttidselastisiteten i Fearnleys sammenstilling for lokal kollektivtransport. Lange turer antas i tillegg å ha høyere elastisitet enn korte.

For korte kollektivreiser beregnet i de regionale transportmodellene, virker etterspørselastisiteten på den annen side å være i overkant høy. En priselastisitet på ca -1.2 er høyere enn det som er øvre skranke for langtidselastisiteten i Fearnleys sammenstilling.

Fordi antall korte kollektivturer utgjør nær 96 prosent av alle kollektivturene i transportmodellene, må man anta at utslagene i kollektivt transportarbeid og antall kollektivturer som funksjon av endrede kollektivtakster, er i overkant høye i disse modellberegningene.

### **Etterspørselastisitet for fly**

Flytrafikken deles gjerne i foretningsreiser og fritidsreiser, og priselastisiteten er for fritidsreiser anses å være betydelig høyere enn for foretningsreiser.

I følge Gillen(2002) ligger priselastisiteten for innenlands kanadisk flytrafikk i området -0.6 til -1.4 for foretningsreiser og -0.8 til -1.7 for fritidsreiser. Dette underbygges av Brons(2002) som i sin sammenstilling av 37 forskjellige studier om priselastisitet i flytrafikken, presenterer en fordeling av empiriske funn av etterspørselastisiteter. For studier som kun omfatter foretningsreisene har fordelingen et tyngdepunkt rundt -0.7, mens fordelingen fra andre studier som ikke skiller mellom fritidsreiser og foretningsreiser, har tyngdepunktet rundt -1.5. Disse fordelingene har imidlertid også markante lokale tyngdepunkt for elastisiteter som er betydelig lavere. Disse lokale tyngdepunktene ligger på ca -0.2 for foretningsreiser og -0.5 for de andre studiene.

Dette kan tyde på at priselastisiteten for foretningsreiser i stor grad avhenger av mulighetene for alternative transportformer, og vil være høy på ruter der luftfarten har reell konkurranse i form av alternative transportformer med nær samme reisetid og lav på ruter der luftfarten har store konkurransefortrinn i forhold til reisetid.

Norsk innenlands luftfart har store konkurransefortrinn med hensyn på reisetid på viktige ruter med mye trafikk. Priselastisiteten for innenlands flytrafikk i den nasjonale transportmodellen er -0.54 som vist i tabell 2.10. Forsker Harald Thune-Larsen ved TØI har tidligere vært ansatt hos Avinor og har jobbet med innenlands luftfart i en årrekke. Han vurderer priselastisiteten for innenlands flytrafikk i den nasjonale transportmodellen til å ligge noe lavt, men innenfor hva man må anse som et rimelig intervall.

### Etterspørselastisitet for personbil

I følge Hagler Bailly (1999) ligger etterspørselastisiteten for bensin i personbiler i området -0.1 til -0.2 på kort sikt og i området -0.4 og -0.8 på lang sikt. En sammenstilling av nærmere 300 elastisitetsstudier gir et gjennomsnitt på -0.24 kort sikt og -0.79 på lang sikt, men fordi mange av studiene er gamle, fra en tid da bensinprisen relativt sett var langt høyere enn i 1999, argumenterer Hagler Bailly med at elastisiteten har blitt lavere, og bruker -0.15 og -0.6 som sine estimater for elastisitet på henholdsvis kort og lang sikt.

Forskjellen mellom langtids- og korttidseffekter for bensin i personbiler antas å skyldes at endringer i bensinpris påvirker trafikantenes valg av kjøretøy. Høyere bensinpris vil medføre økt salg av biler med lavt bensinforbruk og også satsing på teknologi som begrenser forbruket. Dermed vil langtidseffekter av endringer i bensinpriser kunne ligge mange år frem i tid. I så måte er langtidseffektene ved endring av drivstoffpris i hovedsak effekter som ikke vil fanges opp i transportmodellene, i motsetning til langtidseffektene for endring av kollektivtakster som i større grad er knyttet til informasjon og vaner og som i all hovedsak treer i kraft i løpet av tre år.

Hagler Baillys resultater omfatter endringer i bensinnetterspørsel som funksjon av bensinpris er ikke direkte sammenlignbare med elastisitetene presentert i tabell 2.10 og 2.11. Drivstoffprisen utgjør bare ca halvparten av kilometerkostnaden knyttet til personbilbruk, slik at om man regner at hele økningen i variable bilkostnader skyldes økt drivstoffpris, vil en 10 prosents økning av kilometerkostnader være ekvivalent med en 20 prosents økning av drivstoff.

Videre er forbruk av drivstoff avhengig av utkjørt distanse. Resultatene for transportarbeid og turer presentert tidligere i dette kapittelet, viser at reiselengde pr tur er vel så priselastisk som antall turer med hensyn på endringer i drivstoffpris. Det er naturlig at reiselengden pr tur reduseres når kilometeravhengige kostnader øker. Effekten i et belastet veinett kan dessuten være enda større fordi prisøkninger som reduserer antall turer, også reduserer kjøp. Kjøp kan medføre at trafikanter velger lengre, alternative reiseruter og øker dermed transportarbeidet. Slike effekter er påvist i de regionale transportmodellene.

En norsk studie av Fridstrøm(1999) estimerer priselastisiteten for bilkilometer som funksjon av bensinpris til å være -0.11 på kort sikt og -0.26 på lang sikt. En internasjonal studie fra Graham(2004) oppgir priselastisiteten for bilkilometer som funksjon av bensinpris til å være -0.15 på kort sikt og -0.31 på lang sikt.

Tabell 2.12 viser endring i antall korte turer og turlengde ved ti prosents økning av kilometerkostnader i de regionale transportmodellene. Resultatene er delt opp på tre forskjellige transportkategorier og fem forskjellige reisehensikter. Transportkategorien bil inkluderer både bilfører- og bilpassasjerturer, kollektiv inneholder alle kollektive turer mens gang/sykkel inneholder gang- og sykkeltureturer.

Tabellen viser at effekten av endringer i kilometerkostnader for bruk av personbil varierer mellom reisehensiktene. Antall innkjøpsreiser varierer mest med kilometerkostnadene, mens antall tjenestereiser varierer minst.

Tabellen viser også at nedgangen i turlengde er gjennomgående større enn nedgangen i antall turer for bil. Summert over alle reisehensikter er nedgangen i

antall bilturer ved 10 prosents økning i kilometerkostnader på 1.4 prosent, mens reduksjonen i gjennomsnittlig turlengde er på 3.8 prosent. For bilførerturer alene, det vil si eksklusiv bilpassasjerturene, er nedgangen på 1.3 og 4.1 prosent for henholdsvis antall turer og gjennomsnittlig turlengde. For kollektive transportformer øker antall turer mer enn gjennomsnittslengden pr tur. Summert over alle reisehensikter er økningen i antall kollektivturer på 4.6 prosent, mens gjennomsnittlig turlengde øker med 2.5 prosent.

Tabell 2.12. Endringer i antall korte turer og turlengde ved økte kilometerkostnader fordelt på reisehensikt.

Hensikt	Transportform	Basis2020		Var bilkost+10	
		Turer	Lengde	Turer	Lengde
		YDT	km	endring %	endring %
Arbeid	Bil	1 249 058	11,8	-1,5	-4,2
	Koll	150 977	16,3	7,1	5,1
	Gang/sykkel	475 664	2,5	2,2	0,2
Annet	Bil	1 350 005	8,2	-0,6	-1,8
	Koll	42 778	12,1	0,9	0,3
	Gang/sykkel	761 694	2,2	1,3	0,1
Innkjøp	Bil	1 074 278	4,8	-3,1	-4,2
	Koll	37 595	11,9	5,0	0,2
	Gang/sykkel	1 176 528	1,4	3,3	0,5
Tjeneste	Bil	285 895	21,4	-0,8	-4,6
	Koll	14 872	19,7	3,2	0,8
	Gang/sykkel	123 284	2,9	2,4	0,0
Besøk	Bil	564 590	14,9	-1,7	-4,3
	Koll	27 817	18,1	2,4	1,1
	Gang/sykkel	452 063	1,7	2,4	0,0
Totalt	Bil	9 575 429	10,3	-1,4	-3,8
	Koll	717 521	15,3	4,6	2,5
	Gang/sykkel	2 989 232	1,9	2,5	0,0

TØI-rapport 924/2007

Nedgangen i trafikkarbeidet og dermed også bensinforbruket ligger på ca 5.3 prosent og gir en priselastisitet på ca -0.3 om man antar at økningen i kilometerkostnader utelukkende skyldes en økning i drivstoffprisen på 20 prosent.

Dette virker å være i overkant høyt sammenlignet med elastisitetsverdier fra studiene omtalt over, og tyder på at effektene ved endring av kilometerkostnader for personbil vil være i overkant høye i persontransportmodellene.

### Krysselastisiteter

Krysselastisiteter er i svært stor grad avhengig av konkurranseflater og markedsandeler, og empiriske studier viser sprikende resultater og er ikke direkte overførbare i tid og rom. For at en tilbudsendring knyttet til ett transportmiddel skal ha effekter for etterspørselen etter flere andre transportformer, må trafikantene ha mulighet til å velge mellom flere alternative transportmidler. Empiriske studier om hvordan togtrafikken endres med endrede busstakster er først og fremst interessante for områder der trafikantene har et reelt valg mellom de to transportformene.

For norske transportmodeller på nasjonalt og regionalt nivå er det nok lite relevant å se på krysselastisitet på detaljert nivå. Tabell 2.10 viser at endring i takster for lange buss-, tog- og båtreiser i liten grad slår ut for andre transportformer. Dette skyldes i hovedsak at disse transportformene har lave markedsandeler og at den interne konkurransen mellom disse transportformene er relativt beskjeden.

I de regionale transportmodellene behandles kollektivturene samlet. Her er krysselastisiteten ved økning av kilometerkostnader for personbiler på 0.47 mens reduksjon i kollektivtakster på sin side gir en krysselastisitet i antall bilførerturer på 0.05.

For lange turer ser man av tabell 2.10 at krysselastisiteten for buss-, tog- og båtturer som funksjon av personbilrelaterte kilometerkostnader er på mellom 0.24 og 0.30, mens krysselastisitet for bilturer som funksjon av reduserte kollektivtakster er 0.01 for buss og tog.

TRL(2004) presenterer verdier for krysselastisitet for ulike transportmidler fra en rekke forskjellige studier med hensyn på mange forskjellige variable. Krysselastisiteten for bilturer som funksjon av takstendringer for de enkelte kollektive transportmidler ligger i området 0 til 0.07.

Krysselastisiteten for kollektivturer som funksjon av bensinpris varierer voldsomt, og ligger i området 0.15 til 0.72 på kort sikt og 0.44 til 2.10 på lang sikt. Variasjonen i resultatene understreker hvor følsom krysselastisiteter er for konkurranseflater og markedsandeler. Det er dermed vanskelig å ha noen klar formening om hvorvidt krysselastisitetene i den nasjonale og de regionale transportmodellene er på et fornuftig nivå, men de ligger godt innenfor de øvre og nedre verdiene som finnes i empiriske studier.

## 3 CO<sub>2</sub>-beregninger

### 3.1 Norske utslippsmål for transportsektoren

Stortingsmelding 34 om norsk klimapolitikk inneholder konkrete målsettinger om reduksjon av klimagasser for ulike sektorer. Bakgrunnen for disse tallene er blant annet Statens forurensingstilsyns tiltaksanalyse for 2020. Denne inneholder historiske og fremskrevne utslipptall for de ulike sektorene og en vurdering av det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner for de forskjellige sektorene.

Tabell 3.1. Utslipp av klimagasser fra norsk territorium etter sektorvis fordeling angitt i millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Kilde: Stortingsmelding 34.

Sektor	1990	2004	2005
Landtransport og luftfart	10,2	12,6	12,8
Skipsfart	2	2,4	2,6
Fiskeri	1,4	1,4	1,3
Energiproduksjon	0,3	0,4	0,4
Oppvarming av bygg	3,5	2,6	2,3
Avfall	1,8	1,4	1,3
Landbruk	4,4	4,3	4,3
Petroleum	7,5	13,6	13,3
Industri	18,6	16	15,6
Utslipp totalt	49,7	54,7	54,0

Tabell 3.1 viser historiske utslipptall fra norsk territorium fordelt på forskjellige sektorer. Transportsektoren inneholder landtransport, luftfart og skipsfart, og utgjør 15,4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2005.

Statens forurensingstilsyn har i sin tiltaksanalyse anslått det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner fra landtransport, luftfart og skipsfart til 4,7 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter sammenlignet med referansebanen for 2020. I klimameldingen legger regjeringen til grunn at eksisterende virkemidler som for eksempel kollektivtilskudd, arealpolitikk og CO<sub>2</sub>- og kjøretøyavgifter vil utløse deler av dette potensialet, og foreslår i tillegg andre virkemidler for å redusere utslipp av klimagasser fram mot år 2020.

