

Effekt af køretøjsteknik på trafiksikkerhed - en manual

Bernhoft, Inger Marie; Lyckegaard, Allan; Hels, Tove

Publication date:
2012

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Bernhoft, I. M., Lyckegaard, A., & Hels, T. (2012). Effekt af køretøjsteknik på trafiksikkerhed - en manual. Technical University of Denmark, Transport. (DTU Transport rapport; Nr. 5, 2012).

DTU Library

Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Effekt af køretøjsteknik på trafiksikkerhed

- en manual



Inger Marie Bernhoft
Allan Lyckegaard
Tove Hels

December 2012

Effekt af køretøjsteknik på trafiksikkerhed - en manual

Inger Marie Bernhoft
Allan Lyckegaard
Tove Hels

December 2012

Effekt af køretøjsteknik på trafiksikkerhed – en manual

Rapport 5, 2012

December 2012

Af Inger Marie Bernhoft, Allan Lyckegaard, Tove Hels

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Forsidefoto: Colourbox

Udgivet af: DTU Transport, Bygningstorvet 116 B, 2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres: www.transport.dtu.dk eller transport@transport.dtu.dk

ISSN: 1600-9592 (elektronisk udgave)

ISBN: 978-87-7327-234-3 (elektronisk udgave)

ISSN: 1601-9458 (trykt udgave)

ISBN: 978-87-7327-235-0 (trykt udgave)

Forord

Over de senere årtier er trafiksikkerheden løbende forbedret, og antallet af dræbte og tilskadekomne er trods støt stigende trafikmængder faldet markant, så det årlige antal dræbte i trafikken nu er nede på et niveau svarende til bilismens barndom i 1930'erne. En væsentlig del af denne positive udvikling skyldes, at bilerne er blevet mere sikre, og med en fortsat indsats kan tallene komme endnu længere ned.

Denne rapport er udarbejdet for Trafikstyrelsen som led i styrelsens ønske om at udvikle måle-metoder for, hvordan forbedringer i køretøjsteknik og færre tekniske fejl bidrager til øget trafik-sikkerhed.

Rapporten har karakter af en manual for effektvurdering, hvor datagrundlag samt metoder og øvrige principper i forbindelse med effektvurdering af aktiv såvel som passiv sikkerhed gennemgås, ligesom der opstilles krav til data i færdselsuheldsregistreringen, der i fremtiden vil muliggøre en vurdering af sammenhængen mellem bilers konkrete tekniske vedligeholdelsesstandard og deres uheldsinvolvering. Som eksempel på en effektvurdering af aktiv sikkerhed indgår der i rapporten en vurdering af elektronisk stabilitetskontrols effekt på trafiksikkerheden.

Rapporten skal ses som led i DTU Transports forskning i og udvikling af metoder til evaluering af trafiksikkerhedstiltag generelt, herunder forbedring af bilernes aktive og passive sikkerhed. Databearbejdningen og den statistiske analyse for effektvurderingen af elektronisk stabilitetskontrol er gennemført som en del af projektet IMPROSA (IMProving ROad SAfety), der er støttet af Det Strategiske Forskningsråd. Et eksempel på effektvurdering af passiv sikkerhed findes i DTU Transports Rapport 3, 2012: 'Udviklingen i bilers passive sikkerhed – skadesgrad for føre-re af person- og varebiler' fra samme projekt.

Arbejdet er udført af Allan Lyckegaard, Tove Hels og Inger Marie Bernhoft, der også har forestået projektledelsen. Der har til projektet været tilknyttet en følgegruppe bestående af Ib Rasmussen og Victor Hollnagel fra Trafikstyrelsen.

Kgs. Lyngby, december 2012
Niels Buus Kristensen
Institutdirektør

Indhold

Sammenfatning	1
Summary.....	7
1. Indledning	13
1.1 Baggrund.....	13
1.2 Indhold	13
2. Anvendelse af effektvurderingsmanualen.....	15
2.1 Effektvurderingsmetoderne.....	16
2.1.1 Effektvurdering af aktiv sikkerhed.....	16
2.1.2 Effektvurdering af passiv sikkerhed.....	16
2.2 Data til brug for effektvurderingerne	17
3. Datagrundlag.....	19
3.1 Tilgængelige data	19
3.1.1 Uheldsdatabase.....	19
3.2 Yderligere nødvendige data.....	22
3.2.1 Køretøjsdatabase.....	22
3.2.2 Databaser med information om køretøjstekniske forbedringer	23
3.3 Yderligere ønskværdige data.....	25
3.3.1 Databaser med information om førerne i uheldene	25
4. Effektvurderingsmetoder	27
4.1 Metode til vurdering af effekten på aktiv sikkerhed.....	27
4.1.1 Enkel ukorrigeret beregning af effekt.....	27
4.1.2 Korrigeret effekt	28
4.1.3 Fordele og ulemper ved de to metoder.....	29
4.2 Metoder til vurdering af effekten på passiv sikkerhed.....	30
4.2.1 Anvendelse af logistisk regression til effektvurdering af passiv sikkerhed	30
4.2.2 Anvendelse af ordnet logitregression til effektvurdering af passiv sikkerhed	31
4.2.3 Fordele og ulemper ved de forskellige vurderingsmetoder	32
5. Krav til data i en effektvurdering	35
5.1 Brug af variable i effektvurderingerne	35
5.1.1 Kontinuerte variable	35
5.1.2 Kategoriske variable	36
5.1.3 Proxyvariable	36
5.2 Usikkerhed på resultatet	37
5.2.1 Usikkerhed på effektmålet ved vurdering af aktiv sikkerhed	37
5.2.2 Passiv sikkerhed.....	38
5.3 Vurdering af aktiv sikkerhed ved flere tiltag på samme tid	39
5.4 Tilvejebringelse af data	40

6. Fortolkning af resultaterne.....	41
6.1 Aktiv sikkerhed	41
6.2 Passiv sikkerhed	42
7. Effekt af tekniske fejl i færdselsuheld	45
7.1 Indledning.....	45
7.2 Oplysninger i dødsulykkesstatistikken	45
7.2.1 Tekniske fejl ved køretøjer i dødsulykkesstatistikken	45
7.2.2 Uheldsfaktorer og skadesfaktorer i dødsulykkesstatistikken	46
7.3 Effektevaluering af tekniske fejl i 2010 og 2011.....	47
7.4 Krav til fremtidig uheldsregistrering.....	49
Referencer.....	51
Bilag A: Variabelbeskrivelse.....	55
Bilag B: Effekt af ESC på aktiv sikkerhed.....	63
Bilag C: Litteratur vedrørende tekniske mangler samt effekt af periodisk syn	75

Sammenfatning

I nærværende rapport er der udviklet metoder til beregning af effekten på trafikikkerheden af forbedret køretøjsteknik og færre tekniske fejl på biler. Rapporten er en effektvurderingsmanual, der er tænkt til fremadrettet brug. Manualen tager udgangspunkt i beregning af effekten på personskadeuheld med personbiler, men på baggrund heraf kan der generaliseres til andre former for køretøjer.

Der skelnes i manualen mellem to typer af køretøjstekniske forbedringer, herunder også personligt sikkerhedsudstyr:

- Forbedringer, der indvirker på den aktive sikkerhed, dvs. forbedringer, der har til formål at reducere antallet af uheld (bl.a. elektronisk stabilitetskontrol (ESC), vognbaneskift-alarm, blokeringsfri bremses (ABS), køreløst på biler, forbedring af lygter, højtsiddende stoplygter og intelligent cruise control)
- Forbedringer, der indvirker på den passive sikkerhed, dvs. forbedringer, der har til formål at reducere alvorligheden af uheldene, dvs. reducere sandsynligheden for, at der i et uheld bliver personskader, eller sikre at disse bliver mindre alvorlige (bl.a. selebrug, sikkerhedsselehusker, airbag, selestrammere, antidyksæder, sikring af børn i biler).

For både den aktive og den passive sikkerhed kan der skelnes mellem effekten på person- eller køretøjsniveau og den samfundsmæssige effekt på færdselsuheld, dvs. effekten på det samlede antal uheld og det samlede antal personskader. Effektvurderingerne i denne manual omhandler den samfundsmæssige effekt på færdselsuheld.

I den første del af rapporten gøres der rede for data til brug for effektvurderingerne, både tilgængelige data, yderligere nødvendige data samt yderligere ønskværdige data, der er brug for i forbindelse med effektvurdering af aktiv sikkerhed af visse køretøjstekniske forbedringer og passiv sikkerhed af andre køretøjstekniske forbedringer.

Det er i de tilgængelige databaser meget sparsomt med oplysninger om køretøjers sikkerhedsmæssige udstyr. Men pr. 6. juni 2012 har SKAT indført et nyt motorregistreringssystem, Digital Motor Registrering (DMR), som fremover vil indeholde samtlige data om køretøjer, der er indregistreret fra og med denne dato, herunder også oplysninger om de tekniske specifikationer, som har betydning for afgiftsberegningen (ABS, ECS, km/l, integrerede sæder, airbags, selealarmer, partikelfilter for dieslbiler og oplysning om 5 stjerner i NCAP-testen).

Vejdirektoratets færdselsuheldsdatabase indeholder centrale nødvendige variable vedrørende uheldet, herunder uheldssituationen, køretøjerne i uheldet samt personerne i uheldet, se tabel 0.1.

Tabel 0.1 Variable i Vejdirektoratets uheldsdatabase

Uheldet	Elementer i uheldet	Personer i uheldet
Årstal for uheldet	Elementnummer	Alder
Hoveduheldssituation	Elementart	Køn
Uheldssituation	Model	År for første kørekort
Sigtbarhed	Mærke	Personart
Vejr	Kollisionspunkt	Alkoholpromille
Føre	Manøvre	Sygdomstegn
Lys	Totalvægt af køretøj	Selebrug
Vejbelysning	Første registreringsdato for køretøj	Personskade
Gade- og vejtype		
Vejudformning		
Dato		
Time		
Ugedag		
Kommune		
Bykode		
Byzone		
Randbebyggelse		
Hastighedsbegrænsning		

Yderligere nødvendige data om køretøjerne, deres motor samt enkelte sikkerhedsforanstaltninger er indeholdt i køretøjsdatabase fra Danmarks Automobilforhandler Forening (DAF), se tabel 0.2.

Tabel 0.2 Variable i køretøjsdatabase (DAF)

Køretøjets karakteristika	Køretøjets motor	Sikkerhedsinformationer
Model	Motorstørrelse (slagvolumen)	ABS-bremser
Mærke	Hestekræfter (hk)	Airbags
Variant		
Modelårgang		
Karosseri		
Egenvægt		
Totalvægt		

Detaljerede variabelbeskrivelser over de tilgængelige variable er samlet i Bilag A.

Effektvurdering af aktiv sikkerhed

Der er i rapporten opstillet to metoder til vurdering af effekten af køretøjsteknik på aktiv sikkerhed. Begge metoder kræver adgang til Vejdirektoratets uheldsdatabase samt oplysning om, for hvilke bilmærker og modeller samt for hvilke årgange den køretøjstekniske forbedring, hvis effekt ønskes vurderet, er installeret.

Den ene metode til at vurdere effekten af køretøjsteknik på aktiv sikkerhed er at sammenligne antallet af uheld, som et givet tiltag har indflydelse på med antallet af uheld, som det ikke har indflydelse på, både med biler, hvor tiltaget er installeret og med biler, hvor det ikke er installeret. Resultatet kaldes i denne rapport det enkle ukorrigerede effektmål. Hvis sikkerhedstiltaget har en effekt, vil antallet af uheld, som tiltaget har indflydelse på, være mindre for biler, hvor til-

taget er installeret, end for biler, hvor tiltaget ikke er installeret. Ved forholdstalsberegning kan man beregne effekten af tiltaget på antallet af relevante uheld.

Den anden metode er at anvende logistisk regression til effektvurderingen. Logistisk regression relaterer et antal uafhængige variable til sandsynligheden for at et uheld finder sted. Forholdet mellem sandsynligheden for, at der sker et uheld, som tiltaget skulle forhindre, med en bil, der har tiltaget installeret, i forhold til sandsynligheden for, at der sker et uheld, som tiltaget skulle forhindre, med en bil, der ikke har tiltaget installeret kaldes i denne rapport for det korrigerede effektmål. Den vigtigste uafhængige variabel i denne sammenhæng er tilstedeværelsen/fraværet af et givet sikkerhedstiltag. Metoden udregner altså sandsynligheden for, at et uheld finder sted som funktion af tilstedeværelsen af et givet sikkerhedstiltag samt en række andre variable. Fordelen ved at udregne det korrigerede effektmål er, at der i resultatet kan tages højde for indflydelsen på resultatet af andre variable, end hvorvidt bilen er udstyret med en køretøjsforbedring eller ej.

I Bilag B anvendes metoden til at vurdere forbedringen af den aktive sikkerhed på en konkret køretøjforbedring, nemlig elektronisk stabilitetskontrol (ESC) i Danmark. En nødvendig forudsætning for at kunne gøre dette har været at få oplysning om, hvilke bilmærker og modeller, der er indregistreret i Danmark, samt for hvilke årgange ESC findes som standard. Til brug for dette projekt blev der af JATO Dynamics (www.jato.com) produceret en database med disse historiske oplysninger for hele den danske bilpark. Databasen er baseret på oplysninger fra De Danske Bilimportører.

Det enkle ukorrigerede effektmål blev beregnet til 0,40 (dvs. at ESC reducerer risikoen for uheld med 60 %), mens det korrigerede effektmål blev beregnet til 0,66 (dvs. at ESC reducerer risikoen med 34 %). Signifikante forklarende variable i den logistiske regression omfattede førers alder, køn, gyldigt kørekort samt køreerfaring og bilens alder og totalvægt. Desuden sigtbarhed og lysforhold på uheldstidspunktet samt hastighedsbegrænsning, føre, vejudformning og oplysning om by- eller landzone. At reduktionen i risiko er mindre, når der korrigeres for forklarende variable, er i overensstemmelse med andre resultater fundet i litteraturen. Dette tyder på, at føreregenskaber samt egenskaber ved bilen og omgivelserne påvirker sikkerheden og dermed effekten af ESC.

Effektvurdering af passiv sikkerhed

Også for passiv sikkerhed blev der opstillet to metoder til effektvurdering, der igen begge kræver adgang til Vejdirektoratets uheldsdatabase og en database med supplerende køretøjsdata om installation af den forbedring, der ønskes undersøgt, for hele bilparken.

Vurdering af tiltags effekt på passiv sikkerhed udnytter det forhold, at der netop er tale om en effekt på passiv sikkerhed: at mindske uheldets alvorlighedsgrad, givet at uheldet er sket. Analysen centrerer sig altså om at kvantificere sammenhængen mellem uheldets alvorlighedsgrad og en række uafhængige variable relateret til bilen, føreren og uheldet. Dette kan gøres med mindre eller større krav til datagrundlaget:

- En mindre datakrævende metode (enkel metode), der benytter køretøjets årgang som et indirekte udtryk for den passive sikkerhed

- En mere datakrævende metode (omfattende metode), der beregner den præcise effekt af et specifikt tiltag og frasorterer andre effekter.

Begge metoder kan gennemføres med analyser, der i større eller mindre grad udnytter den information, der er i data. Der kan enten anvendes logistisk regression, hvor der foretages en vurdering af uheld med personskaade over for uheld uden personskaade eller der kan anvendes ordnet logitregression, hvor hver personskaadekategori vurderes for sig. Dette er en udvidelse af den logistiske regression, hvor man modellerer, hvilke uafhængige variable der på signifikant vis forklarer overgangen fra én skadesgrad til en anden.

Ved brug af den enkle metode udnyttes det forhold, at den passive sikkerhed i nye køretøjer øges år for år. Den statistiske analyse estimerer sandsynligheden for, at uheldet har resulteret i en givet grad af personskaade, givet at uheldet er sket, som funktion af køretøjets årgang alene. Det er derfor udelukkende nødvendigt at kende til køretøjets årgang og uheldsinvolvering. Resultatet er en samlet vurdering af køretøjets årgangs betydning for uheldets alvorlighedsgrad. Køretøjets årgang benyttes altså som et indirekte udtryk for dets sikkerhedstilstand og dækker forhold som installeret sikkerhedsudstyr, kollisionszoner, vægt m.m. Man kan i analysen ikke skelne disse enkelte tiltag fra hinanden, men får en effekt af dem alle sammen på én gang.

Ved brug af den mere datakrævende metode er det nødvendigt at vide, hvilke af bilerne i uheldene, der har tiltaget installeret, og hvilke, der ikke har. Det skal altså klarlægges på bilmærke og modelniveau, hvilke biler der er udstyret med den aktuelle forbedring, og fra hvilket år dette skete. For at få et præcist og isoleret mål for virkningen af tiltaget er det nødvendigt at korrigere for en række andre variable, der kan tænkes at have indflydelse på alvorlighedsgraden af uheldet. Der korrigeres således eksempelvis for det forhold, at visse typer førere er mere tilbøjelige til at købe biler med meget sikkerhedsudstyr end andre førere, og at førstnævnte ofte kører mere defensivt og sikkerhedsbevidst end sidstnævnte. Ved at korrigere for faktorer som førerens køn, alder og bilens mærke og model, isoleres effekten af sikkerhedstiltaget i ret høj grad.

Et eksempel på effektvurdering af passiv sikkerhed ved hjælp af ordnet logitregression og brug af den mere datakrævende metode findes i Hels m.fl. (2012). Hypotesen i dette tilfælde var, at jo nyere biler er, jo sikrere er de. Resultatet viste, at for køretøjer af årgang 2010 sammenlignet med køretøjer af årgang 2000 reduceres førerens risiko for at blive dræbt i uheldet med 37 %. Tilsvarende falder sandsynligheden for alvorlig personskaade med 23 % og for let personskaade med 13 %, mens antallet af materielskaadeuheld til gengæld stiger.

Tekniske fejl ved personbiler i dødsuheld

Vejdirektoratet har for årene 2010 og 2011 offentliggjort en udvidet dødsulykkesstatistik (Vejdirektoratet 2011 og 2012). Med den udvidede dødsulykkesstatistik bliver dødsuheldene belyst på en mere fyldestgørende måde, end det er tilfældet i den almindelige færdselsuhedsstatistik. Herunder vurderes forhold, der har været medvirkende til uheldets opståen og omfang. Dataindsamlingen og ulykkesrapporten bygger på data indsamlet af politiet, bilinspektørerklæringer og et særligt bilinspektørregistreringsskema, vejdata fra besigtigelse samt hastighedsberegning.

På baggrund af især registreringerne i dødsulykkesstatistikken af uheldsforløbet, personrelaterede forhold, vejforhold, vejr, beregning af formodet hastighed samt oplysningerne om køretø-

jerne, er der, for hvert impliceret element i dødsuheldene, registreret op til tre uheldsfaktorer og op til tre skadesfaktorer. Dette er en del af dødsulykkesstatistikken.

På baggrund af oplysningerne i dødsulykkesstatistikken er der for både 2010 og 2011 foretaget en kvalitativ analyse af sammenhængen mellem personbilers vedligeholdelse og deres uheldsinvolvering.

I 2010 var der i 8 af 184 dødsuheld (4,3 %) køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet, der medvirkede til, at dødsuheldet fandt sted samt i 2 af 184 dødsuheld (1,1 %) køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet, der medvirkede til dødsuheldets alvorlighed.

I 2011 var der i 12 af 164 dødsuheld (7,3 %) køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet, der medvirkede til, at dødsuheldet fandt sted samt i 2 ud af 164 dødsuheld (1,2 %) køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet, der medvirkede til dødsuheldets alvorlighed.

Erfaringen med gennemgangen af dødsulykkesstatistikken for 2010 og 2011 viser, at der i mange tilfælde anvendes værdien uoplyst, når det gælder oplysningerne om køretøjernes tilstand og de supplerende køretøjsoplysninger.

For at dødsulykkesstatistikken skal kunne give et retvisende billede af betydningen af tekniske mangler for uheldene, bør bilinspektørregistreringerne i fremtiden være mere fyldestgørende for de enkelte uheld og angives i en langt større del af dødsuheldene. Hvis der tilsvarende kunne åbnes mulighed for, at de samme data kunne blive registreret ved i det mindste alle alvorlige personskadeuheld, der bliver indberettet af politiet, ville viden om sammenhængen mellem køretøjernes tekniske stand og deres uheldsinvolvering blive øget betydeligt.

Litteratur vedrørende tekniske mangler samt effekt af periodisk syn

Bilag C omfatter en litteraturundersøgelse, der gennemgår viden om effekten på færdselsuheld af køretøjsfejl, der skyldes manglende vedligeholdelse, samt viden om effekten af periodisk syn på færdselsuheld.

Den hyppigst forekommende tekniske fejl var fejl ved dækkene, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne fra den danske dødsulykkesstatistik. Vedrørende effekten af periodisk syn på uheld viste litteraturgennemgangen ikke et entydigt resultat. Et flertal af referencerne viser enten et lavere antal dræbte eller tilskadedkomne pr. indbygger i stater med periodisk syn i forhold til stater uden periodisk syn eller en nedgang i uheld fra før til efter indførelse af periodisk syn, mens et mindretal af referencer angiver, at der ikke kunne påvises en effekt af periodisk syn. Men de fleste undersøgelser, der sammenligner situationen før og efter indførelse af periodisk syn eller, for USA's vedkommende, stater med og uden krav om periodisk syn år ligger tilbage til årene i midten af det 20. århundrede. Hovedkonklusionen er, at der er en vis usikkerhed om effekten af periodisk syn.

Summary

In the present report, methods for calculation of the effect on road safety of improved vehicle technology and less technical defects in cars have been developed. The report is an effect assessment manual intended for future use. The manual is based on the calculation of the effect on personal injury accidents involving passenger cars. However, a generalisation to other types of vehicles is feasible.

The manual distinguishes between two types of technical improvements in cars, including personal safety equipment:

- Improvements that influence the active safety, i.e. improvements aiming at reducing the number of accidents (among others electronic stability control (ESC), lane change alarm, anti-lock braking systems (ABS), daytime running light, improvements of car lights, high-mounted stop lamps and intelligent cruise control)
- Improvements that influence the passive safety, i.e. improvements aiming at reducing the severity of the accidents, i.e. reduce the probability that an accident involves personal injuries or ensure that such injuries are less serious (including use of seat belt, seat belt reminder, airbags, seat belt tensioners, anti-submarine seats, car safety measures for children).

For both the active and the passive safety, a distinction can be made between the effect at the person or vehicle levels and the social effect on road accidents, i.e. the effect on the total number of accidents and the total number of personal injuries. The effect assessments in this manual deal with the social effect on road accidents.

The first part of the report describes the data used for the effect assessments: Available data, additional necessary data and additional desirable data for the effect assessment of the active safety of certain technical improvements in cars and the passive safety of other technical improvements.

The available databases only contain very limited information about the safety equipment of the vehicles. However, on 6 June 2012, SKAT (the Danish tax authority) introduced a new Digital Motor Registration system (DMR) which in future will contain all data on vehicles registered as of this date, including information on the technical specifications of importance for the calculation of taxes (ABS, ECS, km/l, integrated seats, airbags, seat belt alarms, particle filter for diesel cars and information about 5 stars in the NCAP test).

The Danish Road Directorate's road accident database contains the necessary key variables regarding the accident, including the accident situation and the vehicles and persons involved in the accident, cf. table 0.1.

Table 0.1. Variables in the accident database of the Danish Road Directorate

The accident	Elements involved in the accident	Persons involved in the accident
Year of the accident	Element number	Age
Main accident situation	Type of element	Gender
Accident situation	Model	Year of first driving licence
Visibility	Car make	Type of person
Weather	Point of collision	Blood alcohol concentration
Road conditions	Manoeuvre	Signs of disease
Light	Maximum weight of the vehicle	Use of seat belt
Road lightening	First date of registration of the vehicle	Personal injuries
Street and road type		
Road alignment		
Date		
Time		
Day of the week		
Municipality		
City code		
Urban zone		
Surrounding buildings		
Speed limit		

Additional necessary data on the vehicles, their engine as well as their individual safety measures are included in the vehicle database of Danmarks Automobilforhandler Forening (DAF, the association for new car dealers in Denmark), cf. table 0.2.

Table 0.2. Variables in the vehicle database (DAF)

Characteristics of the vehicle	The vehicle's engine	Safety information
Model	Engine capacity	Anti-lock brakes
Car make	Horsepower (hp)	Airbags
Variant		
Model year		
Vehicle body		
Unladen weight		
Maximum weight		

Detailed descriptions of the available variables can be found in Annex A.

Effect assessment of the active safety

Two methods for the assessment of the effect of vehicle technology on the active safety have been developed. They both require access to the Danish Road Directorate's accident database and to information on car make, model, and car generation, as well as whether the car is equipped with the technical improvement, whose effect is to be assessed.

