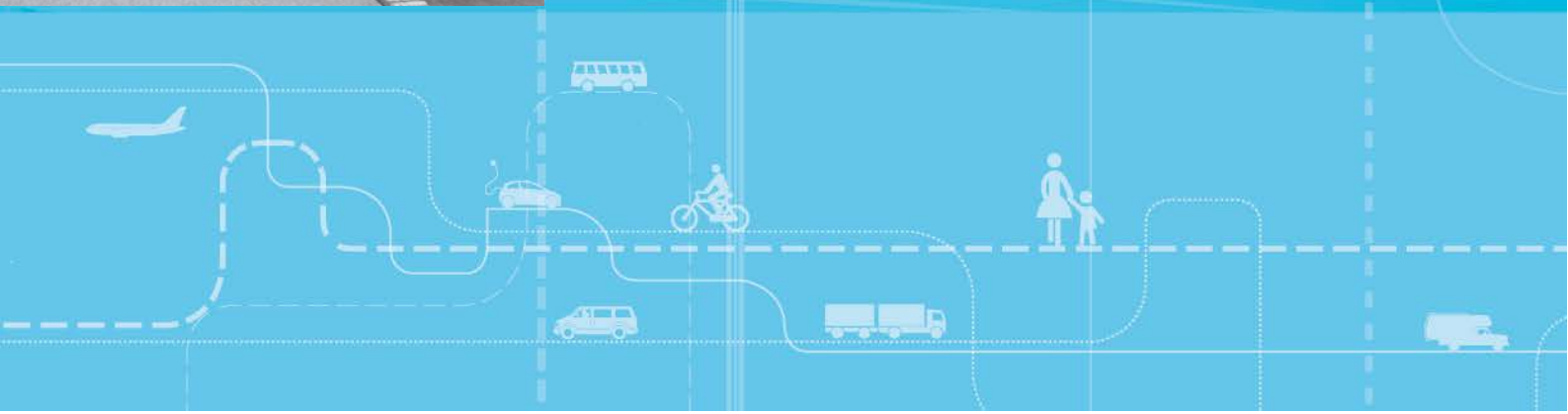


Hvor mye kan antall drepte og hardt skadde i trafikken reduseres?

Foreløpige beregninger



Hvor mye kan antall drepte og hardt skadde i trafikken reduseres?

Foreløpige beregninger

Rune Elvik
Alena Høye

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

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-1639-7 Papirversjon

ISBN 978-82-480-1638-0 Elektronisk versjon

Oslo, Mai 2015

Tittel: Hvor mye kan antall drepte og hardt skadde i trafikken reduseres? Foreløpige beregninger

Forfattere: Rune Elvik
Alena Høye

Dato: 05.2015

TØI rapport: 1417/2015

Sider 41

ISBN Papir: 978-82-480-1639-7

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1638-0

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Statens vegvesen Vegdirektoratet

Prosjekt: 4053 - BEST Potensialet for trafiksikkerhetstiltak

Kvalitetsansvarlig: Michael Wøhlk Jæger Sørensen

Emneord: Analyse
Tiltak
Trafiksikkerhet

Sammendrag:

Det er gjort en beregning av det maksimale potensialet for å redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken. Med eksisterende tiltak er potensialet en nedgang på ca. 55 % i antall drepte og en nedgang på ca. 40 % i antall hardt skadde. Tas nye tiltak med moden teknologi i bruk, øker potensialet for reduksjon til ca. 60 % for drepte og ca. 45 % for hardt skadde.

Title: The potential for reducing the number of killed or seriously injured road users. Preliminary estimates

Author(s): Rune Elvik
Alena Høye

Date: 05.2015

TØI report: 1417/2015

Pages 41

ISBN Paper: 978-82-480-1639-7

ISBN Electronic: 978-82-480-1638-0

ISSN 0808-1190

Financed by: The Norwegian Public Roads Administration

Project: 4053 - BEST Potensialet for trafiksikkerhetstiltak

Quality manager: Michael Wøhlk Jæger Sørensen

Key words: Analysis
Measures
Policy
Road safety

Summary:

The potential for reducing the number of killed or seriously injured road users has been assessed. It is found that by applying road safety measures that are currently used, fatalities can be reduced by about 55 % and serious injuries by about 40 %. If new, technologically mature measures are also used, the potential reductions increase to about 60 % for fatalities and about 45 % for serious injuries.

Language of report: Norwegian

Forord

Det er tidligere flere ganger gjort anslag på hvor mye trafikksikkerheten i Norge kan bedres. Siste gang en relativt omfattende analyse av dette ble gjort var i 2007. Alle de tidligere analysene har funnet at det er mulig å redusere antall drepte og skadde i trafikken i Norge betydelig.

Denne rapporten, som er utarbeidet innenfor rammen av Statens vegvesens etatsprogram BEST (Bedre sikkerhet i trafikken) presenterer oppdaterte beregninger av hvor mye det er mulig å redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken i Norge. De siste årene er antall drepte og hardt skadde i trafikken gått betydelig ned. Beregningene som legges fram i denne rapporten viser at det likevel er mulig å oppnå en betydelig ytterligere reduksjon. Mulighetene for å bedre trafikksikkerheten i Norge er på ingen måte brukt opp.

Vi har valgt å kalle beregningene for foreløpige. Grunnen til det, er at vi ser det som ønskelig å utdype og utvide beregningene, noe som forklares mer i kapittel 9 i rapporten. Dessuten viser tidligere erfaring at denne typen tiltaksanalyser bør oppdateres oftere enn man hittil har gjort.

Statens vegvesen er oppdragsgiver for undersøkelsen. Arild Ragnøy har vært oppdragsgivers kontaktperson. Rune Elvik har vært prosjektleder. Han har skrevet rapporten sammen med Alena Høye. Rune Elvik har beregnet potensialet for å bedre trafikksikkerheten med tiltak knyttet til vegnettet og kontrolltiltak. Alena Høye har beregnet potensialet for å bedre trafikksikkerheten med kjøretøytiltak.

Michael W. J. Sørensen har stått for kvalitetssikring av rapporten. Trude Rømme har tilrettelagt rapporten for publisering elektronisk og i papirform.

Oslo, mai 2015
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Michael W. J. Sørensen
andelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Bakgrunn og problemstilling	1
2	Tiltak som inngår i beregningene	2
3	Datakilder og metode	4
3.1	Tiltak på vegnettet.....	4
3.2	Kjøretøytekniske tiltak.....	6
3.3	Kontrolltiltak.....	8
4	Tiltakenes virkninger på drepte og hardt skadde	11
4.1	Tiltak på vegnettet.....	11
4.2	Kjøretøytekniske tiltak.....	13
4.3	Kontrolltiltak.....	15
5	Beregnet mulig nedgang i drepte og hardt skadde	17
5.1	Grunnlag for beregningene.....	17
5.2	Tiltak på vegnettet.....	18
5.3	Kjøretøytekniske tiltak.....	19
5.4	Kontrolltiltak.....	20
5.5	Kombinerte virkninger av tiltakene	20
5.6	Mulige nye tiltak.....	22
6	Hva kan vi vente oss fram til 2024?	24
6.1	Etablerte trender kan ikke forlenges.....	24
6.2	Hva kan ventes gjennomført av tiltak?.....	25
6.3	Beregnet utvikling av drepte eller hardt skadde 2015-2024	27
7	Sammenligning med tidligere tiltaksanalyser	29
7.1	Tiltaksanalyse i 1984.....	29
7.2	Tiltaksanalyse i 1999.....	30
7.3	Tiltaksanalyse i 2007.....	30
7.4	Hva kan vi lære av de tidligere tiltaksanalysene?.....	31
8	Økt gang- og sykkeltrafikk = flere skader?	32
8.1	Historisk risikoutvikling for ulike grupper.....	32
8.2	Safety-in-numbers.....	33
9	Temaer for videre arbeid	35
9.1	Bestand og gjennomføringsgrad av tiltak.....	35
9.2	Usikkerhet i beregninger.....	36
9.3	Nyttekostnadsanalyser av tiltak	37
10	Konklusjoner	38
11	Referanser	39

Hvor mye kan antall drepte og hardt skadde i trafikken reduseres?

Sammendrag:

Hvor mye kan antall drepte og hardt skadde i trafikken reduseres?

Foreløpige beregninger

TØI rapport 1417/2015
Forfattere: Rune Elvik, Alena Høyve
Oslo 2015 41 sider

Det er mulig å redusere antall drepte i trafikken til under det halve av dagens tall med kjente trafikksikkerhetstiltak. Satser man på nye tiltak som bygger på moden teknologi, kan antallet drepte reduseres med om lag 60 %. Antall hardt skadde kan reduseres med om lag 40 % med kjente tiltak og om lag 45 % med en kombinasjon av kjente og nye tiltak.

Hovedspørsmålet som tas opp i denne rapporten er: Hvor mye er det i beste fall tenkelig at man kan redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken? Man tenker seg da at alle trafikksikkerhetstiltak brukes i det maksimalt tenkelige omfang.

Det er beregnet hvor stor nedgang i antall drepte og hardt skadde man kan oppnå med 24 trafikksikkerhetstiltak. Tiltakene omfatter utbygging og utbedring av veger, kjøretøytekniske tiltak og kontrolltiltak. Alle disse tiltakene er i bruk i dag og vil fortsatt være det mange år framover.

Ved å satse maksimalt på tiltakene, kan man redusere antall drepte med rundt regnet 55 % og antall hardt skadde med omlag 40 %. Selv om både antall drepte og antall hardt skadde har gått sterkt ned de siste årene, er en betydelig ytterligere reduksjon mulig. Nye tiltak som er vurdert er å utstyre alle kjøretøy med tvingende intelligent fartstilpasning, alkolås og bilbeltelås knyttet til tenningslås. Dette er tiltak som er teknisk godt nok utviklet til at de kan tas i bruk i stort omfang. Dersom man tar i bruk disse tiltakene i tillegg til eksisterende tiltak, kan antall drepte reduseres med omkring 60 % og antall hardt skadde med om lag 45 %.

I tillegg til å beregne den maksimalt oppnåelige nedgangen i antall drepte og hardt skadde, er det gjort et anslag på hva som kan ventes oppnådd i perioden fram til 2024 ved å videreføre dagens bruk av tiltakene. Beregningene tyder på at man i 2024 vil komme ned mot 110 drepte og ned mot 500 hardt skadde. Dette er mer enn målet på høyst 500 drepte og hardt skadde som er satt for 2024. Beregningene tyder på at en forsterket innsats er nødvendig for å nå dette målet.

Det er et mål at all trafikkvekst i de største byene skal skje ved gange, sykling eller kollektivtrafikk. Det er beregnet hva økt gang- og sykkeltrafikk kan bety for antall skader. Beregningene tyder på at en fordobling eller tredobling av gang- og sykkeltrafikken, med eller uten tilsvarende nedgang i biltrafikken, vil gi en økning av antall skader med omkring 10 %. Denne økningen er ikke større enn at det burde være mulig å unngå den ved egnede veg- og trafikktekniske tiltak.

Summary:

The potential for reducing the number of killed or seriously injured road users. Preliminary estimates

*TØI Report 1417/2015
Authors: Rune Ehbik, Alena Høye
Oslo 2015, 41 pages Norwegian language*

It is possible to reduce the number of traffic fatalities in Norway by more than 50 %. The number of seriously injured road users can be reduced by about 40 %. These reductions are possible by implementing all currently used road safety measures to the maximum conceivable extent. If measures based on new technology which is mature for large scale implementation are used in addition to the current road safety measures, fatalities can be reduced by about 60 % and serious injuries by about 45 %.

The main problem discussed in this report is: What is the maximum possible reduction in the number of killed or seriously injured road users that can be accomplished by implementing road safety measures to the maximum conceivable extent?

To answer this question, estimates have been made of the contributions that 24 currently used road safety measures can make to reducing road accident fatalities and serious injuries. All these measures will continue to be used in the coming years.

Maximum use means, for example that all roads with traffic volume above a certain value are replaced by motorways, that all motor vehicles have a certain safety feature and that police enforcement is increased by a factor of ten. If all measures are implemented to the maximum possible extent, the number of traffic fatalities can be reduced by about 55 % and the number of seriously injured road users by about 40 %. These reductions come on top of the decline in fatalities and serious injuries that has taken place in recent years. Three new measures were assessed: Mandatory intelligent speed adaptation, alcohol ignition lock, and seat belt ignition lock. If all motor vehicles have these measures, in addition to the currently used road safety measures, the number of fatalities can be reduced by about 60 % and the number of seriously injured road users by about 45 %.

A target has been set for the number of killed or seriously injured road users not to exceed 500 in 2024. If current policies are continued, this target is unlikely to be realised. Estimates indicate close to 110 fatalities and 500 serious injuries in 2024. Stronger action needs to be taken to realise the target for 2024.

Another policy objective in Norway is that all traffic growth in major cities should be by walking, cycling or public transport. If there is an increase in walking or cycling, estimates show that the number of injured road users will increase. The estimated increase is, however, quite small, in the order of 10 %. It ought to be possible to counteract this increase by means of safety measures for pedestrians and cyclists.

1 Bakgrunn og problemstilling

Statens vegvesens etatsprogram «Bedre sikkerhet i trafikken» (BEST) omfatter en rekke prosjekter. Ett av disse går ut på å beregne hvor stor nedgang det er mulig å oppnå i antall drepte og hardt skadde i trafikken. Denne rapporten presenterer disse beregningene. Rapporten legger vekt på resultatene av beregningene. Mer detaljerte beskrivelser av datagrunnlag og beregningsmetode finnes i arbeidsdokumenter.

Sist gang det ble gjort en beregning av hvor mye man kan redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken i Norge med ulike trafiksikkerhetstiltak var i 2007 (Elvik 2007). Mye har endret seg siden da. Både antall drepte og antall hardt skadde har gått betydelig ned. Det er utviklet en rekke nye sikkerhetssystemer på kjøretøy som vil ha virkning etter hvert som kjøretøyene skiftes ut. Man kan derfor ikke gå ut fra at det er de samme tiltakene som kan bidra til å redusere antall drepte og hardt skadde i tiden framover som det var i 2007.

Det ble tidligere gjort beregninger av potensialet for å bedre trafiksikkerheten i 1999 (Elvik 1999) og 1984 (Elvik, Muskaug og Vaaje 1984). I denne rapporten sammenlignes resultatene av de ulike beregningene. En slik sammenligning viser endringer over tid med hensyn til hvilke trafiksikkerhetstiltak som har vært antatt å kunne bidra til å redusere drepte og skadde i trafikken.

I tillegg til å beregne hvor stor nedgang i antall drepte og hardt skadde man kan oppnå, drøfter rapporten mulige konsekvenser for trafiksikkerheten av økt gang- og sykkeltrafikk. Bakgrunnen for å ta opp dette temaet, er at det er et politisk mål at all trafikkvekst i store byer skal skje i form av økt gange, sykling eller kollektivtransport. Å gå eller sykle er forbundet med høyere risiko for personskader enn å kjøre bil (Bjørnskau 2011). Økt gang- og sykkeltrafikk kan derfor føre til flere skader i trafikken. På den annen side er det blitt mer og mer klart at den risiko gående og syklende utsetter seg for i trafikken ikke er konstant, men synker jo flere som går eller sykler. Denne tendensen er kalt «safety-in-numbers». En mulig norsk oversettelse av dette kan være «beskyttelse-i-mengden». Vi velger imidlertid å bruke den engelske betegnelsen, siden det foreløpig er det vanligste.

2 Tiltak som inngår i beregningene

Beregningene omfatter tiltak som er i bruk i Norge i dag og som kan forventes fortsatt å være i bruk de nærmeste ti år (2015-2024). Tiltakene er delt i tre grupper:

1. Utbygging og utbedring av veger
2. Kjøretøytekniske tiltak
3. Kontrolltiltak

Det inngår ingen tiltak som gjelder drift og vedlikehold av veger. Det er gjort en vurdering av mulighetene for å inkludere slike tiltak i beregningene (Elvik 2015A). Konklusjonen var at kunnskapene om virkninger av tiltakene og om mulighetene til å bruke dem på en mer effektiv måte enn i dag var for mangelfulle til å gjøre en beregning av hva tiltakene kan bidra med til å redusere antall drepte og hardt skadde. Det er viktig å understreke at dette ikke betyr at tiltakene ikke har noen virkning. Mye tyder på at drifts- og vedlikeholdstiltak kan bidra til å bedre trafikksikkerheten, men virkningen er i mange tilfeller for liten til at den kan påvises statistisk. Det blir stadig vanskeligere å påvise virkninger av tiltak som er mindre enn, for eksempel, 20 %, i det minste dersom man bygger på norske ulykkestall. Det er gledelig at antall ulykker, skadde og drepte synker, men det betyr økende problemer med å påvise virkninger av tiltak.

Informasjons- og opplæringstiltak er heller ikke inkludert. Man kan selvsagt ikke utelukke at slike tiltak bidrar til å redusere antall drepte og skadde i trafikken, men virkningene er usikre.

De tiltak som inngår i beregningene er derfor tiltak vi på grunnlag av dagens kunnskap har gode grunner til å tro kan bidra til å redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken. Dette er tiltak hvor forskning har funnet at tiltakene reduserer antall drepte eller skadde og hvor tiltakene ikke allerede er fullt ut gjennomført.