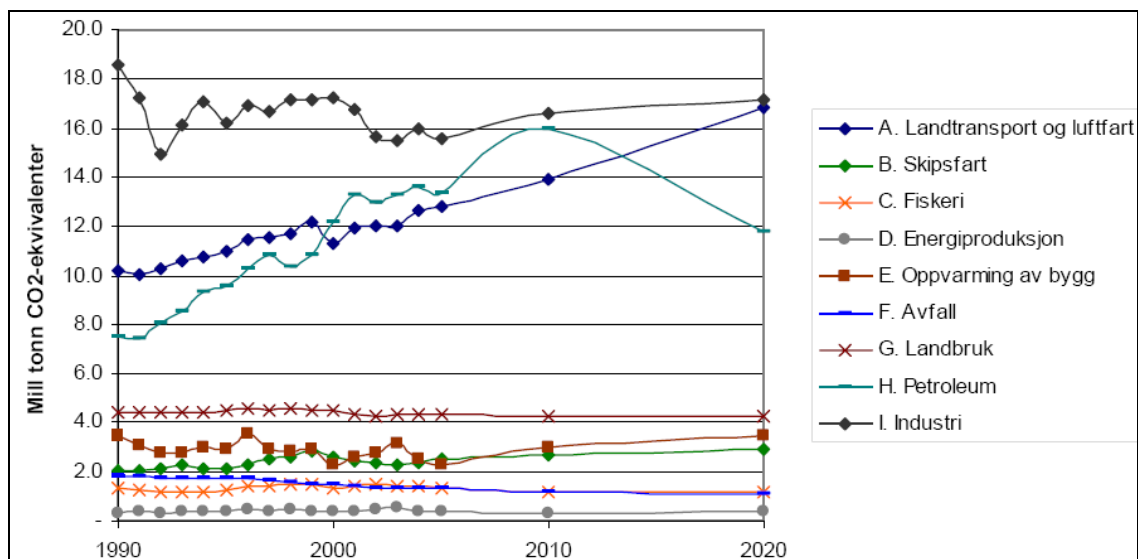
På side 69 i stortingets klimamelding formuleres et samlet mål for utslippsreduksjon i 2020 for landtransport, luftfart og skipsfart:

*Regjeringens mål er at eksisterende og nye virkemidler i transportsektoren utløser en reduksjon i klimagassutslippene med mellom 2,5–4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i denne sektoren i forhold til den referansebanen som legges til grunn i Statens forurensningstilsyns tiltaksanalyse.*

### 3.1.1 Transportsektorens referansebane for 2020

Den norske regjeringens målsetting om reduksjon av klimagasser tilsvarende 2.5-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2020 er gitt i forhold til referansebanen for transportsektoren. Figur 3.1 er hentet fra Statens forurensingstilsyns tiltaksanalyse for 2020, og viser fremskrivninger for CO<sub>2</sub>-utslipp for 2020 for sektorene som ble presentert med historiske tall i tabell 3.1.

Figur 3.1. Referansebane for sektorvise utslipp av klimagasser. Kilde: Statens forurensingstilsyn. En tiltaksanalyse for 2020.



Figur 3.1 viser at referansebanen for klimagassutslipp fra landtransport og luftfart stiger fram til 2020, og at samlede CO<sub>2</sub>-utslipp fra landtransport, luftfart og skipsfart vil stige fra ca 15.4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2005 til ca 19.8 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020 i følge referansebanen fra denne tiltaksanalysen.

Tabell 3.2 viser fremskrivningene fra figur 3.1 i tabellform med en noe annen gruppering av de transportrelaterte sektorene. CO<sub>2</sub>-utslipp som følge av mobil forbrenning antas å øke fra 16.4 til 21.0 millioner CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020. Dette inkluderer vegtrafikk, skipsfart og luftfart samt utslipp fra fiskeflåten og motorredskaper.

Tabell 3.2. Fremskrevne utslippstall for 2020.

Kilde: Statens forurensingstilsyns tiltaksanalyse.

	År	
	2005	2020
Utslipp i alt	54,0	58,7
Stasjonær forbrenning i alt	19,3	20,0
Prosessutslipp i alt	18,0	17,8
Mobil forbrenning i alt	16,7	21,0
Vegtrafikk	9,8	13,6
Skip og båter inkl fiske	3,9	4,1
Innenlands flytrafikk	1,1	1,5
Annen mobil forbrenning	1,9	1,8

### 3.1.2 Utslippsfaktorer for transportsektoren

Den nasjonale og de regionale transportmodellene kan brukes til å beregne CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransport i Norge. Beregnet trafikk- og transportarbeid kan brukes til å regne ut CO<sub>2</sub>-utslipp for de ulike scenarier for år 2020. Da trenger man imidlertid fremskrevne utslippsfaktorer for de forskjellige transportmidlene som funksjon av trafikk- eller transportarbeidet.

Fremtidige CO<sub>2</sub>-utslipp fra de forskjellige transportformene vil avhenge av endringer i transportarbeid og trafikkarbeid, samt endringer i utslippsfaktorer knyttet til de forskjellige transportformene.

Det foreligger ingen offisielle fremskrevne utslippsfaktorer for 2020. I følge Statistisk sentralbyrå er det ikke utarbeidet utslippsfaktorer for de ulike transportmidlene siden 1998. Disse er presentert i tabell 3.3, og er hentet fra Statistisk sentralbyrås rapport 2001/16 som er skrevet av Sigurd Holtskog.

Tabell 3.3. Utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub> for ulike transportmidler som funksjon av transportarbeid og trafikkarbeid. Kilde: SSB

	CO <sub>2</sub> -utslipp			
	1998		1994	
	(g/pkm)	(g/kjtkm)	(g/pkm)	(g/kjtkm)
<b>Bil</b>	110	190	110	200
<b>Buss</b>	60	790	70	810
<b>Fly</b>	220	13830	220	14080
<b>Dieseltog</b>	70		70	
<b>Båt</b>	530		410*	

\*)Det foreligger ikke tall for utslipp fra dieseltog og båt pr kjøretøykm. Utslippstallet pr personkm for båt i høyre kolonne er for 1993.

Hvordan utslippstallene for de ulike transportmidlene vil være i 2020, avhenger av faktorer som teknologisk utvikling og utskiftningsrater i kjøretøyparken. I tillegg vil endringer i kapasitet og belegg for kollektive transportmidler få konsekvenser fordi passasjertall pr kjøretøy vil påvirke transportarbeidet.

Statistisk sentralbyrå er i ferd med å gjøre en jobb med å oppdatere utslippsfaktorer for ulike transportformer og kjøretøytyper til dagens nivå. Resultatene er ikke klare ennå, så pr i dag er det kun personbilen man har oppdaterte utslippsfaktorer for. I følge Ketil Flugsrud i Statistisk sentralbyrå slipper norske personbiler i gjennomsnitt ut 168 gram CO<sub>2</sub> pr utkjørt kilometer.

Tabell 3.4 viser estimerte utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub> i 2006 og fremskrevne utslippsfaktorer for 2020.

Tabell 3.4. Utslippfaktorer for CO<sub>2</sub> for ulike transportmidler som funksjon av transportarbeid/trafikkarbeid.

	CO <sub>2</sub> -utslipp	
	2006	2020
<b>Bil</b>	168(g/kjtkm)	130 (g/kjtkm)
<b>Buss</b>	53 (g/pkm)	45 (g/pkm)
<b>Fly</b>	210(g/pkm)	170(g/pkm)
<b>Dieseltog</b>	70 (g/pkm)	70 (g/pkm)
<b>Båt</b>	530 (g/pkm)	530 (g/pkm)

TØI-rapport 924/2007

Utslippsfaktorene forteller hvor mye CO<sub>2</sub> som slippes når man frakter en person en kilometer ved de forskjellige kollektive transportmidlene. For personbiler er faktoren det resulterende CO<sub>2</sub> -utslippet fra en kjøretøykilometer. Utslippsfaktorene er gjennomsnittstall for de ulike transportmidlene, og er tar utelukkende for seg utslippet forbundet med å bruke transportmiddelet.

Utslippsfaktorene er utarbeidet av TØI. Tallene er overslag utarbeidet med hjelp fra Rolf Hagman og Harald Thune-Larsen. Rolf Hagman har fremskrevet utslippsfaktorer for lette og tunge biler fra 2007 til 2020 for såkalt bykjøring og kjøring i jevn hastighet. Vedlegg fire inneholder bakgrunnen for denne fremskrivningen. Harald Thune-Larsen har utarbeidet utslippsfaktorer for innenlands luftfart med utgangspunkt i Holtskogs verdier for 1998. I vedlegg fem redegjør han for sine antakelser og forutsetninger.

I 2006 ligger Flugsruds tall for personbiler inne og utslippsfaktorene for buss er fremskrevet med antakelse om at disse følge samme relative endring som personbiler for perioden 1998 til 2006. I videre fremskrivning mot 2020 er Hagmans forventninger lagt til grunn, og det forutsettes at trafikkarbeidet for personbiler og busser fordeler seg jevnt på bykjøring og kjøring ved jevn hastighet.

Tabell 3.3 viser at båt som eneste transportmiddel har økte utslippsfaktorer for CO<sub>2</sub> pr transportarbeid i 1998 sammenlignet med 1993/1994. Bakgrunnen for disse tallene er nok at utviklingen har gått i retning av raskere båter som bruker mer drivstoff pr utkjørt distanse, og kanskje også mindre båter med færre seter. Det er dermed ikke noe som tyder på at man kan forvente en reduksjon av utslippsfaktoren for CO<sub>2</sub> fra båt pr transportarbeid, og i mangel av fremskrevne tall for dette transportmiddelet, brukes utslippsfaktoren fra 1998 i beregningene.

Persontogene i Norge er i all hovedsak drevet av elektrisk strøm, men Nordlandsbanen, Rørosbanen, Raumabanen og Meråkerbanen er ikke elektrifisert og benytter dermed dieseldrevne tog. De elektriske togene anses å ha null CO<sub>2</sub> -utslipp. I basisberegningen for 2020 utgjør disse 88 prosent av totalt transportarbeid for tog. Dermed blir utslippsfaktoren for gjennomsnittstoget svært lav, og man kan for enkelthets skyld bruke utslippsfaktoren for dieseldrevne tog fra 1998 for 2020-beregningene, og anta at endringene i transportarbeid for de ulike scenariene ikke røkker ved fordelingen mellom elektriske og dieseldrevne tog uten at disse for- endringene får annet enn marginale konsekvenser for CO<sub>2</sub> -beregningene.



Utslippsfaktorene for buss for 1998 har sin opprinnelse i modellberegninger presentert i SFT rapport 99:04. Utslipp fra veitrafikk i Norge. Her modelleres drivstofforbruk fra forskjellige busstyper ved forskjellige hastigheter. Resultatene er brukt i beregninger for Oslo sporveiers bybusser i Samfunnsregnskap for Oslo Sporveier 2005, og gir et samlet drivstofforbruk som er 34 prosent lavere enn mengden Oslo Sporveiers bybuss faktisk tanket i 2005. Beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp er derfor oppjustert med 34 prosent for alle busstyper i Samfunnsregnskapet for Oslo sporveier. Med tanke på hvor stor andel av Norges kollektivtransport som skjer i Oslo, tyder dette på at utslippsfaktoren for buss er urealistisk lav.

Tog, trikk og bane drives hovedsakelig av elektrisk strøm, og bidrar dermed i svært beskjeden grad til CO<sub>2</sub>-utslipp fra transportsektoren, selv om elektrisitetsproduksjonen kan resultere i økte CO<sub>2</sub>-utslipp.

Vedlegg 6 inneholder beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp ved alternative utslippsfaktorer for 2006 og 2020. Dette alternativet innebærer en generell effektivitetsforbedring på ett prosentpoeng for hvert transportmiddel med utgangspunkt i siste kjente verdi. For personbiler betyr dette at man legger til grunn 14 prosents nedgang i utslippsfaktorer i fjortenårsperioden 2006 til 2020, mens det for fly legges til grunn en nedgang på 22 prosent fra 1998 til 2020. Bakgrunnen for denne alternative tilnærmingen er at Statens forurensingstilsyn legger ett prosentpoengs effektivitetsforbedring til grunn for fremskrivningene i tiltaksanalysen.

### 3.2 Modellert CO<sub>2</sub>-utslipp fra RTM og NTM5

Når man har etablert utslippsfaktorer for de forskjellige beregningsårene, kan man regne ut CO<sub>2</sub>-utslipp som følge av transportarbeidet og trafikkarbeidet modellert i RTM og NTM5. Tabell 3.5 viser CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransport for 2006 for de ulike transportmidlene som omfattes av de regionale og den nasjonale persontransportmodellen.

Tabell 3.5. CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransport for 2006 for ulike transportmidler. Tallene er oppgitt i millioner tonn og fremkommet fra RTM- og NTM5-beregninger og modellfaktorer som angitt i tabell.