One of the methods to assess the effect of the vehicle technology on the active safety is to compare the number of accidents influenced by a given measure with the number of accidents which the measure does not influence, both with cars in which the measure has been installed and with cars in which it has not been installed. In this report, this result is referred to as the simple efficiency. If the safety measure has an effect, the number of accidents influenced by the measure will be smaller for cars in which the measure is installed than in cars in which the measure is not installed. By means of proportional calculation, the efficiency of the measure on the number of relevant accidents can be calculated.

The other method uses logistic regression to assess the effect. Logistic regression relates a number of independent variables to the probability that an accident will take place. The relationship between the probability that an accident which the measure was supposed to prevent takes place involving a car in which the measure has been installed, compared to the probability that an accident which the measure was supposed to prevent takes place involving a car in which the measure has not been installed, is in this report referred to as the corrected efficiency. In this respect, the most important independent variable is the presence/absence of a given safety measure. Thus, the method calculates the probability that an accident takes place as a function of the presence of a given safety measure as well as a number of other variables. The advantage of calculating the corrected efficiency is that the result can take into consideration how other variables than whether the car is equipped with a technical improvement or not may influence the result.

In Annex B the method is used to assess the improvement of the active safety of a concrete vehicle improvement in Denmark, i.e. electronic stability control (ESC). In order to evaluate this device, information on which car makes and models that are registered in Denmark and for which car generations ESC is standard equipment was needed. For this project, JATO Dynamics (www.jato.com) has developed a database containing this historic information for the entire Danish car fleet. The database is based on information from the Danish Car Importers Association (De Danske Bilimportører).

The simple efficiency was estimated at 0.40 (i.e. that ESC reduces the risk of an accident by 60%) whereas the corrected efficiency was estimated at 0.66 (i.e. that ESC reduces the risk by 34%). Significant explanatory variables in the logistic regression included the driver's age, gender, valid driving licence as well as driving experience and the age and maximum weight of the car. To this should be added visibility and light conditions at the time of the accident, speed limit, road conditions, road alignment and information on urban or rural zone. That the reduction of the risk is smaller when corrections are made for explanatory variables is in accordance with other results found in the literature. This indicates that the driver's qualifications and the characteristics of the car and the surroundings influence the safety and thereby the effect of ESC.

Effect assessment of the passive safety

Two methods to assess the efficiency of the passive safety were also developed. They also require access to the Danish Road Directorate's accident database and to a database with complementary vehicle information for the entire car fleet about the installation of the device to be studied.

The assessment of the efficiency of the measure on the passive safety estimates the reduction of the degree of severity of the accident, given an accident takes place. The analysis therefore focuses on quantifying the relationship between the degree of severity of the accident and a number of independent variables related to the car, the driver and the accident. This can be done with smaller or bigger demands to the data material.

- A less data-intensive method (simple method) that uses the car generation as an indirect expression of the technology in the car

- A more data-intensive method (comprehensive method) that calculates the exact effect of a specific measure and eliminates all other effects.

Both methods can be carried out by means of analyses that to a greater or lesser extent use the information contained in the data. You can either use logistic regression that performs an assessment of the accidents with personal injuries as compared to accidents without personal injuries, or you can use ordered logit regression where each personal injury category is assessed separately. This is an expansion of the logistic regression that is used to model which independent variables that significantly explain the transition from one injury degree to another.

When using the simple method, the fact that the passive safety of new vehicles is increased each year is utilised. The statistical analysis estimates the probability that the accident has resulted in a given degree of personal injury provided that the accident has happened exclusively as a function of the car generation. Therefore it is only necessary to know the generation and accident involvement of the vehicle. The result is an overall assessment of the car generation's importance for the degree of severity of the accident. The car generation is thus used as an indirect expression of its safety condition and covers issues such as safety equipment installed, collision zones, weight etc. In the analysis it is not possible to distinguish between these measures, and the result therefore shows the total effect of the measures.

When using the more data-intensive method it is necessary to know in which of the accident involved cars the measure has been installed and in which it has not. It must therefore be examined at the car make and model level which cars are equipped with the improvement in question and as from which year. To obtain a precise and isolated measure of the effect of the measure it is necessary to correct for a number of other variables that may influence the degree of severity of the accident. Correction is for instance made for the fact that certain drivers are more prone to buy cars with many safety measures than other drivers, and that the former often drive in a more defensive and safety-conscious way than the latter. When correcting for factors such as the driver's gender and age and for car make and model, the effect of the safety measure is to a high degree isolated.

An example of the effect assessment of the passive safety by means of ordered logit regression and use of the more data-intensive method can be found in Hels *et.al.* (2012). In this case, the assumption was that the newer the cars, the safer they are. The result shows that for cars from 2010 compared to cars from 2000, the driver's risk of being killed in the accident is reduced by 37%. Correspondingly, the probability of serious personal injury drops by 23% and for slight personal injury by 13%. On the other hand, the number of material damage accidents increases.

Technical defects on passenger cars involved in fatal accidents

The Danish Road Directorate has published an extended statistics of fatal accidents for the years 2010 and 2011 (the Danish Road Directorate 2011 and 2012). With the extended statistics on fatal accidents, the fatal accidents are illustrated more completely than is the case in the ordinary road accident statistics, including the conditions that contributed to the occurrence and extent of the accident. The data collection and the accident report are based on data collected by the police, declarations from vehicle inspectors and a special vehicle inspector form, road data from on-site inspections and speed calculations.

Based on particularly the registrations in the statistics on fatal accidents about the course of the accident, person-related conditions, road conditions, weather, calculation of presumed speed and information on the vehicles, up to three accident factors and up to three injury factors have been registered for each of the fatal accidents. This is part of the statistics on fatal accidents.

Based on the information in the statistics on fatal accidents, a quantitative analysis of the relationship between the roadworthiness of passenger cars and their accident involvement has been performed for both 2010 and 2011.

In 2010, in 8 out of 184 fatal accidents (4.3%) technical defects or failures in passenger cars contributed to the occurrence of the accident, and in 2 out of 184 fatal accidents (1.1%) technical defects or failures in passenger cars contributed to the severity of the accident (as injury factors).

In 2011, in 12 out of 164 fatal accidents (7.3%) technical defects or failures in passenger cars contributed to the occurrence of the accident (as accident factors), and in 2 out of 164 fatal accidents (1.2%) technical defects or failures in passenger cars contributed to the severity of the accident (as injury factors).

The experience obtained from studying the statistics on fatal accidents for 2010 and 2011 shows that the value "not known" is often used in connection with the information on the roadworthiness of the vehicles and supplementary information on the vehicles.

In order for the statistics on fatal accidents to provide a true view of the importance of technical defects or failures in the vehicles for the accidents, the vehicle inspectors' registrations about the individual accidents should in the future be more complete, and the data should be stated in the reports on the fatal accidents to a much larger extent than today. Correspondingly, if the opportunity to register the same data was also provided in connection with at least all serious personal injury accidents notified by the police, the knowledge about the roadworthiness of the vehicles and their accident involvement would be increased significantly.

Literature on technical defects and the effect of periodic technical inspections

Annex C contains a literature study that reviews the knowledge about the effect on road accidents of vehicle defects that are due to lack of maintenance as well as knowledge about the effect of periodic technical inspections on road accidents.

The most common technical defects were wheel defects, a finding that is in accordance with the results from the Danish statistics on fatal accidents. With respect to the effect of periodic technical inspections on road accidents, the literature review did not provide a clear result. The majority of the references either show a lower number of killed or injured per inhabitant in states with periodic technical inspections as compared to states without periodic technical inspections or a decrease in the number of accidents from before till after the introduction of periodic technical inspections, whereas a minority of the references indicate that no effect of periodic technical inspections could be found. However, the majority of the studies comparing the situation before and after the introduction of periodic technical inspections or, as regards the US, states with and without mandatory periodic technical inspections, date back to the middle of the 20th

century. The main conclusion is that the effect of periodic technical inspection is somewhat uncertain.

1. Indledning

1.1 Baggrund

Antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken har vist en klart nedadgående tendens hen over de seneste 30-40 år. Det årlige antal dræbte trafikanter er faldet fra et maksimum i 1971 på 1.213 til 220 i 2011 (Statistikbanken) samtidig med, at trafikken er mere end fordoblet. Mange faktorer bidrager til denne udvikling, herunder den teknologiske udvikling af bilerne, ændring i vejenes udformning og trafikanternes kompetencer og regelefterlevelse, som også påvirkes af den generelle lovgivning, politikontrol og informationskampagner.

Myndighederne og køretøjsfabrikanterne har løbende haft fokus på trafiksikkerheden i form af køretøjstekniske tiltag, der kan forbedre bilernes køreegenskaber, dvs. nedsætte risikoen for at et uheld sker (aktiv sikkerhed), og nedsætte konsekvenserne af et uheld, dvs. nedsætte graden af alvorlighed, givet at uheldet er sket (passiv sikkerhed).

Effektvurdering af køretøjstekniske forbedringer er tidligere blevet undersøgt (se fx MacLennan m.fl. 2008, Page og Cuny 2006, Lie 2006, Hels m.fl. 2012), men der eksisterer ikke en veldokumenteret og standardiseret måde at undersøge dette på i en dansk sammenhæng. Da mængden og typen af køretøjstekniske forbedringer stadig er i udvikling vil kosteffektive vurderinger af sikkerhedseffekten af disse køretøjstekniske forbedringer kræve en standardiseret fremgangsmåde.

Dette vil konkret betyde en beskrivelse af, hvilke data der skal anvendes, over hvor lang periode disse data skal indsamles, hvilken metode, som skal bruges til vurderingen, og en vejledning i at vurdere troværdigheden af det opnåede resultat.

Myndighederne sikrer via regelmæssige syn, at køretøjer opfylder visse minimumskrav til vedligeholdelse og til den tekniske stand, således at kørsel kan foregå sikkerhedsmæssigt forsvarligt. Men der findes ikke meget litteratur om sammenhængen imellem køretøjers vedligeholdelse og deres uheldsinvolvering, heller ikke i dansk sammenhæng. Det vil dog være hensigtsmæssigt at undersøge, om de nuværende datakilder kan kaste lys over en mulig sammenhæng.

1.2 Indhold

Rapporten indeholder målemetoder for, hvordan forbedringer i køretøjsteknik og færre tekniske fejl på biler bidrager til øget trafiksikkerhed.

Rapporten er en effektvurderingsmanual, der skal bruges fremadrettet og medvirker til opfyldelse af Trafikstyrelsens mål for 2012 vedrørende effekt af køretøjsteknik:

Trafikstyrelsen skal i 2012 opstille/udvikle målemetoder og opstille forslag til mål for, hvordan køretøjsteknik bidrager til øget trafiksikkerhed. Målemetoder og mål skal så vidt muligt kvantificere den øgede trafiksikkerhed der opnås gennem:

- *Indførelse af ny køretøjsteknik, der medfører, at uheld undgås (fx ESC og vognbaneskiifalarm).*

- *Indførelse af ny køretøjsteknik, der medfører, at skaderne i et uheld reduceres (fx airbags og sikkerhedssele-husker).*
- *Reduktion af tekniske fejl i bilparken, der kan være uheds- eller skadesfaktorer.*

Som led i udviklingsarbejdet fremgår det, hvilke supplerende data, der vil kunne forbedre de udviklede målemetoder.

Målemetoderne er baseret på internationalt anerkendte principper.

Den første del af rapporten har karakter af en skabelon, der indeholder en oversigt over de data, der skal indsamles i forbindelse med effektivisering af aktiv sikkerhed af visse køretøjstekniske forbedringer og passiv sikkerhed af andre køretøjstekniske forbedringer. Detaljerede variabelbeskrivelser er samlet i Bilag A.

Metoderne til effektivisering af en køretøjsteknisk forbedring på den aktive sikkerhed og på den passive sikkerhed gennemgås i manualen.

I Bilag B anvendes metoden til at vurdere forbedringen af den aktive sikkerhed på en konkret køretøjforbedring, nemlig elektronisk stabilitetskontrol (ESC), mens der vedrørende et eksempel på anvendelse af metoden til vurdering af forbedret passiv sikkerhed henvises til effekten af bilers alder på skadesgrad, som er afrapporteret i DTU Transports Rapport 3, 2012 (Hels m.fl. 2012).

Den sidste del af projektet har til formål at gennemføre en kvalitativ analyse af de nuværende data, som eksisterer for køretøjers vedligeholdelse og deres uhedsinvolvering. På baggrund af denne analyse opstilles der en kravspecifikation til fremtidig dataindsamling, således at en kvantitativ analyse af sammenhængen imellem køretøjers vedligeholdelse og deres uhedsinvolvering vil kunne gennemføres i fremtiden.

Endelig indeholder manualen i Bilag C en litteraturundersøgelse, der gennemgår viden om effekten på færdselsuheld af køretøjsfejl, der skyldes manglende vedligeholdelse samt viden om effekten af periodisk syn på færdselsuheld.

2. Anvendelse af effektvurderingsmanualen

Der skelnes i manualen mellem to typer af forbedringer af køretøjsteknik, herunder også personligt sikkerhedsudstyr:

- Forbedringer af den aktive sikkerhed, dvs. forbedringer, der har til formål at reducere antallet af uheld (bl.a. elektronisk stabilitetskontrol (ESC), vognbaneskift-alarm, blokeringsfri bremses (ABS), forbedring af lygter, højtsiddende stoplygter og intelligent cruise control)
- Forbedringer af den passive sikkerhed, dvs. forbedringer, der har til formål at reducere alvorligheden af uheldene, dvs. reducere sandsynligheden for, at der i et uheld bliver personskader eller sikre, at disse bliver mindre alvorlige (bl.a. selebrug, sikkerhedsselehusker, airbag, selestrammere, antidyksæder, sikring af børn i biler).

For både den aktive og den passive sikkerhed skelnes der mellem effekten på person- eller køretøjsniveau og den samfundsmæssige effekt på færdselsuheld, dvs. effekten på det samlede antal uheld og det samlede antal personskader.

Effekten på person- eller køretøjsniveau er forskellig fra person til person, afhængig af, hvilken type af person, der fører køretøjet. For risikovillige personer med dertil hørende adfærd vil effekten alt andet lige blive mindre end for personer med en trafiksikker adfærd.

Effektvurderingerne i denne manual omhandler den samfundsmæssige effekt på færdselsuheld. For at kompensere for personrelaterede forskelle kontrolleres i beregningerne for disse forskelle så godt som det kan lade sig gøre med de eksisterende data. Desuden fremsættes der forslag til, hvilke yderligere data, der skal til for i højere grad at kunne kompensere for personrelaterede forskelle.

Trafikanter med en forholdsvis sikker adfærd i trafikken vil være tilbøjelige til at vælge biler med en høj sikkerhedsstandard. Og tilsvarende vil trafikanter med en risikobetonet adfærd vælge biler med en lav sikkerhedsstandard. Når man med statistiske metoder vurderer effekten af forskellige sikkerhedstiltag, er det svært at skille effekten af tiltaget fra effekten af førerens kørestil: sker der færre uheld/mindre alvorlige uheld, fordi bilen er udstyret med en given installation, eller fordi føreren kører sikkert?

Det anbefales at inkludere data om førerens kørestil i vurderingen, men disse data er vanskelige at få. Data som køn, alder og eventuel alkoholpåvirkning er dog som regel tilgængelige, og disse er til en vis grad udtryk for førerens kørestil og risikovillighed. Dette gælder dog netop kun til en vis grad, og det må forventes, at de metoder, der præsenteres i rapporten, overvurderer effekten af sikkerhedsudstyr, fordi denne effekt vurderes sammen med effekten af førerens kørestil.

Manualen tager udgangspunkt i målemetoder for effekten på personskadeuheld med personbiler, men på baggrund heraf kan der generaliseres til andre former for køretøjer.

2.1 Effektvurderingsmetoderne

I det følgende gennemgås metoderne i korte træk, idet data, som skal indgå i manualen, afhænger af, hvilke data, som metoderne ved afprøvning vil vise sig at kræve.

2.1.1 Effektvurdering af aktiv sikkerhed

Effektvurderingen starter med en beskrivelse af de tekniske detaljer i det tiltag, der skal vurderes:

- Hvordan virker tiltaget?
- Hvilke uheld har tiltaget indflydelse på?

Effektvurderingsmetoden af aktiv sikkerhed kræver som udgangspunkt, at uheldene splittes op i de uheld, hvor den køretøjstekniske foranstaltning ville have kunnet forhindre uheldet og de øvrige uheld, som foranstaltningen ikke formodes at kunne have forhindret. Desuden er det nødvendigt at vide, hvilke af bilerne i uheldene, der har tiltaget installeret og hvilke, der ikke har, dvs. at det skal vides på bilmærke og modelniveau, hvilke biler, der er udstyret med den aktuelle forbedring og fra hvilket år dette skete. Med disse oplysninger kan der beregnes et simpelt mål for effekten af tiltaget.

For at få et mål for effekten der tager højde for indflydelse på resultatet af andre oplysninger om uheldene, det være sig uheldsstedet, køretøjerne eller deres førere, inddrages yderligere et antal oplysninger i den statistiske avancerede analyse, der udover et mål for effekten også vil vise, hvilke af de variable, der er inddraget i analysen, der viser en signifikant indflydelse på uheldene.

Ved på denne måde i beregningen at inddrage information om andre tiltag, end det, der aktuelt beregnes effekt af, vil man kunne tage højde for, at flere tiltag er indført, som alle bidrager til effekten på færdselsuheld.

2.1.2 Effektvurdering af passiv sikkerhed

Som ved effektvurdering af aktiv sikkerhed, begynder effektvurderingen af passiv sikkerhed med en beskrivelse af de tekniske detaljer i det tiltag, der skal vurderes.

Herfra er der to forskellige veje at gå for at undersøge, om tiltaget har en effekt på den passive sikkerhed:

1. En mindre datakrævende metode, der benytter køretøjets årgang som et indirekte udtryk for den passive sikkerhed
2. En mere datakrævende metode, der beregner den præcise effekt af et specifikt tiltag og frasorterer andre effekter

Ved brug af den mindre datakrævende metode 1) udnyttes det forhold, at den passive sikkerhed i nye køretøjer øges år for år. Den statistiske analyse estimerer sandsynligheden for, at uheldet har resulteret i en givet grad af personskade, givet at uheldet er sket, som funktion af køretøjets årgang. Det er derfor udelukkende nødvendigt at kende til køretøjets årgang og uheldsinvolvering. Resultatet er en samlet vurdering af køretøjets årgangs betydning for uheldets alvorlighedsgrad. Køretøjets årgang benyttes altså som et indirekte udtryk for dets sikker-

hedstilstand og dækker forhold som installeret sikkerhedsudstyr, kollisionszoner, vægt m.m. Man kan i analysen ikke skelne disse enkelte tiltag fra hinanden, men får en effekt af dem alle sammen på én gang.

Ved den mere datakrævende metode 2) er det nødvendigt at vide, hvilke af bilerne i uheldene, der har tiltaget installeret, og hvilke, der ikke har. Det skal altså klarlægges på bilmærke og modelniveau, hvilke biler, der er udstyret med den aktuelle forbedring, og fra hvilket år dette skete.

For at få et præcist og isoleret mål for virkningen af tiltaget er det nødvendigt at korrigere for en række andre variable ('frasortere dem i effektvurderingen'), der kan tænkes at have indflydelse på alvorlighedsgraden af uheldet. Dette gælder variable, der knytter sig til:

- Føreren og dennes adfærd
- Køretøjet
- Uheldet.

For eksempel er det almindelig kendt, at unge (risikovillige) bilister overvejende kører i ældre biler. Hvis man i analysen af sandsynligheden for personskade ikke korrigerer for førerens alder, kan man ikke skille effekten af en risikovillig kørestil fra effekten af at køre i en ældre bil. I modsætning til metode 1) kan man med de rette data isolere effekten af det givne tiltag og få et præcist estimat for dette. Den statistiske analyse estimerer sandsynligheden for, at uheldet har resulteret i personskade, givet at uheldet er sket. Analysen tager højde for indflydelse på resultatet af andre oplysninger om uheldene, det være sig uheldsstedet, køretøjerne og/eller deres førere og disses adfærd. Den statistiske analyse vil dels vise tiltagets effekt på skadesgraden, dels hvilke (andre) af de variable, der er inddraget i analysen, der har en signifikant indflydelse på alvorlighedsgraden af uheldene.

I begge metoderne beskrevet ovenfor kan den statistiske analyse udføres på forskellige niveauer og resulterende i forskellige grader af præcision. Princippet i metoderne er dog det samme: at estimere effekten af sikkerhedstiltaget gennem at beregne, hvor mange ændringer i trafikanter med forskellige grader af tilskadekomst tiltaget medfører. Metoderne er beskrevet i detaljer i afsnit 4.2.

2.2 Data til brug for effektvurderingerne

I afsnit 3 gennemgås de variable, der forventes at kunne være relevante for vurdering af aktiv sikkerhed, dvs. kunne tænkes at have effekt på sandsynligheden for, at et uheld indtræffer, og for vurdering af passiv sikkerhed, dvs. kunne tænkes at have effekt på alvorligheden af et uheld. Dette bliver eftervist i forbindelse med beregningerne af effekten, hvor der bliver kontrolleret for signifikante variables indflydelse på resultaterne.

For overskuelighedens skyld gennemgås data, der forventes at være relevante for aktiv og passiv sikkerhed sammen, da disse i høj grad er de samme.

Beregningerne vil efterfølgende vise, hvilke af variablene, der er signifikante, hvilket ikke kan afgøres på forhånd. Mange af disse variable findes i de data, der er tilgængelige på DTU Transport, andre variable vil kunne anskaffes i forbindelse med en konkret effektvurdering, og endelig gennemgås også variable, som det i øjeblikket ikke er muligt at fremskaffe, opdelt på:

- Tilgængelige data
- Yderligere nødvendige data
- Yderligere ønskværdige data.

3. Datagrundlag

Datagrundlaget for effektvurderingerne er dels data, der er tilgængelige på DTU Transport, nemlig Vejdirektoratets uheldsdatabase, dels databaser, der rekvireres til den aktuelle effektvurdering, fx en database med tekniske oplysninger om bilmodellerne fra Danmarks Automobilforhandler Forening (DAF) eller en database med oplysninger om eksistensen af det aktuelle tiltag på alle bilmodeller og mærker. For beskrivelse af de enkelte variable i de tilgængelige databaser, se Bilag A.

Desuden indeholder manualen forslag til yderligere data, som kan være nødvendige for en effektvurdering, eller som ville kunne gøre effektvurderingen mere præcis.

3.1 Tilgængelige data

3.1.1 Uheldsdatabase

Vejdirektoratets uheldsdatabase rummer alle politiregistrerede uheld i Danmark. Databasen findes på Vejdirektoratet (VIS), Danmarks Statistik og på DTU Transport for alle år siden 1983, og databasen suppleres løbende med nye år. Uheldsdatabase indeholder en række variable om uheldet, elementerne i uheldet og personer i uheldet, hvorfra variablene i tabel 1 vurderes at kunne have betydning for effektvurdering af aktiv og passiv sikkerhed.

Tabel 1 Variable i Vejdirektoratets uheldsdatabase		
Uheldet	Elementer i uheldet	Personer i uheldet
Årstal for uheldet	Elementnummer	Alder
Hoveduheldssituation	Elementart	Køn
Uheldssituation	Model	År for første kørekort
Sigtbarhed	Mærke	Personart
Vejr	Kollisionspunkt	Alkoholpromille
Føre	Manøvre	Sygdomstegn
Lys	Totalvægt af køretøj	Selebrug
Vejbelysning	Første registreringsdato for køretøj	Personskade
Gade- og vejtype		
Vejudformning		
Dato		
Time		
Ugedag		
Kommune		
Bykode		
Byzone		
Randbebyggelse		
Hastighedsbegrænsning		

Tidspunkt for uheldet

Årstal, dato, time og ugedag stedfæster uheldet i tid.

Uheldssituation

Planlægningen af effektvurderingen af aktiv sikkerhed begynder med at foretage en vurdering af, hvilke uheld, der vil påvirkes af den aktuelle køretøjstekniske foranstaltning, se eksempler i

Tabel 2. Ved vurdering af passiv sikkerhed antages det, at alvorlighedsgraden i alle uheld potentielt påvirkes.

Tabel 2 Eksempler på køretøjstekniske forbedrings indflydelse på uheld	
Køretøjsteknisk forbedring	Kan reducere følgende uheld
Elektronisk stabilitetskontrol (ESC)	Eneuheld
Vognbaneskift-alarm	Vognbaneskifts-, overhalings- og mødeuheld

Ved eneuheld er der ingen tvivl om, hvilket køretøj, der har medvirket til uheldet. Men ved uheld, hvor flere parter er involveret, er det for hver type uheld (den såkaldte uheldssituation) nødvendigt at vurdere, hvilket køretøj, der har medvirket til uheldet, der kunne være undgået, hvis dette køretøj var udstyret med den køretøjstekniske forbedring. I tabel 3 gives et eksempel herpå, idet tre forskellige typer af mødeuheld gennemgås. Se i øvrigt oversigten over uheldssituationer i Bilag A.