Gruppen utbygging og utbedring av veger omfatter følgende tiltak:

1. Bygging av motorveger klasse A (alle veger med årsdøgntrafikk 10.000 eller mer, to felt og fartsgrense 80 km/t eller høyere blir motorveg; 250 kilometer veg)
2. Utbygging av midtrekkverk (alle veger med årsdøgntrafikk mellom 6.000 og 10.000; 560 kilometer veg)
3. Utbygging av forsterket midtoppmerking (alle veger med årsdøgntrafikk mellom 6.000 og 1.500; 5.900 kilometer veg)
4. Utbygging av vegbelysning på alle veger som ikke har dette i dag (57.000 kilometer veg)
5. Bygging av 700 nye rundkjøringer (beregningene tar utgangspunkt i data om 732 kryss som ikke var rundkjøringer; Kvisberg 2003)
6. Utbedring av 1.350 gangfelt (beregningene tar utgangspunkt i data om 389 gangfelt i Oslo-området; Amundsen og Sætre 2009, Sætre 2010, Sørensen, Mosslemi og Akhtar 2010, Sørensen og Nævestad 2012)

I tidligere beregninger har flere tiltak på vegnettet inngått. Disse beregningene fant at noen av disse tiltakene kan bidra svært lite til å redusere antall drepte og hardt

skadde. Ved beregningen i 2007 (Elvik 2009A) bidro nye omkjøringsveger, utbedring av sideterreng og signalregulering av kryss til sammen til å redusere antall drepte med mindre enn en person. Tiltakenes beskjedne potensial, kombinert med problemer med å finne gode data om hvor godt gjennomført tiltakene er, førte til at de ble utelatt denne gangen. Vi vet for eksempel ikke hvor mange kryss det er aktuelt å signalregulere i Norge, men tror at det dreier seg om nokså få. Datagrunnlaget for å beregne virkninger av de enkelte tiltak beskrives mer i detalj i neste kapittel.

Følgende kjøretøytekniske tiltak inngår i beregningene (Høye 2015):

1. Automatisk cruisekontroll med innebygd kollisjonsvarsler og automatisk nødbrems
2. Fartsgrenseinformasjon og varsling (varslen ISA)
3. Feltskiftevarsler og blindsoner assistent
4. Elektronisk stabilitetskontroll
5. Nødbremseassistent
6. Bedre innebygd passiv sikkerhet (videreutvikling av EuroNCAP)
7. Bedre beskyttelse av fotgjengere ved påkjørsel (EuroNCAP)
8. Bilbeltepåminner
9. Frontkollisjonsputer
10. Sidekollisjonsputer
11. Automatisk ulykkesvarsling (E-call)

Tiltakene er beskrevet mer i detalj i et arbeidsdokument (Høye 2015). Datakilder og metode for å beregne virkninger beskrives i neste kapittel.

Følgende kontrolltiltak inngår i beregningene:

1. Fartskontroller (inntil tidobling av dagens innsats)
2. Promillekontroller (inntil tidobling)
3. Kontroller av medikamenter og narkotika (inntil tidobling)
4. Bilbeltekontroller (inntil tidobling)
5. Kjøre- og hviletidskontroller (inntil tidobling)
6. 250 nye ATK-punkter
7. 250 kilometer nye ATK-strekninger

De fem første kontrolltiltakene forutsettes utført av tjenestemenn fra politiet og/eller Statens vegvesen. De to siste kontrolltiltakene er automatisk trafikkkontroll.

I tillegg til disse tiltakene, er det gjort overslagsberegninger av hva fire nye tiltak, det vil si tiltak som ikke er i bruk i Norge i dag i nevneverdig utstrekning, kan bidra med til å redusere antall drepte og hardt skadde. De fire tiltakene er:

1. Førerløse biler
2. Tvingende intelligent fartstilpasning (ISA) på motorkjøretøy
3. Alkolås på alle motorkjøretøy
4. Bilbeltelås koblet til tenningslås på alle biler

De beregnede virkninger av disse fire tiltakene viser hva man kan oppnå ved å eliminere 15 nærmere definerte trafikkforseelser (førerløse biler; Elvik 2011), fartsovertredelser (ISA), promillekjøring (alkolås) og manglende bruk av bilbelter (bilbeltelås).

3 Datakilder og metode

3.1 Tiltak på vegnettet

For å kunne beregne hvor mye tiltak på vegnettet kan bidra med til å redusere antall drepte og hardt skadde må vi vite hvor mye av vegnettet tiltaket er aktuelt på, hvor mange ulykker og skadde og drepte det er på dette vegnettet og tiltakets virkning på ulykker, skadde og drepte. I tidligere beregninger (Elvik 2007) er det for enkelte tiltak innhentet opplysninger fra den nasjonale vegdatabanken om hvor mange kilometer veg tiltaket allerede er gjennomført på og trafikkmengden på dette vegnettet. Det viste seg imidlertid å være vanskelig å få gode opplysninger om alle tiltak. I dette prosjektet har vi derfor valgt en annen tilnæringsmåte.

Det er tatt utgangspunkt i tidligere utviklede ulykkesmodeller og de opplysninger datagrunnlaget for disse modellene inneholder om ulike trafikksikkerhetstiltak. Den nyeste og mest omfattende av disse ulykkesmodellene gjelder riks- og fylkesveger i hele landet og bygger på data om mer enn 51.000 kilometer veg (Høye 2014A). Ulykkesdata omfatter perioden 2006-2011. Som del av modellutviklingen, er det utarbeidet trendfaktorer som gjør det mulig å fremskrive modellberegningene til årene etter 2011. Basisår for trendfaktorene er 2008, det midterste året i den perioden ulykkesdata omfatter.

Ulykkesmodellen for riks- og fylkesveger inneholder data om blant annet motorveger, midtrekkverk, midtdeler og forsterket midtoppmerking. Ulykkesmodellen er benyttet som grunnlag for å anslå lengden av vegnettet hvor følgende tiltak er aktuelle:

1. Motorveger
2. Midtrekkverk
3. Forsterket midtoppmerking

De viktigste kjennetegn ved veger der disse tiltakene kan være aktuelle ble først definert. Motorveger ble ansett som aktuelt på veger med årsgjennomsnittlig trafikk 10.000 eller mer, to felt og fartsgrense 80 km/t eller mer. Det var litt over 250 kilometer veg som oppfylte disse kriteriene. På disse vegene ble forventet årlig antall drepte og hardt skadde beregnet med empirisk Bayes metode.

Denne metoden innebærer at man kombinerer to kilder til data om trafikksikkerheten. Den ene er det antall skadde eller drepte som kan beregnes med ulykkesmodellen. Den andre er det registrerte antall skadde eller drepte på den enkelte vegstrekning. Empirisk Bayes metode betyr at man beregner et vektet gjennomsnitt av det modellberegnete antall skadde eller drepte og det registrerte tallet. På denne måten får man tatt hensyn til at ulykkesmodellen ikke fanger opp virkninger av alt som påvirker trafikksikkerheten på den enkelte vegstrekning.

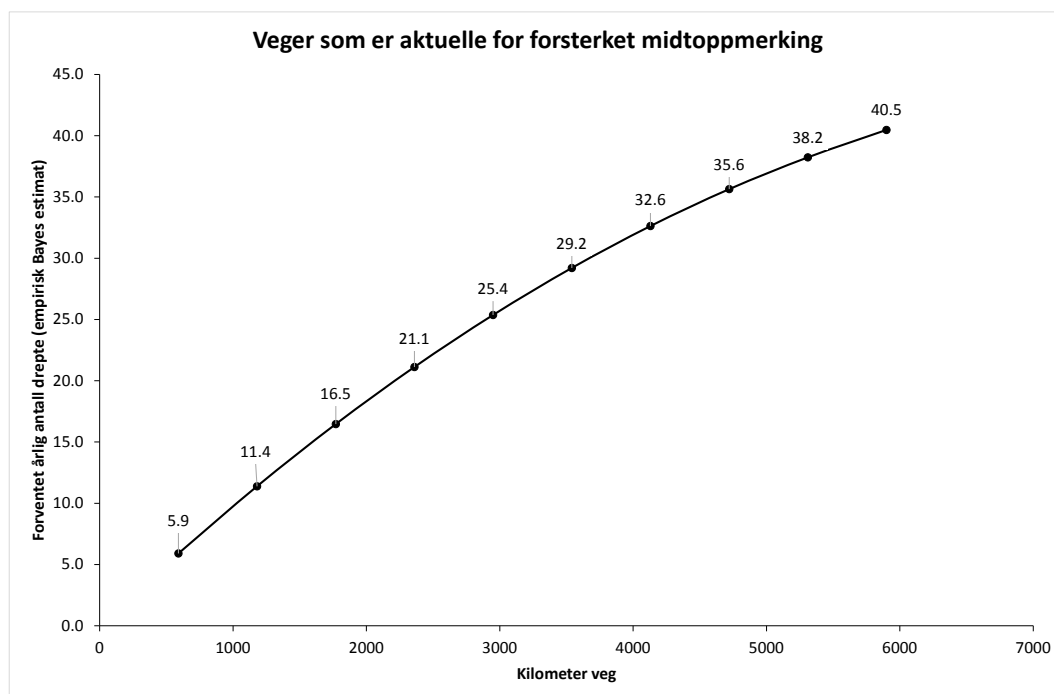
Vegstrekningene er deretter sortert fra høyeste til laveste forventet antall drepte eller hardt skadde per kilometer veg per år. Formålet med å sortere vegstrekningene på denne måten er å få et grunnlag for å kunne si noe om de marginale virkninger av

tiltakene, det vil si den virkning den sist utbygde kilometer veg har på antall drepte eller hardt skadde.

Veger med årsdøgntrafikk mellom 6.000 og 10.000 som har fartsgrense 70 km/t eller mer, som i dag ikke er motorveger og som i dag ikke har forsterket midtoppmerking ble regnet som kandidater til midtrekkverk. Det var 560 kilometer veg som oppfylte disse kriteriene.

Veger med årsdøgntrafikk mellom 1.500 og 6.000, fartsgrense 70 km/t eller mer og som i dag ikke har forsterket midtoppmerking ble regnet som kandidater til forsterket midtoppmerking. Det var om lag 5.900 kilometer veg som oppfylte disse kriteriene.

Figur 1 viser veger som er kandidater til forsterket midtoppmerking sortert i tiendedeler, fra de 590 kilometer som har høyest forventet antall drepte til de 590 kilometer som har lavest forventet antall drepte.



Figur 1: Forventet årlig antall drepte på veger som er kandidater for forsterket midtoppmerking

Vegene har til sammen et forventet årlig antall drepte på drøyt 40 (trendjustert til 2015). Ved å multiplisere forventet årlig antall drepte med tiltakets virkning, finner vi hvor mange drepte man kan unngå per år ved å innføre forsterket midtoppmerking på disse vegene. Neste kapittel gir en oversikt over tiltakenes virkning.

En ulykkesmodell som bygger på opplysninger om 732 kryss (Kvisberg 2003; Elvik 2013) er benyttet som grunnlag for å beregne potensialet for å redusere antall drepte og hardt skadde ved å bygge om kryss til rundkjøringer. Ingen av de 732 kryssene var rundkjøringer. Datagrunnlaget var fra 1997-2002 og er trendjustert til 2015. Det antas at de fleste kryss det er aktuelt å bygge om til rundkjøringer i Norge allerede er bygget om, men det har ikke lyktes å skaffe opplysninger om dette.

Beregningsgrunnlaget som er definert gir imidlertid et konservativt anslag på hva man kan oppnå med ombygging av kryss til rundkjøring. For hvert kryss er forventet

årlig antall drepte og hardt skadde beregnet med empirisk Bayes metode på samme måte som for motorveger, midtrekkverk og forsterket midtoppmerking.

Gjennom kvalitetssikring av gangfelt (Amundsen og Sætre 2009, Sætre 2010, Sørensen, Mosslemi og Akhtar 2010, Sørensen og Nævestad 2012, Elvik, Sørensen og Nævestad 2013) har man fått opplysninger om behovet for utbedring av til sammen 389 gangfelt i Oslo-området. 201 av disse ble foreslått utbedret.

Dette tallet er skalert opp til 1.350 gangfelt i landet som helhet på grunnlag av forholdet mellom folketallet i hele landet og de aktuelle kommunene ($5.165.802/768.361 = 6,72$. $6,72 \cdot 201 = 1.350$). En ulykkesmodell for 159 gangfelt i Oslo (Elvik, Sørensen og Nævestad 2013) er brukt som grunnlag for å anslå hvordan gangfeltene fordeler seg etter forventet ulykkestall (empirisk Bayes estimat; trendkorrigert).

Når det gjelder vegbelysning, er beregningsgrunnlaget ikke definert ved hjelp av en ulykkesmodell, men ved å sette sammen opplysninger fra ulike kilder. Den viktigste datakilden er KOSTRA-databasen til Statistisk sentralbyrå som inneholder opplysninger om lengden av det belyste vegnettet på kommunal veg og antall lampepunkter på riksveg og fylkesveg kommunen dekker utgifter til. Beregningen av veglengde uten belysning er skjønnsmessig, siden det mangler opplysninger om trafikkmengden på veger med og uten belysning. For å unngå å overvurdere potensialet for å bedre trafikksikkerheten med vegbelysning, er det antatt at alle veger med årsdøgntrafikk over 20.000 er belyst.

Opplegget for å beregne nedgang i antall drepte og hardt skadde er det samme for alle tiltak på vegnettet. Beregningene er gjort slik:

Nedgang i antall drepte = Forventet antall drepte i tiltakets målgruppe · Virkning på antall drepte i %

Samme modell er benyttet for drepte og hardt skadde. Beregningene for tiltak på vegnettet er gjort ved å dele inn vegene i tiendedeler. For forsterket midtoppmerking blir beregnet nedgang i antall drepte på de første 590 kilometer, av i alt 5900 kilometer:

Nedgang i antall drepte = $5,9 \cdot 0,25 = 1,5$

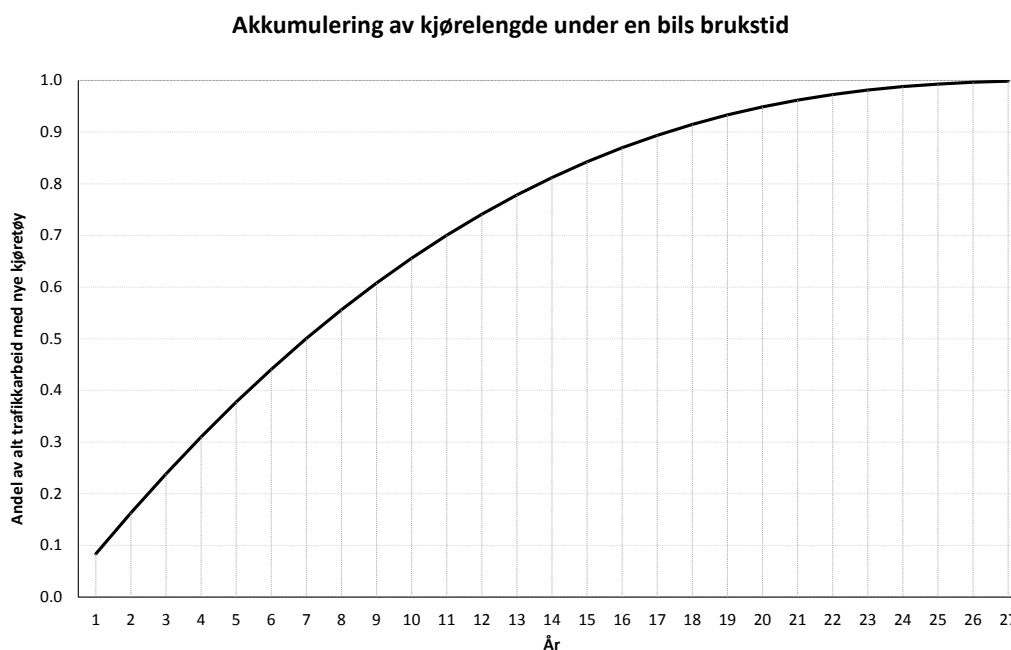
Her er 5,9 forventet årlig antall drepte på 590 kilometer veg og 0,25 er virkingen av forsterket midtoppmerking (25 % nedgang i antall drepte). Samme beregning er gjort 10 ganger og resultatene summert. Poenget med å dele inn i tiendedeler er at man i en eventuell senere analyse lettere kan finne ved hvilken innsats nytte og kostnader er like store.

3.2 Kjøretøytekniske tiltak

Utgangspunktet for å beregne virkninger av de kjøretøytekniske tiltakene er en beregning av hvordan samlet kjørelengde akkumuleres i løpet av en bils brukstid. Tilgjengelige data viser at biler kjøres mest når de er nye. Etter hvert som bilene blir eldre synker den årlige kjørelengden. Det tar 27 år før hele kjørelengden er opparbeidet. Figur 2 viser hvordan kjørelengden akkumuleres etter hvert som bilen blir eldre.

Det første året oppnås ca. 8 % av kjørelengden. Allerede det neste året kjøres bilen litt kortere og nedgangen i årlig kjørelengde fortsetter helt til bilen skrotes. Hvis et

tiltak allerede er tatt i bruk, er dets mulige bidrag til å redusere antall drepte eller hardt skadde knyttet til differensen mellom dagens utbredelse og 100 % utbredelse. Elektronisk stabilitetskontroll kan benyttes som eksempel. Beregningene viser tiltakets potensial for å redusere antall drepte eller hardt skadde fra 2015 (første år virkning oppnås) inntil tiltaket har oppnådd 100 % utbredelse.



Figur 2: Akkumulering av kjørelengde under en bils brukstid (Høye 2015)

I 2014 ble 74,4 % av trafikkarbeidet med personbil utført med biler som hadde elektronisk stabilitetskontroll. Det vil si at det bare er økningen fra 74,4 til 100 % som kan bidra til å redusere antall drepte eller hardt skadde. Det meste av sikkerhetsgevinsten ved å ta i bruk elektronisk stabilitetskontroll er med andre ord allerede oppnådd.

Logikken i beregningen av potensialet for å redusere antall drepte eller hardt skadde med kjøretøytekniske tiltak kan forklares slik: Når ingen biler hadde elektronisk stabilitetskontroll, kunne antall drepte eller hardt skadde i personbil reduseres med 20 %, som er beste anslag på virkningen av elektronisk stabilitetskontroll (Høye 2015). Etter hvert som andelen av trafikkarbeidet med elektronisk stabilitetskontroll øker, blir den gjenværende mulige nedgangen i antall drepte eller hardt skadde mindre. Når bruken av elektronisk stabilitetskontroll er kommet opp i 74,4 % av trafikkarbeidet, er potensialet for ytterligere reduksjon av antall drepte eller hardt skadde kommet ned i 6 %. Dette beregnes på følgende måte:

$$\text{Gjenværende potensial} = \frac{0,80}{(0,744 \cdot 0,80) + (1 - 0,744)} = 0,940$$

Her er 0,80 den relative risikoen når bilen har elektronisk stabilitetskontroll. Hvis ingen biler hadde dette, blir den første parentesen i nevneren null, det vil si andelen av trafikkarbeidet (null) ganget med relativ risiko. Den andre parentesen blir 1, siden det som trekkes fra er null. Hele brøken blir 0,80, altså at antall drepte eller hardt skadde kan reduseres med 20 %. Når andelen av trafikkarbeidet med elektronisk

stabilitetskontroll er 74,4 %, viser den første parentesen i nevneren relativ risiko for dette trafikkarbeidet, den andre parentesen viser relativ risiko for det trafikkarbeidet som ennå ikke utføres med elektronisk stabilitetskontroll. Nevneren i eksemplet over blir 0,8512. Verdien av brøken blir da 0,94, som innebærer at antallet drepte eller hardt skadde i personbil kan reduseres med 6 % dersom bruken av elektronisk stabilitetskontroll øker fra 74,4 til 100 % av trafikkarbeidet. Beregningene er gjort på samme måte for alle kjøretøytekniske tiltak.

