TØI rapport
446/1999

Bedre trafikksikkerhet i Norge

En analyse av potensialet for å bedre trafikksikkerheten, trafikksikkerhetstiltaks kostnadseffektivitet og nytte-kostnadsverdi

Rune Elvik

Copyright ©Transportøkonomisk institutt, 1999
Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven av 1961

ISSN 0802-0175
ISBN 82-480-0109-1

Oslo, november 1999

Forord

Som en del av arbeidet med Nasjonal transportplan for perioden 2002-2011, skal det utarbeides en trafikksikkerhetsinnretning. Det er foreløpig satt som mål at antallet drepte i transport i år 2012 ikke skal overstige 200. For vegtrafikk innebærer dette et mål på høyst 180 drepte i år 2012. Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet har gitt TØI i oppdrag å utrede hvilke trafikksikkerhetstiltak som kan bidra til å nå målet for antall drepte i trafikken i år 2012.

Denne rapporten utgjør sluttdokumentasjon for prosjektet "Trafikk-sikkerhetsbidrag til Nasjonal transportplan 2002-2011". I tillegg til denne rapporten, er det som ledd i prosjektet levert grunnlagsmateriale til Vegdirektoratets arbeid med "sikkerhetsinnretningen" i den nasjonale transportplanen. Foreliggende rapport inngår ikke direkte i den nasjonale transportplanen og er ikke en del av denne.

Oppdragsgivere for prosjektet har vært Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet. Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært Thomas Ruud Sollien i Samferdselsdepartementet og Richard Muskaug i Vegdirektoratet. Finn Harald Amundsen, Ivar Haldorsen og Trude Holter i Vegdirektoratet har også gitt nyttige kommentarer underveis i arbeidet.

Rune Elvik har vært TØIs prosjektleder og har skrevet rapporten.

Oslo, november 1999
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Knut Østmoe
instituttsjef

Marika Kolbenstvedt
avdelingsleder

Innhold

1 Innledning og problemstilling 1
2 Begreper, datakilder og tilnærmingsmåte 2
2.1 Trafikksikkerhetstiltak og deres virkninger på antall skadde i trafikken 2
2.2 Kostnader ved trafikksikkerhetstiltak 4
2.3 Kostnadseffektivitet, nytte-kostnadsverdi og prioriteringsregler for tiltak 6
2.4 Trafikksikkerhetstiltak – aktuelle tiltak, bestand, virkninger og kostnader 7
2.5 Tilnærmingsmåte – hovedtrinn i analysen 7
3 Mål for Nasjonal transportplan 2002-2011 9
3.1 Mål for perioden 2002-2011 9
3.2 Langsiktige visjoner for trafikksikkerheten - Nullvisjonen 10
4 Utvelgelse av tiltak for analyse 12
4.1 Utvelgelseskriterier for tiltak 12
4.2 Resultater av utvelgelsen: Tiltak som analyseres 15
4.3 Nærmere om gang- og sykkelveger og profilert vegoppmerking 16
4.4 Nye tiltak 18
5 Beregningsforutsetninger og beregningsmetode 21
5.1 Ulykkesrisiko for ulike vegelementer og kjøretøy 21
5.2 Økonomisk verdsetting av effekter av tiltak 23
5.3 Et regneeksempel 24
5.4 Kommentarer til beregning av effekten av en del tiltak 26
5.5 Beregning av økte tidskostnader ved toppfartssperre på biler 31
6 Alternative strategier for bruk av tiltak 35
6.1 Alternative innsatsnivåer for tiltak 35
6.2 Alternative strategier for bruk av tiltakene 36
6.3 Kombinerte effekter av tiltak som inngår i en strategi 37
6.4 Kostnader ved tiltak som ikke inngår i beregningene – faste kostnader 37
7 Virkninger av alternative strategier 40
7.1 Virkninger for antall drepte i trafikken 40
7.2 Virkninger for antall skadde og drepte i trafikken 41
7.3 Samfunnsøkonomiske virkninger av strategiene 42
7.4 Trafikksikkerhetstiltak som er samfunnsøkonomisk lønnsomme 44
7.5 Fordeling av potensialet for å bedre trafikksikkerheten mellom hovedgrupper av tiltak 46
7.6 Budsjettmessige konsekvenser av de ulike strategiene 47
8 Usikkerhet i resultatene 50
8.1 En modell for opphopning av usikkerhet fra ulike kilder 50
8.2 Kilder til usikkerhet i resultatene 51
8.3 Beregning av usikkerhet om virkninger av tiltakene for trafikksikkerheten og usikkerhet om ulykkeskostnader 53
8.4 Betydningen av usikkerhet for valg av strategi for bruk av trafikksikkerhetstiltak 56
9 Drøfting, oppsummering og konklusjoner 59
9.1 Drøfting av mulige svakheter ved beregningene 59
9.2 Drøfting av en del vanlige påstander og synspunkter i offentlig debatt om trafikksikkerhet 62
9.3 Oppsummering av de viktigste resultater 66
Referanser 69
Vedlegg 1: Utvelgelse av tiltak for analyse av potensialet for å bedre trafikksikkerheten, kostnadseffektivitet og nytte-kostnadsverdi 75
Vedlegg 2: Dokumentasjon av beregningsforutsetninger og beregninger for de enkelte tiltak 79
Vedlegg 3: Beregningsforutsetninger om fart, støy og utslipp 101
Vedlegg 4: Resultater av beregningene for de ulike strategier – ensomhetsanalyser 109

1 Innledning og problemstilling

Som en del av arbeidet med Nasjonal transportplan (NTP) for perioden 2002-2011, skal det utarbeides en analyse av potensialet for å bedre trafikksikkerheten og av ulike trafikksikkerhetstiltaks kostnadseffektivitet og nytte-kostnadsverdi. Denne rapporten gir et bidrag til denne delen av arbeidet med Nasjonal transportplan. Hovedproblemstillingene som tas opp i rapporten er:

1 Hvor mye kan antallet skadde personer i trafikken, særlig antallet drepte og alvorlig skadde, maksimalt reduseres ved å utnytte hele det potensialet ulike trafikksikkerhetstiltak har for å redusere antallet skadde personer?

2 Hvilke trafikksikkerhetstiltak gir størst nedgang i antallet skadde personer i trafikken regnet i forhold til hvor mye det koster å gjennomføre tiltakene?

3 Hvilke trafikksikkerhetstiltak bidrar også til å fremme andre samferdselspolitiske mål og hvilke trafikksikkerhetstiltak motvirker andre samferdselspolitiske mål?

Det tredje spørsmålet er belyst ved hjelp av nytte-kostnadsvurderinger der trafikksikkerhetstiltakenes konsekvenser for de ulike samferdselspolitiske mål er verdsatt økonomisk.

Utgangspunktet for rapporten er de mål og utfordringer som er trukket opp i Utfordringsdokumentet til Nasjonal transportplan 2002-2011 (Kystverket, Luftfartsverket, Statens vegvesen og Jernbaneverket 1999). Utfordringsdokumentet, som ble presentert i februar 1999, beskriver de viktigste utfordringer man står overfor i norsk samferdselspolitikk og foreslår konkrete mål for Nasjonal transportplan 2002-2011. Disse utfordringene og målene er oppsummert i kapittel 3 av rapporten.

Rapportens formål er å anslå hvor mye trafikksikkerheten i Norge kan forbedres, identifisere de tiltak som på den billigste måten kan bedre trafikksikkerheten og identifisere de tiltak som kan bedre trafikksikkerheten uten at det kommer i konflikt med andre samferdselspolitiske mål.

2 Begreper, datakilder og tilnærmingsmåte

2.1 Trafikksikkerhetstiltak og deres virkninger på antall skadde i trafikken

Denne undersøkelsen handler om effekter av trafikksikkerhetstiltak.

Med *trafikksikkerhetstiltak* menes alle tiltak der bedring av trafikksikkerheten er ett av formålene, eller eneste formål, med tiltaket. *Bedring av trafikksikkerheten* betyr at det forventede antall skadde personer i trafikkulykker blir lavere enn det ellers ville ha blitt. I rapporten behandles alle tiltak som er beskrevet i Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997) og tiltak som er utviklet på grunnlag av disse tiltakene.

Endringer i antallet skadde og drepte personer er tallfestet på grunnlag av det offisielle ulykkesregisteret. Det erkjennes at dette er mangelfullt (Elvik 1999A), men det er det eneste registeret over skadde personer i trafikken som inneholder detaljerte nok opplysninger til at man kan beregne effektene av de enkelte trafikksikkerhetstiltak. Beregningene har tallfestet endringer i antallet drepte, alvorlig skadde personer og lettere skadde personer i trafikken. Gruppen ”alvorlig skadde” omfatter gruppene ”meget alvorlig skadde” og ”alvorlig skadde” i den offisielle ulykkesstatistikken. Disse to gruppene er i beregningene slått sammen til en gruppe, fordi antallet meget alvorlig skadde er for lite til at beregningene gir statistisk pålitelige resultater.

Som *mål på effekten* på trafikksikkerheten av et tiltak brukes *endringer i forventet antall skadde personer*, spesifisert etter skadegrad. Med forventet antall skadde personer menes det gjennomsnittlige antall som kan ventes å skje per tidsenhet (for eksempel per år) i det lange løp ved uendret eksponering og skaderisiko. Forventet antall skadde personer er her beregnet som det gjennomsnittlige årlige antall skadde registrert i offisiell statistikk for et visst antall år. Effekter av tiltak som primært påvirker antall ulykker er beregnet ved å multiplisere endringen i antall ulykker med et gjennomsnittlig antall skadde personer per ulykke.

Ulike trafikksikkerhetstiltak kan virke på ulike typer ulykker eller ulike grupper av skadde personer. Med et *tiltaks målgruppe* menes *den delmengde av skadde personer eller ulykker som tiltaket virker på*. Dette kan f eks være personer i bil for bilbelter, eller alle skadde personer for fartsgrenser. Målgruppen til et tiltak er definert med utgangspunkt i trafikkmiljø, ulykkestype og trafikantgruppe.

Effekter av et tiltak på antallet skadde i trafikken er beregnet med følgende *modell for effektberegning*:

Endring av antall skadde = Forventet antall skadde i tiltakets målgruppe x

Prosent effekt på antall skadde

Første ledd i modellen er antallet skadde personer som påvirkes av tiltaket. Andre ledd er den prosentvise effekten av tiltaket på antall skadde personer. Det er beregnet effekter av en rekke tiltak, både sett hver for seg og kombinert til en pakke. Når tiltakenes samlede effekt i en pakke der de inngår skal beregnes, må det skilles mellom førsteordens effekt og kombinert effekt av tiltakene.

Med *førsteordens effekt* av et tiltak menes den effekt tiltaket har når ingen andre tiltak som påvirker skader i tiltakets målgruppe blir gjennomført og alle andre faktorer som påvirker skadetallene er konstante.

Restfaktor er den andel av skadene i et tiltaks målgruppe som fremdeles vil inntreffe etter at tiltakets førsteordens effekt er trukket fra. Anta at et tiltak påvirker 1.000 skadde personer per år og reduserer antallet skadde personer med 100 per år. Restfaktoren er da (1.000 –100)/1.000 = 0,90.

Kombinert effekt er den samlede effekt to eller flere tiltak har på antall skadde. Anta at to tiltak virker på samme delmengde av skadene (1.000 personer per år). Det ene tiltaket reduserer antallet skadde med 100, det andre med 300 (førsteordens effekter). Tiltakenes kombinerte effekt er da den opprinnelige skademengden (som settes lik 1,00) minus produktene av tiltakenes restfaktorer, det vil si:

Kombinert effekt = 1,00 – (0,90 x 0,70) = 1,00 – 0,63 = 0,37, som her vil si 370 færre skadde.

Det kan skilles mellom marginal effekt og total effekt av et tiltak. *Marginal effekt* er den ekstra effekt et tiltak har ved en gitt økning av innsatsen i tiltaket og gitt den aktuelle innsatsen i øvrige tiltak som virker i tiltakets målgruppe. *Total effekt* av et tiltak er den effekt hele bestanden av et tiltak, eller eksistensen av et tiltak, har på antall skadde personer. Med *innsatsnivået* menes omfanget av bruken av et tiltak.

Ved planlegging av trafikksikkerhetstiltak har det vanligvis ingen interesse å beregne den totale effekten av et tiltak. Det er kun muligheten for økt bruk av et tiltak, eller mer effektiv bruk av et tiltak, som kan bidra til å bedre trafikksikkerheten. Det er derfor bare de marginale effekter av tiltakene som har interesse. Det er de marginale effekter av tiltakene som er beregnet i denne rapporten.

For å kunne beregne marginale effekter av et tiltak, må man definere en egnet innsatsenhet for tiltaket. Med en *innsatsenhet* menes en enhet som angir omfanget av endringer i bruken av et tiltak. Tabell 1 viser de innsatsenheter som er definert som grunnlag for beregning av marginale effekter av trafikksikkerhetstiltak.

Potensialet et tiltak har for å bedre trafikksikkerheten kan defineres som det antall skadde personer tiltaket kan forebygge dersom det tas i bruk i det maksimalt tenkelige omfang. Det maksimalt tenkelige omfang for bruken av et tiltak, må defineres særskilt for hvert tiltak. For tiltak som for eksempel bruk av personlig verneutstyr, er det nærliggende å definere det maksimalt tenkelige omfang som 100% bruk av utstyret. For vegutformingstiltak er potensialet definert med utgangspunkt i en oppfatning om det tenkelige bruksområdet for tiltaket. Det er for eksempel neppe tenkelig at alle veger bygges om til motorveg, selv om

motorveger har den laveste ulykkesrisikoen av alle veger. Derimot er det tenkelig at alle veger utstyres med vegbelysning. For å kunne beregne et tiltaks potensiale for å bedre trafikksikkerheten, må man derfor først definere tiltakets maksimalt tenkelige bruksområde.

Tabell 1: Innsatsenheter for trafikksikkerhetstiltak som grunnlag for beregning av marginale effekter av tiltakene

Gruppe av tiltak	Innsatsenhet for marginal effekt
Trafikksikkerhetsrevisjon	Antall kilometer veg der trafikksikkerhetsrevisjon utføres
Kjøretøyavgifter, vegprising med videre	Økning i kjøretøyavgifter per kjøretøykilometer regnet i faste priser, økning av subsidier per personkilometer regnet i faste priser
Vegutforming og vegutstyr	Økning i antall kilometer veg, antall kryss eller antall steder hvor et tiltak blir innført
Vegvedlikehold	Antall kilometer veg der vedlikehold utføres til en høyere standard enn ordinært
Trafikkregulering	Økning i antall kilometer veg, antall kryss eller antall områder hvor et tiltak blir innført
Kjøretøyteknikk og personlig verneutstyr	Antall nye kjøretøy hvor nytt sikkerhetsutstyr tas i bruk, bruksprosent for personlig verneutstyr
Kjøretøykontroll	Økning av kontrollhyppighet (antall kontrollerte kjøretøy per år per registrert kjøretøy)
Krav til førere med videre	Antall nye førere som gjennomgår opplæring eller andre tiltak rettet mot førere
Opplæring og informasjon	Antall nye elever som gjennomgår opplæring; samlet omfang av nye kampanjer
Kontroll og sanksjoner	Økning i antall mannskapstimer brukt til trafikkontroll, økning av bøtesatser regnet i faste priser, innføring av nye sanksjoner

© TØI 1999

Et tiltaks *maksimalt tenkelige bruksområde* er den største innsatsen man kan tenke seg å oppnå for vedkommende tiltak. Mange tiltak er allerede delvis gjennomført, det vil si at deler av potensialet allerede er tatt ut. Det gjelder for eksempel bilbelter, som i dag brukes av mellom 80 og 90% av førere og passasjerer i lette biler. Så lenge bruken fortsatt kan økes, er det imidlertid et potensiale for å bedre trafikksikkerheten.

2.2 Kostnader ved trafikksikkerhetstiltak

Det er skilt mellom to hovedtyper av kostnader til gjennomføring av trafikk-sikkerhetstiltak. Det er:

1 *Investeringer,* som er engangskostnader til bygging av veger og andre faste anlegg, større utbedringsarbeider på eksisterende veg, anskaffelse av vegutstyr (belysning, rekkverk) og anskaffelse av kjøretøy,

2 *Drifts- og vedlikeholdskostnader,* som er løpende årlige kostnader til ordinært vegvedlikehold, drift av trafikkreguleringsutstyr (f eks signalanlegg), drift av kjøretøy og drift av opplæringstiltak og kontroll og sanksjoner,

Disse kostnadene kan ikke periodiseres på samme måte. En investering er en engangsutgift til en kapitalgjenstand (herunder en ny veg) som forutsettes brukt i mange år. De øvrige kostnader er løpende årlige kostnader. I en samfunns-økonomisk analyse gir det ikke mening å legge sammen investeringsutgifter og løpende utgifter for å finne de samlede utgifter til et tiltak. De samlede kostnader til et tiltak som har både investeringskostnader og løpende kostnader kan beregnes på to måter. Den ene måten er å omregne fremtidige løpende kostnader til *nåverdi* og legge dem sammen med investeringskostnadene. Med nåverdi menes den verdien vi i dag tillegger fremtidige kostnader eller inntekter. Nåverdien beregnes på grunnlag av en kalkulasjonsrente som viser hvor mye mindre vekt vi legger på fremtidige kostnader eller inntekter for hvert nytt år vi fjerner oss fra i dag. Denne fremgangsmåten er brukt i *nytte-kostnadsanalyser*, for å gjøre fremtidige kostnader til et tiltak sammenlignbare med fremtidig nytte av tiltaket.

Den andre måten å summere investeringskostnader og løpende kostnader på, er omregne investeringskostnadene til en årlig kapitalkostnad som kan legges sammen med andre løpende årlige utgifter. Dette er gjort ved hjelp av annuitets-metoden. En *annuitet* er et fast årlig beløp, som utbetalt i hele investeringens avskrivningstid har investeringsbeløpet som nåverdi. Ved beregning av annuiteter er en årlig kalkulasjonsrente på 7% benyttet. Denne fremgangsmåten er brukt i *kostnadseffektivitetsanalyser*, for å kunne sammenligne årlige kostnader til tiltak med årlige endringer i antallet skadde og drepte personer.

Det skilles mellom to *hovedkostnadsbærere* for trafikksikkerhetstiltak. Det er *det offentlige og trafikantene* (privat sektor). Disse to kostnadsbærerne kan ikke be-handles likt ved beregning av et tiltaks samfunnsøkonomiske kostnader. Det offentliges direkte utgifter til trafikksikkerhetstiltak, det vil si *utbetalinger på offentlige budsjetter*, kalles *budsjettkostnad*. Offentlige budsjettkostnader viser ikke de samfunnsøkonomiske kostnader til et tiltak. Med *samfunnsøkonomiske kostnader* menes alternativkostnaden ved et tiltak, det vil si den nytte pengene som brukes til tiltaket ville ha gitt i beste alternative anvendelse. Alternativ-kostnaden til offentlige budsjettkroner er lik utgiftene på offentlige budsjetter multiplisert med *skattekostnadsfaktoren* for offentlige utgifter som finansieres av generelle skatter og avgifter (det vil si ikke av direkte brukerbetaling):

Alternativkostnad = Utgifter på offentlige budsjetter x Skattekostnadsfaktor

Skattekostnadsfaktoren for offentlige utgifter er et uttrykk for det samfunns-økonomiske effektivitetstap (dødvekttap) skatter og avgifter medfører. I Norge har et offentlig utredningsutvalg (Kostnadsberegningsutvalget, se NOU 1997:27 og NOU 1998:16) anbefalt at alle offentlige utgifter multipliseres med 1,2 for å komme fram til de samfunnsøkonomiske kostnader ved offentlige utgifter.

Det kan skilles mellom grensekostnader og totalkostnader til trafikksikkerhets-tiltak. *Grensekostnader* er kostnadene ved en økning av innsatsnivået i et tiltak med en innsatsenhet, det vil si kostnadene ved å bygge ut et tiltak eller øke innsatsen i tiltaket. *Totalkostnader* er kostnadene til hele bestanden av et tiltak, definert som summen av kapitalkostnader og løpende kostnader. Ved planlegging av tiltak har kun grensekostnadene interesse.

2.3 Kostnadseffektivitet, nytte-kostnadsverdi og prioriterings-regler for tiltak

Et tiltaks *kostnadseffektivitet* er definert som antallet unngåtte skadde personer per million kroner det koste å gjennomføre tiltaket, det vil si:

$$\text{Kostnadseffektivitet} = \frac{\text{Antall unngåtte skadde personer}}{\text{Kostnader til gjennomføring av tiltaket}}$$

Ved beregning av kostnadseffektivitet, er det tatt utgangspunkt i det årlige antallet unngåtte skadde personer. Kostnadene til gjennomføring av tiltaket er følgelig omregnet til en årlig kostnad.

Nytte-kostnadsverdien til et tiltak er forholdet mellom nytte, regnet i kroner, og kostnader regnet i kroner. Dette forholdet kan uttrykkes på to måter, enten ved netto nåverdi, eller ved nytte-kostnadsbrøk. Netto nåverdi til et tiltak er:

Netto nåverdi = Nytte - Kostnad

Nytte-kostnadsbrøken er definert slik:

$$\text{Nytte} - \text{kostnadsbrøk} = \frac{\text{Nytte}}{\text{Kostnad}}$$

I nytten inngår her summen av økonomisk verdsatt nytte med hensyn på trafikksikkerhet, framkommelighet og miljøforhold. Kapittel 5 oppgir den økonomiske verdsetting som er brukt.

Definisjonen av nytte-kostnadsbrøken er ikke identisk med den som brukes av Statens vegvesen. Statens vegvesen definerer nytte-kostnadsbrøken som netto nåverdi (som i håndbok 140, konsekvensanalyser, kalles netto nytte) dividert på kostnader på offentlige budsjetter. For tiltak som finansieres av det offentlige, tilsvarer en nytte-kostnadsbrøk på 1,0 ifølge definisjonen over en nytte-kostnads-brøk på 0,0 ifølge Statens vegvesens definisjon.

En *prioriteringsregel* er en regel som forteller hvordan utbygging av et tiltak eller opptrapping av innsatsen i et tiltak ideelt sett tenkes gjennomført. Den generelle prioriteringsregelen for trafikksikkerhetstiltak er å iverksette dem etter avtakende *grensenytte*. Det betyr at tiltakene først innføres der forventet nedgang i antall ulykker eller skadde og drepte per innsatsenhet for tiltaket er størst, deretter der hvor trafikksikkerhetsgevinsten per innsatsenhet er nest størst, og så videre. For å kunne formulere prioriteringsregler som gjør det mulig å iverksette tiltak etter avtakende grensenytte, må man enten (1) spesifisere hvordan forventet ulykkestall eller forventet antall skadde personer fordeler seg over de innsatsenheter som gjelder vedkommende tiltak, eller (2) spesifisere en dose-responsfunksjon som er definert over ulike innsatsnivåer for tiltaket. Begge tilnærmingsmåter er brukt, men for ulike tiltak. I nytte-kostnadsanalysene inngår økonomisk verdsatte konsekvenser både for trafikksikkerhet, framkommelighet og miljøforhold i grensenytten av tiltakene.

2.4 Trafikksikkerhetstiltak – aktuelle tiltak, bestand, virkninger og kostnader

Opplysninger om hvilke trafikksikkerhetstiltak som kan være aktuelle er stort sett hentet fra Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997). Den er supplert med en del nye tiltak som kan tenkes å være aktuelle på litt lengre sikt. I første rekke gjelder dette tiltak som benytter informasjonsteknologi. En rekke opplysninger om slike tiltak er hentet fra det svenske TOSCA-prosjektet (Lukasic 1994, Lind 1996).

Opplysninger om bestanden av gjennomførte tiltak er til dels mangelfulle. Slike opplysninger trengs for å anslå potensialet for økt bruk av et tiltak. Dersom for eksempel vegrekkverk allerede er satt opp overalt hvor det kan gjøre nytte for seg, er potensialet for fortsatt bruk av dette tiltaket lik null. Anslag på bestanden av gjennomførte tiltak er utarbeidet på grunnlag av tidligere undersøkelser (Elvik 1993A, 1993B).

Anslag på virkninger av tiltakene på antallet skadde, framkommelighet og miljøforhold er for det meste hentet fra Trafikksikkerhetshåndboken. Den er supplert med nye undersøkelser, der slike er kommet til. Det er imidlertid ikke gjort noen ny litteraturstudie om virkninger av trafikksikkerhetstiltak i forbindelse med dette prosjektet.

Opplysninger om kostnader til tiltak er i stor grad også hentet fra Trafikksikkerhetshåndboken. Kostnader er der oppgitt i 1995-priser. Det er med få unntak forutsatt at disse kostnadene også er representative for kostnadene i 1999. Den økonomiske verdsettingen av nytten av tiltakene er oppgitt i 1999-priser.

2.5 Tilnærmingsmåte – hovedtrinn i analysen

Beregningen av potensialet for å bedre trafikksikkerheten, tiltakenes kostnadseffektivitet og nytte-kostnadsverdi er gjort i følgende hovedtrinn:

1 Fastlegging av rammevilkår for analysen

Rammevilkårene for analysen omfatter alle grunnleggende forutsetninger som tas for gitt. Til disse hører de mål som er fastsatt i Utfordringsdokumentet for Nasjonal transportplan 2002-2011. Disse målene danner grunnlag for beregningene. Dagens offentlige budsjetter til trafikksikkerhetstiltak er derimot ikke betraktet som et bindende rammevilkår for analysen.

2 Utvelgelse av tiltak for analyse

Det er tatt utgangspunkt i Trafikksikkerhetshåndboken, supplert med en del nye tiltak. Kun tiltak som kan antas å bidra til å redusere antallet skadde i trafikken er inkludert i analysen av potensialet for å bedre trafikksikkerheten, tiltakenes kostnadseffektivitet og tiltakenes nytte-kostnadsverdi. Det innses at en del tiltak som ikke bidrar til å bedre trafikksikkerheten, for eksempel vanlig reasfaltering av veg, må utføres av andre grunner. Slike tiltak vil imidlertid være uaktuelle å satse på i et trafikksikkerhetsprogram.