Tabel 3 Beskrivelse af forskellige typer af mødeuheld	
Uheldssituation	Beskrivelse
211	Mødeuheld ved overhaling
241	Mødeuheld i element 2's kørebanelvdel
242	Mødeuheld i øvrigt

For mødeuheld i element 2's kørebane (uheldssituation 241) vil det være element 1's køretøj, der forårsager uheldet. I disse uheld vil det have betydning, om element 1 er forsynet med vognbaneskift-alarm. For mødeuheld i øvrigt (uheldssituation 242) vil vognbaneskift-alarm have betydning for begge elementer, men det vil være vanskeligt at vurdere, om vognbaneskift-alarm ville have kunnet forhindre uheldet, fordi det ikke kan afgøres, hvilken af de implicerede biler, der skulle tillægges effekten. Den bil, hvis fører er skyldig i uheldet, og hvis manøvre kunne være ændret med vognbaneskift-alarm, kendes ikke i den nuværende uheldsstatistik.

For mødeuheld ved overhaling (uheldssituation 211) drejer det sig om en aktiv handling fra element 1's side, hvorfor vognbaneskift-alarm ikke forventes at ville have medvirket til, at uheldet ikke opstod, og det er tvivlsomt, om vognbaneskift-alarm ville kunne have medvirket til at forhindre uheldet.

Disse eksempler gør det klart, at det er vanskeligt at vurdere præcis hvilke uheld, en given foranstaltning påvirker. Derfor anbefales det at afgrænse effektvurderingen af aktive sikkerhedstiltag til at indeholde uheld, hvor det er helt klart, hvilket element, der kunne medvirke til, at uheldet kunne være undgået. Det vil samtidig betyde, at effektvurderingen vil være konservativ.

Uhedsstedet – generelt

Gade- og vejtype, vejudformning, kommune, bykode, byzone, randbebyggelse og hastighedsbegrænsning beskriver uhedsstedet. Disse variable er på forskellig vis udtryk for, hvor stor trafikken er på uhedsstedet, og hvor hurtigt, der bliver kørt. Disse forhold kan have betydning for effekten af de fleste både aktive og passive sikkerhedstiltag.

Uhedsstedet – aktuelt på uheldstidspunktet

Sigtbarhed, vejr, føre, lys og vejbelysning beskriver forhold ved uheldsstedet, der er specifikke for det pågældende uheld. Disse variable er på forskellig vis udtryk for, hvordan de ydre forhold var på uheldstidspunktet, fx om der var våd eller tør vejbane. Dette vil have betydning for effekten af de passive sikkerhedstiltag og visse af de aktive, så som ESC, mens dårlig sigtbarhed vil kunne have betydning for, hvornår en opbremsning påbegyndes, og dermed på effekten af ABS bremses.

Køretøjet

Elementets art (personbil, personbil med anhænger, vejtræ, osv.) benyttes til at afgrænse, hvilke køretøjer, som effektevalueringen skal omhandle. I denne manual behandles udelukkende personbiler. Dette med det formål at få et ensartet materiale og et stort antal observationer; dermed holdbare resultater og konklusioner.

Køretøjets model og mærke er vigtige variable til at beskrive de enkelte køretøjer, både når det gælder aktiv og passiv sikkerhed. For at kunne gøre dette entydigt burde variabelen 'modelårgang' være indeholdt i uheldsdata-basen. I stedet for indgår variabelen 'første registreringsdato', der antyder, hvor mange år bilen har været i brug og er et indirekte udtryk for dennes tekniske og vedligeholdelsesmæssige tilstand.

Kollisionspunkt og manøvre beskriver køretøjets bevægelse lige før uheldet, samt hvor på køretøjet kollisionen er sket.

Totalvægt af køretøjet samt første registreringsdato for køretøjet er variable, der på forskellig vis beskriver, hvor sikkert køretøjet er, idet jo højere totalvægt og jo yngre køretøjet er, jo sikrere forventes det alt andet lige at være.

Føreren af køretøjet

Personens art kan være fører, passager, fodgænger, osv. Kun førere af personbiler medtages i effektvurderingerne af både aktiv og passiv sikkerhed, da kun førerne har indflydelse på at et uheld sker. Desuden registreres passagerer udelukkende, hvis de er skadet, og dette giver en skæv repræsentation af passagerers skadesgrad i materialet.

Elementnummeret skal ved vurdering af aktiv sikkerhed anvendes til at afgrænse den bil i uheldet, som kunne have haft indflydelse på, at uheldet fandt sted.

Ved vurdering af passiv sikkerhed indgår alle de elementer (køretøjer) i analysen, som var elementer i uheldet. For hvert element indgår førerens skadesgrad. Det vurderes i beregningerne, om denne skade kunne være blevet mindre alvorlig, hvis det aktuelle tiltag havde været installeret.

I vurderingen af aktiv sikkerhed ses på sparede personskadeuheld, dvs. at alle uheld medtages, hvor blot én fører i uheldet er let tilskadekommet. I vurderingen af passiv sikkerhed medtages alle uheld uanset førerens skadesgrad.

Variablen "personskade" er angivet i fire kategorier: ingen/kun materiel skade, lettere personskade, alvorlig personskade, dræbt. Graden af personskade vurderes af politiet på uheldsstedet, og der er derfor en vis usikkerhed i angivelsen, da politiet ikke er lægefaglige eksperter.

Alder, køn samt år for første kørekort er (indirekte) udtryk for forhold såsom førerens kørefærdigheder og erfaring samt forventede risikovillighed. Generelt er mænd mere risikovillige end kvinder, og unge mænd er mere risikovillige end mere modne mænd, og køreerfaring er generelt større, jo længere føreren har haft kørekort.

Alkoholpromille og sygdomstegn hos føreren kan have været medvirkende til uheldets opståen og udtrykker øget uheldsrisiko. Ved vurdering af passiv sikkerhed udtrykker disse variable dels en relativt stor risikovillighed, dels en større fysisk skrøbelighed.

Selebrug er en variabel, som udtrykker, hvorvidt føreren har brugt sele eller ej. Selebrug giver passiv sikkerhed, og den har stor betydning for alvorlighedsgraden af uheldet. Derfor er det nødvendigt at tage højde for førerens brug af sele ved vurdering af et tiltags effekt på den passive sikkerhed. Det anbefales også at inkludere den i vurdering af aktiv sikkerhed, fordi denne variabel også indirekte er et udtryk for risikovillighed. Det er generelt de mest risikovillige trafikanter, der vælger at køre uden sele.

3.2 Yderligere nødvendige data

Eftersom Vejdirektoratets uheldsdatabase indeholder et begrænset antal variable, som beskriver de enkelte køretøjers karakteristika, er det nødvendigt at få adgang til yderligere oplysninger, idet effektvurdering af et tiltag kun kan gennemføres, hvis det vides, hvilke biler, der har installeret tiltaget. Desuden er der brug for andre oplysninger om køretøjerne, som også kunne tænkes at have indflydelse på effekten af tiltaget,

3.2.1 Køretøjsdatabase

Til forskningsprojektet IMPROSA (<http://www.transport.dtu.dk/subsites/improsa/english.aspx>), som dette projekt er en del af, har DTU Transport fået adgang til en database fra Danmarks Automobilforhandler Forening (DAF) over bilmodeller solgt i Danmark fra 1986 til 2008. I en fremtidig effektvurdering er det dog nødvendigt at få adgang til en opdateret database, der indeholder data fra de år, som skal indgå i evalueringen. Følgende variable, se tabel 4, fra denne køretøjsdatabase vurderes at kunne have betydning for effektvurdering af aktiv og passiv sikkerhed:

Tabel 4 Variable i køretøjsdatabase (DAF)		
Køretøjets karakteristika	Køretøjets motor	Sikkerhedsinformationer
Model Mærke Variant Modelårgang Karrosseri Egenvægt Totalvægt	Motorstørrelse (slagvolumen) Hestekræfter (hk)	ABS-bremser Airbags

Det vil være meget formålstjenligt at rekvirere en opdateret version af denne database i forbindelse med en konkret effektvurdering.

Køretøjskarakteristika

Model, mærke, variant samt modelårgang anvendes til at koble data sammen med oplysningerne i uheldsdatabasen, idet årstallet i første registreringsdato i uheldsdatabasen anvendes som erstatning for modelårgang.

Modelårgang er et udtryk for køretøjets sikkerhedsniveau. Variablene karrosseri, egenvægt og totalvægt er andre måder at udtrykke en vurdering af bilens sikkerhed, som det også er nævnt i afsnit 3.1.1.

Køretøjets motor

Motorstørrelse (slagvolumen) og antal hestekræfter (hk) er udtryk for bilens ydeevne, accelerationsegenskaber, og hvor hurtigt den kan køre. Disse variable hænger til dels sammen med egenvægt og totalvægt.

Sikkerhedsinformationer

ABS-bremser og airbags er vigtige sikkerhedsindikatorer, der i mange effektvurderinger vil variere med det tiltag, som den aktuelle effektvurdering vil omhandle.

3.2.2 Databaser med information om køretøjstekniske forbedringer

Desværre er det i de tilgængelige databaser meget sparsomt med oplysninger om køretøjers sikkerhedsmæssige udstyr.

I SKAT fandtes der tidligere en database – Centralregisteret for Motorkøretøjer - med oplysninger om de enkelte biler i bilparken, dvs. at hver enkelt bil blev fulgt fra første registreringsdato til den blev skrottet, men dette register indeholdt ikke alle tekniske oplysninger om køretøjerne. Der var ingen oplysninger om eksempelvis ESC.

SKAT har også en anden database indeholdende prisoplysninger på fabriksnye køretøjer – det såkaldte standardprissystem. Denne database indeholder ud over mærke, model og type mv. også oplysninger om en række tekniske specifikationer, herunder om køretøjet er forsynet med ESC. Men desværre er databasen indrettet på en måde, der ikke giver mulighed for at få foretaget ønskede udtræk, idet det alene anvendes til opslag. Et udtræk ville forudsætte en særlig programmering. I øvrigt anvendes dette system heller ikke mere.

Men pr. 6. juni 2012 har SKAT indført et nyt motorregistreringssystem, Digital Motor Registrering (DMR), som fremover vil indeholde samtlige data om køretøjerne, herunder også om de tekniske specifikationer, som har betydning for afgiftsberegningen (ABS, ECS, km/l, integrerede sæder, airbags, selealarmer, partikelfilter for dieslbiler og oplysning om 5 stjerner i NCAP-testen). Det skal bemærkes, at de nævnte oplysninger kun vil være til stede i DMR for de køretøjer, som indregistreres fra og med den 6. juni 2012.

Der er adgang for alle til motorregistrets tekniske data for hvert køretøj. Hvis der ønskes særskilte udtræk, skal der rettes henvendelse herom til SKAT. Dvs. at i fremtidige effektvurderinger vil man kunne hente oplysninger om bilers udstyr tilbage til 6. juni 2012, men kun for udstyr, hvor der er tale om afgiftsfritagelse eller øvrig form for ændrede afgifter.

En køretøjsteknisk forbedring vil ikke kunne effektvurderes uden at det kendes, hvilke køretøjer, der har tiltaget installeret. Som det fremgår, har DTU Transport kun via DAF databasen informa-

tion om ABS og airbags. Heller ikke gennem SKAT har det været muligt at skaffe denne information. Dog vil der i fremtidige effektvurderinger kunne trækkes på SKATs nye DMR, men kun i det omfang, at køretøjsforbedringen er afgiftsfritaget.

Det allervigtigste er således at kunne skelne på bilmærke, model og årgang mellem hvilke køretøjer, der er udstyret med den aktuelle forbedring og fra hvilket år dette skete, og hvilke køretøjer, der ikke har udstyret. Derfor har DTU Transport inden for rammerne af dette projekt for at kunne gennemføre den ønskede effektvurdering af ESC skaffet en database fra JATO Dynamics over udstyret i lovligt importerede biler i Danmark. Informationerne i databasen er baseret på oplysninger fra De Danske Bilimportører, se tabel 5. Denne database er et eksempel på, hvilken oplysning om en køretøjsforbedring, der kræves for hver enkelt bilmodel, mærke og årgang. Oplysningerne i databasen fra JATO Dynamics er i øvrigt indeholdt i opslagsværket på www.fdm.dk med navnet 'Bildatabasen', men det er ikke lovligt og tidsmæssigt heller ikke formålstjenligt at slå hvert enkelt bilmærke, model og årgang op.

Tabel 5 Variable i rekvireret deldatabase fra JATO Dynamics (indeholdt i Bildatabasen)	
Køretøjets karakteristika	Variabelbeskrivelse
Model	Fabrikattekst
Mærke	Modeltekst
Modelårgang	Årstal
Sikkerhedsinformation	Variabelbeskrivelse
ESC	Optional Findes ikke Standard

I tabel 6 gengives alle sikkerhedsinformationerne, som er indeholdt i FDM's Bildatabasen. Som det ses, indeholder denne database kun et begrænset antal oplysninger om sikkerhedsudstyr. Den fuldstændige database, der vedligeholdes af JATO Dynamics, indeholder dog et væsentligt større antal sikkerhedsinformationer, se Bilag A, tabel A.5.

På samme måde som DTU Transport har købt sig adgang til informationen gennem JATO Dynamics om ESC, vil der i forbindelse med fremtidige effektvurderinger kunne købes adgang til de øvrige sikkerhedsinformationer, der findes i databasen hos JATO Dynamics.

Det kunne derfor være en mulighed at opfordre De Danske Bilimportører til – i samarbejde med JATO Dynamics, der administrerer Bildatabasen - at udvide Bildatabasen med nye sikkerhedsinformationer, så snart de bliver introduceret i den danske bilpark.

Tabel 6 Sikkerhedsinformationer i FDM's Bil databasen

Køretøjets karakteristika	Sikkerhedsinformationer
Model	Automatisk havariblink
Mærke	Knæ-airbags (passager)
Modelårgang	Knæ-airbags (fører)
	Diode lygter
	Nattesyn
	Crashtest
	Euro NCAP
	Isofix
	Brake assist system
	ESC (Antiudskridning)
	Airbag (fører)
	Airbag (passager)
	Sideairbag (for)
	Side gardinairbag (for/bag)
	Airbag afbryder (passager)
	Sikkerhedssele højdejusterbar (fører)
	Sikkerhedssele højdejusterbar (passager)
	Sikkerhedssele type (midt bag)
	Nakkestøtter, antal (for)
	Nakkestøtter højdejusterbar (for)
	Nakkestøtter aktiv (for)
	Nakkestøtter, antal (bag)
	Nakkestøtter højdejusterbar (bag)
	Nakkestøtter aktiv (bag)
	Tågeforlygter
	Forlygter pæretype
	Udvendig temperaturmåler
	Tyverialarm

3.3 Yderligere ønskværdige data

3.3.1 Databaser med information om førerne i uheldene

Den uheldsansvarlige person

Én af de vigtigste informationer der kræves for at kunne effektivt vurdere den aktive sikkerhed, er kendskab til hvilke uheld, som køretøjsforbedringen ville bidrage til at undgå.

Som beskrevet i afsnit 3.1.1 er det ved visse uheld nødvendigt at vide, hvilken bil, der optrådte som element 1 og element 2 for at kunne vurdere, hvilken af bilerne, der har medvirket til og dermed været ansvarlig for, at uheldet skete. Men i andre uheldssituationer kan det ikke lade sig gøre at anvende elementnummeret.

Derfor kunne det foreslås, at der i uheldsregistreringen tilføjes en vurdering af, hvilket element i uheldet, der er den skyldige og dermed uheldsforvoldende part. Og heraf følger, at det er denne part, der ville kunne have medvirket til, at uheldet ikke var sket, givet at bilen havde installeret den pågældende køretøjsforbedring.

En internationalt anerkendt metode til at vurdere hvilken part i et uheld, der var ansvarlig for, at uheldet skete, er udviklet af Robertson og Drummer (Robertson 1992). Metoden anvender en

beregningsmæssig vurdering af ansvarligheden, den såkaldte "responsibility score", der er baseret på information fra otte grupper af karakteristika om uheldet og førerne i uheldet, nemlig: vejforhold, trafikforhold, køretøjsegenskaber, uheldssituation, kompleksiteten af "driving task", kompleksiteten af trafikreguleringer på uheldsstedet, førerens træthed samt vidneudsagn.

4. Effektvurderingsmetoder

4.1 Metode til vurdering af effekten på aktiv sikkerhed

Gennemgang af effektvurderingsmetoden

En internationalt anerkendt metode til at vurdere effekten af køretøjsteknik på aktiv sikkerhed består i en sammenligning af antallet af uheld, som et givet tiltag har indflydelse på, med antallet af uheld, som det ikke har indflydelse på. Dette gælder både biler, hvor tiltaget er installeret, og biler, hvor det ikke er installeret, se tabel 7. Metoden kaldes "induced exposure" (Lie m.fl. 2006, Haight 1973).

Tabel 7 Fordeling af uheldene til beregning af effektmål			
	Uheld, som tiltaget ville have indflydelse på (uheld=1)	Uheld, som tiltaget ikke ville have indflydelse på (uheld=0)	Uheld i alt
Biler, der havde installeret tiltaget (tiltag=1)	a	b	a+b
Biler, der ikke havde installeret tiltaget (tiltag=0)	c	d	c+d

Således er betydningen af cellerne i tabel 7 som følger:

- a: antal uheld, som tiltaget ville have indflydelse på, med biler, der har installeret tiltaget
- b: antal uheld, som tiltaget ikke ville have indflydelse på, med biler, der har installeret tiltaget
- c: antal uheld, som tiltaget ville have indflydelse på, med biler, der ikke har installeret tiltaget
- d: antal uheld, som tiltaget ikke ville have indflydelse på, med biler, der ikke har installeret tiltaget.

4.1.1 Enkel ukorrigeret beregning af effekt

Hvis man har kendskab til, hvordan uheldene fordeler sig i de fire grupper a, b, c og d kan man ved forholdstalsberegning udregne et enkelt effektmål.

Det enkle ukorrigerede effektmål (E_{enkel}) udregnes som

$$E = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$$

Denne beregning af effektmålet kan anvendes, hvis antallet af uheld, som tiltaget ville have indflydelse på, er væsentlig mindre end antallet af uheld, som tiltaget ikke ville have indflydelse på. I størrelsesordenen bør antallet af uheld, som tiltaget ville have indflydelse på, ikke overstige ca. 20 % af antallet af de øvrige uheld. I modsat fald bør resultatet korrigeres (Schmidt og Kohlmann 2008).

4.1.2 Korrigeret effekt

Da det er kendt, at mange faktorer kan samvariere og have indflydelse på et resultat, vil der kunne opnås et mere præcist resultat for effekten, hvis der i beregningen tages højde for indflydelse på effektmålet af diverse variable, såsom bilens årgang og totalvægt samt førerens køn og alder, jf. afsnit 3. Ved brug af logistisk regression kan der opnås et korrigeret effektmål, dvs. at der i beregningen er korrigeret for signifikante uafhængige variable. Sammenhængen mellem effektmålet (E) og odds ratio, samt anvendelse af den logistiske regression beskrives i det følgende.

Relation mellem effektmål og odds ratio

Odds ratio anvendes ofte i epidemiologiske undersøgelser. Odds ratioen er forholdet mellem to odds, dvs. i denne effektvurdering er odds ratioen forholdet mellem odds for uheld, som tiltaget skulle forhindre, med biler, der har installeret tiltaget, og odds for uheld, som tiltaget skulle forhindre, med biler, der ikke har installeret tiltaget.

Odds er forholdet mellem sandsynligheden for at komme i uheld og sandsynligheden for ikke at komme i uheld. Odds er defineret som:

$$\text{Odds} = \frac{p}{1-p}$$

Af tabel 7 ses, at sandsynligheden for at en bil, der har tiltaget, kommer i uheld er $a/a+b$, og sandsynligheden for at en bil, der har tiltaget, ikke kommer i uheld er $1 - a/a+b$.

Odds for uheld, som tiltaget skulle forhindre, med biler, der har installeret tiltaget er:

$$\text{Odds}(\text{tiltag} = 1) = \frac{p(\text{uheld} = 1 | \text{tiltag} = 1)}{1 - p(\text{uheld} = 1 | \text{tiltag} = 1)} = \frac{\frac{a}{a+b}}{1 - \frac{a}{a+b}} = \frac{a}{b}$$

På samme måde er sandsynligheden for at en bil, der ikke har tiltaget, kommer i uheld $c/c+d$, og sandsynligheden for at en bil, der ikke har tiltaget, ikke kommer i uheld $1 - c/c+d$.

Odds for uheld, som tiltaget skulle forhindre, med biler, der ikke har installeret tiltaget er:

$$\text{Odds}(\text{tiltag} = 0) = \frac{p(\text{uheld} = 1 | \text{tiltag} = 0)}{1 - p(\text{uheld} = 1 | \text{tiltag} = 0)} = \frac{\frac{c}{c+d}}{1 - \frac{c}{c+d}} = \frac{c}{d}$$

Endelig er odds ratioen (OR), dvs. forholdet mellem odds for uheld, som tiltaget skulle forhindre, med biler, der har installeret tiltaget, og odds for uheld, som tiltaget skulle forhindre, med biler, der ikke har installeret tiltaget:

$$OR = \frac{\text{Odds}(\text{tiltag} = 1)}{\text{Odds}(\text{tiltag} = 0)} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$$

Dette udtryk er identisk med det enkle ukorrigerede effektmål (E_{enkel}).

Anvendelse af logistisk regression til effektvurdering af aktiv sikkerhed

Logistisk regression relaterer et antal uafhængige variable til sandsynligheden for, at et uheld finder sted. I dette tilfælde drejer det sig om sandsynligheden for, at der sker et uheld, som tiltaget skulle forhindre, med en bil, der har tiltaget. Udover sandsynligheden, $P(y)$, beregnes et konfidensinterval.

Den logistiske funktion udtrykkes således:

$$P(y) = \frac{\exp(y)}{1 + \exp(y)} \quad (1)$$

Her står $P(y)$ for sandsynligheden for at komme i uheld. Denne sandsynlighed har altid en værdi mellem 0 og 1. Logit'en, y , er et lineært udtryk for x med udtrykket:

$$y = \beta_0 + \beta_{alder}x_{alder} + \beta_{køn}x_{køn} + \beta_{tiltag}x_{tiltag} + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon \quad (2)$$

hvor x_{alder} , $x_{køn}$, x_{tiltag} med flere svarer til et antal uafhængige variable, alder, køn, tiltag og ε repræsenterer den del af variationen i y -variablen, som er uforklaret af modellen, og som er uafhængig af værdien af y . β_0 er skæringspunktet og β_{alder} , $\beta_{køn}$, β_{tiltag} er skalerede koefficienter for de tre uafhængige variable.

Ved hjælp af en omformulering af udtrykket (1) fås følgende:

$$\exp(y) = \frac{P(y)}{1 - P(y)} \quad (3)$$

Dette betyder, at begge de ovenfor nævnte odds kan beregnes med logistisk regression. Yderligere kan forholdet mellem de to odds – eller det korrigerede effektmål ($E_{\text{korrigeret}}$) – også beregnes med logistisk regression.

Odds ratio - eller effektmålet - er signifikant forskellig fra 1, hvis konfidensintervallet ikke indeholder værdien 1. Konfidensintervallet beregnes på 95 % niveau. Med andre ord, så er der 95 % sandsynlighed for, at den rigtige værdi ligger inden for konfidensintervallet.

4.1.3 Fordele og ulemper ved de to metoder

Fordelen ved at udregne det korrigerede effektmål er, at der i resultatet kan tages højde for indflydelsen på effektmålet af andre variable end antal uheld, og hvorvidt bilen er udstyret med en køretøjsforbedring eller ej.

Som et eksempel kan nævnes, at det har vist sig, at studier af effekten af ESC, som har kontrolleret for egenskaber ved førerne (bl.a. alder, køn, køreerfaring) og ved bilen (bl.a. bilens alder) har fundet mindre effekter end andre studier. Dette tyder på, at føreregenskaber og egenskaber ved bilen påvirker effekten af ESC, dvs. at ESC kan have forskellig effekt for forskellige typer af bilister (MacLennan m.fl. 2008, Padmanaban m.fl. 2008, Page og Cuny 2006). Dette giver intuitiv mening, fordi førere, som køber en bil med sikkerhedsudstyr installeret, er tilbøjelige til generelt at være orienteret mod sikkerhed og dermed have en sikkerhedsfremmende kørestil. Effekten af eksempelvis ESC vil derfor være mindre i denne gruppe førere end i andre grupper,

og når man korrigerer for dette (ved at korrigere for førerens køn og alder), bliver den isolerede effekt af ESC mindre.

Ulempen er, at beregning af det korrigerede effektmål kræver mange forskellige data om førerne, bilerne og uheldsstedet.