For frontkollisjonsputer er det skilt mellom første generasjons kollisjonsputer og andre generasjons kollisjonsputer. Andre generasjons frontkollisjonsputer er mer effektive enn første generasjons.

3.3 Kontrolltiltak

Virkingen av kontrolltiltak er beregnet ved å ta utgangspunkt i det risikobidrag (attributable risk) ulike forseelser representerer, unntatt for ATK-tiltakene som i beregningene er behandlet på samme måte som vegtiltak. På grunnlag av en studie av oppdagelsesrisiko ved trafikkforseelser (Elvik og Amundsen 2014), er sammenhengene mellom endringer i oppdagelsesrisiko og endringer i hyppigheten av overtredelser studert (Elvik 2015A, 2015B, 2015C) og funksjoner utviklet for å beskrive sammenhengene.

En viktig forskjell mellom kontrolltiltakene og de øvrige tiltakene, er at virkingen, unntatt for ATK-tiltakene, ikke kan oppgis som ett tall, men er en funksjon. Jo mer kontroll, desto større virkning. Disse funksjonene er ikke veldig godt kjent, men det er vurdert som bedre å beskrive virkningene av kontroll som funksjoner enn som punktestimater.

Beregningsmetoden kan illustreres med fartskontroll som eksempel. Risikobidraget ved fartsovertredelser er beregnet til 0,167 for drepte og 0,155 for hardt skadde. Dette gjelder alle fartsovertredelser. Studien av oppdagelsesrisiko viste at det ikke reageres mot fartsovertredelser som er mindre enn 6 km/t. Disse overtredelsene representerer det store flertall av fartsovertredelser. Øvrige fartsovertredelser ble delt i tre grupper:

1. 6-10,9 km/t (gjennomsnitt 8 km/t)
2. 11-15,9 km/t (gjennomsnitt 13 km/t)
3. 16 km/t og mer (gjennomsnitt 20 km/t)

Ved å bygge på koeffisientene for eksponentialmodellen i Elvik (2014) kan relativ risiko (forkortet til RR) for å bli drept ved den minste fartsovertredelsen beregnes til: Relativ risiko (RR) = $e^{(0,065 \cdot 8)}$ = 1,682, det vil si 68,2 % økning i risiko. Tilsvarende risikoøkning for å bli hardt skadd er 62,9 %.

Risikobidraget kan beregnes når man kjenner andelen av trafikkarbeidet (forkortet til PE) som utføres ved de ulike nivåer for fartsovertredelser. Disse andelene er beregnet på grunnlag av tabell 3.1 i Elvik og Amundsen (2014):

6-10 km/t = 7 % (0,070) 11-15 km/t = 2,5 % (0,025) 16- km/t = 0,8 % (0,008)

Risikobidraget fra fartsovertredelser i hvert intervall er beregnet med følgende formel:

$$\text{Risikobidrag (attributable risk)} = \frac{PE \cdot (RR - 1)}{(PE \cdot (RR - 1)) + 1}$$

For risikoen for å bli drept blir risikobidraget ved det laveste intervallet for fartsovertredelser:

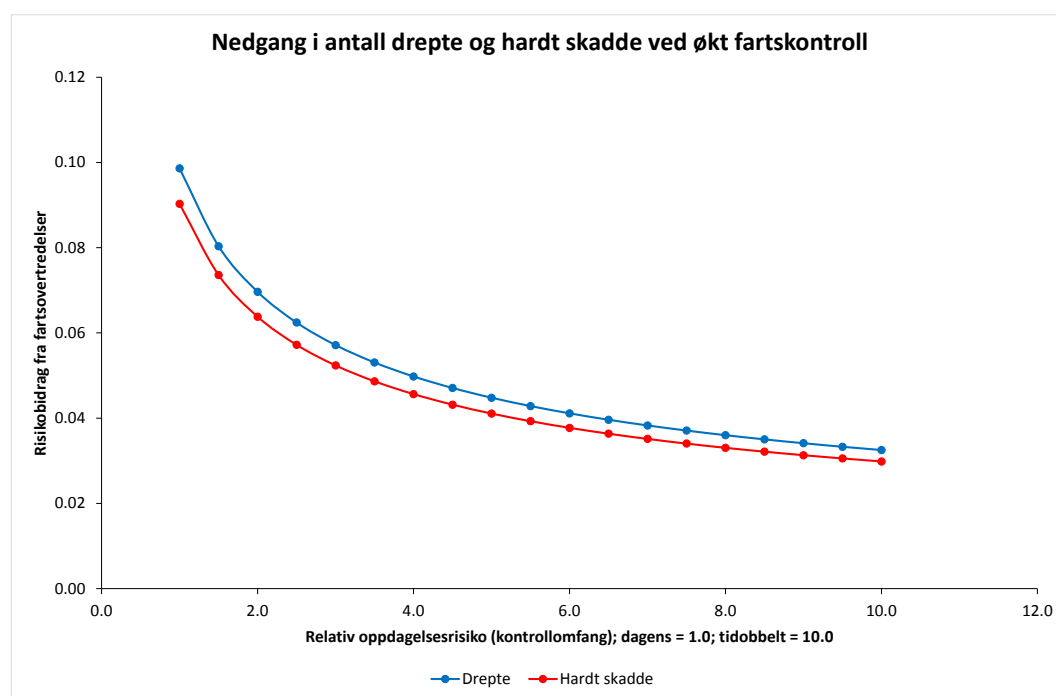
$$\text{Risikobidrag (drept; fartsovertredelser 6-10 km/t)} = \frac{0,070 \cdot 0,682}{(0,070 \cdot 0,682)+1} = 0,046$$

Her er 0,070 andelen, regnet som proporsjon (PE) av trafikkarbeidet som utføres 6-10 km/t over fartsgrensen. Videre er 0,682 relativ risiko (1,682) minus 1 (RR – 1 i formelen over). Risikobidraget kan tolkes som følger: Hvis man kan eliminere fartsovertredelser i dette intervallet, kan antall drepte reduseres med 4,6 %.

Sammenhengen mellom oppdagelsesrisiko og andel overtredelser er uttrykt i form av tre potensfunksjoner:

$$\text{Andel overtredelser} = \text{Relativ oppdagelsesrisiko}^{\text{Eksponent}}$$

Dagens oppdagelsesrisiko gis verdien 1. Det er regnet på økning med 0,5 opp til 10, det vil si ti ganger dagens oppdagelsesrisiko. Det er benyttet eksponenter på -0,35 for de laveste fartsovertredelsene (6-10), -0,60 for de mellomstore fartsovertredelsene (11-15) og -0,80 for de høyeste fartsovertredelsene (16-). En eksponent på -0,60 innebærer at fartsovertredelsene reduseres med 75 % når oppdagelsesrisikoen tidobles. Det er antatt at nedgangen i antall drepte eller hardt skadde er proporsjonal med nedgangen i risikobidraget. For fartsovertredelser gir dette resultater som vist i figur 3.

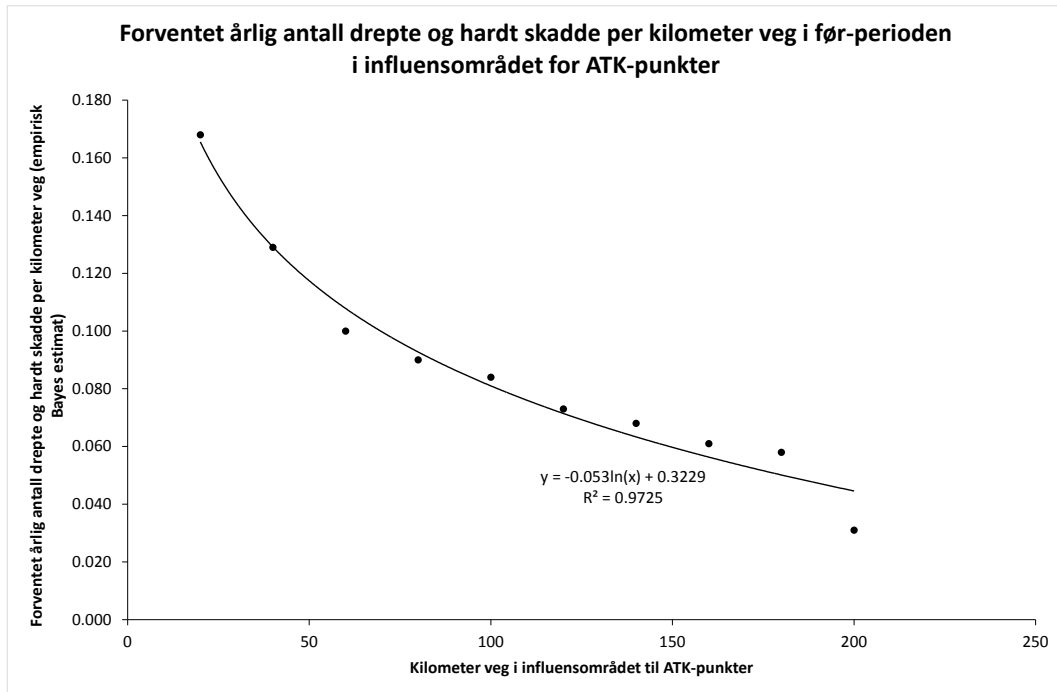


Figur 3: Nedgang i risikobidrag fra fartsovertredelser ved økt oppdagelsesrisiko

Den maksimalt oppnåelige nedgangen i antall drepte er beregnet til knapt 7 % og den maksimalt oppnåelige nedgangen i antall hardt skadde til litt over 6 %.

Samme logikk og beregningsmetode er brukt for de øvrige kontrolltiltakene, unntatt ATK. Når det gjelder ATK-tiltakene, er det tatt utgangspunkt i to evalueringer som ble gjort i 2014 (Høye 2014B, 2014C). Disse evalueringene gir opplysninger om hvor

mange kilometer veg tiltakene hadde virkning på og det årlige forventede antall drepte og hardt skadde på disse vegene i før-perioden. For punkt-ATK ga strekninger på 100 meter før fotoboksen og 1 kilometer etter de mest entydige resultater. Disse strekningene hadde en samlet lengde på 200 kilometer. Figur 4 viser hvordan disse strekningene fordelte seg etter antall drepte og hardt skadde. Tallene er trendkorrigert for å representere forventet nivå i 2015.



Figur 4: Strekninger (1,1 kilometer) i influensområdet for punkt-ATK sortert etter forventet årlig antall drepte eller hardt skadde. Basert på Høye 2014C

En trendlinje er føyd til datapunktene. En tilsvarende figur ble utviklet for streknings-ATK som grunnlag for å beregne virkninger av det tiltaket.

4 Tiltakenes virkninger på drepte og hardt skadde

Dette kapitlet gir en oversikt over de virkninger det er antatt at tiltakene har på antall drepte og antall hardt skadde. Virkningene er oppsummert i tabell 1. Virkningstallene for de enkelte tiltak vil kort bli kommentert.

4.1 Tiltak på vegnettet

Motorveger er antatt å redusere antall drepte eller hardt skadde med 60 %. Dette bygger på koeffisienter i ulykkesmodellen for riks- og fylkesveger (Høye 2014A). Det er ikke alltid meningsfullt å tolke slike koeffisienter som anslag på virkninger av tiltak (Hauer 2010). I dette tilfellet anses tolkningen som rimelig. I Trafikksikkerhåndbokens kapittel om motorveger (Høye mfl. 2015) oppgis antall ulykker per million kjøretøykilometer i perioden 2006-2011 til:

0,059 persons-kadeulykker per million kjøretøykilometer på motorveger

0,158 persons-kadeulykker per million kjøretøykilometer på øvrige riksveger

0,186 persons-kadeulykker per million kjøretøykilometer på fylkesveger

Dette innebærer at ulykkesrisikoen på motorveger er 63 % lavere enn på riksveger ellers og 68 % lavere enn på fylkesveger. Risikoen for å bli drept eller hardt skadet er enda lavere, fordi midtdeler og midtrekkverk hindrer de aller fleste møteulykker på motorveger. Selv med en viss nyskapt trafikk er det følgelig ikke urimelig å anta at en motorveg kan redusere antall drepte eller hardt skadde med 60 %.

Midtrekkverk reduserer ifølge koeffisienten i ulykkesmodellen (Høye 2014A) antall drepte eller hardt skadde med 80 %. Det er, på bakgrunn av svenske erfaringer med 2+1 veger (Trafikksikkerhåndboken kapittel 1.22) antatt noe mindre virkninger, 75 % nedgang i antall drepte og 60 % nedgang i antall hardt skadde.

Forsterket midtoppmerking reduserer ifølge koeffisienter i ulykkesmodellen (Høye 2014A) antall drepte med 24 % når oppmerkingen er mer enn 1 meter bred og med 32 % når oppmerkingen er mindre enn 1 meter bred. Tilsvarende virkninger for antall hardt skadde er, henholdsvis, 28 % og 6 % reduksjon. Vektet med andelen av forsterket midtoppmerking med ulik bredde, blir nedgangen i antall drepte 25 % og nedgangen i antall hardt skadde 15 %. Disse tallene stemmer godt overens med dem Trafikksikkerhåndboken (kapittel 3.26) oppgir, men er mer forsiktige for antall drepte.

Ny vegbelysning er på grunnlag av Trafikksikkerhåndboken (kapitlet er revidert i 2015) antatt å redusere antall drepte i mørke med 50 % og antall hardt skadde med 25 %. Det sistnevnte tallet er muligens noe konservativt, da det gjelder alle skadde, ikke bare hardt skadde.

Tabell 1: Tiltakenes virkninger på antall drepte og hardt skadde

Tiltak	Tiltakets målgruppe	% endring av drepte eller hardt skadde	
		Drepte	Hardt skadde
Nye motorveger	Tofelts veger, fartsgrense ≥ 80 km/t, ÅDT ≥ 10.000	-60	-60
Midtrekkverk	Veger uten midtrekkverk, fartsgrense ≥ 70 km/t, ÅDT 6.000-9.999	-75	-60
Forsterket midtoppmerking	Veger uten forsterket midtoppmerking, fartsgrense ≥ 70 km/t, ÅDT 1.500-5.999	-25	-15
Ny vegbelysning	Alle veger uten belysning	-50	-25
Nye rundkjøringer	700 kryss, flest T-kryss	-66	-46
Utbedring av gangfelt	1350 gangfelt i hele landet	-50	-35
Elektronisk stabilitetskontroll	Personer i personbil (vektet gjennomsnitt av eneulykker og flerpartsulykker)	-26	-18
Frontkollisjonsputer	Alle i bil, førstegenerasjon, med belte	-16	-11
	Alle i bil, førstegenerasjon, uten belte	+ 1	+ 1
	Alle i bil, andregenerasjon, med belte	-24	-16
	Alle i bil, andregenerasjon, uten belte	-6	-4
Sidekollisjonsputer	Personer i bil i sidekollisjoner og noen eneulykker	-6	-6
Innebygd kollisjonsvern	Teoretisk maksimum på 7 EuroNCAP-stjerner; personer i personbil (tenkt framtidig utvikling)	-20	-20
Bedre fotgjengerbeskyttelse på biler	Fotgjengere og syklister som blir påkjørt av personbiler (beste sammenlignet med dårligste)	-38	-38
Bilbeltepåminner	Personer uten belte i personbiler	-62	-62
Autonom cruise-kontroll med kollisjonsvarsler og nødbrems	Personer i lette biler i ulykker der bilen kjører på andre med fronten eller blir påkjørt bakfra	-19	-15
Nødbremseassistent	Personer i lette biler	-5	-4
	Fotgjengere påkjørt av biler	-5	-4
Feltskiftevarsler og blindsonessistent	Ulykker ved skifte av kjørefelt	-6	-6
Fartsgrenseinformasjon og varsling	Ulykker som har sammenheng med overtredelse av fartsgrenser	-10	-9
Automatisk ulykkesvarsling	Ulykker som ellers ikke ville blitt varslet raskt	-3	0
Fartskontroll	Oppgitt virkning gjelder tidobling (hele landet)	-7	-6
Bilbeltekontroll	Oppgitt virkning gjelder tidobling (hele landet)	-5	-2
Promillekontroll	Oppgitt virkning gjelder tidobling (hele landet)	-9	-3
Medikament- og narkotikakontroll	Oppgitt virkning gjelder tidobling (hele landet)	-1	-1
Kjøre- og hviletidskontroll	Oppgitt virkning gjelder tidobling (hele landet)	-1	-1
Punkt-ATK	250 nye punkter; influensområde 1,1 km per punkt – virkning på aktuelle steder	-50	-45
Strekings-ATK	250 kilometer veg med strekings-ATK – virkning på aktuelle strekninger	-50	-45

Rundkjøringer er antatt å redusere antall drepte med 66 % og antall hardt skadde med 46 %. Tallene er hentet fra Trafikksikkerhåndboken. Tallet for hardt skadde gjelder alle skadde.

Utbedring av gangfelt omfatter primært ulike fartsdempende tiltak som skjønsmessig er antatt å redusere antall drepte med 50 % og antall hardt skadde med 35 %.

4.2 Kjøretøytekniske tiltak

Virkninger av elektronisk stabilitetskontroll bygger på en meta-analyse i 2014 (Høye 2015). På grunnlag av denne analysen er den samlede virkningen anslått til 20 % nedgang i antall drepte eller hardt skadde i bil. Det er funnet en noe større virkning for drepte enn for hardt skadde, henholdsvis 26% og 18 % nedgang.

