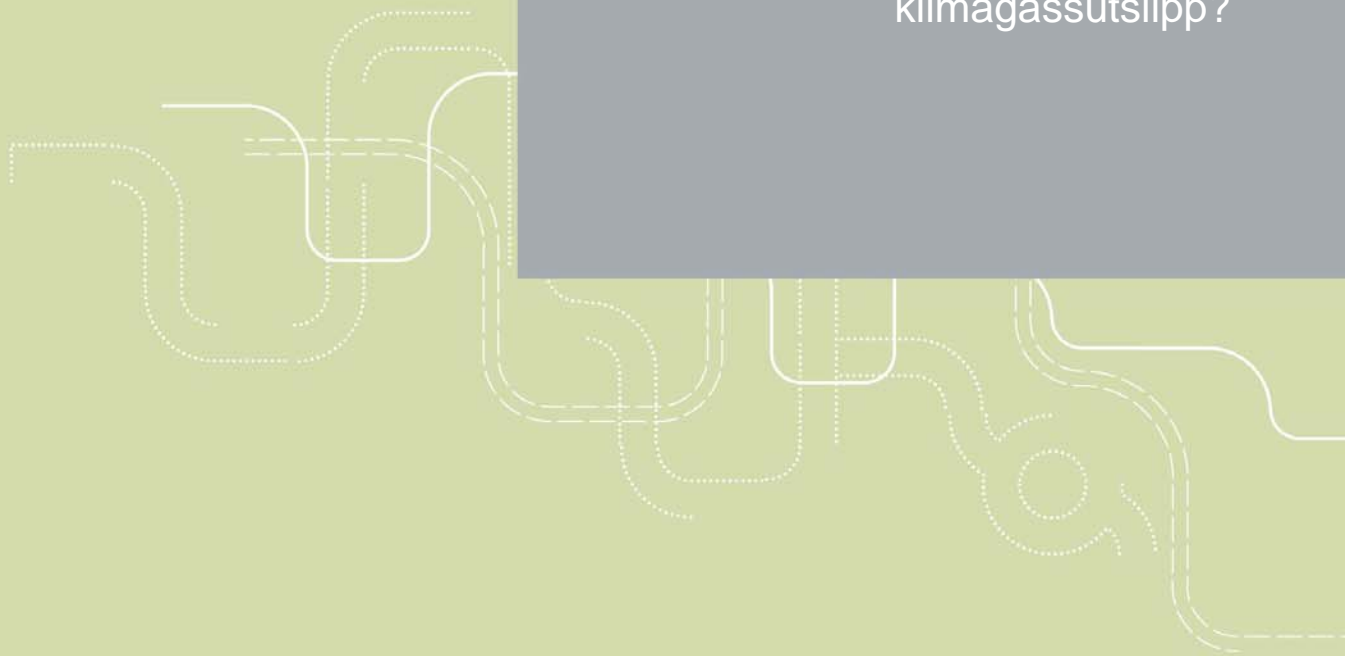




Gir bedre veger mindre
klimagassutslipp?



Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?

Arvid Strand, Petter Næss, Aud Tennøy og Christian Steinsland

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Gir bedre veier mindre klimagassutslipp?

Forfattere: Arvid Strand
Petter Næss
Aud Tennøy
Christian Steinsland

Dato: 09.2009

TØI rapport: 1027/2009

Sider 96

ISBN Elektronisk: 978-82-480-0992-4

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Statens vegvesen Vegdirektoratet

Prosjekt: 3480 - Gir bedre veier mindre klimagassutslipp?

Prosjektleder: Arvid Strand

Kvalitetsansvarlig: Frode Longva

Emneord: klimagassutslipp
transportmiddelfordeling
transportvolum
Vegstandard

Sammendrag:

En rapport fra SINTEF konkluderte for et par år siden med at bedre veier gir mindre klimagassutslipp. Dette prosjektet er initiert av Vegdirektoratet for å kvalitetssikre denne konklusjonen. Det er gjort ved å gjennomgå litteratur om utslipp per kjøretøykilometer under ulike kjørebetingelser og om nyskapt trafikk som følge av kapasitetsendringer. Dessuten er det gjort analyser ved bruk av nasjonal og regional transportmodell samt at data fra Vegdatabanken er benyttet for å karakterisere det norske vegnettet. Vår konklusjon er at bedre veier stort sett gir økte klimagassutslipp. Hovedgrunnen er at forbedringer i vegnettet øker gjennomsnittshastigheten; en økning som ofte finner sted i det hastighetsintervallet hvor utslippene øker mest (over 80 km/t). Men utslippene øker også som følge av at transportmengden øker, og ved at det skjer overgang fra kollektive transportmidler og gang- og sykkeltrafikk til personbil som følge av at forholdene for personbilreiser blir relativt bedre. Det kan – situasjonsavhengig - finnes viktige unntak fra dette generelle bildet.

Title: Does road improvement decrease greenhouse gas emissions?

Author(s): Arvid Strand
Petter Næss
Aud Tennøy
Christian Steinsland

Date: 09.2009

TØI report: 1027/2009

Pages 96

ISBN Electronic: 978-82-480-0992-4

ISSN 0808-1190

Financed by: The Norwegian Public Roads Administration

Project: 3480 - Does road improvement decrease greenhouse gas emissions?

Project manager: Arvid Strand

Quality manager: Frode Longva

Key words: Climate gas emissions
modal split

Summary:

In Norway, a debate has been going on about road improvement as an effective climate policy measure. In a report presented two years ago, it was concluded that there would be less greenhouse gas emissions in Norway if the road network were improved. Commissioned by the Norwegian Public Roads Administration, the Institute of Transport Economics has examined this relationship and arrived at a different conclusion. Road construction, largely speaking, increases greenhouse gas emissions, mainly because an improved quality of the road network will increase the speed level, especially in the interval where the marginal effect of speed is high (above 80 kms/h). Emissions also rise due to increased volumes of traffic (each person travelling farther and more often) and because the modal split changes in favor of the private car, at the expense of public transport and bicycling.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Vegdirektoratet lyste like før nyttår 2008/2009 ut tjenesteanskaffelsen *Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?* Det vises i utlysningen til SINTEF-rapporten ”Miljømessige konsekvenser av bedre veger” (Knudsen og Bang 2007), som tar for seg bedre vegstandard som et tiltak for å redusere utslipp. De svarer dels bekreftende på det stilte spørsmålet. Vegdirektoratet sier i utlysningen at de ønsker en bredere vurdering av hvorvidt bedre veger gir mindre klimagassutslipp.

I arbeidet med denne rapporten har forskerne Aud Tennøy, Christian Steinsland, Petter Næss og Arvid Strand deltatt, mens Kjell Werner Johansen har fulgt arbeidet som kvalitetssikrer. Arvid Strand har vært prosjektleder. Aud Tennøy har hatt hovedansvaret for kapittel 3, Petter Næss for kapitlene 4 og 5, mens Christian Steinsland har utviklet kapittel 6. Øvrige deler er et fellesprodukt fra forfatterne og Arvid Strand har stått for redigeringen.

Vi har hatt konstruktive møter med en gruppe medarbeidere i Vegdirektoratet; Sigrid Furuholt Ingebrigtsen, Wenche Kirkeby og Tor Smeby. Også direktoratets Bjørn Sandelien har gitt nyttige kommentarer.

Oslo, september 2009
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm
instituttssjef

Frode Longva
assisterende avdelingsleder

Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?

Innhold

Sammendrag

Summary

1 Bakgrunn og problemstillinger	1
2 Framgangsmåte.....	4
3 Gir bedre vegstandard reduserte klimagassutslipp per kjøretøykm?.....	7
Sammenhenger mellom kjørehastighet og klimagassutslipp per kjtkm	8
Sammenhenger mellom jevnhet i kjøring og klimagassutslipp per kjtkm.....	11
Sammenhenger mellom vertikalkurvatur og klimagassutslipp per kjtkm	12
Om, hvordan og i hvilken grad bedret vegstandard bidrar til reduserte klimagassutslipp per kjtkm	13
Vertikalkurvatur.....	17
Konklusjoner.....	17
4 Gir bedre vegstandard økt biltrafikk, og dermed økte klimagassutslipp? ...	18
Økt transportomfang – nyskapt trafikk	21
Nærmere om endringer i transportmiddelfordelingen	30
Konklusjoner om betydningen av bedre vegstandard for mengden biltrafikk.....	36
5 Gir bedring av vegstandard økte klimagassutslipp på grunn av bygging, drift og vedlikehold av nye veger?	38
Energibruk til selve vegbyggingen	38
Utslipp av klimagasser ved vegbygging og drift og vedlikehold	39
Regneeksempler for tre ulike geografiske situasjoner	40
6 Modellberegninger ved bruk av nasjonal og regional persontransportmodell	44
Kort beskrivelse av modellene.....	45
Kort beskrivelse av forutsetninger i beregningene	45
Case 1: Brokelandsheia – Vinterkjær.	46
Case 2: Oslo-Hamar	52
Diskusjon	56
7 Oppsummerende/avsluttende drøftinger.....	58
Nybygging	58
Erstatting av ferjer kan gi CO ₂ -gevinst.....	59
Endring av vertikalkurvatur	60
Nyskapt trafikk	61
Økte hastigheter og jevnere kjøring.....	63
Karakteristika ved det norske vegnettet og trafikkomfanget.....	64
Konklusjoner.....	66
Referanser.....	68
Vedlegg 1: Variasjoner i drivstofforbruk på grunn av vertikalkurvatur.....	74
Vedlegg 2a Veibygging er ikke et klimatiltak	76
Vedlegg 2b Veg og klima – bedre håndverk nødvendig	80
Vedlegg 3 Transportpolitikken må gjøres mer utslippsorientert - hvordan?.....	83
Vedlegg 4 Regneeksempel Lærdalstunnelen.....	93
Vedlegg 5 Energibruk og utslipp fra framstilling og vedlikehold av kjøretøyer. 95	

Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?

Sammendrag:

Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?

Rapporten fastslår at spørsmålet om hvorvidt bedre veger gir mindre klimagassutslipp i hovedsak må besvares negativt. Bygging av bedre veger gir stort sett økte klimagassutslipp. Hovedgrunnen er at forbedringer i vegnettet øker gjennomsnittshastigheten; en økning som ofte finner sted i det hastighetsintervallet hvor utslippene øker mest (over 80 km/t). Men utslippene øker også som følge av at transportmengden øker ved at den enkelte utfører flere og lengre turer, og ved at det skjer overgang fra kollektive transportmidler og gang- og sykkeltrafikk til personbil som følge av at forholdene for personbilreiser blir relativt bedre. Vegbyggingen i seg selv, og tilhørende drift og vedlikehold, øker også klimagassutslippene; relativt mer jo mindre trafikkmengder som avvikes på de aktuelle vegstrekningene.

Utbygging av transportinfrastruktur, herunder vegbygging, har til alle tider hatt som hovedformål å legge til rette for at handel med varer og kompetanse kan lettes – og ved det sikre et mer effektivt produksjonsliv og bidra til økonomisk vekst. Det er imidlertid ikke et mål i seg selv å skape mest mulig transport. Til det er utfordringene og problemene knyttet til transporten for mange. Vegbyggingens betydning for endringer i transportomfanget og transportmiddelfordelingen berører derfor en diskusjon som har pågått i årtier.

Hovedproblemstillingen som Vegdirektoratet ønsker belyst i det prosjektet som ligger til grunn for denne rapporten, er *hvordan vegbygging virker inn på klimagassutslipp*. Vi har belyst den som tre deltemaer:

- Om, hvordan og i hvilken grad bedre vegstandard reduserer klimagassutslippene ved å gi *reduerte utslipp per kjørt vognkilometer*
- Om, hvordan og i hvilken grad bedre vegstandard *stimulerer til mer biltrafikk og dermed økte klimagassutslipp*
- Om, hvordan og i hvilken grad bedre vegstandard gir *klimagassutslipp som følge av bygging, drifting og vedlikehold av vegnettet*

Utslipp per kjørt vognkilometer

Litteraturen gir noe varierende svar på hva som er optimal hastighet med tanke på minimering av CO₂-utslipp per kjøretøykilometer. Det kan se ut som om hastigheter mellom 50 og 70 km/t er de helt optimale, men at kurven er relativt flat på hastigheter mellom 50 og 90 km/t.

Beregninger fra IEA tilsier likevel at man kan spare vesentlige CO₂-utslipp ved å redusere gjennomsnittshastighetene fra 90 til 70 km/t og fra 110 til 90 km/t. Dette kan ha vesentlig betydning for diskusjon av temaet i Norge. Noen vegprosjekter dreier seg her eksempelvis om å bygge om eksisterende tofelts hovedveger der gjennomsnittshastigheten ligger i overkant av 80 km/t (skiltet 80 km/t) til firefelts motorveger skiltet 90 eller 100 km/t. Andre prosjekter dreier seg om å utbedre

Rapporten kan bestilles fra:

Transportøkonomisk institutt, Gaustadalléen 21, NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00 Telefax: 22 60 92 00

standarden på tofeltsveger slik at hastighetsgrensen kan økes fra 70 til 80 km/t eller fra 80 til 90 km/t. Dersom vi anser 50 – 90 km/t som det optimale hastighetsrommet vil slike forbedringer av vegstandard ikke ha vesentlig innvirkning på klimagassutslipp. Dersom vi derimot, som IEA gjør, går ut fra at en økning fra for eksempel 70 til 90 km/t øker drivstofforbruket i personbiler med 23 prosent, må vi gjøre en annen vurdering. Dette gjelder i enda større grad om de reelle gjennomsnittshastighetene ligger over de skilte hastighetene.

Vår oppsummering av hastighetsendringer og klimagassutslipp framgår av tabell S1, og ligger til grunn for våre drøftinger av klimagassutslipp i rapporten.

Tabell S1: Hvilke hastighetsendringer som bidrar til endring i klimagassutslipp

Førhastighet	Etterhastighet	Endring bidrar til
0 – 40 km/t	50 – 70 km/t	Reduksjon i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	50 – 70 km/t	Ingen endring i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	80 – 90 km/t	Noe økning i CO ₂ -utslipp
70 – 80 km/t	90 km/t og over	Stor økning i CO ₂ -utslipp

Vi har ikke funnet studier som fokuserer spesifikt på hvordan vegstandard påvirker jevnhet i kjøring. Man er i studiene mer fokusert på føreratferd eller kjøreatferd generelt. Via litteraturen om kjøreatferd, kan vi definere innenfor hvilke intervaller jevnhet i kjøring kan bidra til redusert drivstofforbruk og CO₂-utslipp. Basert på dette, anser vi at jevnere kjøring muliggjort ved bedret vegstandard, isolert sett kan bidra til en utslippsreduksjon på mellom 5 og 15 prosent. Dette avhenger selvsagt mye av hva slags endringer i vegstandard det er snakk om.

Vi har benyttet HBEFAs (2004) 'Handbook Emission Factors for Road Transport' og modeller for å beregne drivstofforbruk for personbiler og tunge lastebiler i forskjellige situasjoner (motorveg 80 km/t og 100 km/t) med stigninger på +/- 0, 2, 4 og 6 prosent. Ifølge beregningene i denne modellen, øker drivstofforbruket og klimagassutslippene per kjøretøykilometer vesentlig med økende stigning, og spesielt for tunge lastebiler. Dette innebærer at man vil spare mye klimagassutslipp ved å redusere vertikalkurvaturen på en vegstrekning, eller å redusere hastigheten på strekninger med mye vertikalkurvatur.

Vegstandardens betydning for transportmengden og transportmiddelfordelingen

De teoretiske grunnene til at vegbygging bidrar til trafikkøkning ved at det blir hurtigere og/eller mer komfortabelt å kjøre, har lenge vært forstått. Grunnlaget er enkel økonomisk teori om tilbud og etterspørsel. Bedre veger gjør det lettere både å velge fjernere reisemål og foreta flere reiser, noe som i begge tilfeller bidrar til å øke transportomfanget. Dessuten forrykker vegutvidelser i områder med mye kø ofte konkurranseforholdet mellom bil og andre transportformer, slik at antall kjøretøyer på vegene også av denne grunn stiger.

Selv om de fleste menneskers trafikkatferd også legger vekt på andre forhold enn hvor lang tid det tar og hvor dyrt det er å reise til et reisemål eller med en

transportform, er det få, hvis overhodet noen, som overhodet ikke legger en viss vekt på slike kriterier. Teoriene om nyskapt og generert trafikk innebærer derfor ikke at mennesket betraktes som en ensidig homo oeconomicus, men er forenlige med teorier som legger vekt på andre motiver for menneskers handlinger enn økonomisk instrumentell rasjonalitet.

Oppsummert kan man ut fra teoretiske vurderinger forvente at vegutvidelser vil føre til generert og nyskapt trafikk ved å påvirke:

- rutevalget
- andelen som velger å reise i rushtiden
- transportomfanget
- transportmiddelfordelingen
- arealbruken (på lengre sikt)
- standarden på det kollektive transporttilbudet (på lengre sikt)

Av disse seks effektene, bidrar de fire siste til nyskapt trafikk, mens de to første bidrar til generert, men ikke nyskapt trafikk. Endringer i transportomfanget (lengre og/eller hyppigere turer) og transportmiddelfordelingen (høyere bilandel) skjer forholdsvis kort tid etter at vegkapasiteten er utvidet og forsterkes av langsiktige effekter – blant annet mer spredt arealbruk. Dette kan ha minst tre effekter som bidrar til økt biltrafikk. 1) Strukturen er totalt sett mer transportkrevende fordi avstandene er lengre, 2) den gjør det mindre attraktivt å gå og sykle, og 3) den er vanskelig å betjene effektivt kollektivt. Kombinasjonen av den kortsiktige overgangen fra kollektivtrafikk til bil, og den langsiktige arealstrukturendringen bidrar til å svekke inntjeningsevnen til kollektivtrafikken. Dette kan på sikt bidra til dårligere kollektivtilbud.

Det finnes etter hvert en betydelig empiri som dokumenterer at vegbygging som nedsetter reisetiden, ikke bare i teorien, men også i praksis bidrar til trafikkøkning. Dette gjelder særlig for vegutvidelser i byområder med mye kø, der vegutvidelser både bidrar til økt transportomfang og høyere bilandel av transporten. Men også for veger gjennom rurale områder vil økt vegstandard ofte bidra til trafikkøkning gjennom å stimulere til flere og lengre turer.

En rekke undersøkelser i Storbritannia og USA tyder på at vegbygging som reduserer reisetiden med 10 prosent typisk fører til en umiddelbar trafikkøkning på 3 – 5 prosent og på lang sikt en trafikkøkning på mellom 5 og 10 prosent. I købelastede områder ser 10 prosent økning av vegkapasiteten (målt i antall kilometer kjørefelt) ut til å gi kort- og langsiktige trafikkøkninger av samme størrelsesorden som for reduksjon av reisetid. En økning fra 4 til 6 felt (+ 50 prosent) vil i så fall gi en trafikkøkning på om lag 25 prosent på kort sikt og 50 prosent på lang sikt.

Klimagassutslipp ved bygging, drift og vedlikehold

Litteraturen om slike forhold er ikke imponerende stor. Tilgjengelige norske analyser antyder et samlet årlig utslipp av klimagasser (regnet som CO₂-ekvivalenter) på 21 tonn CO₂-ekvivalenter per kjørefeltkilometer ved bygging av en ”standard” firefeltsveg (dvs. med gjennomsnittlig andel tunneler, bruer og vegstrekninger i ”vanlig” lende). Beregnet levetid er da satt til 40 år. For en ”standard” tofeltsveg er tilsvarende tall 12 tonn CO₂-ekvivalenter per

kjørefeltkilometer; eller vel halvparten av utslippet fra bygging av hvert felt på en firefeltsveg.

Drift og vedlikehold av en tofelts veg er på tilsvarende måte antydnet å ha et gjennomsnittlig utslipp av 33 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per kjørefeltkilometer veg. Av dette stammer knapt 6 tonn fra drift og knapt 28 tonn fra vedlikehold. Drift og vedlikehold av firefeltsveger er på tilsvarende vis antydnet til 51,5 tonn årlig per kjørefeltkilometer. Andelen som stammer fra henholdsvis drift og vedlikehold antas å være som for tofeltsveger.

Transportmodeller og litteraturstudieresultater anvendt på SINTEF-liknende prototypesituasjoner

Forskere ved SINTEF besvarte for et par år siden en tilsvarende problemstilling som den vi har håndtert i dette prosjektet, med å erklære vegbygging som et godt virkemiddel for reduksjon av klimagassutslipp. Vi har tatt utgangspunkt i SINTEFs prototypesituasjoner i vårt arbeid. Tabell S2 oppsummerer våre funn, basert på litteraturstudier, analyser ved hjelp av den nasjonale transportmodellen og tilhørende regional transportmodell, samt enkle overslagsberegninger, i forhold til disse prototypesituasjonene.

Tabell S2: Resultater - i grove trekk - innenfor utredningens ulike temaer

Utredningstemaer		Fase 1: Litteraturstudier	Fase 2: Anvendelse av litteraturstudienes resultater på prototypeområder		
			Tiltak lokalt i storby	Tiltak lokalt i mindre byer/tettsteder	Tiltak intercity
1. Reduserte utslipp per vognkm pga bedre vegstandard		Usikker total effekt – reduksjon som følge av jevnere kjøring, møtes av økte utslipp som følge av økt hastighet	Reduksjon på kort sikt, stabile eller svakt økte utslipp på lang sikt	Situasjonsavhengig – fra ingen endring, via moderat økning til sterkt økte klimagassutslipp	Situasjonsavhengig – kan bli både reduserte og økte klimagassutslipp per kjøretøykm
2. Økt biltrafikk pga bedre vegstandard, via endret arealbruk og via endret transportmiddel-fordeling	på kort sikt (mindre enn fem år)	10 prosent redusert reisetid gir 3-5 prosent økt trafikk	Sterk økning i utslipp	Svak økning i utslipp	Svak økning i utslipp
	på lengre sikt (mer enn fem år)	10 prosent redusert reisetid gir 5-10 prosent økt trafikk	Sterk økning i utslipp	Svak økning i utslipp	Svak økning i utslipp
3. Endringer i klimagassutslipp på grunn av	vegbygging/ forbedring av vegstandard	12 tonn CO ₂ -ekvivalenter per kjørefeltkilometer for tofeltsveger og 21 tonn for firefeltsveger	Bidraget fra vegbyggingen er lite relativt til utslippene fra trafikken	Det relativt sett største bidraget til økte utslipp kommer her i stor grad fra tilrettelegging av bedre standard -	Bidraget til økte utslipp kommer her hovedsakelig fra vegbyggingen -
	Drift og vedlikehold av vegnettet på ny og evt. på eksisterende veg	33 tonn CO ₂ -ekvivalenter per kjørefeltkilometer for tofeltsveger og 52 tonn for firefeltsveger	Bidraget fra drift og vedlikehold er lite relativt til utslippene fra trafikken	- og fra driften av det utbedrede anlegget	- og driften

Vegbygging fungerer i ingen av eksempelsituasjonene som et tiltak som bidrar til å redusere klimagassutslippene. Vi hevder ikke at det ikke kan tenkes situasjoner der vegbygging kan ha en slik effekt – det kan f. eks. være tilfellet i situasjoner der en ny vegtunnel erstatter en bratt fjellovergang og reduserer kjørelengden (selv om selve vegbyggingen i en slik situasjon vil medføre betydelige utslipp). Etter vår vurdering vil imidlertid de situasjonene der vegbygging bidrar til å redusere klimagassutslippene klart høre til unntakene. I de fleste tilfellene vil bygging og vedlikehold av de nye eller forbedrede vegene, sammen med direkte og indirekte virkninger av nyskapt trafikk, bidra til å øke klimagassutslippene. I storby situasjoner vil økningene kunne bli betydelige hvis vegbyggingen medfører økt vegkapasitet i købelastede korridorer.

Summary:

Does road improvement decrease greenhouse gas emissions?

Road construction does little to combat climate change. A report from the Institute of Transport Economics in Norway (TØI) concludes that, largely speaking, CO₂ emissions increase with more road construction.

In Norway, a debate has been going on over the past couple of years about road improvement as an effective climate policy measure. In a report presented two years ago, it was concluded that greenhouse gas emissions in Norway would go down if the Norwegian road network were improved. This assertion has been reiterated in the political debate in Norway since it was published, while it has also been seriously challenged.

Increased emissions

Commissioned by the Norwegian Public Roads Administration, the Institute of Transport Economics (TØI) has examined this relationship and arrived at a different conclusion. Road construction, largely speaking, increases greenhouse gas emissions, mainly because an improved quality of the road network will increase the speed level, not least in the interval where the marginal effect of speed on emissions is large (above 80 km/h).

Emissions also rise due to increased volumes of traffic (each person travelling farther and more often) and because the modal split changes in favor of the private car, at the expense of public transport and bicycling.

Exceptions

In certain situations, there will be exceptions. One example could be when a road connection is built across a fjord to replace the existing ferry service. This can result in less emission. Building a tunnel that alleviates the need to climb the hill, can be another example – although the tunnel construction in itself might give rise to considerable amounts of emission. But those examples do not change the general conclusion: that road construction increases greenhouse gas emissions.

TØI's analysis of the main question is structured in Table 1, along with the literature and the lessons learned from some of our investigations. It is interesting to observe that all three prototype arenas show increasing emissions due to road-building and that this type of activity is therefore not a successful way of cutting back on emissions.

The main conclusion is that in most situations road construction and the maintenance of new and better roads will, together with direct and indirect consequences of induced traffic, result in increased greenhouse gas emissions. In the larger cities, in particular, increased road capacity will result in significantly increased emissions.

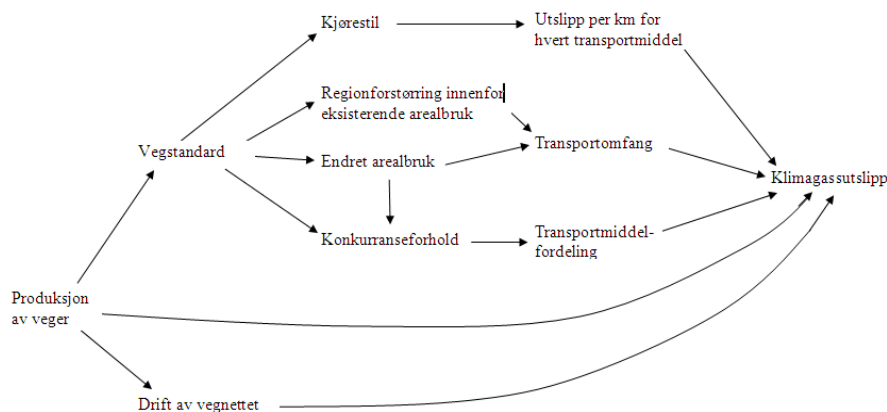
Topics to investigate		Phase 1: Literature studies	Phase 2: Use of the results from literature studies on prototype areas		
			Local measures in greater cities	Local measures in minor cities or towns	Measures intercity
1. Reduced emissions per vehicle km due to better road standard		Uncertain overall effect, i.e. reduction due to less aggressive driving, is challenged by increased emissions due to higher speed	Reduction in short time, stable or some increase in the long run	Depends on the situation, i.e. ranging from no change over moderate increase to strong increase of climate gas emissions	Depends on the situation, i.e. both reduction and growth of emissions per vehicle km can occur
2. Increased use of the car due to better road standard, change in both land-use and modal split	Short term (less than five years)	A 10 percent reduction in travel time gives 3-5 percent growth in traffic	Strong growth in emissions	Moderate increase in emissions	Moderate increase in emissions
	Longer term (more than five years)	A 10 percent reduction in travel time gives 5-10 percent growth in traffic	Strong growth in emissions	Moderate increase in emissions	Moderate increase in emissions
3. Changes in greenhouse gas emissions due to	Road construction/improvement	12 tons CO ₂ equivalents per kilometer of road for dual carriageway roads and 21 tons for four-carriageway roads	The emissions from road building are relatively modest compared to the emissions from traffic	Most of the emissions come from establishing better standard -	Most of the emissions come from establishing better standard -
	Operation and maintenance of the new road network and possibly also of the existing ones	33 tons CO ₂ equivalents per kilometer of road for two-carriageway roads and 52 tons for four-carriageway roads	The emissions from road building are relatively modest compared to the emissions from traffic	- and from operating and maintenance of the network	- and from operating and maintenance of the network

1 Bakgrunn og problemstillinger

Utbygging av transportinfrastruktur, herunder vegbygging, har til alle tider hatt som hovedformål å legge til rette for at handel med varer og kompetanse kan lettes – og ved det sikre et mer effektivt produksjonsliv og bidra til økonomisk vekst. Det er imidlertid ikke et mål i seg selv å skape mest mulig transport. Til det er utfordringene og problemene knyttet til transporten for mange. Vegbyggingens betydning for endringer i transportomfanget og transportmiddelfordelingen berører derfor en diskusjon som har pågått i årtier. Tradisjonelt har trafikkproblemene i den vestlige verden vært forsøkt løst ved å bygge nye veger, som kapasitetsutvidelser, omkjøringsveger og lignende. Teorien bak dette har vært at ny vegkapasitet gir bedre trafikkflyt, som igjen gir, blant annet, lavere tidsforbruk for trafikantene og mindre forurensing per kjørte kilometer (Owens 1995). Dette forutsetter imidlertid at vegbyggingen i seg selv ikke påvirker biltrafikkmengdene i vesentlig grad.

Etter hvert har man imidlertid blitt mer oppmerksomme på dynamikken i og mulighetene for å påvirke biltrafikkmengdene (Owens 1995, SACTRA 1994). State-of-the-art på dette feltet i dag anerkjenner gjensidige og dynamiske sammenhenger mellom utvikling av transportsystemene, arealutviklingen, endringer i reiseatferd og endringer i trafikkmengder, som illustrert i figur 1. Figuren tar bare for seg persontransport, men tilsvarende dynamikker vil kunne være til stede også når det gjelder godstransport. Både langsiktige og kortsiktige effekter, samt direkte og indirekte effekter må inkluderes i modellen. Systemet har en rekke feedbackeffekter, og, om man skulle regne på det, måtte man legge inn en rekke itereringer.

Figur 1: En generell modell for forståelse av utlysningens problemområde¹



¹ Som vedlegg 3 til denne rapporten er gjengitt en artikkel publisert i årets første nummer av PLAN (1/2009) som prøver å fange mange av elementene i figuren

Endringer i klimagassutslipp på grunn av transport – og som følge av tilrettelegging for transport - kan skje ved

- a) endringer i utslipp per kilometer som personer eller gods beveger seg med den enkelte transportform (enhetsutslipp)
- b) at endringer i vegtilbudet gir endringer i kjørte kilometer med ulike transportmidler, som følge av
 - endringer i hvor langt personer og gods forflytter seg (transportmengde)
 - overgang mellom transportformer med ulike gjennomsnittlige utslipp per kilometer personer eller gods beveger seg (transportmiddelfordeling)
- c) endringer som følge av produksjon og drift av veganlegg

Dessuten er den allmenne samfunnsutviklingen en viktig faktor. Endringer i transportetterspørsel har sin årsak i endringer i inntekter, endringer i bilhold², endringer i deltakelse i arbeidslivet samt utvikling i antall bosatte og arbeidsplasser i et område.

Det er derfor ved enhver undersøkelse en utfordring å skille de forskjellige effektene av vegbygging på biltrafikkmengder fra andre variable som bidrar til vekst i biltrafikkmengdene. Dette er en utfordring også for oss når vi skal søke å klarlegge hva den eksisterende litteraturen innenfor hovedproblemstillingen har å fortelle.

I overensstemmelse med figur 1, er **hovedproblemstillingen** som Vegdirektoratet ønsker belyst, **hvordan vegbygging virker inn på klimagassutslipp**. Ulike årsak-virkningsmekanismer kan lanseres – og vi har valgt å gi dem en tredeling:

1. Om, hvordan og i hvilken grad bedre vegstandard reduserer klimagassutslippene ved å gi **reduerte utslipp per kjørt vognkilometer**. Grunnleggende her er en antakelse om at bedring av vegstandard (kortere, rettere og flatere veier, jevnere kjøring, mer optimale hastigheter) kan gi lavere klimagassutslipp fra kjøretøyene per kjørte kilometer.³ Bedre vegstandard omfatter, slik vi vil definere det, både bygging av nye lenker, utbedring av eksisterende veier og kapasitetsøkninger
2. Om, hvordan og i hvilken grad bedre **vegstandard stimulerer til mer biltrafikk** og dermed økte klimagassutslipp. Antakelsene er her flere:
 - At **bedre veier og kortere reisetid med bil kan bidra til vekst i biltrafikken**, og dermed større klimagassutslipp på grunn av lengre totale reiselengder (antall km), når personer lettere kan velge reisemål som ligger lenger unna
 - At vegbygging kan føre til **endret arealbruk** med endringer i omfanget av biltrafikk som mulig konsekvens

² Bilholdet kan også endre seg som følge av at vegbygging gir økte bruksmuligheter for bil, og hvis eksempelvis vegbygging gir økt biltrafikk som igjen fører til dårligere kollektivtransporttilbud

³ SINTEF (Knudsen og Bang 2007) har sett på ”rette og kortere” veg og utelatt ”flatere veier” fordi modellverktøyet de benyttet ikke var egnet til det siste

- At vegbygging kan føre til **endret transportmiddelfordeling** ved at det relative reisetidsforholdet mellom transportmidlene endres – en sammenheng som først og fremst må antas å opptre i større byer og tettsteder
3. Om, hvordan og i hvilken grad bedre vegstandard gir **klimagassutslipp som følge av bygging, drifting og vedlikehold av vegnettet**. Bedre vegstandard inkluderer her, som ovenfor, både utbedring av eksisterende veger, kapasitetsøkninger og bygging av nye veglenker

Vi behandler disse problemstillingene ved i kapittel 3 å gi en oversikt over hva litteraturen forteller om spørsmålet *Gir bedre vegstandard reduserte klimagassutslipp per kjøretøykm?* I kapittel 4 går vi nærmere inn på problemstillingen *Gir bedre vegstandard økt biltrafikk, og dermed økte klimagassutslipp?* Mens vi i kapittel 5 drøfter spørsmålet *Gir bedring av vegstandard økte klimagassutslipp på grunn av bygging, drift og vedlikehold av nye veger?* I kapittel 6 presenterer vi modellberegninger for to eksempelsituasjoner ved hjelp av den nasjonale og de regionale transportmodellene, mens vi i kapittel 7 foretar en sammenfattende drøfting av rapportens hovedspørsmål: *Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?*

2 Framgangsmåte

Den mest tids- og kostnadseffektive måten å belyse våre problemstillinger har vi ansett vil være å gjennomføre et tofasert arbeidsopplegg; hvor *første fase* består i å foreta søk etter og gjennomgang av litteratur innenfor de ulike deltemaer som problemstillingen rommer – og som er punktfestet i kapittel 1. I *fase 2* av utredningen vil vi så anvende våre funn fra litteraturgjennomgangen på ulike eksempelkontekster. Grunnleggende for dette valget er en ganske velbegrunnet antakelse om at alle de mekanismene som er beskrevet i kapittel 1, sannsynligvis er virksomme i større eller mindre grad i forskjellige kontekster. Effektene av vegbygging (og bedre veger) for klimagassutslippene vil dermed trolig variere avhengig av kontekst. Dette gjelder både hvor svingete og dårlige, eventuelt købelastede vegene er i førsituasjonen, og potensialet for nyskapt trafikk på kort og lang sikt; presset på transportsystemet generelt, arealbruksstruktur, tetthet, faktiske konkurranseforhold mellom transportmidler, alternative reisemål med mer. Det er likeså trolig at hvorvidt klimagassutslipp på grunn av bygging, drift og vedlikehold av vegene vil utgjøre en vesentlig andel av klimagassutslippene i et 20-års eller 50-årsperspektiv, vil avhenge sterkt av årsdøgntrafikken (ÅDT). De tre årsak-virkningsmekanismene presentert innledningsvis, bør dermed beskrives for forskjellige kontekster og tilgjengelig litteratur drøftes i forhold til slike. SINTEF-rapporten (Knudsen og Bang 2007) opererer med tre prototypesituasjoner som vi generelt sett anser som en rimelig tilnærming. Vi velger å betegne våre tre drøftingskontekster som:

- Tiltak lokalt i storby
- Tiltak lokalt i mindre byer/tettsteder
- Tiltak intercity

Som allerede nevnt, vil vi presisere vegstandard til å omfatte så vel vegstandard i tradisjonell forstand (bredde, aksestrykk, overflatebehandling, kurvatur, stigningsforhold, osv) som kapasitet. Forståelsen av vegstandard som kapasitet vil vi anta først og fremst har aktualitet i konteksten ”tiltak lokalt i storby”, mens det er vegstandard som vegstandard i tradisjonell forstand som vil drøftes i de to andre kontekstene.

Vi har valgt å utrede de tre hovedspørsmålene lansert i kapittel 1 uavhengig av hverandre, for så å gjennomføre en diskusjon om hvor sterkt hver av dem gjør seg gjeldende i forskjellige kontekster, og dermed om bedring av vegstandard fører til økte eller reduserte klimagassutslipp i forskjellige kontekster.

Fase 1

I litteraturstudien har vi gjennomført litteratursøk, både i vitenskapelig litteratur (peer reviewed artikler og lignende), i publikasjoner fra forskningsinstitutter her i landet og i utlandet som ikke har vært undergitt fagfelleevaluering samt av ulike

utredninger om vegplaner og andre arealplaner. Vi har søkt etter litteratur som omhandler problemstillingene generelt og sammenhengene beskrevet i figur 1 foran, både litteratur som anser at slike sammenhenger eksisterer og litteratur som bestrider slike sammenhenger.

Som del av litteraturstudien, har vi diskutert hvilke av sammenhengene som anses som mest troverdige, hvilke man kan anse som sterke og viktige (de har stor effekt) og hvilke som er av mindre betydning, samt i hvilke kontekster de forskjellige mekanismene vil ha effekt.

Fase 2

Her har vi for det første anvendt resultatene fra våre litteraturstudier på våre tre kontekster. Samtidig har vi illustrert betydningen av vegstandard (så vel i betydningen standard som kapasitet) ved å tilrettelegge for bruk av den nasjonale transportmodellen (NTM5) og den regionale transportmodellen (RTM) for flere regioner. Modellkjøringene gir oss muligheter for analyse av våre problemstillinger som følge av

- nye eller forbedrede veger; hvor lengde, skiltet hastighet, antall felt, vegtype e.l er endret fra basisalternativet
- endringer i kollektivtilbudet i form av frekvens på eksisterende linjer, tidsbruk eller stoppmønster på eksisterende linjer, samt eventuelt introduksjon av nye linjer

Etter å ha gjennomført litteratur- og empiristudiene som beskrevet over, skal vi være i stand til å diskutere alle rutene i tabell 1 nedenfor innenfor rammen av våre problemstillinger. Tabellens prototypeområder viser til områdetypene anvendt i SINTEF-studien ”Miljømessige konsekvenser av bedre veier” (Knutson og Bang 2007). Resultatet er presentert til slutt i rapportens kapittel 7.

Tabell 1: Oversikt over utredningstemaer samt studiens faseinndeling av arbeidsoppgavene

Utredningstemaer		Fase 1: Litteraturstudier	Fase 2: Anvendelse av litteraturstudienes resultater på prototypeområder		
			Tiltak lokalt i storby	Tiltak lokalt i mindre byer/tettsteder	Tiltak intercity
1. Reduserte utslipp per vognkm pga bedre vegstandard					
2. Økt biltrafikk pga bedre vegstandard, via endret arealbruk og via endret transportmiddelfordeling	på kort sikt (mindre enn fem år)				
	på lengre sikt (mer enn fem år)				
3. Endringer i klimagassutslipp på grunn av	vegbygging/forbedring av vegstandard				
	Drift og vedlikehold av vegnettet på ny og evt. på eksisterende veg				

Forholdet mellom persontransport og godstransport vil måtte vies oppmerksomhet først og fremst i de prototypesituasjonene hvor forholdet mellom disse transportformene er spesielt avvikende fra det ”normale”. Generelt er det slik at persontransporten på veg står for 75 prosent av CO₂-utslippene, mens godstransporten står for 25 prosent. De senere årene har veksten i godstransport på veg vært større enn veksten i persontransport på veg. Vi vil anta at tiltak i alle tre kontekstene vil kunne ha betydning for godstransportens utslipp, mens det for persontransporten kanskje vil være større variasjon i betydningen av tiltakene i de ulike kontekstene.

I sammenstillingen vil vi diskutere i hvilken retning de forskjellige mekanismene trekker i de forskjellige kontekstene, og hvor sterkt hver av dem virker. Dermed bør vi også kunne si noe om hvorvidt bedret vegstandard sannsynligvis gir økte eller reduserte klimagassutslipp i de forskjellige kontekstene.

I diskusjonene, og ikke minst i konklusjonene, vil vi legge vekt på å beskrive hvor de største usikkerhetene og avhengighetene (av gitte forutsetninger) ligger, og hvilke slutninger og konklusjoner man kan og ikke kan trekke på grunnlag av det gjennomførte arbeidet.

3 Gir bedre vegstandard reduserte klimagassutslipp per kjøretøykm?

Endringer i enhetsutslipp kan skje ved at:

- kjøretøyteknologien eller kjøretøyene endrer seg; at kjøretøyene blir tyngre eller lettere, at motorene forbruker mer eller mindre drivstoff, at motorene bruker andre drivstoff
- at kjøreatferden endrer seg; at førerne kjører mer økonomisk, uavhengig av bil og vegstandard, eller
- at vegstandarden endres; stigninger, svinger, lyskryss, kø etc.

Spørsmålene som skal besvares her er om, hvordan og i hvilken grad endring av vegstandard bidrar til reduksjon av klimagassutslippene ved å gi reduserte klimagassutslipp per kjørte kjøretøykilometer (kjtkm). Bedret vegstandard omfatter, slik vi definerer det, både bygging av nye lenker, utbedring av eksisterende veger og kapasitetsøkninger. Her ser vi bort fra eventuell trafikkøkning på grunn av bedret vegstandard. Dette spørsmålet tas opp i kapittel 4.