4.2 Metoder til vurdering af effekten på passiv sikkerhed

Vurdering af tiltags effekt på passiv sikkerhed udnytter det forhold, at der netop er tale om en effekt på passiv sikkerhed: at mindske uheldets alvorlighedsgrad, givet at uheldet er sket. Analysen centrerer sig altså om at kvantificere sammenhængen mellem uheldets alvorlighedsgrad og en række uafhængige variable relateret til bilen, føreren og uheldet. Dette kan, som beskrevet i afsnit 2.1.2, gøres med mindre eller større krav til datagrundlaget:

- 1) En mindre datakrævende metode (enkel metode), der benytter køretøjets årgang som et indirekte udtryk for den passive sikkerhed
- 2) En mere datakrævende metode (omfattende metode), der beregner den præcise effekt af et specifikt tiltag og frasorterer andre effekter.

Begge metoder kan gennemføres med analyser, der i større eller mindre grad udnytter den information, der er i data. Metoderne karakteriseres ved:

- a) At vurdere uheld med personskaade over for uheld uden personskaade, givet at uheldet er sket
- b) At vurdere hver skadeskategori for sig, givet at uheldet er sket.

Man kan kombinere den enkle og den omfattende metoderne med både analyse a) og b). Generelt er den omfattende metode bedre end den enkle og analyse b) bedre end a). Det mest præcise resultat er en kombination af den omfattende metode og analyse b), hvor man beregner den præcise effekt af et specifikt tiltag på samtlige skadesgrader.

4.2.1 Anvendelse af logistisk regression til effektvurdering af passiv sikkerhed

Metode a), vurdering af uheld med personskaade over for uheld uden personskaade, foretages med logistisk regression. Det formelle udtryk for den logistiske funktion er vist i (1) i afsnit 4.1.2 og gengivet her.

$$P(y) = \frac{\exp(y)}{1 + \exp(y)}$$

I det aktuelle tilfælde, hvor uheld med personskaade vurderes over for uheld uden personskaade, står $P(y)$ for sandsynligheden for uheld med personskaade, givet at uheldet er sket. Opstilling af modellen fungerer som beskrevet ovenfor i udtryk (2) i afsnit 4.1.2 og gengivet her.

$$y = \beta_0 + \beta_{alder}x_{alder} + \beta_{køn}x_{køn} + \beta_{tiltag}x_{tiltag} + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon$$

Ud fra parameterestimaternes (β -værdierne i udtryk (2) ovenfor) størrelse, fortegn og signifikans kan det vurderes, om de enkelte indgående uafhængige variable har en signifikant indflydelse på sandsynligheden for, at uheldet har resulteret personskaade eller ej, givet at uheldet er sket – og i hvilken retning indflydelsen går (om der er ligefrem eller omvendt proportionalitet mellem

den forklarende variabel og sandsynligheden for personskade). Naturligvis vil især parameter-estimatet for tilstedeværelsen af det analyserede tiltag i bilen have interesse.

Uheldskategorierne kan kodes efter ønske – for eksempel kan man vælge at definere uheld med personskade som uheld med alvorlig personskade eller dræbt(e) og uheld uden personskade som uheld med let eller ingen personskade. Man skal blot holde sig for øje, at der kun er to kategorier af skade.

4.2.2 Anvendelse af ordnet logitregression til effektvurdering af passiv sikkerhed

Metode b), vurdering af hver personskadekategori for sig, foretages med ordnet logitregression. Dette er en udvidelse af den logistiske regression, hvor man modellerer, hvilke uafhængige variable, der på signifikant vis forklarer overgangen fra én skadesgrad til en anden. Her udnyttes altså, at skadesgraden i uheldet er diskret og naturligt ordnet:

1. Ingen personskade/kun materielskade
2. Lettere personskade
3. Alvorlig personskade
4. Dræbt.

En ordnet logitmodel modellerer sandsynligheden for en given skadesgrad j

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_i \beta' - \phi_j)}{1 + \exp(X_i \beta' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1 \quad (4)$$

hvor X_i er en vektor med uafhængige variable, β er en vektor med parametre, som skal estimeres, ϕ_j er skæringspunkter imellem de enkelte skadesgrader, og M er antallet af skadesgrader.

En vigtig antagelse for en ordnet logitmodel er antagelsen om *proportionelle odds*, hvilket vil sige, at forholdet mellem de enkelte skadesgrader er ens. Denne antagelse er ikke nødvendigvis opfyldt og kan slækkes, hvis man i stedet anvender en generaliseret ordnet logitmodel som vist i udtryk (2):

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_i \beta_j' - \phi_j)}{1 + \exp(X_i \beta_j' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1 \quad (5)$$

hvor β_j er en vektor med parametre, som kan variere for springet imellem de enkelte skadesgrader.

Ordrede logitmodeller og generaliserede ordrede logitmodeller er begge yderpunkter, idet den ene har samme β for alle j , og den anden har forskellig β_j for alle forskellige j .

Er antagelsen om *proportionelle odds* kun opfyldt for en del af variablene, kan man specificere en partiel proportional odds model (6):

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_{1i}\beta_1' + X_{2i}\beta_{2j}' - \phi_j)}{1 + \exp(X_{1i}\beta_1' + X_{2i}\beta_{2j}' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1 \quad (6)$$

hvor β_1 er en vektor med parametre, som opfylder antagelsen om proportionelle odds og er knyttet til delmængden af uafhængige variable X_{1i} , og hvor β_{2j} er en vektor med parametre, som varierer for springet imellem de enkelte skadesgrader og er knyttet til delmængden af uafhængige variable X_{2i} . Antagelsen om proportionelle odds kan testes med Brants test (Brant 1990).

Ud fra parameterestimaternes (β -værdierne i udtryk 4), 5) og 6) ovenfor) størrelse, fortegn og signifikans kan det vurderes, om de enkelte indgående uafhængige variable har en signifikant indflydelse på sandsynligheden for, at uheldet har resulteret i forskellige skadesgrader, givet at uheldet er sket – og i hvilken retning indflydelsen går (dvs. om der er ligefrem eller omvendt proportionalitet mellem den forklarende variabel og sandsynligheden for forskellige grader af personskaade). Naturligvis vil især parameterestimatet for tilstedeværelsen af det analyserede tiltag i bilen have interesse.

4.2.3 Fordele og ulemper ved de forskellige vurderingsmetoder

Ved vurdering af effekten af et tiltag på passiv sikkerhed skal vælges enten den enkle eller den omfattende metode og en af analysemetoderne a) og b). Enhver kombination af metoderne vil give et resultat, men der er forskel på hvor præcist man kan konkludere ud fra de forskellige metoder.

Den enkle og den omfattende metode er forskellige i deres krav til data, ligesom resultaternes udsagnskraft er forskellig. Det mest præcise resultat får man ved benyttelse af den omfattende metode. Her sorteres effekten af tiltaget, så vidt det er muligt, fra alle andre effekter, og man får som resultat en 'ren' effekt af tiltaget. Det er for eksempel sandsynligt, at det er i forvejen risiko-bevidste førere, som er tilbøjelige til at købe en bil med tiltaget installeret. Disse førere kører mere forsigtigt end andre, og kommer de i uheld, er der derfor stor sandsynlighed for, at uheldet ikke er så alvorligt. Denne skadesreducerende effekt af kørestil sorteres fra ved benyttelse af den omfattende metode, givet at man korrigerer for de variable, som indikerer kørestil, nemlig eksempelvis køn, alder, alkoholpromille og selebrug. Et andet eksempel er bilens årgang. Det er kendt, at nyere biler er sikrere biler (Hels m.fl. 2012) på grund af deres vægt, konstruktion og sikkerhedsudstyr. Idet der i den omfattende metode korrigeres for variable som vægt og øvrigt sikkerhedsudstyr, kan man udelade, at den øgede passive sikkerhedseffekt skyldes disse variable, men udelukkende skyldes det sikkerhedstiltag, som er i fokus. Ulempen ved den omfattende metode er naturligvis, at den er meget datakrævende. Det kan være både vanskeligt og tidskrævende at skaffe tilstrækkeligt mange data, til at brug af den omfattende metode giver mening.

Den enkle metode udnytter det forhold, at nyere biler er sikrere biler, og at bilens årgang dermed kan bruges som et indirekte mål (en såkaldt 'proxy') for bilens passive sikkerhed (Hels m.fl. 2012). Den enkle metode analyserer skadesgraden i uheldet som funktion udelukkende af bilens årgang. Resultatet vil være en samlet effekt af alt installeret sikkerhedsudstyr plus den øvrige udvikling i bilparken – eksempelvis øget vægt og mere avancerede kollisionszoner. Effekten af det enkelte tiltag vil ikke kunne skilles fra helheden. Man vil heller ikke kunne skille effek-

ten af sikkerhedsudstyr fra effekten af den typisk mere forsigtige kørestil hos de førere, som vælger at købe en bil med relativt meget sikkerhedsudstyr. Denne metode er anvendelig, især hvis man ikke har så mange data til sin rådighed, men det er vigtigt, at man i fortolkningen af resultatet er klar over metodens begrænsning.

Analysemetoderne a) og b) adskiller sig ved den grad, hvormed de udnytter den information, der ligger i variabelen skadesgrad. Metode a), den logistiske regression, udnytter denne information i ringe grad, idet den reducerer de fire skadesgrader (ingen personskade/kun materiel skade, let personskade, alvorlig personskade, dræbt) til personskade/ikke personskade eller dræbt/ikke dræbt. Grænsen mellem de to kategorier kan sættes arbitrært; blot skal man naturligvis fortolke resultatet i overensstemmelse med kategorierne. Metoden tillader kun brug af to kategorier, og hermed reduceres den information, der ligger i at have fire kategorier til kun at have to. Metoden er imidlertid mere enkel at anvende og kræver ikke så avanceret statistisk software som metode b). Resultatet af metoden er, at man vil kunne vurdere effekten af et tiltag (ud fra kriterierne beskrevet under den enkle og den omfattende metode afhængigt af, hvilken metode man har valgt) på de to kategorier af skadesgrad, som man har opstillet.

Metode b), den ordnede logitregression, udnytter al den information, der er i variabelen skadesgrad og resulterer i en vurdering af effekten af et sikkerhedstiltag på alle fire skadeskategorier – typisk vil et installeret sikkerhedstiltag resultere i et givet antal færre dræbte, færre alvorligt tilskadekomne, færre let tilskadekomne og flere materielskadeuheld. Jo mere effektivt tiltaget er på den passive sikkerhed, desto flere dræbte, alvorligt og let tilskadekomne vil blive sparet og 'flyttet' til materielskadeuheld. En helt eller delvis slækkelse af antagelsen om proportionelle odds (udtryk 5 og 6 ovenfor) repræsenterer en raffinering af den ordnede logitregression, som fører til en mere præcis estimering af antallet af sparede dræbte og tilskadekomne, men som ikke ændrer på størrelsesordenen og dermed den overordnede konklusion om tiltagets effektmål.

Den mest præcise konklusion af tiltagets effekt på den passive sikkerhed fås ved brug af den omfattende metode kombineret med analysemetode b), mens denne metode også er den mest krævende, både når det gælder mængden af data og analysekapacitet. Den største forbedring i resultatet fås ved valg af den omfattende metode frem for den enkle metode. Valg af analysemetode b) frem for analysemetode a) vil føre til et mere struktureret, men ikke kvalitativt anderledes, resultat.

Begge metoder lider under den svaghed, at det ikke er muligt fuldstændigt at adskille effekten af kørestil og bilvalg. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 2. Når man ikke kan skille disse effekter ad, vil man til en vis grad overvurdere betydningen af sikkerhedstiltagene.

5. Krav til data i en effektvurdering

5.1 Brug af variable i effektvurderingerne

I en effektvurdering kan en variabel optræde i forskellig funktionel form, det vil sige den form, variabelen antager med anvendelse af en passende funktion.

Det er ikke nødvendigvis entydigt, hvilken funktionel form, som er den optimale for en given variabel, men fortolkningen af parameterestimer i den endelige model vil afhænge af de anvendte funktionelle former. For nogle variable vil den funktionelle form være bestemt af fysiske omstændigheder, fx bremselængdens afhængighed af hastigheden i anden potens.

Med til valget af den funktionelle form hører også en vurdering af, om den givne funktionelle form reelt set forbedrer modellens forklaring af den systematiske variation, eller den blot tilpasser modellen til den tilfældige variation.

I det følgende vil der blive præsenteret en række funktionelle former, som variable kan optræde i. Oversigten rummer også formernes fordele og ulemper.

5.1.1 Kontinuerte variable

Kontinuerte variable er variable, som antager reelle talværdier, men kan i denne sammenhæng også udvides til at dække heltalsvariable, som dækker et stort interval, fx alder eller hastighedsbegrænsningen på en strækning.

Lineær form

Den lineære form af en variabel er ofte anvendt, idet den er den simpleste funktionelle form og den er nem at fortolke. Dette betyder også, at den lineære form er begrænset i sin anvendelse, når variabelen udviser en form for kurvatur.

Stykvis lineær form

En udvidelse af den lineære funktionelle form, er den stykvis lineære form. Med en stykvis lineær form skal man inddele variabelen i et passende antal intervaller, som hver især modelleres lineært, hvorved der kan introduceres en form for kurvatur.

Praktisk betyder dette, at der skal genereres en ny variabel v_i for hvert interval $[L_i; H_i]$ baseret på den oprindelige variabel v , efter følgende forskrift:

$$v_i = \begin{cases} v, & v \in [L_i; H_i] \\ 0, & v \notin [L_i; H_i] \end{cases} \quad (7)$$

Med andre ord optræder variabelen med sin oprindelige værdi i det interval, som variabelværdien tilhører, og ellers er variabelværdien lig med nul.

Polynomier

Med polynomier er det muligt at få en kontinuert variabel med kurvatur af formen:

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \dots + \beta_nx^n + \varepsilon \quad (8)$$

Dette kan være relevant for fx alder, hvor det er kendt, at sandsynligheden for uheld er en U-formet kurve, der kan tilnærmes en parabel. Det kan også være relevant for hastighed, idet bremselængden afhænger af hastigheden i anden potens.

Med polynomier kan man komme til at overfitte, dvs. tilpasse modellen til den tilfældige variation i data stedet for kun den systematiske variation ved at inkludere for mange led i en for høj potens (n). Dette vil besværliggøre fortolkningen af parameterestimaterne og vil betyde, at resultatet ikke er generelt anvendeligt.

Andre funktioner

I teorien kan man anvende en hvilken som helst funktion: logaritme, eksponent, kvadratrod, m.fl., men i praksis bør man overveje, hvad argumentet er for at anvende mere eksotiske funktioner, da disse kan besværliggøre fortolkningen af parameterestimatet. Er valget af funktionel form relateret til den måde variablen er indsamlet, bør den anvendes, hvorimod man bør genoverveje brug af variablen, hvis valget af funktionel form blot relateres til, at der kan opnås et bedre modelfit.

5.1.2 Kategoriske variable

Kategoriske variable er diskrete i deres natur og beskriver kvalitative egenskaber, fx vejtype, førerens køn eller tilstedeværelse af et givent køreteknisk tiltag i en bil. Med kategoriske variable udvælger man en referencekategori, som andre kategorier sættes i forhold til.

Den simpleste form for kategorisk variabel har to kategorier, dvs. er binær. Denne form for variabel kan fx anvendes ved tilstedeværelse af et givent køreteknisk tiltag i en bil. Antallet af kategorier i en variabel er arbitrært, men ved udarbejdelsen af en statistisk model skal man gøre sig klart, at hver kategori optager en statistisk frihedsgrad i modellen.

En kontinuert variabel kan (om)formateres til en kategorisk variabel, hvis den udviser en speciel kurvatur, og man ikke ønsker at benytte en mere eksotisk kontinuert funktionel form. Dette kan fx være relevant i nogle sammenhænge, hvor førerens alder udtrykkes som alderskategorier i stedet for den kontinuerte alder.

En fordel ved kategoriske variable er muligheden for at have en kategori, som indeholder alle observationer af variablen, som enten er fejlagtigt registreret eller uoplyste. Derved er det muligt at inkludere observationer, selv om én eller flere af observationens variable ikke er registreret korrekt (fx hvis køn er uoplyst).

5.1.3 Proxyvariable

Proxyvariable er variable, som har en sammenhæng med den variabel man ønsker at inkludere i sin model, men ikke har adgang til. Med andre ord er proxyvariable indikatorer. Fx kan en bils første registreringsår anvendes som proxyvariabel for mængden af sikkerhedsudstyr i bilen, idet nyere biler har mere sikkerhedsudstyr end ældre.

Selv proxyvariable, som bidrager signifikant til en model, kan være svære at fortolke, da de godt nok har en sammenhæng med den variabel, man oprindeligt ønskede at undersøge, men på samme tid også kan være proxyvariabel for andet.

5.2 Usikkerhed på resultatet

5.2.1 Usikkerhed på effektmålet ved vurdering af aktiv sikkerhed

Usikkerheden i estimerne af effektmålet i form af odds ratio er bestemt af stikprøvens størrelse. 95 %-konfidensintervallet for estimatet for effektmålet E er

$$KI = [E * e^{-1.96SE}; E * e^{1.96SE}] \quad (9)$$

hvor standardfejlen SE beregnes som

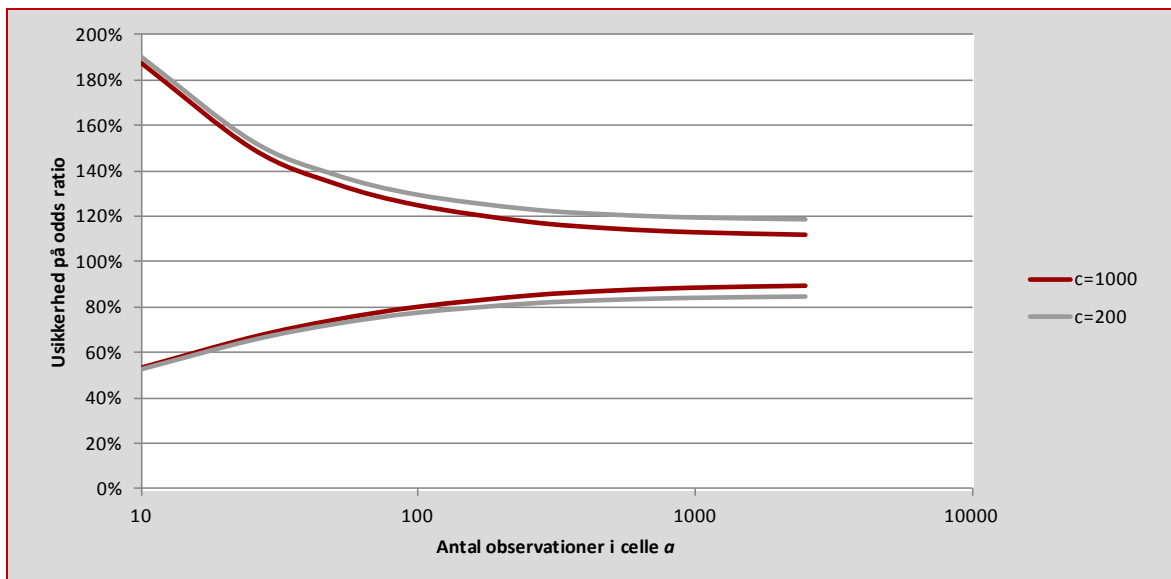
$$SE = \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}} \quad (10)$$

Idet der refereres til a, b, c og d, som blev defineret i afsnit 4.1.

Ved at dividere grænserne for konfidensintervallet KI med effektmålet E fås usikkerheden som et interval med procentvis usikkerhed

$$\frac{[E * e^{-1.96SE}; E * e^{1.96SE}]}{E} = [e^{-1.96SE}; e^{1.96SE}] \quad (11)$$

Da et givent tiltag ofte kun har effekt på en begrænset andel af de registrerede uheld, vil man oftest nemt kunne opnå store værdier for b og d. Det er derimod mere kritisk for c og a. For at forstå sammenhængen imellem usikkerheden og antallet af tællinger i cellerne a og c, er der lavet to beregninger for usikkerheden på odds rationen som funktion af celletællingerne a, givet c=200 og c=1000. Celletællingerne b og d sættes til 1000.



Figur 1 Usikkerhed på resultatet efter antallet af uheld

Figur 1 viser et diagram over den procentvise usikkerhed på effektmålet. Figuren viser, at jo større værdien er for a , jo bedre bestemt er effektmålet. Evaluerer man med $a=10$, $b=c=d=1000$ er man 95 % sikker på, at estimatet af effektmålet ligger imellem 53 % og 188 % af den korrekte værdi. Evalueres i stedet med $a=b=c=d=1000$, vil estimatet ligge imellem 88 % og 113 % af den korrekte værdi. Ved en tidobling af a opnår man altså over en faktor 5 reduktion af usikkerheden.

5.2.2 Passiv sikkerhed

Vurderingen af effekten på passiv sikkerhed af et givet tiltag afhænger af, hvilken analysemetode, der er brugt, jf. afsnit 4.2.1.

Analysemetode a), hvor uheld med personskeade vurderes over for uheld uden personskeade, foretages med logistisk regression som beskrevet i afsnit 4.2.1. Vurderingen af metoden er den samme uafhængigt af, om der er valgt den enkle (mindre datakrævende) eller den omfattende (mere datakrævende) datatilgang. Blot er der naturligvis flere variable at vurdere, hvis den omfattende datatilgang er valgt.

I outputtet fra relevant statistisk software fås parameterestimerne i følgende udtryk (nr. 2, afsnit 4.1.2):

$$y = \beta_0 + \beta_{alder}x_{alder} + \beta_{køn}x_{køn} + \beta_{tiltag}x_{tiltag} + \dots + \beta_nx_n + \varepsilon$$

Hvis den enkle datatilgang med udelukkende årgang som forklarende variabel er valgt, ser ligningen således ud:

$$y = \beta_0 + \beta_{\text{årgang}}x_{\text{årgang}} + \varepsilon \quad (12)$$

Derudover fås et mål for de enkelte parameterestimeres signifikans; det vil sige sandsynligheden for, at de repræsenterer et signifikant bidrag til forklaringen af forskellen i sandsynlighed for uheld med personskeade over for uheld uden personskeade. Parameterestimatet er angivet med dets standardfejl (standard error, SE), hvor SE er proportional med spredningen på estimatet og omvendt proportional med prøvestørrelsen på følgende måde:

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad , \quad (13)$$

Hvor s repræsenterer spredningen, SE standardfejlen og n prøvestørrelsen.

Signifikansen af parameterestimatet vurderes ud fra forholdet mellem estimatet og standardfejlen.

I output fra statistisk analysesoftware fås også odds ratio-estimatet for hver variabel inklusiv konfidensgrænser. Disse estimer viser, hvor meget odds-forholdet for at komme i uheld stiger givet en stigning i en enhed på den variabel, som er nævnt, mens eventuelle andre forklarende variable holdes konstant. Her er den mest interessante variabel naturligvis årgang (i den mindre datakrævende metode) og tilstedeværelse/fravær af sikkerhedstiltaget (i den mere datakrævende metode).

Mindre datakrævende metode

Hvis odds-forholdet for variabelen 'årgang' eksempelvis er 0,95, betyder det, at hver gang variabelen 'årgang' bliver en enhed større (svarende til, at bilen bliver et år yngre), bliver sandsynligheden for personskade, givet at uheldet er sket, 5 % mindre (nemlig 1,00-0,95). Hvis konfidensintervallet ikke rummer 1,0, er estimatet signifikant enten under 1 (svarende til, at tiltaget nedsætter sandsynligheden for personskade) eller over 1 (svarende til, at tiltaget øger sandsynligheden for personskade).

Mere datakrævende metode

Hvis et odds-forhold for variabelen 'tilstedeværelse af sikkerhedstiltag' eksempelvis er 0,75, betyder det, at ved at gå fra fravær af sikkerhedstiltaget til tilstedeværelse af tiltaget stiger sandsynligheden for personskade, givet at uheldet er sket, 0,75 gange – eller sagt på en anden måde: Hvis sikkerhedstiltaget er installeret i bilen, falder sandsynligheden for personskade, givet at uheldet er sket, til 75 %. Hvis konfidensintervallet ikke rummer 1,0, er estimatet signifikant som beskrevet under afsnittet 'mindre datakrævende metode'.

Analysemetode b), hvor hver skadesgrad vurderes for sig, givet at uheldet er sket, foretages med en ordnet logitregression, som beskrevet i afsnit 4.2.2. Den ordnede logitregression foretages med relevant statistisk analysesoftware.

Outputtet af en sådan analyse er estimater af β -værdierne i følgende udtryk (nr. 4 i afsnit 4.2.2):

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_i \beta' - \phi_j)}{1 + \exp(X_i \beta' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1$$

Hvis den mindre datakrævende metode er valgt, svarer det til, at vektoren X_i med uafhængige variable udelukkende rummer variabelen 'årgang'. Hvis den mere datakrævende metode er valgt, rummer vektoren X_i flere variable.