Virkningene av frontkollisjonsputer er relativt kompliserte. De avhenger for det første av om personen benytter bilbelte eller ikke. Kollisjonsputer virker best når bilbelte benyttes. For det andre avhenger de av om bilen har første generasjons eller andre generasjons kollisjonsputer. Andre generasjons kollisjonsputer er mer effektive enn første generasjons. Virkningstall som bygger på meta-analyser er oppgitt både for første- og andre generasjons kollisjonsputer og for personer som benytter eller ikke benytter bilbelte.

For sidekollisjonsputer ble det i en oppdatert metaanalyse i 2014 beregnet at antall drepte i sidekollisjoner er redusert med 19% og at antall drepte i eneulykker er redusert med 13%. Dette gjelder sidekollisjonsputer som beskytter overkroppen enten alene eller i kombinasjon med hodekollisjonsputer. Virkningen av side- og hodekollisjonsputer er større enn virkningen av sidekollisjonsputer alene, men ut fra foreliggende resultatene er det ikke mulig å beregne sammenlagte effekter både for sidekollisjonsputer alene og for side- og hodekollisjonsputer. De fleste biler har både side- og hodekollisjonsputer. Vektet med andelen av ulykker der sidekollisjonsputer utløses, blir nedgangen i antall drepte eller hardt skadde personer i bil 6 %.

Innebygd kollisjonsvern betegner den gradvise utviklingen i retning av sikrere biler i henhold til EuroNCAP testene. Denne utviklingen er vanskelig å beskrive over tid, fordi testkriteriene i EuroNCAP er endret en rekke ganger, slik at tester utført i 2015 ikke er direkte sammenlignbare med tester utført i, for eksempel, 2001. Det må ventes at EuroNCAP vil fortsette å utvikle sine testkriterier. En sammenligning av sikkerheten i en bil som i dag har 5 stjerner (høyeste verdi) med en som har færre stjerner sier derfor ikke nødvendigvis noe om hvor mye sikkerheten kan bedres, fordi det har vist seg at sikkerheten kan bli bedre enn i en fem-stjerners bil fra 2009 eller tidligere år. Det forutsettes her, noe konservativt, at det teoretisk er mulig å øke sikkerheten tilsvarende to stjerner til (når man forutsetter uendrede krav til antall stjerner etter 2009), som hver har den samme virkningen som 5 vs. 4 stjerner før 2009 (4 % lavere risiko i en bil med 5 enn i en bil med 4 stjerner). Dermed er den maksimalt mulige reduksjonen av risikoen for å bli drept eller hardt skadd på 19,8 % sammenlignet med en bil med 2-3 stjerner etter kriteriene fra før 2009.

Bilenes fotgjengerbeskyttelse testes i EuroNCAP i kollisjoner hvor en bil kjører frontalt på en fotgjenger (voksne og barn). Testene gjennomføres i 40 km/t. Fra 1997 til 2009 ble biler tildelt egne stjerner for fotgjengerbeskyttelse. Siden 2009 inngår fotgjengerbeskyttelse i totalvurderingen, men alle modellene får en

%vurdering av hvorvidt kriteriene er oppfylt. Kriteriene for vurdering av fotgjengerbeskyttelse ble endret (strengere) i 2010, 2012, 2013 og 2014 og kan følgelig ikke sammenlignes mellom ulike år. Det finnes en studie (Strandroth et al. 2011) der skaderisikoen er sammenlignet for biler med en eller to stjerner. Denne studien er allerede foreldet, siden stjernesystemet er forlatt for fotgjengerbeskyttelse. Undersøkelsen er likevel lagt til grunn på følgende måte: For syklister er det antatt at virkningen er halvparten så stor som virkningen på fotgjengere. Videre er det antatt at tiltaket bare virker på veger med fartsgrense 50 km/t eller lavere. Det foreligger ingen resultater som gjelder biler med tre eller fire stjerner eller tilsvarende vurderinger. Det er derfor antatt at risikoen for at en fotgjenger eller syklist blir drept eller hardt skadd i en kollisjon med en bil på en veg med fartsgrense 50 km/t eller lavere, blir redusert med 14,5% for hver nye stjerne, dvs. at risikoen er 27% lavere når fotgjengeren eller syklisten blir påkjørt av en bil med 3 stjerner og 37,6% lavere når fotgjengeren eller syklisten bli påkjørt av en bil med 4 stjerner enn når bilen har bare én (eller ingen) stjerne.

Ifølge en ny meta-analyse (Høye 2015) reduserer bilbelte risikoen for å bli drept eller hardt skadd med 62 %. Bilbeltepåminner øker andelen som bruker bilbelte. Det er forutsatt en selektiv rekruttering, det vil si at de første av dem som i dag ikke bruker belte som begynner å gjøre det har lavest risiko blant gruppen av ikke-brukere. Deretter vil bruk av bilbelter spre seg til grupper med gradvis høyere risiko. De siste som begynner å bruke bilbelte er de som har høyest risiko for å bli innblandet i ulykker. Det har vist seg komplisert å modellere denne formen for selektiv rekruttering, men det gir trolig riktigere resultater enn om man går ut fra at alle som ikke bruker belte har samme risiko for å bli innblandet i ulykker.

Autonom cruisekontroll med kollisjonsvarsler og automatisk nødbrems er et avansert førerstøttesystem som kan gripe inn i situasjoner der føreren ikke reagerer i det hele tatt eller reagerer for sent eller uhensiktsmessig. På grunnlag av en tysk undersøkelse (Schittenhelm og Daimler 2013) er det anslått at det totale antall drepte i lette kjøretøy blir redusert med 19 % og at det totale antall hardt skadde i lette kjøretøy blir redusert med 15 %.

Nødbremseassistent forsterker bremsingen når førerens bremsing tolkes som nødbremsing. Tiltaket er på grunnlag av en vurdering av foreliggende undersøkelser antatt å kunne redusere antall drepte i bil og antall drepte fotgjengere med 5 %. Tilsvarende virkning for hardt skadde er 4 %.

Feltskiftevarsler og blindsonassistert kan hindre ulykker ved skifte av kjørefelt. I Trafikksikkerhetshåndboken er virkningen av tiltaket anslått til 6 % nedgang i antall drepte eller hardt skadde i bil når alle ulykkestyper ses under ett.

Fartsgrenseinformasjon og varsling er en såkalt «varslenende ISA», det vil si et system som varslor føreren med lyd- og/eller lyssignaler når fartsgrensen overtres. På grunnlag av dansk studie (Lahrman et al. 2012) er det antatt at systemet kan redusere antall drepte med 10 % og antall hardt skadde med 9 %.

Automatisk ulykkesvarsling antas på grunnlag av en finsk undersøkelse (Virtanen et al. 2005) å redusere antall drepte med 3 %. Systemet antas ikke å påvirke antall hardt skadde.

4.3 Kontrolltiltak

Sammenhengen mellom fartskontroll og overholdelse av fartsgrenser og mellom fartskontroll og antall ulykker er nylig studert (Elvik 2015A, 2015B, 2015C). På grunnlag av disse studiene er det beregnet at en tidobling av fartskontrollene kan redusere antall drepte med 7 % og antall hardt skadde med 6 %. Tallene gjelder det totale antallet drepte og hardt skadde i hele landet.

Den samme grunnmodellen for å beregne virkninger er benyttet for alle kontrolltiltak. For bilbeltekontroller, promillekontroller og medikament- og narkotikakontroller er det forutsatt at gruppen som fortsetter å kjøre uten belte, med promille eller under påvirkning av medikamenter eller narkotika blir stadig mer ekstrem jo færre det er i gruppen. Tankegangen kan illustreres med promillekjøring som eksempel.

Internasjonale sammenligninger (Gjerde mfl. 2014) tyder på at jo mindre promillekjøring det er i et land, desto høyere er risikoen forbundet med promillekjøring. Man må derfor anta at førere som kjører med promille blir en mer og mer ekstrem gruppe jo sjeldnere slik atferd er. Det er forutsatt at risikoen ved promillekjøring er proporsjonal med den inverse verdien av kvadratroten av andelen av trafikkarbeidet som er promillekjøring. Ved dagens nivå blir proporsjonalitetsfaktoren:

$$\text{Proporsjonalitetsfaktor for risiko} = \frac{1}{\sqrt{0,0027}} = 19,25$$

Her er 0,0027 andelen av trafikkarbeidet med promille over 0,2, det vil si 0,27 % av trafikkarbeidet. Når promillekontrollene øker, reduseres promillekjøringen. Ved en tidobling av promillekontrollene blir den gjenværende gruppen av promillekjørere så liten at dens risiko for å bli innblandet i dødsulykker er 193 ganger høyere enn for edru førere, mot 68 ganger høyere i dag.

Lignende antakelser er gjort når det gjelder kjøring under påvirkning av medikamenter eller narkotika og manglende bruk av bilbelte. Jo færre det er som kjører under påvirkning av medikamenter eller narkotika og jo færre det er som kjører uten bilbelte, desto høyere risiko har denne gruppen. Nedgangen i antall drepte eller hardt skadde blir dermed ikke proporsjonal med nedgangen i omfanget av kjøring under påvirkning av medikamenter eller narkotika, eller uten bilbelte, men mindre enn proporsjonal. Eksempelvis er det beregnet at en tidobling av medikament- og narkotikakontroller reduserer kjøring under påvirkning av medikamenter eller narkotika til det halve. Risikobidraget reduseres derimot bare med drøyt 20 %. Nedgangen i antall drepte eller hardt skadde er antatt å være proporsjonal med nedgangen i risikobidraget.

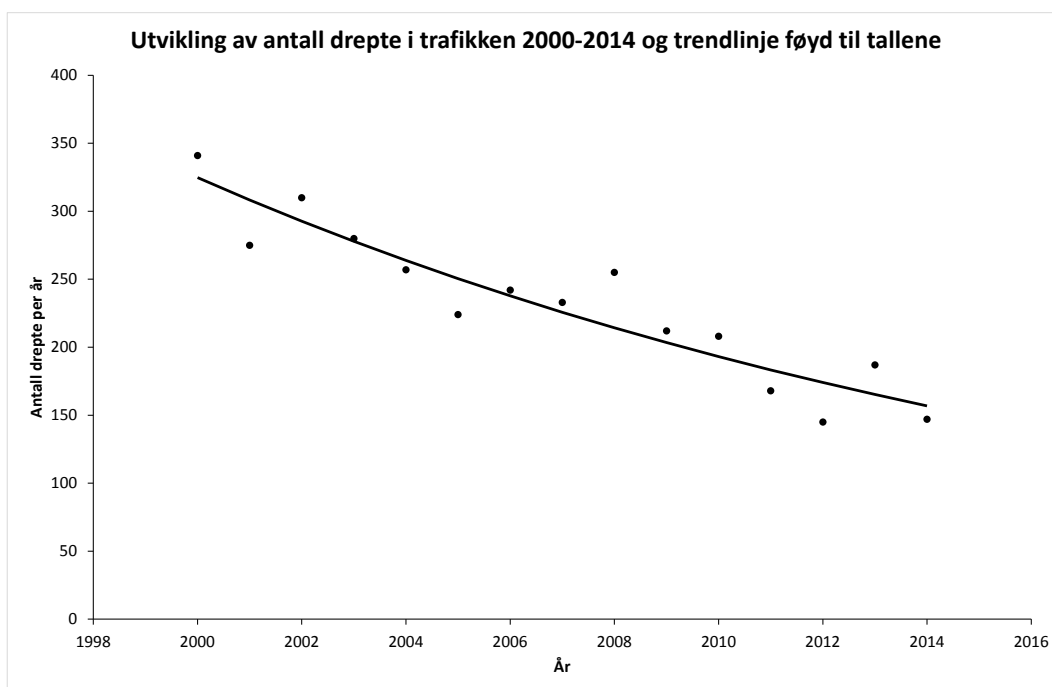
Virkningen av punkt-ATK er anslått på grunnlag av en evaluering 2014 (Høye 2014C). I denne evalueringen er det beregnet en rekke anslag på virkningen på personskadeulykker, og drepte og hardt skadde av punkt-ATK. Studien viste at punkter som er installert etter 2004 hadde større virkning enn eldre punkter. Det antas at fremtidige ATK-punkter vil ha like stor virkning som punkter anlagt etter 2004. De største virkningene ble funnet innenfor et influensområde på 100 meter før og 1 kilometer etter ATK-punktet, til sammen 1,1 kilometer. En empirisk Bayes før- og-etterundersøkelse viste en nedgang på 49 % i antall drepte og hardt skadde for punkter anlagt mellom 2004 og 2010. I beregningene er det benyttet en virkning på 50 % nedgang i antall drepte og 45 % nedgang i antall hardt skadde.

Virkningene av streknings-ATK er også beregnet på grunnlag av en evaluering i 2014 (Høye 2014B). Evalueringen omfattet 14 strekninger. I en empirisk Bayes før-og-etterundersøkelse ble det funnet en nedgang i antall drepte eller hardt skadde (alle ATK-strekninger sett under ett) på 49 %, altså nøyaktig det samme som i evalueringen av punkt-ATK. I beregningene er det lagt til grunn en nedgang i antall drepte på 50 % og en nedgang i antall hardt skadde på 45 %.

5 Beregnet mulig nedgang i drepte og hardt skadde

5.1 Grunnlag for beregningene

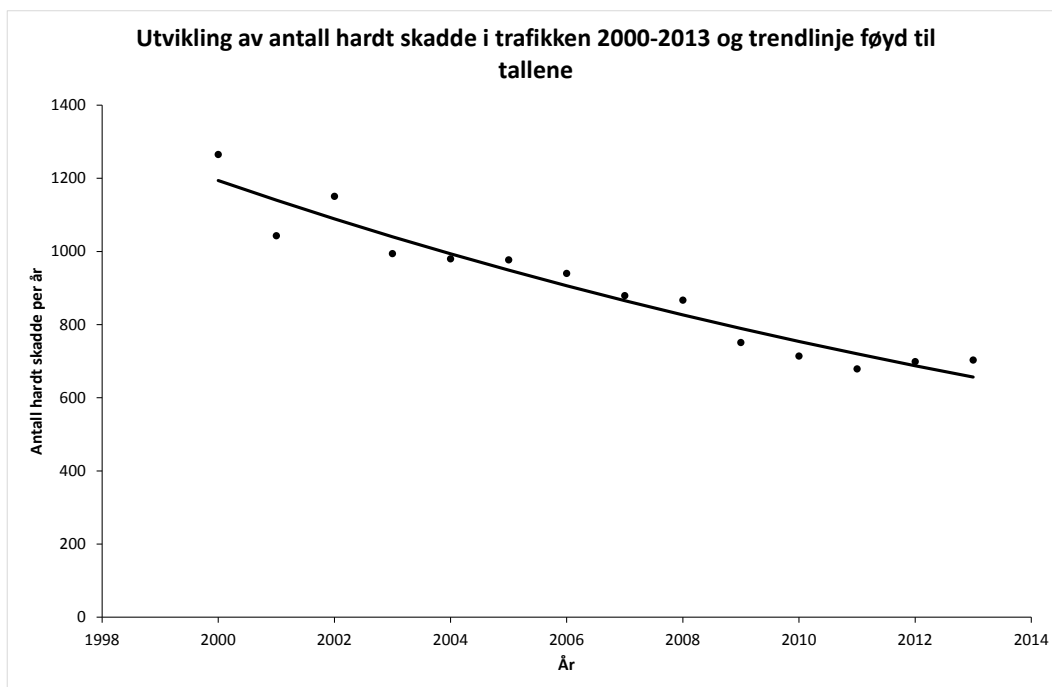
Figur 5 viser utviklingen av antall drepte i trafikken fra 2000 til 2014. Tallet for 2014 er et foreløpig tall på 147 drepte benyttet. En trendlinje er føyd til tallene med en fast årlig %vis nedgang på 5,2 %.



Figur 5: Utvikling av antall drepte i trafikken 2000-2014 og trendlinje som beskriver utviklingen

De årlige tallene svinger en god del. For de fire siste årene har antall drepte vært 168, 145, 187 og 147. Trendlinjen glatter ut slike svingninger og viser 157 drepte i 2014. Beregningene tar utgangspunkt i trendlinjen. Det gjennomsnittlige antall drepte de siste fire år er 162. Trendlinjen gir med andre ord et litt lavere tall.

Figur 6 viser en tilsvarende trendlinje for hardt skadde. Den dekker perioden 2000-2013. Det endelige tallet på hardt skadde i 2014 foreligger ikke og det foreløpige tallet er såpass mye lavere enn det endelige tallet for de siste årene at det vurderes som misvisende å inkludere det i tidsrekken.



Figur 6: Utvikling av antall hardt skadde i trafikken 2000-2013 og trendlinje som beskriver utviklingen

Trendlinjen viser 657 hardt skadde i 2013 og 627 i 2014. Utgangspunktet for beregningene er 627 hardt skadde i 2014. Gjennomsnittlig antall hardt skadde de fire siste årene (2010-2013) er 699.