Transportmiddel	2006
	CO <sub>2</sub> -utslipp
Bil	4,91
Buss	0,15
Båt	0,12
Tog	0,02
Fly	0,87
Sum	6,07

TØI-rapport 924/2007

Resultatene i tabell 3.5 viser at CO<sub>2</sub>-utslipp fra personbiler utgjør omtrent 81 prosent av alt utslipp fra persontransport, mens innenlands luftfart utgjør omtrent 14 prosent.

RTM og NTM5 er persontransportmodeller og vil i så måte kun omfatte den delen av norsk transport som er relatert til persontransport. Godstransporten står for en vesentlig del av klimagassutslippene tilknyttet norsk transportsektor.

Tabell 3.6 viser en oversikt over norske klimagassutslipp i 2005 fra mobil forbrenning. Tabellen er en detaljert utgave av tabell 3.1 og 3.2 som ble presentert i kapittel 3.1 med hensyn på de ulike kjøretøytypenes bidrag og med en oppdeling de tre viktigste klimagassene som omregnes til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Tabellen viser at for mobil forbrenning er utslipp av CO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>-ekvivalenter grovt sett det samme.

Tabell 3.6. CO<sub>2</sub>-utslipp fra mobil forbrenning i 2005. Kilde: SSB Statistikkbanken.

Mobil forbrenning	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter
	Millioner tonn	Tusen tonn	Tusen tonn	Millioner tonn
<b>I alt</b>	16,2	2,9	1,2	16,6
<b>Veitrafikk</b>	9,6	1,8	0,5	9,8
<b>Bensinkjøretøyer</b>	4,6	1,5	0,4	4,8
<b>Lette kjøretøy: bensin</b>	4,6	1,5	0,4	4,8
Personbiler	4,1*			
Andre lette	0,5*			
<b>Tunge kjøretøy: bensin</b>	0,1	0,0	0,0	0,1
<b>Dieselskjøretøyer</b>	4,9	0,1	0,1	4,9
<b>Lette kjøretøy: diesel</b>	2,4	0,0	0,0	2,4
Personbiler	0,9*			
Andre lette	1,5*			
<b>Tunge kjøretøy: diesel</b>	2,5	0,1	0,1	2,5
<b>Motorsykkel - moped</b>	0,1	0,2	0,0	0,1
<b>Luffart</b>	1,1	0,0	0,0	1,1
<b>Skip og båter</b>	3,8	0,6	0,1	3,8
<b>Kysttrafikk m.m.</b>	2,5	0,5	0,1	2,5
<b>Fiske</b>	1,3	0,1	0,0	1,3
<b>Mobile oljerigger m.m.</b>	0,1	0,0	0,0	0,1
<b>Annen mobil forbrenning</b>	1,6	0,4	0,6	1,8
<b>Snøscooter</b>	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Småbåt</b>	0,2	0,2	0,0	0,2
<b>Motorredskap</b>	1,4	0,2	0,5	1,6
<b>Jernbane</b>	0,0	0,0	0,0	0,0

\*Det foreligger ikke tall delt opp i personbiler og andre lette biler for 2005. Tallene er regnet ut med antakelse om at forholdet mellom antall lette biler og personbiler er uendret siden 2004.

Tabell 3.6 gir en ganske detaljert oversikt over hvor CO<sub>2</sub>-utslippene fra transportsektoren stammer fra, men skiller ikke i særlig grad mellom person- og godstransport. Unntaket er personbilene som i følge tabellen slipper ut 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2005, noe som stemmer veldig godt overens med modellberegningen for 2006.

Øvrige utslipp fra veitrafikken stammer fra tunge biler og andre lette biler, og er nok i all hovedsak relatert til godstransport. Utslipp fra busstrafikken utgjør i følge modellberegningene et beskjedent bidrag til CO<sub>2</sub>-utslipp fra tunge biler med omtrent 150 tusen tonn.

CO<sub>2</sub>-utslipp fra hurtigbåter beregnes til å være omtrent 120 tusen tonn for 2006. Dette utgjør naturlig nok et lite bidrag til kysttrafikkens totale 2.5 millioner tonn. Transportarbeidet på kysten er stort sett knyttet til godstransport. Tabell 3.6 viser tilnærmet null CO<sub>2</sub>-utslipp fra jernbane og stemmer i så måte med resultatene fra tabell 3.5.

CO<sub>2</sub>-utslipp fra innenlands luftfart er i følge tabell 3.6 omtrent 1.1 millioner tonn, mens beregnet utslipp fra flytrafikk i NTM5 er ca 870 tusen tonn. Dette betyr at CO<sub>2</sub>-utslipp fra flytrafikken beregnet i NTM5 er noe lavere enn utslippene oppgitt i tabell 3.6. Avviket kan forklares med at utslippstallet i tabell 3.6 inkluderer militær luftfart og helikoptertrafikk til Nordsjøen. Modellert persontrafikk fra luftfarten virker å være i bra samsvar med tallene fra statistikkbanken.

Samlet sett beregnes CO<sub>2</sub>-utslipp fra norsk persontransport til å utgjøre drøyt 6 millioner tonn i 2006, og dette virker å være rimelig i samsvar med statistikken presentert i tabell 3.6. Grovt sett betyr dette at utslipp fra persontransport utgjør omtrent 6.3 av de 15.4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som i stortingsmelding 34 relateres til transportsektoren og reduksjonsmålet på 2.5-4 millioner tonn. Om utslippreduksjonen antas jevnt fordelt over hele sektoren, vil reduksjonsmålet for persontransport være på omtrent 1-1.6 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Ser man på veitrafikken alene, utgjør utslipp fra persontransport omtrent 5.3 av veitrafikkens totale utslipp på 9.8 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

### 3.3 Resultater

Tabell 3.7 viser samlede CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontrafikk i 2020 for ulike modellberegninger. Resultatene er fremkommet ved beregnet transport- og trafikkarbeid i NTM5 og RTM og estimerte utslippsfaktorer som angitt i tabell 3.4.

Tabell 3.7. CO<sub>2</sub> fra persontrafikk for ulike modellberegninger for år 2020.

Scenarier	CO <sub>2</sub> -utslipp	Endring	
	1000 tonn	1000 tonn	Prosent
Basis2006	6 067		
Basis2020	5 721	-346	-5,7
Dobbel	5 026	-695	-12,1
Trippel	4 661	-1060	-18,5
HalvTakst	5 738	17	0,3
DBHK	5 243	-478	-8,4
DBFK5050	5 055	-666	-11,6
BK5050	5 402	-319	-5,6
Bomring	5 645	-76	-1,3
Parkering	5 675	-46	-0,8
Stamveg	5 737	16	0,3
StamUtenBom	5 994	273	4,8
Tog	5 708	-13	-0,2
AltPris	5 557	-164	-2,9
AltKonsum	5 837	116	2,0

TØI-rapport 924/2007

Tabellen viser at beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransport for basis 2020 er lavere enn for 2006. Dette skyldes at utslippsfaktorene for de forskjellige transport-

formene antas å falle på en slik måte at reduksjonen i CO<sub>2</sub>-utslipp pr transportarbeid veier opp for trafikkveksten, og nettoeffekten blir reduserte utslipp med nær 6 prosent.

Dette står i skarp kontrast med referansebanen for transportsektoren som presenteres i tiltaksanalysen for 2020. Her er veksten i CO<sub>2</sub>-utslipp fra veitrafikken fra 2005 til 2020 anslått til å bli 39 prosent. I følge tiltaksanalysen er det i denne veksten allerede lagt inn en effektivitetsforbedring med ca 1 prosentpoeng pr år, slik at veksten i veitrafikken implisitt anslås å være på omlag 62 prosent fra 2005 til 2020. Det settes dog spørsmålsteget ved realismen i denne fremskrivningen, og i kapittel 6.2 diskuteres en alternativ trendbasert vekstbane, og hva denne vil ha å si for det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner fra veitrafikken.

Persontransportmodellene opererer med helt andre tall for trafikkvekst enn referansebanen i tiltaksanalysen. Grunnprognosene viser en forventet trafikkvekst i persontransportarbeid på rundt 17 prosent fra 2006 til 2020. For personbiler er veksten estimert til å være omtrent 18.5 prosent, noe som bekreftes av modellberegninger gjort i dette prosjektet.

Forskjellen mellom modellert CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransportmodellene og fremskrivningene i tiltaksanalysen er i all hovedsak en følge av ulike antakelser om trafikkvekst. Effektivitetsforbedringen som ligger til grunn i tiltaksanalysen gir rimelig samsvar med fremskrivningene av utslippsfaktorene presentert i tabell 3.4.

Regjeringens mål om utslippsreduksjon på 2.5-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra transportsektoren bygger på referansebanen fra tiltaksanalysen, og kan således ikke sammenlignes direkte med absolutte resultater fra disse transportmodellberegningene. Ved krav til samme relative utslippsreduksjoner som i klimameldingen og relativt sett like reduksjonsmål for persontransport og øvrig transport, får man imidlertid utslippsmål for persontransporten på 0.7-1.2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

CO<sub>2</sub>-utslippene estimert for de ulike modellberegningene for 2020 følger naturlig nok samme tendens som transportarbeidet presentert i tabell 2.7-2.9. Modellert CO<sub>2</sub>-utslipp er produktet av transportarbeidet og utslippsfaktorene for de forskjellige transportmidlene, og personbiltrafikken og luftfarten står for de overlegent største bidragene.

Dette medfører at tiltak som hverken påvirker kostnaden forbundet med personbilbruk eller innenlands flytrafikk i liten grad påvirker modellerte CO<sub>2</sub>-utslipp. Jernbanesatsingen i togalternativet, som medfører en økning i transportarbeid for tog på 21 prosent, resulterer kun i en årlig utslippsreduksjon på 2 promille og 13 tusen tonn CO<sub>2</sub>. Stamvegalternativet vil på sin side øke utslippene med tilsvarende mengde.

Scenariene med økninger i bomringsatser og parkeringsmotstand i store byer vil medføre en reduksjon på henholdsvis 76 og 46 tusen tonn CO<sub>2</sub>-utslipp, noe som tilsvarer henholdsvis 1.3 og 0.8 prosent. Utslippsreduksjonen som følger av lavere kjøretider grunnet bedre fremkommelighet og mindre køkjøring kommer riktignok i tillegg, men resultatene fra modellberegningene tilsier at lokale tiltak som vil gi betydelige økninger i kostnaden forbundet med personbilbruk i de

største byene våre, gir liten effekt på de samlede CO<sub>2</sub>-utslippen fra persontransporten.

Modellberegningen med den alternative prisbanen fra MSG gir en utslippsreduksjon på 164 tusen tonn noe som tilsvarer 2.9 prosent. Dette skyldes at kostnaden forbundet med personbilbruk anslås å være større i denne prisbanen enn i basis, mens kostnaden forbundet med kollektive reisemidler relativt sett er mindre.

Scenarioet med alternativ økonomisk vekst medfører en utslippsøkning på 2 prosent og 116 tusen tonn. Dette skyldes blant annet at økte inntekter øker bilholdet, slik at flere bruker personbil. Dette resulterer i flere reiser og flere personbilreiser på bekostning av reiser med kollektive transportmidler.

Scenariene som innebærer økning av kilometerkostnader forbundet ved personbilbruk, gir som forventet de største reduksjonene i modellerte CO<sub>2</sub>-utslipp.

Alternativet som representerer en dobling av drivstoffprisen medfører en reduksjon på 12.1 prosent og 695 tusen tonn, mens alternativet som representerer en tredobling medfører en reduksjon på 18.5 prosent og i underkant av 1.1 millioner tonn.

Det er videre interessant å merke seg at alternativer der man kombinerer økte kilometerkostnader med reduserte kollektivtakster, viser seg mindre effektive for å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp enn alternativene der man øker kilometerkostnadene alene. Dette virker kanskje intuitivt rart om man forventer at rimeligere kollektivtilbud vil flytte reisende fra personbiler til kollektive transportmidler. Det skjer til en viss grad, men reduserte kollektivtakster medfører også stor trafikkvekst. Mens transportarbeidet synker med 10 prosent i forhold til basis i scenarioet der drivstoffprisen doubles, øker transportarbeidet med nær 11 prosent i forhold til basis der drivstoffprisen doubles og kollektivtakstene halveres. Effekten av økt mobilitet er mye større enn effekten av overgangen fra personbiler til kollektive transportmidler. Scenarioet som illustrerer halverte kollektivtakster for buss, tog og båt medfører økte CO<sub>2</sub>-utslipp.

Det er viktig å presisere at det i modelleringen av CO<sub>2</sub>-utslipp brukes faste, landsgjennomsnittlige utslippsfaktorer som vist i tabell 3.3 og 3.4. I dette ligger det en forutsetning om at en personkilometer i bil gir like mye CO<sub>2</sub>-utslipp overalt i landet. Det samme gjelder for en personkilometer i et kollektivt reisemiddel, og innebærer også at passasjerbelegget for kollektive transportmidler anses å være upåvirket av virkemidlene i de alternative scenariene. Dette er naturligvis en forenkling som betyr at man forutsetter samme relative endring i transportarbeid og trafikkarbeid for kollektive transportmidler. Det forutsettes ellers ingen kapasitetsbegrensinger for kollektive transportmidler.