De mere raffinerede ordnede logitmodeller beskrevet i afsnit 4.2.2 (udtrykkene 5 og 6) skal fortolkes på præcis samme måde; i de mere generaliserede modeller er der op til en β -værdi for hver skadesgrad, givet at uheldet er sket.

5.3 Vurdering af aktiv sikkerhed ved flere tiltag på samme tid

Anvendes der i evalueringen uheldssituationer, som influeres af flere typer tiltag, bør tilstedeværelse/fravær af begge tiltag indgå i den statistiske modellering. Et eksempel på dette kunne være evalueringen af alkoholåse. Den type uheld, som påvirkes af alkoholåse, vil være sammenfaldende med de uheld, som påvirkes af træthedsdetektorer (søvnalarm). Derfor må man ved en evaluering af alkoholåse inkludere tilstedeværelse/fravær af både alkoholåse og træthedsdetektorer.

Den mest valide evaluering af effekten vil derfor basere sig på et datasæt, som indeholder både:

- Et antal biler med kun det ene tiltag installeret
- Et antal biler med kun det andet tiltag installeret
- Et antal biler med begge tiltag installeret

- Et antal biler med hverken det ene eller det andet tiltag installeret.

Har man ikke mulighed for at fremskaffe data for begge tiltag, kan det være nødvendigt kun at anvende den del af uheldssituationerne, som påvirkes af det tiltag, man ønsker at evaluere og udelade de uheldssituationer, som påvirkes af begge tiltag. Dette vil medføre, at resultatet bliver mere præcist, fordi man undgår sammenblanding af effekten af begge tiltag.

Der kan optræde en vekselvirkning af to tiltag på sikkerheden. Dette betyder, at effekten af det ene tiltag påvirkes af, om det andet tiltag er til stede. For eksempel kan det forholde sig sådan, at effekten af en søvnalarm vil være afhængig af, om bilen har installeret alkolås. Hvis bilen har installeret alkolås, vil der være mindre sandsynlighed for, at føreren falder i søvn i bilen, og effekten af søvnalarmen vil være mindre. Hvis bilen ikke har installeret alkolås, vil der være større sandsynlighed for, at føreren falder i søvn ved rattet, fordi vedkommende kan køre i påvirket tilstand, og effekten af søvnalarmen vil derfor være større. Dette forhold afsløres ved eventuel signifikans af et såkaldt interaktionsled mellem de to variable, som indeholder information om tilstedeværelse/fravær af tiltagene.

5.4 Tilvejebringelse af data

Som det er beskrevet i de foregående to afsnit, afhænger usikkerheden på resultatet af mængden af data, som kan fremskaffes. I praksis vil man opleve, at flere af retningslinjerne for udvælgelse af data ikke kan opfyldes eller ikke kan opfyldes inden for en evaluerings budget eller tidsramme.

For alligevel at kunne gennemføre evalueringen kan man derfor blive nødt til at inkludere data fra en længere tidsperiode. Hvor lang en periode der skal vælges, er en afvejning, idet man ved at inkludere data fra en meget lang tidsperiode vil introducere andre underliggende faktorer i data, som fx ændringer i lovgivning i løbet af perioden, som man muligvis må korrigere for eller i det mindste være klar over, når resultatet skal fortolkes.

Proxyvariable kan også være en måde at opnå tilstrækkeligt mange brugbare data på. Ved at benytte proxyvariable i sin modellering som erstatning for en manglende eller mangelfuld variabel kan man udvide sit datagrundlag. Som tidligere beskrevet kan dette besværliggøre fortolkningen af resultatet, hvilket bør holdes for øje, når man vurderer, hvorvidt den mindre usikkerhed i resultatet opvejes af en proxyvariabel, som er sværere at fortolke entydigt.

Registreringen af nogle variable kan være mangelfuld. Mange softwarepakker, som anvendes til modellering, kan ikke automatisk håndtere dette og vil ofte udelade observationer med blot en enkelt uoplyst variabel, selv om resten af de valgte variable er til stede. Inkluderes en variabel med mange uoplyste observationer i modelleringen, vil mange observationer derfor blive udeladt, se afsnit 5.1.2. Løsningen kan være at formatere variabelen til en kategorisk variabel (hvis den ikke allerede er det) og introducere en kategori til variabelen uoplyst. Alternativt kan man udelade variabelen med de mange uoplyste fra modellen og forsøge at finde en anden variabel, som bidrager med samme type information, eller en proxyvariabel.

6. Fortolkning af resultaterne

6.1 Aktiv sikkerhed

Den aktive sikkerhed forbedres, hvis antallet af uheld bliver reduceret hos de biler, der har installeret den aktuelle køretøjstekniske forbedring, der har til formål at undgå, at der sker uheld.

Effektområdet E er et mål for, hvor meget risikoen for en given type af uheld sænkes for biler, der har installeret den pågældende køretøjstekniske forbedring, dvs.: Risikoen for biler med den køretøjstekniske forbedring sænkes til E i forhold til risikoen for biler uden forbedringen. Hvis E er mindre end 1, er der en positiv effekt.

Dette kan også udtrykkes således: Risikoen for en given type af uheld for biler med den køretøjstekniske forbedring nedsættes med faktoren $1 - E$ i forhold til biler uden den køretøjstekniske forbedring. Hvis E er mindre end 1, er der tale om en forbedring; hvis E er større end 1, er der tale om en negativ forbedring, dvs. en forværring.

Effektområdet kan, som beskrevet i afsnit 4, beregnes både med den enkle metode og den korrigerede metode. Afhængig af hvilke af de to metoder, som er anvendt, må man fortolke sit resultat derefter.

Er effektområdet beregnet ud fra den enkle metode, må resultatet fortolkes derefter. Da man i den enkle metode ikke korrigerer estimatet af effekten for baggrundsvariable, fx i form af førerens eller bilens andre karakteristika, vil det fundne effektområde være påvirket af disse baggrundsvariables relation til tilstedeværelsen af tiltaget. Sammenligning af et effektområde baseret på ét datamateriale med et effektområde baseret på et andet datamateriale vil derfor kun kunne lade sig gøre, hvis man på forhånd sikrer sig, at fordelingen af baggrundsvariable for de to datamaterialer ikke er forskellig.

Hvis effektområdet derimod beregnes ved hjælp af den korrigerede metode, vil man direkte i metoden inkludere forklarende variable. Ønsker man at sammenligne effektområdet fundet med to forskellige modeller, dvs. med forskellige forklarende variable, må man i sin fortolkning forsøge at tage højde for, hvordan de enkelte variable, som er udeladt i den ene eller anden model, vil påvirke effektområdet.

Generelt skal en effektvurdering foretages med et homogent datamateriale, således at modelleringen får en høj forklaringsgrad med gode muligheder for at fortolke resultatet. Vælges datamaterialet meget heterogent, fx i form af uheld med både motorcykler, personbiler og lastbiler, vil der med stor sandsynlighed være ulineære effekter, som vil stille større krav til modelleringen og besværliggøre fortolkningen af modelleringens resultat. I eksemplet i Bilag B medtages fx kun personskaueheld med personbiler i effektvurderingen. Valget af et homogent datamateriale sker dog på bekostning af et mindre generaliserbart resultat. Hvis et tiltag fx i beregningerne har vist at have en effekt på personskaueheld med personbiler, så kan man ikke direkte ekstrapolere dette resultat til, at der er en effekt på personskaueheld med varevogne eller andre trafikanttyper.

6.2 Passiv sikkerhed

Det er muligt at vurdere et tiltags effekt på den passive sikkerhed på forskellig måde som beskrevet i afsnit 4.2 og 5. Dette gælder både metodemæssigt (mindre og mere datakrævende metode) og analysemæssigt (vurdering af personskader over for ikke-personskader givet at uheldet er sket og vurdering af hver grad af personskade hver for sig). Metode- og analysemæssigt ligner de forskellige vurderinger hinanden en del, og det gør fortolkningerne derfor også. Alle metoder resulterer i et output fra det statistiske software, der omfatter de indgående variables parameterværdi (β -værdierne i ligningerne 2, 4, 5 og 6) og signifikansniveau.

Ud fra de angivne parameterværdiers størrelse, fortegn og angivne signifikans kan det vurderes, om de enkelte forklarende variable har en signifikant indflydelse på sandsynligheden for, at uheldet har resulteret i forskellige grader af personskade, givet at uheldet er sket – og i hvilken retning indflydelsen går. Er parameterestimatet negativt, gælder det, at en øgning af den pågældende parameter vil medføre en nedgang i sandsynligheden for personskade på det pågældende niveau; er parameterestimatet positivt, vil en øgning af den pågældende parameter medføre en øgning af sandsynligheden for personskade på det pågældende niveau.

Af særlig interesse er bilens årgang (den mindre datakrævende metode) og tilstedeværelse af et givet sikkerhedstiltag (den mere datakrævende metode).

Mindre datakrævende metode

Parameterestimatene for bilens årgang vil typisk være: positiv for laveste uheldsgrad (materiel-skadeuheld), negativ for let tilskadekomst, negativ og større numerisk for alvorlig tilskadekomst, negativ og numerisk endnu større for dræbt. Dette skal fortolkes sådan, at med stigende køretøjsårgang (yngre biler) kan man, givet at uheldet er sket, forvente flere materielle skader, færre lette personskader, endnu færre alvorlige personskader og igen endnu færre dræbte.

Mere datakrævende metode

Når det gælder den mere datakrævende metode, er der flere variable at fortolke, og dette foregår som beskrevet under afsnittet 'mindre datakrævende metode' for de kontinuerte variables vedkommende, mens de kategoriske variable – som fx fravær/tilstedeværelse af et givet sikkerhedstiltag – fortolkes på følgende måde: fravær/tilstedeværelse af et givet sikkerhedstiltag er en binær variabel med kun to værdier. Fravær vil typisk være kodet som 0 og tilstedeværelse som 1, og alle køretøjer i datasættet vil således have enten koden 0 eller 1. Parameterestimatet vil typisk være positivt for laveste uheldsgrad (materiel-skadeuheld), negativ for let tilskadekomst, negativ og større numerisk for alvorlig tilskadekomst, negativ og numerisk endnu større for dræbt. Dette skal fortolkes som beskrevet ovenfor: når man i modellen går fra 0 til 1 (altså fra fravær til tilstedeværelse af det givne sikkerhedstiltag), kan man forvente flere materielle skader, færre lette personskader, endnu færre alvorlige personskader og igen endnu færre dræbte.

Fortolkningen af resultatet fra den mere datakrævende metode bør også rumme en omtale af, hvilke øvrige variable, der er korrigeret for. Jo flere variable, der er korrigeret for, og som kan tænkes at være relateret til passiv sikkerhed, desto mere 'rent' vil effektmålet af sikkerhedstiltaget være. Tilsvarende bør fortolkningen af resultatet fra den mindre datakrævende metode rumme en omtale af, at køretøjets årgang er en indikatorvariabel for den samlede mængde af passivt sikkerhedsudstyr plus køretøjets sikkerhedsmæssige konstruktion, og at man i resultatet ikke kan skille effekten af de enkelte enheder fra hinanden.

Et eksempel på effektivvurdering af passiv sikkerhed ved hjælp af ordnet logitregression og brug af den mere datakrævende metode findes i Hels m.fl. (2012). Hypotesen i dette tilfælde var, at jo nyere biler er, desto sikrere er de. Resultatet viste, at for køretøjer af årgang 2010 sammenlignet med køretøjer af årgang 2000 reduceres førerens risiko for at blive dræbt i uheldet med 37 %. Tilsvarende falder sandsynligheden for alvorlig personskade med 23 % og for let personskade med 13 %, idet antallet af materielskadeuheld til gengæld stiger.

7. Effekt af tekniske fejl i færdselsuheld

7.1 Indledning

Sammenhængen mellem bilers konkrete tekniske vedligeholdelsesstandard og uheldsinvolvering kan ikke modelleres statistisk på det foreliggende datagrundlag. Denne sammenhæng er derfor vurderet ud fra Vejdirektoratets dødsulykkesstatistik for 2010 og 2011 (Vejdirektoratet 2011 og 2012). Desuden er sammenhængen vurderet ud fra en gennemgang af litteratur vedrørende tekniske manglers bidrag til uheldsfaktorer samt effekten på færdselsuheld af periodisk syn, se Bilag C.

Vejdirektoratet har for årene 2010 og 2011 offentliggjort en udvidet dødsulykkesstatistik. Projektet, der strækker sig i alt over tre år, nemlig 2010 til 2012, tager udgangspunkt i én af anbefalingerne i Færdselssikkerhedskommissionens handlingsplan (Færdselssikkerhedskommissionen 2007). Med den udvidede dødsulykkesstatistik bliver dødsuheldene belyst på en mere fyldestgørende måde end det er tilfældet i den almindelige færdselsuheldsstatistik, herunder vurderes forhold, der har været medvirkende til uheldets opståen og omfang. Dataindsamlingen og ulykkesrapporten bygger på data indsamlet af politiet, bilinspektørerklæringer og et særligt bilinspektørregistreringsskema, vejdata fra besigtigelse samt hastighedsberegning. Dette afsnit omhandler de personbiler, der var involveret i dødsuheld i 2010 og 2011.

7.2 Oplysninger i dødsulykkesstatistikken

7.2.1 Tekniske fejl ved køretøjer i dødsulykkesstatistikken

De forhold ved køretøjerne, som her er medregnet som tekniske fejl eller andre ulovlige forhold, inkluderer forhold, som er registreret af bilinspektøren, nemlig forhold ved dæk, styretøj, bremses, generel vedligeholdelsestilstand og overlæs, se tabel 8, samt forhold, der er registreret sammen med de øvrige køretøjsoplysninger, nemlig om udsyn og spejlindstilling, se tabel 9.

Tabel 8 Oplysninger registreret af bilinspektøren i dødsulykkesstatistikken		
Dæktryk	Slidbane	Dæktype
Ej målt/ikke relevant Dæktryk OK Dæktryk ej OK	Ikke relevant Tilstrækkelig Utilstrækkelig	Ikke relevant Ens dæktype Forskellig dæktype
Bremseevne	Styretøj	Vedligeholdelsestilstand
Uoplyst Tilstrækkelig Utilstrækkelig	Uoplyst Ikke relevant Ikke nedsat Noget nedsat Meget nedsat	Uoplyst Tilstrækkelig Utilstrækkelig
Overlæs		
Ja Nej		

Tabel 9 Supplerende køretøjsoplysninger vedrørende fejl og mangler i dødsulykkesstatistikken

Udsyn	Spejlintstilling	Fejl lys
Udsyn ikke blokeret Udsyn blokeret	Ikke relevant Korrekt indstilling Ukorrekt indstilling	Ingen fejl Fejl lys foran Fejl lys bagpå Fejl lys siden Flere fejl lys Manglende kørellys Uoplyst

7.2.2 Uheldsfaktorer og skadesfaktorer i dødsulykkesstatistikken

I tabel 10 herunder ses en oversigt over uheldsfaktorer og skadesfaktorer i dødsulykkesstatistikken. Tilstedeværende skadesfaktorer er faktorer, der har påvirket uheldets alvorlighed, mens tilstedeværende uheldsfaktorer er faktorer, der har været medvirkende til, at uheldet skete.

Hastighed kan både være skadesfaktorer, altså have påvirket den passive sikkerhed, og uheldsfaktorer, altså have påvirket den aktive sikkerhed. Men hvis dette forhold forekommer som skadesfaktor, kan det ikke samtidig forekomme som uheldsfaktor.

Tabel 10 Uheldsfaktorer og skadesfaktorer i dødsulykkesstatistikken, komplet liste

Uheldsfaktor	Skadesfaktor
Ingen	Ingen
Hastighed > grænse	Sele
Hastighed, andre forhold	Hjelm
Placering forkert	Hastighed
Reaktion manglende	Placering forkert
Reaktion forkert	Faste genstande
Manglende opmærksomhed	Skråning
Manglende orientering	Autoværn
Chancebetonet kørsel	Kabineadskillelse
Påvirket spiritus	Belæsning
Påvirket narkotika	Dæk
Påvirket sprit og narko	Ergonomi
Fysisk tilstand	Udstyr
Vejudformning uhensigtsmæssig	
Manglende vedligehold	
Genstande	
Vejr	
Føre	
Sigt	
Bremser	
Styretøj	
Dæk	
Lys/refleks	
Spejlintstilling	
Belæsning	
Udsyn	
Distraheret	
Afmærkning/skiltning	

I dødsulykkesstatistikken refererer uheldsfaktorer og skadesfaktorer til uheldet, dvs. at alle elementer i uheldet optræder med de samme faktorer, uanset hvilken person eller element i uheldet, der har bidraget til uheldsfaktoren eller skadesfaktoren.

Hvis man, som i denne rapport, vil se på, hvilket køretøj i uheldet, hvis fejl og mangler, der har medvirket til uheldets uhelds- og skadesfaktorer, må man af dødsulykkesdatabasen afgrænse de køretøjer, hvor bilinspektørregistreringerne har oplyst om dette.

7.3 Effektevaluering af tekniske fejl i 2010 og 2011

Til brug for denne rapport er der foretaget avancerede VIS-opslag i Vejdirektoratets dødsulykkesdatabase for 2010 og 2011 (www.vejman.dk), som vist i tabel 11, idet der i denne rapport udelukkende ses på dødsuheld med personbiler.

Tabel 11 Avanceret VIS-opslag i www.vejman.dk		
Vælg	Hvor	Sorter efter
Duheld_nr, Duheld_dato, Duheld_uheldssituation, Uheldstekst, Køretøj_elementart, Duheld_uhfaktor_1, Duheld_uhfaktor_2, Duheld_uhfaktor_3, Duheld_skadefaktor_1, Duheld_skadefaktor_2, Duheld_skadefaktor_3, Køretøj_dødsuh_elnr, Køretøj_lygte_refleks, Køretøj_dæktryk, Køretøj_slidbane, Køretøj_dæktype, Køretøj_ms_dæk, Køretøj_bremseevne, Køretøj_styretøj, Køretøj_vedligehold_stand, Køretøj_overlæs, Køretøj_udsyn, Køretøj_spejle	Køretøj_elementart = 'Pbil' OG (Køretøj_dæktryk = 'Ej ok' ELLER Køretøj_slidbane = 'Utilstræk' ELLER Køretøj_dæktype = 'Ej ens' ELLER Køretøj_bremseevne = 'Utilstræk' ELLER Køretøj_styretøj = 'Meget' ELLER Køretøj_vedligehold_stand = 'Utilstræk' ELLER Køretøj_overlæs = 'Ja' ELLER Køretøj_udsyn = 'Ja' ELLER Køretøj_spejle = 'Ukorrekt' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Lys foran' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Begge fora' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Lys bagpå' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Begge bagp' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Lys siden' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Begge side' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Flere lys' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Flere begg' ELLER Køretøj_lygte_refleks = 'Ej kørellys')	Duheld_nr

I alt var der i 2010 184 dødsuheld med personbiler, og antallet af personbiler i disse uheld var 255. Heraf blev der registreret én eller flere tekniske mangler eller andre ulovlige forhold ved 37 af disse personbiler, dvs. 14,5 %.

I alt var der i 2011 164 dødsuheld med personbiler, og antallet af personbiler i disse uheld var 264. Heraf blev der registreret én eller flere tekniske mangler eller andre ulovlige forhold ved 42 af disse personbiler, dvs. 15,9 %.

Den følgende tabel 12 giver en oversigt over, hvilke forhold ved bilerne, der blev registreret, og hvor hyppigt de forekom. Der blev registreret mellem 1 og 4 fejl ved de enkelte biler.

Tabel 12 Supplerende køretøjsoplysninger vedrørende fejl og mangler ved personbiler i dødsulykkesstatistikken

Køretøjets tilstand	Fejl	2010	2011
Dæktryk	Dæktryk ej OK	16	14
Slidbane	Utilstrækkelig	8	11
Dæktype	Forskellig dæktype	12	9
Bremseevne	Utilstrækkelig	4	6
Styretøj	Meget nedsat	1	0
Vedligeholdelse	Utilstrækkelig	3	6
Overlæs	Ja	4	0
Udsyn	Udsyn blokeret	3	2
Spejlindstilling	Ukorrekt indstilling	0	0
Lys	Fejl, foran, bagpå, i siden, flere fejl, manglende kørellys	4	6

Som det ses af tabellen, er fejl ved dækkene (slidbane, dæktryk, uens dæk) langt de hyppigste, men det er samtidig de fejl, som det er lettest at registrere uden at foretage en decideret inspektion af bilen. Registreringerne af fejl og andre forhold ved køretøjerne er at betragte som en minimumsregistrering, da oplysningerne i mange tilfælde ikke forefindes.

På baggrund af især registreringerne i dødsulykkesstatistikken af uheldsforløbet, personrelaterede forhold, vejforhold, vejr, beregning af formodet hastighed samt oplysningerne om køretøjerne er der for hvert impliceret element i dødsuheldene registreret op til tre uheldsfaktorer og op til tre skadesfaktorer.

I tabel 13 er vist, ved hvor mange personbiler i dødsuheld, der forekom en uheldsfaktor eller en skadesfaktor, der var relateret til tekniske fejl eller mangler ved køretøjet. I ét tilfælde i 2011 forekommer dæk både som uheldsfaktor og skadesfaktor. Ved de øvrige personbiler i dødsuheld, hvor der var konstateret tekniske fejl, og hvor disse fejl bidrog enten til uheldet eller til alvorligheden af uheldet, er der kun angivet én faktor, der har relation til en teknisk fejl.

Tabel 13 Uheldsfaktorer og skadesfaktorer hos personbiler i dødsulykkesstatistikken

Uheldsfaktor	2010	2011	Skadesfaktor	2010	2011		
Manglende vedligehold	0	1	Dæk	2	3		
Bremser	1	1					
Styretøj	0	1					
Dæk	5	6					
Lys/refleks	0	1					
Spejlindstilling	0	0					
Belæsning	2	0					
Udsyn	0	2					
I alt	8	12				2	3

I 2010 var køretøjsrelaterede forhold en uheldsfaktor hos 8 personbiler, der var involveret i hvert sit dødsuheld og en skadesfaktor hos yderligere to biler i andre dødsuheld. I 2010 var der således i alt

- 8 af 184 dødsuheld eller 4,3 % af dødsuheldene, hvor køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet medvirkede til, at dødsuheldet fandt sted

Yderligere var der i 2010

- 2 af 184 dødsuheld eller 1,1 % af dødsuheldene, hvor køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet medvirkede til dødsuheldets alvorlighed

I 2011 var køretøjsrelaterede forhold en uheldsfaktor hos 12 personbiler, der var involveret i hvert sit dødsuheld og en skadesfaktor hos yderligere to biler i andre uheld, idet skadesfaktoren hos en tredje bil også var en uheldsfaktor. I 2011 var der således i alt

- 12 af 164 dødsuheld eller 7,3 % af dødsuheldene, hvor køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet medvirkede til, at dødsuheldet fandt sted
- 2 af 164 dødsuheld eller 1,2 % af dødsuheldene, hvor køretøjstekniske fejl eller mangler ved en personbil i uheldet medvirkede til dødsuheldets alvorlighed

7.4 Krav til fremtidig uheldsregistrering

Det fremgår af gennemgangen af dødsuheldene, at oplysningerne i dødsulykkesstatistikken er tilstrækkelige til at foretage en kvantitativ analyse af sammenhængen mellem køretøjers vedligeholdelse og deres uheldsinvolvering.

For at data er brugbare, kræves det dog, at oplysningerne om køretøjernes tilstand og de supplerende køretøjsoplysninger udfyldes i en større udstrækning, end det er tilfældet i den nuværende dødsulykkesstatistik, hvor der i alt for mange tilfælde anvendes værdien for uoplyst. Hvorvidt det er muligt at registrere alle oplysninger om køretøjernes tekniske stand på uheldsstedet, kan der også stilles spørgsmålstejn ved. Vurdering af uheldsfaktorer og skadesfaktorer afhænger også af informationerne om køretøjerne, så også af hensyn til disse vurderinger er det vigtigt, at disse oplysninger er fyldestgørende. Men i princippet er dødsulykkesstatistikken variable anvendelige.

Hvis dødsulykkesstatistikken fremover skal kunne anvendes til at analysere sammenhængen mellem køretøjers vedligeholdelse og deres uheldsinvolvering, er det nødvendigt, at bilinspektørregistreringerne bliver mere fyldestgørende. Hvis der tilsvarende kunne åbnes mulighed for, at de samme data kunne blive registreret ved i det mindste alle alvorlige personskaueheld, der bliver indberettet af politiet, ville viden om sammenhængen mellem køretøjernes tekniske stand og deres uheldsinvolvering blive øget betydeligt.