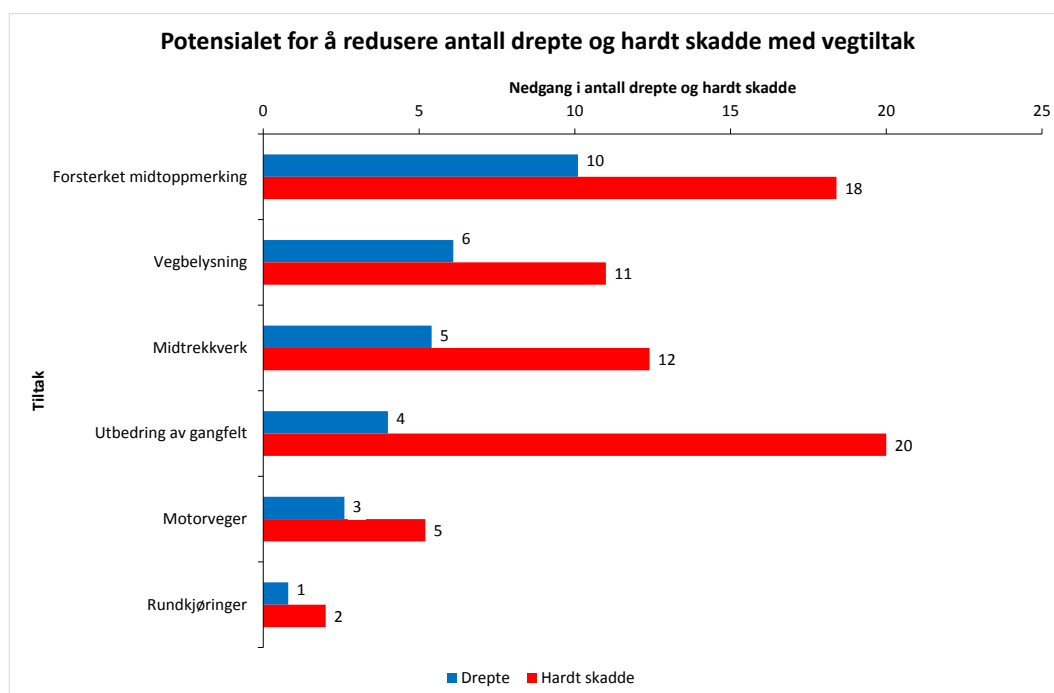
I tillegg til trendlinjene som er vist i figurene 5 og 6 er det utarbeidet egne trendlinjer for personer i alle biler og i personbil, da utviklingen i de enkelte trafikantgrupper ikke nødvendigvis har vært den samme. Beregninger av virkninger av kjøretøYTEKniske tiltak bygger på trendlinjer føyd til antall drepte eller hardt skadde i de grupper av kjøretøy tiltakene omfatter (Høye 2015).

5.2 Tiltak på vegnettet

Figur 7 viser beregnet nedgang i antall drepte eller hardt skadde som kan oppnås med tiltak på vegnettet. Beregningene viser såkalte «første ordens» virkninger. Det er de virkninger hvert tiltak har isolert, uten at man tar i betraktning samspillet med andre tiltak. Tiltakene er rangordnet fra det tiltak som gir størst nedgang i antall drepte eller hardt skadde til det tiltak som gir minst nedgang i antall drepte eller hardt skadde. Tallene viser maksimalt oppnåelig nedgang under de beregningsforutsetninger som er lagt til grunn. Tallene er avrundet til nærmeste hele tall.

Forsterket midtoppmerking representerer det største potensialet for å redusere antall drepte. Til sammen kan tiltakene som er medregnet redusere antall drepte med 29 personer. Det er en nedgang på 18,5 % fra det forventede tallet på 157 ifølge trendlinjen i figur 5. Tiltakene på vegnettet innføres i noen grad på ulike veger, slik at det er riktig å legge sammen deres første ordens virkninger; delvis vil mer enn ett tiltak bli innført på de samme vegene (for eksempel vegbelysning og forsterket

midtoppmerking), noe som betyr at man dobbeltteller virkninger hvis man legger sammen første ordens virkningene.



Figur 7: Maksimalt oppnåelig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med vegtiltak som inngår i beregningene

Summen av første ordens virkninger for antall hardt skadde er en nedgang på 68. Det er en nedgang på 10,8 % fra det forventede antall hardt skadde i 2014 (627). Tiltakene har med andre ord mindre virkning på hardt skadde enn på drepte.

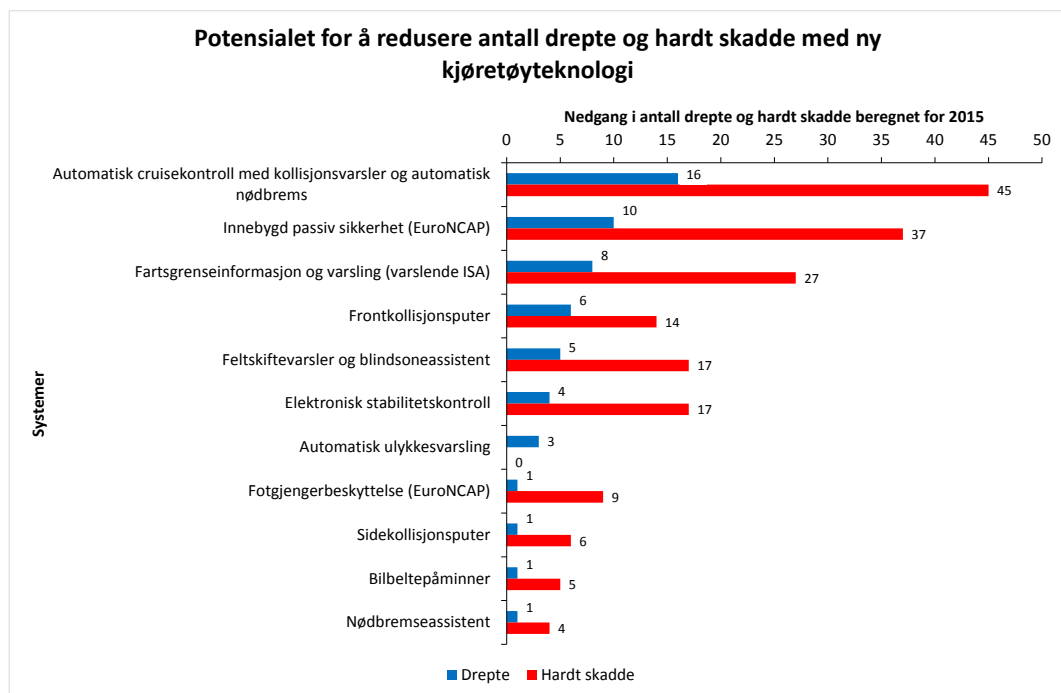
5.3 Kjøretøytekniske tiltak

Figur 8 viser beregnet maksimalt oppnåelig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med kjøretøytekniske tiltak. Tiltakene er ført opp i rekkefølge fra det som gir størst nedgang i antall drepte til det som gir minst nedgang i antall drepte. Tallene er avrundet til nærmeste hele tall.

Det største potensialet knytter seg til autonom cruisekontroll med kollisjonsvarsler og automatisk nødbrems. Dette er et system som overholder avstanden til forankjørende og som griper inn med automatisk bremsing hvis systemet oppdager at faren for en kollisjon øker. Kollisjonsvarsleren forutsettes å reagere på alle kjøretøy på kollisjonskurs, uansett hvilken retning de kommer fra.

Legger man sammen første ordens virkninger på antall drepte kommer man til en nedgang på 56, som tilsvarer vel 35 % nedgang fra det forventede antall drepte i 2014. Det er imidlertid ikke riktig å summere første ordens virkningene. I avsnitt 5.5 drøftes hvordan de kombinerte virkninger av tiltakene kan beregnes.

Nedgangen i hardt skadde er beregnet til 181, noe som tilsvarer 29 % nedgang fra det forventede antall hardt skadde i 2014 (627).



Figur 8: Maksimalt oppnåelig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med kjøretøytekniske tiltak som inngår i beregningene

5.4 Kontrolltiltak

Figur 9 viser maksimalt oppnåelig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med kontrolltiltak. Tiltakene er ført opp i rekkefølge fra det som gir størst nedgang i antall drepte til det som gir minst nedgang i antall drepte. Tallene er avrundet til nærmeste hele tall.

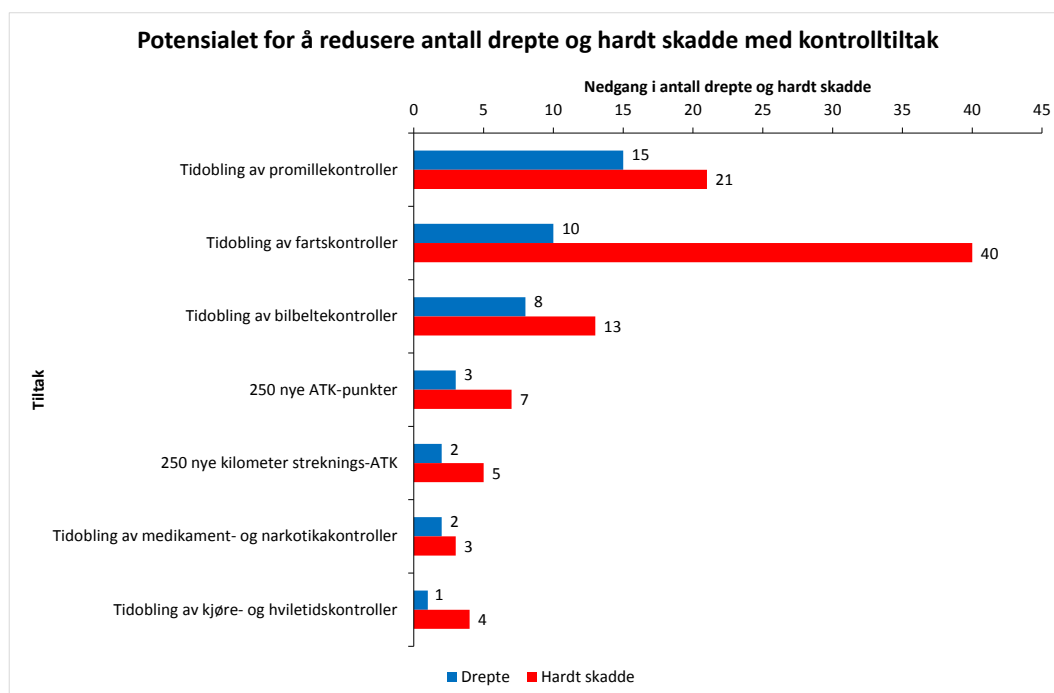
Det største potensialet knytter seg til økt promillekontroll. Deretter følger økt fartskontroll. ATK-tiltakene har virkninger på de vegstrekninger de tas i bruk. De øvrige kontrolltiltak er antatt å ha virkninger i hele landet. Summen av første ordens virkninger på antall drepte er en nedgang på 41, som tilsvarer 26 % nedgang fra det forventede antall drepte i 2014 (157).

Summen av første ordens virkninger for antall hardt skadde er en nedgang på 93. Det tilsvarer knappe 15 % av det forventede antall hardt skadde i 2014.

Summen av første ordens virkninger gir ikke et riktig anslag på de kombinerte virkninger av tiltakene. I neste avsnitt beregnes tiltakenes kombinerte virkninger ved hjelp av to ulike modeller (Elvik 2009B).

5.5 Kombinerte virkninger av tiltakene

Den vanligste måten å beregne kombinerte virkninger av tiltak på, er å forutsette at deres første ordens virkninger er uavhengige av hverandre. Den kombinerte virkningen av flere tiltak beregnes som en minus produktet av deres restfaktorer. Dersom vi bruker de to tiltakene som bidrar mest til nedgang i antall drepte som eksempel, får vi:



Figur 9: Maksimalt oppnåelig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med kontrolltiltak

Restfaktor for autonom cruisekontroll = $(157 - 16)/157 = 141/157 = 0,898$.

Restfaktor for tidobling av promillekontroll = $(157 - 15)/157 = 142/157 = 0,904$.

Kombinert virkning av de to tiltakene = $1 - (0,898 \cdot 0,904) = 1 - 0,812 = 0,188$.

Her er 16 beregnet nedgang i antall drepte med autonom cruisekontroll, 15 er beregnet nedgang i antall drepte med tidobling av promillekontroller. 157 er forventet antall drepte i 2014. Den kombinerte virkningen av de to tiltakene er en nedgang i antall drepte på 18,8 %, som tilsvarer 29,5. Det er mindre enn summen av første ordens virkninger (31).

En annen metode for å beregne den kombinerte virkningen av tiltak er «dominante felles restfaktorers metode» (Elvik 2009B). Den korrigerer for at virkningene av ulike tiltak ikke er uavhengige av hverandre og gir et mer konservativt anslag på de kombinerte virkninger av tiltak. Dette gjøres ved at produktet av restfaktorer opphøyes i den laveste av restfaktorene som inngår i produktet. I regne-eksemplet over er det restfaktoren for autonom cruisekontroll. Dominante felles restfaktorers metode blir dermed:

Dominante felles restfaktorers metode = $1 - (0,898 \cdot 0,904)^{0,898} = 1 - 0,829 = 0,171$.

Beregnet kombinert virkning blir her 17,1 % nedgang i antall drepte.

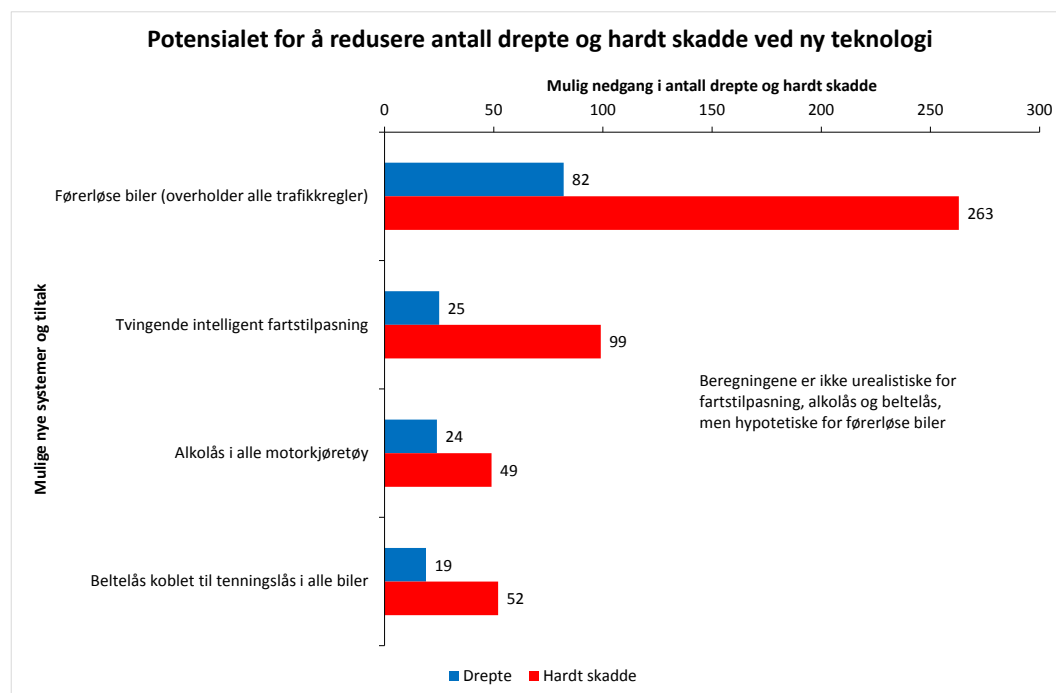
Begge metoder er brukt. Med felles restfaktorers metode er nedgangen i antall drepte fra det forventede tallet i 2014 beregnet til 56,2 % nedgang, det vil si en nedgang fra 157 til 69 drepte. Dominante felles restfaktorers metode gir et anslag på 52,4 % nedgang, fra 157 til 75. Den maksimalt mulige nedgangen i antall hardt skadde er tilsvarende beregnet til 43,8 % (fra 627 til 359) og 40,4 % (fra 627 til 373). Det ser følgelig ut til at valg av metode for å beregne de kombinerte virkninger av tiltak spiller liten rolle for resultatene.

Hvilken metode er best? Det finnes dessverre ytterst lite forskning som kan gi et svar på dette spørsmålet. Vi kan likevel nevne en fersk amerikansk undersøkelse (Park og Abdel-Aty 2015). Den studerte kombinasjon av to tiltak. I datagrunnlaget fantes det tilfeller der bare ett av tiltakene ble innført og tilfeller der begge ble innført. Tiltakene var forsterket kantoppmerking (rumlefelt) og utvidelse av vegskulderen. Det ble gjort fire studier av de kombinerte virkninger av tiltakene (på ulike ulykkestyper og ulike skadegrader).

Dominante felles restfaktorers metode (som forfatterne selv ikke benyttet) predikerte den kombinerte virkningen av tiltakene best. Men det var bare to tiltak som ble kombinert og det er uvisst om resultatene gjelder når langt flere tiltak kombineres.

5.6 Mulige nye tiltak

I tillegg til tiltakene som er beskrevet hittil, er det gjort beregninger av hva fire nye tiltak kan tenkes å bidra med til å redusere antall drepte eller hardt skadde. Resultatene er vist i figur 10.



Figur 10: Mulig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med nye tiltak

Prototyper av førerløse biler finnes. Utviklingen i retning av fullt funksjonelle førerløse biler går fort. Man må regne med at slike biler vil overholde alle trafikkregler. De vil ikke kjøre med promille. De vil kunne programmeres slik at de ikke setter seg i bevegelse før alle har tatt på seg bilbelte. De vil kunne lese vikepliktskilt og beregne tidsluker, slik at man ikke ved en feil svinger inn på en veg med for liten tidsluke. De vil kunne detektere fotgjengere (dette kan gjøres på mange måter; varmesøkende kameraer er en mulighet) og overholde vikeplikt for dem, og så videre.

Som et grovt anslag på hvilken sikkerhetsgevinst førerløse biler kan gi, er det derfor beregnet hvor stor nedgang i drepte og hardt skadde man kan oppnå ved å eliminere 15 nærmere angitte trafikkforseelser (Elvik 2011). Det kan gi vel 50 % nedgang i antall drepte og vel 30 % nedgang i antall hardt skadde (det siste er trolig et forsiktig anslag, da tallet egentlig gjelder alle skadde). Det er forutsatt at alle biler er førerløse.

Dette er neppe realistisk. Busser kan neppe gjøres førerløse dersom føreren skal betjene de reisende i form av å selge billetter eller på annen måte. Moped og motorsykler er også vanskelig å tenke seg som førerløse kjøretøy. I et trafikksystem der alle personbiler er førerløse, vil det med andre ord fortsatt finnes kjøretøy som fremføres av en fører som i dag. Gang- og sykkeltrafikk vil finnes. Man kan derfor ikke regne med at førerløse biler vil fjerne alle trafikkulykker, selv om det er rimelig å tro at de kan gi en betydelig nedgang.

De tre øvrige systemer som er nevnt i figur 10 er alle teknologi som er fullt utviklet. Beregningene viser hva man kan oppnå ved å eliminere fartsovertredelser (ISA), eliminere promillekjøring (alkolås) og oppnå 100 % bruk av bilbelter (beltelås).