En ekstra passasjer i en halvfull buss gir lite bidrag til CO<sub>2</sub>-utslipp, mens den ekstra passasjeren som tvinger busselskapet til å øke kapasiteten på sin side medfører betydelige utslipp. Det er naturlig å anta at de kollektive transportmidlene i Norge vil absorbere visse endringer i passasjertall uten å måtte gjøre tilsvarende endringer i kapasitet.

Minken og Samstad viser i TØI-rapport 825/2006, vedlegg 2, hvordan logistikk-kostnadsfunksjonen for gods kan minimeres ved hjelp av Lagrangefunksjonen og Kuhn-Tucker-betingelser, og finner at kostnaden varierer med kvadratrotten av

etterspørselen. Løsningen kan overføres til kollektivtransport, og det er naturlig å anta at endringen i trafikkarbeidet for kollektive transportmidler teoretisk sett vil være lik kvadratrotten av endringen i transportarbeidet ved kostnadsminimum.

Tabell 3.8 viser CO<sub>2</sub>-utslipp for de alternative modellberegningene dersom man antar at endringer i trafikkarbeid for kollektive transportmidler er lik kvadratrotten av endringene i transportarbeidet.

Tabell 3.8. CO<sub>2</sub> fra persontrafikk for ulike modellberegninger for år 2020 når endringer i trafikkarbeidet er lik kvadratrotten av endringer i transportarbeidet for kollektive transportmidler.

Scenarier	CO <sub>2</sub> -utslipp	Endring	
	1000 tonn	1000 tonn	Prosent
Basis2006	6 067		
Basis2020	5 721	-346	-5,7
Dobbel	4 908	-813	-14,2
Trippel	4 376	-1 345	-23,5
HalvTakst	5 610	-111	-1,9
DBHK	4 800	-921	-16,1
DBFK5050	4 711	-1 010	-17,7
BK5050	5 154	-567	-9,9
Bomring	5 644	-77	-1,3
Parkering	5 674	-47	-0,8
Stamveg	5 731	10	0,2
StamUtenBom	5 995	274	4,8
Tog	5 709	-12	-0,2
AltPris	5 488	-233	-4,1
AltKonsum	5 815	94	1,6

TØI-rapport 924/2007

Antakelsen om at endringen i trafikkarbeid for kollektive transportmidler er lik kvadratrotten av endringen i transportarbeidet medfører naturlig nok gjennomgående lavere CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette skyldes at de fleste scenariene medfører økt etterspørsel etter kollektivturer, og at utslippsfaktorene for kollektive transportmidler går ned når etterspørselen øker.

Relativt sett er forskjellene størst for scenariene der økte kilometerkostnader for personbil er kombinert med ulike takstreduksjoner for kollektive transportmidler. Når man i tabell 3.7 brukte faste utslippsfaktorer for kollektive transportmidler, ga takstreduksjoner isolert sett økte CO<sub>2</sub>-utslipp fordi overgangen av reisende fra personbil til kollektive transportformer ikke var nok til å kompensere for den totale økningen i transportarbeid og overgangen av reisende fra gang og sykkel til kollektive transportformer.

Tabell 3.8 viser at reduserte kollektivtakster gir netto reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslipp. Effekten er imidlertid liten. Scenarioet som innebærer halverte kollektivtakster for buss, båt og tog gir en reduksjon på 1,9 prosent og 111 tusen tonn. Tiltaket som tilsvarer en doubling av drivstoffprisen for personbiler gir alene en reduksjon på 14,2 prosent og 813 tusen tonn CO<sub>2</sub>, mens tiltaket som i tillegg innebærer halverte kollektivtakster for buss, tog og båt nå gir en reduksjon på 16,1 prosent og

921 tusen tonn CO<sub>2</sub>. Øker man i tillegg billettprisene på innenlands fly med 50 prosent, blir reduksjonen på ytterligere 89 tusen tonn og 1.6 prosent.

Hvorvidt reduserte kollektivtakster vil gi høyere eller lavere beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp fra transportmodellene, er altså sterkt avhengig av hvordan man antar at kollektivselskapene vil håndtere økte passasjertall. Det er åpenbart svært mange kollektivruter i Norge som kan absorbere betydelig passasjervekst uten å øke kapasitet. Samtidig skjer svært mye av kollektivtrafikken i rushtid i de store byene der en rekke ruter allerede er sprengt. For konkurranseutsatte ruter som ekspressbussrutene, vil økte passasjertall trolig kunne resultere i flere tilbydere og flere avganger selv om eksisterende tilbud har kapasitet til å håndtere den økte etterspørselen.

Usikkerhet knyttet til hva økt transportarbeid i realiteten vil ha å si for antall utkjørte vognkilometer for kollektive transportmidler, samt usikkerheten knyttet til de fremskrevne utslippsfaktorene presentert i avsnitt 3.1.2, gjør at man ikke får noe entydig svar på hvorvidt et bedre kollektivtilbud gir lavere eller høyere CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransport. Årsaken til dette er, som beskrevet over, at et bedre kollektivtilbud totalt sett medfører mer transport.

## 4 Konklusjon

I stortingsmelding 34 (2006-2007) om norsk klimapolitikk er det formulert et mål om reduksjon av årlige klimagassutslipp tilsvarende 2.5-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra transportsektoren innen 2020. Reduksjonsmålet er satt i forhold til referansebanen som legges til grunn i Statens forurensingstilsyns tiltaksanalyse. Denne referansebanen anslår en utslippsvekst fra veitrafikken på 39 prosent fra 2005 til 2020.

Grunnprognosene for persontransport ble ferdigstilt av Norconsult i juni 2007. Grunnprognosene opererer med en trafikkvekst på omtrent 17 prosent totalt og omtrent 18.5 og 24 prosent fra henholdsvis personbiltrafikken og innenlands fly.

Til sammenligning vil utslippsveksten i referansebanen fra SFT implisitt innebære en trafikkvekst på 62 prosent om man legger til grunn årlige effektivitetsforbedringer på 1 prosentpoeng.

Resultatene fra dette prosjektet stammer i all hovedsak fra samme modeller, forutsetninger og inngangsdata som grunnprognosene, og gir naturlig nok bra samsvar med resultatene i grunnprognosene.

Om man legger trafikkveksten i grunnprognosene for persontransport til grunn, vil forventede effektivitetsforbedringer i persontransportsektoren kompensere for økt trafikk på en slik måte at CO<sub>2</sub>-utslippene fra persontransport i 2020 vil være nær 6 prosent lavere enn i 2006. I så fall vil trolig klimameldingens mål om utslipp-reduksjon på 2.5-4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter sammenlignet med tiltaksanalysens referansebane gå i oppfyllelse uten nye utslippsreducerende tiltak.

Bruker man grunnprognosene for 2020 som referansebane, får man et reduksjonsmål for persontransporten på 0.7-1.2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter om man forutsetter samme relative utslippsreduksjoner som i klimameldingen og relativt sett like reduksjonsmål for persontransport og øvrig transport. Modellberegningene viser at utslippsreduksjoner av en slik størrelse krever økte kostnader ved personbilbruk tilsvarende dobling av drivstoffprisen.

Storbytiltak som økte satser i bomringene og parkeringsrestriksjoner vil ha liten effekt på de samlede CO<sub>2</sub>-utslippene fra persontransport. En gjeninnføring av bomringen i Trondheim med doble takster, og dobling av takstene i bomringene i de andre store norske byene vil kun resultere i en nedgang i CO<sub>2</sub>-utslipp på i overkant av 1.3 prosent fra persontransporten på landsbasis.

De forholdsvis omfattende forbedringene i jernbanetilbudet og stamvegnettet som er undersøkt i dette prosjektet, gir helt marginale effekter for CO<sub>2</sub>-utslippene fra persontransport på landsbasis.

Lavere kollektivsatser ser også ut til å ha liten effekt på samlede CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette er en følge av at økningen i antall personreiser motvirker effekten av at en-



kelte personbilreisende vil velge kollektive transportmidler. I tillegg vil mange velge kollektive reisemidler til fordel for gang og sykkel. I den grad nettoeffekten av et bedret kollektivtilbud vil gi nedgang i CO<sub>2</sub>-utslipp, vil denne nedgangen være liten.

Personbilen står for mesteparten av transportarbeidet i persontransporten, og er også overlegent størst på utslipp av CO<sub>2</sub>. Beregningene viser at tiltak som gir store reduksjoner i CO<sub>2</sub>-utslipp krever dramatisk økte kjørekostnader for personbiler, og resulterer først og fremst i stor reduksjon av mobilitet. Potensialet for å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp ved å flytte trafikk fra personbiler til kollektive transportmidler virker svært begrenset. Tiltak som reduserer CO<sub>2</sub>-utslipp, er effektive fordi de reduserer antall personreiser.

Det ligger betydelig usikkerhet i de fremskrevne utslippsfaktorene som benyttes i prosjektet. De siste offisielle utslippsfaktorene fra Statistisk sentralbyrå er fra 1998, og det benyttes faste, fremskrevne gjennomsnittstall for de ulike transportformene. Dette medfører betydelig usikkerhet i de absolutte utslippstallene for CO<sub>2</sub> for de forskjellige modellberegningene for 2020. De relative endringene er imidlertid grovt sett like uavhengig av om man benytter de siste offisielle utslippsfaktorene fra 1998 eller de fremskrevne utslippsfaktorene for 2020. For endringer i kollektivtilbud vil riktignok forutsetninger om hvordan etterspørselsendringer påvirker antall utkjørte vognkilometer for kollektive transportformer være avgjørende for om beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp øker eller går ned, men nettoeffekten av endringer i kollektivtilbudet er uansett relativt liten.

Elastisitetsberegninger tyder på at de regionale transportmodellene er i overkant følsomme for endringer i persontransporttilbudet. Både endringer i kollektivtakster og kilometerkostnader medfører større endringer i transportetterspørsel enn hva empiriske studier skulle tilsi. For den nasjonale modellen gir riktignok endringer i kollektivtakster lavere effekt enn hva man kunne forvente fra empiriske undersøkelser, men all den tid de regionale modellene står for godt over 98 prosent av totalt antall turer, må man nok konkludere med at effektene av følsomhetsberegningene samlet sett er i overkant store for alle transportmidler med unntak av fly som kun beregnes i den nasjonale transportmodellen.

## Referanser

- Brons, Martijn, Eric Pels, Peter Niekamp, Piet Rietveld(2001). *Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis*. Journal of Air Transport Management. Volume 8, Issue 3, May 2002.
- Fearnley, Nils, Jon-Terje Bekken(2005). *Etterspørselseffekter på kort og lang sikt: en litteraturstudie i etterspørselsdynamikk*. TØI-rapport 802/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fridstrøm, L 1999. *Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions. Volume II*. TØI-rapport 457/1999. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Gillen, David W., William G. Morrison, Christopher Steward MBA(2002). *Air Travel Demand Elasticities: Concepts, Issues and Measurements. Final Report*.
- Graham, D. J. and S. Glaister, 2004. Road Traffic Demand Elasticity Estimates: A review. In *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, pp 261-274, May 2004.
- Hagler Bailly(1999). *Potential for Fuel Taxes to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Transport*, Transportation Table of the Canadian National Climate Change Process.
- Johansen, Kjell W, 2001. *Etterspørselselastisiteter for kollektivtransport*. TØI-rapport 505/2001. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Madslie, Anne, Jens Rekdal og Odd I Larsen(2005). *Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge*. TØI-rapport 766/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Miljøverndepartement(2007). Stortingsmelding 34 (2006-2007). Norsk klimapolitikk.
- Minken, Harald og Hanne Samstad (2006). *Virkningsberegning av tiltak for raske og mer pålitelig godstransport – en ny metode*. TØI-rapport 825/2006. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Norconsult ved Voldmo, Norang og Hamre(2007). Grunnprognoser for persontransport NTP 2010-2019.
- SFT ved Bang, Flugsrud, Holtskog, Haakonsen, Larssen, Maldum, Rypdal og Skedsmo(1999). SFT rapport 99:04. *Utslipp fra veitrafikk i Norge*.
- SFT ved Økstad, Kolshus, Rosland, Gjerald, Langtvedt, Bytingsvik, Lindegaard, Sandgrind, Kielland, Christophersen, Leite(2007). *Reduksjon av klimagasser i Norge. En tiltaksanalyse for 2020*.
- SSB Statistikkbanken. <http://www.ssb.no/klimagassn/tab-2007-05-11-03.html>
- SSB ved Holtskog(2001). SSB rapport 2001/16. *Direkte energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge. 1994 og 1998*.

Statens Vegvesen(2006). Konsekvensanalyser. Veiledning. Håndbok 140.

TRL (2004), *The Demand for Public Transport: A Practical Guide*,  
Transportation Research Laboratory, Report TRL 593

Vestlandsforskning ved Sataøen og Andersen(2005). Samfunnsregnskap for Oslo  
sporveier 2005.