Referencer

Blows, S., Ivers, R.Q., Connor, J., Ameratunga, S., Norton, R. (2003). Does periodic vehicle inspection reduce car crash injury? Evidence from the Auckland Car Crash Injury Study. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 27 (3), 323-327.

Brant, R. (1990). Assessing proportionality in the proportional odds models for ordinal logistics regression. *Biometrics*, 46, 1171-1178.

Buxbaum, R. C., Colton, T. (1966). Relationship of Motor Vehicle Inspection to Accident Mortality. *The Journal of the American Medical Association*, 197 (1), 31-36.

Christensen, P., Elvik, R. (2007). Effects on accidents of periodic motor vehicle inspection in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, 39, 47-52.

Colton, T., Buxbaum, R. C. (1968). Motor Vehicle Inspection and Motor Vehicle accident Mortality. *American Journal of Public Health and the Nations Health*, 1968 (58), 6, 1090-1099.

Dang, J.N. (2007). Statistical analysis of the effectiveness of electronic stability control (ESC) systems – Final report. NHTSA Technical report, DOT HS 810 794, Washington DC. 63 pp.

Fosser, S. (1992). An Experimental Evaluation of the Effects of Periodic Motor Vehicle Inspection on Accident Rates. *Accident Analysis and Prevention*, 24 (6), 599-612.

Færdselssikkerhedskommissionen (2007). Hver ulykke er én for meget, trafikikkerhed begynder med dig. Revision af strategier og indsatser. Færdselssikkerhedskommissionens nationale handlingsplan. 88 pp.

Haight, F.A. (1973). Induced exposure. *Accident Analysis and Prevention* 5 (2), 111-126.

Hels, T., Lyckegaard, A., Prato, G.C., Rich, J., Abele, L. og Kristensen, N.B. (2012). Udvikling i bilers passive sikkerhed – skadesgrad for førere af person- og varebiler. DTU Transport rapport nr. 3, 2012. 67 pp.

Lie, A., Tingvall, C., Krafft, M., Kullgren, A. (2006). The effectiveness of ESC (electronic stability control) in reducing real life crashes and injuries. *Folksam Research* 05-0135. 6 pp.

Little, J.W. (1971). Uncertainties in Evaluating periodic Motor Vehicle Inspection by Death Rates. *Accident Analysis and Prevention*, 2 (4), 301-3013.

Loeb, P.D. (1985). The Efficacy and Cost Effectiveness of Motor Vehicle Inspection Using Cross-Sectional Data – An Econometrical Analysis. *Southern Economic Journal*, 52, 500-509.

Loeb, P.D. (1987). The Determinants of Automobile Fatalities. With Special Consideration to Policy Variables. 21 (3), 279-287.

Loeb, P.D., Gilad, B. (1984). The Efficacy and Cost-Effectiveness of Vehicle Inspection. A State Specific Analysis Using Time Series Data. *Journal of Transport Economics and Policy*, 18 (2), 145-164.

MacLennan, P.A., Marshall, T., Griffin, R., Purcell, M, McGwin, G, Rue, L.W. (2008). Vehicle rollover risk and electronic stability control systems. *Injury Prevention* 14, 154-158.

Padmanaban J., Shields, L.E., Scheibe, R.R., Vitaly E. Eyges, V.E. (2008). A Comprehensive Review of Rollover Accidents Involving Vehicles Equipped with Electronic Stability Control (ESC) Systems. 52nd AAAM Annual Conference, *Annals of Advances in Automotive Medicine*, USA.

Page, Y., Cuny, S. (2006). Is electronic stability program effective on French roads? *Accident Analysis and prevention* 38, 357-364.

Rechnitzer, G., Haworth, N., Kowaldo, N. (2000). The Effect of Vehicle Roadworthiness on Crash Incidence and Severity. MONASH University, Accident research Centre. Report No. 164. 58 pp samt bilag.

Saito, K. (2009). Evaluating Automobile Inspection Policy Using Auto Insurance Data. *Contemporary Economic* , 27 (2), 200–215.

Robertson, L. S. (1992). *Injury Epidemiology*: Oxford University Press, USA. 248 pp.

Schoer, B.J., Peyton, W.F. (1979). The Effect of Automobile Inspections on Accident Rates. *Accident Analysis and Prevention*, 11 (1), 61-68.

Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., Hume, R.D., Mayer, R.E., Stansifer, R.L., Castellan, N.J. (1979). Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents. Executive Summary. U.S. Department of Transportation National Highway Traffic Safety Administration. Report No. DOT HS-805 099. 78 pp.

Van Matre, J.G., Overstreet, G.A. (1981). Motor vehicle Inspection and Accident Mortality: A Reexamination. *The Journal of Risk and Insurance*, 48, 423-435.

Van Schoor, O., Van Niekerk, J.L., Grobbelaar, B. (2001). Mechanical failures as a contributing cause to motor vehicle accidents — South Africa. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 713-721.

Vejdirektoratet (2003). Indberetning af færdselsuheld. Kodeark. Vejledning 2003. Appendix til Rapport 277, Revision Marts 2006. 9 pp.

Vejdirektoratet (2011). Dødsulykkesstatistik 2010. 56 pp.

Vejdirektoratet (2012). Dødsulykkesstatistik 2011. 71 pp.

Vlahos, N. J., Lawton, S.T., Komanduri, A.K., Popuri, Y.D., Gaines, D.L. (2009). Pennsylvania's Vehicle Safety Inspection Program Effectiveness Study (070609). Final Report. Cambridge Systematics, Inc. 78 pp.

White. W.T. (1986). Does Periodical Vehicle Inspection Prevent accidents? Accident Analysis and Prevention, 18 (1), 51-62.








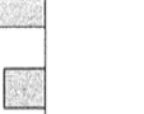
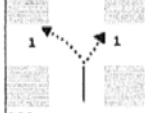




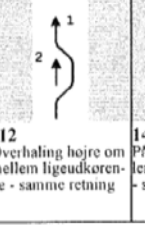
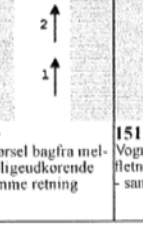





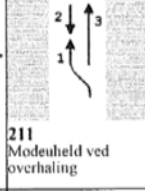
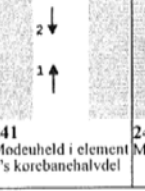
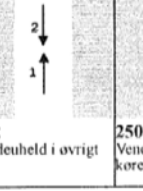
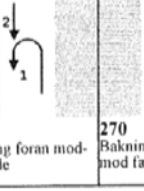
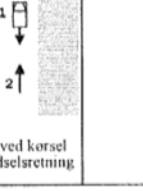









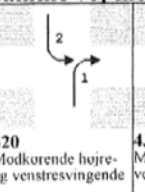

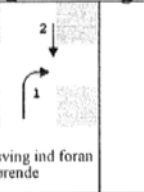


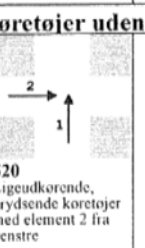
Bilag A: Variabelbeskrivelse

A.1 Variable i Vejdirektoratets uheldsdatabase

Tabel A.1 Uheldsvariable i Vejdirektoratets uheldsdatabase	
Uheldet	Forklaring
Årstal for uheldet	Årstal
Hoveduheldssituation	Eneuheld Ligeudkørende på samme vej og med samme kurs Ligeudkørende på samme vej med modsat kurs Kørende på samme vej med samme kurs og med svingning Kørende på samme vej med modsat kurs og med svingning Krydsende køretøjer uden svingning Kørende på krydsende veje med svingning Påkørsel af parkeret køretøj Fodgængeruheld Uheld med dyr, genstande mv. på eller over kørebanen
Uheldssituation	Se særskilt information s. 57 og 58
Sigtbarhed	Sigtbart Nedsat sigt Uoplyst
Vejr	Ingen nedbør Regn Tåge Sne-slud-hagl Stærk blæst Regn-tåge Regn og stærk blæst Tåge-sne-slud-hagl Tåge-stærk blæst Sne-slud-hagl-stærk blæst Uoplyst
Føre	Tørt Vådt Glat, sne Glat i øvrigt Uoplyst
Lys	Dagslys Tusmørke Mørke Uoplyst
Vejbelysning	Findes ikke Tændt Ikke tændt Uoplyst



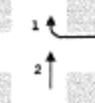
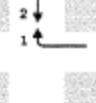
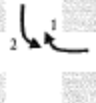
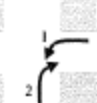


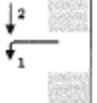

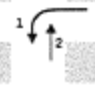











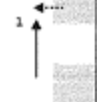

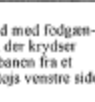
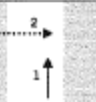
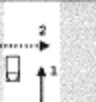

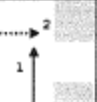

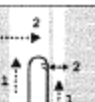
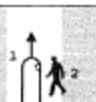

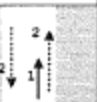
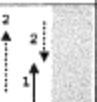
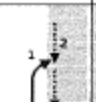






Gade- og vejtype	Motorvej Motortrafikvej Rampe Vej med midterrabat Vej i øvrigt Fartdæmpet vej Opholds- og legeområde, gågade Parkeringsplads m.m.
Vejudformning	4-benet kryds 3-benet kryds Kryds i øvrigt Rundkørsel Kryds med sti Ud-/indkørsel Flettestrækning Baneoverskæring På bro Kurve Lige vej Anden vejudformning Selvstændig Cykelsti På bro Under bro Uoplyst
Dato	Dato
Time	Time
Ugedag	Søndag Mandag Tirsdag Onsdag Torsdag Fredag Lørdag
Kommune	En entydig 3-cifret talkode for kommunen
Bykode	En entydig 4-cifret talkode for navnet på byzonetavlerne
Byzone	Ja Nej Uoplyst
Randbebyggelse	Forretningsgade Industri kvarter Etagebeboelse Villakvarter Facadeløs vej Ingen randbebyggelse Uoplyst
Hastighedsbegrænsning – overordnede vej	10 km/t 15 km/t ... Uoplyst

Uheldssituationer

0 	Eneuheld						
							
							
1 	Ligeudkørende på samme vej og med samme kurs						
							
2 	Ligeudkørende på samme vej med modsat kurs						
							
3 	Kørende på samme vej med samme kurs og med svingning						
							
4 	Kørende på samme vej med modsat kurs og med svingning						
							
5 	Krydsende køretøjer uden svingning						
							

Kilde: Vejdirektoratet, 2003 med revision marts 2006.

Uheldssituationer (fortsat)

<p>6</p> 	<p>Kørende på krydsende veje med svingning</p>						
							
<p>610 Højresving ud foran 'medkørende' - krydsende veje</p>	<p>620 Højresving ud foran 'modkørende' - krydsende veje</p>	<p>641 Højre- og venstresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	<p>642 Venstre- og højresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	<p>643 Venstresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	<p>644 Højresvingende køretøjer på krydsende veje</p>	<p>650 Venstresving ud foran 'medkørende' - krydsende veje</p>	
							
<p>660 Venstresving ud foran 'modkørende' - krydsende veje</p>	<p>670 Bakning om hjørne - modpart på krydsende vej</p>						
<p>7</p> 	<p>Påkørsel af parkeret køretøj</p>						
							
<p>710 Påkørsel af parkeret køretøj i højre gade- eller vejside</p>	<p>720 Påkørsel af parkeret køretøj i venstre gade- eller vejside</p>	<p>740 Påkørsel af parkeret/holdende køretøj hvor dør åbnes</p>	<p>751 Påkørsel af parkeret køretøj ved vinkelret/skråparkering</p>	<p>752 Påkørsel af parkeret køretøj ved parkeringsmanøvre i øvrigt</p>			
<p>8</p> 	<p>Fodgængeruheld</p>						
<p>Uheld med fodgængere, der krydser kørebanen fra et køretøjs højre side</p>							
	<p>811 Fodgængere fra højre forov eller rabat i øvrigt</p>	<p>832 Fodgængere trådt frem foran/ud mellem holdende køretøjer</p>	<p>871 Fodgængere fra højre for køretøjs passage af kryds</p>	<p>874 Fodgængere fra højre efter køretøjs passage af kryds</p>	<p>876 Fodgængere fra højre efter højresving</p>	<p>878 Fodgængere fra højre efter venstresving</p>	
<p>Uheld med fodgængere, der krydser kørebanen fra et køretøjs venstre side</p>							
	<p>812 Fodgængere fra venstre forov eller rabat i øvrigt</p>	<p>831 Fodgængere trådt frem fra bagved holdende køretøj</p>	<p>872 Fodgængere fra venstre for køretøjs passage af kryds</p>	<p>873 Fodgængere fra venstre efter køretøjs passage af kryds</p>	<p>875 Fodgængere fra venstre efter højresving</p>	<p>877 Fodgængere fra venstre efter venstresving</p>	
<p>Fodgængeruheld i øvrigt</p>							
	<p>820 Passagerer til eller fra busstoppested</p>	<p>821 Ud- eller indstigning fra/i et køretøj i bevægelse</p>	<p>835 Fodgængere, der opholder sig på kørebanen</p>	<p>841 Fodgængere gående i vejens højre side</p>	<p>851 Fodgængere gående i vejens venstre side</p>	<p>860 Fodgængere på forov, helle eller lignende</p>	<p>880 Fodgænger påkørt ved bakning</p>
<p>9</p> 	<p>Uheld med dyr, genstande mv. på eller over kørebanen</p>						
							
<p>910 Dyr på kørebanen</p>	<p>920 Genstande mv. på eller over kørebanen</p>	<p>930 Afspærringsmateriel på kørebanen</p>	<p>940 Jernbanetog og køretøj</p>				

Kilde: Vejdirektoratet, 2003 med revision marts 2006.

Tabel A.2 Køretøjsvariable i Vejdirektoratets uheldsdatabase

Elementerne i uheldet	Forklaring
Elementnummer	Fortløbende nummerering. Element 1 og 2 angives ud fra nummereringen i piktogrammerne i uheldssituationerne.
Elementart	Rytter til hest Personbil Hyrevogn Udrykningskøretøj <3.5t Varebil <2t Varebil 2-3.5t Lastbil Sættevogn Rutebus Anden bus Udrykningskøretøj >3.5t Traktor o.l. Motorredskab Motorcykel Motorkøretøj under 400 kg Knallert-45 ændret Knallert-45 Ændret knallert Knallert Cykel Fodgænger Fodgænger på hjul Flygtet element
Model	Fabrikattekst
Mærke	Modeltekst
Kollisionspunkt	Uskadt elementet Foran højre Højre foran Kollision på højre side af elementet Højre bag Bagpå højre Kollision bag på elementet Bagpå venstre Venstre bag Kollision på venstre side af elementet Venstre foran Foran venstre Kollision foran på elementet Rullet rundt Kompliceret kollision Andet eller uoplyst
Manøvre	Gående Holdende for ligeudkørsel Holdende for højresving Holdende for venstresving Højresvingende Venstresvingende Parkeringsmanøvre, fremad Parkeringsmanøvre, bakning Bakning med svingning Bakning i øvrigt Indfletning Udfletning Ligeudkørsel Parkeret/standset Uoplyst
Totalvægt af køretøj	Kg
Første registreringsdato for køretøj	Dato

Tabel A.3 Personvariable i Vejdirektoratets uheldsdatabase

Uheldet	Forklaring
Alder	År
Køn	Mand Kvinde
År for første kørekort	Årstal
Personart	Med kørekort Galt kørekort Uden kørekort Med knallertbevis Uden knallertbevis Fører, kørekort kræves ikke Forsædepassager Bagsædepassager Passager i øvrigt Fodgænger Flygtet Fører ikke til stede Uoplyst
Alkoholpromille	Målt Ej målt, skønnet påvirket Ej målt, skønnet ædru Blodprøve taget
Sygdomstegn	Medicin Pludselig sygdom Uegnet anden årsag Blodprøve sendt Påvirket af narkotika Narkotika og medicin Intet at bemærke
Selebrug	Fodgænger Med sele Med hjelm Uden sele/hjelm Fremvendt barnestol benyttet Bagvendt barnestol benyttet Med sele/airbag udløst Med sele/airbag ikke udløst Uden sele/airbag udløst Uoplyst
Personskade	Dræbt Tilskadekommen - alvorlig Tilskadekommen - lettere Uskadt

A.2 Variable i køretøjsdatabasen (DAF)

Tabel A.4 Køretøjsvariable i Vejdirektoratets uheldsdatabase	
Køretøjets karakteristika	Forklaring
Model	Fabrikattekst
Mærke	Modeltekst
Variant	For eksempel: Turbo Sport Diesel
Modelårgang	Årstal
Karrosseri	For eksempel: Hatch Sedan Coupé
Egenvægt	Kg
Totalvægt	Kg
Køretøjets motor	Forklaring
Motorstørrelse (slagvolumen)	Liter
Hestekræfter (hk)	Antal
Sikkerhedsinformationer	Forklaring
ABS-bremser	Ja Nej
Airbags	Antal

A.3 Variable vedrørende sikkerhedsudstyr i JATO Dynamics database

Tabel A.5 Sikkerhedsudstyr i JATO databasen

Sikkerhedsudstyr		
Driver front airbag	Transmission type	Door mirrors rain repellent
Passenger front airbag	No. of speeds	Driver door mirror heated
Front side airbag	Manual with auto clutch	Passenger door mirror heated
Front side airbag sensors	Automatic with manual mode	Driver mirror dipping
Rear side airbag	Driven wheels	Passenger mirror dipping
Rear side airbag sensors	Driven wheels selectable while driving	Headlight cleaners
Front airbag pass switch off	Manual sequential transmission	Electrically heated windshield
Front airbag occupant sensors	Manual sequential with auto mode	Front power windows
Front roof airbag	Differential lock	Rear power windows
Rear roof airbag	Dual range transmission	Night vision
3rd row roof airbag	Limited slip differential	No. of disc brakes
All 3 rows roof airbag	Electronic traction control	No. of ventilated discs
Front to rear roof airbag	Stability control	Electronic brake distribution
Knee airbags	Gear change location	Brake assist system
Driver anti submarining airbags	Trans electronic control - auto only	ABS
Passenger anti submarining airbags	Trans mode ability	Cornering brake control
Active front head restraints	Front suspension type	Height adjustable pedals
Active rear head restraints	Rear suspension type	Electronic hand brake
Standard No. of rear head restraints	Front stabilizer bar	Brake assist with preview
Optional No. of rear head restraints	Rear stabilizer bar	Hill holder
Standard No. of 3rd row head restraints	Front suspension spring type	Engine cc
Optional No. of 3rd row head restraints	Rear suspension spring type	Engine litres
Front seat belts pre-tensioners	Suspension leveling	No. of cylinders
Third row seat belts	Responsive suspension	Engine configuration
Standard center rear seat belt type	Standard driver door mirror type	Variable valve timing/camshaft
Optional center rear seat belt type	Optional driver door mirror type	No. of valves per cylinder
Auto activation hazard lights	Standard passenger door mirror type	Compressor
Collision warning system	Optional passenger door mirror type	Compressor type
Child safety seat	Driver door mirror wide angle	Emission control standard
Isofix preparation	Passenger door mirror wide angle	Carbon dioxide level - (g/km)
Roll stability control	Standard door mirror color	combined
Standard steering wheel type	Optional door mirror color	Electric Power source
Optional steering wheel type	Driver auto-dimming door mirror	Catalytic converter
Steering wheel height adjustment	Passenger auto-dimming door mirror	Cylinder shutdown facility
Steering wheel telescopic adjust	Auto-dimming rear view mirror	Standard headlights lens type
Power steering	Driver foldable mirrors	Optional headlights lens type
Power steering speed prop	Passenger foldable mirrors	Standard headlights-bulb type
Heated steering wheel	Front windshield intermittent wipers	Optional headlights-bulb type
Steering wheel multi-function	Rear wiper	Front fog lights
Standard power steering type	Heat reflective glass	Door edge hazard lights
Optional power steering type	Door mirror indicator lights	Active brake lights

Bilag B: Effekt af ESC på aktiv sikkerhed

B.1 Introduktion

ESC (electronic stability control = elektronisk stabilitetskontrol) er et sikkerhedssystem i biler, som har til formål at undgå, at bilerne skrider ud. Systemet sammenligner under kørsel den faktiske retning af køretøjet med den ønskede retning (målt i form af rattets styrevinkel). Er der forskel imellem den faktiske og ønskede retning, som fx er tilfældet ved udskridning, korrigerer ESC-systemet den faktiske retning ved at bremse på de individuelle hjul.

ESC blev første gang introduceret i personbiler i den danske bilpark i 1997, og andelen af biler der sælges med ESC har været stigende i årene efter. Effektmålet af ESC er studeret flere gange, og man har i alle tilfælde fundet en positiv effekt af ESC på trafiksikkerheden, i flere tilfælde endda meget store effekter (MacLennan m.fl. 2008, Page og Cuny 2006, Lie 2006).

Formålet med dette studie er at opdatere estimaterne af effekten for ESC baseret uheld fra Danmark med biler indregistreret i perioden 1998-2011. Det er ikke muligt at medtage året 1997 i analysen, da vi ikke med tilgængelige data har oplysninger om, hvilke biler, som blev indregistreret i Danmark i 1997, der havde installeret ESC.

B.2 Metode

Ved evaluering af effekten af ESC er der anvendt to forskellige metoder: Beregning af ukorrigeret effektmål ved enkel metode og beregning af korrigeret effektmål ved hjælp af logistisk regression. For nærmere beskrivelse af metoden, se afsnit 4.1.

Den enkle metode korrigerer ikke for baggrundsvariable og er udelukkende baseret på information om, hvilke biler, der har været i enuehald og i andre typer uheld, samt hvilke, der har ESC installeret og hvilke, der ikke har ESC installeret. Den logistiske regression korrigerer for flere baggrundsvariable, som kan have effekt på sandsynligheden for at komme i enuehald og giver derfor et mere præcist estimat af effekten af ESC.

B.3 Datagrundlag

Datagrundlaget for beregningen af effekten er Vejdirektoratets Uheldsdatabase for perioden 2004-2011 samt en database med oplysninger om, hvilke personbiler i bilparken i hvert af årene 1998-2011, der har ESC installeret, se tabel 5 i afsnit 3.2.2.

De biler, som er medtaget i analysen, er udvalgt efter følgende kriterier:

- Personbiler af årgang 1998-2011, som findes i databasen over biler med ESC
- Personskadeuheld i årene 2004-2011, dvs. uheld hvor mindst én person pådrager sig personskade. Denne person er ikke nødvendigvis en person i bilen, men kan lige såvel være en fodgænger, cyklist eller anden type modpart
- Personbiler, hvor føreren er 18 eller derover.

I alt giver dette 13.636 observationer.

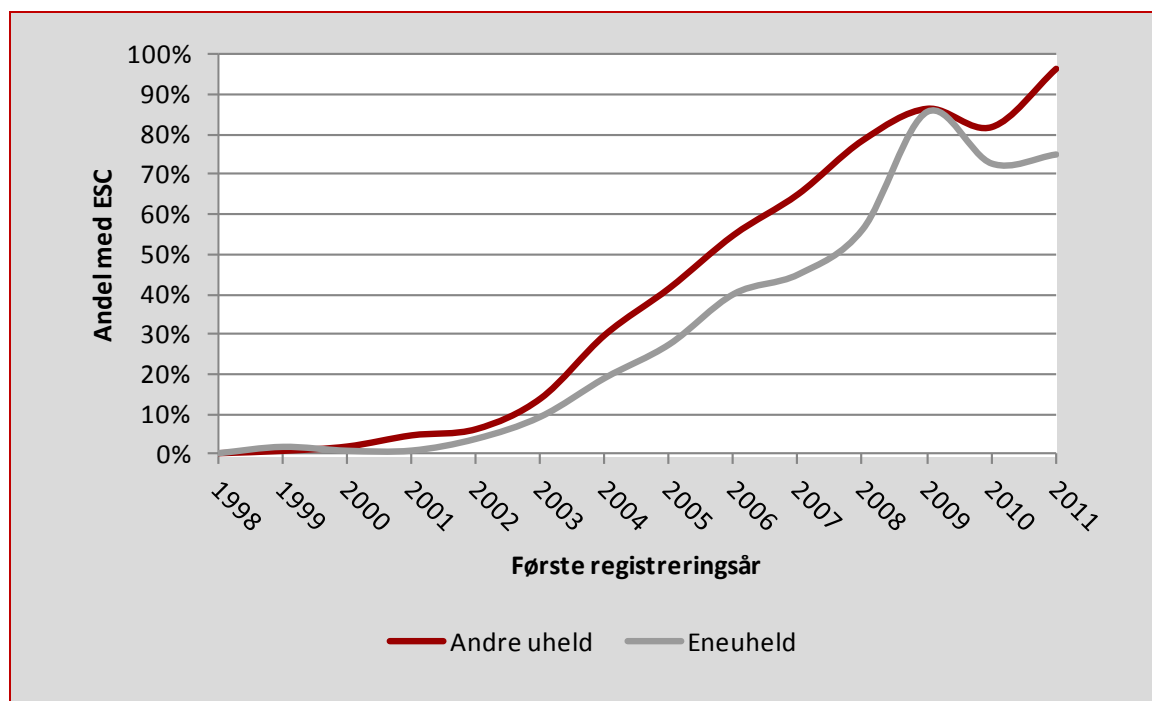
Observationerne opdeles i to grupper: En gruppe med enueheld og en gruppe med andre typer uheld. Hypotesen er, at ESC har en effekt på enueheld. Gruppen med biler i andre typer uheld fungerer som sammenligningsgrundlag, fordi det forventes, at ESC ikke har en effekt på disse uheld.