6 Hva kan vi vente oss fram til 2024?

Dette kapitlet er et forsøk på å antyde hvordan antall drepte og hardt skadde i trafikken vil utvikle seg framover. Det er selvsagt ikke mulig å predikere antall drepte eller hardt skadde et bestemt år, siden tallene er påvirket av stor tilfeldig variasjon. Men det er mulig å antyde hvilken retning utviklingen vil gå og hvilket nivå antall drepte eller hardt skadde kan ligge på i 2024.

6.1 Etablerte trender kan ikke forlenges

Når man skal beregne hva som kan oppnås med ulike trafikksikkerhetstiltak i løpet av noen år, kan man ikke ta utgangspunkt i en forlengelse av etablerte trender. Grunnen til det er meget enkel, men samtidig meget vanskelig å ta fullt ut hensyn til.

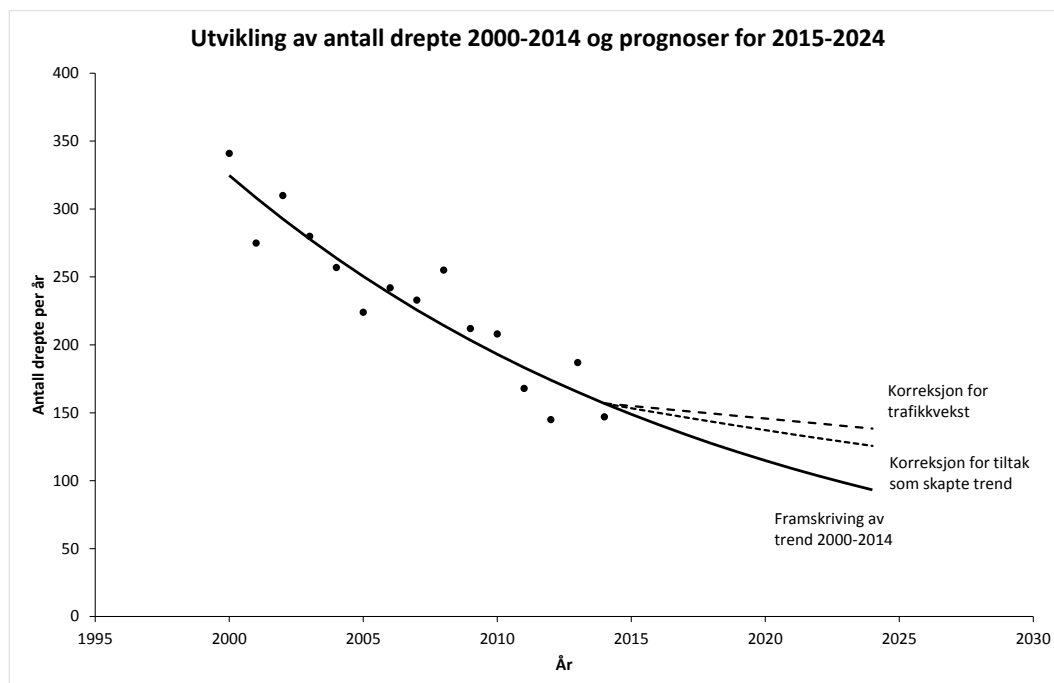
Etablerte trender, for eksempel for perioden 2000-2014, inneholder virkningene av alle tiltak som er gjennomført i denne perioden. Hvis man fremskriver disse trendene til, for eksempel, 2024 forutsetter man at de samme tiltakene vil fortsette å bli brukt og ha de samme virkninger som i den tidligere perioden. En slik forutsetning blir gal når oppgaven er å beregne hva man kan oppnå med ulike tiltak. Da kan man ikke bygge på en trend som allerede inneholder virkningen av disse, eller noen av disse, tiltakene. Man må etablere en «kontrafaktisk» trend som viser hvordan utviklingen ville ha vært dersom tiltakene ikke var gjennomført. Denne kontrafaktiske trenden kan man så fremskrive og bruke som grunnlag for å beregne virkninger av tiltak som ennå ikke er gjennomført.

TØI har forsøkt å beregne hva ulike tiltak og utviklingstrekk har bidratt med til å forklare nedgangen i antall drepte eller hardt skadde fra 2000 til 2012 (Høye, Bjørnskau og Elvik 2014). Det lyktes ikke å beregne virkninger av alle tiltak, fordi det mangler opplysninger om hva som ble gjennomført mellom 2000 og 2012. Vi vet, for eksempel, ikke hvor mye ny vegbelysning som ble satt opp i denne perioden eller hvor mange kryss som ble bygget om til rundkjøring. Trafikksikkerhetstiltak har derfor høyst sannsynlig bidratt mer til nedgangen i antall drepte eller hardt skadde fra 2000 til 2012 enn beregningene viser. Beregningene er likevel det mest seriøse forsøk som er gjort på å finne forklaringer på nedgangen i antall drepte eller hardt skadde og representerer det eneste grunnlaget for å beregne en kontrafaktisk utvikling i drepte eller hardt skadde.

Analysene tok utgangspunkt i en trendlinje for antall drepte eller hardt skadde. Ifølge denne linjen var det en nedgang fra 1534 drepte eller hardt skadde i 2000 til 842 i 2012. Det er en nedgang på 692. Det tilsvarer en årlig nedgang på 4,9 %. De faktorer det lyktes å beregne virkninger av, bidro til en nedgang på 330 drepte eller hardt skadde. Dette omfattet ikke bare trafikksikkerhetstiltak, men også en del andre gunstige utviklingstrekk. Uten bidraget fra disse faktorene ville nedgangen i antall drepte eller hardt skadde ha vært på 362. Det tilsvarer en årlig nedgang på 2,2 %.

Denne årlige nedgangen er brukt til å beregne en kontrafaktisk trend. Dersom man skiller mellom drepte og hardt skadde, finner man at trenden i perioden 2000-2013

har vært litt ulik; det er en litt sterkere %vis nedgang i antall drepte. Vi har likevel valgt å bruke samme kontrafaktiske trend for drepte og hardt skadde. Figur 11 viser hvordan antall drepte kan forventes å utvikle seg fram til 2024 uten bidrag fra de faktorer som bidro til nedgang i perioden 2000-2012.



Figur 11: Forventet utvikling av antall drepte i trafikken fram til 2024 uten nye tiltak

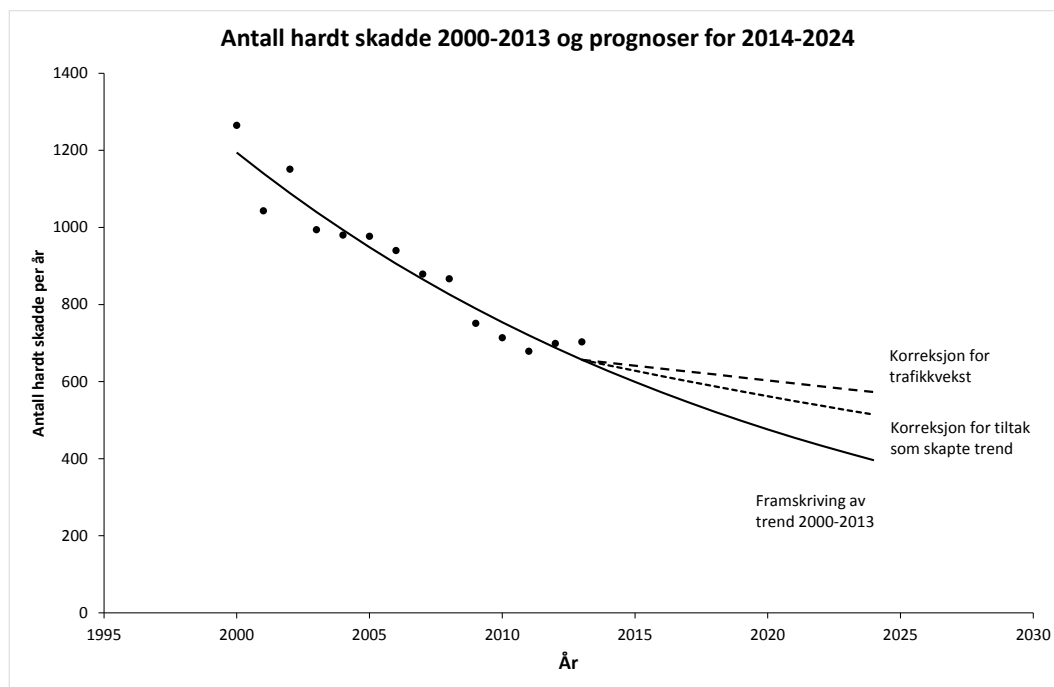
Hvis man forlenger trenden fra 2000-2014 til 2024 ender man på 93 drepte i 2024. Når man fjerner virkningen av de beregnede faktorer som bidro til nedgangen i denne perioden, øker tallet til 126 drepte i 2024. Legger man til trafikkveksten som forventet i Nasjonal transportplan (men tar hensyn til at antall drepte ikke øker proporsjonalt med trafikkmengden) ender man på 138 drepte i 2024.

Figur 12 viser en tilsvarende prognose for hardt skadde. Trendforlengelse gir et forventet antall hardt skadde på 396 i 2024. Etter korreksjon for tiltak og trafikkvekst øker dette til 573.

Det ventes med andre ord nedgang både i antall drepte og antall hardt skadde, men nokså svak. Tilfeldig variasjon betyr at man med en så svak fallende tendens må vente at det mange år vil bli økning i antall drepte eller hardt skadde fra året før.

6.2 Hva kan ventes gjennomført av tiltak?

Det er vanskelig å si med særlig grad av sikkerhet hva som vil bli gjennomført av tiltak i perioden 2015-2024. Vi har forsøkt å være nøkterne i våre vurderinger, slik at beregningene kan si noe om muligheten for å nå det mål som er satt om høyst 500 drepte eller hardt skadde i 2024.



Figur 12: Forventet utvikling av antall hardt skadde i trafikken from til 2024 uten nye tiltak

Statistikk for motorveglengder de siste årene tyder på at lengden av motorveger øker med drøyt 30 kilometer per år. Det er stor variasjon fra år til år. Medianverdien for økning av motorveglengde er 19 kilometer per år. Utbygging av 250 kilometer motorveg i løpet av 10 år virker likevel ikke urealistisk. Vi legger derfor til grunn at dette blir gjennomført.

Statens vegvesens publikasjon «Nøkkeltall» viser at det i perioden 2010-2013 årlig ble bygget i gjennomsnitt 25 kilometer midtrekkverk. Det ble i samme periode innført forsterket midtoppmerking på 124 kilometer veg per år. På grunnlag av disse tallene forutsettes det at det i en periode på 10 år (2015-2024) kan bygges 25 kilometer midtrekkverk hvert år og 125 kilometer forsterket midtoppmerking.

Det finnes få opplysninger om hvor mye ny vegbelysning som er bygget ut de siste årene. Høye, Bjørnskau og Elvik (2014) forutsatte at det bygges 70 kilometer ny vegbelysning hvert år. Samme antakelse legges til grunn her.

Heller ikke ombygging av kryss til rundkjøringer finnes det gode opplysninger om. Som i Høye, Bjørnskau og Elvik (2014) antar vi at det bygges 50 nye rundkjøringer hvert år.

Antall gangfelt som utbedres hvert år er ukjent. På grunnlag av eldre opplysninger antar Høye, Bjørnskau og Elvik (2014) at 20 gangfelt utbedres hvert år. Vi legger det samme til grunn her.

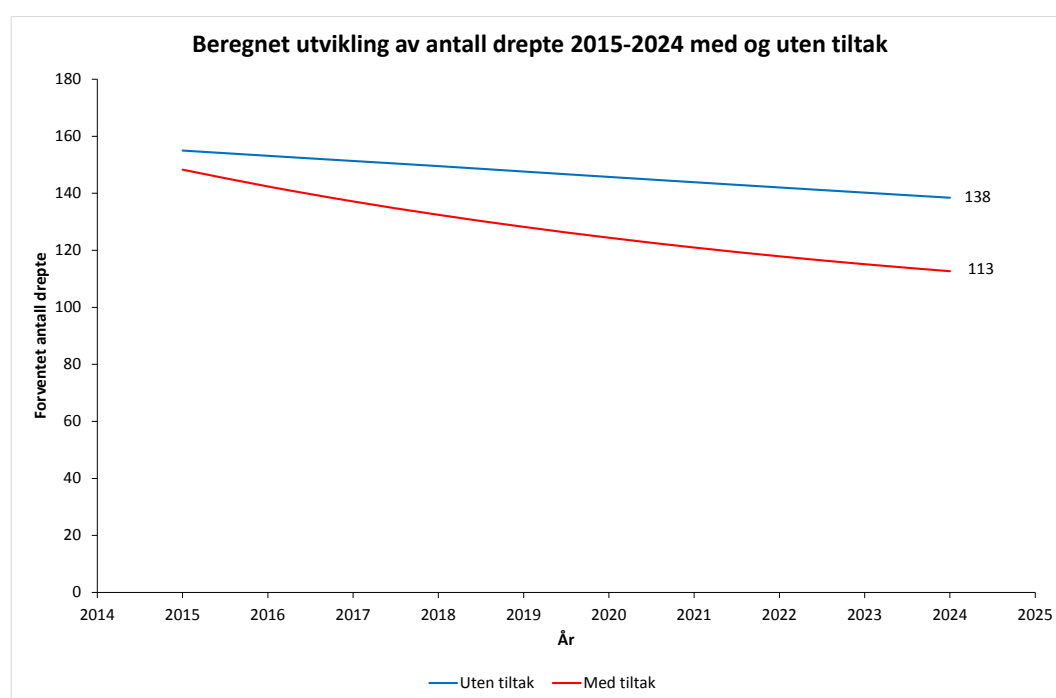
For alle kjøretøytekniske tiltak som inngår i beregningene, er utbredelsen framskrevet til 2024 (Høye 2015). Disse framskrivningene er realistiske og er lagt til grunn.

For kontrolltiltakene er det vanskelig å spå om utviklingen. Det er neppe realistisk å vente en kraftig økning av politiets kontroller. Utviklingen de siste årene har snarere gått i retning av mindre kontroller (Elvik og Amundsen 2014). Det er forutsatt at kontrollene holdes på det nåværende nivå. Det betyr at de ikke vil gi et netto bidrag til å redusere antall drepte eller hardt skadde. Videre utbygging av ATK, både punkt-

ATK og streknings-ATK, er ikke forutsatt. Dette kan endre seg dersom det kommer en ny regjering til makten i løpet av perioden.

6.3 Beregnet utvikling av drepte eller hardt skadde 2015-2024

På grunnlag av antakelsene over er det beregnet hvordan antall drepte eller hardt skadde kan utvikle seg dersom tiltakene iverksettes i jevn takt i perioden 2015-2024. For kjøretøytekniske tiltak er den forventede utvikling av utbredelsen av tiltakene lagt til grunn. Når denne nærmer seg 100 %, flater kurven ut (se figur 2), slik at den årlige gevinsten blir mindre. Figur 13 viser resultatene for antall drepte.

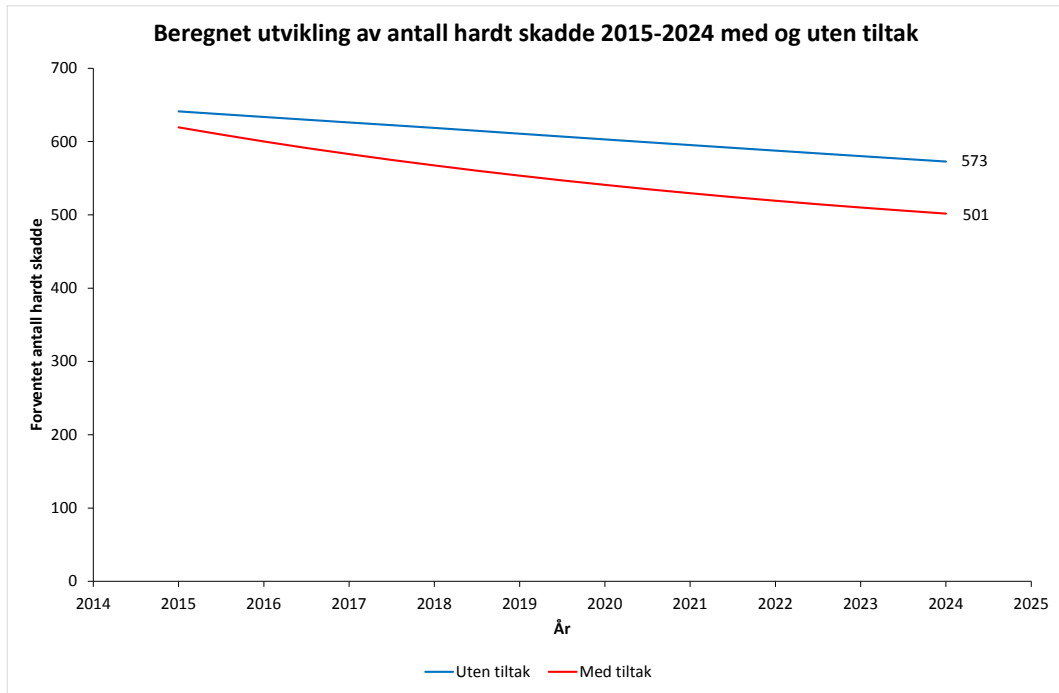


Figur 13: Beregnet utvikling av antall drepte i trafikken 2015-2024 med og uten tiltak

Uten tiltak forventes antall drepte i 2024 å bli 138. Med de tiltak som det er realistisk å vente vil bli gjennomført, er antall drepte i 2024 beregnet til 113. Beregningen tyder på at det er nødvendig å forsterke innsatsen dersom man skal komme under 100 drepte i 2024.

Figur 14 viser en tilsvarende beregning for antall hardt skadde. Uten tiltak forventes 573 hardt skadde i 2024. Med tiltak er antall hardt skadde beregnet til 501. Nasjonal tiltaksplan for sikkerhet på veg 2014-2017 (Statens vegvesen mfl. 2014) har satt et mål på høyst 500 drepte eller hardt skadde i 2024. Beregningene tyder på at dette målet ikke vil bli nådd ved å videreføre dagens tiltak. Forsterket innsats ser ut til å være nødvendig for å komme ned i 500 drepte eller hardt skadde i 2024. Selv uten forsterket innsats kan man imidlertid forvente en fortsatt nedgang i antall drepte eller hardt skadde i trafikken.