Vibe, N, Ø Engebretsen, N Fearnley, 2005. *Persontransport i norske byområder  
Utviklingstrekk, drivkrefter og rammebetingelser*. TØI-rapport 761/2005. Oslo:  
Transportøkonomisk institutt.



# Vedlegg



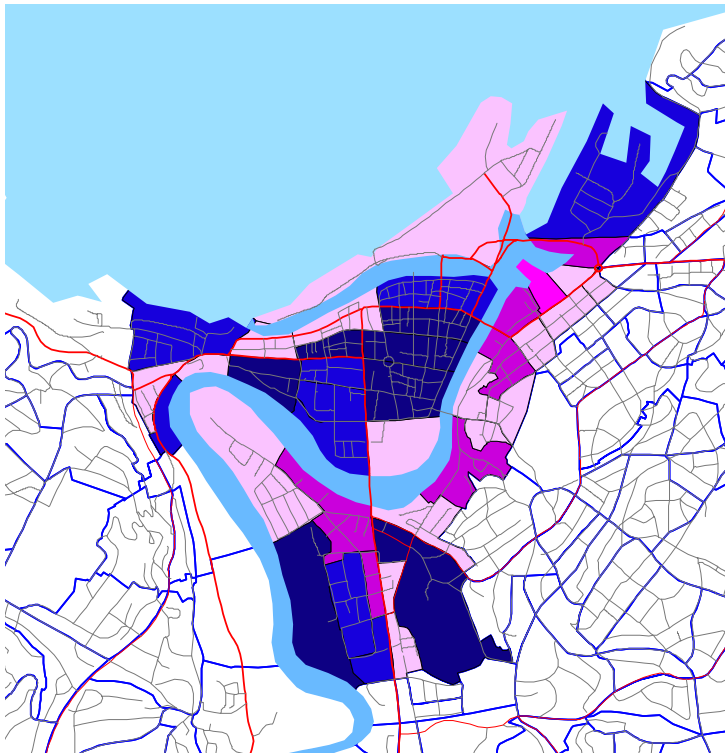
# Vedlegg 1

## Figurer

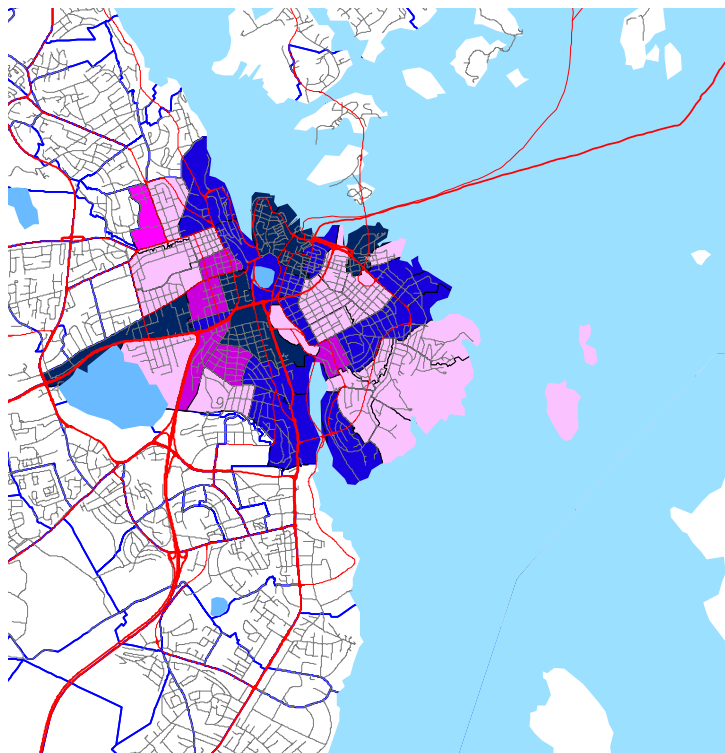
Figur VI.1. Symbolkart for figur VI.2-5.



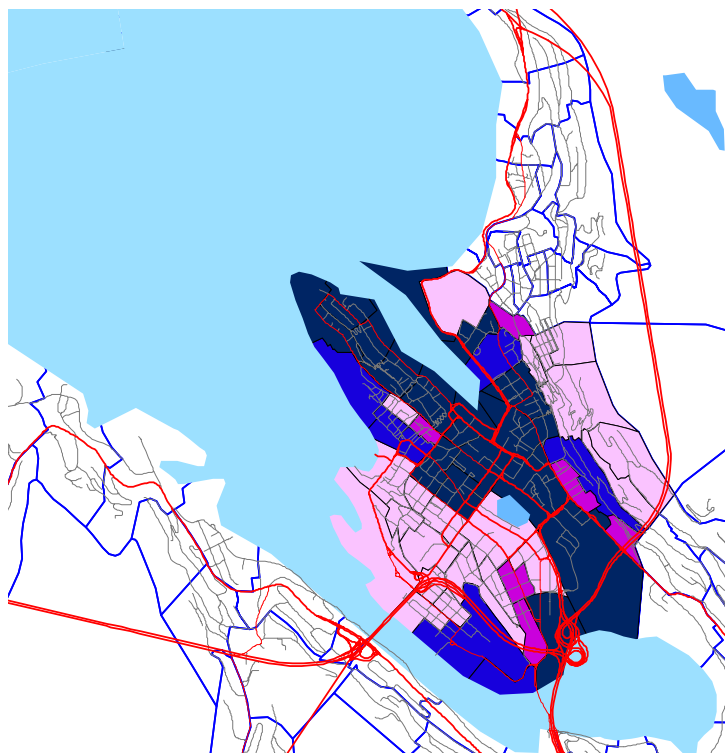
Figur VI.2. Opprinnelige parkeringsindekser for Trondheim.



Figur VI.3. Opprinnelige parkeringsindekser for Stavanger

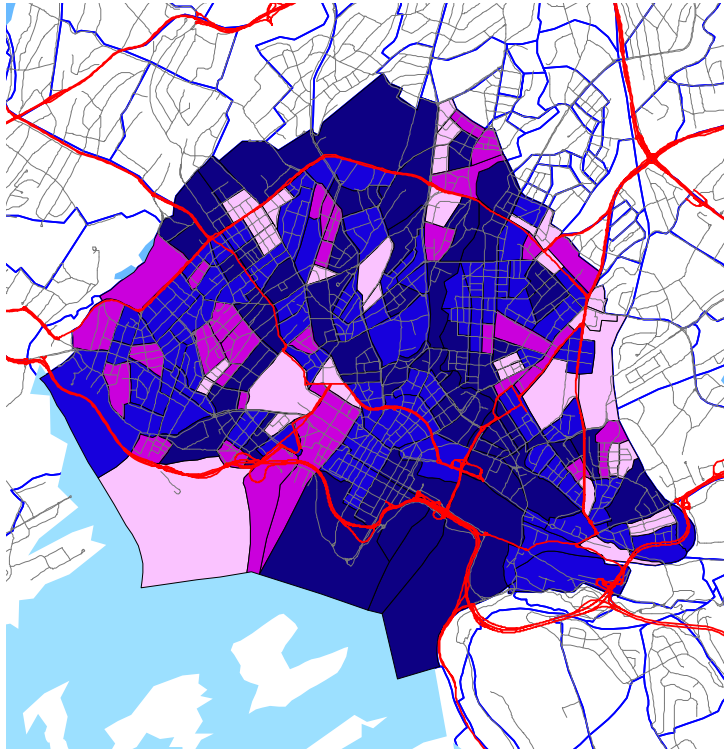


Figur VI.4. Opprinnelige parkeringsindekser for Bergen

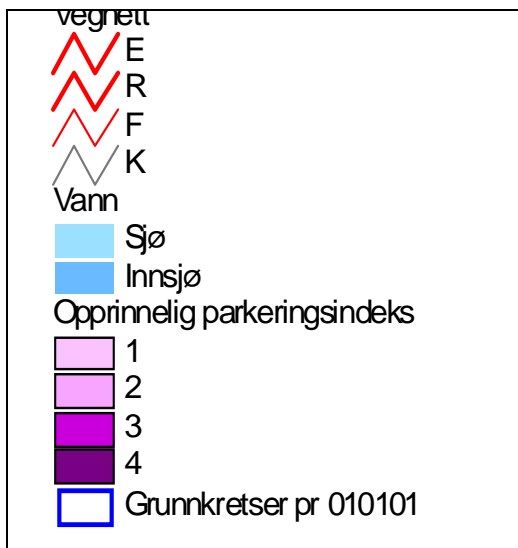




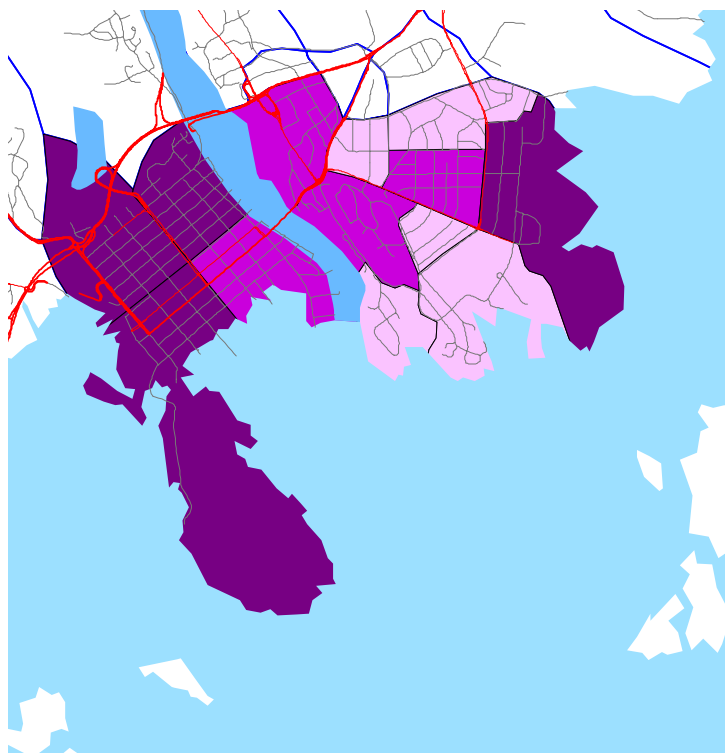
Figur VI.5. Opprinnelige parkeringsindekser for Oslo



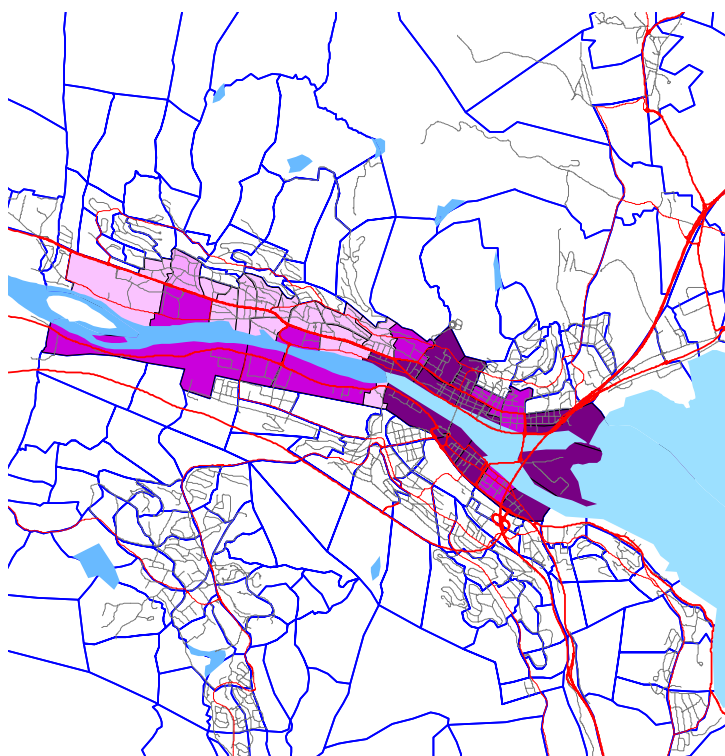
Figur VI. 6. Symbolkart for figur VI.7 og 8.



Figur VI.7. Opprinnelige parkeringsindekser for Kristiansand



Figur VI.8. Opprinnelige parkeringsindekser for Drammen.



## Vedlegg 2

### Samlet oversikt over stamveg gruppe 1 veiprosjekter

Tabell V2.1. Stamveg gruppe 1 vegprosjekter.