Hvordan bedret vegstandard påvirker klimagassutslippene, og hvilken effekt forbedringen har, antas å variere med i hvilken kontekst den gjennomføres. Virkningene antas å være forskjellig i storby, i mindre byer/tettsteder og på veger utenfor by- og tettstedsområder (intercity). Innenfor disse kategoriene vil det også finnes en rekke forskjellige situasjoner. Virkningene antas også å variere med hvilken situasjon som finnes før tiltaket iverksettes, og selvsagt med hvilke tiltak for bedring av vegstandarden som gjennomføres.

Det er hovedsakelig tre måter endring av vegstandard kan føre til reduksjon i klimagassutslipp per kjtkm. Disse er:

- endring av gjennomsnittshastighet mot optimal hastighet med tanke på minimering av CO₂-utslipp per kjtkm
- endring mot jevnere kjørehastighet; færre akselerasjoner og nedbremsinger, mindre start og stopp
- redusert andel av en vegstrekning med utpreget vertikalkurvatur, dvs redusert bratthet

Disse endringene kan opptre via flere forskjellige mekanismer, som vi vil komme tilbake til.

Vi diskuterer først sammenhengene mellom forskjellige typer endringer som gjennomsnittshastighet, jevnhet i hastighet og vertikalkurvatur og endring i klimagassutslipp per kjtkm. Deretter diskuterer vi om, hvordan og i hvilken grad bedret vegstandard i form av ny veg, utbedret veg eller kapasitetsutviding i noen valgte eksempelsituasjoner - storby, mindre by/tettsted, intercity - bidrar til at hver av de forskjellige endringene skjer. På bakgrunn av dette diskuterer vi om,

hvordan og i hvilken grad forbedret vegstandard bidrar til reduksjon i klimagassutslipp per kjtkm.

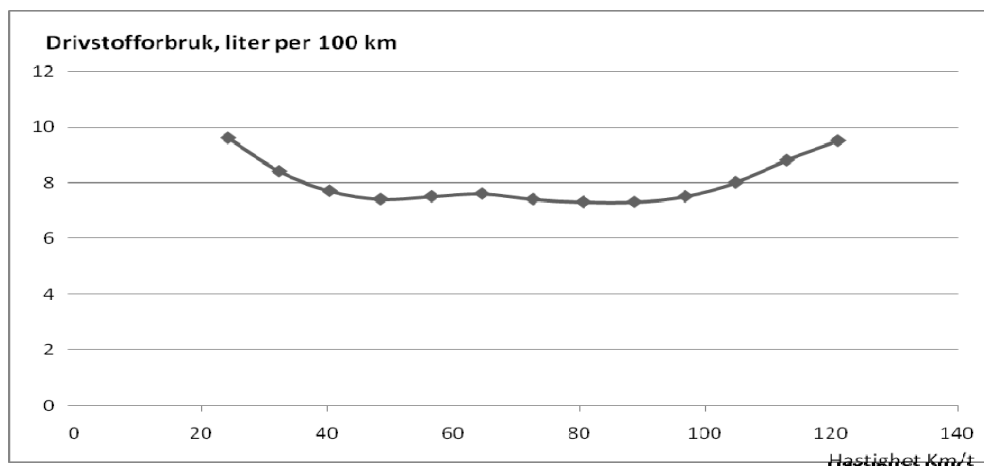
Sammenhenger mellom kjørehastighet og klimagassutslipp per kjtkm

Drivstofforbruket vil variere med kjørehastigheten, av flere grunner. De to viktigste faktorene er motordesign (hvilke hastigheter motorene er optimalisert for) og luftmotstand (såkalt 'drag'). CO₂-utslippene fra biltrafikken følger drivstofforbruket. Jo høyere drivstofforbruk, jo høyere CO₂-utslipp – gitt bruk av samme drivstoff.

I litteraturen finnes det en rekke diskusjoner om hva som er optimal hastighet med tanke på drivstofforbruk og klimagassutslipp. Her vil vi redegjøre kort for hva som synes å være den rådende oppfatning om dette, og hva som ser ut til å være de største usikkerhetene.

Hovedinntrykket etter vår litteraturgjennomgang er at kjøring i hastigheter mellom ca 50 km/t og ca 90 km/t anses som optimalt med tanke på å minimere CO₂-utslipp per kjtkm. Dette synes å stamme fra undersøkelser gjennomført ved Oak Ridge National Laboratory (West et al. 1999), oppdatert i 2003. 2003-undersøkelsen er basert på registrert drivstofforbruk for ni biler ved 'normal' kjøring⁴. Både det Internasjonale energibyrået (IEA 2005), det amerikanske energidepartementet (2009) og andre ser ut til å basere sine anbefalinger på denne kilden.⁵

Figur 2: Hvordan fart påvirker drivstoff-forbruk. Figuren er basert på data fra Oak Ridge National Laboratory (2003), referert i (IEA 2005)



⁴ De ni bilene var personbiler og lette lastebiler, produsert i 1988 – 1997.

⁵ Kurvene vi har funnet i litteraturen for hastighet, drivstofforbruk og CO₂-utslipp er ganske annerledes enn dem SINTEF har brukt. Deres kurver stiger ikke med økende hastighet. I den litteraturen vi har studert, bestrides SINTEFs kurver både logisk og empirisk (gjennomførte målinger, ikke modellering). SINTEF-studien refererer ikke til det vitenskapelige grunnlaget for kurvene, men oppgir (slik vi forstår det) modellverktøyet AIMSUN som kilde for drivstofforbruket lagt inn i modellen (Knudsen og Bang 2007:14).

I litteraturen fremkommer det flere grunner til å nyansere dette bildet. Selv om kurven i figur 2 er ganske flat mellom 50 og 90 km/t, har IEA (2005:104) beregnet (basert på Oak Ridge National Laboratory 2003 og flere andre kilder) at en fartsreduksjon fra for eksempel 100 til 80 km/t gir relativt store besparelser i drivstofforbruk. For amerikanske personbiler er reduksjonen beregnet til 22,7 prosent og for tunge kjøretøyer til 11,4 prosent (disse tallene gjelder for jevn kjøring). En reduksjon fra 90 til 70 km/t og fra 110 km/t til 90 km/t gir omtrent de samme besparelsene (se tabell 2).

Tabell 2: Reduksjon av drivstofforbruk på grunn av redusert hastighet (IEA 2005)

Results of steady state speed reduction						
Percentage reduction in fuel consumption at steady speed reduction of 20 kph						
Reduced speed	70 kph	80 kph	90 kph	95 kph	100 kph	110 kph
Original speed	90 kph	100 kph	110 kph	115 kph	120 kph	130 kph
US passenger car	22.9	22.7	22.3	22.0	21.7	21.1
ROW light-duty passenger	21.4	21.3	21.1	20.9	20.7	20.2
Light goods vehicle	20.8	20.8	20.6	20.5	20.3	19.8
Heavy goods vehicle	10.8	11.4	11.9	12.0	12.2	12.5
Percentage reduction in fuel consumption at steady speed reduction to 90 kph						
Reduced speed	90 kph	90 kph	90 kph	90 kph	90 kph	90 kph
Original speed	90 kph	100 kph	110 kph	115 kph	120 kph	130 kph
US passenger car	0.0	12.0	22.3	26.9	31.1	38.7
ROW light-duty passenger	0.0	11.3	21.1	25.5	29.6	37.0
Light goods vehicle	0.0	11.0	20.6	25.0	29.0	36.4
Heavy goods vehicle	0.0	6.0	11.9	14.7	17.5	22.8

Wang et. al. (2008) gjennomførte undersøkelser hvor de målte drivstofforbruk i 10 biler som kjørte under varierende forhold og i varierende hastighet. De kom fram til at 50 – 70 km/t er optimal hastighet med tanke på drivstofforbruk. I et notat fra United States Government Accountability Office (2008) oppsummeres flere undersøkelser om optimal hastighet med tanke på drivstofforbruk for 13 forskjellige bilmodeller (modeller fra 1988 – 2005⁶). Disse viser at optimal hastighet varierer fra 25 – 55 mph (eller ca 40 – 90 km/t).

Haworth og Symmons (2001) refererer i sin litteraturstudie en rekke undersøkelser som har kommet fram til noe varierende resultater når det gjelder optimal hastighet med tanke på minimering av drivstofforbruk og CO₂-utslipp (alle undersøkelsene her refererer til kjøring i jevn hastighet). Haworth og Symmons refererer Walsh (1999) som refererer Lines og Morgan (1992), som fant at drivstofforbruket var 4,2 prosent lavere ved kjøring i 50 km/t enn ved 60 km/t, og 14,5 prosent lavere ved kjøring i 40 km/t enn ved 60 km/t. Samaras et. al. (1998) kom fram til at 80 km/t var optimal hastighet.

Haworth og Symmons (ibid) diskuterer også hvorvidt det er riktig å måle drivstofforbruket i situasjoner med fri flyt, eller om man heller bør måle i normalsituasjoner med mer variasjon i kjørehastigheten. Slike variasjoner forekommer både fordi man justerer farten på grunn av hindringer som trafikklys

⁶ I denne oppstillingen er det ingen tendenser i forhold til årsmodell og optimalhastighet

og svinger (i bygater), andre biler på vegen og annet. De viser også at en stor andel av bilistene ikke overholder fartsgrensene. Dette bidrar til fartsendringer blant annet fordi man må forholde seg til andre bilister som faktisk overholder fartsgrensene. Akselerasjoner er drivstoffkrevende, og de øker med størrelsen på hastighetsendringen. En rekke undersøkelser viser at optimal hastighet er lavere når man tar dette med i betraktningen, enn når man ikke gjør det. Blant annet viste en undersøkelse i Queensland, Australia (Meers and Roth 2001), at en reduksjon av fartsgrensene fra 60 km/t til 50 km/t ga en reduksjon i CO₂-utslipp på ca 5 prosent. En svensk undersøkelse (Ministry of Transport and Communications 1997) viste at selv om jevn kjøring i 30 km/t medfører høyere drivstofforbruk enn i 50 km/t, vil en reduksjon av fartsgrensen fra 50 til 30 km/t i et boligfelt/bystrøk medføre en liten nedgang i CO₂-utslipp. Dette skyldes at man bruker mindre drivstoff ved start og stopp, svinger etc. ved 30 km/t enn ved 50 km/t. I følge Advocates for Highway Safety (1995) øker drivstofforbruket med ca 50 prosent når hastigheten økes fra ca 90 km/t til 120 km/t i normale motorvegsituasjoner.

Litteraturen gir altså noe varierende svar på hva som er optimal hastighet med tanke på minimering av CO₂-utslipp per kjtkm. Det kan se ut som om hastigheter mellom 50 og 70 km/t er de helt optimale, men at kurven er relativt flat på hastigheter mellom 50 og 90 km/t.

Beregningene fra IEA (2005) tilsier likevel at man kan spare vesentlige CO₂-utslipp ved å redusere gjennomsnittshastighetene fra 90 til 70 km/t og fra 110 til 90 km/t⁷. Dette kan ha vesentlig betydning for vår videre diskusjon. Noen vegprosjekter i Norge dreier seg eksempelvis om å bygge om eksisterende tofelts hovedveger der gjennomsnittshastigheten ligger i overkant av 80 km/t (skiltet 80 km/t) til firefelts motorveger skiltet 90 eller 100 km/t. Andre prosjekter dreier seg om å utbedre standarden på tofeltsveger slik at hastighetsgrensen kan økes fra 70 til 80 km/t eller fra 80 til 90 km/t. Dersom vi anser 50 – 90 km/t som det optimale hastighetsrommet vil slike forbedringer av vegstandarden ikke ha vesentlig innvirkning på klimagassutslipp. Dersom vi derimot, som IEA gjør, går ut fra at en økning fra for eksempel 70 til 90 km/t øker drivstofforbruket i personbiler med 23 prosent, må vi gjøre en annen vurdering. Dette gjelder i enda større grad om de reelle gjennomsnittshastighetene ligger over de skiltede hastighetene.

Med bakgrunn i dette, vil vi i diskusjonen videre gå ut fra at dersom endringer i vegstandard medfører endringer fra svært lave hastigheter til hastigheter i intervallet 50 km/t til 70 km/t, regnes dette å bidra til reduksjon av klimagassutslipp (i de fleste situasjoner). Der hastigheten i både før- og ettersituasjonen ligger i intervallet 50 – 70 km/t regner vi at klimagassutslippene ikke påvirkes. Dersom bedring av vegstandard bidrar til økning i hastigheter fra 50 – 70 km/t i førsituasjonen til 80 – 90 km/t, anser vi at dette bidrar til noe økning i klimagassutslippene. Om farten i ettersituasjonen blir 90 km/t eller høyere, mens den i førsituasjonen er 70 – 80 km/t, anser vi at denne endringen bidrar til store økninger i klimagassutslipp. Dette er oppsummert i tabell 3.

⁷ Vi refererer reelle hastigheter. Reelle hastigheter og skiltede hastigheter er ikke nødvendigvis like. Vi går ikke inn på diskusjonen om hvor store forskjellene er, hva de kan skyldes og hvordan de kan motvirkes.

Tabell 3: Hvilke hastighetsendringer som bidrar til endring i klimagassutslipp

Førhastighet	Etterhastighet	Endring bidrar til
0 – 40 km/t	50 – 70 km/t	Reduksjon i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	50 – 70 km/t	Ingen endring i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	80 – 90 km/t	Noe økning i CO ₂ -utslipp
70 – 80 km/t	90 km/t og over	Stor økning i CO ₂ -utslipp

Sammenhenger mellom jevnhet i kjøring og klimagassutslipp per kjtkm

Jevnhet i kjøring dreier seg om mengde og størrelse på akselerasjoner og retardasjoner. Mange faktorer påvirker jevnheten i kjøringen, som kjørestil og vær, men også vegstandard. I bygater og boligområder kan dette dreie seg om kryssituasjoner, tilstedeværelse av fotgjengere og syklist, fartshumper, variasjon i fartsgrenser og at man hindres av andre biler. På landevegen dreier det seg hovedsakelig om endring av fartsgrenser, og at man må justere farten i forhold til andre bilister. På veier av svært lav standard kan svært krappe svinger, svært smal kjørebane, svært dårlig vegdekke etc. bidra til mange nedbremsinger og tilhørende akselerasjoner.

Vi har ikke funnet studier som fokuserer spesifikt på vegstandard og jevnhet i kjøring. Man er i studiene mer fokusert på føreratferd eller kjøreatferd. Via litteraturen om kjøreatferd kan vi definere innenfor hvilke intervaller jevnhet i kjøring kan bidra til redusert drivstofforbruk og CO₂-utslipp.

Under overskrifter som "Eco-driving" og "Drive Smart" er det de senere årene gjennomført en rekke diskusjoner og teoretiske beregninger, men få empiriske undersøkelser så vidt vi kjenner til, om hvordan hastighet, jevnhet i kjøring etc. påvirker energiforbruk og klimagassutslipp i vegtransporten. SINTEFs utredning (Knudsen og Bang 2007), som det refereres til i utlysningen, er en av disse. Her er det gjennomført mikrosimuleringer for å belyse spørsmålet. Videre diskuterer International Energy Agency (2005) en rekke tiltak som bidrar til optimalisering av hastighet og kjørestil, og forventede effekter av dette.

En IEA-studie (2005) oppsummerer at 'økokjøring' kan bidra til at enkeltsjåfører reduserer drivstofforbruket med 10 – 20 prosent. International Transport Forum (2008) oppsummerer i sine 'Research Findings' at endret kjørestil blant sjåfører i retning av økokjøring, kan bidra til reduksjoner i forbruk av drivstoff og utslipp av klimagasser på 5 – 15 prosent. Barth og Boriboonsomsin (2009) rapporterer om reduksjon i CO₂-utslipp på 10 – 20 prosent i forhold til det normale når førerne fikk beskjed underveis om trafikksituasjonen, slik at de kunne tilpasse seg denne. I en gresk studie ble drivstofforbruket til bussjåfører som hadde deltatt i et kurs om økonomisk kjøring, redusert med gjennomsnittlig 10,2 prosent (Zarkadoula et. al 2007).

Haworth og Symmons (2001) tok i sin litteraturstudie også for seg hvordan endring i kjørestil kan påvirke drivstofforbruket. I undersøkelser hvor endringer i drivstofforbruket ble målt, fant man forskjeller mellom 'vanlig kjøring' og

økokjøring på 10 – 13 prosent (Wilbers 1999, Johannson 1999, Smith og Cloke 1999 – alle referert i Haworth og Symmons 2001). Fartsendringer vil ofte ha mindre konsekvenser (i seg selv) med tanke på økning i klimagassutslipp ved kjøring i lave enn i høye hastigheter. Dette skyldes at de totale fartsendringene ofte er mindre ved lavere enn ved høyere fart.

Basert på dette, anser vi at jevnere kjøring muliggjort ved bedret vegstandard, kan bidra til en utslippsreduksjon på mellom 5 og 15 prosent. Dette avhenger selvsagt mye av hva slags endringer i vegstandard det er snakk om.

Sammenhenger mellom vertikalkurvatur og klimagassutslipp per kjtkm

Forbedret vegstandard kan medføre endringer i vertikalkurvatur. Selv om man bruker mindre drivstoff i nedoverbakker enn på flat veg, og det er like mange biler som kjører oppover en bakke som nedover den samme bakken, vet vi at drivstofforbruket reduseres når vegen blir flattere. Det koster mer ekstra drivstoff å kjøre oppoverbakke enn man sparer i nedoverbakke. Flattere veger innebærer at man får færre stigninger, mindre bratte stigninger og/eller mindre andel av vegen med stigning.

Vi har benyttet HBEFAs (2004) 'Handbook Emission Factors for Road Transport' og modeller for å beregne drivstofforbruk for personbiler og tunge lastebiler i forskjellige situasjoner (motorveg 80 km/t og 100 km/t) med stigninger på +/- 0, 2, 4 og 6 prosent. I vedlegg 1 er det oppgitt drivstofforbruk i forskjellige situasjoner.

I tabell 4 har vi, med grunnlag i data i vedlegg 1, oppsummert den prosentvise økningen i drivstofforbruk i de to forskjellige motorvegsituasjonene for passasjerbiler og lastebiler. Vi har regnet ut den prosentvise forskjellen mellom kjøring på flat vei og kjøring på vei med vertikalkurvatur, og tatt hensyn til at kjøretøyer bruker mer drivstoff i oppoverbakke og mindre drivstoff i nedoverbakke. Den følgende ligningen skal beskrive hvordan de prosentvise endringene i drivstofforbruk er beregnet.

$$\text{Prosentvis endring} = (D_{\text{stigning}+} - D_{\text{flat}}) - (D_{\text{flat}} - D_{\text{stigning}-}) \times 1/D_{\text{flat}} \times 100, \text{ hvor}$$

D = drivstofforbruk er hentet fra tabell i vedlegg 1. $D_{\text{stigning}+}$ er drivstofforbruk ved positiv stigning og $D_{\text{stigning}-}$ er tilsvarende ved negativ stigning.

Tabell 4: Prosentvis endring i drivstofforbruk ved forskjellig stigning for motorveger skiltet 80 km/ og 100 km/t. Basert på data fra HBEFA (2004)

Type bil	Stigning	H80	H100
Personbil	+/- 2 %	9 %	8 %
Personbil	+/- 4 %	18 %	31 %
Personbil	+/- 6 %	40 %	45 %
Tung lastebil	+/- 2 %	26 %	23 %
Tung lastebil	+/- 4 %	125 %	105 %
Tung lastebil	+/- 6 %	233 %	219 %

Merk at modellen justerer farten på bilene, slik at de kjører fortere i nedoverbakke og saktere i oppoverbakke, og dermed at hastigheten ikke er jevn. Dette slår til dels noe merkelig ut når det gjelder hastigheten på de tunge lastebilene, som i tabellen jevnt over holder høyere hastighet på motorveg skiltet 80 enn 100 km/t.

Ifølge beregningene i denne modellen, øker drivstofforbruket og klimagassutslippene per kjtkm vesentlig med økende stigning, og spesielt for tunge lastebiler. Dette innebærer at man vil spare, isolert sett, mye klimagassutslipp ved å redusere vertikalkurvaturen på en vegstrekning.

Dette har også innflytelse på hvordan man vurderer hastighet og klimagassutslipp. Ifølge profilen for personbiler, bør hastigheten settes lavere jo større stigning det er på vegen for å redusere økningen i drivstofforbruk per kjtkm på grunn av stigning. Profilen for tunge lastebiler kan se ut til å peke i motsatt retning. Når vi går inn i tabellen i vedlegg 1, ser vi imidlertid, som allerede nevnt, at modellen har kommet fram til at lastebilene holder lavere hastigheter på 100 km/t-veg enn på 80 km/t-veg. Dermed bekrefter tallene for tunge lastebiler at hastigheten bør senkes når stigningen øker, om man ønsker å redusere klimagassutslippene per kjtkm.

Om, hvordan og i hvilken grad bedret vegstandard bidrar til reduserte klimagassutslipp per kjtkm

Når vi skal diskutere hvordan endret vegstandard påvirker klimagassutslipp per kjtkm, må vi ta utgangspunkt i noen definerte før- og ettersituasjoner. Vi har sagt at vi skal se på situasjoner lokalt i storby, lokalt i mindre byer/tettsteder og på strekninger mellom byer/tettsteder (iltak intercity). Innenfor disse kategoriene finnes svært forskjellige situasjoner. I storby kan vi velge å diskutere motorveg, bygate, boliggate og en rekke variasjoner innenfor disse. I småby/tettsted kan man se på by- og boliggate inne i byen, på hovedveger internt i byen eller på omkjøringsveger. Innenfor kategorien intercity kunne vi studert førsituasjoner som for eksempel svært svingete, smale og bratte veger, firefelts motorveger med fartsgrense 100 km/t og en rekke varianter innenfor dette intervallet.

Vi velger imidlertid å studere de samme typer veger som Knudsen og Bang (2007) gjorde i sin diskusjon av miljømessige konsekvenser av bedre veger. Beskrivelse av situasjonene finnes i hvert delkapittel nedenfor.

Igen minner vi om at diskusjonene nedenfor kun dreier seg om endringer i utslipp per kjtkm. Vi tar ikke (her) stilling til om endringene i vegstandard bidrar til endringer i trafikkmengder (kjtkm). Dette omtales andre steder i rapporten; først og fremst i kapittel 4.

Intercity

Her benytter vi et eksempel som Knudsen og Bang (2007) har kalt alternativ 1. I førsituasjonen er dette en smal, svingete tofeltsveg som passerer gjennom to tettsteder. Fartsgrensen varierer mellom 50 og 70 km/t, men på fem steder er vegen så svingete at hastigheten må senkes til ca 40 km/t. Seks steder på strekningen er vegen så smal at farten må reduseres til 30 km/t om man møter en

bil. Årsdøgntrafikken (ÅDT) er satt til 2.100 kjt/d. I ettersituasjonen er vegen rettet ut og lagt om slik at den går utenom tettstedene, og fartsgrensen er satt til 80 km/t. Vi vil diskutere denne situasjonen i forhold til endringer i jevnhet i kjøring og i forhold til endring i gjennomsnittshastighet.

Gjennomsnittshastigheten vil i førsituasjonen ligge i intervallet 50 – 70 km/t. Selv om farten må senkes til 40 km/t i svingene, og til 30 km/t om man skulle møte noen på de smaleste partiene, er strekningene med jevn kjøring i 50 og 70 km/t lange nok til at gjennomsnittshastigheten sannsynligvis havner i dette intervallet. I ettersituasjonen vil gjennomsnittshastigheten sannsynligvis ligge i overkant av 80 km/t. Dermed kommer vi fram til at endringer i gjennomsnittshastighet på grunn av bedret vegstandard her vil bidra til noe økning av klimagassutslippene.

Jevnheten i kjøringen vil bedres ved en slik endring, i hvert fall for den delen av trafikken som i ettersituasjonen velger å benytte den nye vegen. Deler av trafikken vil høyst sannsynlig benytte den gamle vegen også i ettersituasjonen, fordi det er langs den gamle vegen lokale aktiviteter som boliger og arbeidsplasser er lokalisert. I førsituasjonen ligger de fleste av hindringene som krever nedbremsing til 40 km/t og noen ganger til 30 km/t i en 50 km/t-soner, noe som bidrar til at fartsendringene ikke blir store. Dermed har det heller ikke store konsekvenser for endringer i klimagassutslippene.

Når vi vurderer disse effektene opp mot hverandre; noe økte klimagassutslipp per kjtkm på grunn av økt gjennomsnittshastighet og noe reduserte klimagassutslipp per kjtkm på grunn av jevnere kjøring for den delen av trafikken som velger å bruke den nye vegen i ettersituasjonen, er det vanskelig å si hvorvidt nettoeffekten vil være økt eller redusert utslipp av klimagasser. I noen situasjoner vil bedringen av vegstandard i slike tilfeller bidra til reduserte klimagassutslipp per kjtkm, i andre tilfeller til økte utslipp per kjtkm.

I mindre by/tettsted

Her benytter vi et eksempel som Knudsen og Bang (2007) har kalt alternativ 2. I førsituasjonen er dette en relativt brukbar tofeltsveg som går gjennom to tettsteder. Hastigheten er skiltet til 60 og 70 km/t, og 50 km/t gjennom tettstedene. ÅDT er satt til 12-14.000 kjt/d. Det er tidvis dårlig framkommelighet og tidvis køkjøring, men uten at trafikken stopper helt opp. Vegen erstattes av en firefelts veg med motorvegstandard som går utenom tettstedene, og som er skiltet til 80 km/t. Vi vil også se på en situasjon hvor vegen skiltes 100 km/t, siden vi anser også det som et sannsynlig scenario.

I førsituasjonen vil gjennomsnittshastigheten ligge i intervallet 50 – 70 km/t over størsteparten av døgnet. Slik caset er beskrevet, vil man i perioder av døgnet ha redusert framkommelighet på deler av strekningen, men det er lite sannsynlig at gjennomsnittshastigheten blir liggende på under 50 km/t på strekningen for en vesentlig del av ÅDT. Gjennomsnittshastigheten i førsituasjonen ligger dermed i det mest optimale fartsintervallet for mesteparten av trafikken på vegen. I ettersituasjonen er den nye firefeltsvegen skiltet 80 km/t, i henhold til Knudsen og Bangs beskrivelse. Om fartsgrensen faktisk overholdes, slik at gjennomsnittshastigheten på vegstrekningen blir ca 80 km/t, medfører den forbedrede vegstandard bare en mindre økning i CO₂-utslipp per kjtkm på

grunn av endret gjennomsnittshastighet for den delen av trafikken som velger å benytte den nye vegen. For den delen av trafikken som fortsatt bruker den gamle vegen, vil det ikke bli endringer i gjennomsnittsfart som gir endringer i klimagassutslipp per kjtkm.

Om den nye vegen i stedet skiltes 100 km/t, noe som også kan være sannsynlig med rådende norsk hastighetsgrenseregime, vil bedre vegstandard bidra til en stor økning av klimagassutslippet per kjtkm (i overkant av 30 prosent i følge IEA, se tabell 2) på grunn av endret gjennomsnittshastighet. Dette forverres om gjennomsnittshastigheten på den nye vegen ligger over den skilte farts grensen på 100 km/t. Dette gjelder kun den del av trafikken som velger å benytte den nye vegen.

Jevnheten i kjøringen kan bli forbedret når man - som i dette caset - forbedrer vegstandard. I førsituasjonen hadde vegen tidvis dårlig framkommelighet, men i hovedsak uten at trafikken stoppet opp. Det vil variere hvor store deler av trafikkarbeidet som vil foregå i 40 km/t eller lavere hastighet i en førsituasjon som den beskrevet her, men langvarige køsituasjoner i så lave hastigheter, og ved så ujevn kjøring som slike situasjoner tilsier, er en sjeldenhet i mindre byer og tettsteder i Norge. Situasjoner med tett trafikk, hvor kjøringen blir ujevn fordi sjåførene må forholde seg til annen trafikk på vegen, er en annen situasjon. I førsituasjonen beskrevet her, vil nok større deler av trafikkarbeidet utføres under slike forhold enn under forhold med saktegående kø. I førsituasjonen er det også hyppige skifter av farts grenser, noe som vil bidra til akselerasjoner og retardasjoner. Hvor store utslag dette vil gi på drivstofforbruket, kommer an på kjørestilen. I ettersituasjonen medfører de ganske store akselerasjonene som må til når bilene skal kjøre ut på hovedvegen, til økning i klimagassutslipp per kjtkm. På selve vegen vil ikke jevnheten i kjøring påvirkes av kø, andre biler eller endringer i farts grenser, idet vegen legger til rette for jevn kjøring. Også for den delen av trafikken som fortsatt benytter den gamle vegen, må kjøringen antas å bli jevnere.

Fra et av delkapitlene foran vet vi at jevnere kjøring kan medføre reduksjon av klimagassutslipp i intervallet 5 – 15 prosent for den delen av trafikken som tidligere foregikk som ujevn kjøring på grunn av kø og tett trafikk. I dette caset ligger reduksjonen sannsynligvis i øvre del av dette intervallet. Dersom gjennomsnittshastigheten økes fra 50 – 70 km/t til 80 km/t (som forutsatt av Knudsen og Bang) bidrar dette til en økning i CO₂-utslipp per kjtkm på ca 10 prosent i følge tabell 2. Om hastigheten økes til 100 km/t, er økningen i utslipp per kjtkm på mer enn 30 prosent, ifølge samme tabell.

I det første tilfellet (80 km/t) kan bedret vegstandard føre til ingen endring, eller til en mindre økning i CO₂-utslipp per kjtkm (økning fordi en større andel av trafikkarbeidet vil gjennomføres i høyere gjennomsnittshastighet enn andelen som vil få vesentlig jevnere kjøring). I det siste tilfellet (100 km/t) kan bedret vegstandard føre til en stor økning i CO₂-utslipp per kjtkm.

I storby

Her benytter vi et eksempel som Knudsen og Bang (2007) har kalt alternativ 3. I førsituasjonen har vi en overbelastet firefelts bymotorveg som er innfartsåre til en stor by (som Oslo). ÅDT er på 50 – 55.000 kjt/d. Trafikksituasjonen er preget av køer og store forsinkelser (i rushtiden, går vi ut fra, siden trafikken flyter fint over størstedelen av døgnet selv på de tyngste trafikkkårene inn og ut av Oslo). Det er mange av- og påkjørsler. Vegen er skiltet 70, 80 og 90 km/t. I ettersituasjonen er det lagt inn et ekstra felt. Det er ikke lagt inn endringer i fartsgrensene.

Diskusjon av dette caset kan ikke gjennomføres uten at man tar hensyn til nyskapt trafikk (økning i antall kjtkm) som skapes og tillates på grunn av kapasitetsutvidelsen (se diskusjonen i kapittel 4). I en bysituasjon med stort press på trafikksystemet og kø i rushtiden, vil utviding av vegkapasiteten bidra til redusert reisetid med bil (i en periode) og dermed til at biltrafikken vinner markedsandeler på bekostning av kollektivtrafikk, sykkel og gange. Biltrafikken øker, og man vil raskt være tilbake i en situasjon med kø i rush, men hvor køen er ett felt bredere enn før (av mange mulige referanser velger vi her å vise til Downs 1962, som forklarer mekanismene på en grundig og logisk måte). Denne mekanismen er diskutert grundig annet sted i denne rapporten (kapittel 4). Ifølge Downs kan reisetid i by kun reduseres ved at reisetiden med kollektivtrafikk reduseres, slik at kollektivtrafikken konkurrerer med bilen på mange reiser. Da oppnår man både redusert reisetid for dem som benytter kollektivtransport, og redusert reisetid for dem som fortsatt bruker bil (og som vil oppleve mindre kø og forsinkelser).

Downs diskuterte kun framkommelighet for bytransport, og ikke forurensing eller klimagassutslipp. Vi kan likevel bruke hans logikk til å trekke den slutningen at økt vegkapasitet i en situasjon som beskrevet her, ikke vil gi reduserte klimagassutslipp per kjtkm (på noe sikt), men økte klimagassutslipp totalt på grunn av økte antall kjtkm med bil. Forbedret kollektivtrafikk vil både gi reduserte klimagassutslipp per kjtkm (på grunn av bedre flyt) og færre kjtkm (på grunn av overgang fra bil til kollektivtrafikk).

Dette betyr, som Knudsen og Bang (2007) også kom fram til, at reduserte CO₂-utslipp per kjtkm på grunn av bedret vegstandard i større byer med press på trafikksystemet ikke er en reell mulighet på noe lengre sikt. Her tar vi også med i betraktningen at dersom man øker kapasiteten for eksempel på motorvegen i en by, vil det med stor sannsynlighet oppstå en rekke andre forsinkelser andre steder i systemet (lavere grads ringveger, indre by, sentrum, avkjøringer, påkjøringer...) som ikke har fått utvidet kapasitet for å møte presset på grunn av økt kapasitet på motorvegen. Vi understreker derfor konklusjonen til Knudsen og Bang om at slik kapasitetsutvidelse i vegsystemet i større byer vil gi økte klimagassutslipp per kjtkm.

Vertikalkurvatur

I alle situasjoner er det slik at dersom forbedring av vegstandarden innebærer at vertikalkurvaturen jevnes ut, vil det bidra til å redusere klimagassutslipp per kjtkm.

Konklusjoner

Basert på litteraturgjennomgangen og eksempeldiskusjonene ovenfor, kommer vi fram til at forbedringer av vegstandard i de fleste tilfeller vil bidra til økning i drivstofforbruk og klimagassutslipp per kjtkm. Dette gjelder i større grad jo høyere fart man bygger for. Bygging av motorveger som skiltes 90 eller 100 km/t vil klart bidra til økte klimagassutslipp per kjtkm. Det samme vil være resultatet ved bygging av høystandard tofeltsveger hvor hastighetsgrensen etter standardhevingen økes til 90 km/t. Flatere veger gir reduserte utslipp per kjtkm.

4 Gir bedre vegstandard økt biltrafikk, og dermed økte klimagassutslipp?

Dette kapittelet skal presentere resultatene av en gjennomgang av litteratur som forsøker å besvare spørsmålet om, og i hvilken grad, utvidet vegkapasitet bidrar til mer trafikk⁸. Det skal vi gjøre ved først å presentere det teoretiske grunnlaget for denne type spørsmål, og deretter vise til en del av det empiriske materialet som etter hvert finnes.

Direktøren for den transportpolitiske organisasjonen The Surface Transport Policy Project, Roy Kienitz, har sammenliknet det å utvide vegene for å redusere kjøproblemer med å kurere fedme ved å løsne på beltet. Transportplanleggere har imidlertid nølt med å akseptere denne innsikten, som utfordrer selve grunnlaget for forestillingen om at man ved vegbyggingsprosjekter kan redusere kjøproblemene (Noland & Lem 2002:17). Det amerikanske vegdirektoratet avviser for eksempel ikke at nyskapt trafikk kan forekomme, men skriver på sin hjemmeside at betegnelsen nyskapt trafikk ”ofte misbrukes til å framstille det som om økning i kapasiteten på hovedvegene er direkte skyld i trafikkøkninger”. De skriver videre (i et avsnitt om sammenheng mellom vegutbygging og byspredning) at ”sammenhengene mellom transportinfrastrukturforbedringer og arealbruk er ytterst komplekse og *enda* dårligere forstått enn virkningene på transportatferden” (kursivering tilføyd) (Federal Highway Administration 2009). Denne setningen reiser tvil om eksistensen av den langsiktige nyskapt trafikk og antyder (ved bruk av ordet ”enda”) at også de umiddelbare trafikkskapende effektene av økt vegkapasitet er tvilsomme. Det amerikanske vegdirektoratet skriver videre at den delen av trafikkøkningen på en ny eller utvidet hovedveg som skyldes forflytning av trafikk fra andre veger, motsvares av en tilsvarende trafikknedgang på disse vegene, og at nettoeffekten i form av trafikkmengde på regionalt nivå (antall kjøretøykilometer) er minimal. En implisitt forutsetning her er at forflytningen av trafikk vekk fra de mindre vegene ikke gir tilstrekkelig økt framkommelighet på disse vegene til at det oppstår nyskapt turer eller overgang fra andre transportmidler til bil. Samlet innebærer de omtalte formuleringene at selv om eksistensen av nyskapt trafikk ikke avvises direkte, skapes det et inntrykk av at eventuelle årsakssammenhenger mellom vegutbygging og økt trafikk er usikre og at effektene er små, sammenliknet med den ”naturlige” trafikkveksten.

⁸ Noe av den teoretiske og empiriske litteraturen omtaler vegtransport generelt, uten å differensiere mellom transport av personer og varer. I den grad litteraturen skiller mellom gods- og persontransport, er fokuset nesten utelukkende på persontransporten. Det er likevel grunn til å tro at også godstransporten vil bli påvirket av de samme mekanismene som gjelder for persontransport – i hvert fall når det gjelder turhyppighet og transportlengder. Når det gjelder transportmiddelfordeling, er valgmulighetene trolig mer begrenset for gods- enn for persontransport, selv om man kan tenke seg at vegforbedringer som forkorter transporttiden med lastebil, f. eks. mellom Østlandet og Vestlandet, kan påvirke hvor mye av godstransporten som skjer på veg og med bane.

Teoriene om generert og nyskapt trafikk har imidlertid vært kjent lenge. Nesten 50 år er gått siden Anthony Downs (1962) publiserte artikkelen ”The law of peak-hour expressway congestion”. Teoriene er utdypet og videreutviklet av bl.a. Thomson (1977), Mogridge (1985, 1997) og Litman (2001, 2009). Den trafikkskapende effekten av bedre veger handler grunnleggende om at *avstandsfriksjonen* blir redusert. Begrepet avstandsfriksjon henviser til den hindringen som oppstår fordi steder, gjenstander eller mennesker er romlig atskilt: bevegelse medfører en omkostning (Lloyd og Dicken 1977). Teoretiseringen omkring avstandsfriksjon har røtter tilbake til pionerer innen regionaløkonomi og transportgeografi som Johann Heinrich von Thünen (1842), Alfred Weber (1909) og Walter Christaller (1933/1966).

Den teoretiske forståelsen av de atferdsmekanismene som bidrar til generert og nyskapt trafikk er ifølge Noland & Lem (2002) veletablert. I våre dager er det ikke særlig vanlig å finne akademiske forskningsstudier som avviser at økt vegkapasitet i områder med trengsel bidrar til mer trafikk. Fram til for 10-15 år siden fantes det riktignok lite empirisk dokumentasjon av eksistensen av generert og nyskapt trafikk eller hvor sterke disse effektene er. Man kunne derfor lenge med en viss rett hevde at teoriene om generert og nyskapt trafikk manglet empirisk belegg. Slik er situasjonen imidlertid ikke lenger. Siden siste halvdel av 1990-årene er det publisert en rekke studier som viser klart at vegbygging som gir bedre framkommelighet på vegnettet fører til generert og nyskapt trafikk, og at disse effektene kan være betydelige, særlig på lang sikt og i områder der det i utgangspunktet er trengsel på vegene.

Vi har i dette kapitlet særlig trukket veksler på to omfattende litteraturgjennomganger, utført av Noland & Lem (2002) og Litman (2009). Vi vil også gjengi forskningsresultater omtalt i en oversiktsartikkel av Jespersen (2008), samt resultater fra en del enkeltstående studier.

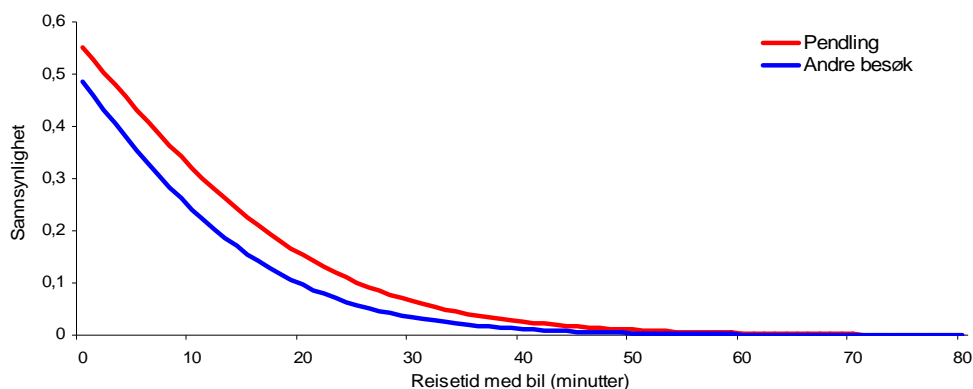
Litman (2009) skjelner mellom *generert* og *nyskapt* (indusert) trafikk. Generert trafikk er stigning i rushtidstrafikk (antall kjøretøyturer) på en gitt strekning som følge av økt vegkapasitet. Den genererte trafikken omfatter trafikkøkning som både skyldes endret reisetidspunkt, endret rutevalg, endret transportmiddelvalg, endret reisemål og endret reisehyppighet. Noe av den genererte trafikken er trafikk som ikke medfører et større samlet antall kjøretøykilometer innenfor den aktuelle transportkorridoren, men som flyttes romlig og tidsmessig fra andre veger og andre klokkeslett. Den genererte trafikken består imidlertid også av nyskapt trafikk. Litman (ibid.) definerer nyskapt trafikk som ”økning i samlet antall kjøretøykilometer som følge av vegforbedringer som øker kjøretøyturenes antall og lengde, men som ikke omfatter trafikk flyttet fra andre tidspunkter eller ruter”.

I forhold til problemstillingen om hvorvidt bedre veger bidrar til lavere utslipp av klimagasser er det særlig den nyskapte trafikken som er relevant. Men også de øvrige delene av den genererte trafikken har betydning, ettersom trafikk som er flyttet fra andre veger eller tidspunkter fører til at antall kjøretøyer på den nye eller utvidete vegen blir høyere enn hvis trafikkøkningen bare bestod av den nyskapte trafikken, og dermed til at kjøreforholdene i rushtiden kan bli mindre optimale og eventuelt med høyere utslipp av klimagass per kjørt kilometer.