Hvor mye kan antall drepte og hardt skadde i trafikken reduseres?



Figur 14: Beregnet utvikling av antall hardt skadde i trafikken 2015-2024 med og uten tiltak

7 Sammenligning med tidligere tiltaksanalyser

Det er tre ganger tidligere gjort omfattende analyser av hvor mye trafikksikkerheten i Norge kan bedres med ulike trafikksikkerhetstiltak. Disse analysene ble gjort i 1984, 199 og 2007. Visse deler av den siste analysen er senere oppdatert. I dette kapitlet sammenlignes analysene.

7.1 Tiltaksanalyse i 1984

Tiltaksanalysen i 1984 er dokumentert i en rapport av Elvik, Muskaug og Vaaje (1984). Den omfattet 45 trafikksikkerhetstiltak og tok utgangspunkt i det gjennomsnittlige antall drepte og skadde i årene 1979-1981. Fire strategier for trafikksikkerhetspolitikken i perioden 1982-1993 ble utviklet ved å kombinere tiltakene. De fire strategiene var videreføring, opptrapping, maksimal nytte og balanse. Av disse innebar strategien balanse den mest omfattende bruk av tiltakene.

Det var 379 drepte i gjennomsnitt i årene 1979-1981. Forventet utvikling fram til 1993 uten tiltak ble beskrevet ved hjelp av trafikkprognoser og en forventet nedgang i risiko fra det som ble kalt «undefinerte tiltak», det vil si utviklingstrekk som bidro til lavere risiko, men ikke omfattet de 45 tiltak man beregnet virkninger av. To trafikkprognoser ble brukt. Den ene var Norsk Vegplans prognose, som viste 23 % trafikkvekst fra 1981 til 1993. Den andre var Personbilutvalgets trafikkprognose, som viste 38 % trafikkvekst i samme periode.

Ved videreføring av dagens bruk av tiltak, beregnet man med Norsk vegplans trafikkprognose en nedgang i antall drepte på 31 i 1993, det vil si et forventet antall drepte på 348 i 1993. Med Personbilutvalgets trafikkprognose var forventet antall drepte i 1993 390. Faktisk antall drepte i 1993 var 281.

Den mest ambisiøse strategien, balanse, beregnet antall drepte i 1993 til 264 med Norsk vegplans trafikkprognose og 296 med Personbilutvalgets trafikkprognose.

Beregningene av hva man kunne oppnå med en videreføring av eksisterende bruk av trafikksikkerhetstiltak viste seg å være for pessimistiske. Det må likevel nevnes at antall drepte i 1992 var 325. Nedgangen til 281 i 1993 var derfor relativt stor.

Det er ikke mulig fullt ut å forklare hvorfor man fikk et lavere antall drepte i 1993 enn de fleste strategiene predikerte. Ble det satset mer på trafikksikkerhetstiltak enn man regnet med i videreføringsstrategien? Det kan tenkes, men det finnes ikke data som kan gi et særlig godt svar på dette spørsmålet.

Trafikkveksten fra 1981 til 1993 ble på 49,7 %, langt mer enn både Norsk vegplan og Personbilutvalget regnet med. Med en så sterk trafikkvekst ville man i alle fire strategier ha ventet betydelig mer enn 300 drepte i 1993. Utviklingen ble med andre ord langt gunstigere enn tiltaksanalysen tydet på at den ville bli.

7.2 Tiltaksanalyse i 1999

Neste tiltaksanalyse ble lagt fram i 1999 (Elvik 1999). Den omfattet 59 tiltak og dekket perioden 2000-2012. En rekke av tiltakene tok utgangspunkt i Nullvisjonen, som på dette tidspunktet nettopp var lansert, og som av transportetatene ble foreslått lagt til grunn for transportpolitikken i Norge gjennom Nasjonal transportplan (2002-2011). Dette var den første nasjonale transportplan som ble utarbeidet.

Analysen tok utgangspunkt i 300 drepte per år, som var et avrundet gjennomsnitt for perioden 1990-1997. Uten tiltak ble antall drepte forventet å øke til 372 i 2012. Dette bygde på en trafikkprognose med 1,3 % trafikkvekst per år og 0,987 % økning i antall drepte når trafikken øker 1 %. Man forutsatte med andre ord en langsiktig tendens til lavere risiko, ikke knyttet til bestemte tiltak, på 1,3 % per år.

Fem strategier ble utviklet ved hjelp av tiltakene. Det var (1) Videreføring av eksisterende bruk av tiltak, (2) Bruk bare av samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak (lønnsomhetsstrategien), (3) Kostnadseffektivitetsstrategien, (4) Nullvisjonsstrategien og (5) Maksimalt potensial strategien. Beregningene viste at videreføringsstrategien ga de svakeste resultater, med et forventet antall drepte på 338 i 2012. I strategien der tiltakene ble iverksatt maksimalt, var forventet antall drepte i 2012 124. Det ble i 2012 registrert 145 drepte i trafikken. Det var langt færre enn forventet i videreføringsstrategien og ikke veldig mange flere enn i maksimalt potensial strategien.

Igjen må vi spørre: Ble trafikksikkerhetstiltakene trappet betydelig opp i denne perioden, eller ble de brukt på en vesentlig mer effektiv måte enn før? Lite tyder på at tiltakene ble trappet kraftig opp eller brukt mye mer effektivt. Den forventede trafikkveksten i perioden 2000-2012 var på 16,8 %. Faktisk trafikkvekst var på 25,1 %. Forklaringen på at antall drepte ble mye lavere enn beregnet kan derfor ikke være at trafikken økte mindre enn forventet.

Antall drepte var spesielt lavt i 2012. Likevel var antall drepte både i 2011 og 2013 lavere enn beregnet i de fleste av strategiene. Tiltaksanalysene ga følgelig et altfor pessimistisk bilde av hvordan antall drepte i trafikken ville utvikle seg.

7.3 Tiltaksanalyse i 2007

En ny tiltaksanalyse ble lagt fram i 2007 (Elvik 2007). Analysen dekket perioden fra 2007 til 2020. Den tok utgangspunkt i gjennomsnittsverdier for 2003-2006. For antall drepte ble et årlig gjennomsnitt på 250 lagt til grunn. Dette ble forventet å øke til 285 i 2020. I denne prognosen ble det tatt hensyn til at antall drepte ikke øker proporsjonalt med trafikkmengden. Slik sett kan man si at en forventet risikoreduksjon var lagt inn i prognosen for antall drepte.

45 trafikksikkerhetstiltak inngikk i analysen. Fire strategier for bruk av tiltakene ble utviklet: Videreføring av dagens bruk, optimal bruk av tiltak (i henhold til samfunnsøkonomiske kriterier), en opptrappingsstrategi (videreføring kombinert med opptrapping av de mest lønnsomme tiltakene) og en begrenset optimalitetsstrategi.

Strategien optimal bruk av tiltak ga det laveste forventede antall drepte i 2020. Forventet antall drepte i 2020 ble beregnet til 138 i denne strategien. I videreføringsstrategien ble forventet antall drepte i 2020 beregnet til 190.

Det er selvsagt for tidlig å si hva antall drepte i 2020 kommer til å bli. Men antall drepte i 2014 var ikke mye mer enn 138 – det foreløpige tallet er 147. Utviklingen hittil i 2015 tyder på et lavere antall drepte enn i 2014. Alt tyder derfor på at beregningene av antall drepte i 2020 er for pessimistiske. Tiltaksanalysen i 2007 bekrefter dermed inntrykket fra de tidligere tiltaksanalysene. Utviklingen går bedre enn disse analysene tyder på.

En begrenset oppdatering av tiltaksanalysen ble gjort i 2010 (Elvik 2010A). Det ble da regnet spesielt på hva man kan oppnå ved 100 % overholdelse av en del trafikkregler, samt 100 % utbredelse av en del kjøretøytekniske tiltak.

7.4 Hva kan vi lære av de tidligere tiltaksanalysene?

Den viktigste lærdommen av de tidligere tiltaksanalysene er at prognosene for utviklingen uten tiltak konsekvent har vært for pessimistiske. Disse prognosene har predikert et økende antall drepte og undervurdert den generelle tendens til lavere risiko som ikke kan knyttes til bestemte trafiksikkerhetstiltak.

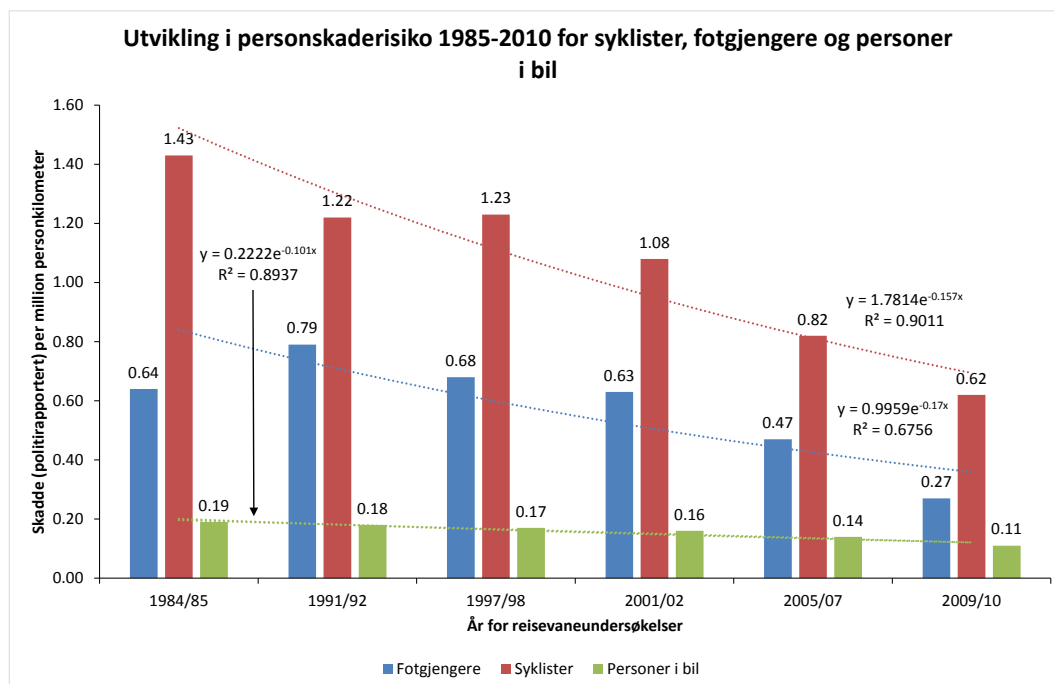
I denne rapporten er prognosen at antall drepte vil fortsette å synke også uten tiltak, selv om nedgangen blir svak. Vi tror på bakgrunn av tidligere erfaring at dette er en mer realistisk prognose enn at antall drepte vil øke. Det er mange grunner til å tro at antall drepte vil fortsette å gå ned, få grunner til å tro det motsatte.

8 Økt gang- og sykkeltrafikk = flere skader?

Det er et mål at trafikkveksten i større byer skal skje ved gange, sykling eller kollektivtrafikk. Biltrafikken skal ikke øke. Å gå eller sykle er forbundet med høyere risiko for personskader enn å kjøre bil eller være passasjer i bil eller et kollektivt transportmiddel. Spørsmålet er derfor om økt gang- og sykkeltrafikk vil føre til flere skader i trafikken.

8.1 Historisk risikoutvikling for ulike grupper

Det er flere ganger gjort risikoberegninger på grunnlag av reisevaneundersøkelser. Figur 15 viser utvikling i personskaderisiko for syklister, fotgjengere og personer i bil, beregnet på grunnlag av reisevaneundersøkelsene (Bjørnskau 1988, 1993, 2000, 2003, 2008, 2011).



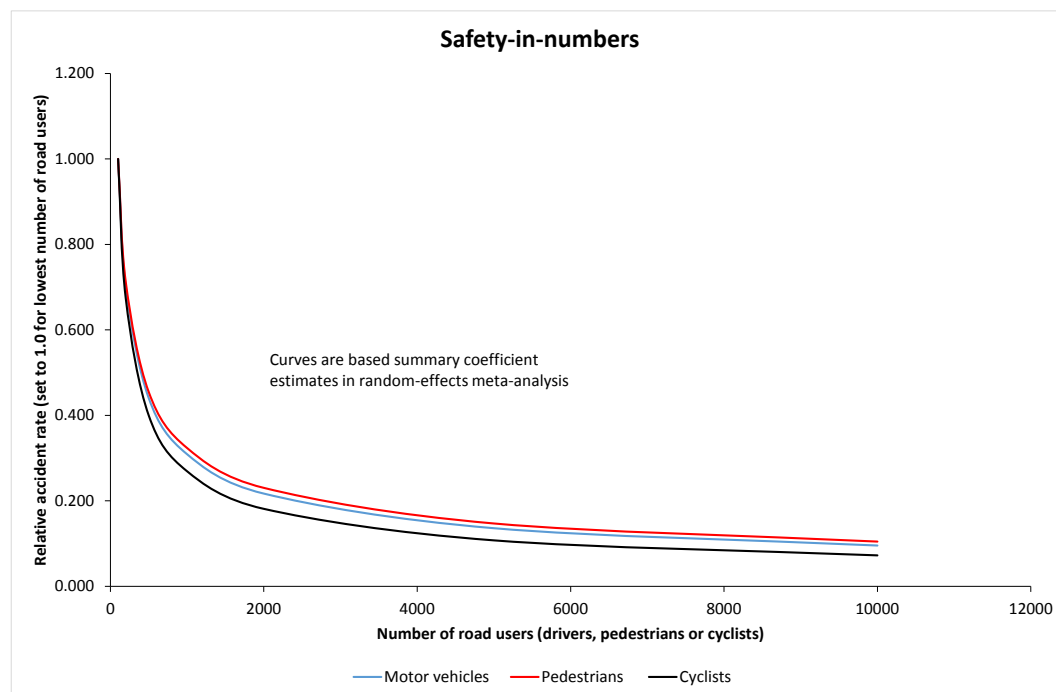
Figur 15: Utvikling i personskaderisiko for syklister, fotgjengere og personer i bil 1985-2010

Figur 15 viser at risikoen for å bli skadet i trafikken har gått ned for alle grupper. Fotgjengere og syklister har hatt mye større nedgang i risiko enn personer i bil, selv om de ikke utgjør en større andel av trafikken nå enn i 1985. Dette viser at man kan oppnå en større nedgang i risiko for fotgjengere og syklister enn for bilister uten å

dra nytte av en safety-in-numbers effekt. Hvis det i tillegg finnes en safety-in-numbers effekt, kan denne forsterke risikonedgangen for fotgjengere og syklister.

8.2 Safety-in-numbers

Det er nylig gjort en meta-analyse av studier av safety-in-numbers (Elvik og Bjørnskau 2015). Resultatene av analysen er oppsummert i figur 16.



Figur 16: Risiko som funksjon av antall trafikanter for fotgjengere, syklister og bilister

I figur 16 er risikoen når det er 100 trafikanter (100 fotgjengere, 100 syklister, 100 bilister) satt lik 1,0. Vi ser at risikoen synker kraftig når antallet trafikanter øker. Ved det høyeste tallet, 10.000 er risikoen redusert til omkring 10 % av det den er ved 100 trafikanter.

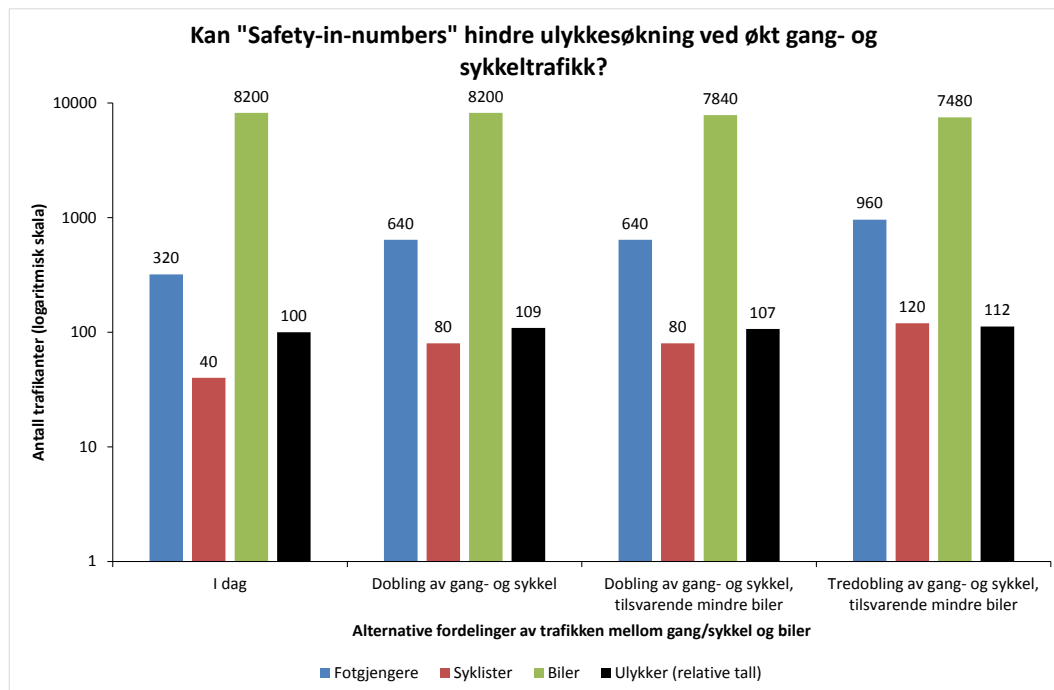
Kurvene i figur 16 bygger på meta-analyser av ulykkesmodeller. Modellene er av formen:

$$\text{Antall ulykker} = e^{\beta_0} MV^{\beta_1} CYCL^{\beta_2} e^{(\sum_{n=1}^i \beta_n X_n)}$$

Her er e eksponentialfunksjonen, det vil si 2,71828 opphøyd i en koeffisient. Koeffisienten β_0 er konstantleddet. MV er antall motorkjøretøy, CYCL er antall syklister, PED (ikke vist i eksemplet over) er antall fotgjengere. Koeffisientene β_1 og β_2 viser ulykkeselastisiteter med hensyn til antall trafikanter. Hvis disse koeffisientene er mindre enn 1, øker antall ulykker mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden. I meta-analysen var koeffisientene nær 0,5 både for fotgjengere, syklister og biler. Det innebærer at antall ulykker øker proporsjonalt med kvadratroten av trafikkmengden. Når antall trafikanter fordobles vil dermed antall ulykker øke med kvadratroten av 2, som er 1,41. Med andre ord: Dobling av trafikken gir litt over 40 % ulykkesøkning.