B.3.1 Datasæt til brug for analysen

Fordelingen af observationer med hensyn til enueheld og tilstedeværelse af ESC ses i tabel B.1 herunder.

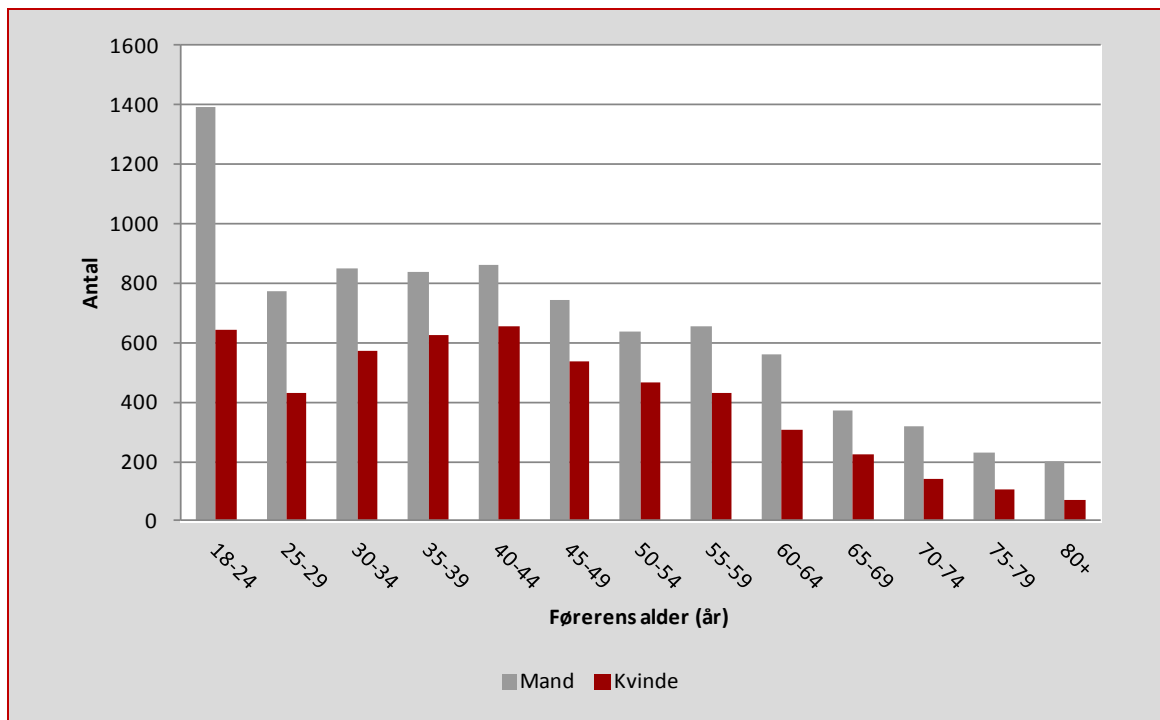
Tabel B.1 Fordeling af uheldene til beregning af effektmål			
	Eneuheld: Uheld, som tiltaget ville have indflydelse på (eneuheld=1)	Andre uheld: Uheld, som tiltaget ikke ville have indflydelse på (eneuheld=0)	Uheld i alt
Biler, der havde installeret tiltaget (ESC=1)	172	2.949	3.121
Biler, der ikke havde installeret tiltaget (ESC=0)	1.324	9.191	10.515
I alt	1.496	12.140	13.636

Da der er udskiftning i bilparken over årene, vil en stigende andel af bilerne i datagrundlaget (personbiler af årgang 1998-2011 involveret i personskadeuheld i perioden 2004-2011) være produceret efter introduktionen af ESC i 1998, hvorfor andelen af biler med ESC vil være stigende, se figur B.1.



Figur B.1 Andel af personbiler af årgang 1998-2011 med og uden ESC involveret i personskadeuheld i hele perioden 2004-2011.

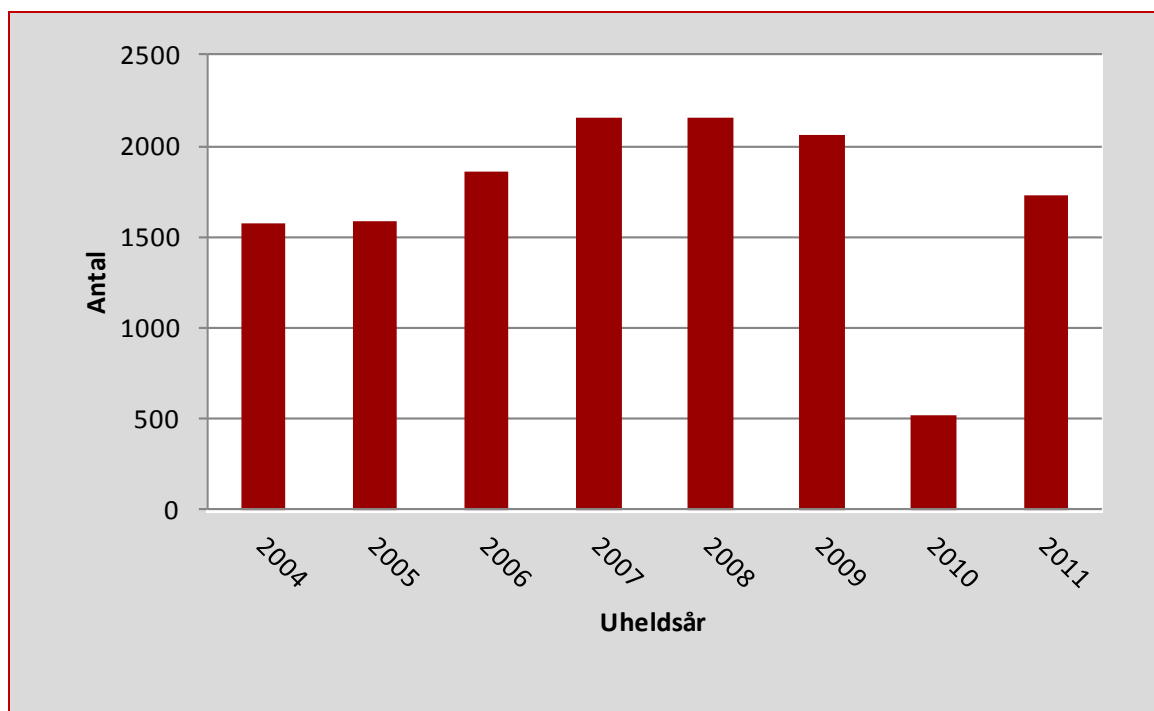
Fordeling af alder og køn af føreren i bilerne er vist i figur B.2. Grafen viser, som forventet, at der er flere yngre personer end ældre og flere mænd end kvinder involveret i uheld.



Figur B.2 Fordeling af alder og køn af førere involveret i personskadeuheld i hele perioden 2004-2011.

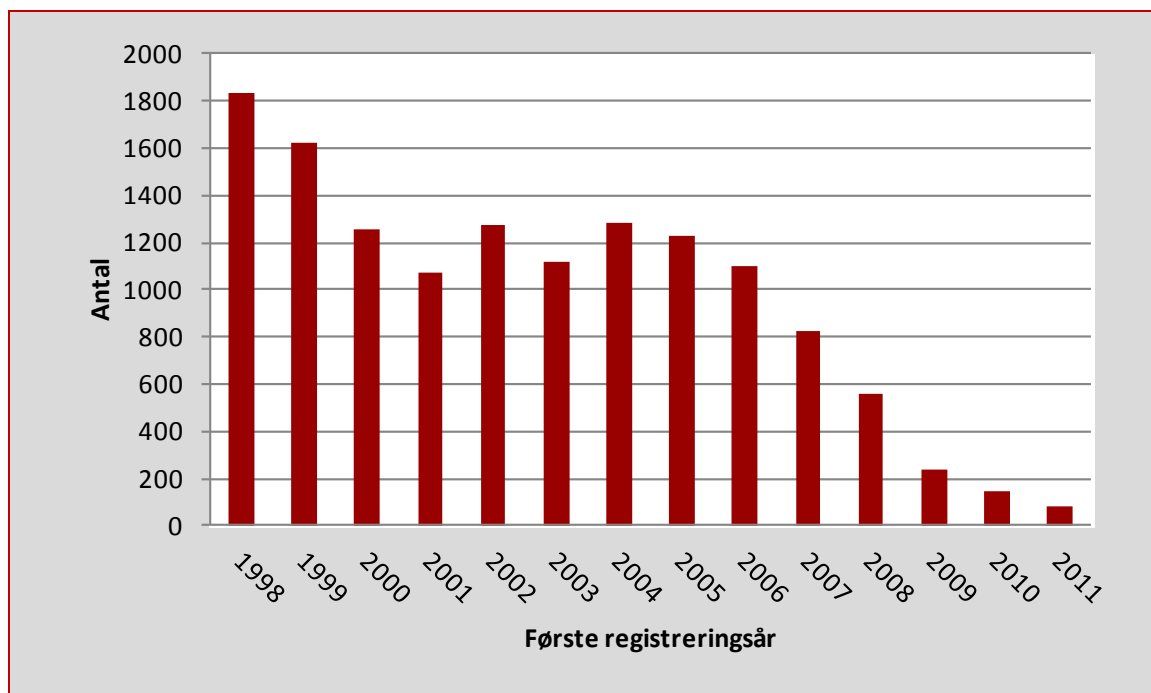
I datamaterialet er der inkluderet personskadeuheld fra årene 2004-2011. Figur B.3 viser antallet af biler i hvert af uheldsårene. I 2010 er der en konsekvent fejlregistrering af bilens model på mange af de politiregistrerede uheld, hvorfor de ikke kan linkes til listen med ESC-data og derfor ikke kan inkluderes i analysen.

Normalt ville man forvente flere uheld i 2004 end i 2011, men da flere biler i uheld i 2011 optræder på listen med ESC-data, vil flere af disse kunne inkluderes i analysen end tilsvarende for 2004.



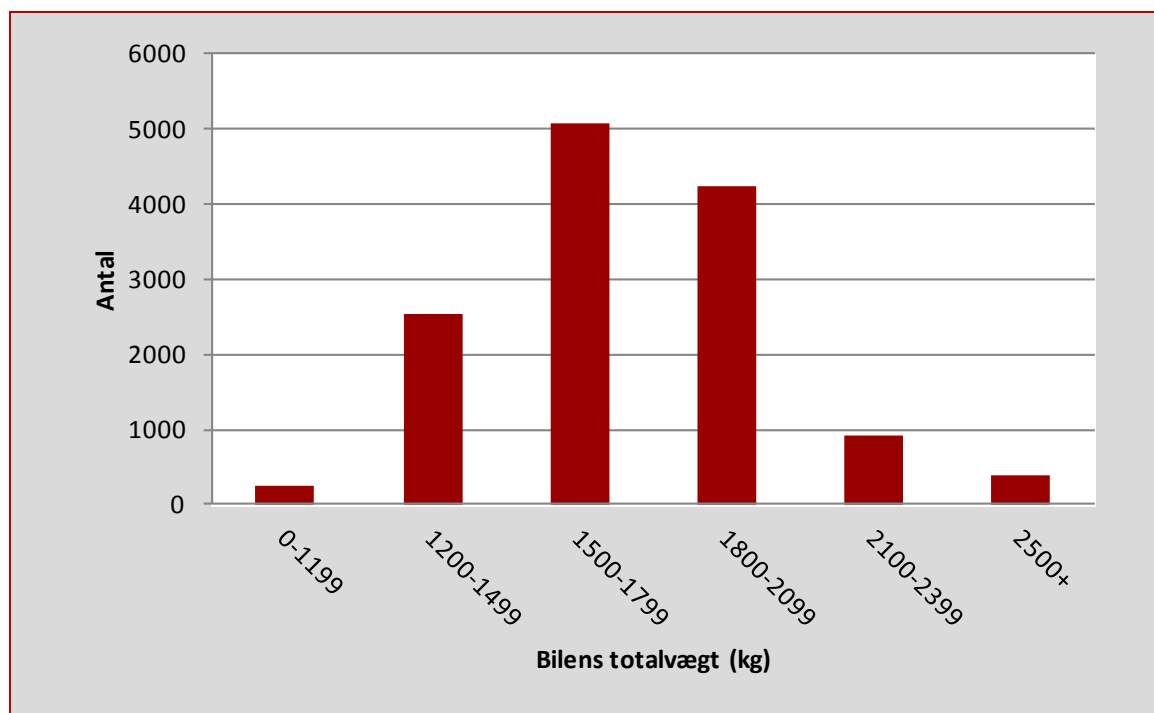
Figur B.3 Fordeling af observationer efter uheldsår.

I datagrundlaget optræder biler med første registreringsår fra 1998 til 2011. Fordelingen af disse er vist i figur B.4. Der optræder flere biler med første registreringsår i begyndelsen af perioden i forhold til slutningen af perioden. Dette skyldes, at datagrundlaget er personskadeuheld i perioden 2004-2011. En bil indregistreret i 2011 kan derfor kun optræde i et uheld i 2011, mens en bil indregistreret i 1998 kan optræde i uheld i alle årene i perioden.



Figur B.4 Fordeling af første registreringsår for personbiler af årgang 1998-2011 involveret i personskadeuheld i hele perioden 2004-2011.

Bilernes totalvægt er angivet i figur B.5. Langt størstedelen af datamaterialet er en middelstor familie bil med en totalvægt på 1500-2100 kg.



Figur B.5 Fordeling af personbilers totalvægt.

B.4 Modelspecifikation

I den logistiske regression er formålet at korrigerer for baggrundsvariable, som kan have indflydelse på, om en bilist kommer i enueheld. Ud over den variabel, som skal forklare effekten af ESC, er der derfor inkluderet en række variable, som korrigerer for førerens, bilens, omgivelsernes og vejens karakteristika.

I den endelige model fandtes følgende uafhængige variable at være signifikante ($p < 0.05$), se tabel B.2. Uheldsåret, vejret og gade/vejtypen blev også forsøgt anvendt i modellen, men var ikke signifikante. Heller ikke et interaktionsled imellem køn og alder var signifikant. Førerens promille er mest signifikant, når den optræder som interaktion med kønnet. For at undersøge om ESC havde større eller mindre effekt afhængig af føret eller vejudformningen, blev det forsøgt at inkludere interaktionsled med disse to, uden at de viste sig at være signifikante.

Tabel B.2 Anvendte signifikante variable i den logistiske regression

Variabel	Variabelbeskrivelse
Førerkarakteristika	
Alder	Alder i år
Alder2	Alder i 2. potens
Kon	Køn: mand/kvinde
Kkort	Gyldighed af kørekort til personbil: Gyldigt kørekort/Ugyldigt kørekort
Sele	Selebrug: Uden sele/Med sele/Uoplyst
Kon*prom	Interaktionsled imellem køn og alkoholpromille, promilleniveauer: Ikke alkoholpåvirket/ Alkoholpåvirket(ikke prøvet)/0,1-0,5/0,5-0,8/0,8-1,2/1,2+ /Uoplyst
Kkort_erfaring	Antal år siden kørekort er erhvervet: 0-2/3-5/6-10/11+/Uoplyst
Køretøjskarakteristika	
ESC	ESC installeret: 0/1
Regyear	Årgang af bil
Totalvaegt_100kg	Bilens totalvægt i 100 kg
Omgivelsernes karakteristika	
Sigt	Sigtbarheden på uheldsstedet: Sigtbart/Nedsat sigt/Uoplyst
Lys	Lysforhold på uheldsstedet: Dagslys-Tusmørke/Mørke/Uoplyst
Byzone	Uheld sket i byzone: 0/1
Vejens karakteristika	
Fore	Føret på uheldsstedet: Tørt/Glat/Vådt/Uoplyst
Vejudf	Vejens udformning: Lige vej/Kurve/Kryds/Anden udformning
Hastgr	Hastighedsgrænsen på vejen
Hastgr2	Hastighedsgrænsen i 2. potens

Førerenes karakteristika modelleres med køn, alder, selebrug, gyldighed af kørekort (afledt af personarten), antal år siden kørekort er erhvervet (afledt af førers alder og årstal for kørekortets erhvervelse) og et interaktionsled imellem køn og alkoholpromille. Køn optræder som en dummyvariabel. Alderen indgår i modellen med både 1. og 2. potens. På denne måde modelleres den U-formede kurve af uheldsrisikoen som ofte ses, hvilket ikke er muligt med kun et lineært led. Selebrug, gyldighed af kørekort og antal år siden kørekortet blev erhvervet er dummyvariable som kan relateres til førerenes risikoprofil, idet førere, som kører uden sikkerhedssele, med få års køreerfaring eller uden gyldigt kørekort, sikkert også har større sandsynlighed for at køre mere risikobetonet. På samme måde angiver interaktionsleddet imellem køn og alkoholpromille noget om den forhøjede risiko, der er ved kørsel med en alkoholpromille.

Bilens karakteristika forklares af dummyvariablene 'ESC' og 'Regyear' samt bilens totalvægt i 100kg 'Totalvaegt_100kg'.

Omgivelsernes karakteristika korrigeres der for ved sigt, lys og byzone (alle dummyvariable).

Vejenes karakteristika korrigeres der for ved brug af dummyvariablene 'Fore' og 'Vejudf' samt de kontinuerte variable 'Hastgr' og 'Hastgr2'. Det er værd at gøre opmærksom på, at 'Hastgr' og 'Hastgr2' ikke er den kørte hastighed, men kun kan være et udtryk for det generelle hastigheds-

niveau på vejen. Da bremselængden af en bil er proportional med kvadratet på hastigheden, er både 1. og 2. potens af hastighedsbegrænsningen inkluderet i modellen.

B.5 Resultater

B.5.1 Ukorrigeret effektmål ved enkel metode

Ved brug af den enkle metode til beregning af effektmålet fås resultaterne, som er angivet i tabel B.3. Her er effektmålet beregnet for alle observationer såvel som for mindre datasæt (1. Kun dræbte, 2. Kun alvorlige personskader, 3. Kun lette personskader, 4. Dræbte og alvorlige personskader).

Denne opdeling er foretaget for at undersøge effekten af ESC for de enkelte skadesgrader. Dette er interessant, idet uheld med dræbte oftere sker ved højere hastigheder end uheld med kun let personskade. Skadesgraden er altså i dette tilfælde mere en indikator på den kørte hastighed, idet man kun kender hastighedsbegrænsningen på vejen.

Datasæt	Antal observationer	E_{enkel}	95 % -konfidensinterval
Alle personskader	13.636	0,40	0,34 - 0,47
Dræbte	774	0,40	0,22 - 0,72
Alvorlige personskader	6.429	0,42	0,33 - 0,53
Lette personskader	6.433	0,39	0,30 - 0,50
Dræbte og alvorlige personskader	7.203	0,42	0,34 - 0,52

Effektmålet af ESC på enuehald for alle typer skadesgrader er 0,40, dvs. tilstedeværelsen af ESC nedsætter risikoen for at komme i enuehald med 60 % (1,00-0,40).

Sammenlignes effekten af ESC for de enkelte skadesgrader, ses det, at effektmålet er af samme størrelsesorden og med overlappende konfidensintervaller. Der er altså ingen grund til at tro, at effekten er forskellig for de forskellige skadesgrader.

B.5.2 Korrigeret effektmål ved logistisk regression

Ved brug af logistisk regression kan der korrigeres for en række baggrundsvariable, som påvirker risikoen for at komme i enuehald. Resultaterne af den logistiske regression er angivet i tabel B.4.

Tabel B.4 Beregning af korrigeret effektmål med logistisk regression for personskadeuheld

Variabel	E _{korrigeret}	95 % -konfidensinterval	
Førerkarakteristika			
Alder	0,94	0,917	0,972
Alder2	1,00	1,000	1,001
Kon: Kvinde vs Mand	0,60	0,520	0,70
Kkort: Ugyldigt kørekort vs Gyldigt kørekort	3,28	2,307	4,654
Sele: Uden sele vs Med sele	4,89	3,813	6,268
Sele: Uoplyst vs Med sele	1,75	1,491	2,061
Kkort_erfaring: 0-2 vs 11+	2,21	1,621	2,999
Kkort_erfaring: 3-5 vs 11+	1,49	1,107	2,005
Kkort_erfaring: 6-10 vs 11+	1,40	1,092	1,785
Kkort_erfaring: Uoplyst vs 11+	1,21	0,970	1,501
Køretøjskarakteristika			
Regyear	0,95	0,927	0,974
Totalvaegt_100kg	0,93	0,908	0,956
ESC 1 vs 0	0,66	0,518	0,829
Omgivelsernes karakteristika			
Sigt: Nedsat sigt vs Sigtbart	0,71	0,522	0,954
Sigt: Uoplyst vs Sigtbart	1,58	0,661	3,757
Lys: Mørke vs Dagslys-Tusmørke	1,74	1,504	2,014
Lys: Uoplyst vs Dagslys-Tusmørke	1,31	0,134	12,848
Byzone: Nej vs Ja	1,72	1,295	2,272
Vejens karakteristika			
Hastgr	1,05	1,023	1,080
Hastgr2	1,00	1,000	1,000
Fore: Glat vs Tørt	1,69	1,338	2,132
Fore: Uoplyst vs Tørt	0,93	0,272	3,190
Fore: Vådt vs Tørt	0,86	0,737	1,008
Vejudf: Anden udformning vs Lige vej	1,72	1,309	2,264
Vejudf: Kryds vs Lige vej	0,11	0,088	0,139
Vejudf: Kurve vs Lige vej	3,92	3,273	4,704

Effekten af ESC, når der er korrigeret for baggrundsvARIABLE, er 0,66, dvs. risikoen for enuehald for personbiler med ESC nedsættes med 34 % ($1,00 - 0,66 = 0,34$) i forhold til køretøjer uden ESC.

De enkelte estimater af den korrigerede effekt i tabel B.4 gennemgås i det følgende.

Førersens alder har form af en parabel med grenene opad (U-formet kurve), idet parameteren for 'Alder2' er positiv. Dette betyder, at jo yngre eller ældre en person er, jo større sandsynlighed har de for at komme i enuehald. Da 'Alder' og 'Alder2' er kontinuerte variable, skal de korrigerede effektmål fortolkes som, hvad der sker med risikoen, hvis variabelen forhøjes med 1, fx fra 18

år til 19 år. Kvinder har lavere risiko for at komme i uheld i forhold til mænd. Dette er i overensstemmelse med litteraturen og den erfaringsmæssige viden inden for området.

Har føreren ikke gyldigt kørekort, eller bruges der ikke sele, to indikatorer på en persontype med en højrisikoprofil, er der også forhøjet risiko. Har føreren erhvervet sit kørekort inden for perioden 0-2 år, har personen også en større risiko i forhold til personer med længere tids køreeerfaring.

For personbilen gælder det, at jo nyere en årgang køretøjet er, eller jo tungere køretøjet er, jo mindre risiko er der for at komme i ulykke. Ligesom 'Alder', er 'Regyear' og 'Totalvægt_100kg' også kontinuerte og skal derfor fortolkes som ændringen i risiko, hvis variablene forhøjes med 1, fx årgangen 'Regyear' går fra 1998 til 1999 eller 'Totalvægt_100kg' går fra 14 til 15 (1400 kg til 1500 kg). Disse to variable er ikke entydige i deres fortolkning, idet de kan dække over, at det generelle sikkerhedsniveau i tungere og nyere biler er højere i forhold til lettere og ældre køretøjer, selv når der er korrigeret for tilstedeværelsen af ESC.

For omgivelserne betyder nedsat sigtbarhed i forhold til almindelig sigtbarhed overraskende nok lavere risiko for at komme i ulykke. Denne sammenhæng kan måske skyldes, at hastigheden sænkes, når der er dårlig sigtbarhed. For lysforholdene gælder der, som forventet, at der er større risiko for ulykke, når det er mørkt, i forhold til dagslys eller tussmørke. Byzone viser, at der er større risiko for at komme i ulykke uden for byzone i forhold til inden for byzonen.

For vejen gælder der, at jo højere hastighedsbegrænsning der er på den pågældende vej, jo større er risikoen for ulykke. Da hastighedsbegrænsningen optræder med både et første- og et andengradsled, betyder det, at risikoen fordobles, når hastigheden fordobles. Da 'Hastgr' og 'Hastgr2' er kontinuerte, skal de fortolkes på samme måde som beskrevet for 'Alder' og 'Alder2'.