Nyskapt trafikk skyldes at nye veger med større kapasitet og bedre kjørekomfort bidrar til å øke den samlede framkommeligheten langs vegnettet i en

transportkorridor. Noe av den økte kapasiteten fylles som nevnt opp av biler som tidligere kjørte langs andre ruter eller på andre tidspunkter. Men denne romlige og tidsmessige forflytningen av trafikk fører samtidig til at det blir mindre trafikk på de vegene og tidspunktene trafikken flyttes fra, og eventuelle køproblemer på disse vegene reduseres derfor til å begynne med. Når den samlede framkommeligheten i en transportkorridor øker, synker de generaliserte reisekostnadene (særlig tidsforbruket) ved å reise en bestemt strekning i denne korridoren. Det betyr at man for samme generaliserte reisekostnader kan reise lengre. Økt vegkapasitet vil derfor bidra til at folk i større grad velger fjernere reisemål. Innenfor en byregion vil dette f. eks. medføre at folk i større grad velger arbeidssted uavhengig av hvor i byregionen boligen ligger, og omvendt. Tilsvarende gjelder på regionalt nivå hvis den forbedrede vegstandard fører til at reisetidene reduseres. Økt vegstandard som forbedrer framkommeligheten (enten det skyldes forbedret linjeføring eller kapasitetsutvidelse som reduserer trengsel), bidrar derfor generelt til *regionforstørring*. Forståelsen av dette begrepet er nettopp at forbedring av og nybygging i vegnettet åpner for at den enkelte kan nå lenger på samme tid, og derfor har en sannsynlighet for å velge målpunkter lenger unna som tidligere ikke var aktuelle i samme grad. Hvis eksempelvis reisetiden til regionsenteret reduseres, øker sannsynligheten for arbeidspendling og andre ærend eller besøk. Det er størst økning i sannsynligheten dess kortere reisetiden er, slik figur 3 nedenfor fra en nylig publisert TØI rapport antyder (Engebretsen 2008).

Figur 3: Sannsynligheten for pendling og andre ærend/besøk til regionsenter - etter reisetid med bil (fra bosted til regionsenteret). Gyldighet for regionsentre (tettsteder) med minst 1 000 innbyggere. Hele landet. (Kilde: Figur 2.3 i TØI rapport 978/2008, Engebretsen)



Killer (2009) har undersøkt hvordan pendlingsregionene i Sveits har endret seg i perioden 1970-2005. Det har skjedd en markant regionforstørring i denne perioden, og antall pendlere (definert som personer bosatt i en annen kommune enn der de arbeider) så vel som reiselengden de tilbakelegger mellom bolig og arbeidssted, er økt markant. Økningen i pendlingsomlandenes størrelse skyldes ifølge Killer en rekke ulike sosiodemografiske, økonomiske og romlige faktorer, der endret tilgjengelighet som følge av endringer i transportinfrastruktur og arealbruk framstår som en av de viktigste. Arealbruksendringer har skapt større avstander mellom boliger og arbeidsplasskonsentrasjoner, mens utbygging av

transportinfrastrukturen har gjort det lettere å overvinne disse avstandene (og lagt til rette for ytterligere spredning av boligbebyggelse og arbeidsplasser).

Med mindre kollektivtrafikken benytter de samme kjørebane som bilene⁹, vil økt framkommelighet for biltrafikken dessuten bety at bilen styrker sin konkurranseposisjon overfor kollektivtrafikken når det gjelder reisetid. Dette fører til at en del trafikanter som har mulighet for å velge mellom bil og kollektivtrafikk, endrer transportmåte fra kollektivtransport til bil. Siden antall kjøretøyer som trengs for å frakte et visst antall passasjerer, er betydelig høyere for biltrafikken enn for kollektivtrafikken, betyr en slik forflytning av reisende fra kollektiv til bil at trafikkmengden (målt som antall kjøretøyer) stiger.

Økt transportomfang – nyskapt trafikk

Foran nevnte vi at nyskapt trafikk ikke bare består av at antall kjøretøyer stiger som følge av at en del trafikanter går over fra transportmidler med mange (kollektivtransport) til få (personbiler) reisende per kjøretøy, men også i at selve transportomfanget (målt i personkilometer eller tonnkilometer gods) stiger. Dette skjer dels ved at folk foretar motoriserte turer som ellers ikke ville blitt gjennomført, f. eks. hyppigere innkjøpsturer eller turer til fritidsaktiviteter som det tar kortere tid å reise til etter vegforbedringen. Noen har dessuten pekt på at motorveger og omkjøringsveger som avlaster byer og tettsteder fra gjennomfartstrafikk, kan gjøre det mer attraktivt å handle eller bruke fritidsfasiliteter i disse byene og tettstedene, og dermed øke den lokale trafikken til disse stedene (Coleman 2001).

I tillegg til økt turhyppighet, vil økt vegkapasitet ofte gjøre det lettere å besøke fjernere reisemål. En del av den nyskapte trafikken skyldes derfor at folk foretar lengre turer, f. eks. fordi de i stigende grad velger andre steder å arbeide, gjøre innkjøp, drive med fritidsaktiviteter osv. enn dem som ligger nærmest boligen. Innenfor en gitt fysisk-romlig struktur velges altså lokaliteter mer og mer uavhengig av hverandre. Dette er den aksjonsradiusforstørrelsen som inntreffer umiddelbart etter at vegkapasiteten utvides (og i de nærmeste årene etterpå). Det skjer forholdsvis hurtig en utvidelse av "travel to work area", butikkers geografiske kundeomland osv. når økt vegkapasitet reduserer reisetidene. Vegkapasitetsutvidelsen fører altså til at en gitt romlig konfigurasjon av boliger, arbeidsplasser, servicetilbud osv. utnyttes mindre "effektivt", sett ut fra et mål om å minimere transporten. Til gjengjeld øker folks valgmuligheter, i hvert fall blant de mobile befolkningsgruppene. Forbedret vegstandard gjør det lettere for folk som bor i et bestemt lokalsamfunn, å benytte seg av jobbtillbud og fasiliteter innenfor en større radius. På den andre siden kan reduserte reisetider gjøre det mer attraktivt for folk bosatt andre steder å søke arbeid i vedkommende lokalsamfunn, og dermed skape større konkurranse om de lokale jobbene. For befolkningsgrupper med lav mobilitet (f.eks. personer som er avskåret fra å bruke bil) kan forbedringen i vegstandard på denne måten gi reduserte valgmuligheter.

⁹ Hvis biltrafikken og kollektivtrafikken (her: busser) bruker de samme kjørefeltene, vil køproblemer for biltrafikken også ramme kollektivtrafikken, og økt framkommelighet for bilene vil også gi økt framkommelighet for busstrafikken.

I tillegg til å forstørre folks aksjonsradius innenfor en gitt romlig fordeling av fasiliteter, bidrar bedre veger også til å gjøre områder i større avstand fra eksisterende konsentrasjoner av boliger og arbeidsplasser aktuelle som henholdsvis arbeidsplass- og boligområder. På litt lengre sikt kan vegkapasitetsutvidelser dermed bidra til en mer spredt bebyggelsesstruktur, som i neste omgang krever mer transport. Særlig kan denne langsiktige tendensen til økt transportomfang være betydelig i områder der den regionale styringen av arealbruken er svak (Noland & Lem 2002; Litman 2009). Det er for øvrig ikke bare for veger at økte reisehastigheter bidrar til lengre reiser. Det samme gjelder for forbedringer i det kollektive transportsystemet som nedsetter reisetidene – både innenfor eksisterende romlige strukturer og i form av bidrag til spredning av nybyggingen.

De ulike formene for generert og nyskapt trafikk bidrar alle til at nyanlagte eller utvidete veganlegg får mer trafikk, særlig i områder der det er et betydelig befolkningsgrunnlag. I situasjoner der vegutbyggingen har hatt som formål å redusere trengsel, betyr dette at den forbedringen i reisehastighet som kapasitetsutvidelsen i utgangspunktet skaper, gradvis reduseres etter hvert som vegen tiltrekker mer trafikk. Et viktig poeng her er at nyskapningen og genereringen av trafikk kan forventes å bli størst i de områdene der det i utgangspunktet er mye kø, dvs. i større byområder. I slike områder vil den umiddelbare forbedringen i framkommelighet som vegbyggingen gir, hurtig fortape seg. Samfunnsøkonomiske vurderinger av vegutbygging i byområder som ikke tar hensyn til generert og nyskapt trafikk, vil derfor gi en betydelig overvurdering av prosjektenes nytte (og dessuten undervurdering av kostnader i form av trafikkrelaterte miljøulemper).

Ytterligere en effekt av vegutvidelser fortjener oppmerksomhet: Generert trafikk som følge av utvidet vegkapasitet (særlig i korridorer inn mot sentrum av et byområde) forverrer ofte køproblemerkene i enden av den nye vegen, siden en økt trafikkmengde her må fordele seg på et gatenett med knapp og uendret kapasitet (Stopher 2004; Litman 2009). I forhold til klimagassdiskusjonen, betyr dette en økning i trafikk med stort energiforbruk og høye utslipp av klimagasser per kjørt kilometer. Den (ofte midlertidige) reduksjonen i utslipp per kilometer vegen gir på selve den nyanlagte vegstrekningen, vil derfor hurtig bli motvirket av effekten av slike ”nedstrøms kødannelser”. Denne motsatte effekten kommer i tillegg til de økte klimagassutslippene som nyskapt trafikk bidrar med i form av økt antall kjøretøykilometer, og den reduksjonen i kjøretøyenes energieffektivitet som generert trafikk fører til langs selve den nye vegstrekningen, sammenliknet med en situasjon uten generert trafikk.

Teoretisk er det ingen grunn til å tro at sammenhengene mellom vegkapasitet og trafikkmengde ikke også vil være til stede hvis vegkapasiteten *reduseres*. I gjennomgangen nedenfor av empirisk dokumentasjon av generert og nyskapt trafikk vil vi derfor også ta med noen eksempler på studier av generert og nyskapt trafikkreduksjon i situasjoner der kapasiteten på kjørevegnettet på ulike måter er blitt redusert.

Hva viser så empiriske studier om sammenhenger mellom kapasitetsutvidelser (og hastighetsendringer) og trafikkvekst?

I 1994 publiserte den britiske Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment (SACTRA) en litteraturoversikt om vegbygging og generert og nyskapt trafikk. SACTRA er det offentlig utnevnte rådgivningsorganet for den britiske regjeringen om investeringer i hovedvegbygging. SACTRA konkluderte med at ”nyskapt trafikk kan forekomme og gjør det også i praksis, sannsynligvis i ganske betydelig omfang, selv om størrelsen og betydningen trolig varierer mye under ulike omstendigheter.” (SACTRA 1994, sitert fra Noland & Lem 2002:7). De konkluderte også med at omfanget av nyskapt trafikk ville være størst i situasjoner der vegnettet ble utnyttet opp mot kapasitetsgrensen, fordi folks følsomhet for framkommelighet da er størst.

Noland & Lem (2002) har vurdert kunnskapsstatus om nyskapt trafikk basert på en gjennomgang av forskning utført i Storbritannia og USA. De konkluderer med at denne forskningen gir en sterk dokumentasjon av at ny transportkapasitet skaper økt trafikk, både i form av kortsiktige effekter og som resultat av langsiktige endringer i arealbruksmønstre (ibid., s. 1).

I *Storbritannia* har den empiriske forskningen på dette området ifølge Noland & Lem foregått i mer enn 70 år. Disse eldre studiene (bl.a. Jorgensen 1947 og Lynch 1955) tyder på at det er en trafikkskapende effekt av økt vegkapasitet. Selv om forskerne sammenliknet trafikkmengder før og etter vegbygging og forsøkte å kontrollere for andre påvirkningsfaktorer ved å korrigere for den ”normale” trafikkveksten i de aktuelle transportkorridorene, gir disse studiene ikke grunnlag for å trekke sikre konklusjoner, ettersom de ikke er eksplisitt i stand til å vise at forskjellen i trafikkvekst skyldes at vegkapasiteten ble utvidet. Også de studiene som SACTRA (1994) bygde på, er noe mangelfulle, siden de – i likhet med de eldre britiske studiene – bygde på trafikktellinger som registrerte endring i antall kjøretøyer som passerte bestemte punkter, men som ikke var i stand til å fange opp om det også ble flere lengre turer. Denne mangelen kan føre til en undervurdering av hvor mye nyskapt trafikk som oppstår. I gjennomsnitt viste SACTRAs tall at den faktiske trafikken det første året etter åpning av vegene, var 10 prosent høyere enn prognostisert. Noe av dette avviket mellom faktisk og prognostisert trafikk kan på, den annen side, skyldes undervurdering av hvor stor den økonomiske veksten ville bli i perioden mellom planlegging og åpning av de undersøkte vegene (Noland & Lem ibid., s. 6).

Både SACTRA (1994) og Goodwin (1996) har brukt en indirekte metode for å forsøke å kvantifisere hvor stor økning i trafikken en gitt innsparing i reisetid bidrar til. Ved å bygge på tidligere undersøkelser av priselastisitet for bensin, og kombinere dette med en antakelse om hvor mye hvert minutt innspart tid blir verdsatt til, kom Goodwin (1996) fram til at 10 prosent redusert reisetid ville bidra til mellom 4,5 og 9 prosent økt trafikk på den aktuelle strekningen. Noland & Lem (2002; s. 7) resonnerer seg til at trafikkøkningen som følge av en gitt reduksjon i reisetid vil være høyere i USA enn i Storbritannia, siden bensinprisen er mye lavere i USA og reisetiden derfor utgjør en høyere andel av de generaliserte reisekostnadene. Basert på denne tankegangen kommer de fram til at 10 prosent reduksjon av reisetiden i USA kan forventes å føre til en trafikkøkning på 5,6 prosent på kort sikt og en økning på 11,8 prosent på lang sikt.

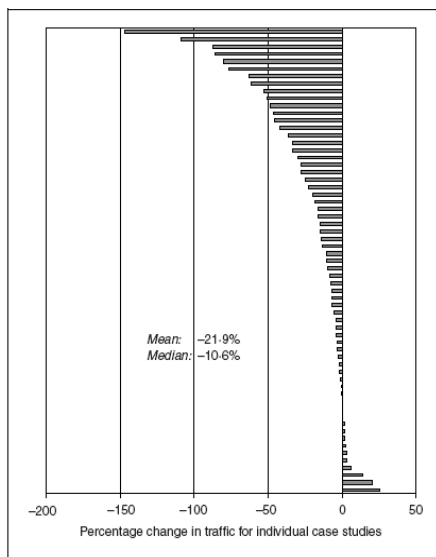
I en fersk undersøkelse av samme type har Hanly, Dargay & Goodwin (2008) beregnet elastisitetene mellom reisetid og antall biler til mellom -0,5 og -1,0. Dette innebærer at 10 prosent redusert reisetid vil gi 5 til 10 prosent trafikkøkning.

Cairns et al. (1998, gjengitt fra Noland & Lem 2002) benytter en helt annen tilnærming for å se på vegkapasitetens betydning for trafikkvolumet. I stedet for å undersøke trafikkendringer etter bygging av nye eller større veger, har Cairns og hennes kolleger sett på trafikkutviklingen etter at vegkapasiteten er blitt midlertidig eller varig *redusert*; f. eks. som følge av jordskjelv eller andre naturkatastrofer, på grunn av vedlikeholdsarbeid, eller som ledd i etablering av gågatestrøk i bysentre. Hovedkonklusjonen deres, basert på mer enn 40 slike tilfeller i ulike land, er at det ikke oppstod trafikkaos selv om vegkapasiteten ble redusert. I stedet ble det samlede trafikkvolumet i de aktuelle områdene redusert.

Cairns et al. har senere (2002) utvidet studien med ytterligere cases. I tillegg har de intervjuet mer enn 200 transportplanleggere og -forskere fra ulike land om erfaringer med trafikkutviklingen i tilfeller der vegkapasiteten er blitt redusert. Mer enn 90 prosent av disse ekspertene kjente til eksempler på omdisponering av vegareal (kjørebaner eller hele veger) til andre formål (f. eks. bussfelt eller gågate) der dette "tilsynelatende" eller "avgjort" var gjennomført "uten å forårsake problemer av betydning for trafikken generelt" (Cairns et al. 2002, s. 14). I motsetning til dette, hadde mindre enn en fjerdedel hørt om tilfeller der reduksjon av vegkapasiteten tilsynelatende hadde ført til langvarige trafikkproblemer, og bare 7 prosent mente at det avgjort fantes slike tilfeller. Blant de 63 tilfellene av redusert vegkapasitet som ble analysert i oppfølgingsstudien, ble trafikkmengden i områdene omkring stedet for endringen (inkludert parallelle ruter) redusert i 51 tilfeller, med en medianverdi på 10,6 prosent reduksjon (ibid., s. 16-17).

Figur 4 viser endringene i trafikkvolum etter vegkapasitetsreduksjoner for hvert enkelt av de prosjektene som ble undersøkt i Cairns et al.'s 2002-studie.

Figur 4: Fordeling av målte endringer i trafikkvolum for de enkelte casestudiene i Cairns et al's (2002) undersøkelse. Fra Cairns et al (2002, s. 18).



I USA gjennomførte The Transportation Research Board midt på 1990-tallet en studie av nyskapt trafikk. Denne studien inngikk som del av en vurdering av hvor godt de allminnelig brukte transportmodellene egnet seg til å forutsi trafikkvekst på regionalt nivå som følge av økt vegkapasitet. Rapporten hadde klare konklusjoner om at reduksjoner i reisetid eller generaliserte reisekostnader både vil føre til økt bruk av vegene og ha en desentraliserende effekt på byutviklingen (Transportation Research Board 1995, sitert fra Noland & Lem 2002, s. 8).

Mye av den empiriske forskningen i USA på dette området er utført innenfor en mikroøkonomisk tradisjon der det er lagt vekt på å beregne *elastisiteter* for hvor store endringer i trafikkvolum en gitt, prosentvis endring i reisetid eller vegkapasitet fører til når man kontrollerer for effekten av andre relevante påvirkningsfaktorer. Ifølge Noland & Lem skriver denne forskningen i USA om elastisiteter for nyskapt trafikk seg tilbake til 1993. Basert på data for de enkelte fylkene (counties) i USA, fant Hansen & Huang (1997) at 10 prosent økning i antall kilometer kjørefelt førte til mellom 3 og 7 prosent trafikkøkning. Hvis man bare så på storbyområdene, var trafikkøkningen henholdsvis 5 og 9 prosent. Disse tallene bygger på *panelstudier* der transportatferden blant de samme respondentene er undersøkt før og etter endring av vegkapasiteten. Sammenliknet med tverrsnittundersøkelser, gir et slikt forskningsdesign mindre spillerom for at andre faktorer enn vegkapasitetsendringene (og øvrige endringer som inntreffer i perioden mellom før- og etterundersøkelsen) skal kunne skape skjevheter i analysene. For California innebærer Hansen & Huang's tall, ifølge Litman (2009), at 60 – 90 prosent av den økte vegkapasiteten vil bli fylt opp i løpet av 5 år. Basert på tilsvarende metodikk og med bruk av data for de enkelte statene i USA, fant Noland (2001) elastisiteter på samme nivå som Hansen & Huang, med kortsiktige trafikkøkninger på 3-6 prosent og langsiktige økninger på 7-10 prosent som følge av 10 prosent økning i vegkapasiteten. Noland & Cowart (2000) kom fram til langsiktig trafikkøkning på 8-10 prosent når bare vegprosjekter i storbyområdene ble undersøkt.

Ifølge Noland & Lem (2002), er heller ikke panelbaserte før-etter-studier i stand til å gi en sikker påvisning av kausale sammenhenger. I den grad statistiske analyser i det hele tatt kan brukes til å identifisere kausalitet, er bruk av såkalte instrumentelle variabler i 2-ledds regresjonsanalyser, ifølge Noland & Lem, en sikrere metode. Fulton et al. (2000) har utført en slik analyse og funnet at 10 prosent vekst i antall kjørefeltkilometer bidrar til en kortsiktig trafikkøkning på mellom 3 og 5 prosent. Fulton et al. beregnet ikke langsiktig trafikkøkning, men ifølge Noland & Lem (ibid., s. 11) kan denne forventes å være noe høyere. Cervero & Hansen (2001) fant – med tilsvarende metodikk – en trafikkøkning på 5,6 prosent som følge av 10 prosent økning i antall kilometer kjørefelt. De beregnet også den motsatte effekten (hvor stor økning i kjørefeltkilometer 10 prosent økning i trafikken hang sammen med), og fant at denne bare var 3,3 prosent. Cervero & Hansen konkluderte derfor med at det er en tovegs påvirkning mellom vegkapasitet og trafikkvolum, men at effekten av vegkapasitet på trafikkvolumet er større enn den motsatte effekten. Både Cervero & Hansen (2001) og Fulton et al. (2000) har utført en statistisk test (Granger test) for å belyse hvilken av påvirkningsretningene som er den viktigste. Begge disse testene tyder på at vekst i vegkapasiteten opptrer før trafikkveksten, mens den motsatte tidsrekkefølgen ikke kan påvises. (Sitert fra Noland & Lem 2002, s. 12)

Ifølge Noland & Lem (ibid.), er Fulton et al (2000) og Cervero & Hansen (2001) de mest overbevisende blant de undersøkte studiene når det gjelder å vise en kausal forbindelse mellom vekst i vegkapasitet og trafikkvekst. Noland & Lem omtaler også en rekke øvrige undersøkelser som alle indikerer at vegkapasitetsutvidelser fører til nyskapt trafikk. Strathman et al. (2001) undersøkte vegutvidelser og trafikkvekst i 48 storbyområder i USA og fant – når det ble kontrollert for en rekke andre undersøkte variabler – at den direkte effekten av 10 prosent økning i vegkapasiteten per innbygger var 2,9 prosent trafikkøkning. I tillegg fant de en indirekte effekt via redusert boligtetthet og arbeidsplassetetthet, men denne effekten var temmelig beskjeden (bare 0,33 prosent økning).

Som nevnt i første delen av dette kapittelet, er det særlig i storbyområder med mye kø på vegene at teoretikere som Downs, Thomson og Mogridge har forventet betydelig nyskapt trafikk som følge av økt vegkapasitet (se også Marshall 2000). For å undersøke dette har Barr (2000, gjengitt fra Noland & Lem 2002, s. 14) sammenliknet trafikkelastisitetene i byområder med tilsvarende elastisiteter i ikke-urbaniserte områder. Overraskende finner han bare en liten forskjell mellom by og land i effekten av redusert reisetid langs de aktuelle vegstrekningene. Mens 10 prosent redusert reisetid på veier i byområdene hang sammen med en trafikkvekst på 3,6 prosent, var den tilsvarende effekten utenom byområdene en vekst i trafikken på 3,2 prosent. Noland & Cowart (2000) kom fram til et liknende resultat i en analyse der de utarbeidet prognoser for trafikkvekst som følge av utvidet vegkapasitet i storbyområder av forskjellig størrelse og ulikt omfang av køproblemer. De fant ingen forskjell mellom de ulike typene av områder mht. hvor stor trafikkøkning en gitt økning i vegkapasiteten kunne forventes å føre til. Energy and Environmental Analyses (1999) fant tilsvarende resultater. Noland & Lem (2002, s. 14) tolker disse funnene som at effekter av vegkapasiteter på arealbruk og utbygging utenfor allerede urbaniserte områder spiller en større rolle for omfanget av den nyskapte trafikken enn det eksisterende trengselsnivået.

Noland & Lem framholder at man ut fra teoretiske betraktninger kan forvente at den nyskapede trafikken vil bli stor både i situasjoner der det på forhånd er mye kjøkjøring, og i situasjoner der den offentlige styringen av arealbruk og utbygging er svak, slik at markedet hurtig kan tilpasse seg endringer i hovedvegnettet.

Ved tolkning av implikasjoner av de sistnevnte resultatene for norske forhold, er det viktig å være klar over at den offentlige styringen av arealbruk antakelig er sterkere i Norge enn i USA. Det er derfor antakelig ikke sannsynlig at vegbygging utenom byområdene vil framskynde byutvikling omkring de nye vegene i like stor grad i Norge som i USA. Det er likevel tankevekkende at den amerikanske forskningen finner en betydelig nyskapt trafikk også utenom byområdene. Dette er i tråd med det vi har skrevet foran om vegbyggingens bidrag til regionforstørring. På enkelte norske intercitystrekninger har det dessuten vært ikke ubetydelige kødannelser på vegene, ikke minst i forbindelse med weekendtrafikk; der både utfart til/fra hytter mv. og trafikk av ukependlere bidrar til konsentrert trafikkbelastning fredag ettermiddag og søndag kveld. Et eksempel på en slik vegstrekning i Norge er E 18 gjennom Vestfold, der de nye 4-felts motorvegstrekningene både har gjort det lettere å pendle fra vestfoldbyene til Oslo, og samtidig har endret reisetidsforholdet mellom bil og tog vesentlig i bilens favør.

Litmans (2009) gjennomgang av kunnskapsstatus omtaler ytterligere noen amerikanske undersøkelser av hvordan utvidet vegkapasitet fører til økt trafikk. Cervero (2003 a & b) fant at vegutvidelser i California i perioden fra 1980 – 1994, førte til en langsiktig trafikkøkning på 6,4 prosent per 10 prosent økning i reisehastighet, og at om lag en fjerdedel av denne økningen skyldtes endret arealbruk (typisk byutvikling på jomfruelig mark i utkanten av byområdet). Cerveros beregning indikerer at 80 prosent av den nye vegkapasiteten ble fylt opp av ekstra rushtidstrafikk, og at ca. 40 prosent av dette var et direkte resultat av selve kapasitetsøkningen (Litman 2009, s. 6). En fersk studie av Duranton & Turner (2008) tyder på at trafikken på hovedveger (interstate highways) i amerikanske byer vokser proporsjonalt med omfanget av slike veier. De framholder tre hovedårsaker for denne trafikkveksten: Økt biltrafikk blant de opprinnelige innbyggerne, innflytting av nye innbyggere, og økning i transportintensiv produktjonsvirksomhet. De konkluderer med at det er sannsynlig at verken økt vegkapasitet eller økt kollektivt transporttilbud kan redusere køene, og at dagens vegbygging er større enn det som er optimalt så lenge det ikke innføres kjøprising (Duranton & Turner *ibid.*, sitert etter Litman 2009, s. 6).

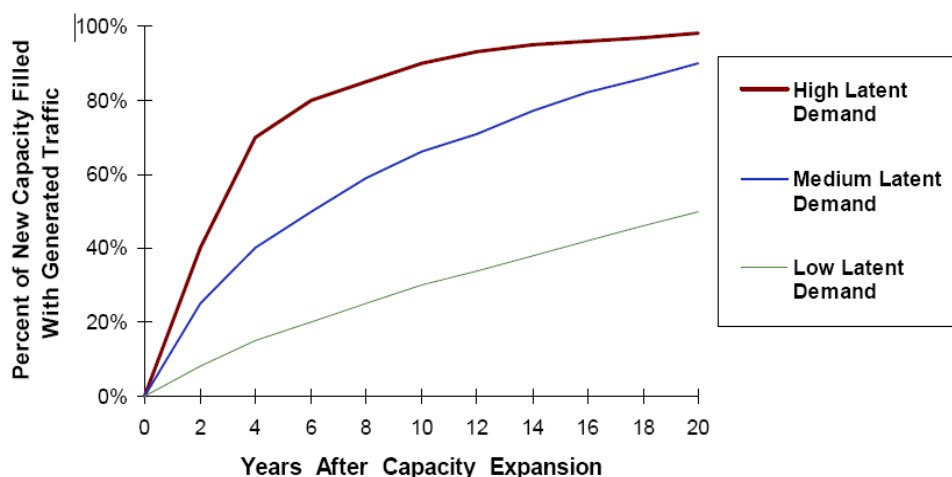
På den annen side fant Mokhtarian et al. (2002) ingen statistisk signifikant nyskapt trafikk i en analyse av trafikkutviklingen etter vegutvidelser i California. Hun benyttet en spesiell statistisk analysemetode (matched pairs) som ifølge Litman (*ibid.*) ikke tok hensyn til trafikkøkning på andre veier enn dem som ble utvidet, og sikret heller ikke kontroll for andre faktorer som kan påvirke trafikkutviklingen.

Noland & Quddus (2006) fant at både økt vegkapasitet og trafikksignalsystemer som får trafikken til å gli lettere har en tendens til å skape ny trafikk som hurtig reduserer de eventuelle utslippsreduksjonene tiltakene umiddelbart fører til.

Schiffer, Steinworth & Milam (2005) konkluderer på basis av en studie av hovedvegutvidelser i Salt Lake City-regionen, at det er klare tendenser til nyskapt trafikk. Effektene på kort sikt er mindre enn de langsiktige effektene. På lang sikt tyder undersøkelsen på at 10 prosent økning i antall kjørefeltkilometer gir en trafikkøkning på mellom 5 og 10 prosent. De finner ingen nevneverdig forskjell i mengden nyskapt trafikk mellom nye vegprosjekter og eksisterende veger som blir utvidet. De framholder også (som man kunne vente) at den prosentvise trafikkøkningen avhenger av systemavgrensningen – en vegutvidelse gir som regel større prosentvis trafikkøkning innenfor en snever korridor enn hvis økningen relateres til trafikkvolumet innenfor et stort omland (Schiffer, Steinworth & Milam 2005, sitert fra Litman 2009, s. 8).

Litman understreker at mengden med generert trafikk avhenger av i hvilken kontekst vegkapasitetsutvidelsen skjer. Som regel genererer utvidet vegkapasitet mer trafikk jo større trengsel det er på vegen i utgangspunktet. Utvidelse av veier der det ikke er kø fører ikke til trafikkgenerering, selv om forbedring av den tekniske standarden (f. eks. bedre linjeføring eller asfaltering av grusveger) kan skape noe ekstra trafikk. Basert på en sammenstilling av en rekke undersøkelser, har Litman funnet de sammenhengene mellom vegkapasitetsutvidelser og trafikkvekst som framgår av figur 5. Det skal understrekes at figuren bygger på amerikanske forhold, og at tallene derfor ikke uten videre kan overføres til norske forhold.

Figur 5: Elastisitet for trafikkvolum i forhold til vegkapasitet. Fra Litman (2009), s. 10.



This illustrates traffic growth on a road after its capacity increases. About half of added capacity is typically filled with new traffic within a decade of construction. (Based on cited studies)

En av de få tidligere studiene som har forsøkt å tallfeste vegutvidelsers påvirkning på utslippene av drivhusgasser, er utført av Williams-Derry (2007)¹⁰.

¹⁰ Denne studien er publisert av en "grønn" tenketank (Sightline Institute) der Williams-Derry er forskningssjef, og er dermed utført innenfor en normativ kontekst som er mindre "nøytral" enn det f. eks. universiteter anses for å være. På den annen side er reduksjon av klimagassutslipp et viktig formål for denne organisasjonen, og det ville være i strid med dette formålet å framstille det som

Beregningene hans er begrenset til en situasjon der vegkapasiteten utvides i et købelastet byområde. Ifølge Williams-Derry vil selve byggingen av 1,6 kjørefeltkilometer (1 mile) bymotorveg medføre et CO₂-utslipp på 3500 tonn.¹¹ Den reduserte trengselen vegutvidelsen til å begynne med bidrar til (en effekt Williams-Derry forutsetter vil gradvis bli ”spist opp” av trafikkøkning i løpet av 5 – 10 år), anslås til 7000 tonn. (500 tonn økte utslipp på grunn av kødannelse i anleggsperioden er her trukket fra.) På grunn av trafikkøkningen vil imidlertid vegen i resten av en beregnet levetid på 50 år få et beregnet økt utslipp på 90 000 tonn CO₂. I tillegg kommer en anslått utslippøkning på andre veger på 30 000 – 100 000 tonn. Det er verdt å merke seg at all trafikkøkningen de første to årene antas å være trafikk som er flyttet fra andre ruter eller tidspunkter (altså ikke nyskapt), og at det er beregnet en gjennomsnittlig forbedring i drivstofføkonomi på 2,5 prosent årlig. Forutsetningen om at trafikkøkningen de første årene bare består av flyttet trafikk, avspeiler kanskje den meget lave andelen kollektivtrafikk i mange amerikanske byer. Trafikkøkning på grunn av endringer i transportmiddelfordeling vil da spille en mindre rolle sammenliknet med den nyskapede trafikken på grunn av økt reisehyppighet, valg av fjernere reisemål og langsiktige arealbruksendringer.

Det meste av den litteraturen vi har gjennomgått, gir klare indikasjoner på at nyskapt trafikk som følge av høyere vegstandard og -kapasitet er et reelt fenomen, der de umiddelbare effektene forsterkes av langsiktige virkninger. Eksakte tall på hvilke endringer i trafikkmengde det er tale om ved kapasitetsendringer, er vanskelig å gi. Mange av undersøkelsene opererer imidlertid med elastisiteter på 0.3-0.5 på kort sikt og 0.6-0.9 på lengre sikt. Det innebærer at en kapasitetsutvidelse på 10 prosent gir en økning i trafikkmengden på fra 3 (kort sikt) til 9 (lang sikt) prosent.

Litman (2009) gjennomgår en rekke motargumenter som fra forskjellige hold er reist mot teoriene om generert og nyskapt trafikk. Enkelte tilhengere av hovedvegutvidelser framholder, ifølge Litman, at generert trafikk har liten betydning for hvilke beslutninger som bør tas i transportplanleggingen. Dette fordi økt hovedvegkapasitet etter deres vurdering bidrar lite til trafikkveksten sammenliknet med faktorer som vekst i folketall, sysselsetting og inntekt (Heanue 1998; Sen, 1998; Burt & Hoover 2006). Et annet argument som ofte blir framført, er at nye hovedveger gir økonomisk netto nytte, selv om de genererer mer trafikk (ULI 1989). Ingen av argumentene ovenfor retter seg egentlig mot eksistensen av nyskapt trafikk, de dreier seg i stedet om hvor stor relativ betydning denne trafikkveksten har og om vegutvidelsene likevel er ønskelige. Beslektet med dette, er argumenter om at økt vegkapasitet faktisk reduserer køproblemer (TRIP 1999; Bayliss 2008). Dette utsagnet utelukker ikke at det forekommer nyskapt trafikk, men innebærer at den nyskapede og genererte trafikken ikke er så stor at denne trafikkveksten ”spiser opp” den forbedringen i framkommelighet som vegutvidelsene i utgangspunktet skaper.

om vegbygging gir økte klimagassutslipp hvis vegbygging faktisk bidrar til å redusere utslippene av klimagasser.

¹¹ Williams-Derrys tall for utslippsmengder bygger på utslippstall per kjøretøykilometer med amerikanske biler. Siden europeiske biler generelt er lettere og har lavere drivstofforbruk per kilometer, vil de samme økningene i trafikkvolum gi lavere utslippstall i en europeisk situasjon.

Litman hevder at argumentene ovenfor ignorerer viktige emner, og at de ofte er basert på foreldede data og unøyaktige analyser. Studier som viser at økning i antall kilometer kjørefelter tidligere har forårsaket minimal trafikkvekst (Burt & Hoover 2006), er ifølge Litman av liten relevans for planlegging av framtidige transportinvesteringer. Dette fordi en stor del av fortidens økning i kjørefeltkilometer skjedde i rurale områder der det ikke var køproblemer, mens mesteparten av framtidens planlagte vegutvidelser er i byområder med betydelig trengsel. Litman hevder at tilhengere av vegutvidelser generelt ignorerer eller seriøst undervurderer konsekvensene av generert og nyskapt trafikk. Som et eksempel nevner han en trafikkmodellbasert studie av Cox & Pisarski (2004), som riktignok tok hensyn til den trafikkøkningen som skyldes at folk endrer rutevalg, men så bort fra endringer i transportmiddelvalg, turhyppighet og turlengde – med andre ord nettopp de faktorene som er av størst betydning i klimagass-sammenheng. Et annet studie som har konkludert med at generert og nyskapt trafikk har liten betydning, er en beregning foretatt av Hartgen & Fields (2006). Basert på analyser av størrelsen på den genererte trafikken i forbindelse med vegbygging i 1960- og 1970-årene, konkluderer de med at generert trafikk bare vil fylle 15 prosent av den nye vegkapasiteten. Ifølge Litman, er dette tallet urealistisk lavt for veger med omfattende køkjøring før utvidelsen. I 1960- og 1970-årene skjedde mye av vegbyggingen i områder der det ikke var særlig mye kø, mens en stor del av den hovedvegbyggingen som planlegges i dag, har som formål å redusere trengsel på vegnettet i byområder. Hartgen & Fields ser også bort fra at nye radielle motorveger inn mot bysentre flytter flaskehalser til områder lengre inn mot sentrum, og ofte fører til ytterlig forverrede køproblemer i disse områdene.

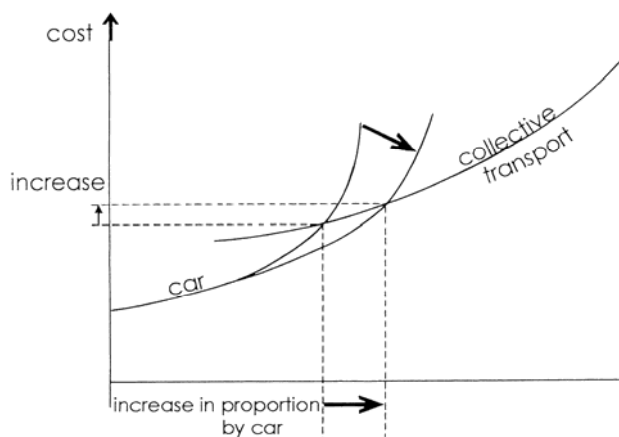
Nærmere om endringer i transportmiddelfordelingen

Basert på arbeidene til Downs (1962) og Thomson (1977) (nevnt foran) har Mogridge (1985, 1986, 1990, 1997) framsatt hypoteser om dynamikken i trafikk mønsteret i bysituasjoner der det er en *latent etterspørsel etter mer vegkapasitet enn den som er tilgjengelig*. Mogridge har særlig rettet oppmerksomheten mot hvordan forbedringer i framkommeligheten for henholdsvis biltrafikken og kollektivtrafikken påvirker transportmiddelfordelingen i byregioner. Selv om mange trafikanter er mer eller mindre avhengige av (eller avskåret fra) å benytte en bestemt transportform, f. eks. fordi de ikke har bil og førerkort eller fordi de er avhengige av å bringe varer, verktøy osv. som det er vanskelig å ta med på kollektive transportmidler, er det ifølge Mogridge en betydelig konkurranseflate mellom bil og kollektivtransport i større byområder. En stor del av trafikantene vil derfor velge transportmiddel ut fra hvilken transportmåte som er mest attraktiv mht. hastighet, pris, komfort mv. på den konkrete reisestrekningen, og de er følsomme overfor endringer i disse faktorene.

Resonnementet tar utgangspunkt i at økt trafikk har motsatte konsekvenser for reisehastighetene med bil og med kollektivtransport: Mens økt biltrafikk fører til mer køkjøring og lavere hastigheter på vegnettet, vil større passasjerbelegg på kollektivrutene gi grunnlag for hyppigere avganger, og eventuelt gi et økonomisk

grunnlag for å anskaffe raskere og mer komfortable kjøretøyer.¹² Man kan altså si at kollektivtrafikken har *stordriftsfordeler*, mens biltrafikken har *stordriftsulempere* (se figur 6). Kostnadene det refereres til i figuren, er de samlede ulempene trafikantene opplever ved reisen. Disse omtales ofte som ”generaliserte reisekostnader” og omfatter både pengemessige utlegg, anstrengelser, risiko, komfortnivå osv.

Figur 6: Downs-Thomson-paradokset. Utvidelsen av vegkapasiteten kan gi endringer i transportmiddelfordeling, forringelser i kollektivtilbudet og en framtidig likevektshastighet som er lavere enn den var i utgangspunktet. Fra Mogridge (1997): “The self-defeating nature of urban road capacity policy. A review of theories, disputes and available evidence.”



I transportkorridorer der det samlede trafikkgrunnlaget er høyt nok, vil ledig vegkapasitet, ifølge Downs og Thomson, bli utnyttet helt til trafikken på vegene er så tett at biltrafikk og kollektivtrafikk framstår som like attraktive. Hvis trengselen på vegene øker ut over dette, vil det bli mindre attraktivt å reise med bil enn med kollektivmidler, noe som etter hvert vil få en del bilister til å skifte til kollektivtransport. Trafikkmengden på vegene vil etter hvert stabilisere seg på et nivå der bil og kollektivtransport framstår som like attraktive. (Downs 1962, Thomson 1977, se også Downs 2003).

Ifølge Mogridge (1990) tyder enkelte undersøkelser på at reisetiden fra dør til dør utgjør en stor del av de generaliserte reisekostnadene for bytransport, kanskje så mye som to tredjedeler. Mogridge foreslo derfor at man i første omgang kunne benytte reisetiden fra dør til dør som en indikator på transportmåtenes attraktivitet. Han formulerte, i tråd med dette, følgende hypotese:

”I situasjoner med undertrykt etterspørsel i vegsystemet vil gjennomsnittshastighetene med bane og på vegene innenfor sentrale byområder og inn til sentrale byområder i en gitt avstand være like.” (Mogridge 1985)

¹² I områder der utnyttelsen av kollektivtilbudet i rushtiden nærmer seg kapasitetsgrensen, kan ytterligere trafikkøkning nødvendigvis gi kostbar anskaffelse av ekstra materiell. For kollektivselskapet vil trafikkøkning i en slik situasjon ikke nødvendigvis gi økonomiske stordriftsfordeler. Sett fra den reisendes synspunkt vil imidlertid bildet være et annet – i hvert fall hvis det ekstra vognmateriellet blir satt inn i form av ekstra avganger (i motsetning til f. eks. lengre tog, erstatning av vanlige busser med leddbuser osv.).

Hvor høy denne *likevektshastigheten* er, bestemmes altså av hastigheten i kollektivsystemet.