Det siste leddet i modellen over viser virkninger av ulike risikofaktorer, som fartsgrense, antall kjørefelt, og så videre.

Data for 159 gangfelt i Oslo (Elvik, Sørensen og Nævestad 2013) er brukt til å lage regne-eksempler som kan belyse hvordan økt gang- og sykkeltrafikk kan tenkes å påvirke antall ulykker. Figur 17 viser resultatene.



Figur 17: Forventede endringer i antall personskadeulykker ved endringer i gang- og sykkeltrafikk. Beregninger basert på data for 159 gangfelt i Oslo

Trafikkmengden er vist med en logaritmisk skala, siden antall biler er mye større enn antall fotgjengere og syklister. Dagens trafikktall er avrundede gjennomsnittstall for årsdøgntrafikk av fotgjengere, syklister og biler. Koeffisienter på 0,5 er brukt for alle trafikantgrupper til å beregne endringer i ulykkestall ved endringer i trafikkmengde.

Når antall fotgjengere og syklister fordobles uten at biltrafikken går ned, øker antall personskadeulykker med ca. 9 %. Dersom de nye fotgjengerne og syklistene rekrutteres blant bilister, slik at det blir en like stor nedgang i biltrafikk som økningen i gang- og sykkeltrafikk, blir ulykkesøkningen litt mindre, ca. 7 %. En tredobling av gang- og sykkeltrafikken, kompensert ved tilsvarende nedgang i biltrafikken, gir en beregnet ulykkesøkning på 12 %.

Beregningene tyder på at økt gang- og sykkeltrafikk vil gi flere personskadeulykker, men økningene er små – omkring 10 %. Det burde i prinsippet være mulig å kompensere for en så liten ulykkesøkning med tiltak som opphøyde gangfelt, sykkelfelt, nedsatt fartsgrense, eller andre tiltak.

9 Temaer for videre arbeid

I dette kapitlet skisseres noen temaer for videre arbeid som kan øke nytten av den typen tiltaksanalyser som er gjort i denne rapporten.

9.1 Bestand og gjennomføringsgrad av tiltak

Potensialet for å bedre trafikksikkerheten kan kort defineres som: Det man kan oppnå ved å gjennomføre det som ikke allerede er gjennomført.

Mange trafikksikkerhetstiltak kan i praksis betraktes som fullt ut gjennomført i Norge. Det gjelder for eksempel kjøreløys på dagtid, hjelpåbud for mopedister og motorsyklister og, tror vi, fartsdempende tiltak i boligområder.

Det er imidlertid ikke særlig tilfredsstillende å tro at et tiltak er gjennomført. Det burde, ideelt sett, finnes registre som viser hvilke tiltak som er gjennomført. Problemet er størst når det gjelder tiltak på vegnettet. I et tidligere prosjekt fikk TØI tilsendt et sett av standardtabeller fra Nasjonal vegdatabank over trafikksikkerhetstiltak som er registrert der (Fredriksen 2005). Denne oversikten var meget nyttig, men dessverre ufullstendig. Den inneholdt, for eksempel, ingen opplysninger om gang- og sykkelveger eller signalregulerte kryss. Opplysninger om vegrekkverk var gitt som antall kilometer rekkverk, ikke antall kilometer veg med rekkverk. I forbindelse med prosjektet om ulykkesmodeller, fremkom det at Nasjonal vegdatabank har mangelfulle opplysninger om midtrekkverk og forsterket midtoppperking. Disse opplysningene måtte derfor innhentes gjennom et eget prosjekt for å kunne inngå på riktig måte ved utvikling av ulykkesmodellene.

Innenfor rammen for dette prosjektet har det ikke vært anledning til å innhente oppdaterte opplysninger fra vegdatabanken om bestanden av gjennomførte tiltak. Vi mener likevel at det bør undersøkes mer inngående hvilke opplysninger man kan få ut av vegdatabanken.

Problemet med å fastslå utbredelsen eller gjennomføringsgraden for et tiltak gjelder også kjøretøytekniske tiltak. Her er hovedproblemet at det finnes mange modellvarianter av hvert bilmerke. Det som er standardutstyr på noen modellvarianter er tilleggsutstyr på andre varianter. Vi vet ikke hvor mange bilkjøpere som da velger å inkludere tilleggsutstyret. I beregningene har vi gjort sjablonmessige overslag over dette. Ideelt sett hadde det vært bedre å gjøre en detaljert studie av bilsalg, for å kunne anslå andelen med ulikt sikkerhetsutstyr mer presist. Nok et problem er at vi vet svært lite om hvor utbredt ulike typer sikkerhetsutstyr er på varebiler. Beregningene er derfor i første omgang kun gjort for personbiler.

Vi foreslår derfor at man gjennom en oppfølgende studie tar sikte på å forbedre kunnskapene om:

1. Hvilke trafikksikkerhetstiltak som er registrert i Nasjonal vegdatabank og hvor oppdaterte og fullstendige registreringene er.

2. Hvordan man best kan danne seg et bilde av tiltak som er gjennomført på kommunal veg, eksempelvis ved å studere bilder av gatenettet i Google street view eller andre GIS-baserte datakilder.
3. Hvor mange bilkunder som velger tilleggsutstyr av ulike typer.
4. Hvor utbredt ulike kjøretøytekniske tiltak er blant varebiler.

9.2 Usikkerhet i beregninger

Beregningene av hva man kan oppnå med ulike trafikkikkerhetstiltak er usikre. I denne rapporten er det ikke gjort noe forsøk på å tallfeste usikkerheten. Det er likevel på det rene at usikkerheten er meget stor.

Elvik (2010B) identifiserte ti kilder til usikkerhet i de beregnede virkninger av trafikkikkerhetsprogrammer (pakker av tiltak). Bare fem av de ti kildene til usikkerhet kunne tallfestes på en meningsfull måte. Tallfesting av usikkerhet er nyttig ved at det peker på hva det er som skaper mest usikkerhet og dermed hva man bør prioritere forskning om for å redusere usikkerheten mest mulig.

Det faktum at tidligere tiltaksanalyser har bommet grovt på utviklingen i antall drepte i trafikken er i seg selv en slående illustrasjon på at resultatene av analysene er usikre. Erfaringen hittil er at utviklingen har vært mye gunstigere enn tiltaksanalysene har antydnet. Antall drepte har gått mer ned enn selv de mest optimistiske beregninger i tiltaksanalysene. Vi tror neppe at dette i hovedsak skyldes at trafikkikkerhetstiltakene er blitt prioritert mer effektivt eller har hatt større virkninger enn man la til grunn i tiltaksanalysene. Vi tror snarere at andre faktorer enn trafikkikkerhetstiltakene har påvirket utviklingen i sterkere grad enn man har tatt hensyn til i tiltaksanalysene. Igjen må vi minne om at tro ikke er det samme som kunnskap. Det er bare gjetninger som bør undersøkes nærmere.

To kilder til usikkerhet man vet svært lite om. Den ene er hvordan man best kan beregne de kombinerte virkninger av tiltak. Et prosjekt om dette pågår i USA og resultatene vil ha interesse. Den andre er hvordan virkninger av tiltak utvikler seg over tid. Elvik (2010B) henviste til en serie av norske før-og-etterundersøkelser av rundkjøringer som viste at disse gradvis har fått mindre virkninger på ulykkene. I motsatt retning peker evalueringen av punkt-ATK (Høye 2014B). Der hadde nylig anlagte punkter større virkning enn de eldre. En fersk meta-analyse av bilbelter viser også at de har større virkninger enn man tidligere har trodd (Høye 2015). Det finnes altså eksempler både på at tiltak er blitt mindre effektive over tid og at de er blitt mer effektive.

Det foreslås en videreføring av beregningene der man søker å øke kunnskapene om:

1. Hvilke kilder til usikkerhet i tiltaksberegninger som bidrar mest til den samlede usikkerhet.
2. Om man i større grad enn i studien av utviklingen mellom 2000 og 2012 kan identifisere og tallfeste de faktorer som forklarer nedgang i antall drepte og hardt skadde.
3. Hvordan man best kan beregne de kombinerte virkninger av tiltak.
4. Hva man vet, og hvordan man kan finne ut mer, om hvordan virkninger av tiltak utvikler seg over tid.

9.3 Nyttekostnadsanalyser av tiltak

Det er i denne omgangen ikke utført nyttekostnadsanalyser av tiltakene. Vi foreslår at dette gjøres. For det første har det interesse å vite om lønnsomhetsbetraktninger setter klare grenser for hvor mye man bør satse på trafikksikkerhet. Tidligere studier (Elvik 2003) tyder på at man kan oppnå betydelig nedgang i antall drepte eller hardt skadde med tiltak der nytten er større enn kostnadene. For det andre kan nyttekostnadsanalyser skape et bedre grunnlag for en diskusjon om hvilken vekt man skal legge på dem. Bruken av trafikksikkerhetstiltak har aldri vært basert utelukkende på, eller primært på, resultater av nyttekostnadsanalyser. Det er selvsagt fullt ut legitimt å ta andre hensyn enn dem man klarer å fange opp i nyttekostnadsanalyser, men man bør vite «prisen» for det. All prioritering som avviker fra den mest effektive betyr, i klartekst, at det blir flere drepte eller hardt skadde enn det ellers ville ha blitt. Nullvisjonen gir slik sett et sterkt argument for å satse på de samfunnsøkonomisk mest lønnsomme tiltakene. For det tredje tyder pågående analyser av den norske verdsettingsstudien, opprinnelig publisert i 2010 (Samstad mfl. 2010), på at det er faglig grunnlag for å oppjustere den økonomiske verdsettingen av trafikksikkerhet. Dermed vil flere trafikksikkerhetstiltak, og en større satsing på disse tiltakene, bli samfunnsøkonomisk lønnsomt.

10 Konklusjoner

De viktigste konklusjoner av de analyser som er presentert i denne rapporten kan oppsummeres i følgende punkter:

1. Kjente trafikksikkerhetstiltak som er i bruk i dag kan redusere antall drepte eller hardt skadde i trafikken betydelig. Potensialet for å redusere antall drepte er ca. 55 %. Potensialet for å redusere antall hardt skadde er ca. 40 %.
2. Dersom man i tillegg satser på nye tiltak som er tilstrekkelig teknologisk utviklet til at de kan gjennomføres i stort omfang, er det mulig å oppnå en større nedgang i antall drepte eller hardt skadde. Antall drepte kan da reduseres med ca. 60 % og antall hardt skadde med ca. 45 %.
3. Det er satt et mål om høyst 500 drepte eller hardt skadde i 2024. Beregninger tyder på at man med de tiltak det er realistisk å tro vil bli gjennomført innen 2024 kan komme med i vel 110 drepte per år og om lag 500 hardt skadde per år. Det betyr at målet på høyst 500 drepte eller hardt skadde trolig ikke kan nås uten forsterket innsats.
4. Økt gang- og sykkeltrafikk kan forventes å gi en viss ulykkesøkning. Beregninger tyder på at ulykkesøkningen er så beskjeden at den bør kunne unngås helt ved å iverksette veg- og trafikktekniske tiltak som bedrer sikkerheten for fotgjengere og syklister.

11 Referanser

- Amundsen, K. S., Sætre, K. 2009. Kvalitetssikring av gangfelt i 60-soner i Stor-Oslo distrikt. Sandvika, Asplan Viak.
- Bjørnskau, Torkel. 1988. Risiko i persontransport på veg 1984/85 - basert på reisevaneundersøkelsen 1984/85 og offentlig ulykkesstatistikk. Rapport 2. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. 1993. Risiko i veitrafikken 1991/92. Rapport 216. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. 2000. Risiko i veitrafikken 1997-1998 Rapport 483. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. 2003. Risiko i trafikken 2001-2002. Rapport 694. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau T. 2008. Risiko i trafikken 2005-2007. Rapport 986. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. 2011. Risiko i veitrafikken 2009-2010 Rapport. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. 1999. Bedre trafiksikkerhet i Norge. Rapport 446. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. 2003. How would setting policy priorities according to cost-benefit analyses affect the provision of road safety? *Accident Analysis and Prevention*, 35, 557-570.
- Elvik, R. 2007. Prospects for improving road safety in Norway. Report 897. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Elvik, R. 2009A. The trade-off between efficiency and equity in road safety policy. *Safety Science*, 47, 817-825.
- Elvik, R. 2009B. An exploratory analysis of models for estimating the combined effects of road safety measures. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 876-880.
- Elvik, R. 2010A. Potensialet for å redusere antall drepte og hardt skadde i trafikken ved å oppnå nærmere definerte tilstander for vegstandard, kjøretøy og trafikantatferd. Arbeidsdokument SM/2152/2010. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. 2010B. Sources of uncertainty in estimated benefits of road safety programmes. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 2171-2178.
- Elvik, R. 2011. Public Policy. Chapter 33, 471-483, in Porter, B. (Editor): *The Handbook of Traffic Psychology*, London, Academic Press, 2011.
- Elvik, R. 2013. The feasibility of formal synthesis of coefficients estimated in multivariate accident prediction models: an exploratory study. Paper presented at TRB Annual Meeting.

- Elvik, R. 2015A. Et opplegg for å beregne virkninger av kontrolltiltak. Arbeidsdokument 50709. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. 2015B. Methodological guidelines for developing accident modification functions. *Accident Analysis and Prevention*, 80, 26-36.
- Elvik, R. 2015C. Traffic law enforcement in Norway: Trying to find the relationship between the risk of apprehension and the rate of violations. Manuscript submitted to *Accident Analysis and Prevention*.
- Elvik, R., Amundsen, A. H. 2014. Utvikling i oppdagelsesrisiko for trafikkforseelser. En oppdatering. Rapport 1361. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Bjørnskau, T. 2015. Safety-in-numbers: A systematic review and meta-analysis of evidence. Paper submitted to *Safety Science*.
- Elvik, R., Muskaug, R., Vaaje, T. 1984. Virkninger av alternative strategier for å øke trafikksikkerheten i Norge. Rapport. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Sørensen, M. W. J., Nævestad, T.-O. 2013 Factors influencing safety in a sample of marked pedestrian crossings selected for inspection in the city of Oslo. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 64-70.
- Fredriksen, S. 2005. Sikkerhetstiltak-data fra VDB. Notat av 22.7.2005. Trondheim, Veginformatikk AS.
- Gjerde, H., Bogstrand, S. T., Lillsunde, P. 2014. Commentary: Why is the odds ratio for involvement in serious road traffic accident among drunk drivers in Norway and Finland higher than in other countries? *Traffic Injury Prevention*, 15, 1-5.
- Hauer, E. 2010. Cause, effect and regression in road safety: A case study. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 1128-1135.
- Høye, A. 2014A. Utvikling av ulykkesmodeller for ulykker på riks- og fylkesvegnettet i Norge. Rapport 1323. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A. 2014B. Evaluering av effekt på ulykker ved bruk av streknings-ATK. Rapport 1339. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A. 2014C. Evaluering av effekt på ulykker ved bruk av punkt-ATK. Rapport 1384. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A. 2015. Potensialet for forbedringer av trafikksikkerheten: Kjøretøytiltak. Arbeidsdokument 50758. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A., Bjørnskau T., Elvik, R. 2014. Hva forklarer nedgangen i antall drepte og hardt skadde i trafikken fra 2000 til 2012? TØI rapport 1299/2014. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J., Vaa, T. 2015. Trafikksikkerhetshåndboken. Oppdatert elektronisk utgave. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Kvisberg, J. 2003. Hovedoppgave for faggruppe veg og samferdsel. Analyse av kryssulykker på hovedvegnettet i Region Øst. Trondheim, NTNU, Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Lahrmann, H., Agerholm, N., Tradisauskas, N., Berthelsen, K. K., Harms, L. 2012. Pay as You Speed, ISA with incentives for not speeding: Results and interpretation of speed data. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 17-28.

- Park, J., Abdel-Aty, M. 2015. Development of adjustment functions to assess combined safety effects of multiple treatments on rural two-lane roadways. *Accident Analysis and Prevention*, 75, 310-319.
- Samstad, H., mfl. 2010. Den norske verdsettingsstudien. Sammendragsrapport. Rapport 1053. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Schittenhelm, H, Daimler, A. 2013. Advanced brake-assist – real world effectiveness of current implementations and next generation enlargements by Mercedes-Benz. Paper 13-0194. Proceedings of the 23rd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV).
- Statens vegvesen. 2011-2014. Nøkkeltall. Årlig publikasjon. Årganger 2010-2013 benyttet.
- Statens vegvesen mfl. 2015. Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2014-2017. Oslo, Vegdirektoratet, 2014.
- Strandroth, J., Rizzi, M., Sternlund, S., Lie, A., Tingvall, C. 2011. The Correlation Between Pedestrian Injury Severity in Real-Life Crashes and Euro NCAP Pedestrian Test Results. *Traffic Injury Prevention*, 12, 604-613.
- Sætre, K. 2010. Kvalitetssikring av gangfelt på fylkesveier i Bærum kommune i 50 og 50 km/t-soner. Sandvika, Asplan Viak.
- Sørensen, M. W. J., Mosslemi, M., Akhtar, J. 2010. Kvalitetssikring av gangfelt i 50-soner i Oslo. Rapport 1058. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Sørensen, M. W. J., Nævestad, T-O. 2012. Kvalitetssikring av 75 gangfelt i Oslo. Rapport 1231. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Virtanen, N., Schirokoff, A., Luoma, J. 2005. Impacts of an automatic emergency call system on accident consequences. Paper presented at the 18th ICTCT Workshop, Helsinki. (available at www.ictct.org)

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no