Føret på vejen viser, at der er større risiko for ulykke, når det er glat i forhold til, når det er tørt. Til gengæld er der overraskende nok lavere risiko for ulykke, når det er vådt i forhold til tørt. Føret har en klar sammenhæng med vejret, som ikke blev fundet signifikant, dvs. estimaterne af effekten af føret forklarer ikke kun føret, men også vejret.

For vejudformningen gælder, at risikoen for at komme i ulykke er større i kurver i forhold til lige vej. Dette er forventet, da fx for høj hastighed i kurver nemmere leder til, at man kører af vejen i forhold til, hvis man kører med høj hastighed på lige vej. Modsat ses det, at der er væsentlig lavere risiko for ulykke i kryds i forhold til lige vej.

Det er ikke muligt at beregne odds ratio for interaktionsleddet 'Kon*Prom', men erstatter man i modellen 'Kon*Prom' med 'Prom', vil man se, at risikoen for at komme i ulykke stiger eksponentielt med alkoholpromillen, se tabel B.5.

Tabel B.5 Odds ratio for alkoholpromille i modificeret model

Variabel	E _{korrigeret}	95 %-konfidensinterval	
prom Alkoholpåvirket(men ikke prøvet) vs. Ikke alkoholpåvirket	3,302	0,972	11,215
prom 0,1-0,5 vs. Ikke alkoholpåvirket	3,694	2,040	6,689
prom 0,5-0,8 vs. Ikke alkoholpåvirket	5,437	2,897	10,203
prom 0,8-1,2 vs. Ikke alkoholpåvirket	10,207	6,355	16,393
prom 1,2+ vs. Ikke alkoholpåvirket	12,369	9,540	16,037

Ser man på størrelsesordenen af de enkelte effektmål, kan man se, at førere uden gyldigt kørekort, førere, som kun har haft kørekort i 0-2 år, førere uden sele og førere, som er påvirket af alkohol, har en langt større risiko for at komme i ulykke. Tilsvarende er der større risiko for at komme i ulykke i kurver i sammenligning med lige vej.

B.6 Diskussion og konklusion

B.6.1 Datamateriale

Datamaterialet i denne analyse består af personbiler årgang 1998-2011 i ulykkesårerne 2004-2011. Man kunne have valgt at inkludere varebiler i datamaterialet, idet ESC også er installeret i mange af disse. Varebiler kører oftere med tungere bagage end personbiler, da de typisk anvendes i erhvervsøjemed, hvilket vil påvirke tilbøjeligheden til at skride ud og dermed effekten af ESC. En sammenblanding af personbiler og varebiler ville derfor gøre det sværere at fortolke resultaterne. Modsat betyder dette også, at resultaterne kun siger noget om effekten af ESC i personbiler og ikke kan udvides til at benyttes i sammenhæng med varebiler.

Sammenligningsgrundlaget i datamaterialet er konstrueret som ulykke, der ikke er ulykke under den antagelse, at ESC påvirker sandsynligheden for at komme i ulykke. Dette er gjort i mangel af en kontrolgruppe samlet fra den kørende population. Ulempen ved denne metode er, at sammenligningsgrundlaget vil indeholde både personbiler i mange forskellige typer ulykke, deraf også nogle typer af ulykke som påvirkes af ESC. Da sammenligningsgrundlaget på denne måde er sammenblandet, vil den effekt, der beregnes af ESC, anses for at være et minimums-estimat.

I politiets ulykkesregistrering, som datamaterialet oprindeligt er baseret på, optræder registreringsfejl som ikke er til at rette. Disse fejlregistreringer er få i forhold til det totale antal observationer og det må antages, at der ikke er nogen udpræget bias med hensyn til, hvilke typer af køretøjer eller personer, som er fejlregistreret, eller at denne bias i det mindste er ubetydelig i det samlede billede.

For den del af datamaterialet som er fra 2010, er der en ganske høj andel af personbilerne, som er fejlregistreret og dermed ikke kunne medtages i analysen. På grund af det i forvejen ret store antal observationer og den generelle homogenitet af datamaterialet er det usandsynligt, at disse manglende observationer vil påvirke resultatet i nævneværdig grad.

B.6.2 Metode

I analysen er der anvendt to forskellige metoder til at belyse effekten af ESC: den enkle ukorrigerede metode og den korrigerede metode, som hver især har en række styrker og svagheder.

Den enkle ukorrigerede metode kræver basalt set kun information om, hvorvidt der er installeret ESC i personbilen, og om personbilen har været i uheld for at kunne beregne effektmålet. Dette gør metoden nem at benytte, men kan gøre det svært at fortolke resultaterne, idet det beregnede effektmål i nogen grad også vil afhænge af køretøjets, førerens og omgivelsernes karakteristika.

Den korrigerede metode inkluderer disse karakteristika, men kræver også væsentlig mere arbejde i analysefasen. Resultatet er dog, at man får adskilt risikoen for ulykker i flere dele, hvor hver af de inkluderede variable tilskrives en del af risikoen, og dermed opnås en mere ren måling af effekten af ESC.

I analysen er der ikke set på, om ESC påvirker skadesgraden af føreren, men ene og alene hvorvidt ESC påvirker risikoen for at komme i ulykker.

B.6.3 Konklusion

I denne undersøgelse, er det på flere måder undersøgt, hvilken effekt ESC i personbiler har på ulykker. Undersøgelsen har vist, at der er en effekt, både når der ses på det enkle ukorrigerede estimat af effektmålet, og når der ses på et estimat, hvor der er korrigeret for en række baggrundsvariable, der karakteriserer føreren, køretøjet, omgivelserne og vejen.

Det enkle ukorrigerede estimat for effekten af ESC på ulykker for alle personskader blev fundet til 0,40 (KI: 0,34-0,47) svarende til 60 % reduktion i risikoen. Tilsvarende blev det korrigerede estimat for effekten fundet til 0,66 (KI: 0,52-0,83) svarende til 34 % reduktion i risikoen. Forskellen i resultaterne fra de to metoder forklares med, at risikoen for ulykker har en sammenhæng med flere af de baggrundsvariable, som er inkluderet den korrigerede metode. Det korrigerede resultat anses derfor for det mest nøjagtige.

Hvad enten der anvendes den enkle metode eller den korrigerede metode, findes der for personbiler en positiv effekt af ESC på sandsynligheden for at komme i ulykker. Med andre ord bekræfter resultaterne hypotesen om, at ESC har en positiv indvirkning på trafikikkerheden.

Bilag C: Litteratur vedrørende tekniske mangler samt effekt af periodisk syn

C.1 Litteratursøgning om effekt på færdselsuheld af bilers manglende vedligeholdelse

I tilslutning til denne rapport manual vedrørende effektvurdering på aktiv og passiv sikkerhed af køretøjstekniske tiltag er der foretaget en litteraturundersøgelse vedrørende hyppigheden af tekniske fejl som uheldsfaktor.

Periodisk syn har til formål at opdage køretøjstekniske mangler, der skal udbedres, inden køretøjet derefter godkendes. Ud fra teorien om, at tekniske fejl kan opdages ved de periodiske syn, som er lovbefalet i Danmark, men som vi i Danmark ikke regelmæssigt har undersøgt værdien af, er der desuden foretaget en undersøgelse af den internationale litteratur herom.

Litteratursøgningen har gennemgået følgende databaser:

- <http://digitallibrary.dtu.dk/search>
- <http://www.sciencedirect.com>
- <http://www.jstor.org/>
- <http://scholar.google.dk/>

Følgende søgeord er blevet anvendt:

- Periodic motor vehicle (automobile) inspection
- Relationship between periodical motor vehicle inspection and accident frequency (rates)
- Automobile inspections and accident rates
- Vehicle defects in accidents
- Relationship between defects and vehicle crashes
- Vehicle safety inspection
- Periodic vehicle inspection of cars
- Periodic vehicle inspection
- Automobile periodic inspection
- Road worthiness
- Vehicle technical inspection.

I alt resulterede litteratursøgningen i 22 referencer, heraf 6 omkring tekniske fejls betydning for uheldets opståen og 16 om effekt af periodisk syn på færdselsuheld.

C.2 Tekniske fejl som uheldsfaktor

I Monroe County, Indiana blev der i 1979 foretaget en undersøgelse, der identificerede de faktorer, der medvirkede til uheld med motorkøretøjer, samt hyppigheden af disse faktorer (Treat m.fl. 1979). Undersøgelsen var baseret på politirapporter, undersøgelser på uheldsstedet samt dybdeundersøgelser. 420 af uheldene blev undersøgt af multidisciplinære grupper, baseret på frivillig deltagelse af de uheldsramte. Undersøgelsen viste, at af de formodede uheldsfaktorer var der tale om menneskelige faktorer i 93 % af uheldene, faktorer omkring omgivelserne i 34 % og faktorer i relation til køretøjet i 13 % af uheldene. De hyppigste fejl ved køretøjet var bremseser, slidbane, dæktryk samt udsyn.

I Adelaide blev der gennemført et dybdestudium, hvor uheldsstederne blev undersøgt af en ingeniør, en psykolog samt en læge fra Adelaide Universitets afdeling for uheldsanalyse (McLean m.fl. 1979, citeret i Rechnitzer m.fl. 2000). Undersøgelsen gik i gang umiddelbart efter, at der var tilkaldt ambulance og blev senere suppleret med bl.a. interviews, uheldsstedundersøgelse og inspektion af køretøjerne i uheldet. 386 biler indgik i undersøgelsen. Disse biler var involveret i 304 uheld, der var repræsentative for samtlige uheld med hensyn til tidspunkt og ugedag. Af de 386 biler var der hos 11 fejl, der formodentlig bidrog til uheldet og yderlige 3 med fejl, som helt sikkert var uheldsfaktorer. Den hyppigste fejl, der blev fundet, havde relation til dækkene. Undersøgelsen konkluderede, at køretøjsfejl kun spiller en mindre rolle i færdselsuheld.

I en anden undersøgelse (Schroer og Peyton 1979) blev den tekniske tilstand af biler, der havde været i uheld, sammenlignet med biler, der ikke havde været i uheld. Undersøgelsen fandt sted i Alabama, og det viste sig ved syn af bilerne, at 75 % af bilerne, der havde været i uheld, havde kritiske fejl ved synet, mens denne andel var 69 % for biler, der ikke havde været i uheld. Konklusionen var, at der er større sandsynlighed for at biler, der kommer i uheld, har tekniske fejl end biler, der ikke kommer i uheld.

Grandel (1985), (citeret i Rechnitzer m.fl. 2000) anvendte data fra DEKRA (den tyske forening for periodisk syn), der hvert år undersøger biler, der har været i færdselsuheld, med henblik på at vurdere, i hvor høj grad tekniske fejl ved bilerne har medvirket til uheldene. Således kræver tysk lovgivning, at alle biler i uheld, hvor der er personskader eller hvor der er betydelige materielskader, skal undersøges og indberettes. Fejl af betydning for uheldet blev fundet hos 6,5 % af personbilerne og hos 5 % af de motoriserede to-hjulere. De hyppigste fejl omfattede dæk og bremses. I alt blev der fundet tekniske fejl ved over halvdelen af køretøjerne i færdselsuheld, men, som resultatet viser, medvirkede fejlene kun i en lille del heraf.

I Sydafrika (Schoor m.fl. 2001) eksisterede periodiske syn ikke på tidspunktet for denne undersøgelse, hvis formål var at undersøge, hvor meget tekniske fejl ved biler bidrog som uheldsfaktor ved færdselsuheld. Undersøgelsen var baseret på uheldsindberetninger i Pretoria samt data fra vejsidesyn. Analysen af uheldsindberetningerne viste, fejl ved dæk og bremses var de hyppigst forekommende tillige med overlæs, og resultatet fra vejsidesynene viste, at ved mellem 29 % og 40 % af bilerne, afhængig af på hvilken type vej vejsidesynet foregik, blev der fundet tekniske fejl. Undersøgelsen anbefaler derfor vejsidesyn, som vil kunne afdække og dermed føre til, at tekniske fejl bliver udbedret.

I Norge blev der gennemført en undersøgelse, hvis formål var at vurdere, om tekniske fejl på køretøjer havde effekt på uheldsraten i året før deres første periodiske syn, dvs. før disse mangler var blevet identificeret ved et periodisk syn (Christensen og Elvik 2007). Effekten blev undersøgt ved hjælp af en negativ binomial regressionsmodel, idet der blev kontrolleret for indflydelse af et antal variable, såsom ejerens alder og køn samt bilens alder og årligt antal kørte kilometer. Modelleringen viste en signifikant højere uheldsrate for biler med tekniske fejl på 7 %.

C.3 Effekt af periodisk syn

C.3.1 Studier med positiv effekt på uheld

Der blev i alt fundet 12 studier, der påviste en effekt på bilers uheldsinvolvering af periodisk syn. Der blev anvendt forskellige metoder.

Sammenligning af uheldsdata fra amerikanske stater med og uden periodisk syn

Der blev fundet fire referencer af amerikanske studier, hvor biler i stater med periodisk syn kunne sammenlignes med biler i stater uden periodisk syn. Buxbaum og Colton (1966) sammenlignede dødsraten (dræbte pr. capita) for 45-54 årige mænd i stater med og uden periodisk syn i 1960 i forhold til 1950. I de 17 stater, der indførte periodisk syn mellem 1950 og 1960 faldt dødsraten med 10 %, mens den steg med 10 % i de 34 stater uden periodisk syn. Resultatet blev bekræftet (Buxbaum og Colton 1968), hvor analyserne bekræftede, at forskellen var signifikant efter korrektion af bl.a. befolkningstæthed og indkomst.

I 1972 var periodisk syn indført i 48 af de amerikanske stater. Relationen mellem periodisk syn og dødsrate blev undersøgt ved hjælp af multipel regressionsanalyse i tre forskellige typer af stater: 1. stater med periodisk syn, 2. stater med vejsidesyn, 3. stater uden nogen form for syn (van Matre og Overstreet 1981). Resultatet viste, at dødsraten var lavere i stater med periodisk syn og vejsidesyn i forhold til stater uden syn. Modellen indeholdt en række forklarende variable, bl.a. km pr. person, kørte km i alt, dødsrate for ikke færdselsrelaterede uheld, sammensætning af befolkningen og indkomst. Den mest signifikante forklarende variabel var antal kørte km pr. person, idet jo flere km personerne kørte, jo lavere var dødsraten.

Data om færdselsheld med dræbte i USA i perioden 2004-07 blev anvendt til at sammenligne stater med periodisk syn, herunder Pennsylvania, med stater uden periodisk syn. Effekten af periodisk syn på dødsuheld og cost-benefit analyse af periodisk syn, baseret på dødsuheld blev undersøgt (Vlahos m.fl. 2009). Resultatet af analyserne viste, at der var signifikant færre dødsuheld i stater med periodisk syn (også Pennsylvania) end i stater uden syn samt at benefits ved periodisk syn er større end costs, når der ses på dødsuheld.

Til undersøgelse af nyttevirkningen af periodisk syn på antallet af dræbte blev anvendt en økonomisk model baseret på data om dræbte og skadede i trafikken så vel som forskellige uafhængige variable i relation til samfundsøkonomi og til kørsel fra hele USA i året 1979 (Loeb 1985). Undersøgelsen tog højde for bl.a. afgørelser for spirituskørsel, indkomst, uddannelse, befolkningstæthed, nedbør, brændstofforbrug og antal kilometer kørt på motorveje. Undersøgelsen konkluderede, at der er en stor nyttevirkning af periodisk syn med hensyn til reduktion af antal dræbte i færdselsheld.

Loeb (1987) anvendte de samme data fra 1979 på at undersøge nyttevirkningen på dødsraten af fire variable: periodisk syn, alder for tilladelse til at drikke alkohol, forbrug af øl samt middelhastighed. Modellen konkluderede, at periodisk syn generelt resulterede i et signifikant fald i dødsraten, hvilket betyder, at stater - alt andet lige - ved indførelse af periodisk syn vil opleve et signifikant fald i dødsraten.

Sammenligning af uheldsdata i lande/stater fra før og til efter indførelsen af periodisk syn

Tre referencer fra USA sammenlignede data før indførelsen af periodisk syn med data efter indførelsen. En undersøgelse af effekten på uheld i forhold til bilparken (uheldsraten) i det første år efter frivillig inspektion var baseret på data fra Alabama, 1975-76 (Schroer and Peyton 1979). Resultatet viste, at synede biler havde en uheldsrate, der var 9 % lavere end uheldsraten for ikke synede biler.

I New Jersey blev periodisk syn indført i 1938. Effekten af indførelsen af periodisk syn på uheld, personskader, dræbte og dræbte pr. km blev undersøgt (Loeb og Gilad 1984), idet data fra årene 1929-79 indgik i undersøgelsen. Resultaterne viste signifikante fald på antal uheld og antal dræbte på motorveje, mens der ikke sås effekt på antallet af personskader.

I Sverige blev periodisk syn indført i 1965. Effekten af indførelse af periodisk syn på antal biler i politiregistrerede uheld blev undersøgt (Berg, Danielsson og Junghard 1984, citeret i Fosser 1992), idet data fra perioden 1955-1981 indgik i analysen. Undersøgelsen viste en nedgang på 14 % i antallet af biler i politiregistrerede uheld fra perioden før indførelsen af periodisk syn til perioden efter indførelsen af periodisk syn i 1965.

En anden svensk undersøgelse (Asander 1992, citeret i Rechnitzer m.fl. 2000) analyserede effekten af indførelsen af periodisk syn på personskadeuheld, idet data fra årene 1964 og 1966 blev sammenlignet. Resultatet viste en nedgang på 16 % i antallet af personskadeuheld fra før til efter indførelsen af periodisk syn

Case-control studier

En undersøgelse fra Auckland, New Zealand (Blows m.fl. 2003) sammenlignede biler i uheld med personskade (cases) med biler i trafikken (controls). I begge grupper indgik både biler, der havde været til syn og biler, der ikke havde været til syn. Med den såkaldte case-control metode blev risikoen for at komme i uheld med personskade udregnet. Resultatet viste en 9 % lavere risiko for at komme i uheld for synede biler i forhold til ikke synede biler.

Sammenligning af uheldsdata før og efter sidste periodiske syn

I en undersøgelse fra byen Levin i New Zealand indgik to forskellige uheldsrater i forhold til tiden efter sidste periodiske syn, der fandt sted hvert andet år (White 1986). Undersøgelsen var baseret på synsdata og uheldsdata (person og mat. skade) fra en periode på 13 mdr. Den ene uheldsrate blev defineret som antal uheld i en given uge pr. antal uheldsimplicerede biler med betydende fejl. Den anden uheldsrate blev defineret som antal uheldsimplicerede biler i en given uge pr. antal synede biler. Begge uheldsrater var lavest i den første uge efter synet og steg derefter til et maksimum i den sidste uge før det næste syn, dvs. at effekten af periodisk syn på uheld falder efter synsdatoen.

C.3.2 Studier uden effekt på uheld

I alt fire referencer kunne ikke påvise effekt på bilers uheldsinvolvering af periodisk syn. Der blev også her anvendt forskellige metoder.

Sammenligning af uheldsdata i lande/stater fra før og til efter indførelsen af periodisk syn

Little (1971) undersøgte effekten af periodisk syn på dødsraten og på antal trafikdræbte, idet stater, der indførte periodisk syn havde en større nedgang fra før til efter indførelsen, end stater,

der ikke indførte periodisk syn (kontrolstater). Data fra 1945 til 1961 blev anvendt i undersøgelsen. Resultatet af undersøgelsen indikerede, at der ikke var forskel på forskellen i dødsrate fra før til efter i de to typer af stater. Der var heller ingen signifikant forskel i stigningen i dødsrate i perioden, hvis staterne, der indførte periodisk syn, blev sammenlignet med hele USA.

Sammenligning af uheldsrate ved forskellig hyppighed af periodisk syn

To studier er gennemført i Norge. Fosser (1992) målte størrelsen og varigheden af effekten af periodisk syn på antallet af uheld pr. 1000 bildage og på uheldsalvorligheden samt størrelsen og længden af effekten, og hvordan effekten varierede i forhold til bilens alder.

Data bestod af biler i uheld, der var registreret første gang i 1978, 79 og 80. Disse år var valgt ud fra, at bilerne skulle være gamle nok til, at der kunne findes tekniske mangler, men ikke så gamle, at de ville blive skrottet i løbet af perioden. Data var indsamlet gennem fire store forsikringselskaber og omhandlede næsten udelukkende uheld med materielskade. Biler til tre grupper blev udtrukket tilfældigt: 1. Biler med årligt syn i 1986, 1987, 1988, 2. Biler med syn i 1986, 3. Ikke synede biler (kontrolgruppe).

Resultatet viste, at periodisk syn ikke havde nogen effekt på antallet af uheld pr. 1000 bildage. Uanset om bilerne havde været til syn hvert år, én gang eller slet ikke i treårsperioden, var uheldsraten omtrent den samme. Det skal dog nævnes, at undersøgelsen kun medtog biler til og med 11 år gamle. Det kan ikke vurderes, om der ville være en effekt for ældre biler.

Sammenligning af uheldsrate før og efter 1. syn

Effekten af periodisk syn på uheldsraten blev undersøgt i Norge (Christensen og Elvik 2007), hvor periodisk syn blev indført i 1995, med første syn efter 4 år, og derefter med syn hvert andet år. Data i undersøgelsen bestod af uheldsrapporter og synsrapporter fra årene 1998-2002. Der blev til analyserne anvendt en negativ binomial regressionsmodel, idet der i sammenligning af uheldsraten før og efter første syn blev kontrolleret for forskellige variable, såsom bilens alder, antal fejl og årligt antal kørte kilometer, førerens alder og køn samt forsikringsbetingelser. I analysen af effekten af syn blev der kontrolleret for variable såsom procenten af biler, der hvert år blev godkendt ved det første syn, det andet syn og det tredje syn, bilens alder samt forsikringsbetingelser. Resultaterne kunne ikke vise nogen effekt af periodisk syn på uheldsraten, idet der som en forklaring nævnes, at bilister kompenserer i deres kørestil for bilens tekniske stand.

Relation mellem bilens alder og sandsynlighed for uheld

I Japan undersøgte Saito (2009) effekten af periodisk syn på sandsynligheden for at blive involveret i et færdselsuheld. Datagrundlaget bestod af 15.000 små og mellemstore personbiler, af en alder til og med 10 år og med gyldig forsikring i perioden april 1999-marts 2000. Både uheld med og uden personskade indgik i datamaterialet. Resultatet indikerede, at der kun er ringe belæg for, at sandsynligheden for personskade- og materielskadeuheld falder på grund af periodisk syn. Desuden konkluderes det, at de fleste uheld i Japan ikke sker på grund af tekniske fejl ved bilerne, idet der her er krav om hyppige periodiske syn.

C.4 Sammenfatning

Den hyppigst forekommende tekniske fejl var fejl ved dækkene, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne fra den danske dødsulykkesstatistik. Vedrørende effekten af periodisk syn på uheld viste litteraturgennemgangen ikke et entydigt resultat. Et flertal af referencerne viser enten et lavere antal dræbte eller tilskadedkomne pr. indbygger i stater med periodisk syn i forhold til stater uden periodisk syn eller en nedgang i uheld fra før til efter indførelse af periodisk syn. Et mindretal af referencer angiver, at der ikke kunne påvises en effekt af periodisk syn. Men de fleste undersøgelser, der sammenligner situationen før og efter indførelse af periodisk syn eller, for USA's vedkommende, stater med og uden krav om periodisk syn, ligger tilbage til årene i midten af det 20. århundrede. Hovedkonklusionen er, at der er en vis usikkerhed om effekten af periodisk syn.

Tak til

JATO Dynamics, CARSPECS House, Bessborough Road, Harrow, Middlesex, HA1 3XW, UK,
www.jato.com.

JATO Dynamics gjorde det muligt for DTU Transport at gennemføre beregningerne af effekt af ESC på trafiksikkerheden. JATO Dynamics udarbejdede en historisk database over importerede biler i Danmark baseret på De Danske Bilimportørers indberetninger til JATO Dynamics. DTU Transport købte databasen til brug for dette projekt samt øvrige projekter i tilslutning til IMPRO-SA projektet.

DTU Transport forsker og underviser i trafik og transportplanlægning. Institutet rådgiver myndighederne inden for infrastruktur, samfundsøkonomi, transportpolitik og trafiksikkerhed. DTU Transport samarbejder tillige med erhvervslivet om grøn logistik, behovsstyret kollektiv trafik, brugerbetaling og design af bæredygtige transportnetværk.

DTU Transport
Institut for Transport
Danmarks Tekniske Universitet

Bygningstorvet 116B
2800 Kgs. Lyngby
Tlf. 45 25 65 00
Fax 45 93 65 33

www.transport.dtu.dk