Hvis argumentene ovenfor er gyldige, vil den mest effektive måten å øke reisehastighetene i byer på (også for bilene), være å redusere reisetidene fra dør til dør med kollektivtrafikk. Økt vegbygging i slike situasjoner vil, ifølge Mogridge, bare øke trafikkmengden, ikke hastigheten. Med økt vegkapasitet vil en del tidligere kollektivtrafikanter gå over til å bruke bil, med redusert passasjerbelegg for kollektivtrafikken som resultat. Før eller senere vil dette tvinge kollektivselskapene til å redusere rutetilbudet, f.eks. ved å kutte antall avganger, eller legge på prisene. Reduserte avganger gir lengre gjennomsnittlige ventetider, og høyere priser bidrar også til å gjøre kollektivtrafikken mindre attraktiv. Dette kan føre til ytterligere passasjertap og påfølgende prisøkninger eller reduksjoner i tilbudet. På denne måten kan utvidelsen av vegkapasiteten føre til at den framtidige likevektshastigheten blir lavere enn den var i utgangspunktet, og dette innebærer paradoksalt nok at reisehastigheten går ned også for dem som kjører med bil.

Så langt om Downs', Thomsons og Mogridges teoretiske resonneringer omkring konsekvenser av økt vegkapasitet for transportmiddelfordelingen. Argumentene deres bygger imidlertid på en rekke forutsetninger. For det første, forutsetter de at en stor del av trafikantene har mulighet for å velge mellom bil og kollektivtransport. For "bundne trafikanter" (f.eks. personer som ikke disponerer bil, eller som er avhengige av å bruke bilen i arbeidet eller i forbindelse med ærender til/fra jobben) vil reisemåten ikke påvirkes av variasjoner i reisehastighetene. For det andre, forutsettes det at de reisende er "rasjonelle aktører" som bestemmer valg av transportmiddel ut fra hva de har størst personlig nytte av, og ikke f.eks. ut fra hva som er det *vanlige* blant naboer og arbeidskamerater, eller forestillinger om hva man *burde* gjøre, f.eks. av hensyn til miljøet. Teorien forutsetter videre at det å spare reisetid, oppfattes som meget nyttig av trafikantene, eller for å si det med transportøkonomenes terminologi: at reisetiden utgjør en stor del av de generaliserte reisekostnadene. For det fjerde, forutsettes det at en stor del av dem som faktisk har et valg (dvs. de "ikke-bundne trafikanter"), er oppmerksomme på marginale endringer i reisehastigheter med det ene eller det andre transportmidlet og justerer reisehastighetene etter dette. Endelig, er det en forutsetning at den samlede trafikkmengden er stor nok til at kurvene i figur 4 faktisk krysser hverandre. Vi ser lett at dette siste vilkåret ikke er oppfylt i rurale områder, der det sjelden eller aldri er så mye kø på vegene at det går raskere å reise med kollektivtransport enn med bil¹³. Heller ikke i byer som er små og/eller har lav utbyggingstetthet, er det sannsynlig at kurvene vil krysse hverandre.

Av resultater fra en del enkeltstudier, vil vi særlig vise til to studier som har undersøkt hvordan konkurranseforholdet mellom bil og andre transportmidler (særlig kollektiv transport) mht. reisetid henger sammen med folks transportmiddelvalg ved arbeidsreiser i Osloområdet og Københavnområdet (Næss, Mogridge & Sandberg 2001; Næss & Sandberg 1998; Næss & Møller 2004).

¹³ Vi ser her bort fra reiser over meget lange avstander med fly eller høyhastighetstog.

De norske og danske undersøkelsene har fokusert spesielt på ett viktig ledd i årsakskjeden mellom utvidet vegkapasitet og trafikkvekst, nemlig reisetidsforholdet mellom bil og andre transportmidler (først og fremst kollektivtransport) for reiser mellom hjem og arbeidssted. I de fleste av de omtalte studiene er dette forholdet målt fra dør til dør, og beregnet som den totale tiden det tar å reise fra boligen til arbeidsplassen. Mange transportforskere har hevdet at reisetiden utgjør så mye som 70 prosent av de generaliserte reisekostnadene for hverdagsreiser i byområder. Hvis det kan påvises at folks valg av transportmiddel henger sterkt sammen med reisetidsforholdet mellom de ulike transportmidlene, og folk samtidig gir uttrykk for at reisetiden er en viktig medbestemmende faktor for valg av transportmiddel, vil dette dokumentere en av hovedmekanismene som vegkapasitetsutvidelser påvirker trafikkveksten gjennom.

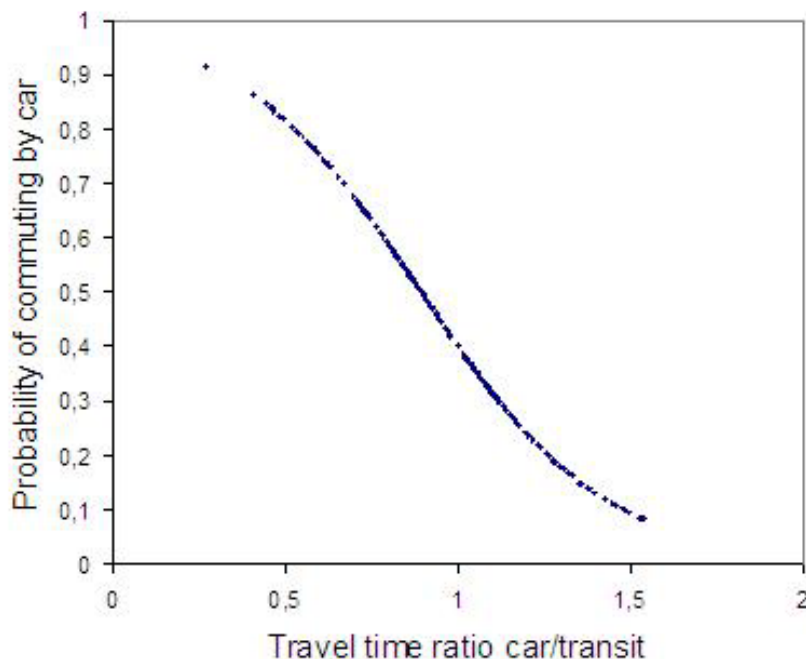
En studie med et slikt formål ble utført i Stor-Oslo i 1995-1997 (Næss & Sandberg 1998; Næss, Mogridge & Sandberg 2001). Respondentene var personer bosatt i to transportkorridorer (E 18-korridoren/NSB-korridoren og Østeråskorridoren), og som alle hadde arbeidssted i de sentrale delene av Oslo. Det ble gjennomført to undersøkelser i hver av korridorene, den ene i 1995 og den andre i 1997. Hensikten med dette var å fange opp endringer som følge av forbedret forstadsbanetilbud i Østeråskorridoren mellom de to tidspunktene. Dessverre skjedde det samtidig en rekke andre endringer i transporttilbudet, og det var også et betydelig frafall av respondenter som deltok i den første undersøkelsen, så før-etter-analysene gav mindre entydige resultater enn forskerne hadde håpet på. Til gjengjeld gav undersøkelsen fire sett med tverrsnittdata som alle viser en klar sammenheng mellom transportmiddelvalg og hvor hurtig det går å reise med ulike transportformer.

Statistiske analyser av hvert av de fire datasettene (Østeråskorridoren 1995 og 1997, og NSB-korridoren 1995 og 1997) viser en klar sammenheng mellom reisetidsforholdet fra dør til dør med bil og kollektivtransport, og trafikantenes faktiske valg av reisemiddel. Når kontrollvariablene holdes konstante på middelverdiene, viser 1995-dataene for NSB/E18-korridoren at sannsynligheten for å bruke bil er 19 prosentpoeng høyere i en situasjon der bil er 20 prosent raskere enn kollektivtransport, enn i en situasjon der reisetiden fra dør til dør er like lang med bil som med kollektivtransport (se figur 7). Også i de tre øvrige datasettene finner vi en tilsvarende sammenheng mellom reisetidsforholdet og sannsynlighetene for å velge bil eller kollektivtransport.

Figur 7. Sannsynligheter for å reise til arbeidet med bil ved forskjellige reisetidsforhold (fra dør til dør) mellom bil og kollektiv transport. NSB/E18-korridoren, 1995. Multivariat logistisk regresjon. Fra Næss, Mogridge & Sandberg 2001.

Forklaringer:

- Sannsynlighetene gjelder mannlige respondenter med førerkort, høyt bilhold (1 bil per voksent husstandsmedlem) og gode parkeringsmuligheter på arbeidsstedet
- Følgende variabler er holdt konstante på gjennomsnittsverdiene: inntekt, utdanningsnivå, alder, om arbeidsgiver betaler reiseutgiftene, og om respondenten utførte ærender på veg hjem fra arbeidet
- N = 261 yrkesaktive personer bosatt i utvalgte områder i Asker og Sandvika og med arbeidsplass i sentrumsnære deler av Oslo. Sig. = 0,0000



I tillegg til påvirkningen fra reisetidsforholdet, viser undersøkelsen klart at respondentenes valg av transportmiddel påvirkes av parkeringsforholdene ved arbeidsplassen. Når vi holder andre undersøkte faktorer (inkludert reisetidsforholdet) konstante på middelverdiene, er sannsynligheten for å bruke bil til jobben 39 prosent blant respondentene i Østeråskorridoren i 1995 hvis parkeringsforholdene er gode, mot 20 prosent hvis parkeringsforholdene er dårlige (dvs. knappe, dyre eller ingen parkeringsmuligheter innenfor akseptabel gangavstand). De tre andre datasettene viser tilsvarende resultater.

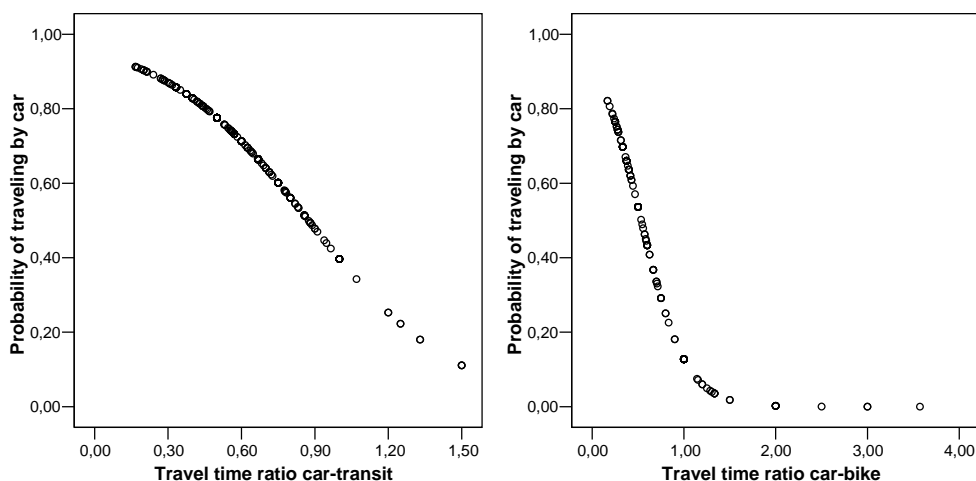
En undersøkelse med tilsvarende siktemål og metodikk som undersøkelsen av transportmiddelvalg for arbeidsreiser i de to transportkorridorene i Oslo, ble utført i 2003 i København (Næss & Møller 2004). Undersøkelsen omfattet ansatte ved fire kontorvirksomheter i de indre og sentrale delene av København. Datamaterialet viser at det er en nær sammenheng mellom reisetidsforholdet dør-til-dør med bil og kollektivtransport, og respondentenes faktiske transportmiddelvalg for arbeidsreisen. Dette er også tilfellet når det kontrolleres for en rekke andre relevante variabler. Blant de respondentene som har mulighet for å velge mellom bil og andre transportmidler, ser reisetiden ut til å være en viktig faktor som påvirker dette valget. For en stor andel av de ansatte ser transportmiddelvalget for reisen til arbeidet ut til å være følsomt for endringer i

reisehastigheten med bil eller med kollektiv transport.

Konkurransforholdet mellom bil og andre transportmidler er ikke begrenset til konkurransen mellom bil og kollektiv transport. Sykkelen er også et viktig alternativ som konkurrerer med både bil og kollektiv transport. I hvert fall er dette tilfellet i København. København blir noen ganger (sammen med Amsterdam) betegnet som "Europas sykkelhovedstad", og sykkelandelen av transporten er da også høyere i disse to byene enn i de fleste – for ikke å si alle – andre europeiske storbyer (Newman & Kenworthy 1999).

Figur 8 viser hvordan sannsynligheten for å bruke bil på reisen til arbeidet på de fire undersøkte arbeidsplassene i København sentrum varierer med reisetidsforholdet mellom bil og kollektiv transport (til venstre) og mellom bil og sykkel (til høyre).

Figur 8: Sannsynlighet for å bruke bil til jobben, avhengig av reisetidsforholdet mellom bil og kollektiv transport (til venstre) og mellom bil og sykkel (til høyre). Ansatte ved 4 arbeidsplasser i Københavns indre by. $N = 292$ (bil/kollektiv) og 141 (bil/sykel). Sig. = henholdsvis 0,000 og 0,005. Kilde: Næss & Møller 2004.



Resultatene fra studiene i Oslo og København ovenfor stemmer godt overens med konklusjonene fra Engebretsens (1996) studie av arbeidsreiser fra de sørlige delene av Stor-Oslo. Arbeidsplassene for trafikantene i denne studien lå spredt over hele Stor-Oslo, og bilen var det raskeste alternativet for en enda større del av de reisende enn i studien av Østerås- og NSB-korridoren. Engebretsen fant imidlertid samme karakteristiske sammenheng mellom reisetidsforhold og reisemiddelvalg som i studien til Næss et al.

Studiene i Oslo og København viser at reisetidsforholdet spiller en betydelig rolle for transportmiddelvalget ved arbeidsreiser i de to byene. Undersøkelsene i Oslo og København gir grunnlag for å trekke disse hovedkonklusjonene:

- Det eksisterer helt klart en konkurranseflate mellom bil og kollektivtransport for arbeidsreiser til sentrum av Oslo og København. Andelen av de reisende som er følsomme overfor endringer i reisetidene med de to transportformene, ser ut til å være betydelig
- En rekke forhold påvirker folks valg av transportmiddel, men både reisetidsforholdet og parkeringsmulighetene er av stor betydning. Fordelingen mellom bil og kollektivtransport påvirkes derfor i betydelig

grad av faktorer som står sentralt i by- og trafikkplanleggingen: vegbygging, investering i raskere og hyppigere kollektivtransport, reservering av eksisterende vegkapasitet til bestemte former for transport (f.eks. bussfelt), og endring av parkeringskapasiteten

- Økt vegkapasitet som på kort sikt fjerner køproblemer og får biltrafikken til å flyte raskere, vil føre til at en del tidligere kollektivtrafikanter går over til å bruke bil til jobben. På litt lengre sikt risikerer man å få like alvorlige køproblemer som før og en større del av trafikken avviklet med det minst energieffektive og mest forurensende transportmidlet, dvs. med privatbil. Økt parkeringskapasitet ved arbeidsplasser der det i dag er knapphet på parkeringsmuligheter, bidrar også til å øke andelen som bruker bil. Omvendt vil raskere kollektivtransport i byer med køproblemer på vegene, redusere andelen som bruker bil. Redusert vegkapasitet som senker hastigheten med bil, vil sannsynligvis også resultere i at en del av arbeidsreisene med bil blir erstattet med kollektivreiser. Det samme gjelder redusert parkeringskapasitet ved arbeidssstedet

Konklusjoner om betydningen av bedre vegstandard for mengden biltrafikk

De teoretiske grunnene til at vegbygging bidrar til trafikkøkning ved at det blir hurtigere og/eller mer komfortabelt å kjøre, har lenge vært forstått. Grunnlaget er enkel økonomisk teori om tilbud og etterspørsel. Bedre veger gjør det lettere både å velge fjernere reisemål og foreta flere reiser, noe som i begge tilfeller bidrar til å øke transportomfanget. Dessuten forrykker vegutvidelser i områder med mye kø ofte konkurranseforholdet mellom bil og andre transportformer, slik at antall kjøretøyer på vegene også av denne grunn stiger. Særlig gjelder dette hvis kollektivtransporten kjører på egne traseer og dermed ikke får økt hastighet som følge av vegutvidelsen.

Selv om de fleste menneskers trafikkatferd også legger vekt på andre forhold enn hvor lang tid det tar og hvor dyrt det er å reise til et reisemål eller med en transportform, er det få, hvis overhodet noen, som overhodet ikke legger en viss vekt på slike kriterier. Teoriene om nyskapt og generert trafikk innebærer derfor ikke at mennesket betraktes som en ensidig homo oeconomicus, men er forenlige med teorier som legger vekt på andre motiver for menneskers handlinger enn økonomisk instrumentell rasjonalitet.

Det finnes etter hvert også en betydelig empiri som dokumenterer at vegbygging som nedsetter reisetiden ikke bare i teorien, men også i praksis bidrar til trafikkøkning. Dette gjelder særlig for vegutvidelser i byområder med mye kø, der vegutvidelser både bidrar til økt transportomfang og høyere bilandel av transporten. Men også for veger gjennom rurale områder vil økt vegstandard ofte bidra til trafikkøkning gjennom å stimulere til flere og lengre turer.

En rekke undersøkelser i Storbritannia og USA tyder på at vegbygging som reduserer reisetiden med 10 prosent typisk fører til en umiddelbar trafikkøkning på 3 – 5 prosent og på lang sikt en trafikkøkning på mellom 5 og 10 prosent. I købelastede områder ser 10 prosent økning av vegkapasiteten (målt i antall kilometer kjørefelt) ut til å gi kort- og langsiktige trafikkøkninger av samme

størrelsesorden som for reduksjon av reisetid. En økning fra 4 til 6 felt (+ 50 prosent) vil i så fall gi en trafikkøkning på om lag 25 prosent på kort sikt og 50 prosent på lang sikt.

Selv om det vanligvis tar en del år før trafikkøkningen helt spiser opp hastighetsgevinsten ved utvidet vegkapasitet (se f. eks. figur 6), er det viktig i denne sammenhengen å være klar over at de færreste turer starter og avsluttes like ved på- og avkjøringsrampene til de nye vegene. Den mulige reduksjonen i utslipp per kilometer på de nye vegene må derfor motregnes mot utslippene fra den nyskapte trafikken på det eksisterende nettet av mindre veger, der det vil kunne forekomme køer og flaskehals. Utvidelse av hovedveger inn mot de sentrale delene av en byregion vil dessuten ofte føre til økte ”nedstrøms” køproblemer ved å flytte flaskehals for trafikken lenger inn mot sentrum. De økte utslippene dette fører med seg, må selvsagt også tas med i regnskapet.

Oppsummert kan man ut fra teoretiske vurderinger forvente at vegutvidelser vil føre til generert og nyskapt trafikk ved å påvirke:

- rutevalget
- andelen som velger å reise i rushtiden
- transportomfanget
- transportmiddelfordelingen
- arealbruken (på lengre sikt)
- standarden på det kollektive transporttilbudet (på lengre sikt)

Av disse seks effektene bidrar de fire siste til nyskapt trafikk, mens de to første bidrar til generert, men ikke nyskapt trafikk. Endringer i transportomfanget (lengre og/eller hyppigere turer) og transportmiddelfordelingen (høyere bilandel) skjer forholdsvis kort tid etter at vegkapasiteten er utvidet, og forsterkes av langsiktige effekter. Disse langsiktige effektene skyldes dels at veger som muliggjør større reisehastigheter med bil, bidrar til mer utsprede og transportkrevende bebyggelsesstrukturer, dels at slike bebyggelsesstrukturer er vanskelige å betjene med kollektiv transport, og dels at den høyere andelen biltransport som den kortsiktige endringen i transportmiddelfordelingen fører til, bidrar (sammen med transportmiddelfordelingseffekten av arealbruksendringer) til å svekke kollektivtransportens inntjeningssevne, med innskrenkninger av rutetilbudet (og økte billettpriser) som typiske konsekvenser.

5 Gir bedring av vegstandard økte klimagassutslipp på grunn av bygging, drift og vedlikehold av nye veger?

Den siste mekanismen Statens vegvesen ønsker å få belyst, er hvor store klimagassutslipp vegbygging medfører til produksjon og frakt av materialer, samt til maskindrift, og hvor stor økning i klimagassutslipp man får når et forlenget vegnett skal driftes og vedlikeholdes, siden eksisterende veg langt fra alltid blir stengt eller fjernet selv om det kommer en ny veg.

Vi kjenner til noen teoretiske beregninger av klimagassutslipp på grunn av vegbygging, eksempelvis Vestlandsforsknings arbeid på dette området i 1990-årene (Høyer & Heiberg 1993) og rapporten fra det svenske IVL (Stripple 2001). Sistnevnte beregnet i en livssyklusanalyse at det medfører utslipp av 1800 tonn CO₂ å bygge en kilometer tofeltsveg. Norges naturvernforbund har også nylig gitt ut en rapport hvor slike problemstillinger belyses (Schlaupitz 2008). ECONs studie av høyhastighetstog og klimagassutslipp er også blant senere bidrag til denne litteraturen (ECON 2008a). Bedring av vegstandard kan bidra til endringer i maskindriftsinnsats for drift og vedlikehold, og dermed til endringer i klimagassutslipp. Hvorvidt dette medfører økning eller reduksjon av slik innsats og tilhørende utslipp, avhenger av asfaltregnskapet – om man etter endt standardforbedring sitter igjen med flere eller færre m² med asfalt, dvs. om vegen er blitt kortere eller lengre, om gammel veg er stengt eller fortsatt brukes, om vegen er blitt bredere, om vegen går i tunnel, osv.

Energibruk til selve vegbyggingen

Vegbygging medfører energibruk både til drivstoff i forbindelse med byggearbeidet og til å framstille de materialene som brukes til vegbyggingen. Høyer og Heiberg (1993) regner at energibruken ved vegbygging går med til disse hovedformålene: Masseflytting, sprengstoff, vegkropp, vegdekke og slitasje på anleggsmaskiner. Det kreves dessuten ekstra energi til bygging av broer, tunneler og til sikringsutstyr, skilting mv.

Tallene vi presenterer nedenfor for energibruk til bygging og drift av veginfrastrukturen, bygger på den nyeste og presumptivt mest oppdaterte norske rapporten om dette, nemlig Simonsen (2009, foreløpig utgave). Simonsen har i sin rapport sammenliknet og vurdert tall fra bl.a. Schlaupitz (2008), Jonsson (2005) og Horvath & Chester (2008).

Schlaupitz (2008, s. 10) peker på at bygging av en firefeltsveg medfører betydelig større energibruk og klimagassutslipp per kilometer kjørefelt enn ved bygging av

tofeltsveger. Dette skyldes særlig at firefeltsvegene krever ekstra ressursbruk i forbindelse med toplans kryss, at de har en høyere andel tunneler, og at de har en stivere linjeføring som vanskeligere lar seg tilpasse terrenget uten store masseforflytninger (ibid.). Ifølge Schlaupitz (ibid.), er bygging av en kilometer firefeltsveg gjennomsnittlig tre ganger så energikrevende som bygging av en kilometer tofeltsveg.

Basert i hovedsak på tall fra Schlaupitz (2008), kommer Simonsen (2009) fram til et energiforbruk per kilometer firefeltsveg med "standard" andel bruer, tunneler og toplanskryss på 18,9 mill. kWh. Schlaupitz har også regnet ut et tall der denne energibruken er fordelt per år i løpet av vegens levetid. Han opererer imidlertid med en levetid på hele 100 år, som er mye mer en det som er vanlig i andre undersøkelser. F. eks. antar Horvath & Chester (2008), basert på amerikanske forhold, at levetiden er 20 år, mens Høyer & Heiberg (1993) så vel som Jonsson (2005) opererer med en levetid på 40 år. Det siste tallet blir også lagt til grunn av Simonsen (2009, foreløpig utkast). Hvis også vi benytter 40 år som levetid, blir den årlige energibruken som følge av bygging av en "standard" 4-feltsveg 0,47 mill. kWh per km.

For en 'standard' tofeltsveg finner Schlaupitz (ibid., s. 67) at energibruken per kilometer til bygging er 6,1 mill. kWh. Gitt 40 års levetid gir dette 0,152 mill. kWh per km, dvs. bare 32 prosent av energibruken per km firefeltsveg.

Samlet for hele 40-årsperioden gir de 18,9 millioner kWh per kilometer 4-feltsveg en energibruk til bygging på 4,7 millioner kWh per kjørefeltkilometer. For tofeltsveger er det tilsvarende tallet 3 millioner kWh per kjørefeltkilometer.

Utslipp av klimagasser ved vegbygging og drift og vedlikehold

Basert på Schlaupitz' (2008) energibrukstall for vegbyggingen, kommer Simonsen (2009, foreløpig utkast¹⁴, s. 42) fram til et samlet utslipp av klimagasser (regnet som CO₂-ekvivalenter) på 3356 tonn per kilometer av en "standard" firefeltsveg (dvs. med gjennomsnittlig andel tunneler, bruer og vegstrekninger i "vanlig" lende). Dette gir et utslipp per kjørefeltkilometer på 839 tonn. Per år av den beregnede levetiden på 40 år blir utslippet for 4-feltsveger således 21 tonn CO₂-ekvivalenter per kjørefeltkilometer.

For en "standard" tofeltsveg kommer Simonsen på tilsvarende måte fram til et samlet utslipp av klimagasser på 960 tonn CO₂-ekvivalenter per kilometer, noe som tilsvarer 480 tonn per kjørefeltkilometer. Per år av den beregnede levetiden på 40 år blir utslippet for 2-feltsveger således 12 tonn CO₂-ekvivalenter per kjørefeltkilometer; eller vel halvparten av utslippet fra bygging av hvert felt på en firefeltsveg.

Ifølge Simonsen (2009, s. 43), medfører drift og vedlikehold av en tofelts veg gjennomsnittlig utslipp av 66 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per km veg. Av dette stammer 11 tonn fra drift og 55 tonn fra vedlikehold. Per kjørefeltkilometer innebærer dette et gjennomsnittlig utslipp av 33 tonn CO₂-ekvivalenter årlig fra

¹⁴ Supplert med opplysninger i mail fra Simonsen datert 14.5.09.

drift og vedlikehold av tofeltsveger. Simonsen oppgir ikke tall for 4-feltsveger, men hvis vi forutsetter at utslippene fra drift og vedlikehold for to- og firefeltsveger er proporsjonale med utslippene fra byggingen av de to vegtypene, vil drift og vedlikehold av firefeltsveger typisk medføre et årlig utslipp på 206 tonn CO₂-ekvivalenter per km veg, eller 51,5 tonn årlig per kjørefeltkilometer.

Når det gjelder utslipp fra selve trafikken, opererer Trafikministeriet & Cowi (2000, s. 13)¹⁵ med følgende faktorer for utslipp av CO₂-ekvivalenter ved personbilkjøring: Landeveiskjøring 175 g/kjøretøy/km og bykjøring 220 g/kjøretøykm. For busser er energiforbruket ifølge samme kilde (s. 22) henholdsvis 780 g/kjøretøykilometer og 1210 g/kjøretøykm.

Tabell 6: Utslipp av CO₂-ekvivalenter per kjøretøykilometer (gram) for ulike transportmidler

Kjøretøytype	Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter per kjøretøykilometer (gram)	
	Landeveiskjøring	Bykjøring
Personbil	175	220
Buss	780	1210

Regneeksempler for tre ulike geografiske situasjoner

Nedenfor vil vi presentere tre regneeksempler som viser hvordan utslippene fra vegbygging, drift og vegvedlikehold samt trafikkøkning (med informasjon hentet fra kapittel 4), varierer med vegtype og geografisk kontekst. Vi velger tre situasjoner som korresponderer med dem som ble illustrert i kapittel 3, nemlig 4-feltsveg i storbyområde (ÅDT 52 000), 2-feltsveg i mindre tettsted (ÅDT 13 000) og 2-feltsveg intercity (ÅDT 2100). Som beskrevet i kapittel 3, er disse situasjonene valgt fordi de samsvarer med eksemplene i SINTEFs undersøkelse.

Firefeltsveg i storbyområde. Som nevnt i kapittel 4 om nyskapt trafikk som følge av vegutbygging, tyder internasjonale undersøkelser på at 10 prosent økning av *vegkapasiteten* (målt i antall kilometer kjørefelt) i købelastede områder typisk fører til en umiddelbar trafikkøkning på 3 – 5 prosent, og på lang sikt en trafikkøkning (målt i kjøretøykilometer) på mellom 5 og 10 prosent. Hvis man på en købelastet strekning på 10 km i et byområde utvider antall kjørefelter i hver retning fra 2 til 3, (dvs. en økning i antall kilometer kjørefelt med 50 prosent), og trafikken før kapasitetsutvidelsen er 52 000 ÅDT, kan man vente en langsiktig trafikkøkning på 25 – 50 prosent, dvs med 13 000 – 26 000 ÅDT i ekstra trafikk. Hvis vi for enkelthets skyld regner at hele denne trafikkøkningen kommer i form

¹⁵ I Trafikministeriet og Cowis modell er landeveiskjøring eksemplifisert med kjøring på strekningen Sorø-Holbæk, mens bykjøring er eksemplifisert med kjøring på strekningen Hellerup-København sentrum. Bykjøringstillene dekker således kjøring i blandete urbane omgivelser, med forstadsområder, hovedinnfartsårer så vel som indre bydeler i en storby. Trafikministeriet og Cowis modell er ikke blitt oppdatert siden 2000, og tallene for CO₂-utslipp er derfor trolig noe for høye i forhold til dagens bilpark. Hvis man kan regne med en årlig forbedring i brensel effektivitet på 2 prosent (jf. Rideng og Vågane 2008) vil utslippskoeffisientene trolig ligge ca. 20 prosent lavere per kjøretøykilometer enn tallene tabellen viser.

av personbiler, og at lengden av hver nyskapt biltur er 10 km,¹⁶ vil vegbyggingen dermed gi en økning i den gjennomsnittlige daglige trafikkmengden på 130 000 – 260 000 kjøretøykilometer, dvs. 47,5 mill. – 94,9 mill. ekstra kjøretøykilometer årlig. Ut fra tallene i tabell 6 vil dette innebære økte årlige utslipp av CO₂-ekvivalenter på 10440 – 20880 tonn. Videre medfører byggingen av 10 km nye kjørefelt i hver retning en økning i antall kjørefeltkilometer med 20, noe som ifølge Simonsen (2009, s. 42)¹⁷ gir et utslipp på 20 * 839 tonn CO₂-ekvivalenter, dvs. 16780 tonn CO₂-ekvivalenter¹⁸. Forutsatt levetid på vegen på 40 år blir utslippet per år i forbindelse med byggingen av 4-feltsveg dermed 419,5 tonn CO₂-ekvivalenter. Endelig medfører drift og vedlikehold av vegen utslipp av 51,5 tonn CO₂-ekvivalenter per kjørefeltkilometer årlig, noe som i eksemplet vårt, med 10 km nytt kjørefelt i hver retning, tilsvarer 1030 tonn per år.

Samlet innebærer dette at vegbyggingen i eksemplet ovenfor (altså utvidelse av en købelastet 4-felts veg i et byområde med ett ekstra kjørefelt i hver retning på en strekning på 10 km der trafikkmengden i utgangspunktet er 52 000 ÅDT), gir en økning i det årlige CO₂-ekvivalentutslippet med 11900 – 22330 tonn.¹⁹ Per km for vegen som helhet tilsvarer dette 1190 – 2233 tonn. Av disse tallene utgjør utslipp fra selve trafikken i området 88-94 prosent. At selve vegbyggingen og vedlikeholdet står for en relativt liten del av de samlede utslippene henger sammen med flere forhold: For det første at store deler av vegen allerede forutsettes å være bygd, slik at det bare skjer en utvidelse med et ekstra kjørefelt i hver retning, og for det andre at trafikkøkningen er stor, slik at energibruken og utslippene fra selve kjøringen, utgjør en stor del sammenliknet med det som byggingen av de ekstra kjørefeltene fører med seg.

Tofeltsveg i mindre tettsted. I eksemplet i kapittel 3 opererte vi med en trafikkmengde i denne vegsituasjonen på 12 000 – 14 000 ÅDT. Vi har nedenfor basert oss på middelveiden mellom disse tallene, dvs. 13 000 ÅDT. Vi forutsetter at den nye vegen ikke skiltes for høyere hastighet enn 80 km/t. Vi kan dermed, ifølge anslagene i kapittel 3, ikke forvente noen nevneverdig endring i utslipp per

¹⁶ Begge disse forutsetningene er grove forenklinger. En del av trafikkøkningen vil f. eks. bestå av tunge kjøretøyer. Mye av den nyskapte trafikken vil også trolig bruke den utvidete vegen på bare en del av strekningen, mens en (sannsynligvis mye mindre) del vil være lokaltrafikk som bare bruker en del av den nye strekningen (men som må kjøre et stykke på lokale veger før og etter å ha kjørt på den utvidete vegen). Forutsetningen om gjennomsnittlig turlengde på 10 km innebærer derfor trolig en undervurdering. Denne undervurderingen trekker i motsatt retning av den overvurderingen av utslippstall per kjøretøykilometer som er omtalt i forrige fotnote.

¹⁷ Supplert med opplysninger i mail fra Simonsen datert 14.5.09.

¹⁸ Det er her forutsatt at utvidelse med nye kjørefelter i tillegg til de eksisterende i en veg som opprinnelig er en 4-feltsveg, medfører like stort energiforbruk og utslipp per kjørefeltkilometer som byggingen av den opprinnelige vegen medførte. Videre at energibruk og utslipp til vedlikehold vil være det samme per kjørefeltkilometer før og etter vegutvidelsen. Begge disse forutsetningene er selvsagt diskutabile.

¹⁹ I tillegg kommer utslipp av klimagasser i forbindelse med produksjon og vedlikehold av kjøretøyer, som ifølge Høyer & Heiberg (1993, s. 132) for personbiler utgjør 16,6 gram per kjøretøykilometer, dvs. et utslipp som er ca. en trettendedel så stort som utslippene fra selve transporten. For vegutvidelsen i eksemplet vårt medfører dette utslipp av ytterligere 525 – 1050 tonn CO₂-ekvivalenter. Slike beregninger inngår ikke i oppdraget, men vi gir i vedlegg 5 en grov oversikt over utslipp av klimagasser i forbindelse med produksjon og vedlikehold av kjøretøyer

kjøretøykilometer – verken økning eller reduksjon. I et mindre tettsted av denne typen er det heller ikke sannsynlig at den forbedrete vegstandarden vil gi mye nyskapt trafikk. Noe ny trafikk kan imidlertid bli generert, og vi har i beregningen tentativt anslått denne økningen til 10 prosent - et tall som har stor usikkerhet ettersom erfaringsgrunnlaget for å vurdere effekten av bygging av nye hovedveger i en slik kontekst er meget beskjedent. I dette eksemplet vil en betydelig større del av endringen i klimagassutslipp enn i det forrige eksemplet skyldes bygging, drift og vedlikehold av selve vegen. Ifølge Simonsen (2009, foreløpig utgave) vil dette for en tofeltsveg typisk utgjøre 90 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per kilometer veg²⁰. Byggingen står, i tråd med opplysningene tidligere i kapittelet for 24 av disse tonnene, mens drift og vedlikehold står for 66 tonn.

Trafikkøkningen på 10 prosent medfører, ifølge tabell 6 ovenfor, 83 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per kilometer veg i økte utslipp fra selve kjøringen. Det er her forutsatt utslipp per kjøretøykilometer som ved landevegskjøring med personbil. Samlet gir byggingen av den nye vegen ut fra de gitte forutsetningene, økning i klimagassutslipp med 173 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per km ny veg. Av dette står bygging, drift og vedlikehold av vegen for 52 prosent og trafikkøkning for 48 prosent. I denne situasjonen utgjør altså bygging og vedlikehold av infrastrukturen en vesentlig større del av den samlede utslippsøkningen enn i storbyeksemplet. Den samlede utslippsøkningen utgjør dessuten bare 11-22 prosent av klimagassutslippene per kilometer i situasjonen i det forrige eksemplet der en 4-felts storbymotorveg utvides med et ekstra kjørefelt i hver retning.

Hvis vi i dette eksemplet i stedet forutsetter at den nye vegen bygges med fire kjørefelter, medfører vegbyggingen ut fra de ovenfor nevnte forutsetningene et økt klimagassutslipp på 373 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per km ny veg. I dette tilfellet står bygging, drift og vedlikehold av vegen for hele 78 prosent av utslippsøkningen og trafikkøkningen for 22 prosent.

Tofeltsveg *intercity*. I eksemplet i kapittel 3 opererte vi med en trafikkmengde i denne vegsituasjonen på 2100 ÅDT. Selv om forbedret vegstandard ifølge enkelte studier (bl.a. Barr 2000), vil bidra til nyskapt trafikk også på intercitystrekninger der det ikke er vesentlige køproblemer, antar vi at økningen vil bli meget beskjeden hvis standardforbedringen bare skjer på en begrenset del av strekningen. I den intercitysituasjonen som beskrives i kapittel 3, vil den nyskapt trafikken sannsynligvis være så liten at den kan ignoreres. Vi har derfor i dette eksemplet ikke regnet at den nye vegen bidrar til trafikkøkning. Basert på resonnementene i kapittel 3, antar vi dessuten at den nye vegbyggingen heller ikke fører til endringer i kjøreatferd (gjennomsnittshastighet, oppbremsning og akselerasjon) som medfører nevneverdig endring i klimagassutslipp per kjøretøykilometer. I dette eksemplet vil derfor all endring i klimagassutslippene skyldes selve vegbyggingen og vedlikehold/drift av vegen. Som nevnt i forrige eksempel, utgjør dette for tofeltsveger typisk 90 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per km ny veg. Vegbyggingens bidrag til økte klimagassutslipp er, som vi ser, vesentlig lavere i dette eksemplet enn i de to øvrige. Særlig er forskjellen meget

²⁰ Det er her forutsatt at den nye vegen har et innslag av broer og/eller tunneler som gir CO₂-utslipp på samme nivå som for en 'standard' tofeltsveg. Dette er selvfølgelig en diskutabel forutsetning, men resultatene blir ikke radikalt annerledes hvis vi forutsetter at vegen ikke inneholder noen broer eller tunneler.

stor sammenliknet med storbyeksemplet. Bygging av en kilometer tofeltsveg i intercitysituasjonen i eksemplet bidrar således til en økning i klimagassutslipp per kilometer veg på bare 4 – 8 prosent av den økningen utvidelsen av den sterkt trafikkerte firefeltsvegen i et storbyområde til seks felter medførte i det første eksemplet, og bare omkring halvparten av den beregnede utslippsøkningen som følge av å bygge en tofeltsveg i et mindre tettsted.

Det er likevel interessant å merke seg at alle de tre eksemplene innebærer at utslippene av klimagasser stiger som følge av vegutbyggingen. Vegbygging fungerer altså i ingen av eksempelsituasjonene som et tiltak som bidrar til å redusere klimagassutslippene.

Vi hevder ikke at det ikke kan tenkes situasjoner der vegbygging kan ha en slik effekt – det kan f. eks. være tilfellet i situasjoner der en ny vegtunnel erstatter en bratt fjellovergang og reduserer kjørelengden (selv om selve vegbyggingen i en slik situasjon vil medføre betydelige utslipp). Etter vår vurdering vil imidlertid de situasjonene der vegbygging bidrar til å redusere klimagassutslippene, klart høre til unntakene²¹. I de fleste tilfellene vil bygging og vedlikehold av de nye eller forbedrede vegene, sammen med direkte og indirekte virkninger av nyskapt trafikk, bidra til å øke klimagassutslippene. I storbysituasjoner vil økningene kunne bli betydelige hvis vegbyggingen medfører økt vegkapasitet i købelastede korridorer.

Tabell 7: Totale utslippsøkninger som følge av bygging, drift og vedlikehold av en ekstra vegkilometer samt utslipp fra antatt trafikkvekst i tre SINTEF-liknende situasjoner.

	Årlig utslipp fra bygging (1000 tonn CO ₂ -ekv per km)	Utslipp årlig fra drift og vedlikehold (1000 tonn CO ₂ -ekv per km)	Økte utslipp årlig fra trafikken (1000 tonn CO ₂ -ekv per km)	Totale økninger (1000 tonn CO ₂ -ekv per km)	Økt trafikkandel av den totale økningen i utslipp (%)
Utvidelse av 4-feltsveg i storbyområde til 6-feltsveg	0.042	0.103	1.044-2.088	1.190-2.233	88-94
Tofeltsveg i mindre tettsted	0.024	0.066	0.083	0.173	48/78*
Tofeltsveg intercity	0.024	0.066	-	0.09	-

* 78 hvis det bygges firefeltsveg heller enn tofeltsveg

²¹ Vi skal referere et slikt eksempel i kapittel 7

6 Modellberegninger ved bruk av nasjonal og regional persontransportmodell

Et sentralt utgangspunkt for dette prosjektet er en utredning fra SINTEF publisert i 2007. SINTEF viser i rapport STF50 A07034 hvordan bedre veier gir mindre klimagassutslipp ved at bedre veistandard gir mer effektiv kjøreadferd og dermed lavere drivstofforbruk. Rapporten dokumenterer mikrosimuleringer som angir hvordan kjøreadferden, og dermed drivstofforbruket, påvirkes av at veistandarden forbedres.

Rapporten inneholder tre ulike studier; kalt alternativ 1, 2 og 3. De to første studiene – alternativene 1 og 2 - omhandler scenarier der den opprinnelige veien går gjennom to tettsteder. Dette medfører at gjennomgangstrafikken blir ledet gjennom bostedsområder. Veien som går gjennom bostedsområdene har lavere fartsgrenser enn den delen av veien som går utenfor tettbygd strøk.

Veistandarden forbedres ved at ny vei legges utenom tettstedene. Dette gjør at gjennomgangstrafikken kan holde jevn og høyere fart forbi området. Traseen kan ofte gjøres noe kortere fordi man slipper å svinge innom tettstedene og det gjennomføres en generell nivåheving av veistandarden på den nye parsellen.

Mikrosimuleringene viser at veiforbedringene resulterer i en reduksjon i CO₂ -utslipp på 11 og 26 prosent for de to casestudiene. Eventuell økning i reiseomfang og endringer i transportmiddelvalg som følge av veiforbedringene, anses å være for små til å ha noen reell effekt på samlede utslipp.