Region	Korridor	Prosjekt
<b>Sør</b>	5	E134 Gvammen-Århus
	5	E16 Rørvik-Stein <b>B</b>
	5	E16 Skaret- Rørvik <b>B</b>
	5	E16 Stein- Hvervenmoen <b>B</b>
	5	Rv7 Kjeldbergsvingene- Jonsrud
	5	Rv7 Ramsrud- Kjeldbergsvingene
	5	Rv7 Sokna-Ørgenvika <b>B</b>
	5	E134 Kongsberg (Damåsen- Saggrenda)
	5	Rv36 Grenland 2: Menstad V
	3	E18 Gulli - Porsgrunn <b>B</b>
		- Gulli-Langåker
		- Bommestad-Sky
		- Sky-Langangen
	3	Rv23 Dagslett-Lier
	3	E39 Gartnerløkka (Kr.sa)-Søgne øst
	3	E39 Knude – Vigeland / Osestad – Lyndal øst
	- Vigeland-Osestad	
<b>Øst</b>	2	E18 Melleby-Momarken
	2	E18 Krosby-Knapstad <b>B</b>
	2	Rv2 Nybakk-Kurudsand <b>B</b>
	2	Rv25 Terningmoen-Glåmbrua
	2	Rv35 Nymoene-Eggemoen
	6	E6 Hovinmoen-Kolomoen <b>B</b>
	6	E6 Kolomoen-Biri <b>B</b>
	6	Rv4 Roa - Almenningsdelet
		- Roa-Sandvold <b>B</b>
	6	Rv3 Ommangsvollen- Grundset
	6	E6 Øyer-Otta (består av flere delstrekninger) <b>B</b>
	6	E6 Otta-Sør Trøndelag grense (består av flere delstrekninger)
	5	E16 Bjørum-Skaret <b>B</b>
	5	E16 Kjørbo-Wøyen og E18 Slepanden-Blommenholm
1	E6 Abilsø -Bryn	
	- Manglerudtunnelen	
	Fossumdiagonalen	

Tabellen fortsetter...

<b>Vest</b>	3	E39 Hove - Harestad - Stavanger/Mosvatnet- Harestad - Løwenstrasse- Stavanger/ Mosvatnet - Hove- Stangeland	
	3	E39 Ålgård-Hove	
	3	E39 Bue-Ålgård	
	3	E39 Vikeså-Bue	
	3	E39 Årrestad-Vikeså	
	4	E39 Akسدal – Jektevik / Jektevik - Moberg - Akسدal-Våge - Jektevik-Våge <b>B</b>	
	4	E39 Knarvik - Opedal - Vikanes-Romarheim bru	
	4	E39 Bergen- Knarvik - Nyborgtunnelen (Åsane nord)	
	4	E39 Lavik – Førde - Birkeland-Sande N	
	4	E39 Hornindal – Hovden - Kvivsvegen <b>B</b>	
	5	E16 Arnatunnelen	
	4	E39 Rogfast (Mekjarvik – Arsvågen) <b>B</b>	
	4	Rv13 Vassenden – Voss grense - Øvre Granvin-Voss/Granvin grense <b>B</b>	
	4	E39 Svegatjønn – Bergen sentrum - Svegatjønn - Rådal <b>B</b>	
	5	E16 Lundarosen- Voss vest)	
	4	E39 Lavik- Førde - Torvund-Teigen	
	<b>Midt</b>	4	E39 Kjøs - Hovden - Hunnes-Løviknes - Volda-Hovden
		4	E39 Furneset - Lingedalen
		4	E39 Lønset-Hjelset
		4	E39 Knutset- Høgset
4		E39 Øygarden-Kanestraum	
4		E39 Halsafjorden (Kanestraum-Halsa)	
4		E39 Betna N- Hestneset - Betna N-Klettelva - Klettelva-Hestneset	
4		E39 Leirvika - Stormyra - Leirvika-Renndalen - Vinjeøra V-Staurset	
4		E39 Stormyra - Høggjølen - Renndalen-SørTr.grense	
4		E39 Hardangen – Bårdshaug - Staurset-Møre og Romsdal grense	
4		E39 Stormyra-Vinjeøra V - Stormyra - Dyrgrava	
4		E39 Borstadsetra-Dyregrava	

Tabellen fortsetter....

	4	E39 Harrangen-Høggjølen
	6	E6 Oppdal - Ulsberg
	6	E6 Ulsberg - Støren
		- Ulsberg N-Berkåk N
		- Berkåk N-Løklia
		- Vindalsliene-Korporals bro
	6	E6 Støren - Melhus
		- Støren (Håggatunnelen)- Skjerdingsstad <b>B</b>
	6	E6 Jektøya- Tonstad <b>N B</b>
	6	Rv3 Korsan- Gullikstad
	6	E136 Oppland gr-Røstøl
	6	E136 Flatmark-Marstein
	6	E136 Soggebrua - Innfjordtunnelen
		- Setnesj.-Innfjordt.Ø (Veblungnes)
	6	E136 Innfjorden øst - Vikebukta
		- Måndalstunnelen vest-Våge
	6	E136 Tresfjordbrua (Vikeb.-Rem.) <b>B</b>
	6	E136 Breivika-Lerstad(alt. H)
	6	Rv70 Lønnset Fv511- Hohamran (Gråura/ MR grense)
	6	Rv70 Elverhøybrua - Furu
		- Elverhøybrua -Løykjabekken
	6	Rv70 Sunndalsøra N-Mo (Ålvundeid)
	6	Rv70 ÅlvundfossXRv670-Fuglvågen
	6	Rv70 Meisingset Øst-Tingvoll Sør
	6	Rv70 Brunneset-ØygardenXE39
	7	E6 Værnes-Kvithamar
	7	E6 Selli-Asp
	7	E6 Asp - Sem
		- Følling- Semsmyra
	7	E6 Medjå- Nordland gr
		- Medjå- Gartland S
		- Harran S-Nes søndre
		- Fjerdingen-Grøndalselv
		- Vintermyr
		- Namsskogan sentrum
		- Namsskogan N-Nordland grense
		- Bergskeiva
		- Forra bru
		- Forra bru-SonaXF20
<b>Nord</b>	7	Rv80 Fauske - Stømsnes
		- Røvika - Strømsnes <b>B</b>
	7	Rv80 Strømsnes - Løding
		- Naurstadhøgda - Løding - Vikan
	7	Rv80 Løding – Bodø Havn
		- Hunstadmoen - Thalleveien (Bodøelv)
	7	Rv80 Bodøelv – Bodø lufthavn
		- Thalleveien - Jernbaneveien
	8a	E6 Narvik - Bjerkvik <b>B</b>
	8a	E10 Tjeldsund bru - Gullesfjordbotn
	8b	E6 Storsandnes - Alta

## Vedlegg 3

### Detaljert informasjon om togendringer implementert i banealternativet.

Følgende tidsreduksjoner er lagt inn i rutefilen fra basis 2020:

- Lysaker-Sandvika: 21 min for fullstoppende lokaltog, 11 min for knutepunktstoppende lokaltog ved full utbygging og 10 min for IC-tog ved full utbygging.
- Barkåker-Tønsberg: - 2 min
- Holm-Holmestrand: - 3 min
- Sandnes-Stavanger: - 3 min og doblet frekvens på lokaltog Nærbø-Stavanger i rush, fra 2 til 4 tog/time.
- Bergen-Fløen: ingen endringer, kommer ikke før Ulriken tunnel er ferdig
- Gevingåsen tunnel: - 4 min

Følgende togruter er fjernet er:

- Oslo-Halden (21-001) (Oslo-Kornsjø er beholdt)
- Lillehammer-Skien (og varianter av denne) (21-020)
- Drammen-Lillestrøm (21-400)
- Skøyen-Dal (og varianter av denne) (21-440)
- Kongsberg-Eidsvoll (og varianter av denne) (21-450)
- Årnes-Skøyen (og varianter av denne) (21-460)
- Skøyen-Ski (og varianter av denne) (21-500)
- Moss-Spikkestad (og varianter av denne) (21-550)
- Mysen-Skøyen (og varianter av denne) (21-560)

Følgende nye pendler er kodet inn:

- 600 Dal-Spikkestad – 2 i timen
- 610a Kongsvinger-Oslo – 1 i timen
- 610b Kongsvinger-Skøyen – 1 i timen i rushretning
- 620a Lillestrøm-Sandvika – 3 i timen
- 620b Lillestrøm-Oslo – 3 i timen i rushretning
- 630a Eidsvoll-Larvik – 1 i timen
- 630b Eidsvoll-Skien – 1 i timen
- 630c Skien-Oslo – ekspress, 1 i timen i rushretning
- 640a Gulskogen-Moss – 2 i timen

- 640b Oslo-Moss – 2 i timen i rush
- 650a Drammen-Fredrikstad – 1 i timen
- 650b Oslo-Halden – 1 i timen i rushretning
- 650c Oslo-Halden – 1 i timen
- 660a Oslo-Mysen – 1 i timen
- 660b Skøyen-Rakkestad – 1 i timen i rushretning
- 670a Lillehammer-Drammen – 1 i timen
- 670b Oslo-Lillehammer – 1 i timen i rushretning
- 670c Hamar-Oslo – 1 i timen
- 670d Kongsberg-Eidsvoll – 1 i timen
- 670e Kongsberg-Oslo – 1 i timen i rushretning
- 680a Asker-Kolbotn – 3 i timen
- 680b Asker-Ski – 3 i timen i rush
- 680c Lysaker-Ski – 3 i timen
- 026d er kodet om til å Melhus-Stjørdal i stedet for Trondheim-Steinkjer

## Vedlegg 4

### Klimagasser i 2020

#### Sannsynlig utvikling og teknologiske muligheter for kjøretøyutvikling

Rolf Hagman 29. oktober 2007

I dette notatet drøfter vi sannsynlig utvikling og ny teknikk som kan gi lavere eller null utslipp av klimagasser fra kjøretøy i 2020. Videre vurderer vi mulighetene for innfasing av drivstoffer som kan betraktes som klimanøytrale. Overgang til bilteknikk som gir lave eller null utslipp av klimagasser er på ingen måte enkel. Overgangen krever teknologiutvikling og vil ikke gå av seg selv. Innfasing av biodrivstoffer som erstatning for fossil energi har begrenset potensial, konkurrerer med produksjon av mat og skal ikke redusere skogbestanden.

Analysen viser at trafikantene prioriterer transportformer og kjøretøy som er rasjonelle i forhold til tidsforbruk, økonomisk attraktive og komfortable. Det trengs derfor offentlige insitamenter for å stimulere til valg av mer klimavennlige kjøretøy og alternative drivstoffer som begge er mer kostbare å produsere.

De reduksjoner i utslipp av klimagasser fra personbiler og busser i 2020 i forhold til 2007 som vi her presenterer i dette notatet er sammenlignbare med tidligere innspill til "Lavutslippsutvalget" og med fremtidsscenarier for blant annet Oslopakke 3. Med bakgrunn i det strekt økende engasjementet i klimaspørsmål er scenariet i dette notatet mer relatert til en avansert teknologisk utvikling enn til "business as usual".

### Status for biler og biodrivstoff i 2007

Utslipp av klimagassen CO<sub>2</sub> fra kjøretøy får, på grunn global oppvarming, alt større oppmerksomhet. Teknologi for bedre utnyttelse av drivstoffenes kjemiske energi ved omforming til bevegelse i motorer er under kontinuerlig utvikling og forventes i fremtiden å gi alt lavere drivstofforbruk og lavere utslipp av CO<sub>2</sub>.

EU har i 2007 vedtatt at gjennomsnittet for nye personbiler fra 2012 skal ned til 130 gram CO<sub>2</sub> per km. I tillegg forutsetter man en ytterligere reduksjon med 10 g per km som resultat av biodrivstoff og andre tiltak. EUs mål er videre at andelen biodrivstoff i 2020 skal være 10 prosent og at andelen alternative drivstoff skal være 20 prosent.

Gjennomsnittlig levetid for en bil i Norge er ca 18 år. For at det skal bli mulig å skifte ut deler av personbilsparken med biler som har lave eller null utslipp av klimagasser i 2020 er det derfor nødvendig med sterke insitamenter og virkemidler. I tillegg er bil og bruk av bil preget av tradisjoner og konservativ tenkning. En omstilling av attityder i forhold til biler vil ta mange år, også om de rasjonelle argumentene for skifting til biler med mer klimavennlige utslipp er til stede.



Det må skapes et marked for lav- og nullutslippsbiler. Lav- og nullutslippsbiler er i Norge og ellers i verden foreløpig kun tilgjengelige i et meget begrenset omfang. Bilimportørene og konsumenter har ikke fra myndighetene fått klare og bindende beskjeder om at det økonomisk vil lønne seg å kjøpe biler med meget lavt utslipp av CO<sub>2</sub>. Bilprodusentenes planer viser i 2007 på en langsom reduksjon i utslipp av klimagasser. De bilmodeller som vil bli produsert i 2012 er allerede på tegnebrettet og er i liten grad biler med CO<sub>2</sub> utslipp lavere enn 100 g/km.

Omleggingen av engangsavgiften, slik at CO<sub>2</sub> utslipp fra og med 2007 er en del av avgiftsgrunnlaget, har medført økt andel diesalbiler med lave utslipp av klimagasser. Dagens CO<sub>2</sub> avgifter stimulerer sterkt til kjøp av biler med utslipp under 180 og under 140 g/km. I noen grad stimulerer de også til kjøp av biler med utslipp ned til 120 g/km. Det finnes imidlertid så godt som ingen økonomiske insentiver for importørene å tilby biler med utslipp langt under 120 g/km. Hvert gram CO<sub>2</sub> per km i intervallet fra 120 g/km ned til null belastes kun med 40,- kr i engangsavgift. For hvert gram CO<sub>2</sub>/ km i intervallet 140 til 180 er engangsavgiften 500,- kr.