3 Definisjon av implementeringsgrad og maksimalt potensiale

Som tidligere nevnt er det kun muligheten for økt eller mer effektiv bruk av et tiltak som kan bedre trafikksikkerheten. Det maksimale potensialet for bruk av tiltak som gjelder vegutforming, drift og vedlikehold av veger og trafikk-regulering er definert med utgangspunkt i trafikkmengden. Det er forutsatt at de dyreste tiltakene, som bygging av motorveger, bare er aktuelle på de mest trafikkerte vegene. Billige tiltak kan derimot være aktuelle på alle veger.

4 Beregning av førsteordens virkninger

For alle tiltak som anses for å ha et potensiale for å bedre trafikksikkerheten, er første ordens virkning beregnet. Første ordens virkningen er uttrykt i form av endringer i antallet skadde og drepte personer.

5 Beregning av kombinerte virkninger

Når førsteordens virkning av alle tiltak er beregnet, er tiltakenes kombinerte virkninger beregnet. Det er da tatt hensyn til graden av overlapping i de delmengder av skadene de ulike tiltak virker på.

6 Vurdering av usikkerhet i resultatene

Det er en rekke kilder til usikkerhet i resultatene. I første omgang er det valgt å konsentrere seg om en av disse, nemlig usikkerhet om virkninger av tiltakene. Denne usikkerheten er tallfestet så langt det har vært mulig. Et verste og et beste tenkelig utfall er så beregnet.

3 Mål for Nasjonal transportplan 2002-2011

3.1 Mål for perioden 2002-2011

I Utfordringsdokumentet til Nasjonal transportplan for perioden 2002-2011 (Kystverket, Luftfartsverket, Statens vegvesen og Jernbaneverket 1999) er det formulert mål for samferdselspolitikken når det gjelder framkommelighet og tilgjengelighet, trafikksikkerhet, miljøforhold og distriktsutbygging. Tabell 2 gir en oppsummering av de målformuleringer man finner i Utfordringsdokumentet.

Tabell 2: Oppsummering av målformuleringer for Nasjonal transportplan 2002-2011. Kilde: Utfordringsdokumentet

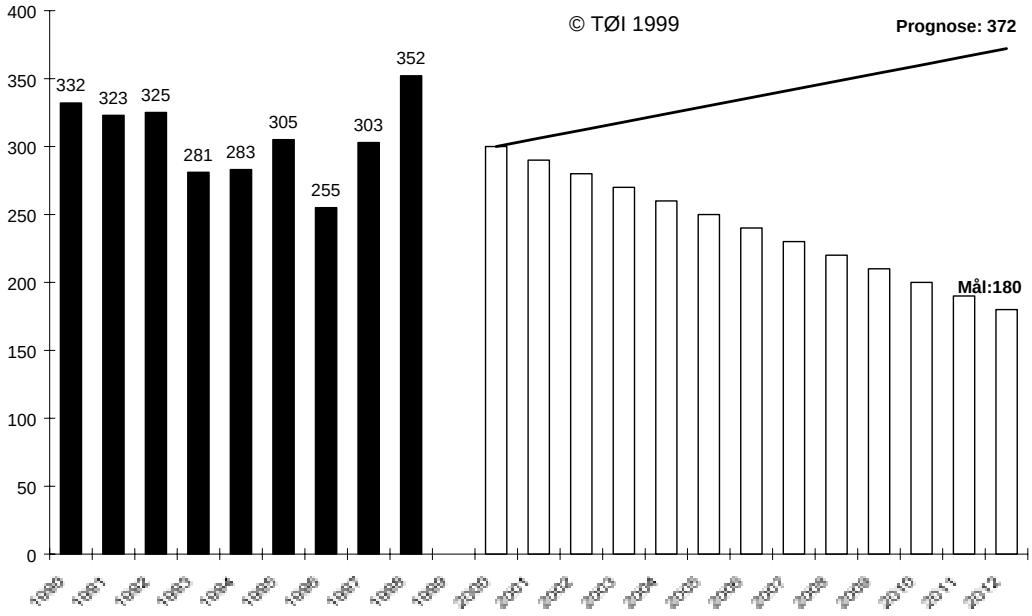
Hovedmål	Målformuleringer for perioden 2002-2011
Framkommelighet og tilgjengelighet	Det skal legges til rette for effektive og forutsigbare transport-løsninger for næringslivet
	Transporttilbudet skal tilrettelegges slik at alle grupper kan delta i samfunnslivet på en likeverdig måte
Miljøforhold	Målet er å redusere transportens negative konsekvenser for miljøet
	Det er videre et mål å utvikle miljømessig gode transportløsninger i de største byområdene (ti største byer)
Trafikksikkerhet	Målet er å få til en markant reduksjon av de alvorligste trafikk-ulykkene
Distriktsutbygging	Målet er å redusere avstandsulempene i distriktene

© TØI 1999

Målet for bedring av trafikksikkerheten er tallfestet til høyst 200 drepte i år 2012. Dette målet gjelder alle transportgrener sett under ett. En beregning av det langsiktige forventede antall drepte per år i ulike transportgrener (Elvik 1999B) anslår tallet til 302 i vegtrafikk, 10 i jernbanetrafikk, 6 i skipsfart og 15 i luftfart. Til sammen blir dette 333 personer. Vegtrafikk dominerer dette fullstendig, med 90% av de drepte. Et mål på høyst 200 drepte i alle transportgrener i år 2012 skulle derfor, alt annet likt, tilsi et mål på høyst 180 for vegtrafikk.

Figur 1 framstiller antallet drepte i vegtrafikkulykker i perioden 1990-1998 og målet for år 2012. Figuren viser også en prognose for antallet drepte i år 2012 (Fridstrøm 1998). Denne prognosen bygger på den antakelse om trafikkvekst som er lagt til grunn i Norsk veg- og vegtrafikkplan for perioden 1998-2007. Den forutsetter videre at risikonivået i trafikken (ulykker per kjøretøykilometer) ikke blir redusert i perioden fram til år 2012. Denne prognosen er valgt, fordi det i denne rapporten er forutsatt at en nedgang i risiko i perioden fram til år 2012 i sin helhet vil skrive seg fra de trafikksikkerhetstiltak som det er gjort beregninger av.

Prognosen er den som gir det høyeste antallet drepte i trafikken i år 2012. Den laveste prognosen for år 2012 gir 282 drepte dette året..



Figur 1: Antall drepte i vegtrafikkulykker 1990-1998, prognose for år 2012 og mål for år 2012 i NTP 2002-2011

Det gjennomsnittlige antallet drepte i vegtrafikkulykker i 1990-årene har vært 306 personer per år. Tallet i 1998, 352 drepte, er det høyeste som er registrert i dette tiåret. Gjennomsnittlig antall drepte per år i vegtrafikkulykker var 493 i 1970-årene og 393 i 1980-årene. Erfaringen etter 1970 viser derfor at det er fullt mulig å redusere antallet drepte i vegtrafikken med omlag 100 personer per tiårs periode. Grunnlaget for beregningene i denne rapporten er 300 drepte per år, 1.400 alvorlig skadde og 10.300 lettere skadde per år, til sammen 12.000 skadde og drepte personer per år. Dette er avrundede tall som er representative for perioden 1990-1997.

3.2 Langsiktige visjoner for trafikksikkerheten - Nullvisjonen

I tillegg til målene for perioden 2002-2011, inneholder Utfordringsdokumentet for Nasjonal transportplan en beskrivelse av de langsiktige visjoner for utviklingen på samferdselssektoren. Når det gjelder trafikksikkerhet, er følgende visjon for året 2030 formulert:

Transporten fører ikke til død, livstruende skader eller varig helsetap

Denne visjonen er lagt til grunn både for trafikksikkerhet og for miljøforhold. Man tar på lang sikt følgelig sikte på å eliminere de alvorlige skadevirkninger transport i dag har i form av dødsfall og helseskader. Disse skadevirkningene har sitt opphav både i trafikkulykker og i miljøproblemer, i første rekke luftforurensning.

Nullvisjonen bygger på det utgangspunkt at ulykker aldri skal føre til at mennesker utsettes for så stor ytre vold at de blir drept eller varig skadet. Et slikt

utgangspunkt betyr blant annet at fartsgrensene må fastsettes på et annet grunnlag enn det som benyttes i dag. I Utfordringsdokumentet til NTP er betydningen av å legge Nullvisjonen til grunn for fartsgrensene drøftet. I denne rapporten er virkningene av å innføre Nullvisjonens fartsgrensesystem beregnet. Det er imidlertid ikke utført noen beregninger av hvilke tiltak som eventuelt kan være aktuelle etter år 2012 for å redusere antallet drepte i trafikken i perioden fra år 2012 til år 2030.

Det understrekes at Nullvisjonen er en langsiktig visjon, som ikke kan realiseres på ti år. Visjonen er blant annet ment som et grunnlag for å utvikle nye trafikksikkerhetstiltak. Enhver beregning av Nullvisjonens praktiske konsekvenser må derfor bli foreløpig og gjenstand for løpende revisjon.

4 Utvelgelse av tiltak for analyse

4.1 Utvelgelseskriterier for tiltak

For å være sikker på at alle tiltak som kan bidra til å bedre trafikksikkerheten kommer med i beregningene, er det gjort en bred vurdering av tiltak som potensielt sett kan bedre trafikksikkerheten. Betegnelsen ”potensielt sett” betyr at det er grunn til å tro at tiltaket vil kunne redusere antallet skadde og drepte dersom det blir gjennomført. Vurderingen av aktuelle tiltak er imidlertid ikke begrenset til velprøvde tiltak, hvor det foreligger undersøkelser som har dokumentert tiltakets virkninger. Mulige nye tiltak er også tatt i betraktning. Tiltak er utelatt fra analysen av følgende grunner:

1 Tiltaket overlapper et annet tiltak. En del av tiltakene i Trafikksikkerhets-håndboken er nært beslektet og kan sies å overlappe hverandre. Bare det antatt mest effektive av de tiltakene som overlapper ett eller flere andre tiltak er inkludert.

2 Tiltakets virkning på ulykker og skader er ukjent. Tiltak hvor det ikke finnes undersøkelser som gjør det mulig å tallfeste virkningen av tiltaket er utelatt. Dette betyr ikke nødvendigvis at tiltaket ikke har noen virkning, bare at det på grunnlag av dagens kunnskap ikke er mulig å beregne denne.

3 Tiltaket fører ifølge foreliggende forskning ikke til færre ulykker eller skader. Tiltak hvor det er utført undersøkelser, men hvor disse ikke har klart å påvise noen virkning av et tiltak, eller tyder på at tiltaket fører til flere ulykker og skader (eksempelvis økning av fartsgrensen eller fjerning av full stopp skilt i kryss), er ikke inkludert i analysen. En del slike tiltak kan ha andre gunstige virkninger, for eksempel økt framkommelighet. Det har likevel ingen hensikt å ta dem med i en analyse som har som hovedmål å si noe om hvor mye antallet skadde og drepte kan reduseres og hva dette vil koste.

4 Tiltaket er analytisk uhåndterlig. Det betyr for eksempel at det er vanskelig eller umulig å definere tiltaket eller meningsfulle innsatsnivåer for bruk av tiltaket og knytte beregninger til dem. Et eksempel på et slikt tiltak er arealplaner. Dette tiltaket er for komplekst til at det er mulig å definere det slik at dets potensiale for å bedre trafikksikkerheten kan beregnes på en meningsfull måte.

5 Tiltakets potensiale for å bedre trafikksikkerheten er brukt opp. Det betyr at tiltaket allerede er gjennomført i så høy grad at det ikke har noen hensikt å beregne hva som kan oppnås ved å øke bruken ytterligere. Et eksempel på et slikt tiltak er hjelm for personer på moped eller motorsykkel. Bruken av hjelm ligger på 99-100%. Dette er trolig så nær 100% implementering av et tiltak som det er mulig å komme.

Mulige tiltak er hentet fra Trafikksikkerhetshåndboken. Den omfatter 124 tiltak. I tillegg til de tiltakene boken omfatter, er følgende nye tiltak definert:

Nullvisjonens fartsgrensesystem

Nullvisjonens fartsgrensesystem innebærer at fartsgrensen settes til 30 km/t i tettsteder på veger med blandingstrafikk, 50 km/t på hovedveger i tettsteder, der fotgjengere og syklister er fysisk atskilt fra motorkjøretøy og 70 km/t på veger i spredtbygd strøk uten fysisk skille mellom trafikkretningene. Dette innebærer at dagens veger med fartsgrense 80 km/t forutsettes gitt fartsgrensen 70 km/t. På veger med fartsgrense 60 km/t forutsettes en nedsettelse til 50 km/t. På hovedveger med fartsgrense 50 km/t, forutsettes en nedsettelse til 30 km/t ved kryssingssteder for gående. Atkomstveger i middels tett og tettbebyggelse er gitt fartsgrensen 30 km/t. Fartsgrensene er forutsatt innført med skilt uten økt kontrollvirksomhet.

Nullvisjonens krav til vegstandard

Disse kravene innebærer at vegnettet deles inn i følgende fem hovedgrupper, med tilhørende krav til standard:

(a) Gangfartsgate, som er en atkomstveg i boligområder der barn forutsettes å kunne oppholde seg. Gaten utformes slik at en fart ned mot 7 km/t oppnås. Det er i analysene forutsatt at dette kan oppnås ved å anlegge gatetun. Denne gatetypen er forutsatt å omfatte 5% alle veger i boligstrøk i tettbygd strøk.

(b) 30 km/t gate, som er en veg eller gate med blandet trafikk i tettbygd strøk. Det forutsettes at fotgjengere kan krysse gaten hvor som helst, formelle kryssingssteder finnes ikke. Det er innført fartsdempende tiltak i gaten for å holde farten nede. Dette forutsettes oppnådd med humper. Denne gatetypen forutsettes å omfatte alle atkomstveger i tettbygd og middels tettbygd strøk.

(c) 30/50 gate, eller hovedgate i tettbygd strøk, der fartsgrensen er 50 km/t, men settes ned til 30 km/t ved formelle kryssingssteder for fotgjengere.

(d) 50/70 gate, som er en hovedveg i spredtbygd strøk (dette inkluderer også overordnede hovedveger i tettbygd strøk som ikke har avkjørsler direkte til tilstøtende eiendommer), der det ikke er noe fysisk skille mellom trafikkretninger og der fartsgrensen settes ned til 50 km/t i kryss.

(e) 90 veg, som er en hovedveg i spredtbygd strøk, der det finnes midtdeler eller et midtrekkverk som skiller trafikkretningene. Videre forutsettes særskilt farlig sideterreng utbedret.

Nullvisjonens fartsgrenser kombinert med toppfartssperre på motorkjøretøy

Det er forutsatt at Nullvisjonens fartsgrenser innføres kombinert med en toppfartssperre på motorkjøretøy.

Integrert bruk av teknologi for intelligente transportsystemer

Integrert bruk av teknologi for intelligente transportsystemer (ITS-teknologi) tas i bruk, med sikte på å dekke følgende funksjoner:

(a) Automatisk regulering av *toppfart* knyttet til fartsgrensen, enten dagens fartsgrenser eller Nullvisjonens fartsgrensesystem,

(b) En elektronisk *ulykkesdataregistrator* i bilen, som registrerer for eksempel fart, rattbevegelser og bremsing de siste sekundene før en ulykke (registratoren forutsettes å slette data løpende, bare de siste sekundene før en ulykke blir bevart),

(c) *Alkolås* i bilen, knyttet til et elektronisk førerkort og en enhet for registrering av utåndingsluft,

(d) Automatisk *avstandsregulering* til forankjørende biler, i form av et system som varsler føreren når avstanden blir for liten,

(e) Kobling av bilbeltet til tenningslåsen, slik at bilen ikke kan startes uten at bilbeltet (i førersetet) er festet.

(f) Automatisk *ulykkesvarsling*, ved at bilens kollisjonspute ved utløsning sender en melding til en alarmsentral, der ulykkesstedet kan lokaliseres med GPS (Global Positioning System).

I tillegg til en integrert bruk av alle disse funksjonene, forutsettes det at innføring av de ulike formene for *ITS-systemer hver for seg* vurderes som egne tiltak.

Diverse nye sikkerhetskrav til kjøretøy

Følgende nye sikkerhetskrav til kjøretøy er tatt med i beregningene:

- Innføring av krav om selvjusterende lykter på biler.
- Innføring av krav om en ettergivende front på tunge biler.
- Innføring av krav om nye konstruksjoner av støtfangere på lette biler for å redusere skadeomfanget ved påkjøring av fotgjengere.

Pakke av tiltak for nye førere

Det innføres en *pakke av tiltak for nye førere* med det formål å redusere disse førernes ulykkesrisiko. Pakken av tiltak forutsettes å inkludere følgende elementer:

(a) Innføring av et *gradert førerkort* for nye førere, med kjørerestriksjoner som gradvis oppheves de to første årene etter bestått førerprøve,

(b) Innføring av en *nullpromillegrense* for nye førere i den perioden de har gradert førerkort; deretter samme promillegrense som for andre førere,

(c) Innføring av et *belønningssystem* for mengdetrening under føreropplæringen. Systemet skal omfatte førere som inngår en kontrakt om å drive privat øvingskjøring etter nærmere fastlagte retningslinjer,

(d) Innføring av *Gjensidige forsikrings "omvendte" bonussystem* for unge førere for alle førere i den aktuelle aldersgruppen.

Beslaglegging av kjøretøyet ved gjentatt promillekjøring

Det innføres *beslaglegging av kjøretøyet* som sanksjon for kjøring uten førerkort.

I tillegg til disse tiltakene forutsettes en ny promillegrense på 0,2 innført i løpet av perioden fram til år 2012.

Til sammen er 132 tiltak, det vil si 124 fra Trafikksikkerhetshåndboken og 8 nye tiltak, vurdert med henblikk på å beregne nytte og kostnader.

I Vedlegg 1 er alle tiltak i Trafikksikkerhetshåndboken, og de nye tiltakene som er definert over gjennomgått ut fra disse kriteriene. For hvert tiltak er det angitt om tiltaket inngår i analysen eller ikke. For tiltak som er utelatt, er begrunnelsen for å utelate tiltaket oppgitt.

4.2 Resultater av utvelgelsen: Tiltak som analyseres

Utgangspunktet for utvelgelsen av tiltak var en liste på 132 tiltak, gjengitt i vedlegg 1. Av disse er følgende antall tiltak utelatt fra videre analyse av følgende grunner:

- 13 tiltak er utelatt fordi de er ansett for å overlappe et annet tiltak.
- 13 tiltak er utelatt fordi deres virkning på ulykker eller skader er for dårlig kjent til at meningsfulle beregninger er mulig.
- 24 tiltak er utelatt fordi de ifølge foreliggende forskning ikke kan antas å føre til færre ulykker eller skader.
- 8 tiltak er utelatt fordi de er ansett som analytisk uhåndterlige.
- 15 tiltak er utelatt fordi de er fullt implementert og derfor ikke regnes for å ha noe ytterligere potensiale for å bedre trafikksikkerheten i Norge.

Til sammen er dette 73 tiltak. Etter dette gjenstår det *59 tiltak som inngår i beregningene* av potensialet for å bedre trafikksikkerheten, tiltakenes kostnadseffektivitet og deres nytte-kostnadsverdi.

Det kan være nyttig med en kort begrunnelse for hvorfor en del tiltak er utelatt fra analysene. Dette gjelder særlig tiltak som har en dokumentert virkning på ulykker eller skader, men hvor det er antatt at tiltaket er fullt implementert i Norge. Fire trafikkreguleringstiltak tilhører denne gruppen. Gågater er bygget ut i en rekke norske byer og tettsteder, og det antas at potensialet for ytterligere utbygging er lite. Det samme gjelder full stopp i kryss. Dette tiltaket brukes meget restriktivt i Norge, og det antas at alle kryss som oppfyller kriteriene for full stopp allerede har full stopp. Vegoppmerking betraktes også som et fullt implementert tiltak. Tiltaket går i Norge i dag kun ut på å fornye eksisterende oppmerking når den blir slitt. Endelig betraktes sikring av planoverganger mellom offentlig veg og jernbane som fullt utbygd. Usikrede private planoverganger finnes fortsatt, men for mange av disse er nedlegging det eneste aktuelle tiltaket.

Seks kjøretøytekniske tiltak er regnet som fullt implementert. Det gjelder for det første krav til mønsterdybde i bildekk. Trolig har mindre enn 5% av bilene ulovlig mønsterdybde i dekkene. En reduksjon av denne andelen forutsettes først og fremst oppnådd ved økt kontrollvirksomhet. Økt bruk av piggdekk er også uaktuelt. Det er snarere et mål å redusere bruken av piggdekk, i det minste i de fire største byene i landet. Endelig er kjørelys på bil, kjørelys på moped og motorsykkel, hjelm for personer på moped og motorsykkel og sikring av barn i bil regnet som fullt ut implementert. For alle disse fire tiltakene er bruksprosenten 95-100%. Økt kontrollvirksomhet er det mest aktuelle tiltaket for å øke bruken ytterligere.

Aldersgrenser for førerkort, helsekrav til førere, bilførerprøven og regulering av kjøre- og hviletid er regnet som fullt implementerte tiltak. I dette ligger det at det ikke regnes som aktuelt å innføre strengere regler enn dem som gjelder i dag på noen av disse punktene. Eksempelvis ble den praktiske delen av bilførerprøven utvidet fra 45 til 80 minutter i forbindelse med endringene i føreropplæringen i 1994-95. En ytterligere utvidelse av prøven er ikke aktuelt. Det er heller ikke regnet som aktuelt å øke aldersgrensen for førerkort fra dagens 18 år til for eksempel 21 år.

Bot og fengselsstraff er regnet som fullt implementert, i den forstand at innføring av strengere straffer for vegtrafikkforseelser er regnet som uaktuelt, unntatt i form av økte bøtesatser. Virkninger av økte bøtesatser er beregnet under tiltak 808, forenklet forelegg.

4.3 Nærmere om gang- og sykkelveger og profilert vegoppmerking

Etter ønske fra oppdragsgiver, er det spesielt vurdert muligheten for å inkludere i beregningene følgende to tiltak:

- Gang- og sykkelveger
- Profilert vegoppmerking

Gang- og sykkelveger er et tiltak som har vært benyttet i mange år, og som det er avsatt midler i de foreløpige økonomiske rammene for Nasjonal transportplan 2002-2011. Ifølge Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997) gir de metodisk beste undersøkelser ikke grunnlag for å hevde at tiltaket reduserer antall ulykker. Det er sannsynligvis tre hovedgrunner til dette.

For det første tyder enkelte undersøkelser på at gang- og sykkelveger skaper økt gang- og sykkeltrafikk. Selv om ulykkesrisikoen per gangkilometer eller per sykkelkilometer går ned, viser en del undersøkelser at denne nedgangen i risiko oppveies av økt trafikk, slik at antall ulykker blir det samme som før.

For det andre brukes ikke gang- og sykkelveger av alle gående og syklende. Det kan ikke utelukkes at de som ferdes på bilvegen utsetter seg for økt ulykkesrisiko. For det tredje tyder undersøkelser om virkninger av gang- og sykkelveger på at det særlig er ulykker ved kryssing av veg man hittil ikke har lykkes med å redusere. Ulykker der gående eller syklende ferdes langs veg viser en tendens til å gå ned.

Den vanligste formen for kryssingssted som anlegges i forbindelse med gang- og sykkelveger, er vanlige oppmerkede gangfelt. En rekke undersøkelser tyder på at vanlige gangfelt fører til økning av antall ulykker. Denne økningen er det mulig å unngå ved utbedre gangfelt, for eksempel ved å sette opp intensivbelysning, anlegge opphøyd gangfelt, lede kryssende fotgjengere og syklister til gangfeltet med gjerder, anlegge refuger eller utvide fortauet ved gangfelt.

I de fleste gangfelt er imidlertid ikke slike tiltak gjennomført, muligens med unntak for vegbelysning. Dersom vegmyndighetene i større grad velger å bygge planskilte kryssingssteder eller forbedrede gangfelt når det bygges gang- og sykkelveger, kan virkningen på ulykkene bli gunstigere enn de nyeste norske undersøkelser tyder på at den er. I beregningene er både planskilte kryssingssteder

og utbedring av gangfelt inkludert. På grunnlag av det man i dag vet om virkninger av gang- og sykkelveger, er det ikke grunnlag for å inkludere gang- og sykkelveger som et eget tiltak i tillegg til disse to tiltakene. Det er to hovedgrunner til dette.

For det første er tendensen til nedgang i ulykker for fotgjengere og syklister ved ferdsel langs vegen langt fra statistisk pålitelig. Tendensen er dessuten bare funnet for fotgjengerulykker, ikke for sykkelulykker. For det andre er nyskapt gang- og sykkeltrafikk trolig den viktigste nyttevirkningen av gang- og sykkelveger. Størrelsen på den nyskapte gang- og sykkeltrafikken, og den samfunnsnytten den representerer, er imidlertid for dårlig kjent til å kunne gjøre nytte-kostnadsanalyser (Elvik 1998A). Dette betyr ikke at bygging av gang- og sykkelveger er et bortkastet tiltak, bare at nyttevirkningene er for lite kjent og verdsatt til at en nytte-kostnadsanalyse er mulig.

Profilert vegoppmerking er de siste årene lagt på en rekke veger. Denne typen vegoppmerking, som gir en rumlende lyd i bilen når man kjører på den, benyttes både til kantlinjer og midtlinjer. Det er nylig utført en undersøkelse av virkninger av slik vegoppmerking i Norge (Giæver, Sakshaug, Jenssen og Berge 1999). Resultatene av denne undersøkelsen når det gjelder endringer av antall ulykker er gjengitt i tabell 3.

Tabell 3: Endringer i antall personskadeulykker ved bruk av profilert vegoppmerking

		Prosent endring av antall personskadeulykker	
Tiltak	Ulykker som påvirkes	Beste anslag	95% konfidensintervall
Kantlinjer	Utforkjøring	+7	(-19; +40)
	Andre ulykker	-3	(-21; +17)
	Alle ulykker	-0	(-15; +17)
Midtlinjer	Møte- og utforkjøring	-14	(-35; +15)
	Andre ulykker	+40	(+7; +83)
	Alle ulykker	+11	(-9; +35)
Begge typer linjer	Ulykker i målgruppen	-4	(-21; +17)
	Andre ulykker	+10	(-6; +28)
	Alle ulykker	+4	(-8; +18)

© TØI 1999

Tabell 3 viser at det jevnt over er påvist små endringer i antall personskadeulykker etter at profilert vegoppmerking er tatt i bruk. Med unntak for en økning på 40% i ulykker som ikke antas å bli påvirket av profilerte midtlinjer, er ingen av endringene som er oppgitt i tabell 3 statistisk pålitelige på 5% nivå. Når begge typer linjer og alle ulykker ses under ett (nederste linje i tabellen), finner man en svak tendens til økning av antall ulykker.

De profilerte kantlinjene og midtlinjene er i de aller fleste tilfeller oppmerket i forbindelse med reasfaltering av vegen. Fra andre undersøkelser (Elvik, Mysen og Vaa 1997) vet man at reasfaltering av veg fører til en liten økning av ulykkene. Dette er det imidlertid korrigert for i undersøkelsen av profilert vegoppmerking. Tendensen til økning av antall ulykker kan derfor ikke skyldes reasfaltering av vegen.

Undersøkelsen tyder på at farten har økt noe, muligens som et resultat av reasfalteringen. Økningen er i gjennomsnitt på ca 2 km/t, fra ca 79 til ca 81 km/t (Giæver, Sakshaug, Jenssen og Berge 1999). Generell kunnskap om sammenhengen mellom endringer i fart og endringer i ulykkestall tilsier at en slik økning av farten fører til en ulykkesøkning på 4-5%. Dette samsvarer svært godt med resultatet av undersøkelsen om profilert vegoppmerking.

I prinsippet kan man tenke seg at profilert vegoppmerking vil gi gunstigere virkninger på ulykkene dersom tiltaket utføres alene, ikke sammen med at vegdekket fornyes. Den norske undersøkelsen gir imidlertid ikke grunnlag for å si hvilken virkning profilert vegoppmerking i så fall ville ha på ulykkene. I denne forbindelse kan det nevnes at det foreligger en australsk undersøkelse (Corben med flere 1997) som heller ikke fant noen nedgang i det totale antall ulykker når profilerte kantlinjer ble merket opp (beste anslag: +2%; nedre grense: -17%; øvre grense: +26%). En fersk amerikansk undersøkelse (Griffith 1999) tyder på at nedgangen i antall utforkjøringsulykker ved bruk av profilert kantlinje er ganske beskjeden (beste anslag: -10%; nedre grense: -16%; øvre grense: -4%).

Det kan ikke utelukkes at profilert vegoppmerking – brukt på en annen måte enn man hittil stort sett har gjort i Norge – kan bedre trafikksikkerheten. Grunnlaget for å anslå virkningen av tiltaket brukt alene er imidlertid for usikkert til at det kan inngå i beregningene. En fortsatt utprøving av profilert vegoppmerking i Norge, utført uten at vegen samtidig reasfalteres, anbefales.

4.4 Nye tiltak

Tiltakene som skal analyseres er delt i gruppene kjente tiltak og nye tiltak. Med nye tiltak menes tiltak som hittil ikke har vært brukt i nevneverdig omfang i Norge. Følgende tiltak er regnet som nye:

- Innføring av trafikksikkerhetsrevisjoner. Tiltaket forutsettes i første omgang brukt på eksisterende veger som ifølge ulykkesregisteret har høyere risiko enn normalt for vedkommende vegtyper (Austroads 1994, Jørgensen og Nilsson 1995, Hvoslef 1998).
- Krav om automatisk ulykkesvarsling. Dette tiltaket kan innføres som et krav til nye biler fra et gitt tidspunkt. Ved ulykker der kollisjonsputen utløses, blir et signal sendt til en alarmsentral der bilen kan lokaliseres med GPS.
- Integrert bruk av ITS. Dette er betraktet som et overordnet virkemiddel, det vil si at man tar et generelt standpunkt til om det skal satses på ITS-løsninger eller ikke.
- Nullvisjonens fartsgrenser. Dette er betraktet som et overordnet spørsmål, der man tar et generelt standpunkt til om Nullvisjonens fartsgrenser skal innføres eller ikke.
- Nullvisjonens krav til vegstandard. Dersom Nullvisjonens fartsgrenser vedtas innført, er det nærliggende at dette følges opp med at også Nullvisjonens krav til vegstandard innføres.

- Vegrekkverk som skille mellom trafikkretninger. Dette er et tiltak som hittil ikke har vært brukt noe særlig i Norge, unntatt i midtdeler på flerfeltsveger. Det er ett av tiltakene som inngår i Nullvisjonens krav til vegstandard.
- Krav om selvjusterende lykter på biler. Slike lykter har vært tilgjengelige i mer enn 25 år. De kan eliminere problemet med at lykter er feilinnstilt, det vil si vinklet for mye opp eller ned i forhold til kravene i Kjøretøyforskriftene.
- Påbud om bruk av refleks for fotgjengere. Et slikt påbud gjelder ikke i dag.
- Påbud om bruk av refleks for sykler og syklister. Et slikt påbud gjelder, med visse unntak, ikke i dag.
- Påbud om bruk av sykkelhjelm. Et slikt påbud gjelder ikke i dag.
- Krav om automatisk avstandsholder. En anordning som varsler føreren om for liten avstand til forankjørende kan kreves i alle nye biler fra et gitt tidspunkt.
- Krav om toppfartssperre på motorkjøretøy. Et krav om dette forutsettes innført for *alle* motorkjøretøy fra et visst tidspunkt. I dagens kjøretøy ettermonteres en avleserenhet, som kan avlese fartsgrensen fra skilt og lagre opplysningene inntil en ny fartsgrense begynner å gjelde. Avleserenheten kobles til kjøretøyets elektriske anlegg og/eller forgassersystem på en slik måte at det blir umulig å kjøre fortere enn fartsgrensen (for eksempel ved at drivstoff-tilførselen kuttes, ved mottrykk i gasspedalen, eller andre løsninger)
- Krav om et ettergivende frontparti på tunge kjøretøy. Kravet forutsettes å omfatte nye busser og lastebiler fra et gitt tidspunkt.
- Krav om ulykkesdataregistrator (crash recorder) i nye biler fra et gitt tidspunkt. En slik registrator vil fylle samme funksjon som en ferdskriver i et fly og lagre opplysninger om kjøretøyets bevegelser de siste sekundene før en ulykke (Wouters og Bos 1997).
- Krav om en ny utforming av støtfangere på personbiler. Det er utviklet nye støtfangere som volder mindre skader på fotgjengere ved påkjørsler (Lawrence, Hardy og Lowne 1993).
- Krav om opplæring for problemførere. Det forutsettes innført et sentralt register for trafikkforseelser. Førere som er pågrepet for mange forseelser pålegges å gjennomgå en særskilt opplæring (slike systemer finnes blant annet i USA).
- Nytt system for opplæring av yrkesførere. Opplæringen av yrkesførere forutsettes lagt om med økt vekt på defensiv kjøring, kombinert med et belønningssystem for ulykkesfri kjøring.
- Graderte førerkort og andre tiltak for nye førere av personbil. Den grunnleggende bilføreropplæringen forutsettes lagt om i tråd med det som ble skissert foran.
- Senking av promillegrensen til 0,2. Dette er foreslått og forutsettes vedtatt og innført i løpet av perioden 2002-2011 eller tidligere.
- Innføring av prikkbelastning av førerkort. Det forutsettes en ordning med ”prikker” i førerkortet for trafikkforseelser. Når et visst antall prikker er oppnådd i løpet av en viss tid, inndras førerkortet.

- Krav om alkolås i bilen for promilledømte. Den som dømmes første gang for promillekjøring forutsettes pålagt å installere en alkolås i bilen. Førerkortet kan da beholdes (Glad 1996).
- Inndragning av bilen ved gjentatt promillekjøring. Den som dømmes for gjentatt promillekjøring forutsettes å få kjøretøyet inndratt (DeYoung 1999).

5 Beregningsforutsetninger og beregningsmetode

Som grunnlag for å beregne hvordan de ulike tiltak kan bidra til å bedre trafikksikkerheten, er det gjort en del forutsetninger om hva som er normalt risikonivå for ulike vegelementer og trafikantgrupper. Dette kapitlet oppsummerer disse beregningsforutsetningene. Kapitlet forklarer også hvilken økonomisk verdsetting av ulike virkninger som er lagt til grunn og gir et eksempel på hvordan et tiltaks effekter er beregnet.

5.1 Ulykkesrisiko for ulike vegelementer og kjøretøy

Trafikksikkerhetshåndsboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997) oppgir tall for hva som er det normale risikonivået, uttrykt som antall ulykker per million kjøretøykilometer, eller per million kjøretøypasseringer, for ulike vegelementer. Disse opplysningene er delvis oppdatert i senere undersøkelser (Ranes 1998, Sakshaug 1998, Tran 1999). Tabell 4 viser hvilken risiko for politirapporterte personskadeulykker som er forutsatt på ulike vegtyper. Det er skilt mellom motorveger og øvrige veger. Øvrige veger er inndelt etter vegholder (riksveger, fylkesveger og kommunale veger) og fartsgrense. En del av de kommunale veger har fått fartsgrensen redusert fra 50 til 30 km/t. Tabell 5 viser den ulykkesrisiko som er forutsatt i kryss og i kurver.

Disse risikotallene er brukt i alle beregninger, unntatt for tiltak som forutsettes iverksatt på steder med høyere ulykkesrisiko enn den typiske verdien for vedkommende vegelement. Dette gjelder i første rekke trafikksikkerhetsrevisjoner.

For kjøretøy er det forventede årlige antall skader beregnet med utgangspunkt i andelen av trafikkarbeidet som er berørt av et tiltak. Dette innebærer at det er forutsatt at kjøretøyenes risiko for å bli innblandet i personskadeulykker er uavhengig av kjøretøyets alder. En undersøkelse (Fosser og Christensen 1998) tyder på at nye personbiler har høyere personskaderisiko enn eldre personbiler. Forutsetningen om at risikoen er uavhengig av alderen er derfor konservativ, siden nye krav til kjøretøy først blir innført på nye biler. Den andel kjøretøy med ulik alder står for av trafikkarbeidet, er beregnet på grunnlag av den nasjonale utslippsmodellen for vegtrafikk (Statens forurensningstilsyn 1999).

Tabell 4: Normal ulykkesrisiko for veger. Politirapporterte personskadeulykker per million kjøretøykilometer.

Vegelement	Personskadeulykker per million kjøretøykilometer
Motorveg klasse A (hovedveg)	0,06
Motorveg klasse B – 3 felt (hovedveg)	0,09
Motorveg klasse B – 2 felt (hovedveg)	0,10
Øvrig veg med fartsgrense 90 km/t (hovedveg)	0,11
Riksveg 80 km/t (hovedveg)	0,17
Riksveg 70 km/t (hovedveg)	0,20
Fylkesveg 80 km/t (samleveg)	0,20
Fylkesveg 70 km/t (samleveg)	0,25
Kommunal veg 80 km/t (atkomstveg)	0,30
Riksveg 60 km/t (hovedveg)	0,26
Riksveg 50 km/t (hovedveg)	0,41
Fylkesveg 60 km/t (samleveg)	0,35
Fylkesveg 50 km/t (samleveg)	0,44
Kommunal veg 60 km/t (atkomstveg)	0,68
Kommunal veg 50 km/t (atkomstveg)	1,00
Alle offentlige veger	0,27

© TØI 1999

Tabell 5: Normal ulykkesrisiko i kryss og vegkurver. Politirapporterte personskade-ulykker per million innkommende kjøretøy eller per million kjøretøykilometer

Vegelement	Kjennetegn ved vegelementet	Ulykker per million eksponeringsenheter (§)
Vikepliktregulerte kryss	T-kryss (tre vegarmer)	0,07
	X-kryss (fire vegarmer)	0,10
Signalregulerte kryss	T-kryss (tre vegarmer)	0,05
	X-kryss (fire vegarmer)	0,10
Rundkjøringer	T-kryss (tre vegarmer)	0,05
	X-kryss (fire vegarmer)	0,06
Horisontalkurver	Radius inntil 50 m	0,50
	Radius 50-100m	0,38
	Radius 100-200m	0,30
	Radius 200-300m	0,23
	Radius 300-400m	0,20
	Radius 400-500m	0,18
	Radius over 500m	0,15

© TØI 1999

(§) Million innkommende kjøretøy i kryss, million kjørekilometer i kurver

5.2 Økonomisk verdsetting av effekter av tiltak

En rekke effekter av tiltak gjelder goder som ikke har markedspris. Tabell 6 oppsummerer den økonomiske verdsetting som er lagt til grunn for disse godene.

Tabell 6: Økonomisk verdsetting av goder uten markedspris

Hovedmål	Verdsettingsenhet	Enhetskostnad (kroner) 1999-priser
Trafikksikkerhet	1 unngått dødsfall	18.600.000
	1 unngått alvorlig personskade	5.400.000
	1 unngått lettere personskade	560.000
Reisetid	1 kjøretøytime for en lett bil	95,80
	1 kjøretøytime for en tung bil	392,50
Transportkostnad	1 kilometer kjøring med lett bil	0,93
	1 kilometer kjøring med lastebil	2,76
	1 kilometer kjøring med buss	4,50
Miljøforhold	1 kg utslipp av CO2	0,30
	1 kg utslipp av SO2 i tettsteder	34
	1 kg utslipp av SO2 i spredtbygd strøk	17
	1 kg utslipp av NOx i tettsteder	70
	1 kg utslipp av NOx i spredtbygd strøk	35
	1 kg utslipp av NMVOC i tettsteder	70
	1 kg utslipp av NMVOC i spredtbygd strøk	35
	1 kg utslipp av PM10 i tettsteder	600
	1 kg utslipp av PM10 i spredtbygd strøk	100
	Støykostnad per kjørt kilometer med lett bil	0,06
	Støykostnad per kjørt kilometer med tung bil	0,60

© TØI 1999

Verdsettingen av miljøeffekter bygger på anbefalinger fra den europeiske samferdselsministerkonferansen (ECMT 1998). Vedlegg 2 viser hvilke forutsetninger som er gjort om variasjoner i miljøkostnader. Det er antatt at miljøkostnadene varierer proporsjonalt med andelen av befolkningen som er plaget av ulike miljøbelastninger i ulike deler av landet (Kolbenstvedt 1998). Dette innebærer at de samlede miljøkostnadene, det vil si summen av kostnader knyttet til støy og forurensning, varierer fra 0,15 kr per kjøretøykilometer (alle kjøretøy sett under ett) i spredtbygd strøk til 1,80 kr per kjøretøykilometer i de tettest bebygde områdene. I gjennomsnitt er kostnadene 0,425 kr per kjøretøykilometer.

Det er gjort ulike antakelser om tiltakenes levetid. De antakelser som er gjort, er oppsummert i tabell 7. Tiltakenes teknisk-økonomiske levetid er antatt å variere mellom 25 år og 1 år. Ett år er brukt som beregningsperiode for tiltak der det er samtidighet mellom nytte og kostnader.

Tabell 7: Teknisk-økonomisk levetid for ulike grupper av tiltak

Gruppe av tiltak	Teknisk-økonomisk levetid (år)
Veginvesteringer, vegutforming	25
Kjøretøytekniske tiltak på nye kjøretøy	15
Trafikkregulering med trafikkskilt og automatisk trafikkontroll	10
Kjøretøytekniske tiltak, ettermontering på alle kjøretøy	7
Vegoppmerking og reasfaltering	5
Opplæringstiltak	2
Vegvedlikehold, informasjonstiltak og politikontroll	1

© TØI 1999

5.3 Et regneeksempel

For å vise hvordan tiltakenes kostnadseffektivitet og nytte-kostnadsverdi er beregnet, skal et regneeksempel gjennomgås. Eksemplet gjelder bygging av motorveger av klasse A.

På grunnlag av opplysninger om hvor mange kilometer riksveg med fartsgrense 70 eller 80 km/t som har en årsdøgntrafikk på 15.000 eller mer, er potensialet for bygging av motorveger av klasse A anslått til 330 kilometer veg. Ut fra dette defineres tre innsatsnivåer for tiltaket i perioden 2002-2011:

1 Videreføring av dagens utbygging, 6 kilometer per år, til sammen 60 kilometer i perioden 2002-2011.

2 Økt utbygging, 195 kilometer veg, i perioden 2002-2011.

3 Utbygging av hele potensialet, 330 kilometer veg, i perioden 2002-2011.

Utbyggingen forutsettes prioritert etter trafikkmengden. De første 60 kilometer som bygges ut, forutsettes derfor å være de mest trafikkerte. Årlig trafikkarbeid på disse vegene anslås til 980 millioner kjøretøykilometer. Personskaderisikoen er 0,17 x 1,505 = 0,256 skadde personer per million kjøretøykilometer. Her er 0,17 antall ulykker per million kjøretøykilometer og 1,505 er gjennomsnittlig antall skadde personer per personskadeulykke. Forventet antall skadde personer per år på de første 60 kilometer som bygges ut er følgelig 980 x 0,256 = 250 personer. Av disse antas det at 10 (4%) blir drept, 50 alvorlig skadet (meget alvorlig eller alvorlig) (20%) og 190 (76%) blir lettere skadet.

En motorveg av klasse A antas å få en ulykkesrisiko på 0,06 personskadeulykker per million kjøretøykilometer og 1,409 skadde og drepte personer per personskadeulykke. Personskaderisikoen på motorvegen blir dermed 0,085 skadde personer per million kjøretøykilometer. Disse forventes (Ranes 1998) å fordele seg med 1,6% drepte, 12,1% alvorlig skadde og 86,3% lettere skadde.

Det forutsettes at 70% av trafikken på dagens veg overføres til motorvegen. Videre forutsettes 15% nyskapt trafikk, i sin helhet på motorvegen. På grunnlag av disse to forutsetningene, er følgende virkninger av motorvegen på antallet skadde og drepte forutsatt:

60% nedgang i antall drepte

50% nedgang i antall alvorlig skadde

35% nedgang i antall lettere skadde

Disse forutsetningene gir 6 færre drepte, 25 færre alvorlig skadde og 67 færre lettere skadde. Innsparte ulykkeskostnader i mill kr for perioden tiltaket forventes å ha effekt, blir:

[(18,6 x 6) + (5,4 x 25) + (0,56 x 67)] x 11,654 = ***3307,9 mill kr***

Her er 11,654 nåverdifaktoren for 25 år med 7% kalkulasjonsrente og 0% trafikkvekst.

Det forutsettes at farten er 75 km/t på den gamle vegen og 90 km/t på motorvegen. 70% av trafikken overføres til motorvegen. Verdien av sparte tidskostnader blir følgelig:

980 x 0,7 x (1/75 – 1/90) x 132 x 11,654 = ***2345,1 mill kr***

132 er tidsverdien per kjøretøytime på motorveger, med den trafikk-sammensetning man har der. Kjøretøyenes driftskostnader kan beregnes å øke med 0,15 kr per kjøretøykilometer i gjennomsnitt (veid med andelen lette og tunge kjøretøy). Økte driftskostnader til kjøretøy blir dermed:

980 x 0,7 x 0,15 x 11,654 = ***1199,2 mill kr***

Miljøkostnadene for trafikken som overføres til motorvegen øker med 0,025 kr per kjøretøykilometer. Det gir en økning av miljøkostnader på:

980 x 0,7 x 0,025 x 11,654 = ***199,9 mill kr***

Summen av nytte for eksisterende trafikk blir;

3307,9 + 2345,1 –1199,2 – 199,9 = ***4253,9 mill kr***

Det er 15% nyskapt trafikk. I samsvar med vanlig regnemåte, settes nytten av nyskapt trafikk lik halvparten av nytten for eksisterende trafikk, det vil si:

4253,9 x 0,15 x 0,50 = ***319,0 mill kr***

Total nytte blir dermed 4253,9 + 319,0 = ***4572,9 mill kr***.

Kostnadene til bygging av en motorveg av klasse A er i Trafikksikkerhets-håndboken oppgitt til 75 mill kr per kilometer veg. I tillegg kommer årlige, nye vedlikeholdskostnader på 350.000 kr per kilometer veg. Kostnadene til bygging og vedlikehold av 60 kilometer motorveg blir dermed:

(60 x 75) + (60 x 0,35 x 11,654) = 4500 + 244,7 mill kr = 4744,7 mill kr.

Dersom det forutsettes at bygging finansieres av skattepenger, kommer skattekostnadsfaktoren på 0,2 i tillegg:

4744,7 x 0,2 = 948,9 mill kr.

De samfunnsøkonomiske kostnader blir dermed 4744,7 + 948,9 = ***5693,7 mill kr***.

Nytte-kostnadsbrøken blir:

$$\text{Nytte-kostnadsbrøk} = \frac{4572,9}{5693,7} = 0,80.$$

Nytten er i dette tilfellet mindre enn kostnadene.

Det arbeides for tiden med utvikling av en ny type smalere fire felts veg. Denne vegtypen vil bli rimeligere å bygge enn dagens motorveger av klasse A. Dersom anleggskostnadene i regneeksemplet over hadde vært 60 mill kr per km veg, i stedet for 75 mill kr per km veg, ville nytten ha vært like stor som kostnadene. Det er antydet at anleggskostnadene for smalere fire felts veger kan være 40% lavere enn for dagens motorveger av klasse A, det vil si ned mot 45 mill kr per km veg.

Kostnadseffektiviteten av å bygge 60 kilometer motorveg er beregnet ved å sette nedgangen i antallet skadde og drepte personer i forhold til kostnaden til å gjennomføre tiltaket, regnet som årlig kostnad. I dette tilfellet blir dette:

$$\text{Kostnadseffektivitet} = \frac{98}{5693{,}7 / 11{,}654} = 0{,}200$$

det vil si 0,2 færre skadde og drepte personer per million kroner det koster å bygge motorveg. Dette er et meget grovt mål, fordi nedgang i drepte, alvorlig skadde og lettere skadde her simpelthen er summert. Det betyr at nedgangen i antallet lettere skadde bidrar mest, selv om det legges størst vekt på å redusere antall drepte.

5.4 Kommentarer til beregning av effekten av en del tiltak

For de fleste tiltak bygger beregningen av virkninger på antallet skadde og drepte og av tiltakenes kostnader direkte på opplysninger som finnes i Trafikksikkerhets-håndboken. Vedlegg 2 viser beregningsforutsetninger. For en del tiltak trengs en litt mer inngående forklaring på hvordan virkningene på trafikksikkerheten er beregnet. Dette gjelder følgende tiltak:

- Trafikksikkerhetsrevisjon
- Automatisk ulykkesvarsling
- Tiltak som påvirker fart (en rekke tiltak)
- Selvjusterende hovedlykter på biler
- Reflekskrav til fotgjengere
- Reflekskrav til syklister
- Påbud om bruk av sykkelhjelm
- Ulykkesdataregistrator i biler
- Nye krav til støtfangerutforming på bil
- Senking av promillegrensen til 0,2
- Økte bøtesatser
- Prikkbelastning av førerkort
- Alkolås for promilledømte
- Inndragning av bilen ved gjentatt promilledom.

Trafikksikkerhetsrevisjon. Tiltaket er nytt i Norge. Det er forutsatt brukt på riksveger med stor trafikk og høyere ulykkesrisiko enn gjennomsnittet for veger med vedkommende trafikkmengde. Virkningen på ulykkene avhenger av hvilke tiltak som blir gjennomført som en følge av revisjonsarbeidet. Det er forutsatt at relativt rimelige tiltak iverksettes. Det er, på grunnlag av en australsk håndbok i trafikksikkerhetsrevisjon (Austroads 1994) forutsatt en gjennomsnittlig nedgang i antall drepte på 3%, alvorlig skadde på 2% og lettere skadde på 1% på veger der trafikksikkerhetsrevisjon utføres. Det er forutsatt at tiltakene i gjennomsnitt koster 400.000 kr per kilometer veg. Dette er i samsvar med danske (Jørgensen og Nilsson 1995) og svenske (Hvoslef 1998) erfaringer.

Automatisk ulykkesvarsling. Systemet går ut på at bilens kollisjonspute utstyres med en radiosender, som formidler et signal til en alarmsentral når kollisjonsputen utløses. Stedet alarmen sendes fra kan da lokaliseres raskere enn nå og hjelp raskere komme til stedet, særlig i lite trafikkerte områder. Virkningen på trafikksikkerheten av et slikt system er beregnet på grunnlag av en svensk undersøkelse, der mulighetene for å overleve dødsulykker ble vurdert på medisinsk grunnlag (Henriksson, Öström og Eriksson 1999). På grunnlag av denne undersøkelsen, kan de omkomne deles inn i de grupper som er oppgitt i tabell 8.

Tabell 8: Betydningen av raskere ulykkesvarsling for muligheten til å overleve trafikkulykker i spredtbygd strøk. Bearbeidet fra Henriksson med flere 1999

Drepte fordelt på tidspunkt/årsak	Antall personer	Antatt effekt av ulykkesvarsling	Antall personer som kan reddes
Ikke mulig å overleve	226	0 %	0
Personen ikke funnet	26	90 %	24
Ingen førstehjelp gitt	9	50 %	4
For sent igangsatt behandling	100	10 %	10
Døde under behandling (sykehus)	94	0 %	0
Søkte ikke behandling	1	0 %	0
Ikke klassifisert	18	0 %	0
Sum	474	8 %	38

© TØI 1999

Det er antatt (skjønnsmessig) at 90% av dem som ikke ble funnet, hadde overlevd dersom de hadde blitt funnet tidligere. Tilsvarende er det antatt at 50% av dem som ikke fikk førstehjelp ville ha overlevd dersom de hadde fått det og at 10% av dem som fikk for sen behandling ville ha overlevd med tidligere benhandling. Til sammen er det antatt at 38 personer av i alt 474 som omkom ville ha overlevd. Det tilsvarer en nedgang i antall drepte på 8%. Det er antatt at raskere behandling også ville ha hindret 1% av de alvorlige skadene (ved at disse med raskere behandling ikke hadde utviklet seg til alvorlige skader). Kostnadene er, på grunnlag av beregninger i TOSCA-prosjektet (Lukasic 1994), skjønnsmessig satt til 5.000 kr per bil (engangsutgift).

Disse forutsetningene samsvarer bra med resultatene av en fersk amerikansk undersøkelse (Evanco 1999), der det er beregnet at automatisk ulykkesvarsling ved hjelp av GPS (Global Positioning System) i USA kan gi opptil 11,9%

nedgang i antall drepte i spredtbygde strøk når alle biler er utstyrt med en et system for automatisk ulykkesvarsling.

Tiltak som påvirker fart. En rekke tiltak påvirker fart. Virkningene av disse tiltakene på antall drepte og skadde er beregnet ved hjelp av følgende funksjoner:

$$\frac{\text{Antall drepte etter}}{\text{Antall drepte før}} = \left(\frac{\text{Gjennomsnittsfart etter}}{\text{Gjennomsnittsfart før}}\right)^4$$

$$\frac{\text{Antall alvorlig skadde etter}}{\text{Antall alvorlig skadde før}} = \left(\frac{\text{Gjennomsnittsfart etter}}{\text{Gjennomsnittsfart før}}\right)^3$$

$$\frac{\text{Antall lettere skadde etter}}{\text{Antall lettere skadde før}} = \left(\frac{\text{Gjennomsnittsfart etter}}{\text{Gjennomsnittsfart før}}\right)^2$$

Dette innebærer for eksempel at dersom farten går ned fra 50 til 45 km/t, vil antall drepte gå ned med $(45/50)^4 = 1 – (0{,}9^4) = 1 - 0{,}656 = 34\%$. Disse funksjonene fjerner utslagene av tilfeldige variasjoner i de resultater som er gjengitt i Trafikksikkerhetshåndboken og andre kilder.

Selvjusterende hovedlykter på biler. I følge Trafikksikkerhetshåndboken vil selvjusterende lykter øke oppdagelsesavstanden i mørke med 15%. I beregningene er det forutsatt at trafikantene til en viss grad tilpasser atferden til dette. Videre er det forutsatt at kun 40% av bilene har galt innstilte lykter. En virkning på ulykkene på 4% nedgang er derfor forutsatt. Kostnadene er skjønnsmessig satt til 500 kr per bil.

Reflekskrav til fotgjengere. I følge Trafikksikkerhetshåndboken reduserer refleks personskaderisikoen for fotgjengere i mørke med vel 80%. Noe mer forsiktige anslag er brukt i beregningene: 70% nedgang i drepte, 60% nedgang i alvorlig skadde og 50% nedgang i lettere skadde. Det er forutsatt at et påbud om bruk av refleks i beste fall vil påvirke 75% av dem som i dag ikke bruker refleks (maksimalt potensiale). Ved et påbud i år 2011 forutsettes 25% av dagens ikke-brukere å begynne med refleks innen år 2012. Ved et påbud i år 2002 forutsettes 50% av dagens ikke-brukere å begynne med refleks innen år 2012. Dette gir bruksandeler på 60% i dag (beregnet på grunnlag Muskaug 1998), 70% i år 2012 ved påbud i år 2011, 80% i år 2012 ved påbud i år 2002 og et maksimalt potensiale på 90%.

Reflekskrav til syklister. Resonnementet er stort sett det samme som for fotgjengere over. Det er forutsatt at syklister med refleks har 10% lavere ulykkesrisiko i mørke enn syklister uten refleks.

Påbud om bruk av sykkelhjelm. Dagens hjelmbruk blant syklister, alle aldre sett under ett, er satt til 25%. Ved et påbud i år 2011 antas bruken å øke med 35% til 60% innen år 2012. Ved et påbud i år 2002 antas bruken å øke med 50% til 80% innen år 2012. Maksimalt potensiale settes til 90% bruk av hjelm. Omfanget av sykling antas ikke å bli påvirket. Sykkelhjelm forutsettes å gi 40% nedgang i dødsrisiko, 30% nedgang i risiko for alvorlige skader og 20% nedgang i risiko for lettere skader.

Ulykkesdataregistrator i bil. Et forsøk med en ulykkesdataregistrator i bil er gjort i Belgia (Wouters og Bos 1997). Forsøket viste en svært varierende virkning, men forfatterne anslår den til 20% ulykkesnedgang i gjennomsnitt. En reanalyse av de data som presenteres i rapporten støtter ikke en slik konklusjon. Data fra sju forsøksgrupper, alle med en matchet kontrollgruppe, er reanalysert med logoddsmetoden. Reanalysen viste en veid gjennomsnittlig ulykkesnedgang på 7%. Denne var ikke statistisk signifikant på 5% nivå. Til tross for manglende statistisk signifikans, er den beregnede nedgang i ulykkestall likevel brukt til å beregne effekten av tiltaket. Det virker ikke urimelig å tro at en slik registrerings-enhet i bilen vil påvirke førernes atferd. Kostnadene er skjønnsmessig satt til 5.000 kr per bil (engangsutgift).

Nye krav til støtfangerutforming på bil. Dette tiltaket gjelder en ny utforming av støtfangere på lette biler, som volder mindre skader på fotgjengere ved påkjørsel. Beregningene bygger i sin helhet på en rapport av Lawrence, Hardy og Lowne (1993). De har beregnet at biler med nye støtfangere har 7% lavere risiko for å drepe fotgjengere ved påkjørsel, og 21% lavere risiko for å skade dem alvorlig. Det sies ikke noe om hvordan nye støtfangere påvirker risikoen for lettere skader. Det forutsettes her at denne risikoen øker, slik at det totale antallet skadde fotgjengere blir uendret. Økningen i risikoen for lettere skader blir da 5%. Kostnadene kan beregnes til 150 kroner per bil.

Senking av promillegrensen til 0,2. Det er svært vanskelig å beregne effekten av dette tiltaket, fordi det ikke finnes data om omfanget av kjøring med promille mellom 0,2 og 0,5 og ulykkesrisikoen ved kjøring med slik promille. Man kan likevel gjøre et skjønnsmessig overslag, basert på tilgjengelige kilder og rimelighetsbetraktninger. Ifølge Assum og Ingebrigtsen (1990) hadde omlag 10% av alle alkoholpåvirkede førere som var innblandet i personskadeulykker i 1987 en promille under 0,5. Dette er ganske sikkert en underrapportering, fordi mange som har lav promille – ned mot 0,2 – oppfattes som edru og derfor ikke blir testet med hensyn på promille. Dersom man likevel tar utgangspunkt i dette tallet, kan man under visse forutsetninger beregne omfanget av kjøring med promille mellom 0,2 og 0,5 og ulykkesrisikoen ved slik kjøring. Assum og Ingebrigtsen oppgir at 6,63% av førere innblandet i personskadeulykker hadde promille over 0,5. Dersom 10% av *alle* alkoholpåvirkede førere som var innblandet i personskadeulykker hadde promille under 0,5, utgjør dette ca 0,75% av førerne. Det antas at disse førerne har halvparten så høy risiko som førere med promille mellom 0,51 og 0,99. Relativ risiko for disse førerne var 9. Relativ risiko for førere med promille mellom 0,2 og 0,5 blir dermed ca 4,5. Under disse forutsetninger kan man anslå at ca 0,20% av alt trafikkarbeid utføres med promille mellom 0,2 og 0,5, mot 0,27% med promille over 0,5. Antas på samme måte at også dødsrisikoen for promilleførere med promille mellom 0,2 og 0,5 er halvparten så høy som for promilleførere med promille mellom 0,51 og 0,99, kan det beregnes at 2,5% av de drepte bilførere hadde promille mellom 0,2 og 0,5 i 1987. Dette forutsettes også å gjelde alle førere innblandet i dødsulykker, uansett om de selv blir drept eller ikke. Tabell 9 oppsummerer disse antakelsene.

På grunnlag av disse antakelsene, kan det beregnes at 7,5 drepte per år og 90 skadde per år kan tilskrives ulykker der førere med promille mellom 0,2 og 0,5 er innblandet. Det forutsettes at innføring av en lavere promillegrense reduserer

antall drepte med 1% (3 personer; tilsvarer 40% av potensialet på 7,5), antall alvorlig skadde med 0,8% og antall lettere skadde med 0,3%.

Tabell 9: Antakelser om omfanget av kjøring med promille og personskaderisiko knyttet til dette

Promillenivå	Andel av kjøring	Andel av førere innblandet i personskade-ulykker	Andel av førere innblandet i dødsulykker	Relativ risiko for personskade	Relativ risiko for dødsfall
0,0-0,19	99,53%	92,62%	62,5%	1	1
0,2-0,49	0,20%	0,75%	2,5%	4	20
0,5-0,99	0,13%	1,15%	3,3%	9	40
1,0-1,49	0,08%	1,85%	6,8%	25	135
1,5 og over	0,06%	3,63%	24,9%	65	660
Sum	100,00%	100,00%	100,0%		

© TØI 1999

Kostnadene til tiltaket forutsettes å bestå av 16 mill kr i anskaffelse av nye utåndingsapparater (Wormnes 1999), 4 mill kr i saksforberedelse og 11 mill kr i ekstra kontrollvirksomhet. Skattekostnadsfaktoren er 6,2 mill kr.

Økte bøtesatser. Det er tidligere (Elvik 1997A) beregnet at antallet drepte kan reduseres med 48% og antallet skadde og drepte med 27% ved 100% respekt for trafikkreglene. Her er det forutsatt at fordobling eller tredobling av bøtesatsene fører til at henholdsvis 5% og 7,5% av dette potensialet realiseres. Dette er i godt samsvar med resultater av undersøkelser om virkninger av økte gebyrsatser for manglende bruk av bilbelter (Fridstrøm 1999). En fordobling av bøtesatsene betyr at det, alt annet likt, vil bli innbetalt 448 mill kr mer i bøter til statskassen. Med en avskrekkingseffekt på 5%, blir tallet redusert til 425 mill kr (448 x 0,95). Den samfunnsøkonomiske kostnaden ved dette er satt lik alternativkostnaden ved skatter generelt, det vil si 0,2 ganger beløpet. Alternativkostnaden ved skatter er et mål på det samfunnsøkonomiske effektivitetstap de representerer. Kostnaden ved å fordoble bøtesatsene blir følgelig 0,2 x 425 = 85 mill kr. Kostnaden ved en tredobling er på tilsvarende måte beregnet til 165,6 mill kr.

Prikkbelastning av førerkort. En ordning med prikkbelastning av førerkort er tidligere vurdert innført. Det er her forutsatt at en slik ordning primært vil påvirke dem som blir pågrepet for trafikkforseelser. På grunnlag av data fra prøvedrift av et sentralt register for trafikkforseelser i 1989, er det beregnet hvordan førere fordeler seg etter antall forseelser de ble pågrepet for i 9 måneders periode (april - desember 1989). Resultatene av beregningene er oppgitt på neste side.

Beregningen viser at det store flertall av førere som ble pågrepet for trafikkforseelser, kun ble pågrepet for en forseelse. Gjennomsnittlig antall forseelser per fører er ca 0,035. For 1997 kan det anslås at hver fører i gjennomsnitt ble pågrepet for ca 0,06 trafikkforseelser (163.000 reaksjoner mot trafikkforseelser blant 2.713.000 førerkortinnehavere).

Det må antas at førere som blir pågrepet for mer enn en trafikkforseelse i løpet av et år kjører lengre enn gjennomsnittet. Det finnes ikke norske opplysninger om

dette, men en nederlandsk undersøkelse støtter en slik antakelse (Lourens, Vissers og Jessurun 1999).

Antall forseelser per fører	Antall førere
0	2289669
1	73987
2	4320
3	480
4	66
5	10
6	2
Sum	2368534

© TØI 1999

Den samme undersøkelser tyder på at førere som dømmes for trafikkforseelser har omlag 50-100% høyere ulykkesrisiko per million kjørt kilometer enn førere som ikke dømmes for trafikkforseelser.

Det er i beregningene forutsatt at prikkbelastning av førerkort vil ha virkning blant førere som står for 10% av kjøringen og er innblandet i 15% av ulykkene. Disse førerne vil dermed årlig være innblandet i ulykker der 1.800 mennesker blir skadet eller drept. Prikkbelastning forutsettes å redusere ulykkesrisikoen blant førerne som påvirkes med 5%.

Alkolås for promilledømte. På grunnlag av en grundig litteraturgjennomgang av Glad (1996), settes virkningen av alkolås for promilledømte til 25% reduksjon av ulykker der førstegangs dømte for promillekjøring er innblandet. Kostnadene er 1.000 kr i monteringskostnad og en månedlig driftskostnad på 1.000 kr.

Inndragning av bilen ved gjentatt promilledom. Dersom man dømmes for gjentatt promillekjøring, foreslås bilen (forutsatt at promilleføreren står som eier av den) inndratt. DeYoung (1999) beregner at dette fører til 30% nedgang i ulykker med førere som har fått bilen inndratt (noe som må bety at en god del av disse fortsetter å kjøre med andres biler). Kostnadene settes til 5.000 kr i saksbehandlingskostnader (engangsutgift) og 5.000 kr i årlig oppbevaringskostnad for bilen.

5.5 Beregning av økte tidskostnader ved toppfartssperre på biler

En rekke tiltak har til formål å sikre bedre overholdelse av fartsgrensene. Ett av disse tiltakene er innføring av en toppfartssperre på biler, knyttet til fartsgrensen. Et slikt tiltak vil føre til at trafikkens gjennomsnittsfart blir redusert. Er det riktig å beregne fulle tidskostnader ved denne nedgangen i fart?

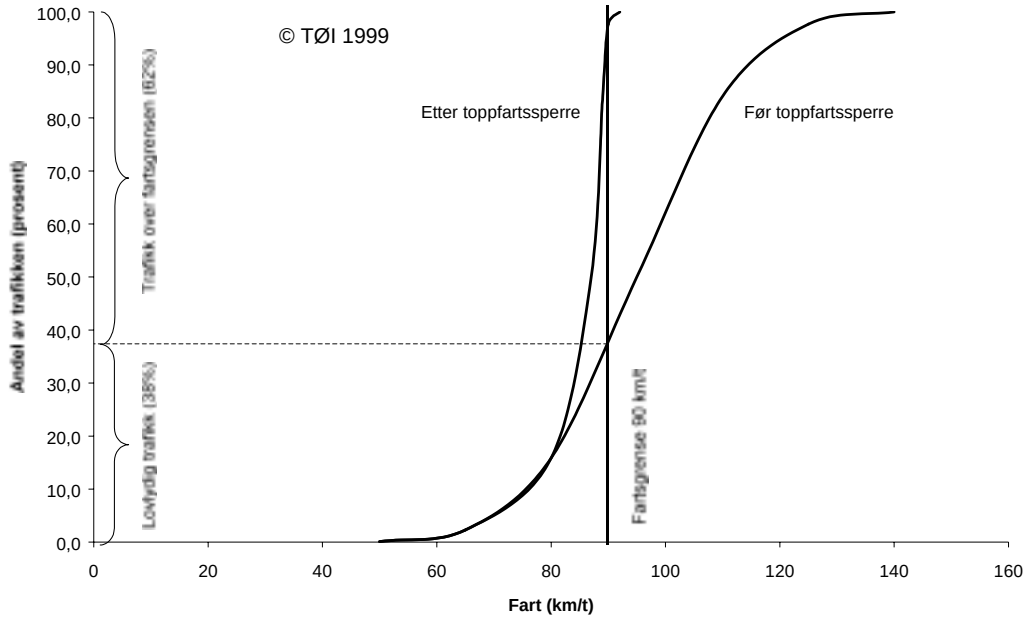
Dette spørsmålet er drøftet blant annet i et TØI-notat om vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner (Elvik 1997A). Det konkluderes der med at den nytten trafikantene har av å bryte vegtrafikklovgivningen ikke kan betraktes som en samfunnsøkonomisk nytte som bør inngå i nytte-kostnadsanalyser. Følgelig kan tidstap ved at man tvinges til å holde fartsgrensene heller ikke betraktes som noe samfunnsøkonomisk nyttetap. Dette innebærer likevel ikke at innføring av en

toppfartssperre på biler ikke vil føre til økte tidskostnader i trafikken. Hvordan økningen i tidskostnadene er beregnet, kan belyses ved hjelp av to figurer.

Figur 2 viser hvordan virkningen av en toppfartssperre på fartsnivået på motorveger av klasse A med fartsgrense 90 km/t er beregnet. Prinsippene for denne beregningen er de samme for alle veger og alle fartsgrenser. Figur 2 gir de kumulative fartsfordelingene før og etter at toppfartssperre er innført. Dagens fartsfordeling (før toppfartssperre) ligger lengst til høyre i figuren. Det fremgår at ca 62% av trafikantene bryter fartsgrensen, ca 38% holder lovlig fart. Fartsgrensen er vist ved den loddrette streken ved 90 km/t. Den antatte fartsfordelingen etter at en toppfartssperre er innført, er vist ved kurven til venstre (etter toppfartssperre). Det er antatt at toppfartssperren i liten grad vil påvirke farten til dem som allerede holder seg under fartsgrensen. Trafikanter som bryter fartsgrensen, tvinges derimot til å holde en lovlig fart. Dette vil påvirke det generelle fartsnivået, fordi den enkeltes fartsvalg i noen grad er bestemt av den farten andre holder (Connolly og Åberg 1993).

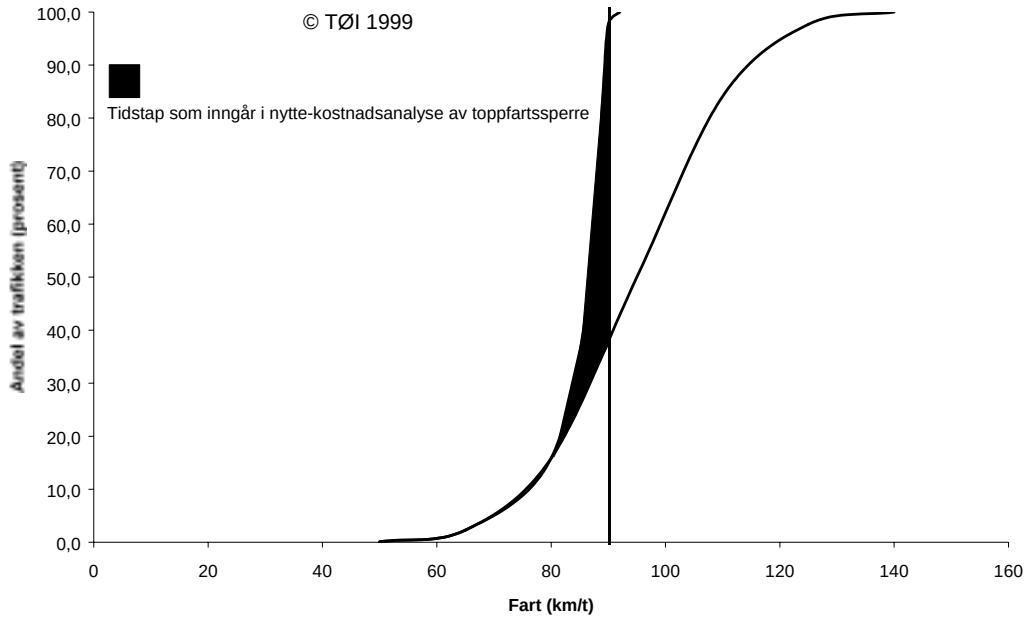
Det er antatt at det fortsatt vil være en viss spredning i fart. Denne spredningen skyldes blant annet at ikke alle biler har helt riktig justerte fartsmålere, og at trafikantene fortsatt vil velge å senke farten under vanskelige kjøreforhold, for eksempel ved tett snøfall. Noen få biler antas å kunne kjøre inntil ca 5% fortere enn fartsgrensen, ellers vil alle holde seg under denne.

Tidstapet ved å måtte holde fartsgrensen, er ikke et samfunnsøkonomisk nyttetap. Det ekstra tidstapet ved at man holder en lavere fart enn fartsgrensen, er derimot regnet som et samfunnsøkonomisk nyttetap. Størrelsen på dette tapet fremgår av det mørklagte feltet i figur 3.



Figur 2: Fartsfordelinger på motorveg klasse A før og etter innføring av toppfartssperre på biler

Det mørklagte feltet i figur 3 viser økte tidskostnader for lovlydige trafikanter som en følge av at gjennomsnittsfarten reduseres til et nivå som ligger (litt) under fartsgrensen.



© TØI 1999

Figur 3: Illustrasjon av samfunnsøkonomisk nyttetap ved økte tidskostnader som er inkludert i nytte-kostnadsanalyse av toppfartssperre på biler

Betydningen av denne regnemåten for resultatene av en nytte-kostnadsanalyse av en toppfartssperre på biler kan vises ved hjelp av følgende tall for tidsforbruket i vegtrafikk i Norge i dag, regnet i millioner kjøretøytimer:

Forutsetninger	Tidsforbruk (mill kjøretøytimer)
Dagens gjennomsnittsfart	497,1
Toppfartssperre knyttet til dagens fartsgrenser	526,3
Maksimal lovlig fart på alle veger	468,0
Gjennomsnittsfart for lovlydig trafikk	480,6
Nullvisjonens fartsgrenser og toppfartssperre	589,7

© TØI 1999

Tidsforbruket i trafikken er beregnet å øke fra 497,1 til 526,3 millioner kjøretøy-timer hvis det innføres en toppfartssperre knyttet til dagens fartsgrenser. dette er en økning på 29,2 millioner kjøretøytimer. En del av denne økningen skyldes at trafikanter som i dag bryter fartsgrensen tvinges til å holde den. Den del av økningen som skyldes at lovlydige trafikanter også blir påført litt forsinkelser (det mørklagte feltet i figur 3) er differansen mellom tidsforbruket ved høyeste lovlige fart (468 millioner kjøretøytimer) og tidsforbruket for lovlydig trafikk (480,6 millioner kjøretøytimer). Denne økningen i tidsforbruk på 12,6 millioner timer er det regnet økte tidskostnader for. Beregningen viser med andre ord at av økningen i tidsforbruk på 29,2 millioner timer ved innføring av en toppfartssperre knyttet til dagens fartsgrenser, skyldes:

16,6 millioner timer at trafikanter som bryter fartsgrensene tvinges til å holde dem, mens:

12,6 millioner timer skyldes at også de lovlydige må sette farten litt ned som følge av en toppfartssperre.

Det mest drastiske tiltaket for å senke farten på vegnettet er å innføre Nullvisjonens fartsgrenser og en toppfartssperre knyttet til disse fartsgrensene. Tidsforbruket i trafikken øker da med 92,6 millioner kjøretøytimer. Av disse er det, i samsvar med prinsippene som er forklart over, bare regnet økte tidskostnader for 76 millioner kjøretøytimer (de resterende 16,4 millioner timer er reduksjon av ulovlig fart).

6 Alternative strategier for bruk av tiltak

6.1 Alternative innsatsnivåer for tiltak

For de fleste tiltak er det definert tre ulike innsatsnivåer for bruk av tiltaket. Disse gjelder hele perioden 2002-2011.

For tiltak som gjelder *vegutforming og vegutstyr*, samt enkelte trafikkreguleringstiltak, er innsatsnivåene i de fleste tilfeller definert slik:

1 Dagens innsats videreføres: Det betyr at det innsatsnivå man hadde for tiltaket i 1995 forutsettes videreført i perioden 2002-2011.

2 Økt innsats: Dette innebærer at innsatsen økes i forhold til dagens nivå. Hvor mye innsatsen forutsettes økt, varierer fra tiltak til tiltak.

3 Maksimal innsats: Dette innsatsnivået innebærer at hele potensialet for økt bruk av tiltaket realiseres i løpet av perioden 2002-2011.

For *kjøretøytekniske tiltak* er innsatsnivåene i de fleste tilfeller definert slik:

1 Lav innsats: Tiltaket tas i bruk, eller blir påbudt på nye biler, fra år 2011. Dette innebærer at biler som er inntil 1 år gamle vil ha tiltaket i år 2012.

2 Middels innsats: Tiltaket tas i bruk, eller blir påbudt på nye biler, fra år 2002. Dette innebærer at biler som er inntil 11 år gamle vil ha tiltaket i år 2012.

3 Maksimal innsats: Tiltaket tas i bruk på alle biler, både nye og gamle, innen år 2012. Dette innebærer at hele bilparken vil ha tiltaket i år 2012.

Ved lav innsats (påbud fra 2011), vil 5% av trafikkarbeidet av lette biler og 7% av trafikkarbeidet av tunge biler i år 2012 bli utført av biler som har tatt i bruk det nye tiltaket. Ved middels innsats (påbud fra 2002), vil 56% av trafikkarbeidet av lette biler og 79% av trafikkarbeidet av tunge biler i år 2012 bli utført av biler som har tatt i bruk det nye tiltaket. Disse tallene bygger på den nasjonale utslipps-modellen for vegtrafikk (Statens forurensningstilsyn 1999). Ved høy innsats forutsettes det at 95-100% av trafikkarbeidet utføres av biler som har tatt i bruk det nye tiltaket.

Innsatsnivåene for *kontrolltiltak* er stort sett definert som økning av innsatsen med en viss faktor i forhold til dagens innsats. Følgende faktorer er benyttet:

1 Fordobling av innsatsen (eller bøtesatsene)

2 Tredobling av innsatsen (eller bøtesatsene)

3 Seksdobling av innsatsen

4 Tidobling av innsatsen

Noen tiltak er slik at de enten tas i bruk eller ikke. For disse tiltakene finnes derfor bare ett innsatsnivå i beregningene, nemlig at tiltaket tas i bruk. Vedlegg 2 gir en oversikt over de innsatsnivåer som er definert for alle tiltak og viser beregning av hvert tiltaks førsteordens virkning.

6.2 Alternative strategier for bruk av tiltakene

Det er utformet fem alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltakene. Strategiene er:

1 Videreføringsstategien

Denne strategien går ut på videreføre alle tiltak med tilnærmet innsats som i 1995 (som det for en rekke tiltak finnes opplysninger om i Trafikksikkerhetshåndboken). I tillegg er det forutsatt at promillegrensen senkes til 0,2 og at bøtesatsene fordobles en gang i løpet av perioden 2002-2011. Innsatsen i drift og vedlikehold av vegnettet og føreropplæring forutsettes videreført som i dag. I de andre strategiene kan tiltak på disse områdene inngå som nye tiltak (for eksempel gradert førerkort) eller ved økning av innsatsen (for eksempel økt standard i vintervedlikehold av veger).

2 Lønnsomhetsstrategien

Denne strategien går ut på å iverksette alle samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak i perioden 2002-2011, men ingen andre tiltak enn disse. Med et samfunns-økonomisk lønnsomt tiltak menes et tiltak der grensenytten (førsteordens) er større enn grensekostnadene. I grensenytten inngår nytten for trafikksikkerhet, framkommelighet, miljøforhold og nyskapt trafikk.

3 Kostnadseffektivitetsstrategien

Denne strategien går ut på å gjennomføre kostnadseffektive trafikksikkerhetstiltak i perioden 2002-2011. Med kostnadseffektive tiltak menes tiltak der innsparte ulykkeskostnader isolert sett er større enn kostnadene til å gjennomføre tiltaket. Det ses bort fra virkninger på framkommelighet, miljøforhold og trafikkmengde. Denne strategien viser derfor hva som kan oppnås ved å prioritere trafikksikkerhet foran alle andre samferdselspolitiske mål.

4 Nullvisjonsstrategien

Strategien går ut på å innføre Nullvisjonens fartsgrenser, Nullvisjonens krav til vegstandard og de nye krav til kjøretøy som synes logiske ut fra Nullvisjonens ønske om å redusere antall drepte og alvorlig skadde mest mulig. Kontroll og sanksjoner er forutsatt trappet opp til sitt maksimale omfang, da etterlevelse av trafikkregler er et viktig mål i Nullvisjonen. Tiltak som bygger på ITS-systemer er ikke forutsatt tatt i bruk i perioden 2002-2011. Nullvisjonen forutsettes ikke fullt ut gjennomført i perioden fram til år 2012.

5 Maksimalt potensiale strategien

I denne strategien brukes alle tiltak i sitt maksimale omfang. For å unngå dobbelt-telling, er likevel to tiltak utelatt. Økt fartskontroll er utelatt, fordi respekt for fartsgrensene forutsettes oppnådd med en toppfartssperre på motorkjøretøy. Økt bilbeltekontroll er også utelatt, fordi en kobling av tenningslåsen til bilbeltet forutsettes innført, slik at bilen ikke kan startes uten at beltet er festet.

Vedlegg 4 viser hvilke tiltak som inngår i de ulike strategier.

6.3 Kombinerte effekter av tiltak som inngår i en strategi

De kombinerte virkninger av tiltakene på antallet skadde og drepte er i alle strategier beregnet ved hjelp av metoden med felles restledd som ble forklart i avsnitt 2.1. Det er kun virkningene på antallet skadde og drepte som er beregnet på denne måten. Alle andre virkninger av tiltakene er summert, selv om det også her kan forekomme at flere tiltak virker på de samme problemer og dermed påvirkes hverandres potensiale.

Metoden som er brukt til å beregne tiltakenes samlede virkning på antallet skadde og drepte i de enkelte strategier forutsetter at det enkelte tiltaks prosentvise virkning på skadde og drepte i tiltakets målgruppe er uavhengig av hvilke andre tiltak som er gjennomført. Dette er trolig ikke alltid en realistisk forutsetning, men er den eneste som kan gjøres på grunnlag av de kunnskaper som foreligger i dag.

6.4 Kostnader ved tiltak som ikke inngår i beregningene – faste kostnader

Som nevnt i avsnitt 4.2, er 73 av de tiltakene som ble vurdert, utelatt fra beregningene av ulike grunner. En del av disse tiltakene vil bli videreført uansett. Dette gjelder eksempelvis reasfaltering av veger. Selv om dette tiltaket ifølge foreliggende undersøkelser ikke fører til færre ulykker, kan man ikke av den grunn slutte å fornye vegdekkene når de er blitt slitte. For å få et mest mulig fullstendig bilde av kostnadene ved dagens innsats i trafikksikkerhetstiltak, er kostnadene også ved disse tiltakene beregnet. Dette gjelder følgende tiltak:

- Bygging av gang- og sykkelveger, i alt 730 km er planlagt i Norsk veg- og vegtrafikkplan 1998-2007,
- Videreføring av dagens innsats når det gjelder fornyelse av vegdekker på eksisterende veg,
- Videreføring av dagens innsats i vintervedlikehold av veger,
- Videreføring av dagens innsats når det gjelder fornyelse av vegoppmerking,
- Videreføring av dagens innsats i offentlig kjøretøykontroll og EØS-kontroll av kjøretøy,
- Videreføring av dagens innsats i føreropplæring og trafikantinformasjon og kampanjer,
- Videreføring av dagens innsats når det gjelder kontroll og sanksjoner.

Disse tiltakene kan deles i tre grupper med hensyn til virkninger på ulykkene og øvrige virkninger av tiltakene (Elvik, Mysen og Vaa 1997). Disse gruppene er:

1 Tiltak som ved *dagens innsats ikke kan antas å redusere antall ulykker eller antall skadde personer*, men som har, eller antas å ha, *andre virkninger som kan begrunne bruk av dem*. Til denne gruppen hører gang- og sykkelveger, fornyelse av vegdekker, vintervedlikehold av veger og fornyelse av vegoppmerking.

2 Tiltak som *ved økt innsats kan redusere antall ulykker* eller antall skadde personer, men der andre virkninger har underordnet betydning. Til denne gruppen hører nærmere enkelte definerte opplæringstiltak, informasjons-kampanjer og politikontroll og sanksjoner.

3 Tiltak som *uansett innsatsnivå* ifølge foreliggende forskning *ikke bedrer trafikksikkerheten*, og som heller ikke antas å ha andre virkninger som tillegges særlig vekt. Til denne gruppen hører kjøretøykontroll og de fleste opplæringstiltak som i dag er i bruk.

Når alle tiltakene ses under ett, er det forutsatt at deres netto virkning på antall ulykker og antall skadde og drepte ved en videreføring av dagens innsats er lik null.

Det må understrekes at dette ikke betyr at tiltakene ikke kan påvirke trafikk-sikkerheten, eller at de er bortkastede. Poenget er at *ved en videreføring av dagens innsats bidrar disse tiltakene kun til å opprettholde dagens risikonivå*. Det er bare ved økt eller mer effektiv innsats at disse tiltakene kan bidra til færre skadde og drepte. Dersom innsatsen reduseres eller tiltakene faller helt bort, vil trolig antallet ulykker øke. Det kan likevel tenkes at en slik effekt kunne nøytraliseres ved å overføre de frigjorte midlene til andre tiltak. I denne rapporten tas det ikke standpunkt til hvor realistisk en slik overføring av midler mellom tiltak er.

De beregnede årlige kostnader ved tiltakene er oppgitt i tabell 10. Kostnadstallene viser de årlige grensekostnader (merkostnader) til tiltakene. Kostnadene er beregnet på grunnlag av opplysninger hentet fra Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997).

Tabell 10: Årlige kostnader ved tiltak som ikke inngår i beregningene av virkninger av alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak

	Årlige kostnader i millioner kroner			
Tiltak	Investering	Løpende kostnad	Skattekostnad	Total kostnad
Gang- og sykkelveger	255,5	2,2	51,5	309,2
Fornyelse av vegdekker	0,0	1305,0	261,0	1566,0
Vintervedlikehold av veger	0,0	971,0	194,2	1165,2
Fornyelse av vegoppmerking	0,0	150,8	30,2	181,0
Offentlig kjøretøykontroll	0,0	100,0	20,0	120,0
EØS-kontroll (brukerbetalt)	0,0	235,0	0,0	235,0
Føreropplæring	0,0	1500,0	6,0	1506,0
Informasjonskampanjer	0,0	20,0	4,0	24,0
Kontroll og sanksjoner	3,5	350,0	70,7	424,2
Sum	259,0	4634,0	637,6	5530,6

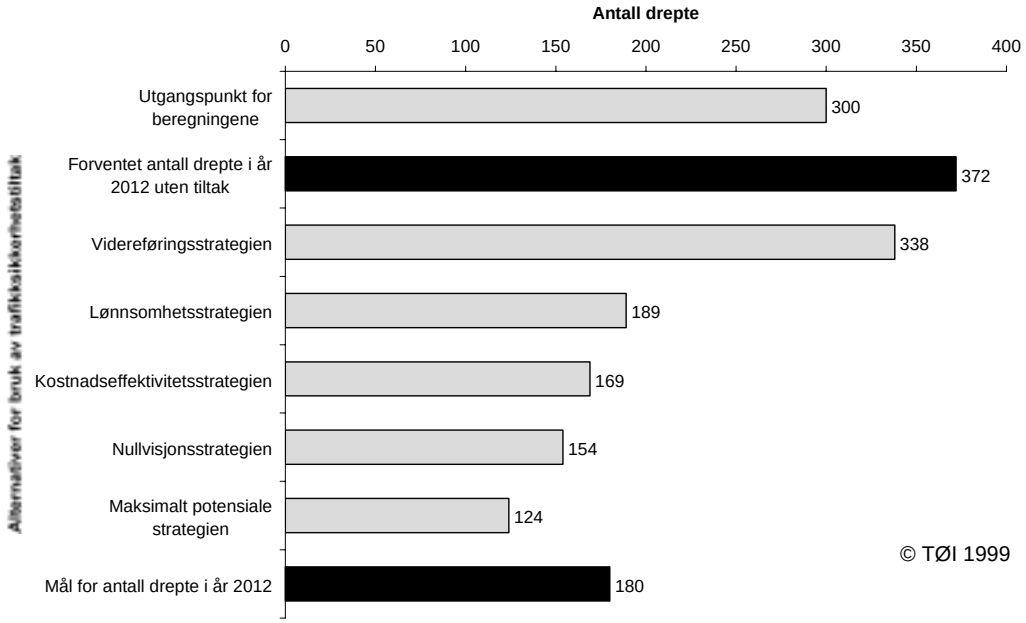
© TØI 1999

Kostnadene til disse tiltakene bæres av i hovedsak av det offentlige. Unntakene er kostnader til EØS-kontroll av kjøretøy, som dekkes av brukerbetaling, og kostnadene til føreropplæring, som i hovedsak dekkes av elevene. Ved beregning av budsjettmessige konsekvenser av tiltakene i kapittel 7, er skattekostnadene utelatt, fordi disse kun er en skyggepris på offentlige budsjettmidler som benyttes i samfunnsøkonomiske analyser.

7 Virkninger av alternative strategier

7.1 Virkninger for antall drepte i trafikken

I dette kapitlet presenteres resultatene av beregningene av konsekvenser av de alternative strategier som ble presentert i kapittel 6. Figur 4 viser beregnet forventet antall drepte i trafikken i år 2012 ved de ulike strategiene for bruk av trafikksikkerhetstiltak. Øverste søyle i figuren viser utgangspunktet for beregningene, som er 300 drepte per år. Andre søyle er prognosen for antall drepte i år 2012, 372 personer. Som tidligere nevnt, forutsetter denne prognosen at det ikke blir noen nedgang i risikoen i trafikken i perioden fram til år 2012. Dette gjør det lettere å se effektene av de ulike strategiene og å vurdere hvilke tiltak som er nødvendige for å unngå at den forventede trafikkveksten fram til år 2012 fører til en økning av antallet drepte. De neste søylene viser forventet antall drepte i år 2012 ved de ulike strategiene. Nederste søyle viser målet for maksimalt antall drepte i år 2012, slik det er definert i det tidligere omtalte Utfordringsdokumentet til Nasjonal transportplan 2002-2011. Prognosen for antall drepte i år 2012 uten tiltak bygger på en antakelse om 1,3% trafikkvekst per år i perioden 1998-2012, og en økning av antall drepte på 0,987% når trafikken øker med 1% (Fridstrøm 1998).



Figur 4: Forventet antall drepte i trafikken i år 2012 uten noen andre trafikksikkerhets-tiltak enn dem som vedlikeholder dagens risikonivå og ved ulike strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak i perioden 2002-2011. Trafikkvekst 1,3% per år 1998-2012.

Figur 4 viser at det ikke kan forventes at antallet drepte i trafikken blir redusert dersom man fortsetter å bruke trafikksikkerhetstiltakene på tilnærmet samme måte som de ble brukt i 1995, eller i begynnelsen av planperioden 1998-2007 (videreføringsstrategien). Dette resultatet samsvarer med erfaringene i 1990-årene. Det var ingen nedgang i antallet drepte i trafikken i dette tiåret. Riktignok var det gjennomsnittlige antallet drepte i 1990-årene lavere enn i 1980-årene og 1970-årene. Det var imidlertid ingen nedgang i antallet drepte i løpet av ti års perioden. Ved å videreføre dagens tiltak i perioden 2002-2011 vil man ikke oppnå mer enn 34 færre drepte. Det er differansen mellom 372, som er prognosen for år 2012 uten tiltak, og 338, som er det forventede antallet drepte i år 2012 ved bruk av videreføringsstrategien.

Både lønnsomhetsstrategien, kostnadseffektivitetsstrategien, Nullvisjonsstrategien og maksimalt potensiale strategien er beregnet å gi en betydelig nedgang i antallet drepte i trafikken. For lønnsomhetsstrategien er nedgangen ikke tilstrekkelig til å nå målet for antallet drepte i år 2012. De andre strategiene medfører at dette målet nås. Det må imidlertid understrekes at prognosen for antallet drepte i år 2012 uten tiltak er det mest pessimistiske av de prognosealternativer som foreligger. Det kan derfor ikke utelukkes at målet for antall drepte i år 2012 under gunstige forhold kan nås også med lønnsomhetsstrategien.

Det maksimale potensialet for å redusere antall drepte i trafikken er beregnet til 248 personer. Det utgjør vel 80% av utgangspunktet for beregningene, 300 drepte per år. Dersom man fikk redusert antallet drepte i trafikken fra 300 til 52 personer, ville risikoen per time i trafikken komme ned på samme nivå som gjennomsnittet for yrkeslivet (Elvik, Mysen og Vaa 1997). Med den trafikkvekst som ventes fram til år 2012 er det vanskelig å komme ned til et så lavt tall. I figur 4 er det forventede antall drepte i år 2012 beregnet til 124 personer dersom det maksimale potensialet for reduksjon blir realisert.

I perioden fra 1973 til 1994 var det årlig en nedgang i risikoen for å bli drept i trafikken på 0,9%. Det er lite trolig at *hele* denne nedgangen skyldes trafikksikkerhetstiltak som ble gjennomført i denne perioden. Man kan derfor sannsynligvis vente en viss nedgang i risiko også i perioden fram til år 2012, selv om ingen tiltak gjennomføres, men det er høyst usikkert hvor stor en slik nedgang eventuelt kan bli.

Alle resultater av beregningene er usikre. Usikkerheten drøftes i neste kapittel. Det synes likevel hevet over tvil at det er mulig å oppnå en betydelig reduksjon i antallet drepte i trafikken. Man kan i beste fall komme ned mot et risikonivå, uttrykt som antall drepte per persontime, som ikke er vesentlig høyere enn det man finner ved yrkesaktivitet. Dette forutsetter at det satses maksimalt på alle trafikksikkerhetstiltak.

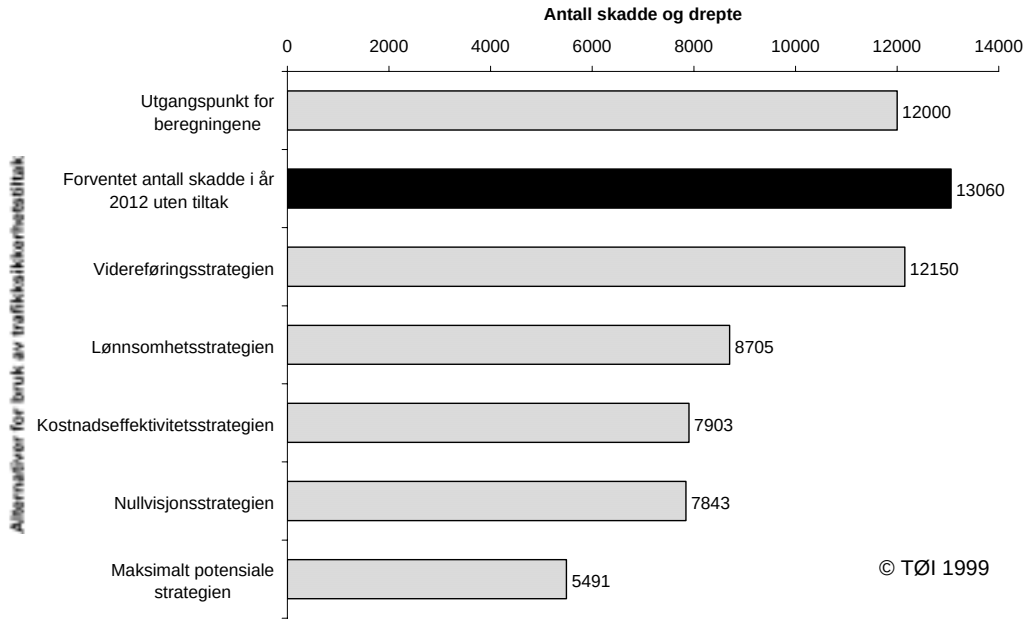
7.2 Virkninger for antall skadde og drepte i trafikken

Det er også beregnet hvordan de ulike strategiene vil virke på antallet skadde og drepte totalt. Figur 5 viser beregnet antall skadde og drepte i trafikken i år 2012 ved de ulike strategiene for bruk av trafikksikkerhetstiltak. Figuren er satt opp på samme måte som figur 4. Det er også her tatt utgangspunkt i det høyeste prognosealternativet for år 2012, som gir et forventet antall skadde og drepte på

13.060 dersom ingen tiltak gjennomføres. Utgangspunktet for beregningene av virkninger av de ulike strategiene er 12.000 skadede og drepte per år, som er gjennomsnittet for 1990-årene. Trafikkveksten er forutsatt å bli 1,3% per år i perioden 1998-2012.

Ved videreføring av dagens tiltak, er forventet antall skadde og drepte i år 2012 beregnet til omtrent det samme som i dag, 12.162 personer. De øvrige strategiene for bruk av trafikksikkerhetstiltak gir alle en nedgang i forventet antall skadde og drepte i år 2012. Den maksimale potensielle nedgangen er beregnet til vel 7.600 personer. Antallet skadde og drepte vil da komme ned i nær 5.500 personer per år. Dette er en nedgang på mer enn 50% fra dagens tall.

Det er i Nasjonal transportplan ikke satt noe mål for antallet skadde og drepte i vegtrafikk i år 2012. Beregningene som presenteres i figur 5 tyder på at et mål på 25% reduksjon, til 9.000 skadde og drepte per år, kan være oppnåelig. Som for antall drepte, er tallene usikre. Usikkerheten er drøftet i neste kapittel.



Figur 5: Forventet antall drepte og skadde i trafikken i år 2012 uten noen trafikksikkerhetstiltak og ved alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak i perioden 2002-2011. Trafikkvekst på 1,3% per år 1998-2012.

7.3 Samfunnsøkonomiske virkninger av strategiene

De samfunnsøkonomiske virkninger av strategiene som er beregnet omfatter følgende:

- Endring av ulykkeskostnader
- Endring av tidskostnader (kun for personer i motorkjøretøy)
- Endring av kjøretøys driftskostnader
- Endring av miljøkostnader (kostnader ved støy og forurensning)
- Nytte av nyskapt trafikk eller nyttetap ved bortfalt trafikk

- Sum nytte (ulykkeskostnader, tidskostnader, kjøretøys driftskostnader, miljøkostnader og nytte av endret trafikkmengde)
- Investeringskostnader
- Løpende kostnader
- Skattekostnadsfaktor (skyggepris på skattefinansierte offentlige utgifter)
- Sum kostnader (investeringer, løpende kostnader og skattekostnadsfaktor)

Tabell 11 viser de beregnede samfunnsøkonomiske virkninger av de ulike strategiene. Tallene i tabell 11 omfatter kun de tiltak som inngår i beregningene. De gir derfor ikke et fullstendig bilde av de forventede konsekvenser av alle tiltak som vil bli gjennomført i perioden 2002-2011. Beløpene er nåverdier i millioner kroner. Disse beløpene viser ikke hva de ulike strategiene vil koste i form av årlige bevilgninger på offentlige budsjetter. Grunnlaget for tabellen er gitt i vedlegg 4.

Tabell 11: Oppsummering av samfunnsøkonomiske virkninger av alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak i perioden 2002-2011. Beløp i millioner kroner

	Alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak 2002-2011. Beløp i mill kr (nåverdi) 1999 kr. Referanseår 2012				
Nytte- og kostnadselementer	Videreføring	Lønnsomhet	Kostnads-effektivitet	Nullvisjon	Maksimalt potensiale
Ulykker	16.130	50.308	60.005	65.747	91.450
Reisetid	7.548	-6.093	-29.906	-18.964	-20.653
Kjøretøy	-3.247	7.519	5.967	1.939	-705
Miljø	-377	1.327	1.832	1.167	256
Trafikkmengde	334	-106	-223	765	993
Sum nytte	*20.389*	*52.955*	*37.674*	*50.655*	*71.340*
Investering	25.966	23.019	25.871	81.569	202.806
Løpende	1.581	4.320	5.514	11.954	21.113
Skattekostnad	4.308	2.242	2.721	14.054	28.471
Sum kostnad	*31.856*	*29.581*	*34.106*	*107.577*	*252.390*

© TØI 1999

Tabell 11 viser at den beregnede nytten i kroner er større enn kostnadene i lønnsomhetsstrategien og kostnadseffektivitetsstrategien. I de andre strategiene er nytten mindre enn kostnadene. For videreføringsstrategien er nytten beregnet til ca 20,4 milliarder kroner, kostnadene til ca 31,9 milliarder kroner. I videreføringsstrategien gir tiltakene også en positiv nytte for framkommelighet. Det fremgår av at summen av endringer i tidskostnader, kjøretøys driftskostnader og nytte av nyskapt trafikk er positiv. I dag prioriteres med andre ord trafikksikkerhetstiltak som også bidrar til å øke framkommeligheten. Det er i første rekke veginvesteringer som har denne effekten. Det understrekes at langt fra alle veginvesteringer som kan øke framkommeligheten er inkludert i videreføringsstrategien. Eksempelvis er hovedvegutbygging i større byer utelatt, fordi tiltaket ikke synes å redusere antall ulykker (Elvik 1998B). Utbygging av hovedveger i større byer kan likevel bedre framkommeligheten og miljøforholdene i disse byene.

I lønnsomhetsstrategien gir tiltakene omlag 3,1 ganger så stor nytte i form av reduserte ulykkeskostnader som i videreføringsstrategien. Likevel øker ikke kostnadene til å gjennomføre tiltakene. De er tvert imot lavere enn i videreføringsstrategien. I lønnsomhetsstrategien blir framkommeligheten lite påvirket. Summen av besparelser i tidskostnader, kjøretøys driftskostnader og nytte av nyskapt trafikk utgjør 1.320 mill kr, mot 50.308 mill kr i sparte ulykkeskostnader.

Kostnadseffektivitetsstrategien gir en enda større nytte for trafikksikkerheten enn lønnsomhetsstrategien, men innebærer forholdsvis betydelig reduksjon av framkommeligheten. Totalnytten er likevel større enn kostnadene. Også i Nullvisjonsstrategien blir framkommeligheten redusert. Totalnytten er i denne strategien mindre enn kostnadene. Dersom alle tiltak iverksettes til sitt maksimale potensiale, vil de ha ugunstige konsekvenser for framkommeligheten, men praktisk talt ingen betydning for miljøforhold. Kostnadene vil beløpe seg til 252,4 milliarder kroner i løpet av perioden 2002-2011. Dette utgjør omlag 27% av bruttonasjonalproduktet i 1995 (som er det året de fleste kostnadstall for tiltak gjelder).

7.4 Trafikksikkerhetstiltak som er samfunnsøkonomisk lønnsomme

Et flertall av de 59 tiltakene som inngår i beregningene, er samfunnsøkonomisk lønnsomme ved ett eller flere av innsatsnivåene som er definert for dem. På grunnlag av tiltakenes førsteordens virkning, er det laget en liste over tiltak som i følge beregningene er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Det er tiltak der (grense)nytten er større enn (grense)kostnadene. Grensenytten og grensekostnadene er her definert med utgangspunkt i forskjellene i nytte og kostnader mellom ulike innsatsnivåer for et gitt tiltak. Tabell 12 gir en liste over de samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltakene.

Tabell 12: Samfunnsøkonomisk lønnsomme trafikksikkerhetstiltak. Førsteordens virkninger. Rangert etter nytte-kostnadsbrøk

	Nedgang i antall		Beløp i mill kr			
Trafikksikkerhetstiltak	Drepte	Skadde	Total nytte	TS-nytte	Kostnad	Nytte/ kostnad
Fartsgrense 70 km/t på motorveg klasse B	7	63	1057,5	1755,7	18,1	58,3
Fartsgrense fra 80 til 70 km/t på alle veger	26	417	4279,9	8212,5	419,4	10,2
Økt utekontroll av tunge kjøretøy	8	137	290,6	310,0	30,6	9,5
Innføring av prikkbelastning av førerkort	3	90	169,8	169,8	19,8	8,6
Inndragning av bilen ved gjentatt promille	5	85	277,3	383,3	33,7	8,2
Påbud om bruk av fotgjengerrefleks	11	133	409,1	409,1	54,0	7,6
Utvidet bruk av "Sei ifrå" kampanjen	3	125	176,5	176,5	25,2	7,0

Tabell 12: Samfunnsøkonomisk lønnsomme trafikksikkerhetstiltak. Førsteordens virkninger. Rangert etter nytte-kostnadsbrøk, forts

	Nedgang i antall		Beløp i mill kr			
Trafikksikkerhetstiltak	Drepte	Skadde	Total nytte	TS-nytte	Kostnad	Nytte/ kostnad
Skilting av farlige kurver	1	23	368,7	619,8	64,1	5,8
Økt bruk av automatisk fartskontroll	31	654	13482,5	10111,0	2840,5	4,7
Krav om alkolås for promilledømte	5	77	380,0	380,0	90,8	4,2
Signalregulering av X-kryss	0	2	112,4	26,3	28,5	3,9
Krav om høytsittende stopplys	0	87	666,3	666,3	170,0	3,9
Økte bilbeltekontroller	17	265	727,4	727,4	189,0	3,8
Planskilte kryssingssteder for gående	3	62	2845,2	1647,4	762,0	3,7
Økte fartskontroller	32	688	1954,9	1488,8	540,0	3,6
Tredobling av bøtesatser	11	256	527,9	527,9	165,6	3,2
Økt standard i vintervedlikehold	4	125	233,7	233,7	73,8	3,2
Økt bruk av trafikksanering	0	20	290,0	290,0	95,0	3,1
Utbedring av vegbelysning på riksveg	6	72	2476,9	2476,9	945,8	2,6
Signalregulering av T-kryss	0	1	47,8	7,4	19,0	2,5
Utbedring av vegrekkverk på riksveg	0	7	218,1	218,1	90,0	2,4
Rundkjøringer i X-kryss	1	37	2037,3	561,1	900,0	2,3
Krav om selvjusterende frontlykter på biler	4	145	2253,3	2253,3	1031,0	2,2
Opplæringstiltak for problemførere	2	26	108,1	108,1	50,0	2,2
Utbygging av vegbelysning på riksveg	5	58	2017,8	2017,8	1049,7	1,9
Utbedring av gangfelt (opphøyd, gjerder mv)	9	108	3980,4	3980,4	2280,0	1,7
Økte promillekontroller	9	144	399,0	399,0	264,6	1,5
Utbedring av signalanlegg	0	17	215,6	215,6	142,4	1,5
Utbygging av toplankryss	0	15	2097,9	192,8	1402,4	1,5
Tilbakemeldingsskilt	2	30	195,5	674,4	147,1	1,3
Utbedring av vegskulder (asfaltering mv)	0	10	156,1	156,1	116,4	1,3
Påbud om bruk av sykkelhjelm	4	139	279,2	279,2	214,8	1,3
Trafikksikkerhetsrevisjoner	1	11	429,2	429,2	319,7	1,3
Forbedrede underkjøringshinder	10	21	1943,3	2273,9	1650,0	1,2
Innføring av promillegrense på 0,2	3	45	44,1	133,6	37,2	1,2
Utbygging av vegrekkverk	1	15	522,4	522,4	443,9	1,2
Utbygging av vegbelysning på fylkesveg	0	2	71,8	71,8	61,5	1,2
Vegrekkverk i midtdeler på brede veger	0	3	78,5	157,2	69,0	1,1
Ulykkesdataregistrator i bil	20	798	11452,2	11452,2	10310,0	1,1

TS-nytte = nytte for trafikksikkerhet

© TØI 1999

Det understrekes at samspillseffekten mellom ulike tiltak som virker på de samme delmengdene av ulykker og skader reduserer tiltakenes virkninger i forhold til førsteordens virkningene. En del av de tiltak på listen i tabell 12 som ligger ned mot grensen for samfunnsøkonomisk lønnsomhet kan derfor falle under denne grensen dersom de inngår i en pakke av tiltak der også alle de andre lønnsomme tiltakene inngår. Flere detaljer om lønnsomheten av ulike tiltak fremgår av vedlegg 2, del to.

Tabell 12 viser at nedsettelse av fartsgrensen i spredtbygd strøk, herunder medregnet motorveger av klasse B, til 70 km/t er det mest lønnsomme tiltaket. Nye tiltak med høy lønnsomhet er innføring av prikkbelastning av førerkort og inndragning av bilen ved gjentatt promillekjøring. Blant tiltak som allerede er i bruk, peker skilting av farlige kurver, utekontroll av tunge kjøretøy og økt bruk av automatisk fartskontroll seg ut som svært lønnsomme.

7.5 Fordeling av potensialet for å bedre trafikksikkerheten mellom hovedgrupper av tiltak

Tiltakene er plassert i følgende hovedgrupper (se vedlegg 2):

- Overordnede virkemidler
- Vegutforming og vegutstyr
- Drift og vedlikehold av vegnettet
- Trafikkregulering
- Kjøretøyteknikk, personlig verneutstyr og kjøretøykontroll
- Opplæring og informasjon
- Kontroll og sanksjoner

Tabell 13 viser hvordan den beregnede nedgangen i antall drepte fordeler seg mellom tiltak på disse hovedområdene innenfor hver strategi.

Tabell 13: Beregnet nedgang i antall drepte i trafikken i år 2012 fordelt på hovedgrupper av virkemidler innenfor hver strategi.

	Beregnet nedgang i antall drepte i år 2012 i ulike strategier				
Hovedgruppe av tiltak	Videreføring	Lønnsomhet	Kostnads-effektivitet	Nullvisjon	Maksimalt potensiale
Overordnede virkemidler	0	1	1	17	98
Vegutforming	12	13	14	41	39
Drift og vedlikehold	0	3	3	3	3
Trafikkregulering	1	33	49	45	12
Kjøretøyteknikk med videre	11	57	59	37	54
Opplæring og informasjon	0	3	3	4	4
Kontroll og sanksjoner	10	72	74	71	39
Alle grupper av tiltak	34	183	203	218	248

© TØI 1999

I videreføringsstrategien fordeler den beregnede nedgangen i antall drepte seg nokså jevnt på vegutforming, kjøretøytekniske tiltak og kontroll og sanksjoner. I lønnsomhetsstrategien, kostnadseffektivitetsstrategien og Nullvisjonsstrategien gir kontroll og sanksjoner det største bidraget til den beregnede nedgangen i antall drepte. Kjøretøytekniske tiltak og trafikkregulering gir også et forholdsvis stort bidrag til den beregnede nedgangen i antall drepte i disse strategiene. I maksimalt potensiale strategien er utstrakt bruk av ITS-systemer forutsatt, noe som delvis

erstatter tradisjonell kontroll og sanksjoner. Bruken av disse systemene er betraktet som et overordnet virkemiddel. Derfor bidrar overordnede virkemidler relativt mye til den beregnede nedgangen i antallet drepte i maksimalt potensiale strategien.

Tabell 14 viser resultater av tilsvarende beregninger når det gjelder det totale antallet skadde og drepte.

Resultatene viser i hovedtrekk det samme mønsteret som for antall drepte. Det største bidraget til den beregnede nedgang i antall skadde og drepte kommer i de fleste strategier fra trafikkregulering, kjøretøytekniske tiltak og kontroll og sanksjoner. I maksimalt potensiale strategien kommer det største bidraget fra overordnede virkemidler.

Tabell 14: Beregnet nedgang i antall skadde og drepte i trafikken i år 2012 fordelt på hovedgrupper av virkemidler innenfor hver strategi.

	Beregnet nedgang i antall skadde og drepte i år 2012 i ulike strategier				
Hovedgruppe av tiltak	Videreføring	Lønnsomhet	Kostnads-effektivitet	Nullvisjon	Maksimalt potensiale
Overordnede virkemidler	0	9	9	64	3029
Vegutforming	427	262	266	868	1062
Drift og vedlikehold	0	108	124	139	120
Trafikkregulering	82	566	1364	1364	343
Kjøretøyteknikk med videre	194	1470	1421	666	1846
Opplæring og informasjon	0	130	124	185	161
Kontroll og sanksjoner	208	1810	1869	1932	1009
Alle grupper av tiltak	910	4355	5157	5217	7569

© TØI 1999

Man kan merke seg at Nullvisjonsstrategien er beregnet å gi en større nedgang i antall drepte enn kostnadseffektivitetsstrategien (218 mot 203), men omtrent den samme nedgang i antall skadde og drepte totalt (5.217 mot 5.157). Dette forklares ved at tiltakene i Nullvisjonsstrategien er rettet inn mot å forebygge dødsfall og alvorlige skader i større grad enn lettere skader. I kostnadseffektivitetsstrategien er tiltakene rettet inn mot å forebygge så mange skader som mulig, uansett skadegrad.

7.6 Budsjettmessige konsekvenser av de ulike strategiene

De ulike strategiene medfører ulike utgiftsmessige konsekvenser for ulike parter i samfunnet. Fordelingen av utgifter til tiltak mellom ulike aktører har betydning for muligheten for å få gjennomført tiltak. Alle står overfor økonomiske begrensninger de må holde seg innenfor. Offentlige myndigheter har begrensede budsjetter og private husholdninger har en begrenset inntekt. Alle må fordele sine økonomiske ressurser mellom et stort antall formål. Bedre trafikksikkerhet er bare ett av disse.

På bakgrunn av dette er det beregnet hvor store utbetalinger de ulike strategiene medfører på offentlige budsjetter og hvor store utgifter de påfører privat sektor i året 2012. Tabell 15 viser resultatene av beregningen.

Ved beregningen er kostnader til trafikksikkerhetsrevisjon, vegutforming, drift og vedlikehold av vegnettet og trafikkregulering regnet som offentlige utgifter for vegsektoren. Kostnader til kontroll og sanksjoner er regnet som offentlige utgifter for politisektoren. Kostnadene ved økte bøtesatser er imidlertid regnet som en kostnad for privat sektor. Kostnader til kjøretøytekniske tiltak og opplæring og informasjon er regnet som utgifter for privat sektor. Denne fordelingsnøkkelen gir ikke helt nøyaktige resultater, men er god nok til å gi en pekepinn om utgiftenes størrelsesorden for ulike parter.

Skattekostnadsfaktoren er ikke inkludert i kostnadstallene i tabell 15, da den ikke representerer direkte utbetalinger fra et budsjett. For offentlig sektor er bevilgninger til investeringer og til løpende utgifter summert, i samsvar med vanlig oppstilling av offentlige budsjetter. Det presiseres at en slik summering ikke alltid gir mening innenfor rammen av en samfunnsøkonomisk analyse. De budsjettmessige konsekvenser av strategiene må følgelig ikke forveksles med de samfunnsøkonomiske konsekvensene.

Tabell 15: Utgifter for offentlige og private i år 2012 ved ulike strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak. Millioner kroner.

	Utgifter i millioner kroner i år 2012			
	Offentlige budsjetter			
Strategi	Vegsektoren	Politisektoren	Privat sektor	Sum
A. Videreføring av dagens innsats for tiltak som ikke inngår i beregningene ("faste kostnader")				
Videreføring	2835	353	1705	4893
B. Alternative strategier for tiltak som inngår i beregningene som kommer i tillegg til de faste kostnadene				
Videreføring	2121	31	694	2846
Lønnsomhet	835	1240	1729	3804
Kostnadseffektivitet	1137	1758	1839	4734
Nullvisjon	7183	2434	2758	12375
Maksimalt potensiale	14292	1436	30491	46219

© TØI 1999

Tabell 15 viser at dagens utgifter til trafikksikkerhetstiltak er beregnet til ca 7,7 milliarder kroner. Dette er summen av utgifter til videreføring av tiltak som brukes i dag, men som ikke inngår i beregningene (4.893 mill kr), og utgifter til tiltak som inngår i beregningene (2.846 mill kr). Tabell 15 viser at samtlige strategier forutsetter at politisektoren tilføres økte ressurser i forhold til det som benyttes i dag. Vegsektoren kan i lønnsomhetsstrategien og kostnadseffektivitets-strategien klare seg med dagens budsjettrammer eller mindre, men må tilføres økte rammer i Nullvisjonsstrategien og i maksimalt potensiale strategien. Privat sektor blir påført økte utgifter sammenlignet med dagens nivå i alle strategier, forutsatt at de beregnede utgifter kommer i tillegg til de utgifter privat sektor allerede har til dagens tiltak (første linje i tabellen).

Tabell 15 viser at det både i lønnsomhetsstrategien og – langt på veg – i kostnadseffektivitetsstrategien, i prinsippet er mulig å finansiere de tiltak offentlig sektor har ansvaret for innenfor dagens budsjettrammer. Dette kan skje ved å omdisponere midler mellom tiltak. Dersom det i tillegg er mulig å redusere utgiftene til videreføring av de tiltak som ikke inngår i beregningene, kan de totale kostnadene til trafikksikkerhetstiltak reduseres.

Tabell 15 viser utgiftene i året 2012. For å finne utgiftene i hele planperioden 2002-2011, kan man gange utgiftstallene i tabell 15 med 10. Dette gir ikke helt riktige resultater, men er godt nok for å danne seg et bilde av det samlede ressursbehovet.

8 Usikkerhet i resultatene

8.1 En modell for opphopning av usikkerhet fra ulike kilder

Det er mange kilder til usikkerhet i resultatene av beregningene. Først gis en oversikt over kilder til usikkerhet. Deretter forklares hvordan bidraget fra noen av disse kildene er beregnet. Til slutt drøftes hvordan usikkerhet kan påvirke valget mellom de alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak.

Resultatene av nytte-kostnadsanalysene er uttrykt i form av nytte-kostnadsbrøker som viser forholdet mellom nytte og kostnader ved ulike tiltak i de ulike strategiene:

$$\text{Nytte-kostnadsbrøk} = \frac{\{\text{Nytte}\}}{\{\text{Kostnader}\}}$$

Her er både nytte og kostnader satt i klammer, for å vise at de rent beregningsmessig kan betraktes som funksjoner av en rekke variabler. Den generelle funksjonen for nytten kan fremstilles slik:

Nytte = {Trafikksikkerhet} + {Framkommelighet} + {Miljøforhold} + {Ny trafikk}

Nytten er summen av nytten i form av bedre trafikksikkerhet, bedre framkommelighet, bedre miljøforhold og nytte av nyskapt trafikk. Forverring i noen av nyttekomponentene inngår med negative beløp (for eksempel nyttetap ved bortfalt trafikk). Hver nyttekomponent kan fremstilles som et produkt:

Nyttefaktor i = {Mengde som påvirkes} x {Størrelse på effekt} x {Verdsetting av effekt} x {Varighet av effekt}

Når det gjelder trafikksikkerhet, er mengden som påvirkes antallet skadde personer som påvirkes av et gitt tiltak ved et gitt innsatsnivå. Størrelsen på effekten er den prosentvise endring av antallet skadde personer som følge av tiltaket. Verdsettingen av effekten er enhetskostnaden per skadet person for de ulike skadegrader. Varigheten av effekten bestemmer størrelsen på nåverdien av nytten regnet i kroner. På samme måte kan kostnadene til et tiltak skrives som et produkt av ulike ledd:

Kostnad = {Innsatsnivå} x {Enhetskostnad per innsatsenhet} x {Varighet av innsats}

I kostnadseffektivitetsanalysene er det resultatene uttrykt i form av nedgangen i antallet skadde personer per million kroner det koster å gjennomføre tiltaket:

$$\text{Kostnadseffektivitet} = \frac{\{\text{Nedgang i antall skadde personer}\}}{\{\text{Kostnad til gjennomføring av tiltak}\}}$$

Nedgangen i antallet skadde personer er en funksjon av hvor mange som påvirkes av tiltaket og størrelsen på effekten av tiltaket.

Generelt kan usikkerheten i en størrelse R som er en funksjon av flere størrelser (X, Y, Z, ..., W) skrives slik (Rasmussen 1964; Elvik 1993A):

$$Var(R) = \left(\frac{\partial R}{\partial X}\right)^2 Var(X) + \left(\frac{\partial R}{\partial Y}\right)^2 Var(Y) + ... + \left(\frac{\partial R}{\partial W}\right)^2 Var(W)$$

I dette kapitlet er denne tilnærmingsformelen brukt til å beregne usikkerheten i nytten av tiltakene for trafikksikkerheten. Andre bidrag til usikkerhet er ikke beregnet.

8.2 Kilder til usikkerhet i resultatene

Usikkerhet om nytten for trafikksikkerheten

De viktigste kilder til usikkerhet om nytten av et tiltak for trafikksikkerheten er:

1 Usikkerhet om definisjonen av tiltakets målgruppe (hvilke skader tiltaket virker på)

2 Underrapportering av trafikkskader i offisiell ulykkesstatistikk og usikkerhet om rapporteringsgraden

3 Tilfeldig variasjon i det rapporterte antall skadde og drepte personer

4 Tilfeldig variasjon i virkningen av et tiltak på antall skadde og drepte

5 Ukjent systematisk variasjon i virkningen av et tiltak på antallet skadde

6 Manglende kunnskap om hvordan virkningen av ett bestemt tiltak påvirkes av at det kombineres med andre tiltak

7 Usikre ulykkeskostnader.

I tillegg til disse kildene til usikkerhet, er det forventede antall drepte og skadde i år 2012 også påvirket av usikkerhet i ulykkesprognosene for perioden 2000-2012. Det skal kort forklares hva hver av disse kildene til usikkerhet innebærer.

Det er i mange tilfeller ingen tvil om hvilke typer ulykker eller grupper av skadde personer et tiltak påvirker. Noen ganger kan likevel slik tvil oppstå. Hvilke grupper av førere vil for eksempel påvirkes av en ordning med prikkbelastning av førerkort? Vil alle førere bli påvirket, eller bare førere som har pådratt seg så mange prikker at de vil miste førerkortet neste gang de pågripes for en trafikk-forseelse? Hvor mange førere kan man regne med at det vil være i den gruppen som har pådratt seg så mange prikker som det er mulig uten å miste førerkortet? Hvor mange ulykker er disse førerne innblandet i? Det kan gis ulike svar på disse spørsmålene. Hvordan de besvares, avgjør hvor mange skadde personer man regner med kan bli påvirket av prikkbelastning av førerkort.

Underrapportering av ulykker og skader i det offisielle ulykkesregisteret innebærer at det registrerte antallet ulykker og skadde personer kan variere på grunn av endret rapporteringsgrad, selv om det virkelige antallet ulykker og skader er uendret. Det er i prinsippet mulig å beregne hvor stor usikkerhet mangelfull og varierende ulykkesrapportering kan føre til, men dette krever forholdsvis detaljerte kunnskaper om rapporteringsgraden for ulykker og skader (Elvik 1999A).

Selv om alle ulykker og skader som faktisk skjedde ble rapportert, ville tallet variere fra år til år på grunn av rene tilfeldigheter. Den rent tilfeldige variasjonen i antall ulykker er godt kjent og kan beregnes ved å forutsette at ulykkene er Poisson-fordelt rundt det langsiktige gjennomsnittet. Den tilfeldige variasjonen i antallet skadde og drepte personer er noe dårligere kjent, men er større enn den tilfeldige variasjonen i antall ulykker. Fridstrøm (1998) har beregnet at den tilfeldige variasjonen i antallet skadde og drepte personer er omlag 10% større enn den tilfeldige variasjonen i antall ulykker.

Virkningen av et tiltak på antallet skadde og drepte er også gjenstand for rent tilfeldig variasjon. I Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997) er det for de aller fleste tiltak oppgitt et 95% konfidensintervall for virkningen av tiltaket. Dette konfidensintervallet viser hvor stor den tilfeldige variasjonen i virkningen av hvert tiltak er.

Virkningen av et tiltak kan imidlertid variere systematisk, for eksempel som et resultat av varierende standard på tiltaket, i tillegg til den rent tilfeldige variasjonen. Når man kjenner til slik systematisk variasjon i virkningen av et tiltak kan man ta hensyn til den ved å beregne virkningene hver for seg for grupper der virkningen er ulik. Eksempelvis er virkningen av å bygge om kryss til rundkjøringer beregnet hver for seg for X-kryss og T-kryss, fordi virkningen er større i X-kryss enn i T-kryss. Usikkerhet i beregningene oppstår når det er ukjent systematisk variasjon i virkningen av et tiltak.

De aller fleste undersøkelser om virkninger av tiltak handler om ett enkelt tiltak. Det finnes lite kunnskap om hvordan et tiltak virker når det kombineres med et annet tiltak. Kan man for eksempel regne med at fotgjengerrefleks virker like bra når vegbelysning er innført som på en ubelyst veg? Svaret på dette spørsmålet er ukjent. I beregningene er det forutsatt at den prosentvise virkningen av de enkelte tiltak er uavhengige av hvilke andre tiltak som iverksettes. I en del sammenhenger er dette høyst sannsynlig feil. Det er, eksempelvis, ikke urimelig å tro at fotgjengerrefleks har en mindre virkning dersom vegbelysning er innført og bilenes lykter i tillegg er forbedret.

Ulykkeskostnadene er også usikre. En utførlig drøfting av kilder til usikkerhet i ulykkeskostnadene er gitt av Elvik, Hammer, Johansen og Minken (1994). Noen av kildene til usikkerhet i ulykkeskostnader kan beregnes, andre er av en art som vanskelig kan tallfestes på en meningsfull måte. Den virkelige usikkerheten er derfor større enn den som lar seg beregne. Et problem ved beregning av usikkerhet i ulykkeskostnader, er at ulike kilder til usikkerhet sannsynligvis er korrelert. Dette problemet vil trolig gjelde usikkerhet i økonomisk verdsetting av goder uten markedspris i sin alminnelighet.

Ulykkesprognosene er usikre (Fridstrøm 1998). Disse prognosene er laget under ulike forutsetninger om trafikkvekst og risikoutvikling. Forutsetningene om trafikkvekst avhenger i sin tur av antakelser om økonomisk vekst. For året 2012 varierer prognosetallet for antall drepte mellom 282 og 372 personer. I denne rapporten er det høyeste alternativet lagt til grunn.

Kilder til usikkerhet i sin alminnelighet

Drøftingen over av kilder til usikkerhet i nytten av tiltakene for trafikksikkerheten har i stor grad generell gyldighet. Alle enkeltresultater som inngår i beregningen av sluttresultatene vil i det minste ha følgende kilder til usikkerhet:

1 Usikkerhet om definisjonen av, eller størrelsen på, den gruppen som påvirkes av tiltaket (usikre trafikktall, utslippstall, støymålinger, osv).

2 Usikkerhet om størrelsen på virkningen av et tiltak (usikre tall for endringer i fart eller ventetider, osv).

3 Usikkerhet om verdsetting av goder uten markedspris. Virkningene av tiltak både for framkommelighet og miljøforhold består for en stor del av goder uten markedspris (reisetid, luftkvalitet, støynivå, osv).

4 Usikkerhet om fremtidig utvikling og tidshorisonten for analysen. Denne usikkerheten kan omfatte både varigheten av effekter, forventet trafikkvekst og valget av kalkulasjonsrente.

Det er en omfattende oppgave å beregne usikkerheten i alle faktorer som inngår i beregningene. Det er tvilsomt om en slik beregning i det hele tatt kan gjennomføres, fordi usikkerheten ikke lar seg tallfeste på en meningsfull måte for alle faktorer som inngår i beregningene. Eksempelvis er usikkerheten i kostnadstall for en del ITS-systemer for dårlig kjent til at den kan tallfestes. En fullstendig usikkerhetsberegning blir dermed umulig.

Innenfor de rammer dette prosjektet har til rådighet, er det prioritert å beregne usikkerhet kun om virkninger av tiltakene på trafikksikkerheten og den økonomiske verdsettingen av disse virkningene. Det sier seg selv at dette ikke gir noe fullstendig bilde av usikkerheten om konsekvensene av de enkelte tiltak og alternative strategier for bruk av tiltak, og at den reelle usikkerheten er større enn beregnet her.

8.3 Beregning av usikkerhet om virkninger av tiltakene for trafikksikkerheten og usikkerhet om ulykkeskostnader

Virkninger på antall skadde og drepte. Tabell 16 viser beregnet usikkerhet om virkninger av de alternative strategiene for bruk av trafikksikkerhetstiltak, oppgitt ved nedre og øvre 95% konfidensintervall for den beregnede nedgang i antall drepte og skadde. Se for øvrig vedlegg 3.

Beregningene viser at det er særlig stor usikkerhet om nedgangen i antall drepte. I videreføringsstrategien kan man ikke engang være sikker på at det blir noen nedgang i antall drepte. Usikkerheten om nedgangen i antallet skadde og drepte er mindre, men stort sett gir øvre 95% konfidensgrense omlag dobbelt så stor nedgang som nedre 95% konfidensgrense (1183 mot 565 i videreføringsstrategien, 6863 mot 3519 i Nullvisjonsstrategien, osv). I lønnsomhetsstrategien og kostnadseffektivitetsstrategien er imidlertid usikkerheten større enn dette.

Tabell 16: Beregnet usikkerhet om virkninger av alternative strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak på antall skadde og drepte.

	Beregnet nedgang i antall drepte			Beregnet nedgang i antall skadde og drepte		
Alternativ strategi	Forventet	Nedre 95%	Øvre 95%	Forventet	Nedre 95%	Øvre 95%
Videreføring	34	-1	65	910	565	1183
Lønnsomhet	183	59	260	4355	1263	6895
Kostnadseffektivitet	203	74	274	5157	2030	7632
Nullvisjon	218	131	273	5217	3519	6863
Maksimalt potensiale	248	139	285	7569	4273	9792

© TØI 1999

Ulykkeskostnader og kalkulasjonsrente. Når det gjelder den økonomiske verdsettingen av de beregnede endringer i antall skadde og drepte, er usikkerheten delvis av en annen art enn usikkerheten om nedgangen i antallet skadde og drepte. Det dreier seg her ikke bare om en rent statistisk usikkerhet, men om en teoretisk usikkerhet, knyttet til for eksempel definisjonen av hvilke kostnadselementer som bør inngå i beregning av ulykkeskostnadene.

Kostnadsberegningsutvalget (NOU 1997:27, NOU 1998:16) drøfter usikkerhet i ulykkeskostnadene. Utvalget argumenterer for at det er usikkert om det er teoretisk riktig å inkludere produksjonsbortfall og altruistisk verdsetting av økt sikkerhet i verdien av et statistisk liv. Generelt anbefaler utvalget at man i slike tvilstilfeller velger det laveste alternativ. Utvalget anbefaler derfor at verdien av et statistisk liv settes til 10 mill kr i 1991-verdi, mot 14,2 mill kr (1991-verdi) når produksjonsbortfall og velferdstap for pårørende inngår i tallene. Utvalgets argumentasjon for denne anbefalingen er ikke overbevisende og bygger delvis på en misforståelse av de beregnede kostnadene ved et dødsfall i trafikken. Det ligger imidlertid utenfor rammen for denne rapporten å føre en realitetsdiskusjon om grunnlaget for ulykkeskostnadene.

Kostnadsberegningsutvalgets forslag til verdi av et statistisk liv er lagt til grunn for en følsomhetsanalyse, som lavt alternativ for kostnadene. Som høyt alternativ i denne følsomhetsanalysen er brukt øvre 95% konfidensgrense for ulykkes-kostnadene, slik de er beregnet av Elvik med flere (1994).

Kostnadsberegningsutvalget drøfter også bruk av kalkulasjonsrenten til å fange opp usikkerhet i investeringsprosjekter. Utvalget hevder at en rekke samferdsels-investeringer medfører høy risiko. Utvalget foreslår en kalkulasjonsrente på 8% for prosjekter med høy risiko, 6% for prosjekter med middels risiko og 4% for prosjekter med lav risiko. Samferdselsprosjekter vil normalt ha enten høy eller middels risiko. Kalkulasjonsrenten bør da være enten 6% eller 8%. Dagens kalkulasjonsrente er 7%.

Også på dette punkt er Kostnadsberegningsutvalget blitt kritisert (Schreiner og Wærness 1997). Det faller utenfor rammen for denne rapporten å drøfte kritikken mot Kostnadsberegningsutvalgets forslag til å bruke kalkulasjonsrenten til å korrigere for risiko i investeringsprosjekter. De ulike antakelser om parametre for økonomisk verdsetting av trafikksikkerhet som er brukt i følsomhetsanalysen er oppsummert i tabell 17. Her må en være klar over at en lav kalkulasjonsrente, alt

annet likt, medfører en høyere verdsetting av nytten (høyere nåverdi) enn en høy. Det er følgelig kombinasjonen av lav verdi på kalkulasjonsrenten og høy verdi på ulykkeskostnadene som totalt sett gir den høyeste verdsettingen av trafikksikkerhetsnytten av de alternative strategiene.

Tabell 17: Oppsummering av forutsetninger for følsomhetsanalyse av økonomisk verdsetting av økt trafikksikkerhet. Beløp i kroner og rentesats i prosent.

Parameter	Beste anslag	Lav verdi	Høy verdi
Kostnad ved et dødsfall	18.600.000	13.100.000	24.400.000
Kostnad ved en alvorlig skade	5.400.000	5.400.000	7.100.000
Kostnad ved en lett skade	560.000	560.000	730.000
Kalkulasjonsrente	7%	6%	8%

© TØI 1999

Resultatene av beregningene, i form av innsparte ulykkeskostnader i mill kr er oppgitt i tabell 18. Det fremgår at valget av nivå for ulykkeskostnader og kalkulasjonsrente betyr mye for størrelsen på de beregnede innsparte ulykkeskostnader. Høyeste nivå ligger omtrent 70% over laveste nivå. Det er laveste nivå som er mest i samsvar med Kostnadsberegningsutvalgets anbefalinger. En forskjell i beregnet nytte på omlag 70% kan selvsagt være helt avgjørende for resultatet av en nytte-kostnadsanalyse.

Tabell 18: Resultater av følsomhetsanalyse av ulykkeskostnader og kalkulasjonsrente. Innsparte ulykkeskostnader i mill kr. Nåverdi

	Reduksjon av ulykkeskostnader i mill kr		
Alternativ strategi	Beste anslag	Nedre grense	Øvre grense
Videreføring	16130	13572	22948
Lønnsomhet	50308	39783	67388
Kostnadseffektivitet	60005	50289	84152
Nullvisjon	65747	54583	92361
Maksimalt potensiale	91450	76300	128268

© TØI 1999

Dersom man kombinerer den beregnede usikkerhet i virkningen på antallet skadde og drepte fra tabell 16 og den beregnede usikkerheten i økonomisk verdsetting av disse virkningene fra tabell 18, kan man beregne en usikkerhet i nytte-kostnadsbrøken for de ulike strategier. Denne usikkerheten gjelder bare en av de faktorer som bestemmer verdien på nytte-kostnadsbrøken. Den virkelige usikkerheten er derfor muligens betydelig større enn beregnet her.

Tabell 19 viser resultatene av en beregning av usikkerheten i nytte-kostnadsbrøken ved de ulike strategier. Tabellen viser at graden av usikkerhet i nytte-kostnadsbrøken varierer mellom de ulike strategiene. Spesielt stor er usikkerheten i kostnadseffektivitetsstrategien, der ikke en gang fortegnet på nytte-kostnadsbrøken er sikkert. I denne strategien kan det med andre ord ikke utelukkes at nytten er negativ, for eksempel fordi forverringen av framkommeligheten mer enn oppveier alle fordeler av tiltakene som inngår i strategien. For de andre strategiene er usikkerheten mindre, men likevel betydelig.

Høyeste verdi på nytte-kostnadsbrøken er mellom ca 2,7 ganger (1,10/0,40) og ca 6 ganger (0,58/0,09) høyere enn laveste verdi.

Tabell 19: Resultater av følsomhetsanalyse av nytte-kostnadsbrøken av ulike strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak

	Nytte-kostnadsbrøk (nytte/kostnad)		
Alternativ strategi	Beste anslag	Nedre grense	Øvre grense
Videreføring	0,64	0,40	1,10
Lønnsomhet	1,79	0,69	2,95
Kostnadseffektivitet	1,10	-0,03	3,40
Nullvisjon	0,47	0,23	0,99
Maksimalt potensiale	0,28	0,09	0,58

© TØI 1999

Man kan spørre seg om nytte-kostnadsanalyser i det hele tatt har noen verdi når resultatene er så usikre. Nytte-kostnadsbrøken kan variere svært mye, avhengig av hvilke forutsetninger som legges til grunn for analysen. Det er ingen stor overdrivelse å hevde at man nesten kan få det svaret man vil ha, ved å velge dertil egnede forutsetninger for beregningene.

Resultatene i tabell 19 viser likevel et nokså entydig mønster, som ikke burde skape særlig tvil om hvilket alternativ som er best, *bedømt utelukkende på grunnlag av samfunnsøkonomisk lønnsomhet*.

- Lønnsomhetsalternativet har selv ved nedre grense et gunstigere nytte-kostnadsforhold enn noe annet alternativ.
- Det er lite sannsynlig at Nullvisjonsalternativet og maksimalt potensiale alternativet er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Nytte-kostnadsbrøken er selv i beste fall under 1 i alle disse alternativene.
- Kostnadseffektivitetsalternativet kan i beste fall gi en nytte som er større enn kostnadene, men kan i verste fall gi en negativ nytte.

En beslutningstaker som legger vekt på at de midler som benyttes til trafikksikkerhetstiltak med en rimelig grad av sikkerhet skal gi en brukbar samfunnsøkonomisk avkastning, vil ut fra dette mønsteret i resultatene betrakte lønnsomhetsalternativet som best.

8.4 Betydningen av usikkerhet for valg av strategi for bruk av trafikksikkerhetstiltak

Det er imidlertid ikke innlysende at valget mellom strategiene kan eller bør bygge utelukkende på resultatene av nytte-kostnadsanalysene. Disse analysene har flere svakheter og fanger ikke nødvendigvis opp alle de hensyn en beslutningstaker ønsker å legge vekt på. Det kan derfor ha interesse å drøfte på et bredere grunnlag betydningen av usikkerhet i resultatene for valget mellom alternativer for bruk av trafikksikkerhetstiltak.

Dorfman (1962) drøfter ulike regler for beslutninger under usikkerhet. Han kommer til at den teoretisk mest tilfredsstillende regelen er nytteforventnings-

teoremet til VonNeumann og Morgenstern. Alle andre beslutningsregler Dorfman drøfter kan lede til inkonsistente valg, fordi de ikke er uavhengige av irrelevante alternativer. I vårt tilfelle kan heller ikke nytteforventningsteoremet brukes, fordi det forutsetter at nytten av tiltak er regnet i "nytte-enheter", ikke i kroner, og fordi det forutsetter at sannsynlighetsfordelingen for de ulike mulige utfall er kjent. En enklere tilnærmingsmåte er derfor valgt i dette prosjektet.

Fire mulige kriterier for valg mellom alternativene er formulert:

1 Nedgangen i antall drepte

2 Nedgangen i antall skadde

3 Gjennomsnittlig kostnadseffektivitet

4 Nytte-kostnadsbrøk

For hvert av disse fire kriteriene, er hver av de fem alternative strategiene rangordnet på grunnlag av:

A Forventet utfall

B Verste utfall

C Beste utfall

Forventet utfall er beste anslag på verdien av hvert av de fire kriteriene nevnt over. Verste utfall er nedre 95% konfidensgrense, og beste utfall er øvre 95% konfidensgrense. Utfall som ligger utenfor disse grensene vil statistisk sett bare forekomme i 5% av tilfellene.

Tanken er følgende: dersom rangordningen mellom alternativene påvirkes sterkt av om man legger forventet utfall, verste utfall eller beste utfall til grunn, har usikkerheten betydning for hva som bør velges. Påvirkes rangordningen lite, er usikkerheten av underordnet betydning for hva som bør velges.

Ved rangordningen er 1 beste verdi, 5 er verste. Store forskjeller i rangsiffer mellom beste og verste utfall betyr at usikkerheten er stor. Små eller ingen forskjeller betyr at usikkerheten er liten. Tabell 20 viser resultatene av rangordningen.

Tabell 20 viser at videreføringsalternativet stort sett er det dårligste alternativet, uansett hvilket beslutningskriterium som legges til grunn og uansett hvilket utfall som forutsettes å inntreffe i henhold til vedkommende beslutningskriterium. Lønnsomhetsalternativet er best både i følge nytte-kostnadsbrøk og kostnads-effektivitet, men havner stort sett på fjerde plass ut fra nedgang i antall drepte eller nedgang i antall skadde og drepte.

Tabell 20: Rangordning av ulike alternativer for bruk av trafikksikkerhetstiltak etter fire mulige kriterier for valg mellom alternativene ved ulike mulige utfall knyttet til valgkriteriene. 1 = best, 5 = dårligst.

		Alternativer for bruk av trafikksikkerhetstiltak				
Beslutningskriterium	Mulige utfall	Videreføring	Lønnsomhet	Kostnads-effektivitet	Nullvisjon	Maksimalt potensiale
Nedgang i drepte	Forventet	5	4	3	2	1
	Verste	5	4	3	2	1
	Beste	5	4	2	3	1
Nedgang i skadde	Forventet	5	4	3	2	1
	Verste	5	4	3	2	1
	Beste	5	3	2	4	1
Kostnadseffektivitet	Forventet	5	1	2	3	4
	Verste	5	2	1	3	4
	Beste	5	1	2	3	4
Nytte-kostnadsbrøk	Forventet	3	1	2	4	5
	Verste	2	1	5	3	4
	Beste	3	2	1	4	5

© TØI 1999

Usikkerhet gir størst utslag for kostnadseffektivitetsalternativet. Når nytte-kostnadsbrøken legges til grunn, varierer dette alternativet mellom rangsiffer 1 og rangsiffer 5, avhengig av om beste eller verste utfall inntreffer. Dersom man ønsker å redusere usikkerheten om de mulige konsekvenser av de tiltak som iverksettes, bør man derfor ikke velge kostnadseffektivitetsalternativet.

9 Drøfting, oppsummering og konklusjoner

9.1 Drøfting av mulige svakheter ved beregningene

Beregningene av virkninger av ulike strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak tyder på at det er mulig å bedre trafikksikkerheten i Norge i betydelig grad. Potensialet for bedring av trafikksikkerheten må kunne betegnes som overraskende stort, tatt i betraktning at ulykkesrisikoen i vegtrafikk i Norge internasjonalt sett er meget lav. Sett på bakgrunn av dette, er det grunn til å drøfte følgende spørsmål:

- Er de antakelser som er gjort om virkninger av tiltakene rimelige? Er det grunn til å tro at virkningen av noen tiltak er overvurdert?
- Har tiltakene like stor virkning på ulykker og skader over tid og uavhengig av det omfang de brukes i?
- Har hvert tiltak like stor prosentvis virkning på ulykkene uansett hvilke andre tiltak det kombineres med?

Virkninger av enkelttiltak. Beregningene som er presentert i denne rapporten bygger konsekvent på forsiktige antakelser om virkningen av tiltakene. I en rekke tilfeller er det antatt at tiltakene har mindre virkninger enn dem som er oppgitt i Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik, Mysen og Vaa 1997) eller i de undersøkelser som er gjort om virkninger av tiltakene (Wouters og Bos 1997; DeYoung 1999). Begrunnelsen for dette, er at det for disse tiltakene er grunn til å tro at de virkninger som oppgis i Trafikksikkerhetshåndboken eller i original-undersøkelsene er overdrevne, på grunn av metodesvakheter ved undersøkelsene. Tabell 21 gir noen eksempler på tiltak der det i beregningene er forutsatt en mindre virkning enn den som er oppgitt i Trafikksikkerhetshåndboken eller de undersøkelser som gjelder vedkommende tiltak.

Det er ikke i noen tilfeller forutsatt at et tiltak har en større virkning på ulykker og skader enn Trafikksikkerhetshåndboken oppgir. Det er derfor lite trolig at beregningene har overvurdert virkningene av de enkelte tiltak.

Virkninger over tid og ved ulike innsatsnivåer. Kunnskapen om virkninger av trafikksikkerhetstiltak på ulykker eller skader er ”historisk”. Den er hentet fra undersøkelser som til dels er gjort for mange år siden og viser hvordan tiltaket virket den gang. Kan det tenkes at et tiltak mister sin virkning over tid? Kan det tenkes at et tiltak som har en stor prosentvis virkning på ulykkene når det brukes i et lite omfang får en mindre virkning når det brukes i et større omfang?

Tabell 21: Eksempler på tiltak hvor det i beregningene i dette prosjektet er forutsatt en lavere virkning på ulykker eller skadde personer enn oppgitt i Trafikksikkerhets-håndboken eller i originalstudier av virkninger av tiltaket.

Tiltak	Prosent nedgang i antall personskadeulykker eller skadde personer i tiltakets målgruppe	
	Oppgitt i Trafikk-sikkerhetshåndboken eller originalstudier	Forutsatt i beregningene i dette prosjektet
Toplankryss (i stedet for X-kryss i plan)	50	20
Vegrekkverk langs vegkant	52	33
Skilting av farlige kurver	39	32
Miljøgater	38	30
Tilbakemeldingsskilt	45	6
Bruk av fotgjengerrefleks	85	53
Ulykkesdataregistrator i bilen	20	7
Tredobling av fartskontroller	5	4
Inndragning av bilen ved gjentatt promillekjøring	38	30

© TØI 1999

Svaret på begge disse spørsmålene er ”ja”. Det er fullt mulig at et tiltak mister sin virkning over tid. Det er også lett å tenke seg hvordan en svært utstrakt bruk av et tiltak kan undergrave virkningen av tiltaket. Et nærliggende eksempel på det siste, er skilting av farlige kurver. Hvis slike skilt settes opp foran enhver kurve, vil trafikantene sannsynligvis slutte å ta skiltene alvorlig, og de vil da miste sin virkning.

Et eksempel på hvordan virkningen av et tiltak kan avta over tid, er resultater av norske undersøkelser om virkningen av rundkjøringer på antall personskade-ulykker. Tabell 22 viser resultatene av fem slike undersøkelser utført etter 1983.

Tabell 22: Resultater av norske undersøkelser om virkninger av rundkjøringer på antall personskadeulykker. Prosent endring av antall ulykker

Undersøkelse	Anslag på prosentvis virkning av rundkjøringer på antall personskadeulykker
Senneset, 1983	-36
Nygaard, 1988	-72
Kristiansen, 1992	-72
Oslo Veivesen, 1995	-41
Giæver, 1997	+22

© TØI 1999

De første norske undersøkelsene om rundkjøringer fant en nedgang i antall personskadeulykker på opp til 70%. Den nyeste undersøkelsen fant en økning av antall ulykker på vel 20%. En mulig forklaring på denne utviklingen, er at rundkjøringene etter hvert er blitt større. Store rundkjøringer gir ikke like stor fartsreduksjon som små rundkjøringer. Men også den nyeste norske undersøkelsen (Giæver 1997) viser at skadegraden i ulykkene er redusert etter at

rundkjøringer ble anlagt. Ulykkene i rundkjøringer er så mye mindre alvorlige enn i andre kryss at ulykkeskostnadene går ned, selv om antall ulykker går opp.

Erfaringene med utbygging av automatisk fartskontroll gir et eksempel på at utvidet bruk av et tiltak kan redusere tiltakets virkning på ulykkene. Det er utarbeidet tre kriterier for innføring av automatisk fartskontroll på en veg:

- Risikonivået (personskadeulykker per million kjøretøykm) må være over gjennomsnittet for en tilsvarende vegstrekning, regnet som gjennomsnitt over 4 år.
- Ulykkestettheten må være minst 0,5 ulykker per km per år - regnet som middel over hele strekningen i løpet av 4 år.
- Trafikkens gjennomsnittsfart må være høyere enn fartsgrensen.

Disse kriteriene for bruk av automatisk fartskontroll ble fastlagt i 1993. De er derfor ikke oppfylt på alle veger der automatisk fartskontroll ble tatt i bruk før 1993. I en norsk undersøkelse (Elvik 1997B) er virkningen av automatisk fartskontroll på antall personskadeulykker undersøkt, avhengig av om de to førstnevnte kriteriene på listen over er oppfylt eller ikke. Tabell 23 viser resultatene av denne undersøkelsen.

Tabell 23: Virkninger av automatisk fartskontroll på antall personskadeulykker for veger der kriterier for bruk av tiltaket er oppfylt eller ikke

Kriterium for ulykkesrisiko oppfylt	Kriterium for ulykkestetthet oppfylt	Prosent endring av antall personskadeulykker
Ja	Ja	-26
Ja	Nei	-24
Nei	Ja	-15
Nei	Nei	-5

© TØI 1999

Tabell 23 viser at virkningen av automatisk fartskontroll på antall personskadeulykker er størst der begge kriterier er oppfylt, minst der ingen av dem er oppfylt. Etter hvert som automatisk fartskontroll bygges videre ut, vil man dekke alle strekninger som oppfyller kriteriene for bruk av tiltaket. En fortsatt utbygging ut over dette, på strekninger der kriteriene ikke er oppfylt, vil trolig ha en mindre virkning på ulykkene. Dette er det tatt hensyn til i beregningene av effekter av fortsatt utbygging av automatisk fartskontroll.

Kombinerte virkninger av tiltak. Det er beregnet at det maksimale potensialet for å redusere antall drepte i trafikken i Norge er en nedgang på 248 personer, som tilsvarer vel 80% av antallet drepte som dannet utgangspunkt for beregningene (300 drepte per år). Dette må oppfattes som en teoretisk øvre grense for hva man kan oppnå.

Er den beregnede nedgangen i antall skadde og drepte i for eksempel lønnsomhetsalternativet oppnåelig? Forventet antall drepte i år 2012 er beregnet til 189 personer, som er en nedgang fra et gjennomsnitt på 306 per år i perioden 1990-1998 og fra en prognose på 372 drepte uten tiltak i år 2012. En tilsvarende nedgang i antall drepte i trafikken (40-50%) er oppnådd i andre land i løpet av kortere tid enn fra 1998 til 2012 (14 år). I delstaten Victoria i Australia ble antallet drepte og alvorlig skadde i trafikken redusert med ca 45% fra 1989 til 1993, i

hovedsak som følge av et omfattende trafikksikkerhetsprogram som ble gjennomført i denne perioden (Cameron og Harrison 1998). Disse erfaringene tyder på at en slik nedgang ikke er uoppnåelig.

Det foreligger ytterst få undersøkelser av virkningene på ulykkene av at flere tiltak gjennomføres som en pakke. Elvik (1988) har reanalysert resultatene av en undersøkelse om tiltak i kryss av Brüde og Larsson (1985). I kryss der kun ett tiltak ble gjennomført, gikk antall ulykker i gjennomsnitt ned med 16%. I kryss der to eller flere tiltak ble gjennomført, gikk antall ulykker i gjennomsnitt ned med 28%. I gjennomsnitt ble 2,83 tiltak gjennomført per kryss i kryss der mer enn ett tiltak ble gjennomført.

Dersom man forutsetter at virkningene av hvert tiltak er uavhengig av hvilke andre tiltak det kombineres med – slik det er gjort i denne rapporten – kan man beregne den forventede nedgang i antall ulykker i kryss der flere tiltak ble gjennomført til:

$1 – (0{,}84^{2{,}83}) = 1 – 0{,}61 = 0{,}39 = 39\%$

Virkningen ble beregnet til *28%*. Dette kan tyde på at hvert tiltak har en noe mindre effekt på ulykkene når det iverksettes sammen med andre tiltak enn når det iverksettes alene. Et slikt resultat er ikke urimelig, fordi mange tiltak virker delvis på de samme risikofaktorene.

Det kan derfor ikke utelukkes at tiltakenes kombinerte virkninger er overvurdert. Kunnskapene om de kombinerte virkninger av en rekke tiltak som inngår i en pakke er imidlertid for dårlige til å begrunne bruk av en mer komplisert modell for å beregne virkninger enn den som er brukt i denne rapporten.

9.2 Drøfting av en del vanlige påstander og synspunkter i offentlig debatt om trafikksikkerhet

Beregningene som er presentert i denne rapporten kan brukes til å drøfte hvor riktige eller holdbare en del vanlige påstander og synspunkter som settes fram i offentlig debatt om trafikksikkerhet er. I dette avsnittet er riktigheten av en del slike påstander drøftet i lys av resultatene som legges frem i denne rapporten.

Påstand 1:

Trafikksikkerheten i Norge er bedre enn i nesten alle andre land og kan ikke bedres uten drastiske tiltak, som sterk reduksjon av trafikkmengden eller farten.

Denne påstanden er delvis riktig, delvis gal. Det er riktig at Norge har et lavere antall drepte i trafikken per innbygger eller per motorkjøretøy enn de fleste andre land som har noenlunde samme biltetthet per innbygger som Norge. Dette betyr imidlertid ikke at det er umulig å bedre trafikksikkerheten i Norge uten å ty til tiltak som begrenser trafikkmengden eller senker farten betydelig. Beregningene som er presentert i denne rapporten viser at trafikksikkerheten i Norge fortsatt kan bedres betydelig ved hjelp av tiltak som ikke går ut over reisemulighetene (trafikkmengden og friheten til å velge transportmiddel) eller framkommeligheten (fartsnivået).

Påstand 2:

Trafikksikkerhetsarbeidet i Norge mangler ressurser. Økte bevilgninger er nødvendig for å oppnå bedre trafikksikkerhet.

Beregningene som er presentert i denne rapporten støtter ikke denne påstanden. Det er mulig å oppnå bedre resultater i trafikksikkerhetsarbeidet enn dem man oppnår i dag uten at det nødvendigvis krever økte offentlige bevilgninger. Da kreves det imidlertid at trafikksikkerhetstiltakene i stor grad prioriteres på grunnlag av samfunnsøkonomiske lønnsomhetsbetraktninger.

Påstand 3:

Innsatsen i trafikksikkerhetsarbeidet må konsentreres om mennesket, fordi de fleste ulykker skyldes menneskelige feilhandlinger.

Denne påstanden gjenspeiler en tankegang som, i fortettet form, kan beskrives slik: For å løse et problem, må vi fjerne årsakene til problemet. Årsakene til de fleste trafikkulykker er menneskelige feil. Derfor må vi konsentrere oss om menneskelige faktorer for å forebygge trafikkulykker.

Tre kommentarer kan gis til denne tankegangen. For det første er det utvilsomt riktig at de fleste ulykker har sammenheng med menneskelige feil. Men denne erkjennelsen blir først nyttig hvis vi vet hvorfor feilene begås og hvordan de kan forebygges, eventuelt få mindre alvorlige konsekvenser. Dette leder til den andre kommentaren, som er at menneskelige feil og deres konsekvenser ofte kan forebygges vel så effektivt med tekniske tiltak som med tiltak rettet direkte mot mennesket. Eksempelvis kan en forenkling av trafikkmiljøet redusere sannsynligheten for feilhandling.

Den tredje kommentaren er at man på kort sikt høyst sannsynlig kan oppnå størst bedring av trafikksikkerheten ved å sørge for at trafikkreglene etterleves bedre. Økt kontroll er et effektivt virkemiddel for å oppnå dette. I denne forstand er det riktig at trafikksikkerheten kan bedres ved å satse mer på tiltak som gjør trafikantenes atferd mindre risikofylt.

Påstand 4:

Den beste måten å eliminere feilhandlinger på, er å satse på moderne informasjonsteknologi i trafikken. Teknikk for "intelligente transportsystemer" (ITS) kan bedre trafikksikkerheten betydelig.

Virkningene av ulike ITS-systemer på trafikksikkerheten er rimeligvis ikke like godt kjent som virkningene av en del andre tiltak som har vært brukt i lang tid. De beregninger som er gjort i denne rapporten, tyder på at en utstrakt bruk av slike systemer kan bedre trafikksikkerheten. Slike systemer vil likevel ikke gi noe vesentlig bidrag til å bedre trafikksikkerheten i Norge på kort sikt. Det er tre hovedgrunner til det.

For det første vil slike systemer i første omgang bare bli tatt i bruk på nye biler. Det tar minst 15 år før hele bilparken er fornyet, slik at systemene finnes i alle biler. For det andre tyder beregningene på at en del av disse systemene fortsatt er for dyre til at de er samfunnsøkonomisk eller privatøkonomisk lønnsomme. ITS-systemer vil neppe bli etterspurt i betydelig grad før de blir billigere enn de er i dag. For det tredje er det mest effektive kjente ITS-systemet for trafikksikkerheten en toppfartssperre på biler. Dette er imidlertid et system som er uønsket av

flertallet av trafikantene (Muskaug 1998), i tillegg til at det i følge beregningene heller ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Dessuten kan ikke norske myndighetene ensidig innføre nye tekniske krav til kjøretøy, fordi dette er en del av EØS-avtalen.

Påstand 5:

Det må lønne seg å bygge ut firefelts motorveger med midtdeler på de mest trafikkerte riksvegene, for eksempel E18 i Vestfold.

Beregningene som er presentert i denne rapporten, tyder ikke på at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge motorveger av klasse A, selv på veger som har betydelig mer trafikk enn E18 i Vestfold. Det kan selvsagt ikke utelukkes at det er lønnsomt å bygge motorveger enkelte steder. Men det aller meste av vegnettet i Norge har liten trafikk til at det er lønnsomt å bygge motorveger.

Bygging av motorveger av klasse A er en dyr måte å bedre trafikksikkerheten på. Det finnes mange rimeligere og mer lønnsomme trafikksikkerhetstiltak. Som tidligere nevnt, er imidlertid en billigere utgave av fire felts veger nå under utvikling.

Påstand 6:

Trafikksikkerhetsarbeidet kan ikke bygge på økonomiske lønnsomhets-betraktninger, men må ta utgangspunkt i ubetingede etiske normer om å redde liv.

Det er ingen tvil om at samfunnsøkonomiske lønnsomhetsbetraktninger har en rekke svakheter. De viktigste svakhetene ved de nytte-kostnadsanalyser som er gjort i denne undersøkelsen omfatter:

1 Trygghet inngår ikke i analysene. Konsekvenser av tiltakene for tidsbruk og andre reisekvaliteter for fotgjengere og syklister inngår heller ikke. Det er ikke usannsynlig at dette betyr at nytten av tiltak for fotgjengere og syklister under-vurderes (Elvik 1999C).

2 Et mål om å redusere forskjellene i personskaderisiko mellom trafikant-grupper, er ikke ivaretatt av nytte-kostnadsanalysene.

3 Andre fordelingsmål, for eksempel et mål om utjevning av regionale forskjeller i transportkvalitet, inngår heller ikke nytte-kostnadsanalysene.

4 Alle økonomiske verdsettinger av goder uten markedspris er usikre. Dette gjelder ikke bare ulykkeskostnadene, men i like høy grad tidskostnadene og miljøkostnadene.

Disse svakhetene og begrensningene ved de samfunnsøkonomiske analysene av trafikksikkerhetstiltak innebærer at beslutninger om bruk av disse tiltakene ikke kan bygge utelukkende på resultatene av de samfunnsøkonomiske analysene. Dette har da heller ikke vært tilfellet til nå i Norge. Prioriteringen av trafikk-sikkerhetstiltak bygger ikke utelukkende på resultater av nytte-kostnadsanalyser (Elvik 1993A, Fridstrøm og Elvik 1997).

Det er ikke desto mindre klart at man kunne oppnå bedre resultater av trafikksikkerhetsarbeidet ved i større grad å bygge bruken av tiltak på nytte-kostnadsanalyser.

De etiske retningslinjer som til nå er utviklet, blant annet som en del av grunnlaget for Nullvisjonen, gir imidlertid heller ikke noe tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for trafikksikkerhetstiltak (Elvik 1999D). Det er ikke mulig å bygge praktisk politikk på en etisk norm som sier at man alltid skal gjøre alt som står i menneskelig makt for å redde mennesker fra å dø (den første etiske normen i Nullvisjonen). En slik etisk norm kan umiddelbart lyde innlysende riktig, men kan ha konsekvenser som de fleste vil betrakte som etisk problematiske. Etiske retningslinjer er mest nyttige når de forteller hvordan moralske dilemmaer bør løses, ikke når de later som om slike dilemmaer ikke finnes.

Påstand 7:

Det er så usikkert hvilke virkninger ulike trafikksikkerhetstiltak har, at det er umulig å vite hvilke tiltak som virker best.

Det er riktig at trafikksikkerhetspolitikk er beslutninger under usikkerhet. Det knytter seg betydelig usikkerhet både til virkningene av de enkelte tiltak og til hvordan den fremtidige ulykkesutviklingen vil bli påvirket av andre forhold enn trafikksikkerhetstiltakene. Men denne usikkerheten er ikke ny, det er bare erkjennelsen av den som er ny. Ethvert trafikksikkerhetstiltak har en gang vært nytt og uprøvd, med ukjente virkninger. Dette har likevel ikke hindret at tiltakene er tatt i bruk og erfaringer vunnet med hensyn til hvordan tiltakene virker.

Det er håpløst å utsette beslutninger om trafikksikkerhetstiltak til man har fullstendig kunnskap om deres virkninger, for det vil man aldri få. Stor usikkerhet om virkninger av de enkelte tiltak skaper ikke nødvendigvis tilsvarende usikkerhet om hvilke tiltak som virker best, i alle fall ikke hvis den relative usikkerheten er like stor for alle tiltak. La oss anta at ett tiltak kan redusere antall drepte med 30 ± 10. Et annet tiltak kan redusere antall drepte med 15 ± 5. Usikkerheten om virkningen har ikke noe å si for valget mellom disse tiltakene. Både ved nedre grense (henholdsvis 20 og 10 færre drepte) og øvre grense (40 og 20 færre drepte) har det ene tiltaket dobbelt så stor virkning på antall drepte som det andre.

Påstand 8:

Det er unyttig å beregne hva som er den mest effektive bruken av trafikksikkerhetstiltak, for slik politikk er umulig å gjennomføre i praksis.

Det er utvilsomt riktig at trafikksikkerhetspolitikken må tilpasses til en lang rekke begrensninger og rammevilkår, som påvirker mulighetene for en ”fri” optimalisering i bruk av trafikksikkerhetstiltak.

Det er derfor trolig langt på veg riktig at en beregning av hva som er ”optimal” bruk av trafikksikkerhetstiltak i seg selv har begrenset praktisk betydning. Det er likevel for kategorisk å hevde at en slik beregning er bortkastet. Kunnskap om hvilke tiltak som virker best i forhold til det de koster, er relevant i enhver diskusjon om prioritering av trafikksikkerhetstiltak. Selv om en optimal prioritering i streng forstand er ugjennomførbar, kan man muligens delvis få gjennomført en slik prioritering. Dersom man bevisst vil avvike fra en samfunnsøkonomisk optimal prioritering av trafikksikkerhetstiltak, har det interesse å vite hvilken trafikksikkerhetsgevinst man da eventuelt går glipp av.

9.3 Oppsummering av de viktigste resultater

De viktigste resultater av denne undersøkelsen kan oppsummeres i følgende punkter:

1 Det er gjort en beregning av hvor mye antallet skadde og drepte i trafikken maksimalt kan reduseres, hvilke trafikksikkerhetstiltak som gir størst nedgang i antallet skadde og drepte i forhold hvor mye det koster å gjennomføre dem (kostnadseffektivitet) og hvilke trafikksikkerhetstiltak som gir en større nytte, regnet i kroner, enn det de koster (samfunnsøkonomisk lønnsomhet).

2 Grunnlaget for beregningene var en liste på 132 trafikksikkerhetstiltak. Det var mulig å utføre beregninger av virkninger og kostnader for 59 av disse tiltakene. 73 tiltak ble utelatt fordi:

   (a) Virkningene på ulykker og skader er ukjente.

   (b) Virkningene på ulykker og skader er null eller ugunstige (økning).

   (c) Tiltaket er allerede fullt ut gjennomført i Norge.

   (d) Tiltaket overlapper ett eller flere andre tiltak som inngår i beregningene.

   (e) Tiltaket er analytisk uhåndterlig, det vil si vanskelig å beskrive på en tilstrekkelig presis måte til at beregninger av virkninger og kostnader er mulig.

3 For hvert tiltak som inngikk i beregningene, ble fra ett til fire alternative innsatsnivåer definert. Med innsatsnivå menes omfanget av bruken av tiltaket. Innsatsnivåene gjaldt bruk av tiltakene i perioden 2002-2011. For hvert innsatsnivå ble tiltakets virkninger på antall skadde og drepte i trafikken beregnet. Virkninger på framkommelighet og miljøforhold ble også beregnet.

4 De enkelte tiltak ble kombinert til strategier. Det ble definert fem strategier for bruk av trafikksikkerhetstiltak:

   (a) Videreføring av dagens bruk av tiltakene (Videreføringsstrategien).

   (b) Tiltak der nytten (sum nytte for trafikksikkerhet, framkommelighet og miljøforhold) er større enn kostnadene gjennomføres. Andre tiltak gjennomføres ikke (Lønnsomhetsstrategien).

   (c) Tiltak der verdien av sparte ulykkeskostnader er større enn kostnadene til å gjennomføre tiltaket gjennomføres (Kostnadseffektivitetsstrategien).

   (d) Tiltak som bygger på prinsippene i Nullvisjonen gjennomføres. Disse prinsippene innebærer lavere fartsgrenser, betydelig strengere krav til kjøretøy og kraftig økning av politikontroller for å øke respekten for trafikkreglene (Nullvisjonsstrategien).

   (e) Det maksimale potensiale for å bedre trafikksikkerheten utnyttes, det vil si alle tiltak gjennomføres med sitt høyeste innsatsnivå (Maksimalt potensiale strategien).

5 Beregningene viser at det maksimalt er mulig å redusere antallet drepte i trafikken med 248 personer per år. Dette tilsvarer en nedgang på vel 80% i forhold til gjennomsnittet for årene 1990-1998 (306 drepte per år), fra 306 drepte til 58 drepte per år. Resultatet er usikkert. Den beregnede nedgangen

kan i verste fall bli 139 personer per år, i beste fall 285 personer per år. Dette viser at det i alle fall er mulig å halvere antallet drepte i trafikken. Forventet antall drepte i trafikken i år 2012 avhenger imidlertid ikke bare av hvilke tiltak som iverksettes fram til da, men også av trafikkveksten.

6 Antallet skadde og drepte kan maksimalt reduseres med 7.569 personer per år. Det er en nedgang på ca 63% fra det årlige gjennomsnittet for perioden 1990-1998 og vil medføre at det årlige antall skadde og drepte i politirapporterte personskadeulykker kommer ned på ca 4.500 personer. Dette resultatet er også usikkert. Den beregnede nedgangen kan variere mellom 4.380 personer og 9.807 personer per år. Selv ved det laveste av disse tallene, vil antallet skadde og drepte bli redusert med omlag 36% fra dagens nivå.

7 Det er mulig å nå et mål om høyst 180 drepte i trafikken i år 2012 ved en målrettet bruk av trafikksikkerhetstiltak. Målet kan imidlertid bare nås dersom de mest kostnadseffektive trafikksikkerhetstiltakene prioriteres høyere enn i dag i hele perioden fram til år 2012. En videreføring av dagens bruk av trafikksikkerhetstiltak er ikke tilstrekkelig til å redusere antall drepte fram til år 2012, gitt den trafikkvekst som ventes i denne perioden.

8 De største mulighetene til å få reduserte antall skadde og drepte i trafikken er knyttet til økt politikontroll og sanksjoner for brudd på vegtrafikklovgivningen, strengere sikkerhetskrav til kjøretøy og nye trafikkreguleringer, spesielt lavere fartsgrenser. På lengre sikt representerer bedre vegutforming og vegutstyr også et betydelig potensiale for å bedre trafikksikkerheten. Bedre drift og vedlikehold av vegnettet og opplærings- og informasjonstiltak har et mindre potensiale for å bedre trafikksikkerheten. På alle områder bidrar en rekke tiltak til bedre trafikksikkerhet. Det finnes ikke noe enkelttiltak som alene kan gi en betydelig reduksjon av antallet skadde og drepte.

9 Trafikksikkerheten kan bedres betydelig uten at framkommeligheten reduseres eller miljøforholdene forverres. Dersom man iverksetter alle tiltak i maksimalt omfang (Maksimalt potensiale strategien) vil imidlertid framkommeligheten bli redusert. Miljøforholdene påvirkes lite. Samfunnsøkonomisk lønnsomme trafikksikkerhetstiltak kan redusere antallet drepte med 183 personer per år (nedre grense 59; øvre grense 260), og antallet skadde og drepte med 4.355 personer per år (nedre 1.263; øvre 6.895). Dette vil ikke gå ut over framkommelighet og miljøforhold.

10 Det er ikke nødvendig å bevilge mer penger på offentlige budsjetter til trafikksikkerhetstiltak totalt sett enn man gjør i dag for å redusere antall drepte og skadde. I dag brukes det noe mer enn 5,3 milliarder kroner per år på offentlige budsjetter til trafikksikkerhetstiltak, det vil si tiltak der bedring av trafikksikkerhet er ett av formålene eller eneste formål med tiltaket. Av dette går 2,15 milliarder kroner til tiltak som inngår i de alternative strategiene som er beregnet i denne rapporten. Nærmere 3,2 milliarder kroner går til tiltak som enten ikke har noen dokumentert virkning på ulykkene, eller ved dagens innsats kun bidrar til å vedlikeholde dagens sikkerhetsnivå. Disse tiltakene inngår ikke i de fem strategiene som er definert. I Lønnsomhetsstrategien er de årlige offentlige bevilgningene beregnet til noe under 2,1 milliarder kroner. Man kan med andre ord redusere antallet drepte og skadde betydelig innenfor rammen av bevilgninger som omtrent ligger på dagens nivå. Dette krever

imidlertid at midlene i betydelig grad omprioriteres mellom tiltak. Rapporten tar ikke standpunkt til om en slik omprioritering er mulig å få til i praksis. Den anbefaler heller ikke en av strategiene fremfor de andre.

Referanser

Alfaro, J-L.; Chapuis, M.; Fabre, F. COST 313. Socioeconomic cost of road accidents. Final report of the action. Report EUR 15464 EN. Brussels, European Commission, 1994.

Amundsen, A. H.; Elvik, R.; Fridstrøm, L. Virkninger av "Sei ifrå" kampanjen i Sogn og Fjordane på antall skadde og drepte i trafikken. TØI rapport 425. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1999.

Assum, T.; Ingebrigtsen, S. Trafikkulykker med alkoholpåvirkede førere 1987. TØI notat 0915. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1990.

Austroads. Road safety audit. Publication AP-30/94. Sydney, Austroads, 1994.

Brüde, U.; Larsson, J. Korsningsåtgärder vidtagna inom vägförvaltningarnas trafiksäkerhetsarbete. Regressions- och åtgärdseffekter. VTI-rapport 292. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut (VTI), 1985.

Cameron, M.; Harrison, W. Developing an effective public education strategy for road safety based on successful experience in Australia. In Proceedings of the Conference Road Safety in Europe, VTI konferens 10A, Part 5, 71-89, 1998. Linköping, Väg- och Transportforskningsinstitutet, 1998.

Connolly, T.; Åberg, L. Some contagion models of speeding. Accident Analysis and Prevention, 25, 57-66, 1993.

Corben, B. F.; Deery, H. A.; Newstead, S. V.; Mullan, N. G.; Dyte, D. S. An evaluation of the general effectiveness of countermeasures designed for crashes into fixed roadside objects. Paper submitted to Accident Analysis and Prevention, 1997.

DeYoung, D. J. An evaluation of the specific deterrent effects of vehicle impoundment on suspended, revoked, and unlicensed drivers in California. Accident Analysis and Prevention, 31, 45-53, 1999.

Dorfman, R. Decision rules under uncertainty. Originally published in Maass, A. (Ed): Design of water resource systems, 129-158, 1962. Reprinted in Layard, R. (Ed): Cost-Benefit Analysis. Selected Readings, 360-392. Harmondsworth, Penguin Books, 1972.

Dybedal, P. Hva koster det å bruke privatbil? Beregning og presentasjon av variable kostnader ved personbiltransport. Arbeidsdokument TRU/0557/95. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1995.

Elvik, R. Tolkning og fornyet analyse av undersøkelser om den ulykkesreduserende virkning av trafikksikkerhetstiltak. Arbeidsdokument TS/0012. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1988.

Elvik, R. Hvor rasjonell er trafikksikkerhetspolitikken? TØI rapport 175. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993A.

Elvik, R. Hva koster ulykkesforebygging? TØI rapport 197. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993B.

Elvik, R. Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker. TØI rapport 203. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993C.

Elvik, R. The external costs of traffic injury: definition, estimation and possibilities for internalisation. Accident Analysis and Prevention, 26, 719-732, 1994.

Elvik, R. Explaining the distribution of State funds for national road investments between counties in Norway: Engineering standards or vote trading? Public Choice, 85, 371-388, 1995.

Elvik, R. Potensielle virkninger på ulykker og tidsbruk i trafikken av en toppfartssperre på motorkjøretøy. Arbeidsdokument TST/0748/96. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1996.

Elvik, R. Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. TØI notat 1073. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1997A.

Elvik, R. Effects on accidents of automatic speed enforcement in Norway. Transportation Research Record, 1595, 14-19, 1997B.

Elvik, R. Opplegg for konsekvensanalyser av tiltak for gående og syklende. TØI notat 1103. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1998A.

Elvik, R. Økt trafikkvekst spiser opp trafikksikkerhetseffekten. Samferdsel, 10, 22-23, 1998B.

Elvik, R. Incomplete accident reporting: A meta-analysis of studies made in thirteen countries. Paper 990047. Transportation Research Board Annual Meeting, Washington DC, 1999A. Forthcoming in Transportation Research Record.

Elvik, R. Katastroferisiko i transport. TØI rapport 417. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1999B.

Elvik, R. Which are the relevant costs and benefits of road safety measures designed for pedestrians and cyclists? Forthcoming in Accident Analysis and Prevention, 1999C.

Elvik, R. Can injury prevention efforts go too far? Reflections on some possible implications of Vision Zero for road accident fatalities. Accident Analysis and Prevention, 31, 265-286, 1999D.

Elvik, R.; Hammer, F.; Johansen, K. W.; Minken, H. Usikkerhet knyttet til enhetskostnader for ikke markedsomsatte goder i kjørekostnadsberegninger. Arbeidsdokument TØ/694/94. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1994.

Elvik, R.; Mysen, A. B.; Vaa, T. Trafikksikkerhetshåndbok. Tredje utgave. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1997.

Eriksen, K. S.; Hovi, I. B. Transportmidlenes marginale kostnadsansvar. TØI notat 1019. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1995.

European Conference of Ministers of Transport (ECMT). Efficient transport for Europe: Policies for internalisation of external costs. Paris, ECMT, 1998.

Evanco, W. M. The potential impact of rural mayday systems on vehicular crash fatalities. Accident Analysis and Prevention, 31, 455-462, 1999.

Fosser, S.; Christensen, P. Bilers alder og ulykkesrisiko. TØI rapport 386. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1998.

Fridstrøm, L. Oppdaterte ulykkesprognoser. Arbeidsdokument SM/0978/98. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1998.

Fridstrøm, L. Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions. Unpublished doctoral dissertation. Oslo, Institute of Transport Economics, 1999.

Fridstrøm, L.; Elvik, R. The barely revealed preference behind road investment priorities. Public Choice, 92, 145-168, 1997.

Giæver, T. Rundkjøringer i Hordaland. Ulykkesanalyser, utforming og trafikantatferd. Rapport STF22 A97601. Trondheim, SINTEF bygg og miljøteknikk, Samferdsel, 1997.

Giæver, T.; Sakshaug, K.; Jenssen, G. D.; Berge, T. Tiltak for reduksjon av strekningsulykker. Delrapport 2. Effekter av profilert vegmerking. Rapport STF22 A99553. Trondheim, SINTEF Bygg og miljøteknikk, Samferdsel, 1999.

Glad, A. Alkolås. Beskrivelse av og redegjøring for effekter av teknisk innretning som skal hindre promillekjøring. I: TemaNord rapport 1996:597, 135-157. København, Nordisk Ministerråd, 1996.

Griffith, M. S. Safety evaluation of continuous shoulder rumble strips installed on freeways. Paper 990162. Transportation Research Board Annual Meeting, Washington DC, 1999.

Haldorsen, I. Nyttekostnadsmodeller for trafikant- og kjøretøyrettede tiltak. Notat 1.10.1997. Oslo, Vegdirektoratet, Transportanalysekontoret, 1997.

Henriksson, E.; Öström, M.; Eriksson, A. Preventability of vehicle related fatalities. Manuscript submitted to Accident Analysis and Prevention, 1999.

Hvoslef, H. Vegrevisjoner i Sverige. Rapport i forbindelse med nordisk tjenesteutvekslingsstipend 1998. Oslo, Vegdirektoratet, 1998.

Jacquemart, G. Modern roundabout practice in the United States. Synthesis of Highway Practice 264. National Cooperative Highway Research Program. Washington DC, National Academy Press, 1998.

Johannessen, S. Kryssutforming: Ny kunnskap knyttet til utforming og sikkerhet. Innlegg på veg og trafikk 98, 2.9.1998. Trondheim, Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet, Institutt for samferdselsteknikk, 1998.

Johansen, K. W. Verdsetting av spart reisetid. Gjennomgang av Kjørekostnads-håndbokas enhetspriser for reisetid på veg. Arbeidsdokument TP/0679/94. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1994.

Justis- og politidepartementet. Strategiplan. Politiets trafikksikkerhetsarbeid 1998-2002. Oslo, Justis- og politidepartementet, 1998.

Jørgensen, N. O.; Nilsson, P. K. Trafiksikkerhedsrevisionsprojektet. Evaluering. Det eksterne panels rapport. Rapport 33. København, Vejdirektoratet, 1995.

Knight, I. Accidents involving commercial vehicles in the United Kingdom. Paper presented at the DEKRA Symposium on the Passive Safety of Commercial Vehicles, Stuttgart, Germany, October 1998.

Kolbenstvedt, M. Miljøbelastninger i Norge. Noen resultater fra levekårs-undersøkelsen 1997. TØI notat 1104. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1998.

Kristiansen, P. Erfaringer med rundkjøringer i Akershus. Oslo, Statens vegvesen Akershus, 1992.

Kystverket, Luftfartsverket, Statens vegvesen, Jernbaneverket. Nasjonal transportplan 2002-2011. Utfordringsdokument. Februar 1999. Oslo, Kystverket, Luftfartsverket, Statens vegvesen, Jernbaneverket, 1999.

Lawrence, G. J. L.; Hardy, B. J.; Lowne, R. W. Costs and benefits of the EEVC pedestrian impact requirements. Project Report 19. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 1993.

Leite, M. E. Bruk av bilbelter blant førere og passasjerer fra 1973 til 1997. Rapport TTS 2 1998. Oslo, Vegdirektoratet, Transport og trafikksikkerhetsavdelingen, Kontor for trafikkanalyse, 1998.

Lind, G. Test-site oriented Scenario Assessment. Possible effects of transport telematics in the Göteborg region. TOSCA II Final Report. Stockholm, Kommunikationsforskningsberedningen, 1996.

Lourens, P. F.; Vissers, J. A. M. M.; Jessurum, M. Annual mileage, driving violations, and accident involvement in relation to drivers' sex, age, and level of education. Accident Analysis and Prevention, 31, 593-597, 1999.

Lukasic, V. M. Technical RTI systems. A study of equipment and costs. TOSCA II project. Deliverable 22. Stockholm, Transek, 1994.

Muskaug, R. Trafikantenes kunnskaper om og holdninger til trafikksikkerhet. Rapport TTS 14 1998. Oslo, Vegdirektoratet, Transport og trafikk-sikkerhetsavdelingen, Kontor for trafikkanalyse, 1998.

Muskaug, R.; Christensen, P. The Use of Collective Feedback to Reduce Speed. TØI Working Report 995. Oslo, Institute of Transport Economics, 1995.

Norges Offentlige Utredninger (NOU). Nytte-kostnadsanalyser. Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. NOU 1997:27. Oslo, Statens forvaltningstjeneste, 1997.

Norges Offentlige Utredninger (NOU). Nytte-kostnadsanalyser. Veiledning i bruk av lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. NOU 1998:16. Oslo, Statens forvaltningstjeneste, 1998.

Nygaard, H. C. Erfaringer med rundkjøringer i Akershus. Oslo, Statens vegvesen Akershus, 1988.

Oslo veivesen. Ulykkesanalyse rundkjøringer i Oslo. Oslo, Oslo veivesen, 1995.

Ranes, G. Analyse av personskadeulykker på motorveg. Notat 22.4.1998. Oslo, Vegdirektoratet, Transportanalysekontoret, 1998.

Rasmussen, R. E. H. Elementær måleteori. Fjerde oplag. København, Jul Gjellerups forlag, 1964.

Rosendahl, K. E. Vurdering av skadefunksjonsmetoden til bruk på vegprosjekt – en case-studie. Rapport 99/5. Oslo, Statistisk sentralbyrå, 1999.

Sakshaug, K. Effekt av overhøyde i kurver. Beskrivelse av datamaterialet. Internt notat av 2.11.1998. Trondheim, SINTEF Bygg og miljøteknikk, Samferdsel, 1998.

Samferdselsdepartementet. Retningslinje 1 for etatenes arbeid med Nasjonal Transportplan 2002-2011. Notat 20.7.1998. Oslo, Samferdselsdepartementet, 1998.

Schreiner, P.; Wærness, E. Håndtering av risiko i nytte-kostnadsanalyser for offentlige beslutninger. ECON rapport 105/97. Oslo, ECON Senter for økonomisk analyse, 1997.

Senneset, G. Rundkjøringer. Del II Hovedrapport. Erfaringer fra utvalgte rundkjøringer i Norge. STF63 A83001 II. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk, 1983.

Statens forurensningstilsyn. Utslipp fra veitrafikk i Norge. Dokumentasjon av beregningsmetode, data og resultater. SFT rapport 99:04. Oslo, Statens forurensningstilsyn, 1999.

Statens vegvesen Oppland. Ulykkessituasjonen på fylkesvegnettet i Oppland. Notat 26.11.1996. Lillehammer, Oppland vegkontor, 1996.

Statens vegvesen Vestfold. Norsk veg- og vegtrafikkplan 1998-2007. Tønsberg, Vestfold vegkontor, 1996.

Tran, T. Vegtrafikkulykker i rundkjøringer – 1999. En analyse av trafikkulykker i rundkjøringer bygd før 1995 på europa- og riksvegnettet. Rapport TTS 2 1999. Oslo, Vegdirektoratet, Transport og trafikksikkerhetsavdelingen, Kontor for trafikkanalyse, 1999.

Treumer Andersen, R.; Michelsen, L. Luftforurening i 21 miljøprioriterede gennemfarter. Rapport 143. København, Vejdirektoratet, 1997.

Ulmer, R. G.; Preusser, D. F.; Ferguson, S. A.; Williams, A. F. Teenage crash reduction associated with delayed licensure in Louisiana. Journal of Safety Research, 30, 31-38, 1999.

Wormnes, A. Lavere promillegrense gir også lavere straff. Aftenposten 23. juni 1999.

Wouters, P. I. J.; Bos, J. M. J. The impact of driver monitoring with vehicle data recorders on accident occurrence. Report R-97-8. SWOV Institute for Road Safety Research. Leidschendam, 1997.