Det tredje studiet – alternativ 3 - omhandler en overbelastet bymotorvei som er innfartsåre til en storby. Trafikksituasjonen preges av store kapasitetsproblemer som medfører køer og forsinkelser. Bygging av et ekstra kjørefelt gir bedre trafikkflyt, jevnere fart og betydelig høyere gjennomsnittshastighet for strekningen.

Mikrosimuleringene viser at bygging av nytt kjørefelt resulterer i at gjennomsnittlig kjørehastighet øker med over 20 km/t, og at CO₂ -utslippene fra eksisterende personbiltrafikk faller med 38 prosent. Eventuell økning i reiseomfang neglisjeres da det antas at andelen nyskapt trafikk som følge av kapasitetsutvidelsen er meget liten og dessuten vanskelig å tallfeste. Det antas imidlertid at kapasitetsutvidelsen vil gi et stort skifte i valg av transportmiddel ved at trafikanter velger personbil i stedet for kollektive transportformer. Reisemiddelvalgmodellen fra regional transportmodell er brukt til å estimere at bilandelen vil øke med 19 prosentpoeng fra 43 til 62 prosent, mens kollektivandelen vil falle tilsvarende fra 43 til 24 prosent. Hva denne endringen i reisemiddelvalg får å si for CO₂ -utslippene, er ikke beregnet.

Dette kapittelet inneholder to casestudier som ser på trafikkeffekter som følge av veiforbedringer modellert ved bruk av nasjonal persontransportmodell, NTM5, og regional persontransportmodell, RTM. Casene er ment å tilsvare de tre SINTEF-alternativene.

Kort beskrivelse av modellene

Den nasjonale og de regionale persontransportmodellene er nettverksmodeller som består av tre faser. I første fase beregnes transporttilbudet mellom modellenes ulike soner. Transporttilbudet angis som generaliserte reisekostnader mellom soner og vil være avhengig av veinettets distanser, bompenger og fartsgrenser samt rutetilbudet fra kollektivtransporten.

Neste fase omtales som etterspørselsmodellen. Denne består blant annet av turproduksjon, turfordeling mellom sonene og reisemiddelfordeling.

Turproduksjonen i hver enkelt sone vil blant annet avhenge av sonens befolkning og hvordan befolkningen er sammensatt i forhold til alder, kjønn og bilhold. Turfordelingen mellom soner vil være avhengig av de ulike sonenes attraktivitet som blant annet defineres av transporttilbudet og antall arbeidsplasser innenfor forskjellige bransjer. Reisemiddelfordelingen vil i sin tur avhenge blant annet av reisehensikter, biltilgang og kollektivtilbud.

I tredje og siste fase fordeles turene i transportnettverket. Turene fordeles mellom soner med forutsetning om at de reisende velger reiseruten som minimerer generaliserte reisekostnader. For kollektivreisende vil generaliserte reisekostnader bestå av gangtid til holdeplass, ventetid, ombordtid, eventuelle bytter og billettpris. For bilreisende består generaliserte kostnader av tid, distanse og direkte utlegg til bom og ferge. Personbiltrafikken legges ut på nettet avhengig av kapasitet med algoritme for brukerlikevekt.

Den nasjonale og de regionale persontransportmodellene er estimert ved bruk av reisevaneundersøkelser. Modellene legger til grunn at trafikantene er rasjonelle individer som agerer ut fra økonomiske prinsipper som at bedre transporttilbud gir økning i etterspørsel. Forbedringer i transportnettverket vil medføre etterspørselsøkning og endringer i transportmiddelvalg dersom man modellerer trafikken ved bruk av RTM og NTM5. Turproduksjonen avhenger blant annet av transporttilbudet, og forbedringer i vegnettet vil medføre økt transport.

Kort beskrivelse av forutsetninger i beregningene

Om man benytter persontransportmodellene til å lage prognoser for framtidig trafikkutvikling, legger man gjerne inn framskrivninger for økonomisk utvikling, prisutvikling, befolkningsutvikling, endringer i arealbruk, endringer i bilhold, kjente infrastrukturtiltak og endringer i kollektivtilbud samt eventuelle andre sentrale rammebetingelser som vil påvirke framtidig transportomfang. Dette er inndata til modellene som til dels bygger på prognoser fra Statistisk sentralbyrå.

Et infrastrukturtiltak som endrer transportkostnadene mellom to modellområder, kan gi lokale endringer i befolkningsmønster, lokale endringer i lokalisering av arbeidsplasser, lokale endringer i bilhold og kollektivtilbud. Dette er endringer

som vil skje over tid, og omtales derfor som langtidseffekter av infrastrukturtiltak. Skal man inkludere slike langtidseffekter i modellberegninger, må man angi disse endringene i modellenes inndatafiler. Man må utarbeide nye befolkningstall, data for arbeidsplasser, bilhold og kollektivtilbud. Dette er en svært usikker og krevende jobb fordi det er uhyre vanskelig å isolere og tallfeste langtidseffektene av infrastrukturtiltak. Eventuelle empiriske data for slike effekter er ikke nødvendigvis overførbare verken i tid eller mellom prosjekter og regioner.

I modellberegningene gjennomført i dette prosjektet, holdes inndatafiler for befolkning, arbeidsplasser, bilhold og kollektivtilbud fast i alle beregninger. Dette betyr at infrastrukturtiltakene som er modellert, ikke anses å gi endringer i arealbruk, befolkningsmønster, bilhold eller lokalisering av arbeidsplasser. Slik sett ignorerer disse modellberegningene noen potensielle langtidseffekter av tiltakene som studeres.

Når man ser på effekter av ulike tiltak i transportsektorene, skiller man gjerne mellom korttids- og langtidseffekter. Forskjellen mellom korttids- og langtidseffekter forklares gjerne med at trafikantene trenger tid på å tilpasse seg endringene. Treggheten kan skyldes at gamle vaner er vonde å vende, at enkelte tiltak kan anses for å være midlertidige og derfor ikke evner å endre trafikantenes adferd, eller rett og slett at det tar tid før informasjonen om endringene når trafikantene.

Modellberegningene i dette prosjektet gir blant annet endringer i transportmiddelvalg, destinasjonsvalg, rutevalg og antall turer. Selv om befolkningsmengde og antall arbeidsplasser i hver grunnkrets holdes fast i beregningene, vil for eksempel reduksjonen i transportkostnader medføre økning i antall arbeidsreiser fordi flere arbeidsplasser vil bli attraktive når reisetiden blir redusert. Modellen tar også høyde for at folk begynner å arbeide lenger fra hjemstedet når reisetiden reduseres, men fanger ikke opp effekter på lengre sikt som endringer i bosted og bilhold.

Modellene legger også til grunn at enhver trafikant til enhver tid sitter på komplett oversikt over transportnettverket og velger transportmiddel, destinasjon og reiserute ut fra rasjonelle økonomiske prinsipper. Man kan derfor si at nasjonal og regional persontransportmodell beregner effekter på kort og mellomlang sikt.

Case 1: Brokelandsheia – Vinterkjær.

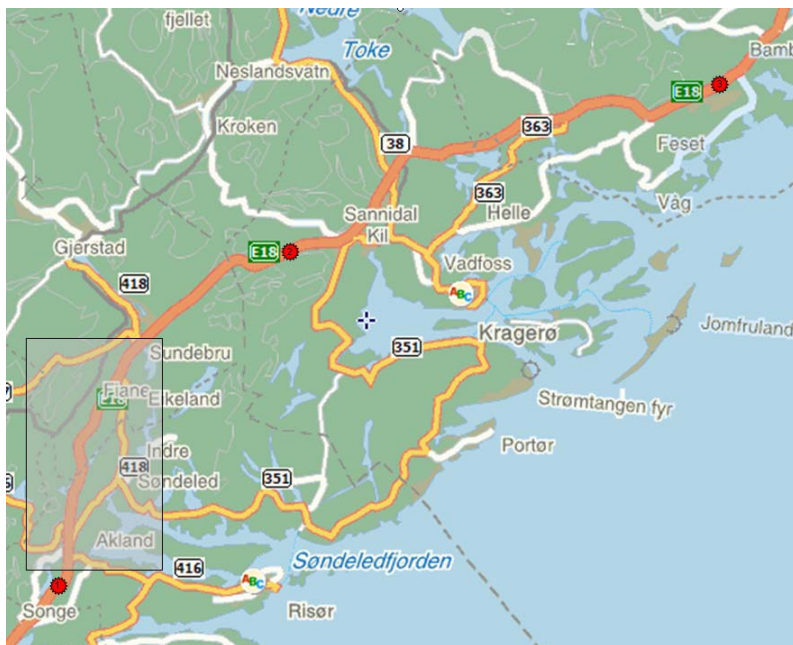
Beskrivelse av tiltak

Case 1 inneholder en ny veistrekning mellom Brokelandsheia og Vinterkjær. Veiforbedringen som modelleres er gjennomført i virkeligheten. Den nye parsellen på E18 mellom Vinterkjær og Brokelandsheia ble åpnet 1. november 2004. Parsellen er omtrent 11 km lang, har tre kjørefelt og fartsgrense på 90 km/t. Den opprinnelige veien har trase gjennom de to tettstedene Søndeled og Fiane. Dette innebærer at deler av veien har fartsgrense på 60 km/t. Opprinnelig vei har to kjørefelt og er omtrent 750 meter lenger enn den nye veien.

Figur 9 viser et kartutsnitt over området dette dreier seg om. Området ligger ved kysten nær fylkesgrensen mellom Aust-Agder og Telemark. Den nye parsellen

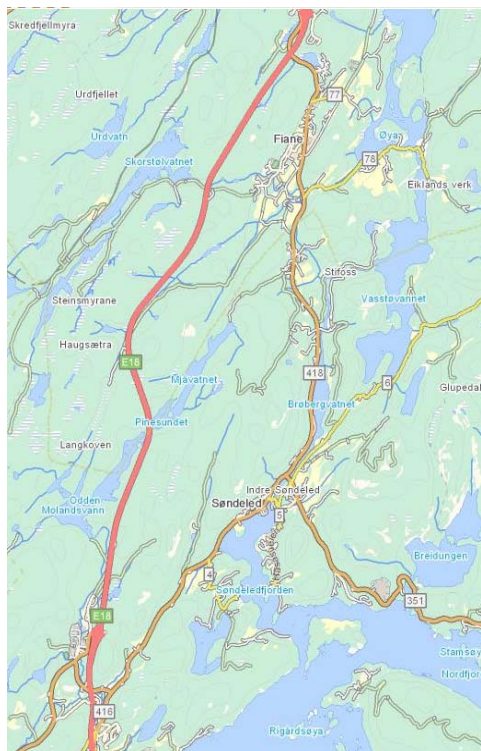
ligger innenfor det rektangulære utsnittet i figuren, og er nærmere beskrevet i figur 10. Det er tre tellepunkter i området markert med røde ringer i kartet.

Figur 9. Områdedefinisjon av case 1



Figur 10. Detaljert områdedefinisjon av case 1

Figur 10 viser et mer detaljert kartutsnitt av området innenfor rektangelet i figur 1. Den nye parsellen på E18 ligger til venstre og går utenfor tettstedene Søndeled og Fiane, mens opprinnelig vei ligger til høyre. Figur 2 viser det som omtales som analyseområdet, og dette analyseområdet består av ny vei og opprinnelig vei mellom Brokelandsheia og Vinterkjær.



Bygging av ny vei mellom Vinterkjær og Brokelandsheia gir et noe bedre transporttilbud blant annet mellom Kragerø og Risør og Oslo og Sørlandet. Strekningen får redusert distanse og høyere hastighet. I modellberegningene tilfaller denne forbedringen utelukkende personbilene fordi bussrutene ikke er kodet om til ny vei. Kollektivandelen for korte reiser er liten for strekningen. For lange kollektivreiser blir reisetidsforbedringen relativt sett veldig liten, og er trolig også for liten til å gi noe endring i rutetabell.

Resultater

Det er gjennomført modellberegninger ved bruk av regional og nasjonal persontransportmodell for situasjonen med og uten ny parsell. Tabell 8 viser antall turer for modellberegninger av de to scenariene. Tabellen inneholder korte turer for region sør og lange turer for hele landet.

Tabell 8. Modellert trafikk illustrert med antall turer med og uten ny E18.

		Med ny vei	Uten ny vei	Endring
		(ÅDT)	(ÅDT)	(ÅDT)
Korte turer	Bil	4372210	4372177	33
	Kollektiv	655887	655887	0
Lange turer	Bil	103627	103582	45
	Buss	10204	10209	-5
	Tog	11459	11464	-5
	Båt	2797	2797	0
	Fly	20916	20921	-5

Tabellen viser at innføring av en ny vei mellom Brokelandsheia og Vinterkjær i liten grad gir utslag i antall modellerte turer totalt for hele regionen. Totalt sett genererer endringen 78 nye turer i døgnet. Noe av den nyskapte trafikken kommer på bekostning av kollektive reiseformer. Det forsvinner 5 turer fra henholdsvis fly, buss og tog.

Til tross for at antall turer totalt ikke øker særlig med ny vei, gir modellen en viss økning i trafikken mellom Brokelandsheia og Vinterkjær. Antall biler for de tre tellesnittene vist i figur 1 er presentert i tabell 9.

Tabell 9. Modellert trafikk for lette biler i tellepunkter langs E18.

	Med ny vei	Uten ny vei	Endring
	(ÅDT)	(ÅDT)	(%)
1 E18 Vinterkjær	5696	5421	5.1
2 E18 Søndbøvann	5366	5154	4.1
3 E18 Stokkebakken	7155	7016	2.0

Tabellen viser at antall modellerte biler som passerer E18 ved Vinterkjær øker med 275 biler pr årsdøgn. Dette tilsvarer en økning på 5.1 prosent, og er i hovedsak et resultat av endret destinasjonsvalg som følge av den nye veien.

Tabell 10 viser endring i modellert transportarbeid for de to scenariene. Økningen i antall personkilometer for personbiler er i overkant av 15 000 pr årsdøgn.

Nedgangen i lange reiser med tog, fly og buss gir en total økning i reiseomfang på i underkant av 10 000 personkilometer pr årsdøgn.

Tabell 10. Modellert transportarbeid pr årsdøgn for hele modellområdet med og uten ny E18.

		Med ny vei	Uten ny vei	Endring
		(pkm)	(pkm)	(pkm)
Korte turer	Bil	43973546	43967366	6180
	Buss	1704490	1704289	201
	Tog	2857160	2857198	-38
	Båt	422	422	0
Lange turer	Bil	25562570	25553492	9078
	Buss	2999219	3000738	-1520
	Tog	3796743	3798321	-1578
	Båt	302376	302365	11
	Fly	11271937	11274272	-2335

Tabell 11 viser modellert transportarbeid for personbil mellom Brokelandsheia og Vinterkjær med og uten ny vei.

Tabell 11. Modellert transportarbeid Brokeland-Vinterkjær pr årsdøgn med og uten ny E18.

	Med ny vei	Uten ny vei	Endring
	(pkm)	(pkm)	(pkm)
Bil	65025	63721	1303

Tabellen viser at bygging av ny vei gir en beskjeden økning i transportarbeidet på strekningen. Økningen er på omtrent 2 prosent. Noe av årsaken til at økningen for delstrekningen er såpass lav til tross for en relativt sett høyere trafikkvekst, er at kjøredistansen mellom Brokelandsheia og Vinterkjær ble redusert ved bygging av ny vei.

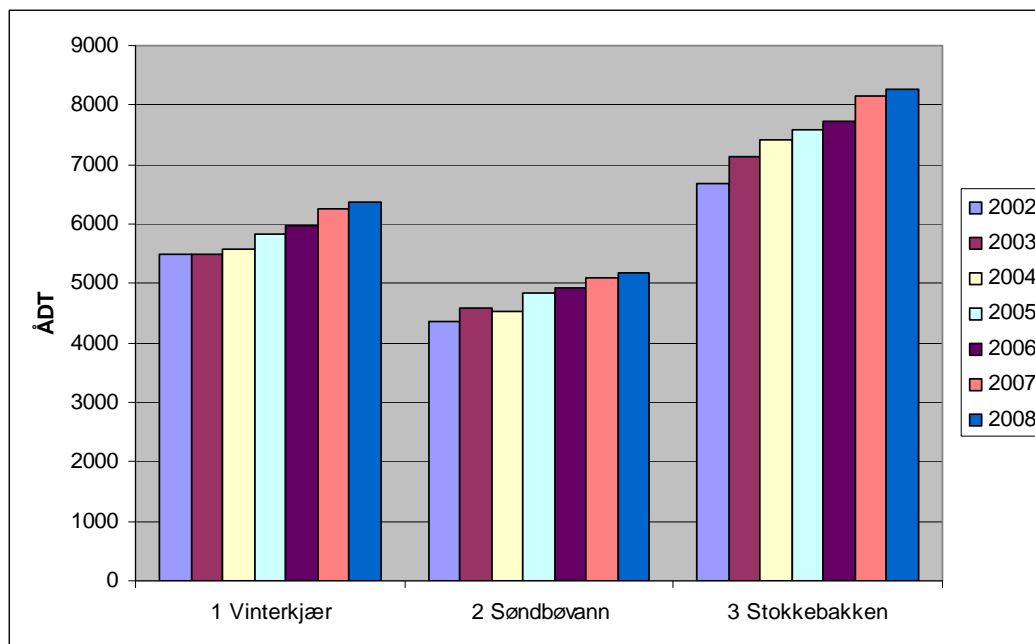
Økningen i transportarbeid for bil mellom Brokelandsheia og Vinterkjær utgjør bare i underkant av 10 prosent av den økningen man får ved å summere endringer for hele modellområdet.

Tellinger

Statens vegvesen gjennomfører kontinuerlige trafikkteillinger for mange tellepunkter fordelt utover landet. Figur 1 viste tre slike tellepunkter langs E18 i grenseområdet mellom Aust-Agder og Telemark.

Figur 11 viser registrert årsdøgntrafikk fra lette kjøretøy for disse tellepunktene for årene 2002 til 2008.

Figur 11. Trafikktellinger for lette kjøretøy langs E18 på grensen mellom Aust-Agder og Telemark.



En sammenligning av figur 11 og tabell 9 viser at det er rimelig bra samsvar mellom trafikktellinger og modellerte trafikkmengder. Modellens basisår er 2006. For de tre tellepunktene Stokkebakken, Søndbøvann og Vinterkjær er det registrert trafikk på henholdsvis 7726, 4930 og 5968 ÅDT, mens tabell 2 viste at modellerte trafikkmengder i basisscenariet var på henholdsvis 7155, 5366 og 5696 ÅDT for disse tellepunktene.

Trafikktellingene viser også at antall registrerte lette kjøretøy som passerer disse tre tellepunktene stort sett stiger litt fra år til år. Den nye veitraséen mellom Brokelandsheia og Vinterkjær åpnet 1. november 2004, og ut fra figur 3 kan det se ut som om trafikken stiger noe mer fra 2004 til 2005 enn for de øvrige årene for de to tellepunktene ved Søndbøvann og Vinterkjær. For tellepunktet ved Søndbøvann er det imidlertid ikke registrert trafikk for perioden april til oktober i 2004. Trafikken for denne perioden fremkommer av beregninger. Dette kan tyde på at trafikkøkningen fra 2004 til 2005 delvis kan skyldes at 2004-trafikken er noe lav, muligens fordi veiarbeidet kan ha redusert veistandarden i området i forkant av åpningen av ny vei.

Utslipp

Tabell 12 inneholder utslippsfaktorer for ulike transportmidler hentet fra Statistisk sentralbyrå (2008). Faktorene er beregnet for 2004. Utslippsfaktoren for personbil er beregnet av TØI ved å anta at bensinbiler står for 78.4 prosent av trafikken fra lette kjøretøy. Tallet for trafikkandelen fra bensinbiler er også mottatt fra SSB og gjelder for år 2006. Det antas at utslipp fra tog og båt kan neglisjeres for disse modellberegningene.

Tabell 12. Utslippsfaktorer for ulike transportmidler

	Utslipp (g/pkm)
Bensinbil	107
Diesebil	82
Bil	102
Buss	62
Fly	206

Tabell 13 inneholder utslippsberegninger av ny vei mellom Brokelandsheia og Vinterkjær basert på modellerte endringer i transportarbeid og utslippsfaktorene angitt i tabell 12.

Tabell 13. Utslippsendringer med ny E18 mellom Brokelandsheia og Vinterkjær.

	Utslipp (tonn/år)
Utslipp analyseområdet. Bil	2372
Utslippsendring analyseområdet. Bil	49
Utslippsendring hele modellområdet. Bil	568
Utslippsendring hele modellområdet. Buss	-30
Utslippsendring hele modellområdet. Fly	-176
Utslippsendring hele modellområdet. Sum	363

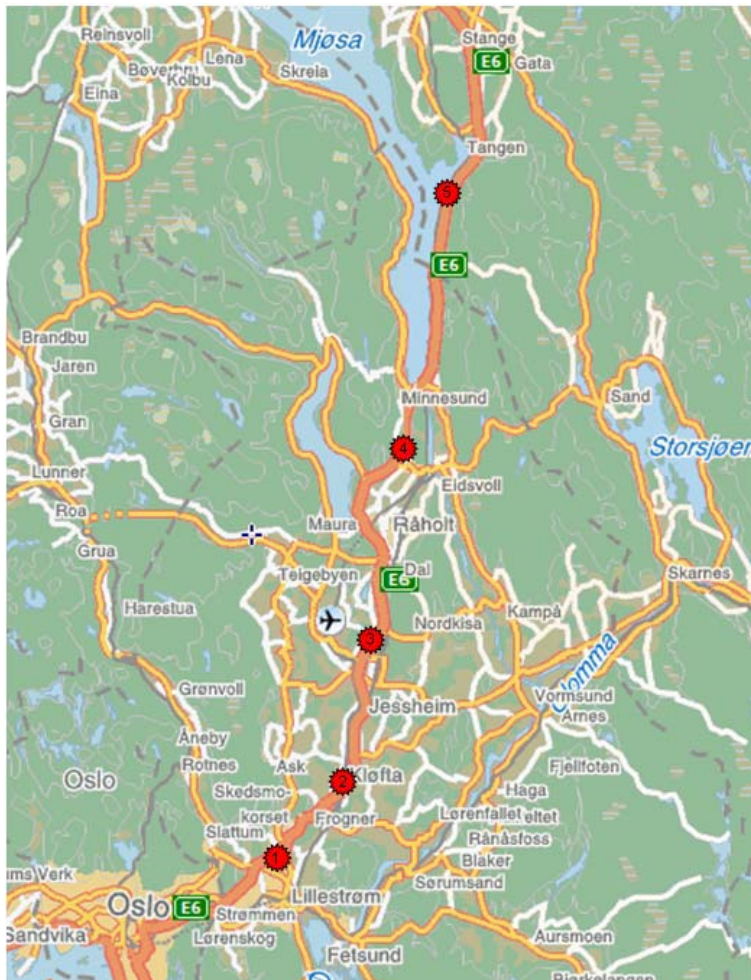
Tabellen viser at personbiltrafikken for analyseområdet hadde et årlig utslipp på i underkant av 2.4 tusen tonn CO₂ før åpningen av ny parsell. Åpningen av ny parsell gir en utslippsøkning på 2 prosent og 49 tonn i året for selve strekningen mellom Brokelandsheia og Vinterkjær.

Utslippsendringen for hele modellområdet er på 363 tonn pr år. Dette tilsvarer omtrent 15 prosent av utslippene for delstrekningen. Endringen består i økning for personbiltrafikk tilsvarende 24 prosent av utslippene for delstrekningen, mens buss- og flytrafikken går noe ned.

Case 2: Oslo-Hamar

I Case 2 modelleres en forbedring av E6 i Akershus fra fylkesgrensen mot Oslo i syd og fylkesgrensen mot Hedmark i nord. Strekningen er illustrert i figur 12.

Figur 12. Områdedefinisjon av case 2



Veiforbedringen som modelleres, skal tilsvare en tenkt kapasitetsutvidelse med ett ekstra kjørefelt slik at gjennomsnittshastigheten øker med 20 km/t. I den nasjonale persontransportmodellen beregnes trafikk uten hensyn til eventuelle kapasitetsbegrensninger i veinettet. I de regionale modellene gjennomføres nettutleggingen kapasitetsavhengig, men turproduksjonen gjøres uavhengig av eventuelle kapasitetsbegrensninger. Modellene beregner døgntrafikk, og det er en svært liten andel av veinettet i Norge som har kapasitetsproblemer utover timene rundt morgen- og ettermiddagsrush.

Dette medfører at modellen ikke egner seg særlig godt til å modellere kapasitetsøkninger direkte, men dette kan simuleres ved å modellere fartsøkningen denne kapasitetsøkningen gir. Ved å oppjustere skiltet hastighet for E6 mellom Oslo og Hedmark med 20 km/t, får man modellert en tenkt kapasitetsøkning som gir omtrent samme økning i gjennomsnittshastighet.

Det er viktig å presisere at E6 mellom Oslo og Hedmark i virkeligheten holder høy standard og i liten grad har kapasitetsproblemer. Bygging av et ekstra kjørefelt for denne strekningen vil neppe ha store konsekvenser for gjennomsnittshastigheten på veien. Strekningen er brukt som *modelleksempel* på effekten av store kjøretidsforbedringer på strekninger mot store byer.

Det antas videre at bussrutene ikke drar nytte av kjøretidsforbedringer som følge av kapasitetsøkningen. Bakgrunnen for dette er at det vil være en meget omfattende jobb å endre rutetabellene for alle bussrutene som benytter E6 mellom Oslo og Hedmark. Dessuten finnes det kollektivfelt på enkelte innfartsårer inn til Oslo, slik at bussene allerede i dag kan holde høyere hastighet enn personbiler. Dermed vil ikke kapasitetsforbedringer nødvendigvis innebære bedring i busstilbudet.

Resultater

Det er gjennomført modellberegninger ved bruk av regional og nasjonal persontransportmodell for situasjonen med og uten nytt kjørefelt for E6 mellom Oslo og Hedmark. Tabell 14 viser antall turer fra modellberegninger av de to scenariene.

Tabell 14. Modellert trafikk illustrert med antall turer med og uten nytt kjørefelt på E6.

		Med nytt felt	Uten nytt felt	Endring
		(ÅDT)	(ÅDT)	(ÅDT)
Korte turer	Bil	3356330	3354319	2011
	Kollektiv	798367	799103	-735
Lange turer	Bil	104984	103627	1357
	Buss	10068	10204	-136
	Tog	11288	11459	-172
	Båt	2788	2797	-9
	Fly	20762	20916	-154

Tabellen viser at innføring av et nytt kjørefelt på E6 mellom Oslo og Hedmark gir en økning på nesten 3400 bilturer pr årsdøgn for modellområdet, mens antall kollektivturer faller med drøyt 1200 pr årsdøgn.

Tabell 15 viser modellert trafikk for de to scenariene i de fem tellepunktene markert i figur 12.

Tabell 15. Modellert trafikk for lette biler i tellepunkter langs E6

	Med nytt felt	Uten nytt felt	Endring
	(ÅDT)	(ÅDT)	(ÅDT)
1 E6 Hvam sør	64668	56147	15.2
2 E6 Kløfta sør	45277	36543	23.9
3 E6 Hovinmoen	23298	15383	51.4
4 E6 Eidsvolltunnelen	15909	11125	43.0
5 E6 Espa Kro	12647	9889	27.9

Tabellen viser en betydelig trafikkøkning langs E6 som følge av kapasitetsutvidelsen. For tellepunktene nær bygrensen mot Oslo er

trafikkøkningen på nærmere 9000 ÅDT, mens den største prosentvise økningen er ved Hovinmoen der trafikkbelastningen øker med over 50 prosent.

Tabell 16 viser endring i modellert transportarbeid for de to scenariene. Økningen i transportarbeid for personbiler er nesten en million personkilometer pr årsdøgn. Nedgangen i kollektivt transportarbeid er på i underkant av 200 000 personkilometer pr årsdøgn. Samlet sett gir dette en økning i transportarbeid på omtrent 750 000 personkilometer pr årsdøgn.

Tabell 16. Modellert transportarbeid for hele modellområdet med og uten nytt felt.

		Med nytt felt	Uten nytt felt	Endring
		(ÅDT)	(ÅDT)	(ÅDT)
Korte turer	Bil	35568571	35369077	199493
	Buss	2944594	2949954	-5360
	T-bane	1131318	1132023	-706
	Trikk	243438	243534	-96
	Tog	4039271.6	4052498	-13227
	Båt	28238.5	28242	-3
Lange turer	Bil	26299224	25562570	736654
	Buss	2962244	2999219	-36974
	Tog	3747194	3796743	-49550
	Båt	300759	302376	-1616
	Fly	11192272	11271937	-79665

Tabell 17 viser modellert transportarbeid for personbil for E6 mellom Oslo og Hedmark fylkesgrense med og uten bygging av nytt kjørefelt.

Tabell 17. Modellert transportarbeid E6 mellom Oslo og Hedmark med og uten nytt felt.

	Med nytt felt	Uten nytt felt	Endring
	(pkm)	(pkm)	(pkm)
Bil	2044224	1609879	434345

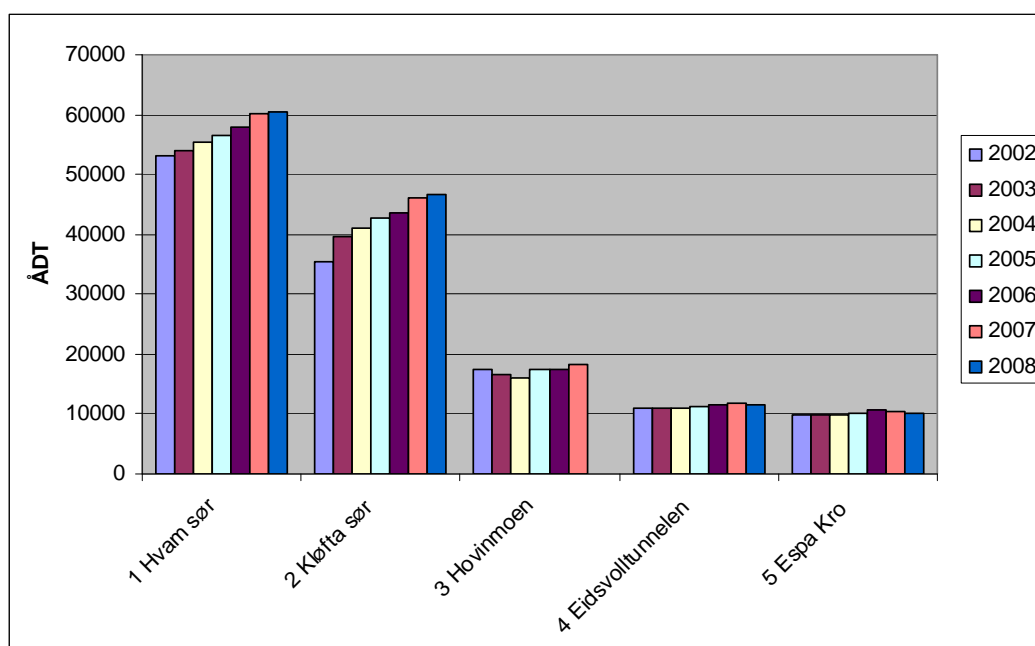
Tabellen viser at modellene gir en kraftig økning i transportarbeid på strekningen. Økningen er på omtrent 27 prosent. Økningen i transportarbeid for lette biler på E6 mellom Oslo og Hedmark utgjør nesten halvparten av samlet økning i transportarbeid fra lette biler for hele modellområdet.

Tellinger

Figur 12 viste fem tellepunkter langs E6 mellom Oslo og Hamar. For disse tellepunktene utfører Statens vegvesen kontinuerlige trafikktegninger.

Figur 13 viser registrert årstdøgnstrafikk fra lette kjøretøy for disse tellepunktene for årene 2002 til 2008.

Figur 13. Trafikktellinger langs E6 mellom Oslo og Hamar



En sammenstilling av figur 13 og tabell 15 viser at det er bra samsvar mellom trafikktellinger og modellerte trafikkmengder for fire av de fem tellepunktene. Modellens basisår er 2006. For de fem tellepunktene Hvam Sør, Kløfta Sør, Hovinmoen, Eidsvolltunnelen og Espå Kro er det registrert trafikk på henholdsvis 57 806, 43 604, 17 515, 11 598 og 10 713 ÅDT, mens tabell 8 viste at modellerte trafikkmengder i basisscenariet var på henholdsvis 56 147, 36 543, 15 383, 11 125 og 9889 ÅDT for disse tellepunktene.

Figuren viser at det har vært en årlig vekst i trafikken i punktene nærmest Oslo, mens trafikkvolumet i tellepunktene lenger nord virker mer stabilt.

Utslipp

Tabell 18 inneholder utslippsberegninger av nytt kjørefelt på E6 mellom Oslo og Hedmark basert på modellerte endringer i transportarbeid og utslippsfaktorene angitt i tabell 12.

Tabell 18. Utslippsendringer med nytt felt på E6 mellom Oslo og Hedmark.

	Utslipp (tonn/år)
Utslipp analyseområdet. Bil	59936
Utslippsendring analyseområdet. Bil	16171
Utslippsendring hele modellområdet. Bil	34853
Utslippsendring hele modellområdet. Buss	-958
Utslippsendring hele modellområdet. Fly	-5990
Utslippsendring hele modellområdet. Sum	27905

Tabellen viser at personbiltrafikken for strekningen E6 mellom Oslo fylkesgrense og Hedmark fylkesgrense gir et årlig utslipp på omtrent 60 tusen tonn CO₂.

Dersom det åpnes et nytt kjørefelt på strekningen slik at personbiltrafikken får en økning i gjennomsnittshastighet på 20 km/t, vil dette medføre en utslippsøkning fra personbiltrafikk på strekningen på omtrent 27 prosent og 16 tusen tonn. Utslippsøkningen fra all personbiltrafikk i modellområdet blir på nesten 35 tusen tonn, noe som utgjør nær 60 prosent av strekningens utslipp før utbygging.

Utslippsreduksjon fra kollektive transportformer summerer seg til nær 7 tusen tonn pr år. Dette gir en samlet utslippsendring for hele modellområdet på nær 28 tusen tonn pr år. Dette utgjør over 46 prosent av utslippene fra personbiler på delstrekningen.

Diskusjon

Modellberegninger – for to strekninger hvor det bygges bedre veger - ved bruk av regional og nasjonal persontransportmodell, viser økt transportomfang, forandringer i destinasjonsvalg og overgang fra kollektive transportformer til privatbil.

Casestudiet som modellerer bygging av et ekstra kjørefelt for å utbedre kapasitetsproblemer og unngå køer og forsinkelser på en måte som innebærer økt gjennomsnittshastighet på 20 km/t på innfartsåre mot stor by, medfører en betydelig økning i CO₂-utslipp. Om man sammenligner denne økningen med opprinnelig utslipp fra personbiler på strekningen man utbedrer, tilsvarer økningen over 46 prosent.

Denne økningen er større enn utslippsreduksjonen på 38 prosent som framkommer fra mikrosimuleringene gjennomført av SINTEF for deres alternativ 3. Dette kan tyde på at utslippsreduksjonen man oppnår som følge av jevnere kjøring ved veiutbedringer av den art som er presentert i Case 2, blir mindre enn utslippsøkningen som følger av økt transportomfang og mer privatbilisme. Det er imidlertid viktig å understreke at casene undersøkt av SINTEF og TØI ikke er direkte sammenlignbare.

I tillegg må man anta at omfattende utbedringer på en innfartsåre mot en stor by som gir betydelige reisetidsforbedringer, vil gi langtidseffekter i forhold til bosettingsmønster og arealbruk. Dette er effekter som nasjonal og regional persontransportmodell ikke tar hensyn til med mindre man gjør endringer i datafilene som inneholder befolkningstall, arbeidsplasser og øvrige soneinformasjon på grunnkrets nivå. Dette er ikke gjort i våre beregninger.

Casestudiet som modellerer bygging av ny parsell slik at gjennomgangstrafikk ledes utenom tettsteder, case 1, gir en økning i CO₂-utslipp på ca 15 prosent i forhold til utslippene fra strekningen som utbedres. SINTEF har utført mikrosimuleringer av to tiltak som har likhetstrekk med veiutbyggingen mellom Brokelandsheia og Vinterkjær. Disse mikrosimuleringene av alternativ 1 og 2 gir ifølge SINTEF utslippsreduksjoner på henholdsvis 11 og 26 prosent. Utbyggingen av E18 mellom Brokelandsheia og Vinterkjær vil nok være en mellomting av de to SINTEF-alternativene; om man sammenligner veikarakteristikker som kjørefelt, trafikkvolum og fartsgrenser i før- og ettersituasjonen.

Dette kan tyde på at utslippsreduksjonen man oppnår som følge av jevnere kjøring ved veiutbedringer som presentert i Case 1, kan overstige utslippsøkningen som følger av økt transportomfang og mer privatbilisme.

Vårt Case 1 er et veiprojekt som er gjennomført i virkeligheten, og trafikkteilingene i området kan tyde på at modellert trafikkvekst er noe høyere enn reell vekst. Noe av årsaken til dette kan være at endret destinasjonsvalg modelleres i transportmodellene, mens det i virkeligheten kan være langtidsvirkninger som ikke reflekteres fullt ut i trafikkteilinger kort tid etter åpning av ny vei.

Persontransportmodellene forutsetter, som nevnt, rasjonell adferd og legger også til grunn at hver trafikant kjenner alle reiseruter i veinettet og velger ruten som gir lavest generalisert kostnad ut fra prinsipper for brukerlikevekt ved kapasitetsbegrensninger. Slik sett vil enhver kjøretidsforbedring innebære økt transportomfang.

Virkeligheten er nok noe annerledes. Trafikantene er ikke like rasjonelle, kjenner ikke alle mulige reiseruter og har nok svært individuell opplevelse av generaliserte kostnader. Mens veiutbedringer gir kontinuerlige effekter i transportmodellene, vil nok effektene i virkeligheten være noe mer diskrete. Dermed er det en viss usikkerhet i modellering av mindre tiltak som parsellen mellom Vinterkjær og Brokelandsheia.

Langtidsvirkninger for arealbruk og bosettingsmønster som følge av den nye parsellen, er ikke med i disse modellberegningene. Befolkningsgrunnlaget er relativt lite og reisetidsforbedringene såpass små at den nye veien neppe får store konsekvenser for endringer i arealbruk og befolkning. Søndeled er riktignok et idyllisk område som trolig vil kunne få økt bosetting som følge av at gjennomgangstrafikken forsvinner ved etablering av ny vei.

Sammenstiller man resultatene fra SINTEFs mikrosimuleringer med modellresultatene fra RTM og NTM5, kan det virke som om utslippsreduksjonen som følge av jevnere kjøring grovt sett vil oppveie utslippøkning grunnet økt transportomfang og mer bilisme. Trafikkteilingene fra Statens vegvesen kan imidlertid tyde på at persontransportmodellene overestimerer trafikkeffektene av dette prosjektet noe, hvilket kan tyde på at prosjektet kan ha gitt reduksjon i CO₂-utslipp fra transport i modellområdet.

Det er viktig å påpeke at mange norske veiprojekter er bompengefinansiert. Innføring av bompenge på nye, utbedrede veistreknings vil motvirke økningen i trafikkomfang og bilisme som følger av redusert kjøretid og eventuell distansereduksjon. Den generaliserte transportkostnaden består av tidskostnader, distanseavhengige kostnader og direkte pengeutlegg ved bomstasjoner og ferger.

7 Oppsummerende/avsluttende drøftinger

Litteraturgjennomgangen og beregningene våre ved hjelp av nasjonal og regional transportmodell gjør det mulig for oss å drøfte hovedspørsmålet vårt – *Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?* – samlet, mer inngående og helhetlig. Vårt utgangspunkt har vært at klimagassutslippene knyttet til bygging av bedre veger stammer fra fire kilder:

- For det første at arbeidet som må utføres for å skaffe landet bedre veger, krever energi som i sin tur resulterer i klimagassutslipp – samt at drift og vedlikehold av vegene gir ytterligere utslipp
- For det andre bidrar bedre veger til mer trafikk og til at trafikantene benytter andre, og mindre klimagassvennlige, transportmidler
- For det tredje blir trafikken avviklet med større hastighet, og de bedre vegene gir mulighet for en jevnere avvikling av trafikken
- For det fjerde kan nye veger både gi kortere og lengre vegstrekninger og vertikalkurvaturen kan bli annerledes – som regel blir vegene flatere ved at vi sprenger oss gjennom åser og fjell heller enn å klatre over

Nybygging

Vegbygging medfører energibruk både til drivstoff i forbindelse med byggearbeidet og til å framstille de materialene som brukes til vegbyggingen. Energibruken ved vegbygging går med til masseflytting, sprengstoff, vegkropp, vegdekke og slitasje på anleggsmaskiner. Det kreves dessuten ekstra energi til bygging av broer, tunneler og til sikringsutstyr, skilting mv.

De mest oppdaterte data vi har kommet over, antyder at bygging av en firefeltsveg medfører betydelig større energibruk og klimagassutslipp per kilometer kjørefelt enn ved bygging av tofeltsveger. Dette skyldes særlig at firefeltsvegene krever ekstra ressursbruk i forbindelse med toplans kryss, at de har en høyere andel tunneler, og at de har en stivere linjeføring som vanskeligere lar seg tilpasse terrenget uten store masseforflytninger. Data om årlige utslipp per kjørefeltkilometer for nybygging og drift og vedlikehold av ulike typer veger framgår av tabell 19. Prosjektene levetid er i beregningene antatt å være 40 år.

Tabell 19: Tonn CO₂-ekvivalenter per km kjørefelt årlig fra nybygging og drift- og vedlikehold av henholdsvis to- og firefeltsveger

		Tonn CO ₂ -ekvivalenter	
		Nybygging	Drift- og vedlikehold
Vegtype	Tofelt	12	33
	Firefelt	21	51,5

Den relative betydningen av klimagassutslippene fra selve vegbyggingen i forhold til de totale utslippsendringene ved bygging av ny veg eller utbedring av eksisterende veg, varierer sterkt avhengig av hvilken kontekst vegbyggingen foregår i. Dess større trafikkmengder det nye veganlegget eksponeres for, dess mindre betyr utslippene fra selve vegbyggingen. Dersom vi tar utgangspunkt i SINTEFs tre typesituasjoner, antar vi at vegbyggingen vil stå for hele økningen i klimagassutslippene i eksemplet med lave transportmengder, for rundt halvparten i eksempelet med transportmengder rundt ÅDT 12-14000 hvis nybyggingen gjøres som tofeltsveg og for 78 prosent hvis det bygges firefeltsveg. Utslippene fra bygging og drift- og vedlikehold av ekstra felter til en allerede eksisterende firefeltsveg i typisk bysituasjon (ÅDT omkring 55000) vil bare utgjøre omkring en tiendedel av de totale økte utslippene.

Erstatting av ferjer kan gi CO₂-gevinst

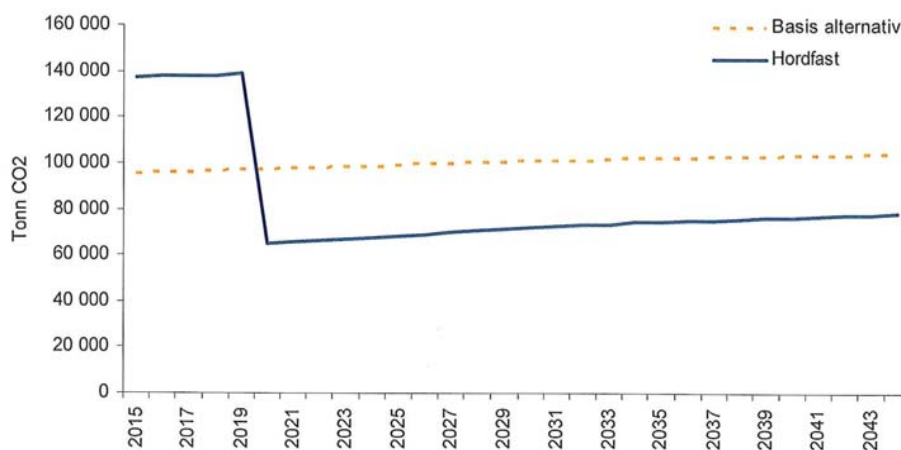
Det er et viktig poeng at bygging av nye vegstrekninger kan føre til at ferjestrekninger blir nedlagt. Ferjetrafikk kan ha betydelige utslipp av klimagasser så vel som andre luftforurensningskomponenter. Særlig gjelder dette hurtigferjer. Overføring av trafikk fra båt til veg kan derfor, isolert sett, bidra til reduserte utslipp av klimagasser, avhengig av bl.a. kapasitetsutnyttelsen på ferjene og hvor store klimagassutslipp byggingen av en bro- eller tunnelforbindelse medfører. I mange tilfeller vil imidlertid en ferjefri forbindelse medføre betydelig trafikkøkning, noe som ofte også er en viktig del av motivasjonen bak slike vegprosjekter.

Byggingen av Storebæltsforbindelsen i Danmark førte f. eks. til en betydelig vekst i den samlede trafikken over Storebælt. Denne veksten var vesentlig sterkere enn den generelle trafikkveksten i Danmark. Det er vanskelig å gi et generelt svar på hvilke klimagasskonsekvenser som følger av vegbygging som avlaster eller overflødiggjør ferjetrafikk. Virkningene vil være sterkt avhengige av konteksten, f. eks. når det gjelder trafikkvolumet i utgangspunktet, de befolknings- og næringsmessige forutsetningene for trafikkøkning, topografiske og geologiske forutsetninger for bygging av fast forbindelse, om det fortsatt vil gå ferjetrafikk etter vegbyggingen eller om denne blir avskaffet, osv. Hvert foreslått prosjekt må vurderes konkret hvis man ønsker å danne seg et bilde av hva faste vegforbindelser som helt eller delvis erstatter ferjetrafikk vil medføre i form av klimagassutslipp.

Utredninger ECON har foretatt av de to prosjektene Rogfast²² og Hordfast²³, illustrerer både betydningen for CO₂-utslippene av bygging av nye veger og av avløsning av ferjer som følge av vegbyggingen. ECON har lagt til grunn utslippsdata fra Schlaupitz 2008.

For begge disse prosjektene viser CO₂-regnskapet betydelige reduksjoner av CO₂-utslipp som følge av at ferjetrafikken blir innstilt; gjennomsnittlig årlig reduksjon i Rogfast er angitt til 7400 tonn for alternativet uten bompenger (11900-13600 for alternativene med bompenger), mens det for Hordfast er angitt en årlig utslippsreduksjon på 7200 tonn. Utviklingen over tid er for Hordfast illustrert med faksimile av figur 7.2 i rapporten ECON 2009.²⁴

Figur 7.2 Utslipp CO₂ per år 2015-2044



Kilde: Econ Pöyry

Endring av vertikalkurvatur

Det er et poeng at utbedring av eksisterende veger eller omlegging av veger kan gi endret vertikalkurvatur – og også både kortere og lengre kjøreveg mellom to punkter. Resultater fra studier av stigningsforhold og drivstofforbruk antyder at fire prosent stigning gir nesten 20 prosent økt drivstofforbruk på veg med skiltet hastighet 80 km/t – og mer enn 30 prosent økt drivstofforbruk når skiltet hastighet

²² Rogfast er et prosjekt som bygger ferjefri forbindelse mellom Nord-Jæren og Haugalandet i tunnel under Boknafjorden. Ferjestrekningen Mortavika-ASrsvågen blir erstattet av vegtunnel (ECON 2009 a)

²³ Hordfast erstatter eksisterende vei- og ferjesamband på E39 mellom Stord og Bergensregionen. Fire ferjestrekninger erstattes, mens veglengden blir vesentlig utvidet; fra 35 til 48 kilometer (ECON 2009 b)

²⁴ Rapporteringene av de analyser ECON har gjennomført, er ikke særlig transparente, og vi har derfor bedt om å få tilgang til de regnearkene som ligger til grunn for presentasjonene i rapportene nevnt i fotnotene 21 og 22. ECON ”finder det dessverre ikke naturlig å gi tilgang til disse regnearkene. De er interne arbeidsdokumenter. Vi er åpne for å ta en diskusjon om våre forutsetninger. Mv.” (e-post 3.06.2009) En slik diskusjon har vi ikke hatt anledning til å ta i tiden fram til avlevering av dette rapportutkastet, og presenterer derfor disse resultatene fra ECON med forbehold om hva en nærmere analyse vil bringe.

er 100 km/t (se tabell 4). Nye veganlegg som innebærer at en vegstrekning blir flattere, vil dermed kunne gi reduserte utslipp. Sikkert er det imidlertid ikke. Det beror på transportmengden som trafikkerer vegen; om reduserte utslipp fra trafikken makter å kompensere for de økte årlige utslippene som bygging, samt drift og vedlikehold av den nye vegen, representerer.

Lærdalstunnelen kan tjene som eksempel. Denne landets lengste vegtunnel ble åpnet for knapt ti år siden mellom Lærdal og Aurland. Før tunnelgjennomslaget fantes det en vinterstengt veg over fjellet mellom de to stedene. Vi vil illustrere betydningen av vertikalkurvatur og bygging av nye veger ved å beregne klimagassutslippet fra bruk av henholdsvis fjellovergangen og tunnelen. Følgende forutsetninger legges til grunn:

- ÅDT (2008, tall fra <http://www.vegvesen.no/trafikkdata>): 1250 personbiler, 430 (26 prosent) tunge biler
- Gjennomsnittlig stigning over fjellet på 5,3 prosent (maks høyde 1300 meter, lengde vei 48 km, tall fra <http://www.visveg.no>), vi bruker tall for 6 prosent stigning
- Gjennomsnittlig stigning tunnel 0 prosent, lengde vei 33 km hvorav 24,5 km i tunnel, tall fra <http://www.visveg.no>)
- Drivstofforbruk som i tabell 1 i vedlegg 1 (bruker H80-tall), regner 2,5 kg CO₂-utslipp per liter drivstoff
- Reduksjon av kjøretid påvirker ikke trafikkmengder (hvilket det selvsagt ville gjort i virkeligheten)
- Veien over fjellet holdes åpen om vinteren, i før- og ettersituasjonen

Når alle kjører over fjellet, produseres det årlig 12 729 tonn CO₂/år, mens tilsvarende tall er 4 582 om alle bruker tunnelen. Ved å bygge tunnel reduseres CO₂-utslippene med 8 147 tonn, som utgjør 64 prosent av opprinnelige CO₂-utslipp. Dette utgjør en utslippsreduksjon på ca 67 prosent.

Dersom vi tar med CO₂-utslipp til bygging, drift og vedlikehold, krever byggingen 2 129 tonn CO₂ per år, og drift og vedlikehold 2 178 tonn CO₂ per år. Totalt innebærer dette at byggingen av tunnelen har ført til en årlig reduksjon i klimagassutslippene med 3 840 tonn. De reelle utslippsreduksjonene er dermed på ca 11 prosent, ikke på 67 prosent. De detaljerte beregningene er vist i vedlegg 4.

Nyskapt trafikk

Det finnes etter hvert en betydelig empiri som dokumenterer at vegbygging som nedsetter reisetiden, ikke bare i teorien, men også i praksis bidrar til trafikkøkning. Dette gjelder særlig for vegutvidelser i byområder med mye kø, der vegutvidelser både bidrar til økt transportomfang og høyere bilandel av transporten. Men også for veger gjennom rurale områder vil økt vegstandard ofte bidra til trafikkøkning gjennom å stimulere til flere og lengre turer.

En rekke undersøkelser i Storbritannia og USA tyder på at vegbygging som reduserer reisetiden med 10 prosent, typisk fører til en umiddelbar trafikkøkning på 3 – 5 prosent og på lang sikt en trafikkøkning på mellom 5 og 10 prosent. I købelastede områder ser 10 prosent økning av vegkapasiteten (målt i antall

kilometer kjørefelt) ut til å gi kort- og langsiktige trafikkøkninger av samme størrelsesorden som for reduksjon av reisetid.

Selv om det vanligvis tar en del år før trafikkøkningen helt spiser opp hastighetsgevinsten ved utvidet vegkapasitet, er det viktig i denne sammenhengen å være klar over at de færreste turer starter og avsluttes like ved på- og avkjøringsrampene til de nye vegene. Den mulige reduksjonen i utslipp per kilometer på de nye vegene, må derfor motregnes mot utslippene fra den nyskapede trafikken på det eksisterende nettet av mindre veier, der det kan oppstå nye køer og flaskehals. Utvidelse av hovedveier inn mot de sentrale delene av en byregion vil dessuten ofte føre til økte ”nedstrøms” køproblemer ved å flytte flaskehals for trafikken lenger inn mot sentrum. De økte utslippene dette fører med seg, må selvsagt også tas med i regnskapet.

Det er først og fremst i storby situasjonen vi har antatt at den nyskapede trafikken blir av noen størrelse som følge av den nye vegbyggingen og den tilhørende økte kapasiteten. Her er til gjengjeld økningen betydelig. Hvis man på en købelastet strekning på 10 km i et byområde utvider antall kjørefelter i hver retning fra 2 til 3, (dvs. en økning i antall kilometer kjørefelt med 50 prosent), og trafikken før kapasitetsutvidelsen er 52 000 ÅDT, kan man vente en langsiktig trafikkøkning på 25 – 50 prosent, dvs med 13 000 – 26 000 ÅDT i ekstra trafikk. Hvis vi for enkelthets skyld regner at hele denne trafikkøkningen kommer i form av personbiler, vil vegbyggingen dermed gi en økning i den gjennomsnittlige daglige trafikkmengden på 130 000 – 260 000 kjøretøykilometer, dvs. 47,5 mill. – 94,9 mill. ekstra kjøretøykilometer årlig. Ut fra tallene i tabell 6 vil dette innebære økte årlige utslipp av CO₂-ekvivalenter på 10440 – 20880 tonn.

Tilsvarende viser modellkjøringene i kapittel 6 en vekst i trafikkmengden på 27 prosent som følge av kapasitetsutvidelsen – og den tilhørende hastighetsøkningen - i storbyeksempelet.

Ved nybygging av en tofeltsveg i mindre tettsted i en situasjon med trafikkmengde på ÅDT 12 000 – 14 000 og skiltet hastighet på 80 km/t, har vi tentativt anslått den nyskapede trafikken til 10 prosent - et tall som har stor usikkerhet ettersom erfaringsgrunnlaget for å vurdere effekten av bygging av nye hovedveier i en slik kontekst er meget beskjedent. Trafikkøkningen på 10 prosent medfører 83 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per kilometer veg i økte utslipp fra selve kjøringen. Hvis vi i dette eksemplet i stedet forutsetter at den nye vegen bygges med fire kjørefelter, medfører vegbyggingen, ut fra de ovenfor nevnte forutsetningene, et økt klimagassutslipp på 381 tonn CO₂-ekvivalenter årlig per km ny veg.

I den intercitisituasjonen som beskrives som tredje prototype, med en trafikkmengde på 2100 ÅDT, vil den nyskapede trafikken sannsynligvis være så liten at den kan ignoreres. Vi har derfor i dette eksemplet ikke regnet at den nye vegen bidrar til trafikkøkning. Basert på resonnementene i kapittel 3 antar vi dessuten at små økninger i klimagassutslipp på grunn av økte hastigheter, og små reduksjoner i utslippene på grunn av jevnere kjøring, mer eller mindre oppveier hverandre, slik at forbedringen ikke medfører nevneverdig endring i klimagassutslipp per kjøretøykilometer. I dette eksemplet vil derfor all endring i klimagassutslippene skyldes selve vegbyggingen og vedlikehold/drift av vegen.

Modellkjøringene i kapittel 6 for eksempelsituasjoner tilsvarende de to sistnevnte (intercity og mindre tettsted), viser også økte transportmengder og tilhørende økte klimagassutslipp – om enn av beskjedent omfang.

Økte hastigheter og jevnere kjøring

Bedre veger gir grunnlag for økte hastigheter og for jevnere kjøring. Dette kan gi både økte og reduserte klimagassutslipp avhengig av hvilke endringer i hastighet og i jevnhet i kjøringen som utbedringen medfører.

Det varierer hvilke konklusjoner ulike forfattere av undersøkelser trekker om gjennomsnittshastigheter og klimagassutslipp fra slike undersøkelser. Det kan se ut som om hastigheter mellom 50 og 70 km/t er de helt optimale, men at kurven er relativt flat på hastigheter mellom 50 og 80/90 km/t.

Det er derfor ikke umiddelbart enkelt å si noe sikkert om hastigheter og klimagassutslipp. De fleste synes imidlertid å være enige om at drivstofforbruket øker med økende hastighet over 70 km/t. Variasjoner i utslipp forekommer ved samme gjennomsnittshastighet både fordi man justerer farten på grunn av hindringer som trafikklys og svinger (i bygater), andre biler på veien og annet. Det faktum at en stor andel av bilistene ikke overholder fartsgrensene²⁵, bidrar også til fartsendringer blant annet fordi man må forholde seg til andre bilister som faktisk overholder fartsgrensene. Akselerasjoner er drivstoffkrevende, og de øker med størrelsen på hastighetsendringen. En rekke undersøkelser viser derfor at optimal hastighet er lavere når man tar dette i betraktning²⁶.

Beregninger fra IEA (2005) tilsier at man kan spare vesentlige CO₂-utslipp ved å redusere gjennomsnittshastighetene fra 90 til 70 km/t og fra 110 til 90 km/t. Dette kan ha vesentlig betydning for den videre diskusjonen om betydningen av vegbygging for klimagassutslipp. En del vegprosjekter i Norge dreier seg om å bygge om eksisterende tofelts hovedveger der gjennomsnittshastigheten ligger omkring 80 km/t (skiltet 80 km/t) til firefelts motorveger skiltet 90 eller 100 km/t. Dersom vi anser 50 – 90 km/t som det optimale hastighetsrommet, vil slik forbedring av vegstandarden ikke ha vesentlig innvirkning på klimagassutslippene. Dersom vi derimot, som IEA gjør, går ut fra at en økning fra for eksempel 70 til 90 km/t øker drivstofforbruket i personbiler med 23 prosent, må vi gjøre en annen vurdering. Dette gjelder i enda større grad om de reelle gjennomsnittshastighetene ligger over de skiltede hastighetene.

²⁵ En nylig gjennomført undersøkelse ved TØI av bilisters kjørevaner viser at en betydelig andel ofte kjører fortere enn det hastighetsgrensen på veien angir at en skal kjøre (Backer-Grøndahl 2009).

²⁶ Blant annet viste en undersøkelse i Queensland, Australia (Meers and Roth 2001), at en reduksjon av fartsgrensene fra 60 km/t til 50 km/t ga en reduksjon i CO₂-utslipp på ca 5 prosent. En svensk undersøkelse (Ministry of Transport and Communications 1997) viste at selv om jevn kjøring i 30 km/t medfører høyere drivstofforbruk enn i 50 km/t, vil en reduksjon av fartsgrensen fra 50 til 30 km/t i et boligfelt/bystrøk medføre en liten nedgang i CO₂-utslipp. Dette skyldes at man bruker mindre drivstoff ved start og stopp, svinger etc. ved 30 km/t enn ved 50 km/t. Ifølge Advocates for Highway Safety (1995) øker drivstofforbruket med ca 50 prosent når hastigheten økes fra ca 90 km/t til 120 km/t i normale motorvegsituasjoner.

Med bakgrunn i litteraturgjennomgangen, har vi laget tabellen nedenfor (tabell 20) som en grov rettesnor ved drøfting av betydningen av hastighetsendringer for klimagassutslippene.

Tabell 20: Hvilke hastighetsendringer som bidrar til endring i klimagassutslipp

Førhastighet	Etterhastighet	Endring bidrar til
0 – 40 km/t	50 – 70 km/t	Reduksjon i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	50 – 70 km/t	Ingen endring i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	80 – 90 km/t	Noe økning i CO ₂ -utslipp
70 – 80 km/t	90 km/t og over	Stor økning i CO ₂ -utslipp

Forbedret jevnhet i kjøringen synes i litteraturen å representere et potensial for 5 - 15 prosent reduksjon i drivstofforbruket. Vegnettsutbedringer som bidrar til jevnere kjøring kan dermed bidra til reduserte klimagassutslipp i denne størrelsesorden. Samtidig vet vi at bedre veger også har en tendens til å gi høyere gjennomsnittshastighet, noe som i sin tur øker drivstofforbruket. Nettogevinsten ved vegutbedringer som gir mulighet for jevnere kjøring, er derfor ikke umiddelbart lett å uttale seg om.

Karakteristika ved det norske vegnettet og trafikkomfanget²⁷

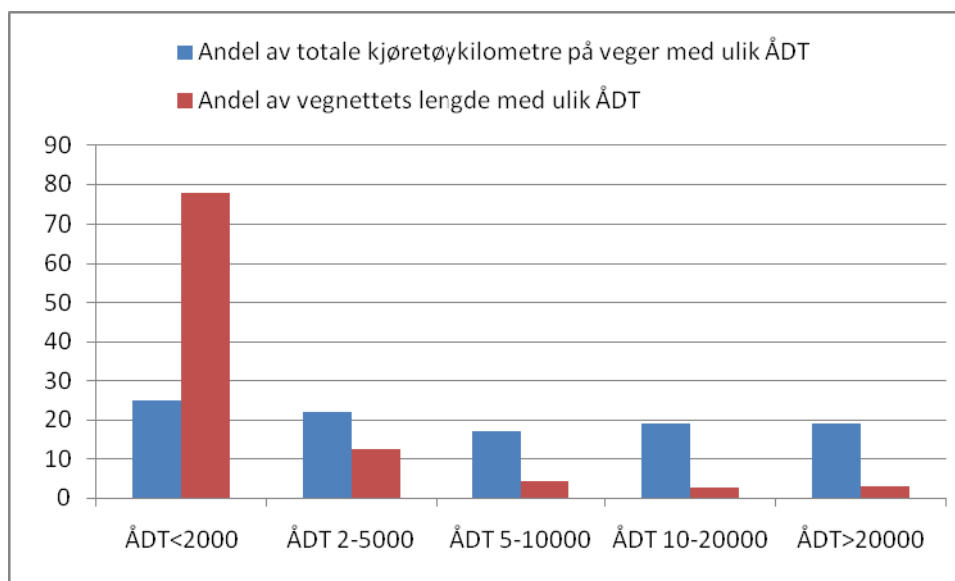
Det norske vegnettet kan karakteriseres på mange måter. I vår sammenheng – med spørsmålet *Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?* i fokus – er transportmengde og hastighet sentrale kjennetegn. Jo større transportmengde som avvikles i høye hastigheter dess større er klimagassutslippene. Utbedringer av vegnettet resulterer ofte også i justering av hastighetsgrensene – oppover.

Vi skal derfor kort presentere en oversikt over det norske vegnettets trafikkbelastning og hastighetsgrenser.

Figur 14 viser at tre fjerdedeler av vegnettet har en trafikkmengde daglig (ÅDT) på mindre enn 2000 kjøretøyer. Denne delen av vegnettet avvikler en fjerdedel av det totale antall kjøretøykilometre som utføres. De mest trafikkbelastede vegene i landet – veger med ÅDT>20000 – utgjør knapt tre prosent av vegnettets lengde, men avvikler nesten femteparten av kjøretøykilometerne. Resten av trafikkarbeidet i landet fordeler seg ganske jevnt mellom veger med fra ÅDT>2000 til ÅDT< 20000.

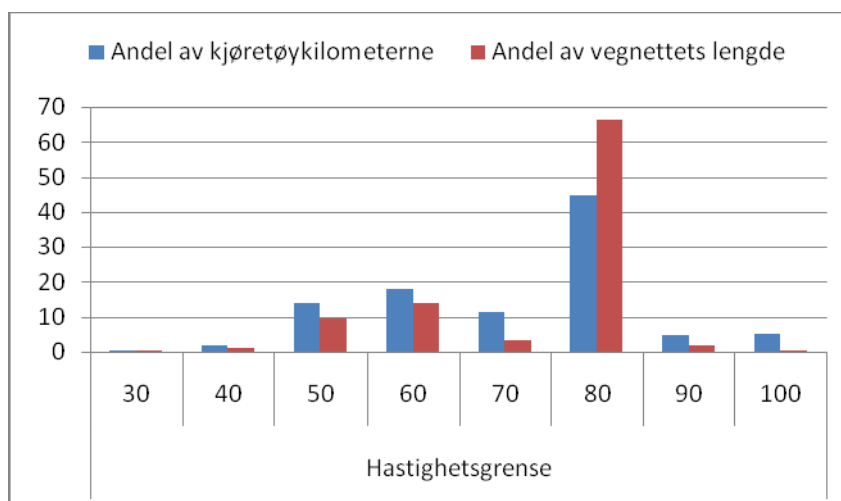
²⁷ Grunnlaget for dette delkapitlet er lagt gjennom bearbeiding av data som finnes i Vegdatabanken. Vegdirektoratet har gitt oss tilgang til en begrenset del av denne bankens betydelige datamengder.

Figur 14: Det norske vegnettet karakterisert ved andelen av dets lengde og andelen av utførte kjøretøykilometre på veger med ulik ÅDT



Hastighetsgrensene på vegnettet oppviser den samme skjeve fordelingen (se figur 15). To tredeler av vegnettet har 80 km/t som hastighetsgrense; 14 prosent har 60 og ni prosent 50 km/t som grense. Vel 2 prosent av vegnettet tillater trafikkantene å kjøre raskere enn 80 km/t.

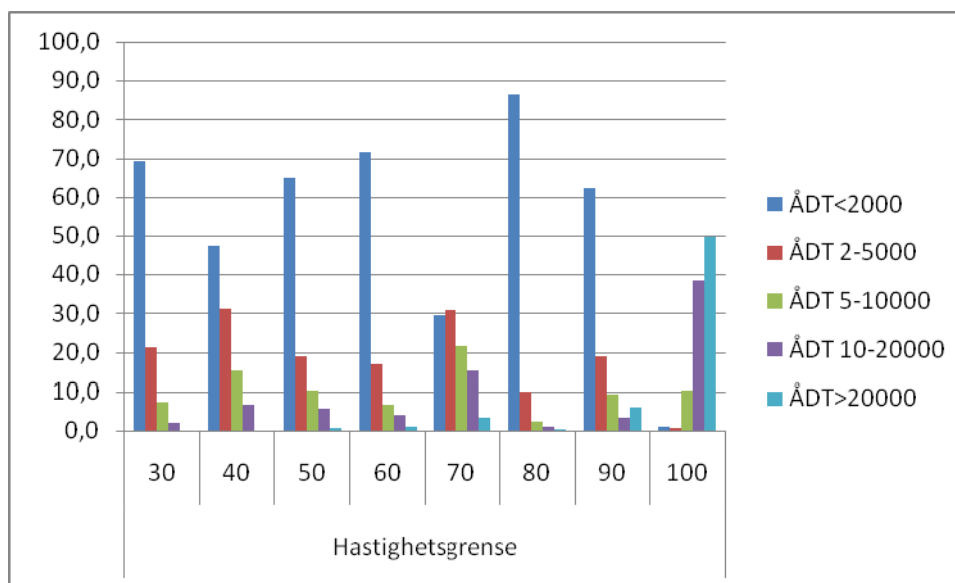
Figur 15: Det norske vegnettet etter andel av nettet med ulik hastighetsgrense og andel av utførte kjøretøykilometer



Figur 15 viser at nærmere 45 prosent av kjøretøykilometerne utført i Norge årlig, utføres på veger med hastighetsgrense 80 km/t - om lag 10 prosent på veger med hastighetsgrense 90 km/t eller høyere. Vi ser også av figur 15 at hovedtyngden av trafikkmengden befinner seg på veger i det mest klimavennlige spekteret av hastighetsbildet. **Vegbygging som oppgraderer 80 km/t-vegene til 90 og 100 km/t-veger vil øke klimagassutslippene betydelig siden det er på disse vegene den største delen av transportmengdene i landet avvikles.** Det er her verdt å nevne at norske bilisters evne til å overholde fartsgrenser trolig ikke er spesielt stor (Backer-Grøndahl 2009).

Figur 16 viser at det er liten trafikk på vegene innenfor så å si alle hastighetsgrensegrupper. Det er først på de vegene som har hastighetsgrense 100 km/t at hovedtyngden av vegene har trafikkmengde større enn ÅDT 10000. Dette bildet er svært rimelig og forutsigbart siden vi – stort sett – bare setter hastighetsgrensen til 100 på nye eller oppgraderte motorveger, og vi bygger stort sett ikke motorveger annet enn i områder hvor trafikkmengden forventes å være betydelig. 50 prosent av veglengden med grense 100 km/t har trafikkmengde over ÅDT 20000. Det er ikke overraskende. Mer overraskende er det at mer enn 60 prosent av veglengden med 90 km/t som hastighetsgrense har mindre enn ÅDT 2000. Enkelte steder i Norge er dermed ikke vegstandarden så aller verst.

Figur 16: Andel av vegnettet med ulik årlig transportmengde etter hvilken hastighetsgrense vegen har



Konklusjoner

Vi konstaterer at spørsmålet om bedre veger gir mindre klimagassutslipp i hovedsak må besvares negativt. Bygging av bedre veger gir stort sett økte klimagassutslipp – først og fremst som følge av at gjennomsnittshastigheten på landets veger øker når vegene blir bedre – og øker i det hastighetsintervallet hvor utslippene øker mest (over 80 km/t). Men utslippene øker også som følge av at transportmengden øker, og at den enkelte utfører flere og lengre turer, og ved at det skjer overgang fra kollektive transportmidler og gang- og sykkeltrafikk til personbil som følge av at forholdene for personbilreiser blir relativt bedre.

Det kan – situasjonsavhengig - finnes viktige unntak fra dette generelle bildet, slik vi har vist ved eksempelet fra utbygging av kyststamvegen mellom Stavanger og Bergen. Her er det nedlegging av ferjestrekninger som følge av vegbyggingen som gir klimagassreduksjoner. Og med eksempelet Lærdalstunnelen, der vertikalkurvaturen endres drastisk som følge av at en fjellovergang erstattes av en vesenlig flatere tunnel.

Transportmodeller og litteraturstudieresultater anvendt på SINTEF-liknende prototypesituasjoner

Forskere ved SINTEF besvarte for et par år siden en tilsvarende problemstilling som den vi har håndtert i dette prosjektet, med å erklære vegbygging som et godt virkemiddel for reduksjon av klimagassutslipp. Vi har tatt utgangspunkt i SINTEFs prototypesituasjoner i vårt arbeid. Tabell 21 oppsummerer våre funn, basert på litteraturstudier, analyser ved hjelp av den nasjonale transportmodellen og tilhørende regional transportmodell, samt enkle overslagsberegninger, i forhold til disse prototypesituasjonene.

Tabell 21: Resultater - i grove trekk - innenfor utredningens ulike temaer

Utredningstemaer		Fase 1: Litteratur-studier	Fase 2: Anvendelse av litteraturstudienes resultater på prototypeområder		
			Tiltak lokalt i storby	Tiltak lokalt i mindre byer/tettsteder	Tiltak intercity
1. Reduserte utslipp per vognkm pga bedre vegstandard		Usikker total effekt – reduksjon som følge av jevnere kjøring, møtes av økte utslipp som følge av økt hastighet	Reduksjon på kort sikt, stabile eller svakt økte utslipp på lang sikt	Situasjons-avhengig – fra ingen endring, via moderat økning til sterkt økte klimagassutslipp	Situasjons-avhengig – kan bli både reduserte og økte klimagassutslipp per kjøretøykm
2. Økt biltrafikk pga bedre vegstandard, via endret arealbruk og via endret transportmiddel-fordeling	på kort sikt (mindre enn fem år)	10 prosent redusert reisetid gir 3-5 prosent økt trafikk	Sterk økning i utslipp	Svak økning i utslipp	Svak økning i utslipp
	på lengre sikt (mer enn fem år)	10 prosent redusert reisetid gir 5-10 prosent økt trafikk	Sterk økning i utslipp	Svak økning i utslipp	Svak økning i utslipp
3. Endringer i klimagassutslipp på grunn av	vegbygging/ forbedring av vegstandard	12 tonn CO ₂ -ekvivalenter per kjørefeltkilometer for tofeltsveger og 21 tonn for firefeltsveger	Bidraget fra vegbyggingen er lite relativt til utslippene fra trafikken	Det relativt sett største bidraget til økte utslipp kommer her i stor grad fra tilrettelegging av bedre standard -	Bidraget til økte utslipp kommer her hovedsakelig fra vegbyggingen -
	Drift og vedlikehold av vegnettet på ny og evt. på eksisterende veg	33 tonn CO ₂ -ekvivalenter per kjørefeltkilometer for tofeltsveger og 52 tonn for firefeltsveger	Bidraget fra drift og vedlikehold er lite relativt til utslippene fra trafikken	- og fra driften av det utbedrede anlegget	- og driften

Vegbygging fungerer i ingen av eksempelsituasjonene som et tiltak som bidrar til å redusere klimagassutslippene. Vi hevder ikke at det ikke kan tenkes situasjoner der vegbygging kan ha en slik effekt – det kan f. eks. være tilfellet i situasjoner der en ny vegtunnel erstatter en bratt fjellovergang og reduserer kjørelengden (selv om selve vegbyggingen i en slik situasjon vil medføre betydelige utslipp). Etter vår vurdering vil imidlertid de situasjonene der vegbygging bidrar til å redusere klimagassutslippene klart høre til unntakene. I de fleste tilfellene vil bygging og vedlikehold av de nye eller forbedrede vegene, sammen med direkte og indirekte virkninger av nyskapt trafikk, bidra til å øke klimagassutslippene. I storbyssituasjoner vil økningene kunne bli betydelige hvis vegbyggingen medfører økt vegkapasitet i købelastede korridorer.

Referanser

Kapittel 1

- Ormondroyd, J. (2004) *Critically Analysing Information Sources* Cornell University Library, 2004. <http://www.library.cornell.edu/olinuris/ref/research/skill26.htm>
- Owens, Susan (1995): From 'predict and provide' to 'predict and prevent'?: pricing and planning in transport policy, *Transport Policy*, 2(1) 43-99
- Knudsen, Tore og Børge Bang (2007): Miljømessige konsekvenser av bedre veier. SINTEF Teknologi og samfunn. Rapport STF50 A07034

Kapittel 2

- Ormondroyd, J. (2004) *Critically Analysing Information Sources* Cornell University Library, 2004. <http://www.library.cornell.edu/olinuris/ref/research/skill26.htm>
- Knudsen, Tore og Børge Bang (2007): Miljømessige konsekvenser av bedre veier. SINTEF Teknologi og samfunn. Rapport STF50 A07034

Kapittel 3

- Advocates for Highway and Auto Safety (1995). States at risk: Repealing the national maximum speed limit means more deaths, injuries and cost to society. <http://www.saferoads.org/press/95/strisk.html>
- Barth, M and Boriboonsomsin, K. (2009): Energy and emissions impact on a freeway-based dynamic eco-driving system. *Transportation Research D*, forthcoming.
- Downs, A. (1962): The law of peak-hour expressway congestion, *Traffic Quarterly*, 16.
- HBEFA (2004): Handbook Emission factors for Road Transport
- Haworth, Narelle og Mark Symmons (2001): The Relationship Between Fuel Economy and Safety Outcomes. Monash University Accident Research Centre, Report no. 188. <http://www.monash.edu.au/muarc/reports/muarc188.html>
- International Energy Agency (2005): Saving oil in a hurry. OECD/IEA
- International Transport Forum (2008): International Transport Forum Leipzig 2008. Transport and Energy: The Challenge of Climate Change. Research Findings. OECD/ITF, 2008 <http://www.internationaltransportforum.org/Topics/pdf/ResearchFindings2008.pdf>
- Johannson, H. (1999): Impact of Ecodriving on emissions and fuel consumption, a pre-study. *Swedish National Road Administration report 1999:165E*.
- Meers, G., and Roth, M. (2001). Road safety and ecological sustainability working together. Conference Proceedings, Australian Transport Research Forum: Zero Road Toll – A Dream or a Realistic Vision? April 2001, Hobart, Australia.

- Ministry of Transport and Communications (1997): En route to a society with safe road traffic. Selected extract from Memorandum prepared by the Swedish Ministry of Transport and Communications. Memorandum, DS 1997:13.
- Oak Ridge National Laboratory (2003): Vehicle speed impacts on fuel economy
- Samaras, Z, L. Ntziachristos and C. Kyllindris (1998): Average hot emission factors for passenger cars and light duty vehicles, *MEET project deliverable vol. 7*, Laboratory of Applied Thermodynamics, Aristotle University, Thessaloniki, Greece.
- Knudsen, T og Bang, B (2007): Miljømessige konsekvenser av bedre veier. Sintef Teknologi og samfunn. Rapport STF50 A07034. www.sintef.no
- Smith, L., and Cloke, J. (1999). Reducing the environmental impact of driving: Effectiveness of driver training. *EcoDrive Conference proceedings, Graz, Austria*, 48-55.
- U.S Department of Energy (2009): Vehicle Speed vs. Fuel Consumption. <http://www.fueleconomy.gov/feg/driveHabits.shtml>
- United States Government Accountability Office (2008): Energy Efficiency: Potential Fuel Savings Generated by a National Speed Limit Would Be Influenced by Many Other Factors. Notat til Senator Warner. <http://www.gao.gov/new.items/d09153r.pdf>
- Wang, H., Fu, L., Zhou, Y og Li, H. (2008): Modelling of the fuel consumption for passenger cars regarding driving characteristics. I *Transportation Research Part D* 13 (2008) 479 – 482.
- West, B.H., R.N. McGill, J.W. Hodgson, S.S. Sluder, og D.E. Smith (1999): *Development and Verification of Light-Duty Modal Emissions and Fuel Consumption Values for Traffic Models*, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
- Wilbers, P. (1999): The new driving force: A new approach to promote energy-efficient purchasing and driving behaviour. *EcoDrive Conference proceedings, Graz, Austria*, 44-47.
- Zarkadoula, M, Zoidis, G og Tritopoulou (2007): Training urban bus drivers to promote smart driving : A note on a Greek eco-driving pilot program. I *Transportation Research Part D* 12 (2007) 449 – 451.
- Walsh, D. (1999): The 50 km/h limit in NSW: A joint partnership between councils, their communities and the NSW Roads and Traffic Authority. Paper presented at Research Policy Education Road Safety Conference, Canberra

Kapittel 4

- Arge, N., Homleid, T. & Stølan, A. (2000): Modeller på randen... Bruk av transportmodeller i norske byområder. En evaluering. Oslo: LOKTRA-prosjekt.
- Barnett, E. (2007): Congestion as Incentive. <http://www.worldchanging.com/archives/007111.html>.
- Barr, L. C. (2000): "Testing for significance of induced highway travel demand in metropolitan areas." *Transportation Research Record* 1707, 1-8.
- Bayliss, D. (2008): Misconceptions and Exaggerations about Roads and Road Building in Great Britain, Royal Automobile Club Foundation (www.racfoundation.org/index.php?option=com_content&task=view&id=597&Itemid=35)

- Berge, G. og Nondal, T. (1994): Livsstil som barriere. Holdninger til bil og kollektivtransport blant bilbrukere i Oslo og Akershus. TØI-rapport 267/1994. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bly, P. H.; Johnston, R. H. and Webster, F. V. (1987): "A panacea for road congestion?" *Traffic Engineering*, Vol. 28, pp. 8-12.
- Burt, M. & Hoover, G. (2006): Build It and Will They Drive? Modelling Light-Duty Vehicle Travel Demand, Conference Board of Canada; at <http://sso.conferenceboard.ca/e-Library/LayoutAbstract.asp?DID=1847>.
- Cairns, S.; Hass-Klau, C. & Goodwin, P. (1998): Traffic impact of highway capacity reductions: Assessment of the evidence. London: Landor Publishing.
- Cairns, C.; Atkins, S. & Goodwin, P. (2002): "Disappearing Traffic? The Story So Far." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers; Municipal Engineer*, Vo. 151, Issue 1 March 2002, pp. 13-22; at www.ucl.ac.uk/transport-studies/tsu/disapp.pdf.
- Cervero, R. & Hansen, M. (2001): Road supply–demand relationships: sorting out causal linkages. Paper No. 01-2527. Paper presented at the 80th Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- Cervero, R. (2003a): "Are Induced Travel Studies Inducing Bad Investments?" *ACCESS*, Number 22, University of California Transportation Center, Spring 2003, 22-27.
- Cervero, R. (2003b): "Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis," *Journal of the American Planning Association*, Vol. 69, No. 2, Spring 2003, pp. 145-163.
- Christaller, W. (1933/1966): *Central Places in Southern Germany*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1966. (Oversettelse av "Die Zentralen Orte in Süddeutschland", utgitt i 1933.)
- Coleman, S. B. (2001): "Generated traffic: Implications for transport planning." *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, April 1, 2001.
- Cox, W. & Pisarski, A. (2004): *Blueprint 2030: Affordable Mobility And Access For All, Georgians for Better Mobility* (<http://ciprg.com/ul/gbt/atl-report-20040621.pdf>).
- Dasgupta, M. (1994). Urban travel demand and policy impacts. Paper presented at the course "The urban environment and transport policy" at the Norwegian Institute of Technology, Trondheim, 10 - 12 January 1994
- Downs, A. (1962): "The law of peak-hour expressway congestion." *Traffic Quarterly*, Vol. 16, pp. 393-409.
- Downs, A. (2003): *Still Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.
- Duany, A.; Plater-Zyberk, E. & Speck, J. (2002): *Suburban Nation: The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*. North Point Press.
- Duranton, G. & A. Turner, M. A. (2008): *The Fundamental Law of Highway Congestion: Evidence from the US*. Toronto: University of Toronto (<http://individual.utoronto.ca/gilles/Papers/Law.pdf>).
- Energy and Environmental Analyses Inc. (1999): *Measuring induced travel from roadway capacity extension: an empirical analysis of the US mid-Atlantic region. Final Report*. Washington DC: US Environmental Protection Agency.
- Engebretsen, Ø. (1996): *Lokalisering, tilgjengelighet og arbeidsreiser. En analyse av arbeidsreiser i Osloreionens sørkorridor basert på kriteriene i ABC-systemet*. TØI-notat 1048/1996. Oslo: Transportøkonomisk institutt

- Engebretsen, Øystein (2008): Regionforstørring og utslipp av klimagasser. TØI rapport 978/2008
- Federal Highway Administration (2009): Induced Travel: Frequently Asked Questions. Washington, DC: Federal Highway Administration.
<http://www.fhwa.dot.gov/Planning/itfaq.htm>.
- Fulton, L. M.; Noland, R. B.; Meszler, D. J. & Thomas, J. V. (2000): "A statistical analysis of induced travel effects in the US mid-Atlantic region." *Journal of Transportation and Statistics* 3 (1), pp. 1-14.
- Goodwin, P. (1996): "Empirical Evidence on Induced Traffic." *Transportation*, Vo. 23, No. 1, pp. 35-54.
- Hanly, M., Dargay, J., & Goodwin, P. 2008, *Review of Income and Price Elasticities in the Demand for RoadTraffic*. London: University of London, Centre for Transport Studies
- Hansen, M. & Huang, Y. (1997): "Road Supply and Traffic in California Urban Areas." *Transportation Research A*, Vol. 31, No. 3, pp. 205-218.
- Hartgen, D. T. & Fields, M. G. (2006): *Building Roads to Reduce Traffic Congestion in America's Cities: How Much and at What Cost?*, Reason Foundation (www.reason.org).
- Heanue, K. (1998): *Highway Capacity Expansion and Induced Travel; Evidence and Implications*, Circular 481, Transportation Research Board (www.trb.org); at <http://pubsindex.trb.org/document/view/default.asp?lbid=477750>.
- Infrastrukturkommissionen (2008): *Danmarks transportinfrastruktur 2030. Betænkning fra Infrastrukturkommissionen*. København: Infrastrukturkommissionen
- Jensen, M. (1997): *Benzin i blodet. Kvalitativ del. ALTRANS. Faglig rapport fra DMU, nr. 191*. Roskilde: Danmarks Miljøundersøgelser.
- Jespersen, P. H. (2008): "Trængsel på vejene." *Samfundsøkonomen*, 2008(2), 21-26.
- Jorgensen, R. E. (1947): "Influence of expressways in diverting traffic from alternate routes and in generating new traffic." *HRB Proceedings* 27, pp. 322-330.
- Kaufmann, V. (2002). *Re-thinking mobility: contemporary sociology*. Aldershot, Ashgate.
- Kenworthy, J. (1990): "Don't Shoot Me – I'm Only the Transport Planner." I Newman, P. & Kenworthy, J.: *Transport Energy Conservation*. Perth: Murdoch University.
- Killer, V. & Axhausen, K. (2009): *Änderungen in der Schweizischen Pendlerregionen. Presentasjon på workshop „Räumliche Erreichbarkeiten und die Dynamik der Pendlerverflechtungen in Deutschland und der Schweiz 1970-2005“, 26.-27.03.09, Dortmund*.
- Klæboe, R. (1994): *Konkurransesflater mellom bil og kollektivtransport. Eksempler: Tromsø og Oslo/Akershus*. TØI-rapport 221/1994. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Litman, T. (2001): "Generated Traffic: Implications for Transport Planning," *ITE Journal*, Vol. 71, No. 4, Institute of Transportation Engineers, April 2001, pp. 38-47.
- Litman, T. (2009): *Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning*. Versjon datert 3. februar 2009. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.
- Lloyd, P. E. and Dicken, P. (1977): *Location in space - a theoretical approach to economic geography*. London: Harper and Row.

- Lynch, J. T. (1955): Traffic diversion to toll roads. In: Proceedings 702. American Society of Civil Engineers, Washington, DC, June, pp. 1-27.
- Marshall, N. (2000): Evidence of Induced Demand in the Texas Transportation Institute's Urban Roadway Congestion Study Data Set, TRB Annual Meeting (www.trb.org).
- Mogridge M. J. H. (1985): "Road pricing: the right solution for the right problem?" *Transportation Research A*, Vol 20, 157-167.
- Mogridge, M. J. H. (1986): *Jam Yesterday, Jam Today and Jam Tomorrow?* (or how to improve traffic speeds in Central London) University College of London, Lunch-hour lecture October 17, 1985. London: University College London, Transport Studies Group.
- Mogridge, M. J. H. (1990): *Travel in Towns. Jam Yesterday, Jam Today and Jam Tomorrow?* London: Macmillan Reference Books.
- Mogridge, M. J. H. (1997). "The self-defeating nature of urban road capacity policy. A review of theories, disputes and available evidence." *Transport Policy* 4 (1), 5-23
- Mokhtarian, P. et al. (2002): "Revisiting the Notion of Induced Traffic Through A Matched-Pairs Study," *Transportation*, Vol. 29, pp. 193-202.
- Newman, P. & Kenworthy, J. (1989): *Cities and Automobile Dependence*. Aldershot: Gower Publications.
- Newman, P. & Kenworthy, J. (1999): *Sustainability and Cities; Overcoming Automobile Dependency*. Covelo: Island Press.
- Nielsen, O. A. & Fosgerau, M. (2005): *Overvurderes tidsbenefit af vejprojekter?* Paper til Trafikdage på Aalborg Universitet.
- Noland, R. B. & Cowart, W. A. (2000): "Analysis of metropolitan highway capacity and the growth in vehicle miles of travel." *Transportation* 27 (4), pp. 363-390.
- Noland, R. B. & L. Lem, L. L. (2002): "A Review of the Evidence for Induced Travel and Changes in Transportation and Environmental Policy in the US and the UK." *Transportation Research D*, Vol. 7, No. 1, Jan. 2002, pp. 1-26.
- Noland, R. B. & Quddus, M. A. (2006): "Flow Improvements and Vehicle Emissions: Effects of Trip Generation and Emission Control Technology." *Transportation Research D*, Vol. 11, pp. 1-14; also see
- Noland, R. B. (2001): "Relationships Between Highway Capacity and Induced Vehicle Travel." *Transportation Research A* 35 (1), pp. 47-72.
- Næss, P & Jensen, O B (2005). *Bilringene og cykelnavet*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag
- Næss, P & Sandberg, S. L (1998). *Choosing the fastest mode? Travel time and modal choice in two transport corridors of Oslo*. NIBR Report 1998:15. Norwegian Institute for Urban and Regional Research, Oslo.
- Næss, P. & Møller, J. S. (2004): *Travel speed and modal choice in Copenhagen: the competition between car, transit and bike*. Paper for the XVIII Aesop Congress in Grenoble, July 2004.
- Næss, P. Mogridge, M. J. H. & Sandberg, S. L. (2001): "Wider Roads, More Cars." *Natural Resources Forum*, Vol. 25, No. 2, May 2001, pp. 147 – 155
- SACTRA (1994), *Trunk Roads and the Generation of Traffic*, Standing Advisory Committee on

- Schiffer, R. G.; Steinvorth, M. W. & Milam, R. T. (2005): Comparative Evaluations on the Elasticity of Travel Demand, Committee On Transportation Demand Forecasting, Transportation Research Board (www.trb.org); at www.trbforecasting.org/papers/2005/ADB40/05-0313_Schiffer.pdf.
- Sen, A. et al. (1998): Highways and Urban Decentralization. Urban Transportation Center, University of Illinois (www.uic.edu/cuppa/utc). For response see, CNT (1999), Critique of the University of Illinois Urban Transportation Center Study "Highways and Urban Decentralization," Center For Neighborhood
- Stopher, P. R. (2004): "Reducing road congestion: a reality check." Transport Policy, Vol. 11, pp. 117-131.
- Strathman, J. G.; Dueker, K. J.; Sanchez, T.; Zhang, J. & Riis, A. E. (2001): Analysis of induced travel in the 1995 NPTS. Final technical report to the US Environmental Protection Agency, Office of Transportation and Air Quality.
- Sørensen, M. (2009): "Sykkelvevnlige kryss i byer: kolliderende hensyn." Samferdsel, nr. 3, 2009, s. 14-15.
- Thomson, J. M. (1977): Great Cities and their Traffic. London: Gollancz
- Thünen, J. H. von (1842) Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalonomie. Del 1, 2. utgave. Rostock: Leopold.
- Transportation Research Board (1995): Expanding Metropolitan Highways: Implications for Air Quality and Energy Use, Committee for Study of Impacts of Highway Capacity Improvements on Air Quality and Energy Consumption, Transportation Research Board, Special Report #345 (www.trb.org).
- TRIP (1999): The Best Solutions to Traffic Congestion: Dispelling the Myths about the Impact of Expanding Roads, The Road Information Program (www.tripnet.org).
- Trunk Road Assessment, UKDoT, HMSO (London; www.roads.detr.gov.uk/roadnetwork).
- ULI (1989): Myths and Facts about Transportation and Growth, Urban Land Ins. (www.uli.org).
- Vidal, J (2006). "Heart and soul of the city." London: The Guardian, 1 November 2006.
- Weber, A. (1909): Über den Standort der Industrien, Erster Teil: Reine Theorie des Standortes. Tübingen: Mohr.
- Williams-Derry, C. (2007): Increases in greenhouse-gas emissions from highway-widening projects. Sightline Research Backgrounder, October 2007. Seattle: Sightline Institute. Accessed March 24, 2009 from www.sightline.org/increases.
- Wood, K. (2007): The Paradox of Congestion. Paper for the IPENZ Transportation Group Conference, Tauranga, New Zealand, October 10, 2007. http://www.ipenz.org.nz/ipenztg/papers/2007_pdf/B8_Wood.pdf.
- Kapittel 5**
- Rideng, Arne og Liva Vågane (2008): Transportytelser I Norge 1946-2007. TØI-rapport 976/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Simonsen, M. (2009a, under utarbeiding): *Indirect Energy Use*. Sogndal: Vestlandsforskning
- Simonsen, 2009b: Personlig kommunikasjon i e-post sendt 14.5.09.

- Schlaupitz, H. (2008): *Energi- og klimakonsekvenser av moderne transportsystemer. Effekter ved bygging av høyhastighetsbaner i Norge*. Rapport 3/2008. Oslo: Norges Naturvernforbund.
- Høyer, K. G. & Heiberg, E. (1993): *Persontransport - konsekvenser for energi og miljø. Direkte og indirekte energibruk og miljøkonsekvenser ved ulike transportmidler*. VF-rapport 1/93. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Horvath, A. & Chester, M.: *Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation: A Detailed Methodology for Energy, Greenhouse Gas and Criteria Pollutant Inventories of Automobiles, Buses, Light Rail, Heavy Rail and Air v.2*, 2008, http://repositories.cdlib.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1015&context=its/future_urban_transport
- Trafikministeriet & Cowi (2000): *TEMA 2000 - et værktøj til at beregne transportens energiforbrug og emissioner i Danmark*. København: Trafikministeriet. http://www.trm.dk/graphics/synkron-library/trafikministeriet/publikationer/pdf/tema2000_sammenligning.pdf
- Stripple H. (2001): *Life Cycle Assessment of Road – A Pilot Study for Inventory Analysis*. IVL-report B1210E <http://www.ivl.se/rapporter/pdf/B1210E.pdf>
- Jonsson, D. K. (2005): *Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter*. Totalförsvarets Forskningsinstitut
- ECON 2008a: *Klimaeffekter av høyhastighetstog*. Rapport 2008-101

Kapittel 6

- Toutain, Jun Elin Wiik, Gaute Taarneby og Eivind Selvig (2008). *Energiforbruk og utslipp til luft fra innenlands transport*. SSB rapport 2008/49
- Knudsen, Tore og Børge Bang (2007): *Miljømessige konsekvenser av bedre veier*. SINTEF Teknologi og samfunn. Rapport STF50 A07034
- Statens vegvesens trafikktegninger: <http://www.vegvesen.no/Fag/Trafikk/Trafikkdata/Trafikktegninger>

Kapittel 7

- ECON 2008b: *Rogfast – konsekvenser for samfunn, økonomi og miljø*. ECON Rapport 2008-155
- ECON 2009: *Hordfast – konsekvenser for samfunn, økonomi og miljø*. ECON Rapport 2009-016
- Bacher-Grøndahl, Agathe 2009: *Fartsvalg i trafikken: Holdninger, kunnskap og atferd*. TØI rapport 1005/2009

Vedlegg 1: Variasjoner i drivstofforbruk på grunn av vertikalkurvatur

For alle utslippsberegninger er det brukt HBEFAs (Handbook Emission Factors for Road Transport) modeller. HBEFA er i 2004 oppdatert med omfattende erfaringer og resultater

fra utslippsmålinger i avgasslaboratorier i Tyskland, Østerrike og Sveits. HBEFA har derfor relativt oppdaterte utslipp for forskjellige kategorier av kjøretøy.

Utslippsberegningene med HBEFA beregner utslipp med oppdaterte utslippsfaktorer fra EURO 1 og frem til og med EURO 5 for en kjøretøypark bestående av kjøretøy med forskjellig alder.

Vi har i beregningene brukt et 2009 gjennomsnitt av personbiler.

Tabell 1: Variasjoner i drivstoff-forbruk på grunn av vertikalkurvatur (HBEFA 2004).

Kategori	Type veg	Stigning	Fart ²⁸	Drivstofforbruk (liter/100 mil)
pass. Car	Highway_100 ²⁹	+/-0%	102,9	62,6
pass. Car	Highway_100	-6%	111,9	21,0
pass. Car	Highway_100	-4%	111,9	33,6
pass. Car	Highway_100	-2%	102,9	47,0
pass. Car	Highway_100	+2%	102,9	83,1
pass. Car	Highway_100	+4%	102,8	110,8
pass. Car	Highway_100	+6%	102,8	132,2
pass. Car	Highway_80 ³⁰	+/-0%	86,6	55,8
pass. Car	Highway_80	-6%	86,6	16,1
pass. Car	Highway_80	-4%	86,6	26,1
pass. Car	Highway_80	-2%	86,6	41,2
pass. Car	Highway_80	+2%	86,6	75,3
pass. Car	Highway_80	+4%	86,6	95,3
pass. Car	Highway_80	+6%	86,6	117,6
HDV ³¹	Highway_100	+/-0%	86,2	199,3
HDV	Highway_100	-6%	51,1	15,0
HDV	Highway_100	-4%	53,7	28,5
HDV	Highway_100	-2%	86,2	27,2
HDV	Highway_100	+2%	86,2	417,3
HDV	Highway_100	+4%	58,3	597,9
HDV	Highway_100	+6%	37,0	819,2
HDV	Highway_80	+/-0%	82,7	194,1
HDV	Highway_80	-6%	57,3	12,5
HDV	Highway_80	-4%	66,5	17,1
HDV	Highway_80	-2%	82,7	29,2
HDV	Highway_80	+2%	82,7	410,0
HDV	Highway_80	+4%	67,4	614,7
HDV	Highway_80	+6%	50,7	829,6

²⁸ Farten er beregnet av programmet

²⁹ Motorveg skiltet 100 km/t

³⁰ Motorveg skiltet 80 km/t

³¹ Lastebil

Vedlegg 2a Veibygging er ikke et klimatiltak³²

Sintef-rapporten "Miljømessige konsekvenser av bedre veier" konkluderer med at man får store reduksjoner i utslipp når veiene utbedres eller erstattes av bedre veier slik at trafikken flyter jevnere. Veibygging er med andre ord et godt tiltak for å redusere klimagassutslipp. Konklusjonen er for god til å være sann, og det er den heller ikke.

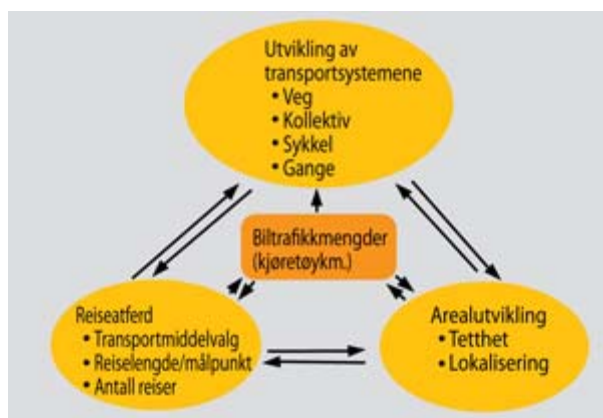
Sintef-rapporten undersøker og diskuterer om biler som kjører i jevn og optimal hastighet forurensar mindre enn biler som kjører med ikke optimal og ujevn hastighet, og om bedre fremkommelighet og trafikkflyt gir mer biltrafikk (Knudsen og Bang 2007). Man kommer frem til et ikke uventet ja på den første problemstillingen og til et delvis nei på den andre, og konkluderer med at veibygging er et godt tiltak for å redusere CO₂-utslipp.

AV Aud Tennøy som er sivilingeniør og forsker II på TØI

Vår hovedinnvending mot rapporten ligger i diskusjonene om hvorvidt bedre veier gir mer biltrafikk. Vi mener at problemstillingen er diskutert innenfor en for snever forståelsesramme, at det finnes logiske feilslutninger og at anbefalingene til dels ikke er i samsvar med de resultater og konklusjoner de bygger på. Vi argumenterer for at rapportens konklusjon bør problematiseres – veibygging er høyst sannsynlig ikke et klimatiltak.

Komplekst men logisk samspill

Ved diskusjoner om hvordan utvikling av transportinfrastrukturen påvirker reisemønstre og transportmengder, må man, i motsetning til hva Sintef-rapporten gjør, inkludere den langsiktige dynamikken i samspillet mellom utvikling av transportsystemene, arealutviklingen, endringer i reiseatferd og trafikkmengder (i kjøretøykilometer), og man må inkludere gang- og sykkeltrafikk i diskusjonen. Dette er komplekst, men det er likevel logisk og enkelt å forstå hvilke mekanismer som settes i gang når veikapasiteten utvides, og som medfører økt biltrafikk. Disse sammenhengene er også godt dokumentert (se for eksempel Næss 2005, Tennøy 2004a, Noland og Lem 2002, Strømmen 2001, Cairns et al 1998, Goodwin 1996, Owens 1995, SACTRA 1994, Kenworthy 1990).



Figur 1: Sammenhenger mellom utvikling av transportsystemene, arealutvikling, reiseatferd og biltrafikkmengder. Halvannen spalte, Stein? Du ser hva som passer...

Hovedideen er at reduksjon av biltrafikkmengder og bilavhengighet krever en arealutvikling og en utvikling av transportsystemene som bidrar til korte turer og lave bilandeler. Veibygging er ikke et egnet virkemiddel for å oppnå dette.

Redusert reisetid med bil endrer konkurranseforholdene mellom transportmidlene slik at flere velger bil. Dette skjer fordi reisetidsforskjellene mellom transportmidlene

³² <http://samferdsel.toi.no/article19901-1036.html>

endres (som Sintef-rapporten også diskuterer) og fordi økte biltrafikkmengder i seg selv gjør det mindre trivelig, trygt og effektivt å bruke kollektivtrafikk, gange og sykkel. Redusert reisemotstand på grunn av redusert reisetid påvirker også reiseatferd, ved at man velger å gjennomføre bilturer som man ellers ikke ville gjort (flere turer) og å velge mer fjerntliggende og bilbaserte reisemål (lengre turer, økt bilandel).

Redusert reisetid med bil og økte biltrafikkmengder påvirker også arealutviklingen. Tett fremfor spredt utbygging, samt minst mulig transportskapende og bilavhengig lokalisering av aktiviteter, er oppskriften på en arealutvikling for redusert biltrafikk. Redusert reisetid med bil og mindre kø som følge av økt veikapasitet tillater lokalisering som gir lengre reiser, mer perifer og mer bilbasert lokalisering. Bilens konkurransevne bedres, fordi det er vanskelig å betjene lavintensitetsområder kollektivt på en konkurransedyktig måte, og fordi spredt utvikling gir lange reiser, som svekker gang- og sykkeltrafikkens konkurransevne. I tillegg bidrar veier og trafikk i seg selv til mer spredt arealutvikling, ved at det er arealkrevende og gjør store områder (for eksempel indre bydeler) mindre trivelige å bo i.



Figur 2: Ny veikapasitet og redusert reisetid tillater spredt og bilavhengig arealutvikling.

Mindre håndgripelig, men svært viktig i vår diskusjon, er endringene i folks reiseatferd som følge av veibygging og redusert reisetid, og de direkte og indirekte effektene av dette (som beskrevet over). Menneskene, bedriftene, serviceinstitusjonene etc. tilpasser seg et mer bilbasert system. For å ta et banalt eksempel: Når flere velger å handle matvarer på shoppingssenteret langs motorveien, som de likevel passerer i bil fordi de bruker bil på arbeidsreisen sin, må de lokale matvarebutikkene stenge, og alle må kjøre bil for å handle.

I den kjente boken *The Death and Life of Great American Cities* diskuterer Jacobs hvorfor byen og byens problemstillinger må betraktes som problemstillinger av typen organisert kompleksitet, "de utgjør situasjoner hvor en rekke størrelser varierer samtidig og i subtile samspill" (min oversettelse) (Jacobs 1961: kap. 22). Dette gjelder også areal- og transportutviklingen i mer spredtbygde strøk. Alt henger sammen med alt, som illustrert i figur 3.



Figur 3: Alt henger sammen med alt.

Kø som virkemiddel for å redusere biltrafikkmengdene fungerer nok kun i de større byene, fordi det bare er der det er nok biltrafikk til å skape kø i vanlige tofelts veisystemer. De øvrige mekanismene, derimot, fungerer i alle slags omgivelser. Når Sintef-rapporten konkluderer med at veibygging ikke gir mer biltrafikk, er dette en logisk følge av at forfatterne kun har vurdert to av effektene, nemlig nyskapt turer og endret transportmiddelfordeling. Selv vurderingene av disse relativt enkle effektene er vurdert i et for snevert perspektiv, og med til dels vesentlige logiske feilslutninger.

For snevre rammer og logiske feilslutninger

Sintef-rapporten konkluderer for eksempel med at "ren nyskapt trafikk i form av nye turer ikke kan dokumenteres ved våre stadig gjentatte reisevaneundersøkelser og heller ikke ved de transportmodeller som er utviklet og i bruk i Norge... Vi betrakter derfor andelen nyskapt turer som neglisjerbare i denne sammenhengen" (s. 36). Her bygger man på en sammenligning av gjennomsnittlig antall turer per person per dag fra reisevaneundersøkelser (RVU) gjennomført i perioden 1984 til 2001, og finner at dette tallet er stabilt. Dette brukes som bevis på at veibyggingen som har foregått i perioden ikke har påvirket trafikkveksten. Det diskuteres ikke om

Gir bedre veier mindre klimagassutslipp?

transportmiddelfordelingen eller lengden på disse reisene har endret seg. Nærmere studier av de samme RVUene ville vist at det har de, og at dette forklarer at personbiltrafikken (i personkm) økte med 62 % fra 1980 til 2002 (Samferdselsdepartementet 2002). Det må også nevnes at transportmodellene som refereres som sannhetsvitner foreløpig ikke greier å ta opp i seg de dynamiske sammenhengene beskrevet over, noe som er påpekt i en rekke sammenhenger (se for eksempel Tennøy 2003 og 2004b, med en rekke referanser).

I diskusjonene om endret transportmiddelfordeling forholder Sintef-rapporten seg kun til konkurranseflater mellom bil og kollektivtrafikk, og nevner verken gang- og sykkeltrafikk (som utgjør 25 % av alle turer, ifølge Vågane 2006) eller noen av de øvrige variablene i det komplekse samspillet diskutert over. Følgelig konkluderer de med at "Den viktigste reaksjonen man må forholde seg til er endret reisemiddelfordeling. På veier som betjener både buss og vanlig biltrafikk vil effekten på reisemiddelfordelingen nok bli neglisjerbar... " (s. 36).

Med dette plasserer Sintef-rapporten seg i en posisjon relativt upåvirket av de senere årtiers litteratur om hvordan endringer i biltrafikkmengder kan forklares og påvirkes (Noland og Lem 2002, Tennøy 2007). Gjennomgangen av sammenhenger mellom veibygging og biltrafikkmengder er mangelfull, og kan ikke brukes som argument eller bevis for at veibygging ikke gir mer biltrafikk.

Veibyggning gir ikke reduserte klimagassutslipp

Sintef-rapporten argumenterer som følger: Bedre veier gir lavere CO₂-utslipp per kjtkm. Bedre veier gir ikke økt biltrafikk. Ergo er veibygging et godt klimatililtak.

Vi mener å ha nyansert, i diskusjonen over, argumentet om at veibygging ikke gir økt biltrafikk. Men det er også andre mangler og usikkerheter i Sintef-rapportens argumentasjon. For eksempel trekkes CO₂-utslippene ved selve veibyggingen ikke inn. I en rapport fra det svenske IVL er det beregnet at det går med 1800 tonn CO₂ for å bygge en kilometer tofeltsveg (Strippel 2001). Man kan også trekke i tvil enkelte forutsetninger i mikroberegningene av CO₂-utslipp per kjtkm, for eksempel at ny firefeltsvei skiltes 80 km/t og at gjennomsnittshastigheten på disse utenom rush ligger på 75 km/t.

Utslippskuttene Sintef har beregnet på grunn av bedre veier er relativt beskjedne, henholdsvis 3-4 % per år for alternativ 1 veier [1] og 7 % per år for alternativ 2 veier. Reduksjoner på 26 %, som er referert i mediene en rekke ganger (for eksempel i Aftenposten 7. april 2008) gjelder maksimaltiden.

Med dette som bakgrunn kommer vi til en annen konklusjon enn Sintef-rapporten. Ny veibygging bidrar, som diskutert over, til å øke biltrafikkmengdene målt i kjøretøykilometer. Dette vil med stor sannsynlighet minst oppveie de årlige utslippsreduksjonene på grunn av bedre veier, på hhv 3-4 % og 7 %, som Sintef har beregnet.

I Sintef-rapporten kommer man frem til at ny veibygging i større byområder medfører sterk økning i biltrafikkmengder. På tross av dette anbefaler rapporten at det bygges ny vei også i slike situasjoner. For å motvirke trafikkvekst bør man, i følge rapporten, iverksette forskjellige fysiske og fiskale tiltak for å begrense biltrafikkmengdene. Her ville det være mer effektivt (for å redusere CO₂-utslipp) å iverksette slike tiltak *i stedet for* å bygge mer vei.

Det kan finnes flere argumenter for å bygge vei. Reduksjon av klimagassutslipp er ikke ett av disse.

Referanser

Cairns, Sally, C. Hass- Klau and Phil Goodwin (1998): Traffic impact of highway capacity reductions: assessments of the evidence. Landor publishing, London.

Kenworthy, Jeff. (1990). Don't Shoot Me. I'm Only the Transport Planner. From: Transport Energy Conservation (1990) by Peter Newman and Jeffrey Kenworthy.

Knudsen og Bang (2007): Miljømessige konsekvenser av bedre veier. Sintef Rapport nummer STF50 A07034.

http://www.sintef.no/upload/Teknologi_og_samfunn/Veg%20og%20samferdsel/Rapporter/A07034_Miljøkonsekvenser-sluttrapport-ver6.pdf

Næss, Petter (2005): Urban structure matters.

Noland, Robert B. og Lewison L. Lem (2002), "A Review of the Evidence for Induced Travel and Changes in Transportation and Environmental Policy in the US and the UK," in *Transportation Research D*, Vol. 7, No. 1 (www.elsevier.com/locate/trd), Jan. 2002, pp. 1-26.

Owens, Susan (1995): From "predict and provide" to "predict and prevent"? Pricing and planning in transport policy. I *Transport Policy* Vol. 2, No. 1, pp 43-49, 1995.

SACTRA (1994): Trunk Roads and the generation of traffic.

Samferdselsdepartementet (2002): St. mld. 24 (2003 -2004): Nasjonal transportplan 2006-2015.

Stripple H., 2001, *Life Cycle Assessment of Road –A Pilot Study for Inventory Analysis*, p.48, 2nd revised Edition, IVL-report B1210E, March 2001, Gothenburg, Sweden. URL: <http://www.ivl.se/rappporter/pdf/B1210E.pdf>

Strømmen, Kathrine (2001): Rett virksomhet på rett sted – om virksomheters transportskapende egenskaper. NTNU Trondheim, Doktoringeniøravhandling 2001:14. Institutt for by- og regionplanlegging.

Tennøy, Aud (2003): Bidrar bruk av transportanalyser i byplanleggingen til vekst i biltrafikken? Paper og innlegg på Trafikdage på Aalborg Universitet 25. – 26. august 2003. <http://www.trafikdage.dk/papers/soeg/bib.asp?PaperID=913>

Tennøy, Aud (2004a): Hvorfor og hvordan vedtas planer som gir vekst i biltrafikken? Forstudie av lokal by- og transportplanlegging, i lys av målsettinger om redusert personbiltrafikk. NIBR-notat 2004:120. <http://www.nibr.no/content/view/full/704>

Tennøy, Aud (2004b): Transportanalyser i planleggingen – til hinder for bærekraftig byutvikling? Forprosjekt. NIBR-notat 2004:121. <http://www.nibr.no/content/view/full/704>

Tennøy, Aud (2007): Differing comprehensions of important aspects in land use and transport planning as explanation to production and adoption of plans resulting in growth in urban car transport volumes. I. Balberg, Inger og Hege Hofstad (ed): *Urban Sustainability and Sustainable Mobility*. Papers from the 8. Nordic Environmental Social Research Conference June 2007. Workshop 2 and 3. [Working Paper 2007:113](#)

Vågane, Liv (2006): Turer til fots og på sykkel. Den nasjonale reisevaneundersøkelsen

Vedlegg 2b Veg og klima – bedre håndverk nødvendig

(Ref. debattinnlegg i Samferdsel nr. 4, 6 og 7 2008, red. anm.)

I februar i fjor (2007) presenterte SINTEF Teknologi og samfunn rapporten *Miljømessige konsekvenser av bedre veier*. Den plantet det inntrykket i offentligheten at hvis vi bygger bedre og mer veier, vil det føre til store reduksjoner i utslipp. Rapporten var resultatet av et oppdrag fra Opplysningsrådet for veitrafikken – en interesseorganisasjon for bilister og bilisme. Organisasjonen hadde lansert to hypoteser som grunnlag for prosjektet:

H1: *Bedre veier fører totalt sett til mindre utslipp og er positivt for miljøet.*

H2: *Manglende kapasitetsutvidelse i veisystemet er ikke egnet virkemiddel for å fremme lavere utslipp fra veisektoren.*

Nærlesing av rapporten viser at den ikke gir et troverdig grunnlag for konklusjonen i sammendraget om at *man får store reduksjoner i utslipp når veiene utbedres eller erstattes av bedre veier slik at trafikken flyter jevnere*. Det utøvde forskningsmessige håndverket er dessverre for dårlig. Hvilke konsekvenser vegbygging i ulike situasjoner har for total transportmengde og transportmiddelfordeling blir ikke behandlet på en innsiktsfull og grundig måte. Det bør snarest igangsettes et prosjekt hvor undersøkelsesopplegget er mer egnet til å belyse de innfløkte sammenhengene innen dette problemfeltet.

Undersøkelsesopplegget

Hypotesene søkes belyst ved et undersøkelsesopplegg bestående av tre prototypetrekkninger – hvor gjennomsnittshastighet og transportmengde (ÅDT) varierer. I de tre situasjonene innføres det endringer i form av nybygde veier som gir bedre framkommelighet og høyere gjennomsnittshastighet.

På de utvalgte prototypetrekkningene kjøres hva forfatterne kaller ”mikrosimulering”, som innebærer at de simulerer bevegelsene til enkeltkjøretøy i korte tidsintervall (<1 sekund). Det benyttes i alt 20 grupper kjøretøy for å speile aldersfordeling i kjøretøyparken både for personbiler og tunge kjøretøy.

Presenterte resultater

De nye vegene resulterer i høyere gjennomsnittlig hastighet og jevnere fart - og følgelig mindre CO₂-utslipp per kjøretøykilometer. De resultatene som presenteres om disse faktorene er gjengitt i tabell 1. Den gjennomsnittlige hastigheten endres vesentlig ved de foretatte nybyggingene, og, siden utslippene er sterkt avhengig av hastigheten, er endringene i CO₂-utslipp per kjøretøykilometer helt som forventet. I sammendraget i rapporten heter det: *Resultatene fra prosjektet viser at det er en nær sammenheng mellom veiutforming, trafikkavvikling og forurensende utslipp av avgasser og man kan i hovedsak bekrefte de innledende hypotesene. Man får store reduksjoner i utslipp når veiene utbedres eller erstattes av bedre veier slik at trafikken flyter jevnere.*

Tabell 1: Gjennomsnittlig hastighet i før- og ettersituasjonene for de tre prototypestrekningene samt prosentvis endring i CO₂-utslipp ved bygging av ny veg

	Alternativer					
	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Gjennomsnittlig hastighet	49.4	69.6	48.6	75.2	32.4	54.7
%-vis endring i CO ₂ -utslipp (gram/kjtkm)		-11		-26		-38

Tallene for reduksjon i CO₂-utslipp vist i tabellen ovenfor er hentet fra grafiske framstillinger presentert på framtrepende plass i rapporten. Reduksjonen i alt. 2 er imidlertid basert på belastningen i maksimaltiden. Da er det i utgangssituasjonen 2a betydelige framkommelighetsproblemer, problemer som blir borte når vegkapasiteten økes (alt.2b). Utenom rushtid (maksimaltiden) er det imidlertid god flyt i begge situasjonene, og den totale reduksjonen som følge av økt kapasitet på døgnbasis er (s. 37) beregnet til – 7 prosent; dvs. betydelig lavere enn de – 26 prosent som i rapporten er gitt en vesentlig mer framtrepende presentasjon.

Drøfting av opplegg og resultater

Rapporten er først og fremst opptatt av utslippet fra bilene per kjøretøykilometer, og endringene i dette utslippet i de ulike situasjonene. Det resulterende totale utslippet som kan ventes i ulike situasjoner, er imidlertid resultatet av både samlet utkjørt distanse, under hvilke betingelser kjøringen foregår og av eventuelle endringer i transportmiddelfordelingen.

Endringer i utkjørt distanse fra før- til ettersituasjonen er ikke undersøkt for noen av alternativene. Rapporten reflekterer heller ikke at deler av transporten også etter nybygging av veger vil foregå på den gamle vegen. Ved omlegging og nyanlegg av veger, som i alternativene 1 og 2, kan det – avhengig av hvordan nyvegen lokaliseres – bli både lengre og kortere strekninger å tilbakelegge for den eksisterende trafikken. Det er også slik at den eksisterende vegen ikke kan påregnes nedlagt siden det er langs denne den lokale aktiviteten i form av boliger og arbeidsplasser er lokalisert. Det er derfor stor sannsynlighet for at kjøretøykilometerne som må utføres av de lokale trafikantene, vil bli flere enn før nybyggingen. Og de lokale trafikantene er, som vi vet, alltid den største gruppen trafikanter på alle typer veger i Norge; gjennomgangstrafikken utgjør bare en beskjeden del på de fleste veger. Det vil også være slik at store deler av den lokale trafikans kilometer vil måtte utføres på gamlevegen under de samme betingelser som før - både hastighetsmessig og med hensyn til kjørek komfort.

I alternativ 2 – hvor det anlegges en firefeltsveg for avlastning av den gamle tofeltsvegen - kan en heller ikke se bort fra at det vil oppstå nyskapt trafikk. Når det etableres en slik sterk forbedring av transportmulighetene, kommer ulike reisemål nærmere, og reisemønstre vil kunne endres. Mål lenger borte fra hjemstedet kan bli attraktive; det være seg arbeidsplasser så vel som servicetilbud. Det kan her heller ikke utelukkes at transportmiddelfordelingen kan påvirkes i favør av privatbilen, siden vilkårene for sistnevnte vil bedres vesentlig relativt til det kollektive. Ingen av disse mulighetene er drøftet, og forfatterens konklusjon om støtte til hypotese 1 fra studien av prototypen alternativ 2 er langt fra særlig godt underbygget.

Ytterligere svak er analysen av prototypen alternativ 3. Her benytter forfatterne transportmodellens reisemiddelvalgsmoeller til å anslå endringer i reisemiddelfordelingen. Andelen av reisene utført av bilførere anslås å øke med 44 prosent (fra en andel på 43 til en andel på 62 prosent) og kollektivtransportandelen anslås redusert med 44 prosent (fra 43 til 24 prosent). Dette er en betydelig endring som vil ha

store konsekvenser for utslippssituasjonen. Beregninger av utslippsvirkningene av den betydelige overføringen av reiser fra kollektive transportmidler til privatbil utføres imidlertid ikke.

Det som i stedet påpekes, er at hastigheten ikke vil bli så høy som antatt siden det ikke vil være plass til så mye ny individuell trafikk på den utvidede bymotorvegen. Det heter i rapporten at det *vil kreve to – tre ekstra felt for å skape den trafikkflyt som var en forutsetning for endringen* (side 36). Forskerne går imidlertid ikke videre med dette resonnetet med sikte på å avklare hva et slikt tiltak vil representere av endringer i transportmengder og tilhørende utslipp. Men resultatet på 38 prosent reduksjon i CO₂-utslipp lar de stå ukommentert i figur 9 (side 23).

I stedet hevder de fjorten sider senere (side 37): *det synes ikke så interessant å regne videre på dette da konsekvensene av en slik utbygging (2-3 ekstra felt; vår anmerkning) blir for dramatiske til at det synes realistisk*. Det publiserte tallet for reduksjon i CO₂-utslipp blir imidlertid ikke trukket tilbake eller nedtonet i betydning. Derfor står den som leser rapporten raskt, igjen med et bilde av at utvidelse av bymotorvegen vil gi 38 prosent reduksjon i CO₂-utslippene. Det er ingen dekning i rapporten for en slik konklusjon.

Uten videre drøfting og eventuelle beregninger konkluderes det likevel i sammendraget på følgende måte: *For storbyer (eksempel Oslo) viser analysen av en overbelastet bymotorvei, som i ettersituasjonen får ett ekstra kjørefelt, at den opprinnelige trafikken får betydelig mindre utslipp, men at trafikkveksten på grunn av bedre trafikkflyt og kortere reisetider bidrar til å redusere miljøgevinsten. Dette viser at kapasitetsbegrensninger ikke er egnet virkemiddel for å redusere utslippene fra veitrafikken*.

Til dette sitatet – denne konklusjonen - er det i hvert fall minst to spørsmål å stille. For det første; når det skrives *redusere miljøgevinsten*, hvor har en det fra? Ingen undersøkelser, analyser eller drøftinger er gjennomført om miljøgevinster for alternativ 3. Kan det ikke da like gjerne tenkes at miljøulempene økes ved kapasitetsutvidelse? Og hvordan kan det skrives *dette viser at* når ingen undersøkelser er utført?

Konklusjon

Rapportens innhold viser at det er et meget svakt grunnlag for å konkludere, som rapporten gjør, med at – som det heter – *man kan i hovedsak bekrefte de innledende hypotesene* (sammendrag) om at bedre veier fører totalt sett til mindre utslipp og er positivt for miljøet. Til det er opplegget av undersøkelsen for svakt og de tilhørende analysene for lite utviklede og for snevre.

De undersøkelsene som er gjennomført gir resultater som følger direkte av forutsetningene om at kjøretøyer slipper ut mindre CO₂ ved jevn, og noe høyere kjørefart enn det en får realisert ved å kjøre på veier med vanskelig kurvatur og tilløp til kødannelse. Det tas enten ikke hensyn til eller tas meget lett på mulighetene for endringer i kjøremønster (vegvalg og valg av reisemål), endringer i utkjørt distanse for eksisterende trafikanter og mulighetene for nyskapt trafikk samt mulighetene for endringer i reisemiddelvalg. Framtidig forskningsinnsats vil derfor måtte til før vi eventuelt kan konkludere slik det gjøres i SINTEF-rapporten.

Vedlegg 3 Transportpolitikken må gjøres mer utslippsorientert - hvordan?³³

Arvid Strand, avdelingsleder dr ing Transportøkonomisk institutt

Transportsektoren er den eneste landbaserte sektoren i Norge som oppviser økte klimagassutslipp de senere årene. Og utslippene fortsetter å øke. Finans- og klimakrisen kan benyttes til å gjøre politiske endringer som monner; høyaktuelt bør det være å foreta dreining av investeringene i de tettbefolkede delene av landet fra vegbygging til tilrettelegging for buss og skinnegående transport. I tillegg til infrastrukturendringer bør også en sterkt endret prissetting innenfor mange områder, samt kampanjer, nyttes for å søke å endre reiseatferd.

Transportsektoren er etter hvert den eneste sektoren i fastlands-Norge hvor utlippene øker. Det skyldes at hver av oss reiser stadig lengre hver dag – fra 1991 til 2005 har det vært en økning på 16 prosent (fra 32 til 37 km per person per dag). Vi reiser også stadig mer med privatbil. Andelen er økt fra 50 til 56 prosent fra 1992 til 2005. Alt dette ifølge de nasjonale reisevaneundersøkelsene (Denstadli m fl 2006). Blant de andre transportformene reduseres omfanget av turer til fots. Det samme gjør andelen sykkelturner. Kollektivtransporten har opprettholdt sin andel – men ikke økt den. Det til tross for at økt kollektivandel har vært det uttrykte målet i hele perioden etter 1992 (ja også før dette tidspunktet for den saks skyld). Og som ikke dette utviklingsbildet er ille nok sett i et klimaperspektiv; i 2007 var veksten i reiseaktiviteten det dobbelte av veksten året før, og veksten i persontransportarbeidet med privatbil var vesentlig høyere enn veksten i kollektivtrafikken.

Persontransporten står for 75 prosent av utslippene fra vegtrafikken; godstransporten står for den resterende firedelen. Men det er innenfor denne firedelen av trafikken at utslippene vokser aller mest. En av bransjens egne – informasjonsdirektør Ole Hagen i Tollpost Globe – slo høsten 2007 fast at ”tungtrafikkens klimagassutslipp vokser mest av alle transportformer i Norge”³⁴. En av årsakene er – som for persontransporten – at transportavstandene blir stadig lengre. Likevel vil persontransporten lenge ennå utgjøre det klart største transportomfanget, og det er denne delen av transporten vi vil drøfte muligheter for endring av i denne artikkelen.

Vi bør reise mindre og annerledes

Fra et klimaperspektiv er det ikke bildet presentert ovenfor, vi vil se. Vi reiser for mye, og vi reiser for mye med de gale transportmidler. Vi reiser for mye med fly, og for mye med privatbil. Tilsvarende går vi for lite; sykler for lite; går for lite på ski til jobb og skole. Slik er det, sett fra et utslippsperspektiv, fordi det å reise krever energi, og mye av den energien som benyttes stammer fra fossile kilder og gir klimagassutslipp. Men utviklingen er også lite ønskelig om vi ser det helsemessig. Vi blir mer inaktive, og den økende trafikken gir opphav til luftforurensning og økt støy.

³³ Artikkelen er basert på et foredrag holdt på Mandagmorgens KlimaGevinstseminar 3. desember 2008

³⁴ Innlegg på konferansen Transport og logistikk 2007 – seminaret *Hvordan gjøre godstransporten mer miljøvennlig?*

Hvilken politikk som må til for å få oss til å reise mindre og annerledes?

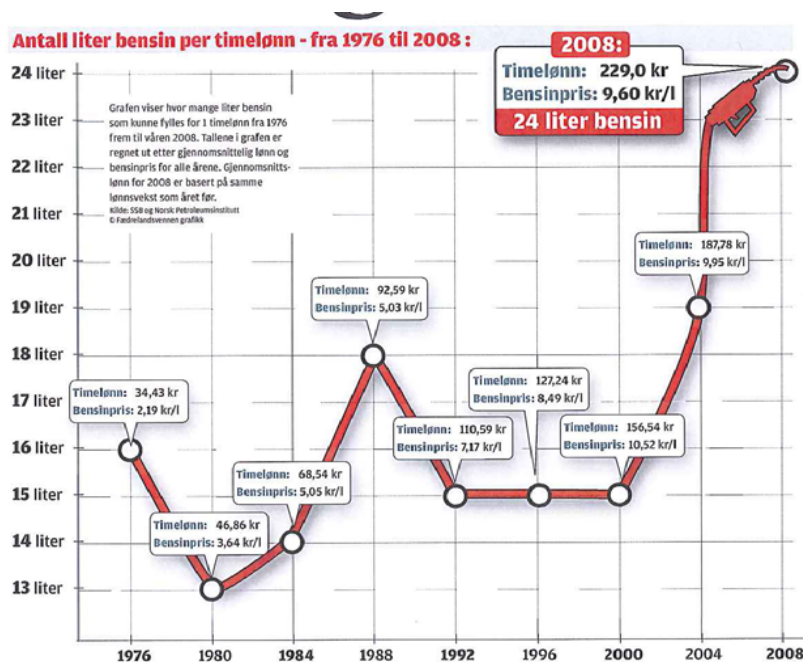
I teorien er det vel ikke så vanskelig å peke på hva som må til. Vanskeligere kan det være å få det til i praksis. I hvert fall må vi konstatere at beskrivelsen av situasjonen har vært kjent lenge, uten at det har resultert i sterk vilje til endret politikk og praksis. Kanskje kan sammenfall i tid av finanskrise og klimakrise innebære et tidsskille? To store tiltaksgrupper er, i tilfelle, henholdsvis *atferdsendrende tiltak* (eksempelvis prising av transport, kampanjer og arbeidslivsorganisering) og *tilrettelegging av samfunnet fysisk sett*. Begge typene tiltak kan bidra til at transportmengden reduseres og at alternative transportmidler til privatbilen blir attraktive å anvende.

Atferdspåvirkende tiltak

Prising av transport

Vi vet at prismekanismen virker i transportsektoren. Blir det dyrere å reise, reiser folk mindre. Derfor er det ikke spesielt utslippsreducerende politikk som praktiseres når vi må konstatere at Norge har den billigste bensinprisen i Europa når vi tar hensyn til kjøpekraften. Vi kan i dag kjøpe 50 prosent mer bensin i forhold til gjennomsnittslønn enn vi kunne i 1976; figur 1. Utviklingen i bensinprisen var, slik figuren viser, vesentlig mer utslippsorientert fra 1970-tallet og fram til årtusenskiftet enn den har vært senere. Den relative utviklingen mellom bensinpris og takster i kollektivtrafikken har for øvrig vært positiv for kollektivtrafikken etter årtusenskiftet (Statens vegvesen. Vegdirektoratet 2007). Motorisert transport har med andre ord blitt ganske billig. Heller ikke det spesielt klimavennlig.

Figur 1: Antall liter bensin per timelønn fra 1976 til 2008. Kilde: SSB og Norsk petroleumsinstitutt. Grafikk Fedrelandsvennen



Flyreiser over lange distanser er helt klart lite klimavennlig. Når omfanget av flytrafikken har økt sterkt de senere årene, har det nettopp å gjøre med de sterkt fallende prisene. En statlig ordning som bidrar til å gjøre dem enda billigere, er taxfreeordningen. I Jan Erik Snoens utmerkede lille rapport *Dersom klima var førsteprioritet* (Snoen 2008), poengterer han at det for et samfunn som har som sentralt mål å redusere klimagassutslippene, ikke kan være særlig smart å operere med ordninger som har stikk motsatt effekt. Han foreslår i den sammenheng å fjerne taxfreeordningen. Siden dette er en ordning som gjør

flybillettene billigere. Han nevner også kjøregodtgjørelsen som en slik lite utslippsgunstig ordning. Kjøregodtgjørelsen er klart høyere enn marginalkostnaden ved det å kjøre en kilometer med egen bil – og bør derfor i et klimaperspektiv reduseres til et nivå nærmere marginalkostnaden.

Endringer i begge disse ordningene vil høyst sannsynlig ha utslippsmessig gunstige virkninger. Med dyrere flybilletter som følge av at AVINOR ganske sikkert ville måtte sette opp landingsavgiftene hvis inntektene fra taxfreesalget ble borte, vil antallet flypassasjerer gå ned. Og det vil være et gode for klimagassutslippene. Effekten av redusert kjøregodtgjørelse er kanskje ikke så stor, men et samfunn som vil være klimavennlig bør kvitte seg med ordninger som bidrar til å svekke måloppnåelsen.

Fjerning av taxfreeordningen vil også kunne redusere grensetrafikken til Sverige med bil. For selv om mange av sverigehandlerne ikke vil innrømme det, utgjør sprit- og tobakkhandelen en stor del av det som finnes i bilen når grenseovergangen passerer på tilbakevei.

Oppregningen av klart uhensiktsmessige ordninger sett fra et klimaperspektiv kan fortsette. Det er et faktum at dagens skatteregler fritar fra beskatning det godet det er å motta fra arbeidsgiver anledning til å disponere en parkeringsplass gratis ved arbeidsstedet, mens det må skattes for ytelsen fra arbeidsgiver om denne fant å ville gi deg et månedskort i kollektivtrafikken (Hanssen og Nossum 2007). Dette er uttrykk for en politikk som ikke er utslippsorientert.

Prisingen av bilkjøringen har heller ikke bare å gjøre med hvordan parkering og drivstoff prises, men også hvordan det å bevege seg med bil på vegene prises (dvs pris i bomstasjoner eller nivå på vegprising). I de større byene våre viser beregninger (Statens vegvesen Vegdirektoratet 2007) at kostnadene ved biltrafikken er vesentlig større enn det bilistene selv betaler; figur 3. Disse beregningene viser at den samfunnsøkonomiske kostnaden for en bilreise tur/retur jobb i makstimen vil være på ca 50 kr i Oslo og 20 kr i Trondheim, mens de maksimalt betaler 20 kr i Oslo og 15 kr i Trondheim. En bilist som reiser hver dag vil påføre samfunnet en årlig kostnad på mellom 7.000 og 11.000 kr avhengig av når i rushperioden reisen foretas. Dette innebærer en betydelig – og klimamessig sett ganske uheldig - «subsidering» av biltrafikken.

Når vi først snakker økonomi og reisevirksomhet er det verdt å merke seg avismeldingene før jul at SAS legger ned mange av de rutene de har opprettet de siste årene som ledd i lavpriskonkurransen med blant andre Norwegian (Aftenposten 2008). Slik sett er også finanskrisen et utmerket klimapolitisk tiltak – om vi kan være så fri å kalle den det.

Arbeidslivsorganisering

Det har fra flere hold vært hevdet at vi kan organisere arbeidslivet annerledes slik at behovet for arbeidsreiser reduseres. I USA – og flere andre land – har det allerede vært drøftet, og praktisert, kortere arbeidsuker (fordele ukens arbeidstid på eksempelvis fire dager) og hjemmearbeidsdager. Informasjonsteknologien har gjort både hjemmekontor og videokonferanser mulig, og er virkemidler som, hvis de tas i bruk i større utstrekning enn vi har sett hittil, kan gjøre omfanget av arbeidsreiser mindre. Men de daglige arbeidsreisene utgjør bare knapt 20 prosent av alle reisene, slik at forsterket bruk av IT ikke kan være den eneste og endelige løsningen på å få bukt med det stadig økende reiseomfanget. Når det gjelder bruk av videomøter, er de siste meldingene fra Sentio Research at nesten alle norske virksomheter som bruker videokonferanser har positive erfaringer, men at kun 1.5 prosent likevel planlegger å ta slikt utstyr i bruk.

Kampanjer for atferdsendring

Reiseatferden vår er ikke bare bestemt av den prissettingen vi utsettes for, eller, som vi skal komme inn på nedenfor, de fysiske strukturene. Det har også med hvordan vår tankeverden og forestillingsevne er formet; hva slags transportkultur vi er sosialisert til. Atferden har rett og slett også med intensjoner og bevisste valg å gjøre. Hvilke forhold tar vi – den enkelte – i betraktning når vi velger bilen for å kjøre til butikken en kilometer unna, heller enn å gå eller sykle. Og hva med den daglige turen til jobben? Kunne ikke den like godt vært utført til fots, med sykkel eller med buss – som med bil? I mange situasjoner er ganske sikkert svaret JA – om forholdene legges til rette, og bevissthetsnivået økes både om helsegevinster og gevinster for klimaet. Reisevaneundersøkelser viser at en stor andel av bilturene er av en lengde som det er mulig å gå eller sykle. 46 prosent av bilturene er kortere enn 5 kilometer; 30 prosent kortere enn tre kilometer.

Kristiansand kommune har vist veg med sin kampanje i fjor høst – *Jeg kjører grønt* (Strand 2008). Det Kristiansand kommune gjorde, var å invitere ansatte i tolv store bedrifter i kommunen til å delta i en kampanje hvor den enkelte ansatte kunne velge mellom å få nødvendig utstyr til å gjennomføre arbeidsreisen med sykkel eller alternativt få et gratis månedskort i kollektivtrafikken. Fire av fem blant de knapt 400 som sa ja til å delta i kampanjen, valgte å bytte ut bilen til jobb med sykkel, og erfaringene etter kampanjeslutt er at deltakernes erfaringer er slik at de gjerne på permanent basis endrer sine reisevaner til jobb; figur 2. 88 prosent av de som syklet sier dette, mens kollektivtrafikanterne er litt mer tilbakeholdne. De som valgte busskort, oppdaget at slik som arbeidsplasser er lokalisert i bystrukturen, og slik som busslinjene går, er det ganske krevende å få til gode arbeidsreiser med buss – selv i en by som Kristiansand. Sykkelen er et godt alternativ.

Figur 2: Kampanjen *Jeg kjører grønt* i Kristiansand – langsiktig effekt

	Jeg kommer til å endre mine transportvaner på lang sikt	
	Ja	Nei
Syklet i kampanjeperioden	88 %	12 %
Tok bussen i kampanjeperioden	62 %	38 %

I de nest største byene i landet er det omkring 10 prosent kollektivandel. Overalt ellers i landet er det vanskelig å få til et kollektivt transportsystem som kan konkurrere med det å gå, sykle eller ta den egne bilen. I den sammenheng er det alltid verdt å minne oss om at det i alle fylker bortsett fra Oslo er mer enn 1,2 biler per hushold. I et arbeid vi utførte for Statens vegvesen Region sør (Strand og Leite 2007) konstaterte vi for øvrig at det kan gi like stor reduksjon i klimagassutslipp å få halvparten av de korte turene – de under tre kilometer – til å foretas til fots eller med sykkel som å forsøke å doble kollektivandelen. Begge deler kan vise seg vanskelig, men det illustrerer at vi i hvert fall har muligheter for flere veier til målet.

Nå er liknende tanker som dem i Kristiansand, lansert i Fredrikstad, og det kan bidra til en mer klimavennlig verden. Og til bedre helse. I evalueringsrapporten fra Kristiansand er helsegevinsten ved overføring av arbeidsreisene fra bil til sykkel anslått til mer enn en million kroner. Og endring er mulig; atferd kan påvirkes bare man finner de rette knappene å trykke på.

Den fysiske tilretteleggingen

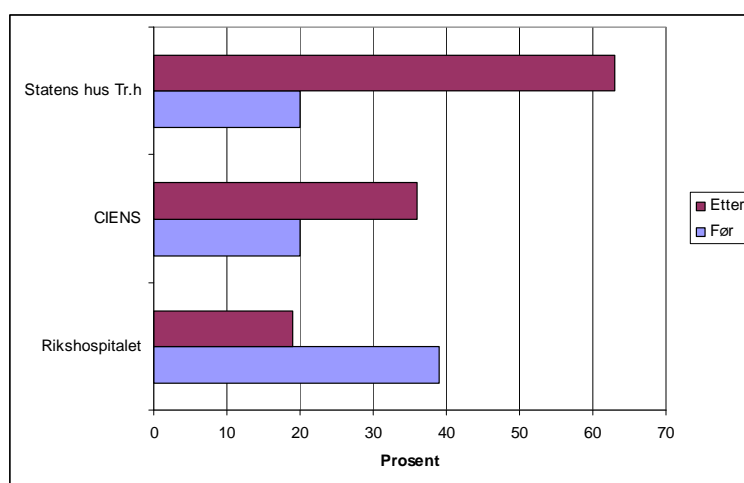
Prisen på transport skal sørge for at transportmengden går ned, men også for at den enkelte av oss velger andre transportformer. I dette siste arbeidet er det imidlertid også andre virkemidler som kan tas i bruk; blant annet hvordan vi bygger ut våre byer og tettsteder (arealplanleggingen og lokaliseringspolitikken) og hvordan vi tilrettelegger transportinfrastrukturen.

Konsentrér byene og tettstedene

Det gjentas stadig oftere i byplandebatten at vi må bygge byene og tettstedene våre tettere. Det har sin begrunnelse blant annet i forskningsresultater som viser at energibruken til transport avtar med økende tetthet. På samme måte synes det opplagt, og mange forskningsarbeider viser, at vi reiser kortere hver dag og vi reiser med mer energieffektive transportmidler jo nærmere vi bor sentrum av byene og tettstedene våre (eksempelvis Næss og Jensen 2004). Det har også betydning for energiforbruket til transport – og dermed for utslippene – hvordan arbeidsplassene er lokalisert i bystrukturen. Jo lenger fra sentrum dess høyere energiforbruk ved arbeidsreisene (Næss 1996).

Byutvikling er dessuten en dynamisk prosess. Bedrifter skifter fra tid til annen lokalisering. Flytter de nærmere sentrum og til mer parkeringsfrie områder, avtar bilandelen – slik vi har sett ved etableringen av Statens hus sentralt i Trondheim, eller ved flyttingen av mange forskningsinstitutter til Forskningsparken ved Blindern T-banestasjon. Motsatt utvikling fikk vi ved flytting av Rikshospitalet fra sentrum til Gaustad; figur 3

Figur 3: Bilandelen ved arbeidsreiser før og etter flytting av arbeidsplassen i bystrukturen



Endret innretning på infrastrukturpolitikken

Transportpolitikken sentrale dokument hevdes å være NTP – Nasjonal transportplan. Da er det interessant å konstatere at blant de dokumenter som er utarbeidet – i siste og forrige runde av NTP-arbeidet – finnes rapporten *virksomheter av klimaendringer for transportsektoren* (Avinor m fl 2002, Jernbaneverket m fl 2007). Det er kanskje symptomatisk at det er vanskelig å finne en tilsvarende utredning som undersøker og problematiserer at de grunnleggende aktivitetene i transportsektoren må antas å ha stor betydning for klimagassutslippene og dermed for klimaendringene. Finnes det en utredning om virkninger for transportsektoren av klimaendringer, burde det også finnes en utredning i NTP som heter *Transportsektorens virkninger for klimaendringene*. Den måtte ha satt innretningen av utbyggingen og annen tilrettelegging i transportsektoren på dagsorden.

Omfanget av vegbyggingen, og hvordan vi bygger ut vegene våre, har med stor sannsynlighet betydning både for transportomfanget i samfunnet, for hastigheten på vegene og for utviklingen av konkurranseforholdet til alternative reisemåter. Transportmengden fastlegges av hvor god vegstandard vi har. Bedre veger gjør at den enkelte kan nå lenger innenfor samme tidsrom. *Regionforstørring* kalles det på fagspråket; et utbredt fenomen og samtidig et klimagassøkende fenomen (Engebretsen 2008). Vi øker sannsynligheten for å reise til mål lengre bort når framkommeligheten blir bedre. Når statistikken viser at den reiselengen den enkelte utfører per dag har økt sterkt de siste 15-20 årene, er en vesentlig årsak at vi kan nå lenger som følge av bedre infrastruktur. Vi velger reisemål lengre unna enn tidligere.

Det å redusere investeringer i vegbygging, ved lavere standard på nye veger som bygges og mindre økning av vegkapasiteten i de store byene – og heller sette kapitalen i jernbane- og busslinjeprosjekter, vil ikke bare være et godt klimatiltak, men vil også kunne gi velferdsgevinster gjennom færre skadde og drepte i trafikken. Det har seg nemlig slik at kapasiteten i et vegsystem er størst når gjennomsnittshastigheten holder seg mellom 60 og 70 km/t. Det er også slik at dagens bilmotorer bruker minst drivstoff, har det laveste utslippet, ved omkring 70 km/t. Og skadeomfanget avtar med hastigheten. Det er slik sett mye å vinne på ulike områder ved å redusere nybyggingsstandarden. Det er ikke nødvendig å bygge veganlegg med dimensjonerende hastigheter omkring 130-140 km/t, sette fartsgrensen til 100 og bruke mye ressurser på overvåking, når en med lavere standard kan etablere rammebetingelser som er mer i tråd med realisering av ulike sentrale mål i samfunnet: *reduerte klimagassutslipp, færre skadde og drepte, færre fartsovertredelser.*

Samme resonnement gjelder også for lokalvegene. Det er ikke nødvendig å anlegge veger med høy standard, som en deretter må bygge ned standarden på ved humper og andre innretninger for å få bilistene til å holde den farten vi vil de skal benytte.

Reduserte investeringer i veger er allment i dette landet å betrakte som en tåpes tale. Men med finanskrisen og klimakrisen på samme tid, kan kanskje anledningen by seg til en skikkelig snuoperasjon. Finanskrisen skal møtes med keynesiansk politikk – offentlige investeringer i veger, jernbane og offentlige bygg – for å sikre sysselsettingen. Og skattelette – hevder noen – for å opprettholde forbruket, til tross for at det nettopp er produksjonsomfanget og forbruksomfanget som er viktige faktorer bak klimakrisen.

Nå skal vi selvfølgelig investere og forbruke. Men tar vi også klimakrisen i betraktning når finanskrisen skal møtes politisk, gjelder spørsmålet innretningen på investeringene og forbruket. I Østlands-området bør kanskje infrastrukturinvesteringene settes inn i jernbaneanlegg og -kapasitet heller enn anlegg for økt vegkapasitet. Det er et påtrengende behov for, så raskt som mulig, å få på plass skikkelig jernbaneinfrastruktur – dvs dobbeltspor - i intercityområdet på Østlandet. Med slik infrastruktur på plass vil vi også ha lagt grunnlaget for å etablere høyhastighetsbanene mellom Oslo og landsdelshovedstedene Stavanger, Bergen og Trondheim – prosjekter som det ser ut til å være bred oppslutning om blant politikerne på Stortinget. Triangelanleggene – mellom Skien, Lillehammer, Halden - må imidlertid på plass først. Nå er mulighetene der.

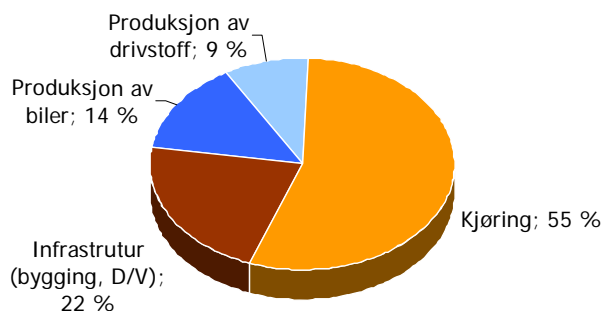
Et alternativ til å satse offentlige midler i vegbygging i de store byområdene, vil det også være å ruste opp offentlige bygg. Sysselsettingseffekten bør kunne være den samme, men ikke klimaeffekten. Og forbruket bør innrettes mot aktiviteter som ikke har spesielt store utslipp knyttet til seg.

Viljen til å realisere en klimavennlig samferdselspolitikk har ikke vært spesielt stor i de gode tidene på 1990- og 2000-tallet. Det er påfallende stor forskjell på den handlekraft finanskrisen har blitt møtt med nasjonalt og internasjonalt, i forhold til den oppmerksomhet klimakrisen har hatt i de mange årene siden Rio. Før finanskrisen het det

fra samfunnsvitenskapelig forskerhold at når menigmann ikke synes å ofre klimakrisen særlig oppmerksomhet, har det blant annet å gjøre med at den enkelte tenker som så: når politikerne gjør så lite, kan det vel ikke være så farlig (Sørensen 2008).

Og det kan vel menigmann ha rett i? Akkurat som menigmann, hvis han eller hun er opptatt av klimakrisen, bør ha god grunn til å reagere på tiltakene som lanseres for å komme ut av finanskrisen. For vil ikke så vel vegbygging som oppfordringen til økt forbruk, nettopp trigge forhold som gir økte utslipp? Og dermed gi bidrag til klimakrisens forverring. Dessuten er det selvfølgelig ikke bare transporten i seg selv som gir klimagassutslipp. Nærmere halvparten av utslippene forbundet med avvikling av en reise stammer fra produksjonen av ulike andre nødvendigheter; vegen, bilen, drivstoffet (figur 4).

Figur 4: Energifordeling i svensk vegsektor (Jonsson 2005)



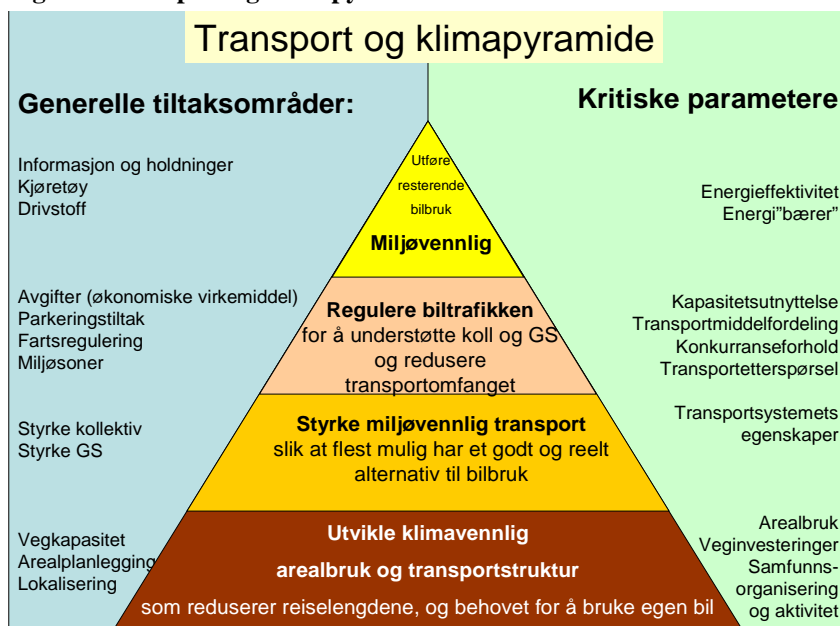
Hva betyr så alt dette for den utslippsorienterte transportpolitikken?

I et arbeid utført i regi av Statens vegvesen Region øst har vi utviklet det vi har kalt en Transport og klimapyramide³⁵ (Statens vegvesen Region øst 2008). Figur 5 sammenfatter de mange tiltakene som kan anvendes i et arbeid for reduserte klimagassutslipp fra transport. Den skal leses fra bunnen av pyramiden.

- Nederst finner vi tiltakene i arealplanleggingen; fortetting og bygging så nær de eksisterende tettstedsstrukturene som mulig – ingen nye tettstedsdannelser med utgangspunkt i kjøpesentra eller annet transportskapende aktivitet. Og tilbakeholdenhet med tilrettelegging for økt vegkapasitet og bedre vegstandard i byene
- Deretter dreier det seg om tiltak som gjør alternativene til egen bilbruk mer konkurransedyktige; høyere frekvens og bedre flatedekning for kollektivtrafikken; bedre tilrettelegging for syklistene og forgjengere – og kampanjer for sosialisering til endret transportatferd
- Når alternativene til egen bilbruk er på plass, kan det benyttes økonomiske og regulative virkemidler for å påvirke bilistenes rammevilkår
- Endelig dreier det seg til sist om å avvikle den individuelle transporten med minst mulig utslipp ved å benytte biler med lite utslipp, og med en kjørestil som reduserer utslippene – såkalt eco-driving

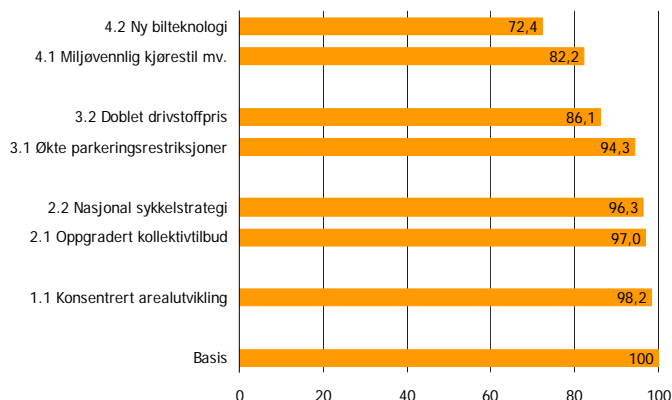
³⁵ Arne Stølan hadde den første ideen til pyramiden. Den ble deretter utviklet videre i et samarbeid med TØI-forskere

Figur 5: Transport og klimapyramide



I Region øst-arbeidet ble det gjort et forsøk på å anslå hva en del tiltak fra hver av etasjene i pyramiden kunne bidra med (figur 6). Det ga som resultat vel 25 prosent reduksjon i utslippene. De største bidragene fikk vi i denne høyst illustrative øvelsen fra tiltak oppe i pyramiden; fra prissettingen og teknologiske tiltak. Men dette er ikke noe endelig svar. Det er tale om effekter på kort og lang sikt, og om effekter det tar kortere eller lengre tid å iverksette. Usikkerheten er derfor stor ved slike kalkulasjoner. Det er for øvrig også viktig å understreke at den beregnede effekten av disse tiltakene vil bli mindre i 2020 siden vi i figuroppsettet ikke har tatt hensyn til at transportmengden trolig vil øke fram mot dette tidspunktet. Tas dette inn i overlegningene, er vi kanskje nede i en 10 prosent reduksjon. Det er med andre ord en stor utfordring å kunne nærme seg nasjonale mål om 30-50 prosent reduksjon av utslippene fra veitrafikken. Det understreker ytterligere behovet for å tenke og handle nytt når nå finans- og klimakrisen opptrer samtidig.

Figur 6: Anslag på potensial 2020 (Basis, før tiltak = 100 prosent)



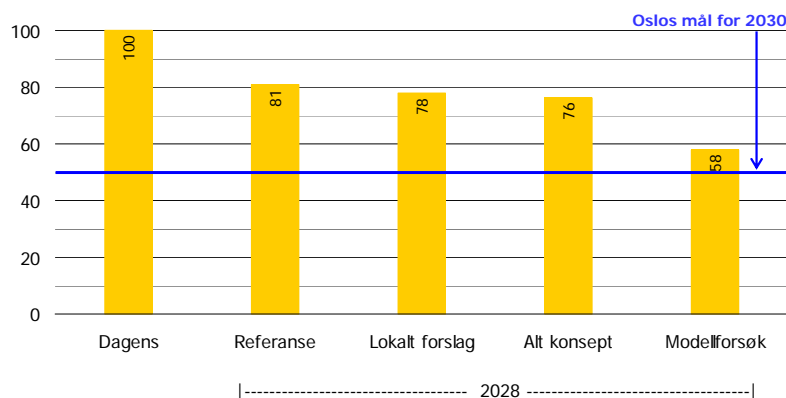
Det er ellers viktig å understreke at det er kombinasjoner av tiltak som i dag nyter anerkjennelse i fagkretser. Dette er glimrende illustrert gjennom ulike analyser av hva det kan bety å foreta visse endringer i sammensetningen av den mye omdiskuterte Oslopakke 3.

Et siste modellforsøk – utført av medarbeidere i Statens vegvesen Region øst – opererer med forutsetninger om

- Et kraftig opprustet kollektivtilbud, med en avgangshyppighet i kollektivnettet som gjør det mulig å ”kaste rutetabellen”
- En innskjerpet parkeringspolitikk som øker dagens parkeringsmotstand med 50 prosent i alle sentra og knutepunkter, og som innebærer en overflytting av kostnadene ved arbeidsplassparkering fra bedrifter til brukere
- Et utvidet og mer finmasket trafikantbetalingssystem enn i Konseptvalg-utredningens Alternativt konsept, men samtidig et tak på 50 kr per tur, og ingen tidsdifferensiering
- Det innføres en maksimal hastighetsgrense på vegnettet lik 60 km/t

Resultatene fra modellkjøringene viser vesentlige reduserte klimagassutslipp i forhold både til det lokale forslaget og det alternative konseptet som tidligere er analysert (figur 7).

Figur 7: Klimagassutslipp fra vegtrafikken i Oslo og Akershus. Dagens utslipp (indeks 100) sammenlignet med ulike Oslopakke 3 scenarier og siste supplerende modellforsøk



Konklusjon

En mer utslippsorientert transportpolitikk krever at de mange og ulike mulige virkemidlene blir benyttet sammen. Og da snakker vi ikke bare om tiltak og virkemidler innenfor transportpolitikken, men om tiltak hørende under så vel Finansdepartementet og Miljøverndepartementet som Samferdselsdepartementet. Vi snakker om behovet for ”concerted actions”!

Referanser

Aftenposten 2008: Kraftig rutekutt i SAS. 29. november 2008

Avinor m fl 2002: Nasjonal transportplan 2006-2015. Virkninger av klimaendringer for transportsektoren. Forstudie. Mars 2002

Denstadli m fl 2006: RVU 2005. Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2005 – nøkkelrapport. TØI-rapport 844/2006

Engebretsen, Øystein 2008: Regionforstørring og utslipp av klimagasser. TØI-rapport 978/2008

Hanssen, Jan Usterud og Åse Nossum 2008: Arbeidsgiverbetalte kollektivreiser og parkeringsplasser. Litteraturstudie og vurdering av skattemessige virkninger. TØI-rapport 944/2008

Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?

- Jernbanelverket m fl 2007: Nasjonal transportplan 2010-2019. Virkninger av klimaendringer for transportsektoren. Mai 2007
- Jonsson, Daniel K. 2005: Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter. Totalförsvarets Forskningsinstitut
- Næss, Petter og Ole B. Jensen 2004: Urban Structure Matters, Even in a Small Town. *Journal of Environmental Planning and Management* 47, pp 35-56
- Snoen, Jan Erik 2008: Dersom klima var førsteprioritet. CIVITA AS
- Statens vegvesen Region øst 2008: Reduksjon av transportomfang og klimagassutslipp Statens vegvesen. Vegdirektoratet 2007: Kollektivtransport. utfordringer, muligheter og løsninger for byområder
- Strand, Arvid 2008: Evaluering av kampanjen *Jeg kjører grønt*. TØI-rapport 966/2008
- Strand, Arvid og Tore Leite 2008: Kan økte kollektivandeler gi klimakutt som monner? PLAN 6/2007
- Sørensen, Knut Holtan 2008: Folk flest frykter ikke. Faktaark NORKLIMA-programmet Nfr. www.forskningsradet.no/norklima

Vedlegg 4 Regneeksempel Lærdalstunnelen

Følgende forutsetninger legges til grunn:

- ÅDT (2008, tall fra <http://www.vegvesen.no/trafikkdata>): 1250 personbiler, 430 (26%) tunge biler
- Gjennomsnittlig stigning over fjellet på 5,3 % (maks høyde 1300 meter, lengde vei 48 km, tall fra <http://www.visveg.no>), vi bruker tall for 6 % stigning
- Gjennomsnittlig stigning tunnel 0 %, lengde vei 33 km, hvorav 24,5 km i tunnel, tall fra <http://www.visveg.no>)
- Drivstofforbruk som i tabell 1 (bruker H80-tall), regner 2,5 kg CO₂-utslipp per liter drivstoff³⁶
- Reduksjon av kjøretid påvirker ikke trafikkmengder (hvilket det selvsagt ville gjort i virkeligheten)
- Veien over fjellet holdes åpen om vinteren

Alt 1: Alle kjører over fjellet

Personbiler: $1\,250 \text{ kjt} \times 4,8 \text{ mil} \times 0,77 \text{ l/mil}^{37} \times 2,5 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 11\,550 \text{ kg CO}_2/\text{d}$

Tunge biler: $430 \text{ kjt} \times 4,8 \text{ mil} \times 4,52 \text{ l/mil} \times 2,5 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 23\,323 \text{ kg CO}_2/\text{d}$

Når alle kjører fjellet: 34 873 kg CO₂/døgn, 12 728 718 kg CO₂/år, 12 729 tonn CO₂/år

Alt 2: Alle kjører tunnelen

Personbiler: $1\,250 \text{ kjt} \times 3,3 \text{ mil} \times 0,55 \text{ l/mil} \times 2,5 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 5\,672 \text{ kg CO}_2/\text{d}$

Tunge biler: $430 \text{ kjt} \times 3,3 \text{ mil} \times 1,94 \text{ l/mil} \times 2,5 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 6\,883 \text{ kg CO}_2/\text{d}$

Når alle kjører tunnel: 12 554 kg CO₂/døgn, 4 582 460 kg CO₂/år, 4 582 tonn CO₂/år

Differanser:

Absolutte tall: 12 729 tonn CO₂/år - 4 582 tonn CO₂/år = 8 147 tonn CO₂/år

Prosentvis forskjell: Ved å bygge tunnel, reduseres CO₂-utslippene med 8 147 tonn, som utgjør 64 % av opprinnelige CO₂-utslipp. Utslippene reduseres altså med ca 2/3.

Dersom vi tar med CO₂-utslipp til bygging, drift og vedlikehold:

Bygging (24,5 km tunnel, 8,5 km veg i dagen, tall fra Schlaupitz 2008 tabeller 9.2, 9.7 og 9.8, fordelt på 40 år) = 2 129 tonn CO₂/år. Drift og vedlikehold for 24,5 km tunnel og 8,5 km veg (her har vi benyttet tall for standard tofeltsvei på 66

³⁶ I Grips klimakalkulator regner man (med henvisning til sft) et utslipp på 2,316 kg CO₂ per liter bensin og 2,663 kg CO₂ per liter diesel (<http://www.grip.no/klima/klimakalkulator.xls>). Vi kjenner ikke miksen mellom diesel- og bensinbiler her, men regner ca 50 % av hver, og bruker snittet av utslippstall for diesel og bensin.

³⁷ Her har vi benyttet tall for drivstofforbruk ved 0 % stigning fra vedlegg 1, og lagt til ekstra drivstofforbruk som regnet ut og presentert i tabellen. For personbiler multipliserer vi 0,55 l/mil med 1,4 og får 0,77 l/mil ved 6 % stigning.

Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?

tonn CO₂-ekv per år per km slik dette er definert i kapittel 4, dette er egentlig for lite) = 2 178 tonn CO₂/år.

Ny tunnel gir da:

Reduksjon i CO ₂ -utslipp pga. selve trafikken:	- 8 147 tonn CO ₂ /år
På grunn av bygging av tunnel:	+ 2 129 tonn CO ₂ /år
<u>Drift og vedlikehold, tunnel:</u>	<u>+ 2 178 tonn CO₂/år</u>
<u>Total endret CO₂-utslipp per år:</u>	<u>- 3 840 tonn CO₂/år</u>

Når utslippene til bygging, drift og vedlikehold tas med, blir reduksjonen i klimagassutslipp på grunn av forbedret vegstandard ca 11 %.

Reduksjonen i CO₂-utslipp per år er regnet noe for stor. For å forenkle beregningen har vi benyttet 6 % stigning i førsituasjonen i stedet for 5,3 % stigning fordi vi har tall for 6 %, og vi har benyttet tall for drift av vanlig tofelts vei i stedet for tunnel (som krever ganske mye strøm til belysning, ventilasjon etc.) fordi vi ikke har lett tilgjengelige tall for tunnel. Vi mener likevel at bygging av tunnel i dette tilfellet gir noe reduksjon i klimagassutslippene.

Referanser:

Data om ÅDT etc. Lærdalstunnelen: <http://www.vegvesen.no/binary?id=162967>

Data om veglengder, stigning etc.: <http://www.visveg.no>

Schlaupitz, Holger (2008): Energi- og klimakonsekvenser av moderne transportsystemer.

Norges naturvernforbund Rapport 3/2008.

http://naturvern.no/data/f/1/24/31/4_2401_0/Rapport_250908.pdf

Vedlegg 5 Energibruk og utslipp fra framstilling og vedlikehold av kjøretøyer

Som nevnt i kapitlet om sammenhenger mellom vegbygging og trafikkøkning, vil vegbygging som gjør det hurtigere og/eller mer behagelig å kjøre bil, ofte bidra til trafikkvekst som ikke ellers ville ha oppstått. Denne nyskapede trafikken vil naturligvis ikke som regel skje i form av at et antall fabrikknye kjøretøyer kommer ut på vegene som umiddelbar effekt av trafikkøkningen. I første omgang vil det være snakk om at eksisterende kjøretøyer tas i bruk på tidspunkter der de ellers ville ha befunnet seg i garasjen eller på parkeringsplassen, eller at lengden på turene de kjører, øker. På lengre sikt vil imidlertid den økte bruken av den eksisterende bilparken føre til at den må skiftes ut hurtigere, og dermed innebære økt kjøp og salg av nye biler – og dermed material- og energiforbruk til produksjon av disse bilene. Det vil også bli et større behov for vedlikehold av kjøretøyer.

Dessuten er det rimelig å regne med at trafikkøkningen – i hvert fall på lengre sikt – vil innebære at bilholdet blant befolkningen på de berørte vegstrekningene øker. Når en husholdning beslutter seg for å anskaffe bil, eller en ekstra bil i tillegg til den eller de bilene husstanden har fra før, skyldes dette som regel et opplevd behov knyttet til konkrete ønsker om å bruke bil i situasjoner der man tidligere ikke kjørte. Et slikt opplevd behov kan f. eks. oppstå hvis et husstandsmedlem finner ut at hun heller vil bruke bil til og fra arbeidet i stedet for å ta toget, nå som trafikken glir hurtigere på motorvegen etter at den ble utvidet med flere kjørefelter. Eller ønsket om å anskaffe (en ekstra) bil kan oppstå fordi husstanden finner ut at det, på grunn av vegbygging, ikke lenger vil medføre for tidkrevende arbeidsreiser å flytte f. eks. fra en byleilighet til en billigere, men større bolig med hage i en forstadskommune. Til å begynne med kan begge ektefellene kanskje kjøre sammen, men hvis en av dem senere skifter arbeidsplass, kan behovet for en ekstra bil melde seg. Poenget med disse tenkte eksemplene er å illustrere at vegbygging som gjør det lettere og hurtigere å bruke bil, kan ha indirekte virkninger på bilholdet – på samme måte som vegbyggingen kan ha kort- og langsiktige effekter i form av nyskapt trafikk.

Det er likevel ikke slik at all nyskapt trafikk etter hvert vil slå ut i en like høy prosentvis stigning i bilholdet. Det har vært en tendens i de senere tiårene til at den årlige kjørelengden per bil øker. Dette må vi ta hensyn til hvis vi vil anslå hvor stor økning i bilholdet den nyskapede trafikken som følge av vegbygging bidrar til.

I beregningen nedenfor har vi derfor antatt at vegbygging bidrar, gjennom nyskapt trafikk, til økt produksjon, salg og kjøp av biler – og dermed økning i bilholdet – med samme prosentvise økning som den prosentvise økningen i nyskapt trafikk korrigert for endring i årlig kjørelengde per bil.

Våre anslag for energibruk og utslipp fra produksjon av kjøretøyer bygger på en noe gammel kilde (Høyer og Heiberg 1993). I Høyer og Heibergs rapport, som ble laget for Norges forskningsråds forskningsprogram om kollektivtransport, ble det laget analyser for situasjonen både i 1990 og 2010, der de siste scenariene var basert på forventet teknologisk effektivisering i de nærmeste tiårene etter at rapporten ble skrevet. Det er 2010-tallene hos Høyer og Heiberg (1993) vi har tatt

utgangspunkt i, men disse er korrigert med tall fra Schlaupitz (2008) der dette har vært mulig.

I Høyer og Heiberg (1993, s. 97) er bruken av primærenergi til framstilling og vedlikehold av transportmidler i 2010-situasjonen anslått per *kapasitetskilometer* for ulike kjøretøytyper.³⁸ Dette er den energibruken man ville hatt per personkilometer hvis kjøretøyenes kapasitet var fullt utnyttet. Ved å multiplisere tallene for energibruk per kapasitetskilometer med passasjerkapasiteten for hver kjøretøytype, kan man finne energibruken per kjøretøykilometer til framstilling og vedlikehold av kjøretøyene. Basert på de samme forutsetningene om passasjerkapasiteter som Høyer og Heiberg har benyttet³⁹, får vi tall for energibruk per kjøretøykilometer slik de framgår av tabell 1.

Tabell 1: Energibruk ved framstilling og vedlikehold av ulike transportmidler

Kjøretøytype	kWh per kjøretøykilometer	
	Mellomlange reiser	By- og tettstedsreiser
Personbil ⁴⁰	0,08	0,08
Buss	0,62	0,72
Trikk		0,64
T-bane		1,24
Tog	2,38	

³⁸ Disse tallene ser ut til å være rimelig konsistente med tilsvarende tall hos Schlaupitz (2008). Siden Schlaupitz ikke skiller mellom by- og tettstedsreiser og mellomlange reiser, har vi valgt å benytte Høyer & Heibergs (1993) tall for 2010 i våre beregninger.

³⁹ Personbil: 5 personer inkl. bilfører; buss mellomlange reiser: 48 personer; buss korte reiser (i by) 80 personer; vanlige persontog 280 personer; intercitytog 400 personer (vi har brukt gjennomsnittet av disse to tallene); trikk 128 personer; T-bane 310 personer

⁴⁰ Til sammenlikning opererer Schlaupitz (2008, s. 32) med et tall på 0,0133 kWh per setekm til produksjon og vedlikehold av en 'gjennomsnittlig personbil' (VW Golf A4 Diesel) i 2020, og 0,0186 kWh per setekm for el-bil og plug-in hybridbil samme år. Forutsatt 5-seters biler gir dette 0,0665 kWh/kjøretøykm for 'gjennomsnittlig personbil' og 0,0930 kWh/kjøretøykm for el-bil og plug-in hybridbil. Schlaupitz opererer med en forholdsvis lang levetid for personbiler (18 år), og dette kan være en del av forklaringen på at hans tall for energibruk til produksjon og vedlikehold av gjennomsnittsbilen er lavere enn hos Høyer og Heiberg. Til sammenlikning opererer Jonsson (2008) med en levetid på 15 år for personbiler. Jonsson (2008, s. 28-29) viser også at det er meget stort sprik (med en faktor på 4) i anslagene for energibruk til produksjon av biler.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO 0349 Oslo

Telefon: 22 57 38 00
Telefaks: 22 60 92 00
E-post: toi@toi.no

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 transporter
- 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