Elbiler har tillatelse til bruk av kollektivfelt, fri passering av bomringer, fri parkering og andre betydelige fordeler som gjør dem til attraktive fremkomstmidler i store byer. Lavutslippsbiler har ingen tilsvarende fordeler i Norge.

I 2005 utgjorde andelen biodrivstoff 0,18 prosent av den samlede mengden solgt drivstoff i Norge. Obligatorisk innblanding av 2 prosent biodrivstoff er av Miljøverndepartementet varslet for 2008. Det vurderes som lite sannsynlig at Norge vil klare å oppfylle EUs mål om 5,75 prosent biodrivstoff i 2010.

Fremtidig mangel på rimelig energi og frykt for fortsatt global oppvarming er sterke drivkrefter for reduserte utslipp av CO<sub>2</sub>. Ved kjøring med jevn høy hastighet i 60-80 km/h utnyttes de beste egenskapene hos forbrenningsmotorer. Høyere hastigheter enn 70 km/h gir på grunn av økende luftmotstand ved høye hastigheter økt forbruk av drivstoff. For lette kjøretøy finnes det et stort potensial for å redusere utslipp av CO<sub>2</sub> ved at bilene blir mindre og lettere, får mindre motorer samt at de får mer effektive fremdriftssystemer.

For tunge kjøretøy er vekten av den last som skal transporteres av avgjørende betydning for energiforbruk og utslippene av CO<sub>2</sub>. Store dieselmotorer er allerede med 45 prosent virkningsgrad forholdsvis effektive. På lange avstander og ved kjøring med jevn hastighet er potensialet for ytterligere reduksjon av drivstofforbruk for tunge kjøretøy derfor begrenset.

For alle typer av kjøretøy er elektrisk fremdrift mer effektiv enn fremdrift med forbrenningsmotor. Spesielt har elektrisk fremdrift eller kombinert elektrisk fremdrift i hybridbiler og "Plug-in hybridbiler" et stort potensial for energibesparelser og reduksjon i utslipp av CO<sub>2</sub> ved kjøring i bytrafikk. Hybrid fremdrift med forbrenningsmotor og elektrisk motor har dog liten eller ingen effekt for å spare utslipp av energi og CO<sub>2</sub> ved langkjøring med jevn hastighet på flat veg.

## **Utvikling mot 2020**

I et perspektiv frem til 2020 vil vi oppleve at allerede vedtatte utslippskrav og planer for fremtiden vil gi en utvikling med reduksjon av klimagasser fra nye kjøretøy. Utslippsfaktorer, som viser hvor store avgassutslippene er per kilometer

for nye kjøretøy, vil bli redusert som følge av de virkemidler som samfunnet tar i bruk. Miljø er et markedsføringsmiddel og alle produsenter av kjøretøy vil i større eller mindre grad satse på forbedrede miljøegenskaper og reduserte utslipp av klimagasser.

På den andre siden vil det være motstand mot virkemidler som medfører store økninger i kostnader for kjøretøy og økninger i kostnader for drivstoff. Hva virkemidlene eventuelt får koste, i form av høye avgifter for uønskede utslipp, og hvordan avgifter kan kombineres med økonomiske støtte til biler med avanserte teknologi og støtte til avanserte drivstoffer er et politisk spørsmål.

Det vil bli utviklet nye og bedre fremdriftssystemer for kjøretøy frem mot 2020. Nye kjøretøyteknologier vil gi lavere utslipp av klimagasser. Volkswagen viste allerede på 1990-tallet med den serieproduserte modellen Lupo at utslipp av CO<sub>2</sub> på 80 g/km var mulig. Den Tyske utviklingsbedriften Loremo viser med en fireseters prototyp, som veier 600 kg, at også utslipp av CO<sub>2</sub> på 50 g/km er mulige for en bil med en liten enkel dieselmotor som eneste fremdriftskilde. Norske Think oppgir at de fra og med 2008 vil produsere elbiler med et kjørelende på 180 km.

Avansert teknologi med elektrisk fremdrift og batterier samt hybridteknologi er mer kostbart enn konvensjonell fremdrift med forbrenningsmotorer. Den relativt sett lave prisen på fossil diesel og fossil bensin medfører foreløpig også at elektrisk fremdrift og overgang til alternative drivstoffer ikke er økonomisk lønnsomt uten offentlige subsidier. Frem mot 2020 er det ikke sannsynlig at denne situasjonen i noen større grad vil endres.

Alternative drivstoffer med bedre egenskaper for ren forbrenning vil sammen med nye motortyper og kombinert elektrisk drift gi mulighet til både lokale og globale miljøgevinster. Stimulert innfasing av alternative drivstoffer og avansert teknologi vil bli mer kostbart, men vil kunne gi lavere utslipp av NO<sub>x</sub> og partikler. Utslipp av CO<sub>2</sub> med fossil opprinnelse vil med hjelp av stimulert avansert bilteknologi kunne bli redusert i forhold til en normal utvikling hvor kun kostnadene er styrende.

Etanol, planteoljer og syntetiske drivstoffer fra biomasse vil i 2020 i Norge kunne erstatte en større eller mindre del av fossil bensin og diesel til vegtransport. Forbrenning av biodrivstoffer i kjøretøy gir i utgangspunkt utslipp av de samme mengdene CO<sub>2</sub> som forbrenning av fossile drivstoffer. Innfasing av biodrivstoff motiveres og begrunnes med at klimagassen CO<sub>2</sub>, når den kommer fra foredlet biomasse, blir betraktet som klimanøytral. Fossil olje og, naturgass tilfører ved forbrenning, i motsetning til biologisk bundet karbon, helt ny CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

Overgang til mer energieffektiv og kostbar fremdriftsteknologi for kjøretøy vil stimuleres av høye kostnader for drivstoff. På den samme måte vil utvikling og produksjon av fornybare energibærere stimuleres av høye oljepriser og hemmes av lave kostnader for fossil energi.

Maksimalt potensial for å erstatte fossile drivstoffer med biodrivstoff vurderes i *Fra biomasse til biodrivstoff - Et veikart til Norges fremtidige løsninger* (PFI med flere) å være 30 prosent. Etanol og syntetiske drivstoffer med opprinnelse fra biomasse vil i 2020 kunne erstatte en større eller mindre del av fossil bensin og diesel til vegtransport. Vi antar for enkelthets skyld at all energi for å produsere bio-etanol og syntetiske biodrivstoffer er bioenergi. Til produksjonen av biodrivstoff vil

det da ikke brukes fossil energi. Med disse forutsetninger kan vi si, at den andelen biodrivstoff som er innfaset i 2020 gir den tilsvarende reduksjon i utslipp av fossil CO<sub>2</sub>.

Det er knyttet noe usikkerhet til en tidshorisont som 2020, og vurderingene av fremtidige utslippsfaktorer vil derfor være å regne som mulige scenarier. Våre vurderinger av mulighetene for innfasing av alternative drivstoffer og teknologisk utvikling bygger på nasjonale vurderinger fra *Fra biomasse til biodrivstoff - Et veikart til Norges fremtidige løsninger*. Dagens situasjon med svakheter og trusler, styrker og muligheter for norsk produksjon av biodrivstoff og mulighetene ved introduksjon og bruk av flytende biodrivstoff de nærmeste årene er avgjørende for hva som er mulig å få til i 2020.

Internasjonale vurderinger fra *Can cars come clean?* (OECD) og scenarier som *On the Road in 2020* (Wriss, M. et al MIT) og kontakter i internasjonal bilindustri har bidratt til å skape et bilde av fremtiden og for våre prognoser.

Som konsekvens av omleggingen til CO<sub>2</sub> basert engangsavgift og den følgende økningen av andelen dieserbiler var gjennomsnitt utslipp av CO<sub>2</sub> i Norge, i henhold til Opplysningsrådet for veitrafikk, nå 168 g/km. Dette tallet relateres til de utslipp som måles ved typegodkjenning av nye biler. I virkelig trafikk er utslippene for de fleste bilmodeller høyere enn hva som fremkommer ved den kjøresyklus som ligger til grunn for typegodkjenningen.

Potensialet for utslippsreduksjoner er forskjellig ved kjøring med jevn hastighet og ved bykjøring med hyppige stopp og variasjoner i hastighet. Frem mot 2020 vil vi med streke insentiver kunne få en blandning av personbiler med alt fra null utslipp og personbiler med utslipp av CO<sub>2</sub> opp til 180 g/km.

Hydrogenbiler og "Hydrogensamfunnet" velger vi å betrakte som lite sannsynlig i et perspektiv frem til 2020. Grunnene for at vi ikke betrakter "Hydrogensamfunnet" som sannsynlig, er at utviklingen av brenselceller til kjøretøy, etter vår vurdering, foreløpig ikke har vært fremgangsrik med tanke på kostnader og driftssikkerhet. Oppbygging av infrastruktur for et hydrogensamfunn er kostbar.

Ny batteriteknologi og hybridbiler vil i henhold til en ekspertgruppe (CARB ekspertgruppe, 2007) i det aktuelle tidsperspektivet sannsynlig kunne løse behov og ønsker om rene nullutslippskjøretøy. Så kalte *plug-in hybridbiler* forventes å kunne kjøre 20-40 km på batteridrift samtidig som de på langkjøring kan bruke en kombinasjon av elektrisk drift og forbrenningsmotor. Med Plug-in hybridbiler kan rimeligere og mer effektive nullutslippskjøretøy produseres enn hva som nå synes mulig med brenselceller og hydrogen som energibærere.

## Avansert fremdriftsteknologi

Vi antar at ny motorteknologi som i 2007 er på eksperimentstadiet vil utvikles på en fremgangsrik måte, og til dels bli tatt i bruk i både lette og tunge kjøretøy. Vi antar at en HCCI teknologien, som utnytter de beste egenskapene fra bensin og dieselmotorer, i en eller annen form vil bli tatt i bruk og allerede i 2020 til noen del vil erstatte dagens diesel- og bensinmotorer.

Vi antar videre at fremganger innen batteriteknologi med Litium-Ion batterier vil gjøre alle former for hybrid og elektrisk fremdrift mulige innenfor akseptable økonomiske rammer (CARB ekspertgruppe, 2007). Elektrisk drift og kombinasjoner av fremdrift med forbrenningsmotor og batterier vil gi store reduksjoner av alle typer avgassutslipp i bykjøring.

Det forventes at HCCI motoren med effektiv forbrenning av drivstoff gir reduksjon i utslipp av klimagasser fra tunge kjøretøy samtidig som den gir minimalt med utslipp av partikler og NOx.

En kommersiell produksjon (over 100 000 biler per år) med delvis elektrisk fremdrift er forventet å kunne være mulig for personbiler fra 2015 (CARB, 2007). Potensialet for bedre energieffektivitet og reduserte utslipp av CO<sub>2</sub> er større med kombinert elektrisk drift i bykjøring enn ved kjøring med jevn hastighet over lange avstander.

De antatte reduksjonene i utslipp av fossil CO<sub>2</sub> fra nye personbiler er i den videre teksten et gjennomsnitt relatert til utslippene i 2007. I bykjøring med lette kjøretøy estimerer vi en mulig reduksjon av energiforbruk og utslipp av CO<sub>2</sub> med 30 prosent. Reduksjonen vil være resultat av lettere biler og mer effektive motorer og i noen grad av at elektrisk energi fra strømmettet i større grad blir brukt for fremdrift. Vi antar at nye avanserte batterier er tilgjengelig til en konkurransedyktig pris og at fremst *plug-in hybridbiler*, og i noen grad små elbiler er foretrukne valg i sine segmenter av markedet. For kjøring av lette biler med jevn hastighet forventer vi i en reduksjon i forbruk og utslipp av CO<sub>2</sub> med 15 prosent.

Utslippene av CO<sub>2</sub> fra tunge kjøretøy er som tidligere nevnt vanskelig å redusere ved kjøring med jevn hastighet og reduksjonspotensialet blir estimert til 10 prosent. Ved bykjøring forventer vi at en stor andel av bybusser og distribusjonsbiler har avansert hybridteknologi og HCCI motorer. Andre tunge kjøretøy kan i tillegg bruke metangass som drivstoff og bidrar derved til å redusere gjennomsnittlig utslipp av CO<sub>2</sub> for tunge kjøretøy, slik at vårt estimat for reduksjon i bytrafikk blir 25 prosent.

## Bio-drivstoffer

I tillegg til de nevnte reduksjonene av CO<sub>2</sub> ved hjelp av forbedret fremdriftsteknologi vil innføring av biodrivstoffer som erstatning for fossile drivstoffer medføre at utslippene av fossil CO<sub>2</sub> reduseres.

Etanol og syntetiske drivstoffer med opprinnelse fra biomasse vurderes i 2020 å kunne erstatte 10 prosent av fossil bensin og diesel til vegtransport. Den optimistiske prognosen forutsetter en videre utvikling hvor en stor del av bussene og andre tunge kjøretøy gradvis går over til etanol i "dieselmotorer" eller andre former for fremdrift med mer eller mindre klimanøytralt drivstoff. Oslo Sporveier vil ta i bruk 18 etanolbusser i 2008. Med en innblanding av 5 prosent etanol i all bensin og en innblanding av minst 10 prosent biodiesel, FAME eller syntetisk diesel fra biomasse i fossil diesel vurderes målet om 10 prosent biodrivstoff mulig å oppnå i 2020. Dette medfører med de innledningsvis gitte forutsetningene en reduksjon i utslippene av fossil CO<sub>2</sub> med 10 prosent.

Den relativt høye andelen biodrivstoff forutsetter satsing på nye effektive prosesser for produksjon av etanol og for produksjon av syntetisk diesel fra biomasse. Pilotanlegg for produksjon av etanol fra cellulose finnes i Sverige og blant annet StatoilHydro vurderer anlegg for produksjon av syntetiske drivstoffer BTL, Biomass To Liquids.

Tabell 1 viser kun utslippsreduksjoner for CO<sub>2</sub> som funksjon av mer effektiv motorteknologi. Innfasingen 10 prosent biodrivstoff som erstatning for fossil bensin og diesel vil gi en ytterligere reduksjon av fossil CO<sub>2</sub> med 10 prosent.

Hvor store utslippene av CO<sub>2</sub> fra kjøretøy er i virkelig trafikk beregnes årlig av Statistisk sentralbyrå. Beregningene tar utgangspunkt i hvor mange biler som finnes i forskjellige aldersklasser, hvor langt de kjøres og gjennomsnitt forbruk av drivstoff. Videre justeres de fremregnede utslippene slik at de overensstemmer med mengden solgt drivstoff til vegtrafikken. Tabell 2 viser visere en vurdering av hvor store utslippsfaktorene for CO<sub>2</sub> vil bli i absolutte tall i 2007. Vurderingen baseres på en enkel ekstrapolering av historiske data fra Statistisk sentralbyrå og tendensen med en kraftig økning av antallet dieselmotorer i 2007.

## Tabeller

Tabell V4.1: Reduksjon av utslippsfaktorer ved kjøring med jevn hastighet i 50-80 km/h og i bykjøring - Sannsynlig scenario 2020

Reduksjon av utslippsfaktorer		
	Lette biler CO <sub>2</sub>	Tunge kjøretøy CO <sub>2</sub>
EURO IV – 2005 bensin	1,00 <sup>1</sup>	
EURO V – 2009 bensin	0,95 <sup>1</sup>	
EURO IV – 2005 diesel	1,00 <sup>1</sup>	1,0 <sup>1</sup>
EURO V – 2009 diesel	0,90 <sup>1</sup>	1,0 <sup>1</sup>
Reduksjon av utslippsfaktorer EURO V i forhold til EURO IV	5 -10 %	0 %
Reduksjon av utslippsfaktor - jevn hastighet i 2020 i forhold til 2007	15 %	10 %
Reduksjon av utslippsfaktor – bykjøring i 2020 i forhold til 2007	30 %	25 %

<sup>1</sup>normalisert verdi

Tabell V4.2: Forslag til utslippsfaktorer for nye lette kjøretøy og nye busser i 2007 hastighet i 50-80 km/h og i bykjøring

	Lette biler CO <sub>2</sub> (gram/km)	Tunge kjøretøy CO <sub>2</sub> (gram/km)
Utslippsfaktor - jevn hastighet i 2007	150	1 100
Utslippsfaktor - bykjøring i 2007	190	1 600

## Referanser

- CARB, 2007, Independent expert group for California Air Resources Board, CARB; *Status and Prospects for Zero Emission Vehicle Technology*, <http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevreview/zevreview.htm>
- Concawe, 2007 *Well-to Wheels Analyses of Future Automotive powertrains in a European context* <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>
- Hagman, 2002: *Characterization of tailpipe exhaust emissions from 6 modern diesel passenger cars in demanding conditions*. Rapport for Norske Vegdirektoratet utført ved avgasslaboratoriet ved Teknologisk Institutt
- Hagman og Selvig 2007; “*Environmentally-friendly vehicles - Experiences and Definitions*” the Nordic Council of Ministries, Theme Group for Sustainable Mobility <http://www.norden.org/pub/sk/showpub.asp?pubnr=2007:531>
- Nylund, 2005: *BUS EMISSION EVALUATION: 2002 - 2004 SUMMARY REPORT*, VTT, PRO3/P3015/05
- SFT, 1999. *Utslipp fra vegtrafikk I Norge*, SFT 99:04
- OECD, 2004; *Can Cars come clean?*
- PFI med flere, 2007; *Fra biomasse til biodrivstoff - Et veikart til Norges fremtidige løsninger* <http://www.pfi.no/biodrivstoff/Veikart%20for%20biodrivstoff.pdf>
- Wriess, M. et al MIT, 2000; *On the Road in 2020*, Massachusetts Institute of Technology – Energy Laboratory

## Vedlegg 5

### Vurdering av CO<sub>2</sub>-utslipp per flypassasjerkm innenlands i 2020

Utgangspunktet er SSB:Rapporter 2001/16

CO<sub>2</sub>-utslipp for flytransport i Norge er oppgitt til **0,22 kg/pkm i 1998**.

Harald Thune-Larsen

I følge Rideng: Transportytelser til 2005 sank antall personkm i innenlands luftfart med 2,4 % fra 1998 til 2005. I følge SSBs statistikkbank sank CO<sub>2</sub>-utslippene fra innenlands luftfart med 4,3 prosent. Dermed antas det at g/pkm sank til ca **0,215 kg/pkm i 2005**.

For periodene jan-mai 2005 og jan-mai 2007 er passasjerer og tilbudte seter på alle registrerte innenlandske flygninger summert opp (men ikke veiet i forhold til distanse eller annet) ut fra trafikk tall fra Avinor. Gjennomsnittlig kabinfaktor innenlands økte ut fra disse tallene fra 0,598 passasjerer/sete i 2005 til 0,640 i 2007. Det tilsvarer 7 % flere passasjerer per sete. Som en tilnærming antas det at CO<sub>2</sub>-utslippet per passasjerkm synker med 7 % fra 2005 til 2007. Det gir et CO<sub>2</sub>-utslipp på vel **0,20 kg/pkm i 2007**.

#### Norwegian og SAS dominerer norsk innenlandsk luftfart

Norwegian har bestilt 42 stk 737-800 som er 33 % mer energieffektive enn Norwegians minst effektive fly i dag. Disse flyene vil i hovedsak komme i tillegg til dagens flypark og vil bidra til å øke gjennomsnittlig energieffektivitet hos Norwegian, men det er vanskelig å si hvor mye.

SAS Braathens sin flypark fordeler seg på flere typer 737-fly og noen F50-fly. Ut fra SAS Braathens flåteoversikt og SAS sin miljøkalkulator antas det at gjennomsnittlig CO<sub>2</sub>-utslipp synker med ca 10 prosent hvis de 52 jetflyene til SAS skiftes ut til 26 stk 737-700 (134 seter) og 26 stk 737-800 (176 seter), evt ca 15 % ved overgang til bare 737-800.

Ut fra dette antas det at et realistisk scenario ligger på 10-15 % reduksjon i g/pkm frem til 2020. Det tilsvarer 0,17-0,18 kg/pkm i 2020. I USA ligger gjennomsnittlig kabinfaktor betydelig høyere enn i Norge. Med noe vekst i kabinfaktoren til 2020 virker et CO<sub>2</sub>-utslipp på **0,17 kg/pkm i 2020** mest realistisk.

## Vedlegg 6

### Utslippsfaktorer

Tabell V6-1 viser utslippfaktorer for 2006 og 2020 dersom man forutsetter ett prosentpoengs effektivitetsforbedring i året for hvert transportmiddel. I Statens forurensingstilsyns tiltaksanalyse for 2020 står det eksplisitt at det er benyttet slike forutsetninger om effektivitetsforbedringer for veitrafikk og flytrafikk. Det er naturlig å anta at det også brukes for de øvrige transportformene.

Tabell V6-1. Alternative utslippfaktorer for 2006 og 2020

	CO <sub>2</sub> -utslipp	
	2006	2020
<b>BIL</b>	168(g/kjtkm)	144 (g/kjtkm)
<b>BUSS</b>	55 (g/pkm)	47 (g/pkm)
<b>FLY</b>	202(g/pkm)	172(g/pkm)
<b>DIESELTOG</b>		
	64 (g/pkm)	55 (g/pkm)
<b>BÅT</b>	488 (g/pkm)	413 (g/pkm)

Tabell V6-2 viser beregnede CO<sub>2</sub>-utslipp ved bruk av utslippsfaktorene oppgitt i tabell V6-1.

Tabell V6.2. CO<sub>2</sub>-utslipp ved alternative utslippfaktorer.

	CO <sub>2</sub> -utslipp	Endring	
	1000 tonn	1000 tonn	Prosent
<b>Basis2006</b>	6 030		
<b>Basis2020</b>	6 200	170	2,8
<b>Dobbel</b>	5 286	-914	-14,7
<b>Trippel</b>	4 682	-1 518	-24,5
<b>HalvTakst</b>	6 061	-139	-2,2
<b>DBHK</b>	5 139	-1 061	-17,1
<b>DBFK5050</b>	5 050	-1 150	-18,5
<b>BK5050</b>	5 545	-655	-10,6
<b>Bomring</b>	6 115	-85	-1,4
<b>Parkering</b>	6 148	-52	-0,8
<b>Stamveg</b>	6 208	8	0,1
<b>StamUtenBom</b>	6 502	302	4,9
<b>Bane</b>	6 186	-14	-0,2
<b>Altpris</b>	5 937	-263	-4,2



Resultatene fra bruk av alternative utslippsfaktorer avviker i liten grad fra resultatene i tabell 21. Endringseffektene fra de ulike scenariene sammenlignet med basis 2020 ligger gjennomgående litt høyere. Dette skyldes i all hovedsak at de fleste scenariene medfører redusert personbiltrafikk, og den relative effekten dette har på beregnede CO<sub>2</sub>-utslipp, blir større om utslippsfaktorene for personbil er høye. Forskjellene er imidlertid små. Scenarioet som simulerer doble drivstoffpriser og halverte kollektivtakster for buss, båt og tog gir en utslippsreduksjon på 17.1 prosent og 1061 tusen tonn ved alternative utslippsfaktorer, mot 16.1 prosent og 921 tusen tonn i tabell 21.

At utslippsfaktorene for personbil antas å falle langt mindre mot 2020 i disse alternative beregningene, medfører også at beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp fra persontransport øker sammenlignet med 2006. Økningen er dog så liten som 2.8 prosent, så effektivitetsforbedringer veier langt på vei opp for økt trafikk.



## Sist utgitte TØI publikasjoner under program: Samfunnsøkonomiske analyser

---

Godstransport på veg: Lastebilnæringens betydning for vekst, velferd og bosetning. Sammendragsrapport	901b/2007
Godstransport på veg: Lastebilnæringens betydning for vekst, velferd og bosetning	901/2007
Køprising i Bergen og Trondheim - et alternativ på 20 års sikt?	895/2007
Evaluering av OPS i vegsektoren	890/2007
Virkningsberegning av tiltak for raskere og mer pålitelig godstransport - en ny metode	825/2006
Vegprising, kollektivtiltak og sosial ulikhet	815/2005
Nyttetekostnadsanalyse av Redningsselskapets arbeid for årene 1999 - 2004	812/2005
Nyttetekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene	798/2005
Nyttetekostnadsanalyse i transportsektoren: parametre, enhetskostnader og indekser	797/2005
Nyttetekostnadsanalyse i samferdselssektoren: Risikotillegget i kalkulasjonsrenta	796/2005
Bompengeringen i Tønsberg. Inntekter i forhold til finansieringsplanen.	775/2005
Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge	766/2005
Kvalitetssikring av prosjektet " Bybanen i Bergen"	755/2004
Lokale næringsøkonomiske virkninger av vegutbygging	717/2004
Lønnsom persontransport på jernbanen? En vurdering av bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet på norske jernbanestrekninger	710/2004

**Besøks- og postadresse:**

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00  
Telefaks: 22 60 92 00  
E-post: [toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)

[www.toi.no](http://www.toi.no)



**Transportøkonomisk institutt  
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning**

- utfører forskning til nytte for samfunn og næringsliv
- har rundt 70 forskere med høy, flerfaglig samferdselskompetanse samarbeider med en rekke samfunnsinstitusjoner, forsknings- og undervisningssteder i Norge og i utlandet
- gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag av høy kvalitet innen områder som trafiksikkerhet, kollektivtransport, miljø, reisevaner, reiseliv, planlegging, beslutningsprosesser, transportøkonomi og næringslivets transport
- driver aktiv forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, Internett, tidsskriftet Samferdsel og andre nasjonale og internasjonale tidsskrifter
- deltar i CIENS, Forskningscenter for miljø og samfunn, i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo