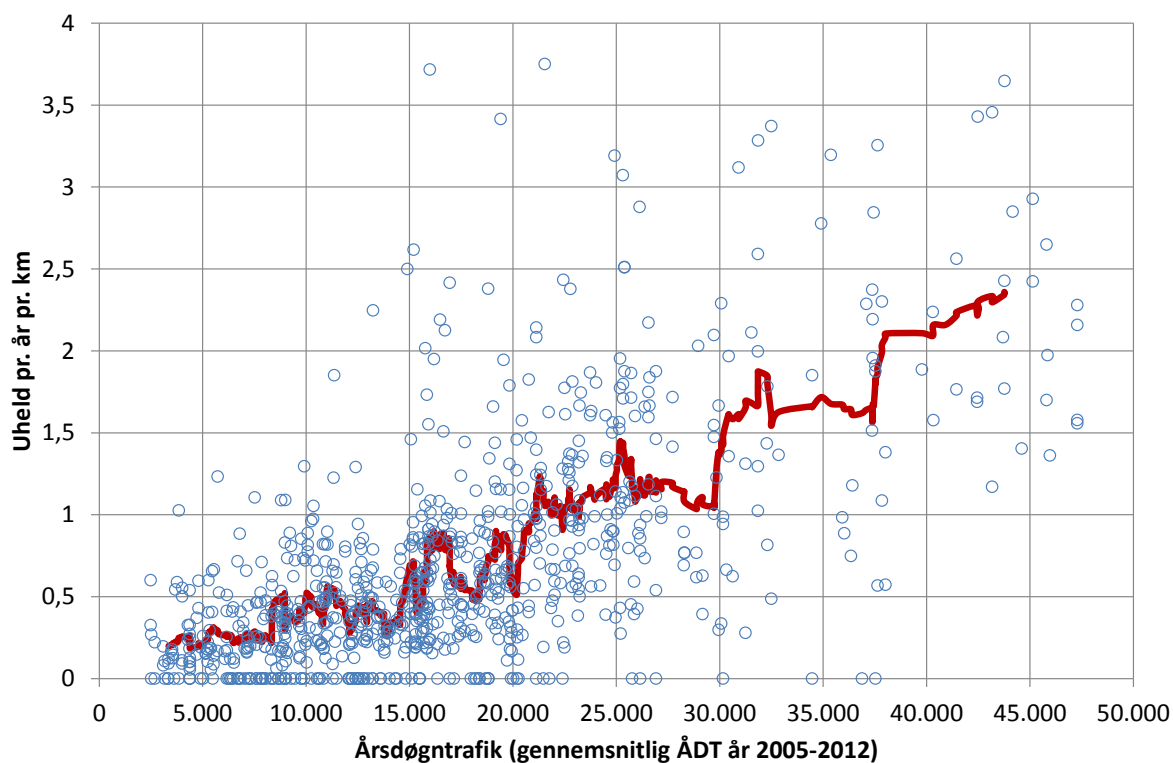


Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for strækninger

Motorvejsnettet



Søren Underlien Jensen

August 2015

<p>Titel: Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for strækninger – motorvejsnettet</p> <p>Forfatter(e): Søren Underlien Jensen</p> <p>Publiceringsdato: August 2015</p> <p>Sprog: Dansk</p> <p>Antal sider: 222</p> <p>Rekvirent/finansiel kilde: Vejdirektoratet</p> <p>Projekt: Nye uheldsmodeller</p> <p>Kvalitetssikring: Poul Greibe</p> <p>Emneord: Motorveje, ramper, uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer</p> <p>Resumé:</p> <p>Rapporten beskriver uheldsmodeller for motorvejsnettet. Med grundmodeller for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper kan antallet af personskade-, materielskade- og ekstrauehld og antallet af dræbte, alvorlige og lette skader beregnes for specifikke varianter af de fem strækningstyper. Modellerne kræver oplysninger om trafikmængde og strækningsslængde for, at beregninger kan udføres.</p> <p>Der er opstillet sikkerhedsfaktorer for forskellige ændringer af udformningen og reguleringen af de fem strækningstyper. Ved kombineret brug af grundmodeller og sikkerhedsfaktorer kan antallet af uheld og personskader estimeres for de fleste eksisterende udformninger og reguleringer af de fem strækningstyper i Danmark.</p> <p>For øvrige motorvejsflettestrækninger, sideanlæg og øvrige ramper er der opstillet basismodeller, der kan beregne antallet af uheld og personskader på disse typer af strækninger. Igen kræves kun oplysninger om trafikmængde og strækningsslængde for at udføre beregninger. Basismodeller er baseret på alle eksisterende udformninger og reguleringer af disse strækningstyper. Derfor kan basismodellerne ikke beskrive sikkerheden for en specifik variant af en strækningstype, og basismodeller kan derfor ikke bruges til at belyse, hvad der sker, hvis designet af en strækning ændres.</p>	<p>Title: Accident models, accident modification factors and tools for segments – motorway system</p> <p>Author(s): Søren Underlien Jensen</p> <p>Report date: August 2015</p> <p>Language: Danish</p> <p>No. of pages: 222</p> <p>Client/financial source: Danish Road Directorate</p> <p>Project: New accident models</p> <p>Quality management: Poul Greibe</p> <p>Key words: Motorways, ramps, accident models, accident modification factors</p> <p>Abstract:</p> <p>The report describes accident models for motorway network. Estimated safety prediction functions for motorway, exit diverge (speed-change exit) and entrance merge (speed-change entrance) segments, and exit and entrance ramps can be used to calculate numbers of injury and property-damage-only accidents and numbers of fatalities, severe and slight injuries for specified variants of the five types of segments and ramps. The safety prediction functions need AADT and segment length as input in order to complete calculations.</p> <p>Accident modification factors are estimated for different changes of design and traffic regulation of the five types of segments and ramps. By combined use of safety prediction functions and accident modification factors the numbers of accidents and injuries may be calculated for most of the existing designs and regulations of the Danish motorway network.</p> <p>“Basic accident models” have been estimated for other diverge and merge segments, rest areas and other types of ramps. These models may calculate the number of accidents and injuries with data about AADT and segment length. Basic accident models are estimated on the basis of all kinds of designs and regulations of these types of segments and ramps. Basic accident models may therefore not be used to describe the safety on a specified variant of a given type of segment or ramp, and can't be used to predict safety consequences of a redesign.</p>
<p>Rapporten kan hentes fra www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.</p>	<p>The report can be acquired from www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.</p>

Forord

Motorvejene i Danmark er sikre at køre på. Faktisk viser den seneste opgørelse i EU, at risikoen for at dø i trafikuheld på motorveje er lavest i Danmark (ETSC, 2015). Til trods for dette varierer sikkerheden på det danske motorvejsnet meget.

Vejdirektoratet har givet Trafitec i opdrag at udvikle operationelle værktøjer, der kan beskrive trafiksikkerheden ved alternative vej- og krydstyper i forbindelse med anlæg af nye veje og større ombygninger af eksisterende veje. Fokus er på veje i det åbne land. Opgaven er delt i tre hhv. motorvejsnettet, strækninger af landeveje samt kryds. Denne rapport omhandler motorvejsnettet.

Til denne opgave er knyttet en følgegruppe, der har til formål at give konstruktiv kritik af de udviklede rapporter og operationelle værktøjer. Følgegruppen er sammensat af følgende deltagere:

- Kenneth Kjemtrup, Vejdirektoratet
- Stig Hemdorff, Vejdirektoratet
- Tove Hels, Rigspolitiet
- Anders G. Petersen, Næstved Kommune
- Poul Greibe, Trafitec

Rapportens forfatter vil gerne benytte lejligheden til at takke følgegruppen for god og konstruktiv kritik.

Indhold

Forord	3
Sammenfatning	7
1. Indledning	13
2. Modelstrategi og datagrundlag	15
2.1 Modelstrategi	15
2.2 Vejdata	17
2.3 Trafikdata.....	22
2.4 Uheldsdata	23
3. Indledende analyser	26
3.1 Opdeling af motorvejsnettet i ”homogene” enheder	26
3.1.1 Tilkørsels- og frakørselsflettestrækninger	26
3.1.2 Vekselstrækninger	29
3.1.3 Forgreninger	30
3.1.4 Sammenløb	31
3.1.5 Ændret definition af motorvejsnettets dele.....	33
3.2 Sikkerhedseffekt af motorvejsrastepladser	34
4. Modeludvikling	37
4.1 Motorvejsstrækninger	37
4.1.1 Datagrundlag for modeludvikling	38
4.1.2 Basismodeller	48
4.1.3 Faktormodeller.....	54
4.1.4 Grundmodeller	60
4.2 Frakørselsflettestrækninger.....	67
4.2.1 Datagrundlag for modeludvikling	68
4.2.2 Basismodeller	78
4.2.3 Faktormodeller.....	82
4.2.4 Grundmodeller	86
4.3 Frakørselsramper	89
4.3.1 Datagrundlag for modeludvikling	91
4.3.2 Basismodeller	98
4.3.3 Faktormodeller.....	100
4.3.4 Grundmodeller	103
4.4 Tilkørselsflettestrækninger	105
4.4.1 Datagrundlag for modeludvikling	107
4.4.2 Basismodeller	117
4.4.3 Faktormodeller.....	121
4.4.4 Grundmodeller	124

4.5 Tilkørselsramper	128
4.5.1 Datagrundlag for modeludvikling	129
4.5.2 Basismodeller	137
4.5.3 Faktormodeller.....	138
4.5.4 Grundmodeller	140
4.6 Andet.....	143
4.6.1 Motorvejsforgreninger, -sammenløb og -vekselstrækninger.....	143
4.6.2 Sideanlæg.....	145
4.6.3 Øvrige ramper	146
5. Sikkerhedsfaktorer	149
5.1 Kørespor	149
5.2 Nødspor.....	155
5.3 Indre kantbane	156
5.4 Midterrabat	157
5.5 Kurver og stigningsforhold på motorveje.....	158
5.6 Autoværn og påkørselsdæmpere.....	160
5.7 Sikkerhedszone og faste genstande	163
5.8 Vejbelysning	164
5.9 Blændingsgardin	165
5.10 Tiltag mod uheld med dyr	166
5.11 Tunneler.....	166
5.12 Sideanlæg.....	167
5.13 Længder og flettestrækninger	167
5.14 Ramper.....	171
5.15 Afmærkning.....	175
5.16 Hastighedsbegrænsning	177
5.17 Variable tavler og rampedosering.....	178
5.18 Overhalingsforbud	179
6. IT-værktøjer for motorvejsnettet.....	181
6.1 Grundmodeller	181
6.2 Års- og omregningsfaktorer.....	184
6.3 Sikkerhedsfaktorer	186
Referencer	188
Bilag 1. Basismodeller	192
B1.1 Motorvejsstrækninger	193
B1.2 Frakørselsflettestrækninger	194
B1.3 Frakørselsramper.....	195
B1.4 Tilkørselsflettestrækninger.....	195
B1.5 Tilkørselsramper	196
B1.6 Øvrige motorvejsflettestrækninger	197
B1.7 Sideanlæg	197
B1.8 Øvrige ramper	198

Bilag 2. Faktormodeller.....	199
B2.1 Motorvejsstrækninger	200
B2.2 Frakørselsflettestrækninger	204
B2.3 Frakørselsramper	206
B2.4 Tilkørselsflettestrækninger.....	207
B2.5 Tilkørselsramper	209
Bilag 3. Grundmodeller.....	210
B3.1 Motorvejsstrækninger	211
B3.2 Frakørselsflettestrækninger	217
3.3 Frakørselsramper	219
3.4 Tilkørselsflettestrækninger	220
3.5 Tilkørselsramper	222

Sammenfatning

Vejdirektoratet har givet Trafitec i opdrag at udvikle operationelle værktøjer, der kan beskrive trafiksikkerheden ved alternative vej- og krydstyper i forbindelse med anlæg af nye veje og større ombygninger af eksisterende veje. Fokus er på veje i åbent land. Opgaven er delt i tre hhv. motorvejsnettet, landevejsstrækninger og kryds. Denne rapport omhandler motorvejsnettet.

Arbejdet med motorvejsnettet har bestået af tre delopgaver. Første opgave var at opdele motorvejsnettet i enheder og beskrive disse enheder med hensyn til bl.a. udformning og regulering. Sådanne enheder er fx motorvejsstrækninger og frakørselsramper. Anden opgave var at udvikle uheldsmodeller for velspecificerede varianter af enhederne fx en motorvejsstrækning med 2 kørespor (i én retning), med nødspor og 130 km/t hastighedsbegrænsning. En uheldsmodel for sådan en velspecificeret variant er i nærværende rapport benævnt *grundmodel*. Den tredje og sidste opgave var at opstille *sikkerhedsfaktorer*, der angiver, hvordan sikkerheden forandres, hvis den velspecificerede variant, som grundmodellen repræsenterer, får anden udformning eller regulering. Eksempelvis hvis en motorvejsstrækning har 3 kørespor (i én retning) i stedet for 2 kørespor eller har en 110 km/t hastighedsbegrænsning i stedet for 130 km/t.

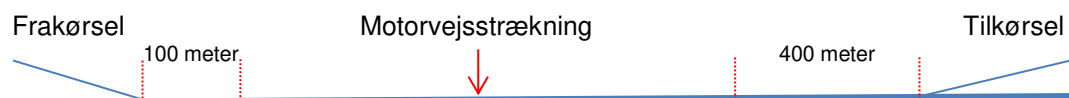
Enheder

Motorvejsnettet er opdelt i fire hovedtyper (i parentes; primære undertyper):

- **Motorvejsstrækning** (almindelig, sporbortfald, sportilføjelse)
- **Flettestrækning** (frakørsel, tilkørsel, veksler, forgrening, sammenløb)
- **Rampe** (frakørsel, tilkørsel, forbindelse, parallelspor, veksler, forgrening, sammenløb, dobbeltrettet)
- **Sideanlæg** (rasteplads, busstoppested)

Enhederne eller strækningstyperne er beskrevet i afsnit 2.2 og 3.1.5.

Med motorvejsstrækning menes én side af motorvejen, altså én kørselsretning. På en motorvejsstrækning er der ikke forgreninger, sammenløb, til- og frakørsler. Der er mindst 400 meter til en kilestrækning ved en tilkørsel, mindst 100 meter til en kilestrækning ved en frakørsel, og mindst 100 meter til en spærreflade ved en motorvejsforgrening.



I en frakørselsflettestrækning indgår strækningen med spærreflade, kilestrækning og de 100 meter motorvej før kilestrækningen, se figuren nedenfor. En tilkørselsflettestrækning består af strækningen med spærreflade, kilestrækning og de 400 meter motorvej efter kilestrækningen. Kun én side af motorvejen indgår i hhv. fra- og tilkørselsflettestrækninger.



En frakørselsrampe går fra afslutningen af spærrefladestrækningen på fx frakørselsflettestrækningen til rampen ikke længere er del af motorvejsnettet, dvs. ved en byzonetavle (E55), en ophørstavle (E44), en vige- eller stoplinje ved et rampekryds eller ved start af en spærreflade, hvor frakørselsrampen fletter ind på en anden vej, der ikke er en motorvej. En tilkørselsrampe starter ved en motorvejsstavle (E42) og slutter ved starten af spærrefladestrækningen på fx tilkørselsflettestrækningen.

For enhederne er en række oplysninger indsamlet og registreret; uheld og personskader, trafikmængder, år for åbning og ombygning, kørselsretning, tværprofil, tracé, vejudstyr, afmærkning og regulering.

Grundmodeller

Grundmodeller opstillet for fem specifikke varianter af motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper. Grundmodeller kan beregne et forventet antal uheld og personskader for disse varianter.

Grundmodeller for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt tilkørselsramper har følgende funktionsudtryk:

$$\text{UHT} = a \cdot N^p \quad (1)$$

hvor UHT er tætheden af uheld eller personskader pr. km pr. år, a og p er estimerede konstanter og N er årsdøgntrafikken. Ved at gange L (strækningslængden i km) på højre side af funktionsudtryk 1 fås U (antal uheld eller personskader pr. år) på strækningen ($U = a \cdot L \cdot N^p$).

For frakørselsramper ser funktionsudtrykket anderledes ud:

$$\text{UHT} = a \cdot N^p \cdot e^{b_1 \cdot \ln(L)} \quad (2)$$

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år, a , b_1 og p er estimerede konstanter, L er længden i km af rampen og N er årsdøgntrafikken på rampen. Ved at gange L på højre side af funktionsudtryk 2 fås U (antal uheld eller personskader pr. år) på rampen ($U = a \cdot L \cdot N^p \cdot e^{b_1 \cdot \ln(L)}$).

Grundmodeller gælder for strækninger og ramper med følgende vejudformning, vejudstyr og regulering:

Vejudformning, vejudstyr og trafikregulering	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Bredde af nødspor	≥ 3,0 m	≥ 3,0 m	≥ 3,0 m	≥ 0,5 m	≥ 0,5 m
Gennemgående kørespor	2	2	2	1	1
Bredde af kørespor	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m
Sporbortfald/sportilføjelse	Nej	Nej	Nej	-	-
Forgrening/sammenløb	-	-	-	Nej	Nej
Bredde af indre kantbane	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Gns. bredde af midterrabat	5,5 m	4,9 m	4,9 m	-	-
Kurver / kurveradius	≥ 4.000 m*	≥ 4.000 m*	≥ 4.000 m*	Lige ruder	Lige ruder
Type af midterautoværn	Stål	Stål	Stål	-	-
Kurveafmærkning	Nej	Nej	Nej	Ja/Nej	Ja/Nej
Vejbelysning	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Blændingsgardin	Nej	Nej	Nej	-	-
Tunnel	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Hastighedsbegrænsning km/t	130	130	130	110-130	110-130
Anbefalet hastighed	Nej	Nej	Nej	Ja/Nej	Ja/Nej
Brug af nødspor til kørespor	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Variable tavler	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Rampedosering	-	-	Nej	-	Nej

Note: "-" = irrelevant, "*" = anslået.

I kapitel 4 er de grundmodeller, der anbefales at benytte, markeret med gråt. Her er estimerede konstanter angivet. Grundmodeller er yderligere beskrevet i bilag 3. Ved hjælp af faktorer kan grundmodellerne bruges til at estimere antallet af hhv. personskadeuheld, materielskadeuheld, ekstrauehld, dræbte, alvorlige skader og lette skader. Disse faktorer er også beskrevet i kapitel 4.

De beregnede antal uheld og personskader pr. år gælder for perioden 2005-2012 for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt for perioden 1999-2012 for fra- og tilkørselsramper. I afsnit 6.2 er års- og omregningsfaktorer beskrevet. Omregningsfaktorer kan anvendes til at omregne antallet af uheld og personskader pr. år i perioden 2005-2012 eller 1999-2012 til antallet af uheld og personskader i hvert enkelt år, fx 2006 eller 2010.

Grundmodeller og de nævnte faktorer indgår i et IT-værktøj, der alene med oplysninger om strækningstype, årssøgntrafik og strækningslængde kan beregne antallet af uheld og personskader fordelt på uheldsart og skadesgrad for enkelte år eller en periode.

For øvrige motorvejsflettestrækninger (forgreninger, sammenløb og vekselstrækninger), sideanlæg og øvrige ramper (forbindelse, parallelspor, veksel, forgrening, sammenløb og dobbeltrettet) er udarbejdet basismodeller. Disse basismodeller kan anvendes til at beregne et forventet antal uheld for den enkelte type af strækning, men gælder for alle eksisterende udformninger og reguleringer af denne strækningstype. Øvrige motorvejsstrækninger, sideanlæg og øvrige ramper er for én køreretning (én side af motorvej) på nær dobbeltrettede ramper, som er for begge køreretninger. Basismodellerne beskriver således ikke sikkerheden for specifikke varianter, og udformning og regulering varierer meget for hver strækningstype. Basismodeller for øvrige motorvejsflettestrækninger og sideanlæg har følgende funktionsudtryk:

$$UHT = a \cdot N^p \quad (3)$$

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år i perioden 2005-2012, a og p er estimerede konstanter og N er årssøgntrafik. Ved at gange L (strækningslængden i km) på højre side af funktionsudtryk 3 fås U (antal uheld pr. år) på strækningen ($U = a \cdot L \cdot N^p$).

Basismodeller for øvrige ramper har følgende funktionsudtryk:

$$UHT = a \cdot b_x \cdot N^p \quad (4)$$

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år i perioden 1999-2012, a, b og p er estimerede konstanter, x er typen af rampe og N er årssøgntrafik. Ved at gange L (rampelængden i km) på højre side af funktionsudtryk 4 fås U (antal uheld pr. år) på rampen ($U = a \cdot b_x \cdot L \cdot N^p$).

Basismodeller og estimerede konstanter for øvrige motorvejsflettestrækninger, sideanlæg og øvrige ramper er beskrevet i afsnit 4.6 og bilag 1. På baggrund af beskrevne faktorer i afsnit 4.6 kan estimerede uheld fra basismodeller omregnes til antal uheld og personskader for hver uheldsart og skadesgrad. For disse basismodeller findes også års- og omregningsfaktorer i afsnit 6.2. Derved kan antallet af uheld og personskader pr. år i fx perioden 1999-2012 omregnes til antallet af uheld og personskader pr. år i enkelte år fx 2008.

Disse basismodeller og de nævnte faktorer indgår også i IT-værktøjet.

Sikkerhedsfaktorer

Der er opstillet sikkerhedsfaktorer, der er knyttet til og kan bruges i relation til grundmodellerne. Ved at anvende grundmodeller i kombination med sikkerhedsfaktorer kan et forventet antal uheld og personskader beregnes for en stor andel af det eksisterende motorvejsnet med den variation i udformning og regulering, der findes. De kan også benyttes til at beregne forventede antal uheld og personskader for kommende motorveje og motorveje, der skal ombygges.

Sikkerhedsfaktorerne er knyttet til følgende designforhold og grundmodeller:

Sikkerhedsfaktor / Type af design	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Antal gennemgående kørespor	X	X	X		
Bredde af kørespor	X	X	X	X	X
Brug af nødspor til kørespor	X				
Bredde af nødspor	X	X	X		
Bredde af indre kantbane	X	X	X	X	X
Bredde af midterrabat	X	X	X		
Radius på horisontalkurver	X	X	X	X	X
Forekomst af vejbelysning	X	X	X	X	X
Forekomst af tunnel	X	X	X	X	X
Forekomst af sideanlæg	X				
Forekomst af sporbortfald og sportilføjelse	X	X	X		
Design af rampeanlæg				X	X
Forekomst af kurveafmærkning	X	X	X		
Hastighedsbegrænsning	X	X	X		
Rampedosering			X		

Det har været forsøgt at opstille yderligere sikkerhedsfaktorer for fx autoværn i midterrabat og til højre for nødspor, stigningsforhold i længdeprofil, udformning af sikkerhedszone, blændingsgardin, afstandsmærker og overhalingsforbud. Det har ikke været muligt at opstille sikkerhedsfaktorer herfor, da sikkerhedseffekter relateret til nogle af disse tiltag er særdeles usikre, mens der for andre tiltag ikke foreligger fyldestgørende oplysninger om forholdene på de strækninger, der indgår i grundmodeller.

De opstillede sikkerhedsfaktorer er beskrevet i kapitel 5. Sikkerhedsfaktorerne indgår også i det udviklede IT-værktøj, hvilket letter arbejdet med at beregne antallet af forventede uheld og personskader for en valgt udformning af en given strækningstype.

Øvrige resultater

For de fem typer af strækninger, hvor der er udviklet grundmodeller, er der også udviklet basis- og faktormodeller. **Basismodeller** beskriver sammenhænge mellem uhelds- og personskadetæthed på den ene side og trafikmængde på den anden side, og er baseret på fx motorvejsstrækninger med vidt forskellig udformning og regulering. Basismodeller kan fx benyttes til udpegning af sorte pletter.

Faktormodeller er baseret på de samme data som basismodeller, men derudover indgår variable for strækningernes design og regulering. Faktormodeller er udviklet for at erfare, hvilke forhold der påvirker uhelds- og personskadetætheder. Det skal pointeres, at parameterestimater fra faktormodeller ikke er kausale årsagsvirkningssammenhænge, og derfor må betragtes med forsigtighed. Af de mange resultater, faktormodellerne har frembragt, skal følgende resultater fremhæves:

Nødspor: Bredden af nødspor påvirker sikkerheden på strækninger og ramper. Det er fundet, at når bredden øges, så forbedres sikkerheden indtil bredden er ca. 3,0 meter, hvorefter sikkerheden ikke forbedres yderligere. Resultaterne viser, at der sker ca. 30 procent færre uheld og 20 procent færre personskader, når bredden af nødspor udvides fra 0,5 meter til 3,0 meter. Det harmonerer med resultater fra undersøgelser i andre lande.

Hastighedsbegrænsning: Sikkerheden på strækninger med 110 km/t hastighedsbegrænsning er bedre end på strækninger med 130 km/t. En sænkning af hastighedsbegrænsningen fra 130 til 110 km/t er estimeret til at reducere antallet af personskadeuheld med 21 % og antallet af uheld kun med materielle skader med 6 %. Samtidig bliver antallet af personskader pr. personskadeuheld færre, og personskaderne bliver mindre alvorlige. Det harmonerer med resultater fra undersøgelser i andre lande.

Kilestrækninger og spærreflader: Længder af kilestrækninger og spærreflader på fra- og tilkørselsflettestrækninger forekommer kun at have en beskedne betydning for uhelds- og personskadetætheden, som varierer op mod 20 % afhængig af disse længder. Denne beskedne betydning står i kontrast til undersøgelser i andre lande, hvor der dog findes et andet design af fra- og tilkørsler.

Ramper: Forekomst af kurver på fra- og tilkørselsramper samt forgreninger på frakørselsramper og sammenløb på tilkørselsramper forekommer at være ganske afgørende for sikkerheden på ramper. Uheldstætheden på sløjferamper (u-formet trompetrampe), hvor kurveradius ofte er omkring 100 meter, er fx estimeret til at være godt 4 gange højere end på en lige rampe. En forgrening eller et sammenløb på fra- og tilkørselsramper er fundet til at give anledning til en 2-4 gange højere uheldstæthed.

1. Indledning

Vejdirektoratet har givet Trafitec i opdrag at udarbejde uheldsmodeller, der kan benyttes ved valg af vej- og krydstype i forbindelse med anlæg af nye veje og større ombygninger af eksisterende veje. Fokus er på veje i åbent land. Opgaven er delt i tre hhv. motorvejsnettet, strækninger af landeveje samt kryds.

Nærværende rapport omhandler **MOTORVEJSNETTET**.

For at kunne anvende en uheldsmodel til valg af vej- og krydstype er det centralt, at modellen kan beregne et forventet antal uheld for en velspecificeret variant af veje eller kryds. For motorvejsnettet kunne en sådan velspecificeret variant fx være en motorvejsstrækning med 2 kørspej (i én retning), med nødspor, uden vejbelysning, med 130 km/t hastighedsbegrænsning, osv.

En uheldsmodel for en velspecificeret variant er her benævnt **GRUNDMODEL**.

I kombination med oplysninger om sikkerhedseffekter af diverse designelementer og reguleringer kan en grundmodel anvendes til at beregne et forventet antal uheld for flere varianter af veje eller kryds. Oplysninger om sikkerhedseffekter kunne fx være, hvad der sker med antallet af uheld og personskader, hvis en motorvejsstrækning har et nødspor med en bredde på 0,5 meter i stedet for 3,0 meter, mens alle andre forhold er ens.

En oplysning om sikkerhedseffekt er her benævnt **SIKKERHEDSFAKTOR**.

I nærværende rapport er udarbejdet flere grundmodeller og sikkerhedsfaktorer for motorvejsnettet. De kan benyttes til at få ganske præcise opgørelser af forventede uheld og personskader for en række varianter af de fleste dele af motorvejsnettet.

Udover grundmodeller og sikkerhedsfaktorer er der udarbejdet basis- og faktormodeller. Der er derfor præsenteret mange modeller i rapporten.

Basismodeller beskriver sammenhænge mellem uhelds- og personskadetæthed på den ene side og trafikmængde på den anden side, og er baseret på fx motorvejsstrækninger med forskellig regulering og design. En basismodel kan ikke anvendes til at beregne et forventet antal uheld for en velspecificeret variant. Basismodellerne er primært udviklet for at sammenligne grund- og basismodeller, herunder parameterestimer og forklaringskraft. Basismodeller kan tillige benyttes til udpegning af sorte pletter.

Faktormodeller er baseret på de samme data som basismodeller, men derudover indgår uafhængige variable for strækningens design og regulering til at estimere uhelds- og personskadetætheder. Faktormodeller er udviklet især for at erfare,

hvilke forhold der påvirker uhelds- og personskadetætheder. Sådanne forhold må man nødvendigvis tage højde for eller bør indgå i grundmodeller. Derudover indgår parameterestimer fra faktormodeller til at fastlægge sikkerhedsfaktorer. Det er dog væsentligt at pointere, at parameterestimer fra faktormodeller ikke er kausale årsags-virkningssammenhænge, og må derfor betragtes med forsigtighed.

2. Modelstrategi og datagrundlag

Data om veje, trafik og uheld er indsamlet for motorvejsnettet især fra vejman.dk. En række nye vejdata er dog også indsamlet og registreret ved en kombineret brug af oplysninger fra vejman.dk, ”Hvem ejer vejene” og ”Vejen i billeder” på vd.dk samt Google Maps og Streetview.

Før de indsamlede data præsenteres, er modelstrategien for arbejdet gennemgået sammen med alternative men fravalgte strategier.

2.1 Modelstrategi

Nedenfor ses en helt almindelig uheldsmodel for en strækning:

$$UHT = a \cdot N^p$$

hvor UHT er uheldstæthed (antal uheld pr. km pr. år), a og p er estimerede konstanter og N er årsdøgntrafik på strækningen.

For at kunne opstille en sådan uheldsmodel er det nødvendigt at have et relativt stort antal strækninger for at kunne estimere konstanterne a og p med en rimelig nøjagtighed. På den anden side må strækningerne ikke blive for korte, da der så vil være for mange strækninger, hvor der er registreret nul uheld, og variansen i uheldstæthed bliver for lille.

Det kan være problematisk, hvis strækninger har meget forskellig længde, da omfanget af uforklaret systematisk variation i uheldsforekomsten overestimeres for korte strækninger og underestimeres for lange strækninger. Derved bliver spredningsparameteren, der beskriver den systematiske variation, afhængig af strækningens længde. Dette problem opstår typisk, når strækninger er ganske forskellige med hensyn til fx geometri og afmærkning. Er strækninger derimod meget ens, så er stor variation i strækningens længde uproblematisk.

Hvis strækningerne er forskellige fx med hensyn til geometri, afmærkning eller trafiksamsetning, så kan det være relevant at tilføje et led i en uheldsmodel, så der fås en faktormodel fx:

$$UHT = a \cdot N^p \cdot e^{\sum_{i=1}^n b_i x_i}$$

hvor b_i er estimerede konstanter for faktorerne (variablene) x_i , der fx beskriver variationen i strækningens tværprofil.

For at kunne opstille en faktormodel er det nødvendigt med et endnu større antal strækninger for at estimere b_i pålideligt. I mange tilfælde, hvor strækningerne er forskellige i mange henseende, så kan der alligevel kun indgå få faktorer i en model og b_i -værdierne er oftest upålidelige. Derfor er det tit en god idé at opdele strækninger i typer, så strækninger indenfor en type er ret ens. Derved bliver de estimerede konstanter mere pålidelige til trods for færre strækninger indenfor den enkelte type.

I strategisk øjemed er det vigtigt ved udarbejdelse af uheldsmodeller at vælge en af tre retninger:

- Opdele vejnettet i et stort antal enheder gerne af nogenlunde samme længde eller størrelse.
- Opdele vejnettet efter type, så strækningerne, som hver uheldsmodel baseres på, bliver mere ensartede.
- Opdele vejnettet efter type og i et stort antal enheder af nogenlunde samme længde.

I praksis er det relevant at opdele motorvejsnettet, hvor trafikmængden ændrer sig. Derved opdeles motorvejsnettet ved hver frakørsel, tilkørsel, vekselstrækning, forgrening og sammenløb. Erfaringer viser, at p -værdier i uheldsmodeller er ret forskellige for ramper og selve motorvejen. Derfor er det nødvendigt at opdele motorvejsnettet i mindst to typer; ramper (og sideanlæg) og motorvejsenheder.

Praksis viser, at flettestrækninger (frakørsel, tilkørsel, vekselstrækning, forgrening og sammenløb) har højere uheldstæthed end motorvejsstrækninger mellem disse flettestrækninger. Samtidig er flettestrækninger udformet anderledes i forhold til motorvejsstrækninger, primært i højre side af vejen. For at kunne identificere den forhøjede uheldstæthed må motorvejen nødvendigvis opdeles i flettestrækninger og motorvejsstrækninger, og de kan så modelleres på tre forskellige strategier:

- A. Opstille en uheldsmodel, der bygger på både motorvejs- og flettestrækninger, og som med faktorer beskriver de særlige udformninger af og opdelingen af trafik i flettestrækninger.
- B. Opstille en uheldsmodel, der bygger på både motorvejs- og flettestrækninger, og beskriver selve motorvejsdelen – altså uheld på og design af gennemgående kørespor. Opstille en eller flere ”add-on” uheldsmodeller, der kun bygger på flettestrækninger, og beskriver flettedelen, altså uheld på og design af fx det frakørende spor ved frakørsler.
- C. Opstille en uheldsmodel for motorvejsstrækninger og en eller flere uheldsmodeller for diverse typer af flettestrækninger.

I Danmark henføres uheld ikke til specifikke kørespor. Derimod registreres uheld ved parameteren ”Vejudformning”, hvor det kan angives, at uheldet er sket på en flettestrækning. Men politiets registrering af parameteren ”Vejudformning” er usikker. Eksempelvis er næsten en lige så stor andel af uheldene på hhv. motor-

vejs- og flettestrækninger angivet som værende sket på flettestrækninger. Både uheldsmodellen for motorvejsdelen og add-on modellerne for flettedelen vil blive upålidelige og derfor fravælges strategi B.

Det er derimod svært at vælge mellem strategi A og C. Strategi A har fordelene, at den er baseret på et stort antal strækninger og uheld, så a- og p-værdier vil blive ganske præcist estimeret, såfremt strækningstyperne har ca. samme p-værdi. Men strategi A har ulempen, at faktorer knyttet til flettestrækninger vil være stærkt korrelerede i en model sammen med motorvejsstrækninger. Derved formodes, at kun 1 eller 2 faktorer knyttet til flettestrækninger kan indgå i en uheldsmodel. Strategi C vil måske give mindre præcise a- og p-værdier, men vil til gengæld bedre kunne beskrive flettestrækningers særegne egenskaber. Det vælges at forfølge strategi C, da det formodes, at p-værdier ikke er helt ens, og visse forhold ved flettestrækninger er af stor betydning for uheldstætheden.

For ramper og sideanlæg formodes også, at p-værdierne er vidt forskellige pga. ganske forskelligartet trafikafvikling. Derfor forfølges også her en strategi C, hvor der opstilles uheldsmodeller for de enkelte typer af ramper og sideanlæg, eller hvor få typer af ramper slås sammen.

Ved denne opdeling af motorvejsnettet i mange typer af strækninger er det kun motorvejsstrækninger, der er så lange, at yderligere opdeling af strækninger giver mening for at opnå nogenlunde lige lange strækninger. Men da motorvejsstrækninger er rimeligt ens, vil spredningsparameteren næppe være stærkt korreleret til strækningslængden, så en yderligere opdeling af motorvejsstrækninger er næppe relevant.

2.2 Vejdata

Vejdata angiver det design motorvejsnettet havde pr. 1. januar 2013. De dele af motorvejsnettet, der var under anlæg pr. 1. januar 2013 og endnu ikke var åbnet for trafik, indgår ikke og er ikke registreret. For de dele af motorvejsnettet, der var under større ombygning (typisk udvidelse med ekstra kørespor og anlæg af ramper) pr. 1. januar 2013, er det motorvejsdesignet før den aktuelle ombygning, der er registreret.

Motorvejsnettet er defineret ud fra oplysninger om geometri, afmærkning samt tavler. Motorvejsnettet er registreret for hver side af midterrabatten, altså med og mod kilometreringsretningen. Der indgår således kun én køreretning (én side af motorvejen) i hver strækning på nær ved dobbeltrettede ramper, hvor begge køreretninger indgår. Motorvejsnettet er opdelt i fire hovedtyper (i parentes; primære undertyper):

- **Motorvejsstrækning** (almindelig, sporbortfald, sportilføjelse)
- **Flettestrækning** (frakørsel, tilkørsel, veksler, forgrening, sammenløb)

- **Rampe** (frakørsel, tilkørsel, forbindelse, parallelspor, veksler, forgrening, sammenløb, dobbeltrettet)
- **Sideanlæg** (rasteplads, busstoppested)

I figur 1 er nogle hoved- og undertyper af motorvejsnettet vist.



Figur 1. Nogle hoved- og undertyper af motorvejsnettet. Blå linjer = almindelig motorvejsstrækning. Grønne linjer = frakørselsflettestrækninger. Lysegrønne linjer = frakørselsramper. Røde linjer = tilkørselsflettestrækninger. Lyserøde linjer = tilkørselsramper. Gule linjer = dobbeltrettede ramper.

På en motorvejsstrækning er der ikke kryds eller flettestrækninger. En motorvejsstrækning har mindst to kørespor i hele sin længde. En motorvejsstrækning kan starte ved en motorvejstavle (E42) eller ved afslutning af en flettestrækning. En motorvejsstrækning kan slutte ved en ophørstavle (E44) eller ved starten af en flettestrækning. Kilometrering for start og afslutning af motorvejsstrækningen findes oftest i vejman.dk, men kan mangle (nogle tavler er ikke kilometrerede) eller kan være fejlbehæftet (de kilepidser og tavler, der er kilometrerede mere end 10 meter forkert i vejman.dk, er givet en ny kilometrering). En ny kilometrering er fundet ved at identificere det præcise sted for en tavle eller kilespids og finde kilometreringen for dette sted i værktøjet "Hvem ejer vejene". Kilometreringen i "Vejene i billeder" er for upræcis til at give et sted en ny kilometrering. Motorvejsstrækninger er opdelt i tre undertyper hhv. **almindelig** (samme antal kørespor på hele strækningen), **sporbortfald** (antallet af kørespor reduceres på denne strækning) og **sportilføjelse** (antallet af kørespor øges på denne strækning).

En flettestrækning består af en strækning med spærreflade mellem en motorvej og rampe/anden motorvej, eventuelt en strækning med en fuldt optrukken delelinje (hvis under 20 m lang indgår delelinjen i spærrefladen) mellem en motorvej og rampe/anden motorvej samt eventuelt en strækning med en kilestrækning, hvor en rampe/anden motorvej føres ind på eller ud fra motorvejen og derved reduceres eller øges antallet af kørespor.



Figur 2. Frakørselsflettestrækning (grøn linje) med angivelse af kilometrerede punkter (røde linjer).

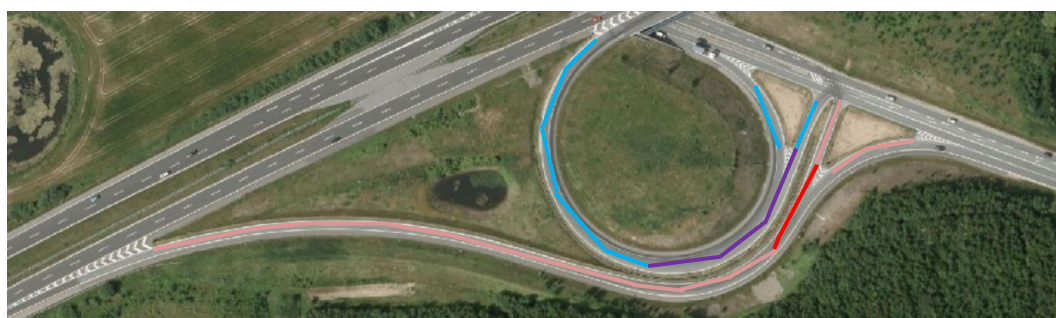
Flettestrækninger er opdelt i fem under typer. Ved en **tilkørsels**flettestrækning føres en tilkørselsrampe ind på motorvejen, mens der ved **frakørsels**flettestrækninger føres en frakørselsrampe væk fra motorvejen. En **veksel**(flette)strækning er en tilkørselsflettestrækning med sportilføjelse efterfulgt af en frakørselsflettestrækning med sporbortfald. I en **forgrening** deles en motorvej i to motorveje, mens to motorvej bliver til én i et **sammenløb**. I forbindelse med flettestrækninger kan der være sporbortfald eller sportilføjelser. Kilometrering af start og slut af hhv. spærreflade, fuldt optrukken delelinje og kilestrækning er registreret. I vejman.dk findes kun kilometreringen for kilespidsen. Kilometrering af flettestrækninger er derfor hovedsageligt udført i nærværende projekt.

Ramper har kun ét kørespor på en del af eller i hele sin længde, dog findes der to kørespor i hele længden på en dobbeltrettet rampe. På en **frakørsels**rampe afsluttes motorvejen enten ved en byzonetavle (E55), en ophørstavle (E44), en vige- eller stoplinje ved et kryds eller ved start af en spærreflade, hvor frakørselsrampen fletter ind på en anden vej. På en **tilkørsels**rampe starter motorvejen ved en motorvejstavle (E42). For frakørsels- og tilkørselsramper, der starter eller slutter i et rampekryds, er foruden længden af rampen, der indgår i motorvejsnettet, også registreret længden af rampen der ikke er del af motorvejsnettet. En **forbindelses**rampe forbinder en motorvej med en anden motorvej i et motorvejskryds. For forbindelsesramper er sportilføjelser og sporbortfald registreret. Ved motorvejskryds findes der ofte **parallelspor**, hvilket er en rampe med 1 spor, der forløber parallelt med motorvejen og forbinder rampe**forgreninger**, **-sammenløb** og rampe**veksel**strækninger. En **dobbeltrettet** rampe er, hvor to ramper løber sammen med trafik i hver sin retning og danner en vej uden kantstensbegrænset midterrabat med dobbeltrettet trafik. På en dobbeltrettet rampe betragtes begge retninger af trafikken som en del af motorvejsnettet, selvom én retning af trafikken kun delvist eller slet ikke er del af motorvejsnettet.



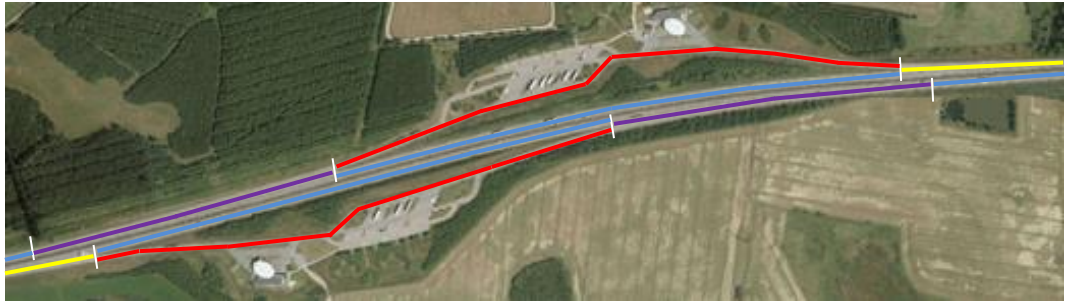
Figur 3. Motorvejskryds med angivelse af de undertyper af ramper. Røde linjer = forbindelsesramper. Blå linjer = rampevekselsestrækning. Grønne linjer = parallelspor. Gule linjer = rampeforgrening. Lilla linjer = rampesammenløb.

Der findes specielle frakørselsramper med forgreninger og tilkørselsramper med sammenløb, se figur 4. Her betragtes frakørselsramper og forgrening som én samlet frakørselsrampe, og det registreres, at frakørselsrampen indeholder en forgrening. De to frakørselsramper efter forgreningen (se figur 4 i højre side) har ikke samme længde, så her benyttes gennemsnitslængden. Tilkørselsramper med sammenløb registreres også som én samlet tilkørselsrampe, og det angives, at tilkørselsrampen indeholder et sammenløb. De to tilkørselsramper før sammenløbet har heller ikke samme længde, så her benyttes også gennemsnitslængden.



Figur 4. Fra- og tilkørselsrampe med hhv. forgrening og sammenløb. Lyserøde linjer = frakørselsrampe. Rød linje = rampeforgrening. Blå linjer = tilkørselsramper. Lilla linjer = rampesammenløb.

Et sideanlæg er oftest en **rasteplads** med eller uden servicestation, se figur 5 på næste side. I få tilfælde består sideanlægget af et **busstoppested**. Sideanlægget er som regel koblet direkte på motorvejen, hvilket vil sige, at der i den ene ende af sideanlægget er en frakørselsflettestrækning og i den anden en tilkørselsflettestrækning. I få tilfælde er sideanlægget koblet på frakørsels- og/eller tilkørselsramper med rampeforgrening i den ene ende og rampesammenløb i den anden ende af sideanlægget.



Figur 5. Sideanlæg med angivelse af elementer. Røde linjer = rasteplads (kun den overordnede vej på sideanlæg er angivet, men hele rastepladsen indgår). Blå linjer = motorvejsstrækninger. Gule linjer = frakørselsflettestrækninger. Lilla linjer = tilkørselsflettestrækninger.

Af tabel 1 på næste side ses, at der pr. 1. januar 2013 var ca. 1.170 km motorvej (motorvejs- og flettestrækninger sammenlagt og divideret med to), 866 frakørsels- og tilkørselsramper samt 87 rastepladser.

Foruden data til definition af de enkelte dele af motorvejnettet er en lang række oplysninger om trafikregulering, geometri, afmærkning, mv. indsamlet:

- År for åbning og ombygning
- Antal kørespor, gennemsnitlig bredde af kørespor
- Bredde af nødspor (inklusive ydre kantbane)
- Forekomst af vejbelysning (start- og slutkilometrering)
- Kørselsretning (N, NØ, Ø, SØ, S, SV, V og NV)
- Type af rampeanlæg (ruder, trompet, kløver, flyover)
- Form af rampe (lige, S-formet, U-formet, kløverformet, vinkel 45-135 grader (bue-form med anslået vinkel) og SV-formet - en s-form efterfulgt af en bue)
- Stigningsforhold på rampe (opad, nedad eller i niveau)
- Hastighedsbegrænsning (start- og slutkilometrering)
- Tavler med anbefalet hastighed (km/t og kilometrering for placering)
- Variable tavler (art og kilometrering for placering)
- Overhalingsforbud (start- og slutkilometrering)
- Motorvej i tunnel (start- og slutkilometrering)
- Afstandsmærker (start- og slutkilometrering)
- Bredde af midterrabat
- Bredde af indre kantbane (midtkantbane og indre nødrabat)
- Type af autoværn i midterrabat (stål, betonværn, New Jersey, ingen)
- Længde af autoværn i højre vejside

Hovedtype	Undertype	Antal	Korteste (meter)	Gns. længde (meter)	Længste (meter)	Total længde (meter)
Motorvejsstrækning	Almindelig	1.223	19	1.612	17.332	1.971.315
	Sporbortfald	10	100	192	290	1.922
	Sportilføjelse	4	110	145	200	580
	I alt	1.237	19	1.596	17.332	1.973.817
Flettestrækning	Frakørsel	503	6	223	458	112.061
	Frakørsel m/sporbortfald	23	60	318	665	7.314
	Frakørsel m/sportilføjelse	1	365	365	365	365
	Tilkørsel	505	95	399	1.049	201.715
	Tilkørsel m/sportilføjelse	17	55	250	510	4.251
	Tilkørsel m/vigepligt	3	64	106	132	318
	Vekselstrækning	21	247	677	1.945	14.215
	Forgrening	26	115	410	1.440	10.654
	Sammenløb	30	78	485	1.378	14.557
	I alt	1.129	6	324	1.945	365.450
Rampe	Frakørsel	430	5	271	826	116.505
	Tilkørsel	431	15	274	1.103	118.011
	Tilkørsel m/vigepligt	5	76	227	573	1.133
	Forbindelse	67	49	419	956	28.092
	Forbindelse m/sporbortfald	4	110	148	170	590
	Forbindelse m/sportilføjelse	5	92	165	260	825
	Parallelspor	38	2	216	485	8.226
	Vekselstrækning	18	165	331	587	5.966
	Forgrening	28	45	134	408	3.763
	Sammenløb	27	34	204	480	5.505
	Dobbeltrettet	21	53	203	505	4.269
	I alt	1.074	2	273	1.103	292.885
Sideanlæg	Rasteplads	87	25	469	1.111	40.822
	Busstoppested	6	65	105	181	631
	I alt	93	25	446	1.111	41.453
Total		3.533	2	757	17.232	2.673.605

Tabel 1. Antal og længde af de forskellige dele af motorvejsnettet i Danmark pr. 1. januar 2013.

2.3 Trafikdata

Data om årsdøgntrafik i årene 1994-2012 er indhentet fra vejman.dk.

Trafikdata er kvalitetssikret ved at undersøge, om trafiktallene op- og nedstrøms på en motorvej er i harmoni. Konkret er det undersøgt, om mængden af trafik på en frakørselsrampe plus trafikken på den ved siden af liggende motorvejsstrækning er mere end 25 % større eller mindre end trafikken på motorvejsstrækningen

opstrøms (altså før frakørselsflettestrækningen). Det er tjekket, om mængden af trafik på en tilkørselsrampe plus trafikken på den ved siden af liggende motorvejsstrækning er mere end 25 % større eller mindre end trafikken på motorvejsstrækningen nedstrøms (altså efter tilkørselsflettestrækningen). Den samme type af kontroller er udført ved forgreninger, sammenløb og vekselstrækninger. Hvor der har været for store forskelle i trafikmængder i ét eller flere år, er trafiktallene tilpasset, så der igen er harmoni både op- og nedstrøms.

Hovedtype	Trafiktal 2012				Trafiktal 1994			
	Antal	Lavest	Gns.	Højest	Antal	Lavest	Gns.	Højest
Motorvejsstrækning	1.237	2.753	18.177	57.187	884	1.002	12.831	37.651
Flettestrækning	1.125	3.340	20.319	58.272	798	2.510	14.371	37.651
Rampe	1.066	91	3.279	22.576	597	68	2.406	16.535
Sideanlæg	54	111	967	2.902	3	369	462	640

Tabel 2. Antal dele af motorvejsnettet med tal for årssdøgntrafik samt lavest, gennemsnitlig og højest årssdøgntrafik i hhv. år 2012 og 1994. Årssdøgntrafik er for én køreretning på nær for dobbeltrettede ramper.

Af tabel 2 ses, at trafikmængden på de enkelte dele af motorvejsnettet varierer betydeligt. For år 2012 foreligger tal for årssdøgntrafikken for langt de fleste dele af motorvejsnettet fx 100 % af motorvejsstrækningerne. Dog findes der kun trafiktal for 58 % af sideanlæggene i 2012. For år 1994 foreligger også tal for årssdøgntrafikken for langt de fleste dele af motorvejsnettet, der eksisterede dengang, dog igen kun med få trafiktal for sideanlæg.

2.4 Uheldsdata

Politiregistrerede uheld (personskadeuheld, materielskadeuheld og ekstrauheld) fra 1985-2012 på motorvejsnettet indgår. Uheld på de dele af motorvejsnettet, der blev nedlagt inden 1. januar 2013, er udeladt. I alt har politiet registreret 37.201 uheld på motorvejsnettet i perioden 1985-2012.

Oplysningerne om vejnummer, vejdel, kilometrer og retning er benyttet til at fordele uheldene automatisk på de 3.533 dele af motorvejsnettet. Den automatiske fordeling af uheld har uddelt 34.636 uheld svarende til 93,1 % af alle uheldene på motorvejsnettets dele. Det er især i årene 1985-1999, at uheld ikke kunne fordeles automatisk (86,6 %), mens næsten alle uheld i årene 2000-2012 kunne fordeles automatisk (98,4 %). Det er primært på grund af manglende eller fejlbehæftet retningsangivelse på uheldet, at et uheld ikke kan fordeles automatisk. Men i de fleste tilfælde findes retningsangivelsen i uheldsteksten, og derved kan de resterende uheld fordeles "manuelt". Der er dog også uheld med fejl i vejnummer, vejdel eller kilometrer.

Hovedtype	Uheld				Personskader			
	Person-skadeuheld	Materiel-skadeuheld	Ekstra-uheld	Alle	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle
Motorvejs-strækning	4.890	7.221	15.526	27.637	583	3.316	3.689	7.588
Flettestrækning	1.202	2.246	4.530	7.978	131	795	829	1.755
Rampe	250	389	814	1.453	22	156	158	336
Sideanlæg	17	59	57	133	0	16	4	20
I alt	6.359	9.915	20.927	37.201	736	4.283	4.680	9.699

Tabel 3. Antal uheld og personskader år 1985-2012 på motorvejsnettet opdelt efter hovedtype (inklusive uheld i åbningsår samt før, under og efter en eventuel ombygning).

Ifølge tabel 3 er de fleste uheld er sket på motorvejs- og flettestrækninger. Kun få uheld er registreret på sideanlæg. Særligt før år 2005 er en del uheld, der skete på sideanlæg, registreret på den parallelle motorvejsstrækning. Det er i projektet forsøgt at ændre stedfæstelsen af disse fejlplacerede uheld, men fornemmelsen er, at sideanlægget ikke altid er nævnt i uheldsteksten.

Kun uheld, der er sket på motorvejsnettet med det registrerede design, skal kunne indgå i uheldsmodeller og andre analyser. Det betyder, at kun uheld i årene efter motorvejens åbningsår eller efter seneste ombygningsår skal indgå. I de tilfælde hvor motorvejen var under ombygning 1. januar 2013, så er designet før denne ombygning registreret, og for disse dele af motorvejsnettet indgår kun uheld før det tidligste ombygningsår. På denne baggrund udelades 5.579 uheld, især fordi nogle af de mest trafikerede motorveje er blevet udvidet i de senere år.

Hovedtype	Uheld				Personskader			
	Person-skadeuheld	Materiel-skadeuheld	Ekstra-uheld	Alle	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle
Motorvejs-strækning	4.417	6.412	13.588	24.417	517	2.981	3.327	6.825
Flettestrækning	910	1.646	3.301	5.857	112	615	633	1.360
Rampe	207	313	699	1.219	18	132	129	279
Sideanlæg	17	58	54	129	0	16	4	20
I alt	5.551	8.429	17.642	31.622	647	3.744	4.093	8.484

Tabel 4. Antal uheld og personskader år 1985-2012 på motorvejsnettet med sit nuværende design opdelt efter hovedtype (eksklusiv uheld i åbningsår samt i år før og under en eventuel ombygning).

Der findes mange måder at opgøre alvorligheden af uheld. I det følgende er der angivet tre mål for alvorligheden:

- Antal dræbte, alvorlige og lette skader samt personskader pr. personskadeuheld
- Uheldsomkostninger pr. rapporteret uheld (person- og materielskadeuheld)

- Uheldsomkostninger pr. uheld (alle uheld inklusive ekstrauheld)

Uheldsomkostninger er opgjort ud fra enhedspriser angivet for 2012 og opgjort i 2012-priser, og disse er: 18.609.867 kr. pr. dræbt, 3.188.341 kr. pr. alvorlig skade, 480.261 kr. pr. let skade og 697.929 kr. i materielle skader pr. rapporteret uheld.

Hovedtype	Personskader pr. personskadeuheld				Uheldsomkostninger (kr.)	
	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle	Pr. rapporteret uheld	Pr. uheld
Motorvejsstrækning	0,117	0,675	0,753	1,545	2.611.640	1.158.269
Flettestrækning	0,123	0,676	0,696	1,495	2.399.470	1.047.131
Rampe	0,087	0,638	0,623	1,348	2.270.606	968.593
Sideanlæg	0,000	0,941	0,235	1,176	1.403.722	816.118
I alt	0,117	0,674	0,737	1,528	2.553.683	1.128.976

Tabel 5. Antal dræbte, alvorlige skader, lette skader og personskader pr. personskadeuheld samt uheldsomkostninger pr. uheld på motorvejsnettet (uheld 1985-2012 eksklusiv uheld i åbningsår samt i år før og under en eventuel ombygning).

Af tabel 5 ses, at der er flest personskader pr. personskadeuheld på motorvejsstrækninger. Det ses også, at uheldene på motorvejs- og flettestrækninger ser ud til at være mere alvorlige end på ramper og sideanlæg. Uheldsomkostningerne pr. uheld er højest på motorvejsstrækninger og lavest på sideanlæg.

Hovedtype	Antal personskader pr. ...		Uheldsomkostninger pr. ...	
	Personskadeuheld	Uheld	Rapporteret uheld	Uheld
Motorvejsstrækning	+0,0 %	-1,4 %	-1,3 %	-1,7 %
Flettestrækning	+0,6 %	-0,8 %	-0,6 %	-1,0 %
Rampe	-0,4 %	-3,4 %	-1,4 %	-3,2 %
I alt (hele motorvejsnettet)	+0,1 %	-1,4 %	-1,2 %	-1,7 %

Tabel 6. Årlig udvikling i alvorligheden af uheld opgjort som udvikling i antal personskader pr. personskadeuheld og pr. uheld samt uheldsomkostninger pr. rapporteret uheld og pr. uheld (uheld 1985-2012 eksklusiv uheld i åbningsår samt i år før og under en eventuel ombygning).

Ad åre er uheldene blevet mindre alvorlige på motorvejsnettet. Af tabel 6 ses, at selvom antallet af personskader pr. personskadeuheld er steget svagt med 0,1 % pr. år på motorvejsnettet, så falder antallet af personskader pr. uheld (alle uheld) og uheldsomkostningerne pr. rapporteret uheld og pr. uheld. I hovedtræk kan det siges, at personskadeuheld udgør en stadig mindre andel af uheldene og lette skader udgør en stadig større andel af personskaderne på motorvejsnettet.

3. Indledende analyser

En række indledende analyser har været nødvendige at gennemføre for at opdele motorvejsnettet i enheder, der med rimelighed kan indgå i uheldsmodeller. Andre analyser har været ønskelige at gennemføre for at kunne opgøre den sikkerhedsmæssige betydning af diverse forhold.

3.1 Opdeling af motorvejsnettet i ”homogene” enheder

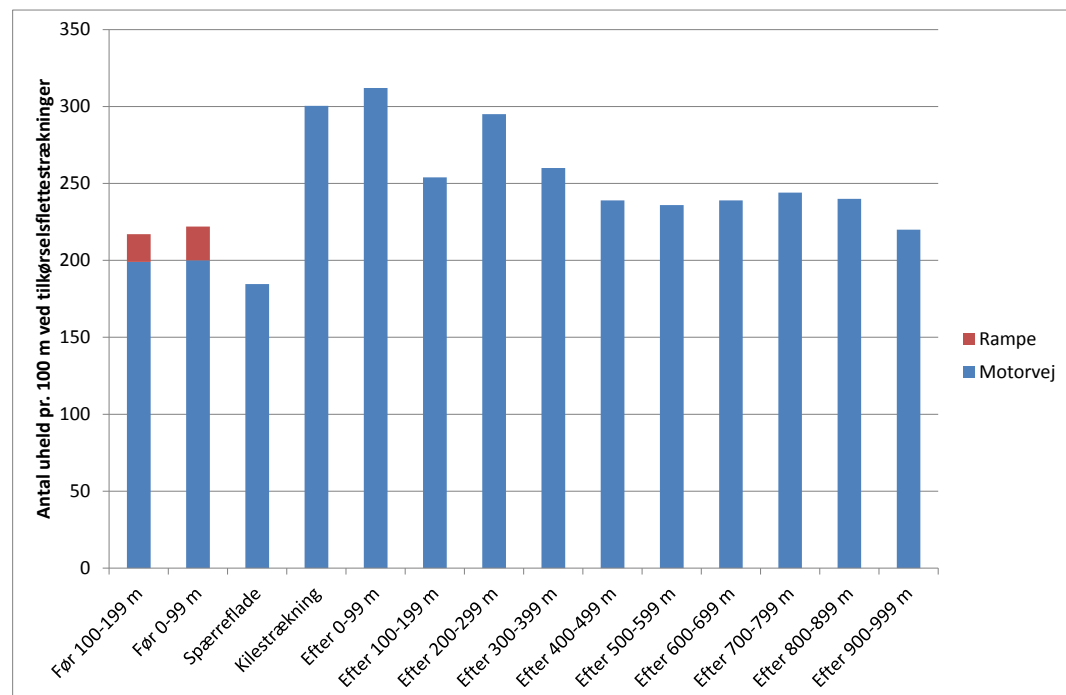
Motorvejsnettet er i udgangspunktet opdelt i strækningstyper ud fra afmærkning, tavler og geometri. Det kan dog være, at denne opdeling ikke resulterer i enheder, der er hensigtsmæssige at opstille uheldsmodeller på baggrund af. Det er særligt definitionen af flettestrækninger, der kan være uhensigtsmæssig.

Ved tilkørselsflettestrækninger kan man forestille sig, at der er en forhøjet uheldstæthed i tilkørselsflettestrækningen og måske op til 300-500 meter nedstrøms ad motorvejsstrækningen i forhold til kilespidsen. En lignende forhøjet uheldstæthed kan tænkes at være måske op til 50-200 meter opstrøms i forhold til en frakørselsflettestrækning. En årsag til sådanne forhøjede uheldstætheder kan være, at der på de strækninger sker flere vognbaneskift, accelerationer og decelerationer. Der kan også være lignende forhøjede uheldstætheder ved vekselsstrækninger, forgreninger og sammenløb.

Hvis sådanne forhøjede uheldstætheder eksisterer, og der ikke foretages en ny opdeling af motorvejsnettet, så vil strækningslængden være kraftigt korreleret til uheldstætheden i en uheldsmodel for motorvejsstrækninger. Ligeså vil en uheldsmodel for flettestrækninger ikke dække de ”yderligere uheld”, som fx en tilkørsel genererer.

3.1.1 Tilkørsels- og frakørselsflettestrækninger

Til at undersøge, om der er forhøjede uheldstætheder på flettestrækninger, ses på bl.a. tilkørselsflettestrækninger med mindst 200 meter tilkørselsrampe og mindst 200 meter motorvejsstrækning før tilkørselsflettestrækningen samt mindst 1.000 meter motorvejsstrækning efter tilkørselsflettestrækningen. Der ses også på frakørselsflettestrækninger med mindst 1.000 meter motorvejsstrækning før flettestrækningen og mindst 200 meter frakørselsrampe og 200 meter motorvejsstrækning efter flettestrækningen. Det skal nævnes, at steder med tilkørsels- og frakørselsramper med forgreninger eller sammenløb på de nævnte 200 meter af rampen er udeladt. I alt er der 230 tilkørselsflettestrækninger og 226 frakørselsflettestrækninger i Danmark, der opfylder de nævnte krav.

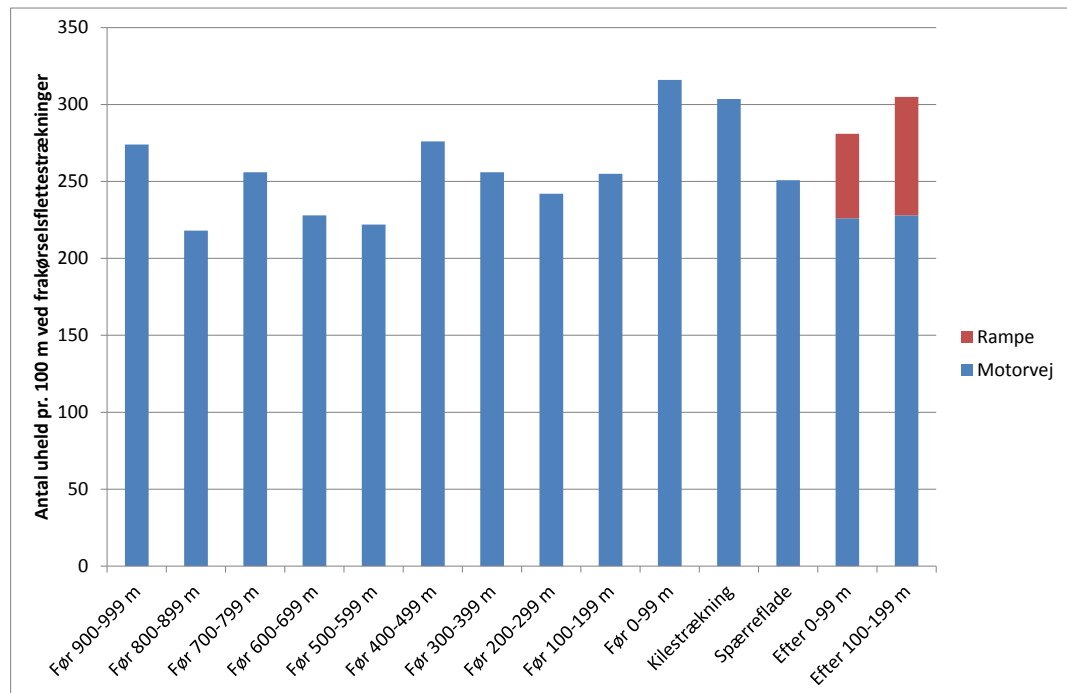


Figur 6. Uheld (én side af motorvej) pr. 100 meter på, før og efter 230 tilkørselsflettestrækninger. Strækning med spærreflade er inklusiv strækning med fuldt optrukken linje. 3.923 uheld indgår. I gennemsnit er kilestrækningen 190 meter lang og spærrefladestrækningen er 225 meter lang.

Af figur 6 ses, at der sker flest uheld pr. 100 meter på kilestrækningen og de første 100 meter motorvej efter tilkørselsflettestrækningen. På strækningen med spærreflade sker der færrest uheld pr. 100 meter. Det ses af figur 6, at tilkørsler synes at give anledning til en forhøjet uheldstæthed på de første 400 meter efter tilkørselsflettestrækningen, da der her sker 280 uheld i gennemsnit pr. 100 meter mod kun 236 uheld pr. 100 meter på strækningerne, der er 400-999 meter efter tilkørselsflettestrækningerne.

På tilkørselsramperne sker der relativt få uheld pr. 100 meter. Uheld på tilkørselsramper udgør kun 9 % af uheldene før tilkørselsflettestrækningen, selvom 13 % af trafikken på tilkørselsflettestrækningerne kommer ad tilkørselsramperne. Uheldsfrekvensen på motorvejen før tilkørselsflettestrækningen er næsten den samme som på motorvejsstrækningen 400-999 m efter tilkørselsflettestrækningen, mens uheldsfrekvensen på tilkørselsramperne er ca. en tredjedel lavere.

Af figur 7 på næste side ses, at der sker flest uheld pr. 100 meter på kilestrækningen og de første 100 meter motorvej før tilkørselsflettestrækningen. På strækningen med spærreflade sker omtrent det samme antal uheld pr. 100 meter som på motorvejen før tilkørselsflettestrækningen. I gennemsnit sker der 247 uheld pr. 100 meter på motorvejsstrækningen 100-999 m før tilkørselsflettestrækningen.



Figur 7. Uheld (én side af motorvej) pr. 100 meter på, før og efter 226 frakørselsflettestrækninger. Strækning med spærreflade er inklusiv strækning med fuldt optrukken linje. I alt indgår 3.772 uheld. I gennemsnit er kilestrækningen 104 meter lang og spærrefladestrækningen er 122 meter lang.

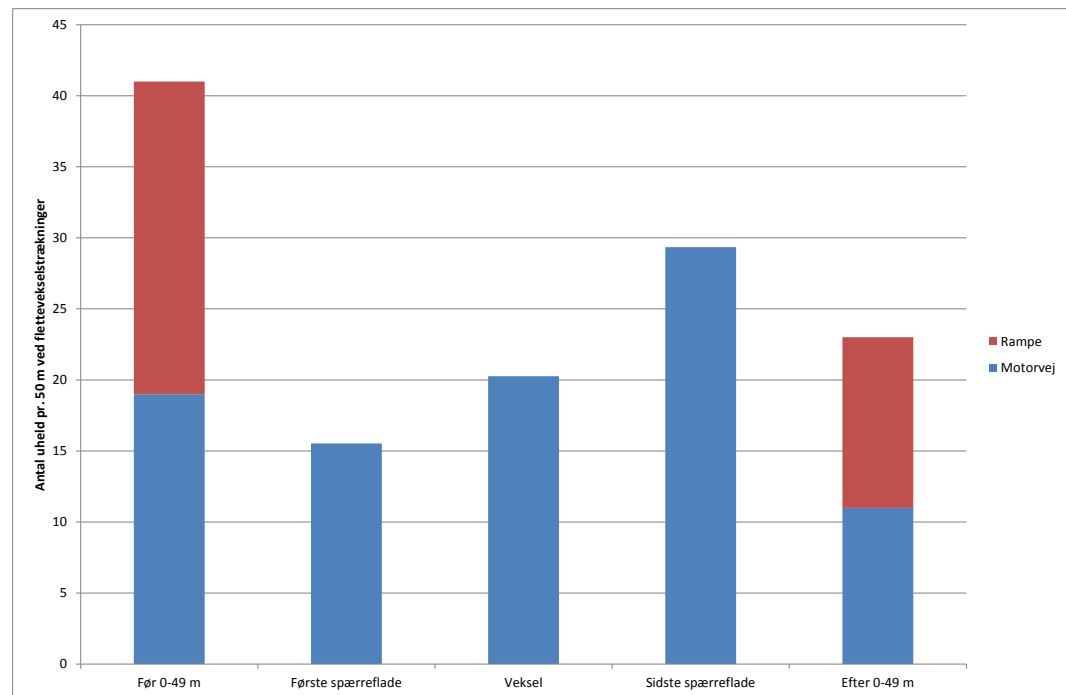
På frakørselsramperne sker der mange uheld pr. 100 meter. Uheld på frakørselsramper udgør hele 23 % af uheldene efter frakørselsflettestrækningen, selvom kun 12 % af trafikken på flettestrækningerne kører ad frakørselsramperne. Uheldsfrekvensen på motorvejen efter frakørselsflettestrækningen er næsten den samme som på motorvejsstrækningen 100-999 m før frakørselsflettestrækningen, mens uheldsfrekvensen på frakørselsramperne er ca. dobbelt så høj.

Afsnittet viser, at ...

- Det er hensigtsmæssigt at udelade de første 400 meter motorvejsstrækning efter en tilkørselsflettestrækning fra en uheldsmodel for motorvejsstrækninger, og i stedet lade disse 400 meter indgå i en uheldsmodel for tilkørselsflettestrækninger.
- Det er hensigtsmæssigt at udelade de første 100 meter motorvejsstrækning før en frakørselsflettestrækning fra en uheldsmodel for motorvejsstrækninger, og i stedet lade disse 100 meter indgå i en uheldsmodel for frakørselsflettestrækninger.
- Antallet af uheld pr. 100 meter frakørselsrampe synes at være ca. 3,2 gange højere end antallet af uheld pr. 100 meter tilkørselsrampe. Det vil være mest hensigtsmæssigt at opstille en uheldsmodel for hhv. frakørsels- og tilkørselsramper.

3.1.2 Vekselstrækninger

I alt findes der 21 motorvejsvekselstrækninger og 18 rampevekselstrækninger. Det er valgt at se på de vekselsstrækninger, hvor motorvejsstrækningen før og efter motorvejsvekselstrækningen er mindst 100 meter lange, og hvor ramper før og efter vekselsstrækningen er mindst 50 meter lange.

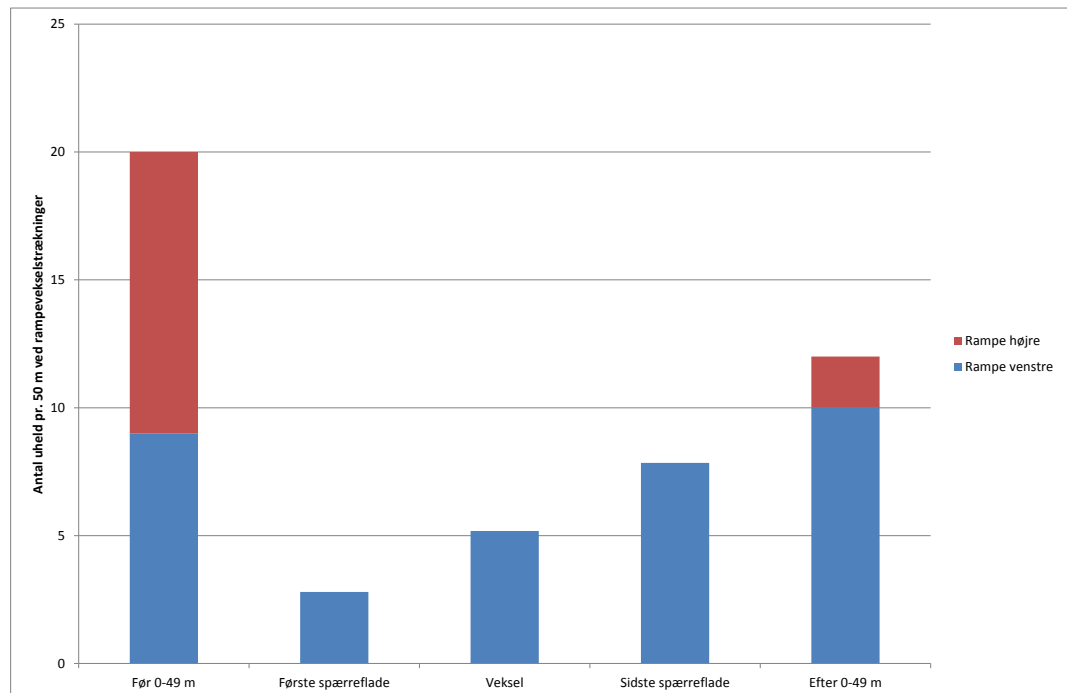


Figur 8. Uheld (én side af motorvej) pr. 50 meter på, før og efter 14 motorvejsvekselstrækninger. Strækning med spærreflade er inklusiv strækning med fuldt optrukken linje. I alt indgår 318 uheld. I gennemsnit er første spærreflade 155 meter lang, vekslen er 441 meter lang og sidste spærreflade er 132 meter lang.

Af figur 8 og figur 9 på næste side ses nogenlunde det samme mønster, hvad angår uheld på vekselsstrækninger. På vekselsstrækningen er uheldstæthed lavest på strækningen med første spærreflade og højest på strækningen med den sidste spærreflade. Uheldstæthed er de første 50 meter før og efter vekselsstrækningen højere end på vekselsstrækningen. Det skyldes skarpe kurver på ramperne.

Afsnittet synes at vise, at ...

- En vekselsstrækning kan med rimelighed defineres til at gå fra start af første spærreflade til slut af sidste spærreflade.
- Ramper til eller fra vekselsstrækninger kan være meget uheldsbelastede.
- En uheldsmodel for vekselsstrækninger kan måske indeholde både motorvejs- og rampevekselsstrækninger, da disse udviser samme uheldsmønster.



Figur 9. Uheld (én køreretning) pr. 50 meter på, før og efter 17 rampevekselsestrækninger. Strækning med spærreflade er inklusiv strækning med fuldt optrukken linje. I alt indgår 56 uheld. I gennemsnit er første spærreflade 92 meter lang, vekslen er 104 meter lang og sidste spærreflade er 67 meter lang.

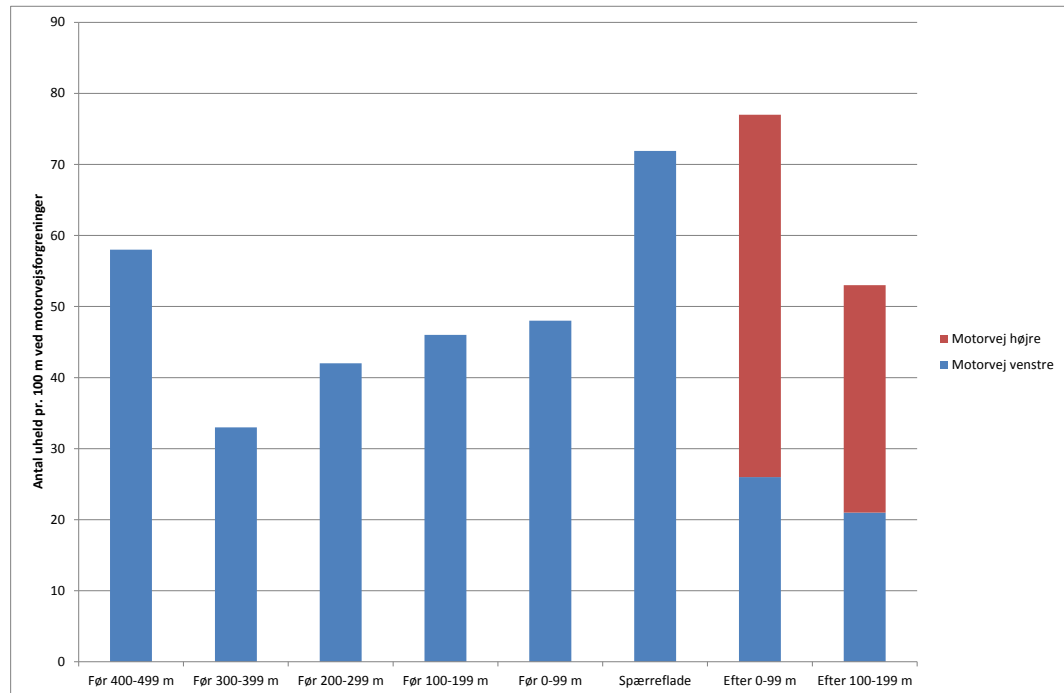
3.1.3 Forgreninger

I alt findes 26 motorvejsforgreninger og 28 rampeforgreninger i Danmark. For motorvejsforgreninger ses på uheldstæthed de sidste 500 meter før spærrefladen (inklusive eventuel fuldt optrukken linje) i forgreningen, og på de første 200 meter efter spærrefladen.

På figur 10 på næste side ses uhelddenes fordeling ved motorvejsforgreninger. Før spærrefladen er uheldstæthed ca. 45 uheld pr. 100 meter, dog er der et større udsving ved 300-499 meter før spærrefladen. Antallet af uheld ved spærrefladen og de første 100 meter efter spærrefladen er langt højere, nemlig ca. 75 pr. 100 meter. Derefter falder uheldstæthed omtrent til niveauet før spærrefladen. Det er på den højre beliggende motorvej efter spærrefladen, der sker flere uheld. To meget ulykkesbelastede højre beliggende motorveje svinger forholdsvis skarpt mod højre umiddelbart efter spærrefladen for derefter at svinge mod venstre og over den venstre beliggende motorvej. Den højere uheldstæthed på motorvejene efter spærrefladen skyldes derved et kurvet forløb på nogle motorvejsstrækninger.

Rampeforgreninger ligger i motorvejskryds og de fleste i umiddelbar forlængelse af frakørselsflettestrækninger. Sådanne forgreninger giver ikke mening at analysere på samme måde som i figur 10, da uheldstæthed før forgreningen ikke vil være retvisende. Der er kun 6 rampeforgreninger med rampestrækninger længere

end 50 meter både før og efter forgreningen. På disse rampeforgreninger og på ramperne før og efter forgreningerne er der sket 19 uheld i perioden med forgreningernes nuværende design. Derfor analyseres rampeforgreninger ikke nærmere.



Figur 10. Uheld (én side af motorvej) pr. 100 meter på, før og efter 17 motorvejsforgreninger. Strækning med spærreflade er inklusiv strækning med fuldt optrukken linje. I alt indgår 447 uheld. I gennemsnit er spærrefladen 142 meter lang, mens en kilestrækning før spærrefladen i gennemsnit er 342 m lang.

Afsnittet synes at vise, at ...

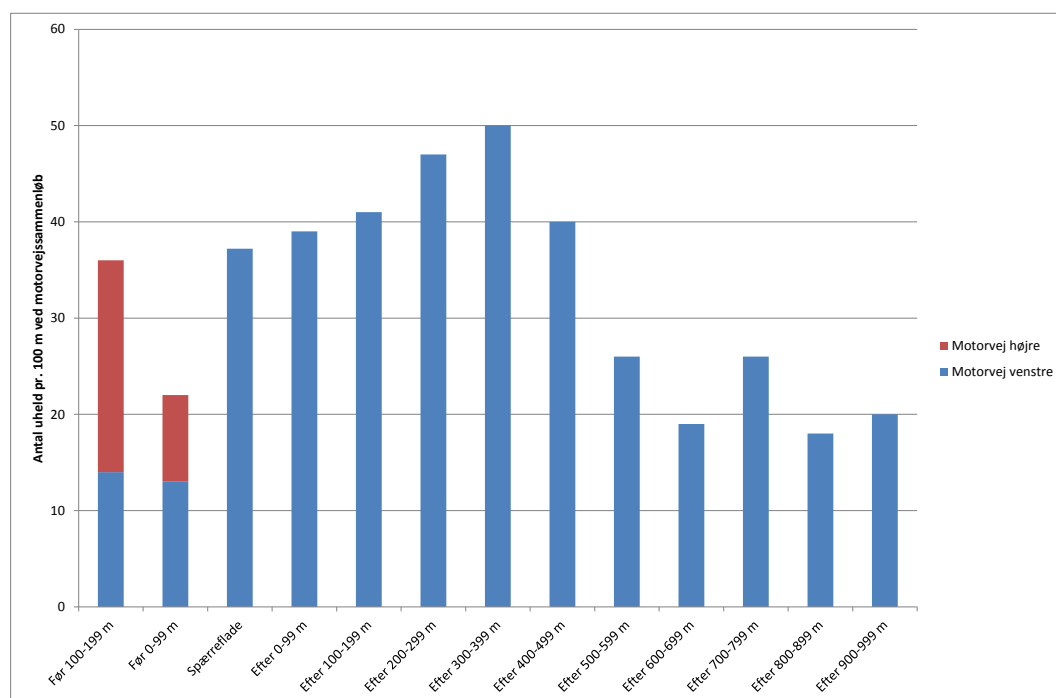
- Uheldstætheden ved motorvejsforgreninger er høj på strækningen med spærreflade og på de to forgrenede motorveje de første 100 meter efter spærrefladen.

3.1.4 Sammenløb

I alt findes 30 motorvejssammenløb og 27 rampesammenløb i Danmark. For motorvejssammenløb ses på uheldstætheden de første 1.000 meter efter spærrefladen (inklusive eventuel fuldt optrukken linje), og på de sidste 200 meter før spærrefladen på de to motorveje, der løber sammen.

På figur 11 på næste side ses uheldenes fordeling ved motorvejssammenløb. På én motorvej sker der mange uheld ca. 100-200 før spærrefladen, da denne motorvej har en skarp kurve og samtidig kører ned ad bakke. Hvis denne motorvej havde samme uheldstæthed som på sine øvrige strækninger, så ligger uheldstætheden på motorvejene før spærrefladen på ca. 23 pr. 100 meter. Uheldstætheden på motorvejen 500-999 meter efter spærrefladen ligger på ca. 22 pr. 100 meter. Uheldstæt-

heden på spærrefladen og de første 500 meter efter spærrefladen er 42 pr. 100 m, altså næsten dobbelt så høj. Uheldstætheden er forhøjet på strækningen med spærreflade og kilestrækning, altså hvor antallet af kørespor bliver færre.



Figur 11. Uheld pr. 100 meter på, før og efter 12 motorvejssammenløb. Strækning med spærreflade er inklusiv strækning med fuldt optrukket linje. I alt indgår 449 uheld. I gennemsnit er spærrefladen 174 meter lang, mens en kilestrækning efter spærrefladen i gennemsnit er 441 meter lang.

Rampesammenløb ligger i motorvejskryds og ofte umiddelbart før tilkørselsflettestrækninger. Sådanne sammenløb giver ikke mening at analysere på samme måde som i figur 11, da uheldstætheden efter spærrefladen i sammenløbet ikke vil være retvisende. Der er kun 2 rampesammenløb med rampestrækninger længere end 50 meter både før og efter rampesammenløbet. Derfor analyseres rampesammenløb ikke nærmere.

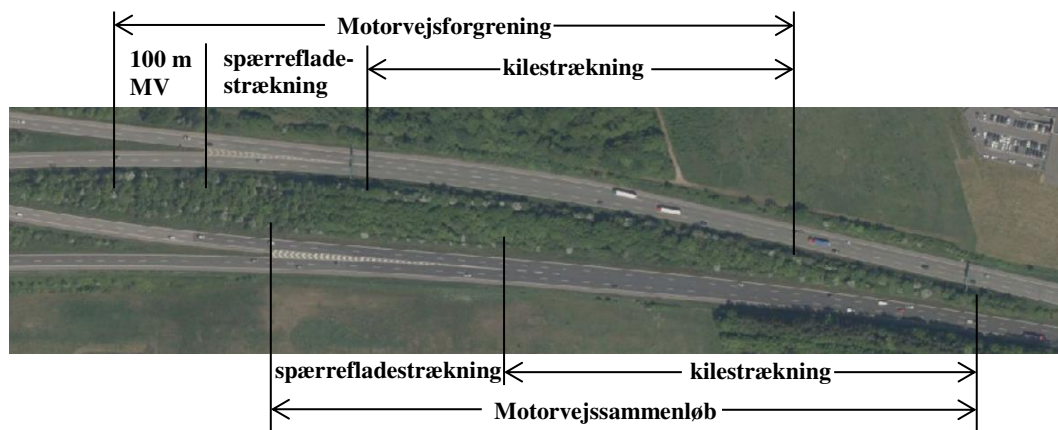
Afsnittet synes at vise, at ...

- Uheldstætheden ved motorvejssammenløb er høj på strækningen med spærreflade og motorvejen de første 500 meter efter spærrefladen, hvilket svarer ca. til kilestrækningen, altså hvor antallet af kørespor bliver færre.

3.1.5 Ændret definition af motorvejsnettets dele

De indledende analyser viser, at det er hensigtsmæssigt at ændre definitionen af motorvejsnettets dele for at opnå motorvejsstrækninger mv. med mere homogene uheldstætheder. Derfor foretages tre ændringer af motorvejsnettet:

1. De første 100 meter efter en motorvejsforgrening overgår til forgreningen. Hvis der er mindre end 100 meter motorvejsstrækning efter en forgrening overgår hele motorvejsstrækningen til forgreningen. Motorvejssammenløb ændres ikke. Se figur 12.
2. De første 100 meter før en frakørselsflettestrækning overgår til frakørselsflettestrækningen. Hvis der er mindre end 100 meter motorvejsstrækning før en frakørselsflettestrækning overgår hele motorvejsstrækningen til frakørselsflettestrækningen. Se figur 13.
3. De første 400 meter efter en tilkørselsflettestrækning overgår til tilkørselsflettestrækningen. Hvis der er mindre end 400 meter motorvejsstrækning efter en tilkørselsflettestrækning overgår hele motorvejsstrækningen til tilkørselsflettestrækningen. Se figur 14 på næste side.



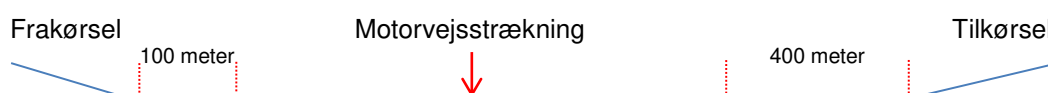
Figur 12. Illustration af motorvejssammenløb og ændret definition af motorvejsforgrening.



Figur 13. Illustration af ændret definition af frakørselsflettestrækning.



Figur 14. Illustration af ændret definition af tilkørselsflettestrækning.



Figur 15. Illustration af ændret definition af motorvejsstrækning.

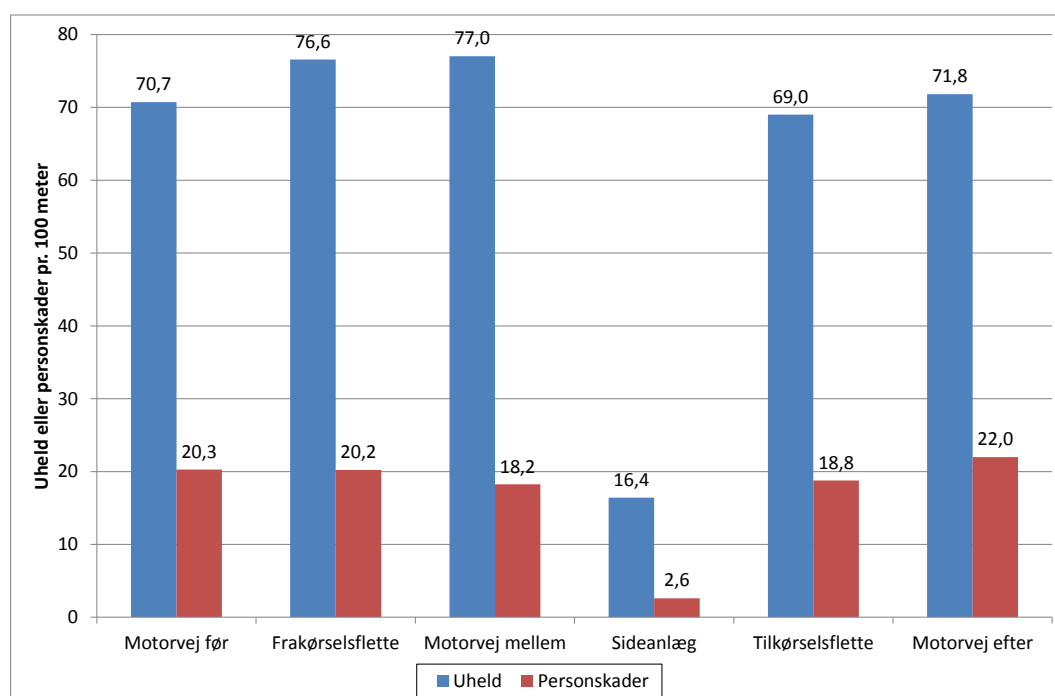
Ændringerne af motorvejsnettet er udført i fornævnte rækkefølge. Det betyder, at de fleste motorvejsstrækninger er blevet 500 meter kortere, se figur 15. Men hvis en motorvejsstrækning mellem en tilkørselsflettestrækning og en frakørselsflettestrækning er kortere end 500 meter og længere end 100 meter, så er frakørselsflettestrækningen øget med 100 meter, mens tilkørselsflettestrækningen er øget med mindre end 400 meter.

Alt i alt har de ændrede definitioner medført, at 69 motorvejsstrækninger udgår, da disse overføres til forgreninger, frakørsels- og tilkørselsflettestrækninger. De tilbageværende 1.168 motorvejsstrækninger har en samlet længde på 1.722.514 meter (mod tidligere 1.973.817 meter motorvejsstrækninger). De samlede længder af forgreninger, frakørsels- og tilkørselsflettestrækninger er øget til hhv. 13.081 meter, 171.803 meter og 401.474 meter.

3.2 Sikkerhedseffekt af motorvejsrastepladser

Der er kun udført få studier af den sikkerhedsmæssige betydning af rastepladser (med eller uden servicestationer) ved motorveje. Reynier et al. (2010) konkluderer, at antallet af personskadeuheld på strækninger af 16 km efter rastepladser er 14 % lavere end på strækninger 16 km før rastepladser. King (1989) konkluderer, at omfanget af uheld med køretøjer parkeret i nødsporet er ca. 50 % højere før rastepladser end efter rastepladser. Begge studier indikerer, at rastepladser ved motorveje forebygger uheld.

Der er registreret 87 rastepladser på det danske motorvejsnet. Set i lyset af afsnit 3.1.1 kan man formode, at uheldstæthederne er forhøjet ved både frakørsels- og tilkørselsflettestrækninger til og fra rastepladserne. De forhøjede uheldstætheder skal mere end opvejes af lavere uheldstætheder på motorvejsstrækningerne efter rastepladserne, hvis rastepladser skal kunne forebygge uheld. I figur 16 på næste side opereres med de ændrede definitioner af motorvejs- og flettestrækninger, der er omtalt i afsnit 3.1.5.



Figur 16. Uheld og personskader pr. 100 meter før, på, ved og efter 55 motorvejsrastepladser (én side af motorvej). Der indgår 4.665 uheld og 1.313 personskader. Gennemsnitlængder er: Motorvejsstrækning før 2.265 meter, frakørselsflettestrækning 326 meter, motorvejsstrækning mellem/sideanlæg 505 meter, tilkørselsflettestrækning 802 meter og motorvejsstrækning efter 2.349 meter.

I figur 16 er vist uheds- og personskadetætheden før, på, ved og efter motorvejsrastepladser. Af de 87 rastepladser indgår kun 55 i figur 16. Der er udeladt rastepladser, hvor motorvejsstrækningen før eller efter frakørsels- og tilkørselsflettestrækning er under 200 meter lang. Der er også udeladt rastepladser, der findes mellem fra- og tilkørselsramper fx Ejer Bavnehøj.

På motorvejsstrækningen efter rastepladsen er der pr. 100 meter sket 2 % flere uheld og 8 % flere personskader set i forhold til motorvejsstrækningen før rastepladsen. Strækninger med sideanlæg og motorvej mellem frakørsels- og tilkørselsflettestrækning har samlet 32 % flere uheld og 3 % flere personskader pr. 100 meter end motorvejsstrækningen før frakørselsflettestrækningen.

Det er værd at bemærke, at 5,2 % af motorvejstrafikken i 2012 drejede fra til en rasteplads, men at 18 % af uheldene og 13 % af personskaderne på strækninger med sideanlæg og motorvej mellem frakørsels- og tilkørselsflettestrækninger sker på sideanlægget. Uhedsfrekvensen på rastepladsen er således ca. 3 gange højere end på motorvejsstrækningen og skadesfrekvensen er ca. 2 gange højere. Der er også flere konfliktpunkter på en rasteplads end på en motorvejsstrækning.

Der sker 70,7 uheld og 20,3 personskader pr. 100 meter på motorvejsstrækninger før rastepladser, men 74,9 uheld og 20,4 personskader pr. 100 meter på de øvrige

strækninger samlet set (flettestrækninger, rastepladser og motorvejsstrækninger mellem og efter). Det svarer til 6 % flere uheld og 1 % flere personskader på de øvrige strækninger i forhold til motorvejsstrækninger før rastepladser.

		Antal uheld eller personskader på strækninger		Effekt af rastepladser	
		Før	Efter/øvrige	Bedste estimat	95% konfidensinterval
Motorvejsstrækning før versus efter rasteplads	Alle uheld	1.669	1.802	+5 %	-7 % ; +18 %
	Personskader	465	540	+10 %	-11 % ; +36 %
Motorvejsstrækning før versus øvrige strækninger	Alle uheld	1.669	2.996	+5 %	-4 % ; +15 %
	Personskader	465	848	+3 %	-13 % ; +21 %

Tabel 7. Antal uheld og personskader på motorvejsstrækninger før og efter rastepladser samt øvrige strækninger. Estimeret effekt af rastepladser ud fra meta-analyse, hvor motorvejsstrækninger før rastepladser er sammenlignet med hhv. motorvejsstrækninger efter rastepladser og øvrige strækninger.

I tabel 7 ses resultater af meta-analyser, hvor det statistisk er testet om tætheden af uheld og personskader er større eller mindre før og efter rastepladser. Det bedste estimat er, at der sker 5 % flere uheld på motorvejsstrækninger efter rastepladser eller på øvrige strækninger set i forhold til motorvejsstrækninger før rastepladser. Disse 5 % flere uheld er dog ikke statistisk signifikant. Omfanget af personskader er også højere efter rastepladser end før, men dette er heller ikke statistisk signifikant. Ud fra dette ser motorvejsrastepladser ud til at give i flere uheld og personskader på motorvejsnettet, men stigningerne er ikke statistisk signifikante. Elvik (2001) har beskrevet meta-analyse metoden.

Der er kun set på uheld og personskader på motorvejsstrækninger ca. 2,3 km før og efter frakørsels- og tilkørselsflettestrækninger til rastepladser. Det kan være, at rastepladser har en anden virkning på tætheden af uheld og personskader længere væk fra rastepladserne. En mulighed kan være, at man på rastepladsen har skiftet chauffør eller købt mad- og drikkevarer, som fortæres efter rastepladsen. Begge forhold kan forøge uheldsfrekvensen i kortvarigt. En anden mulighed kan være, at motorvejsrastepladser i Danmark ikke i udpræget grad benyttes for at hvile sig, hvorved bilførerne ikke er mere udhvilede efter et rastepladsbesøg end før.

Ud fra figur 16 og tabel 7 er det dog ikke muligt at sige noget om den samlede virkning på trafiksikkerheden af motorvejsrastepladser. Det skyldes to forhold:

- Hvis der ikke var motorvejsrastepladser, så ville der eventuelt indtræffe en mere usikker kørsel på motorvejen fx flere stop i nødspor eller flere mobil-samtaler i kørende biler.
- Hvis der ikke var motorvejsrastepladser, så ville flere forlade motorvejsnettet fx for at tanke brændstof, og derefter køre tilbage på motorvejsnettet. Det vil resultere i mere kørsel på ramper og det øvrige vejnet med de yderligere faremomenter, der findes dér.

4. Modeludvikling

I kapitlet er udarbejdet basis-, faktor- og grundmodeller af motorvejsstrækninger, frakørsels- og tilkørselsflettestrækninger samt frakørsels- og tilkørselsramper. For de øvrige dele af motorvejsnettet er der kun udarbejdet basismodeller.

4.1 Motorvejsstrækninger

I alt er der registreret 1.168 homogene motorvejsstrækninger (én side af motorvej) med en samlet længde på 1.722 km. Nogle motorvejsstrækninger er først bygget i de senere år, andre er blevet ombygget og for nogle få strækninger foreligger ikke alle trafikdata. Antal uheld og personskader er opgjort i tabel 8 for geometrisk uændrede motorvejsstrækninger med trafikdata i en periode frem til og med 2012.

Periode	Strækninger		Uheld				Personskader				Uheld pr. km pr. år
	Antal	Km	Person	Materiel	Ekstra	Alle	Dræbte	Alvorlige	Lette	Alle	
1994-2012	637	944	2.236	3.131	6.911	12.278	287	1.412	1.814	3.513	0,68
1995-2012	666	1.015	2.260	3.125	6.888	12.273	284	1.421	1.856	3.561	0,67
1996-2012	677	1.044	2.152	3.007	6.590	11.749	271	1.324	1.798	3.393	0,66
1997-2012	694	1.073	2.035	2.887	6.249	11.171	253	1.242	1.724	3.219	0,65
1998-2012	747	1.130	2.005	2.954	6.286	11.245	235	1.217	1.689	3.141	0,66
1999-2012	791	1.208	1.958	2.946	6.214	11.118	227	1.202	1.644	3.073	0,66
2000-2012	811	1.234	1.827	2.774	5.906	10.507	209	1.109	1.535	2.853	0,65
2001-2012	825	1.270	1.677	2.578	5.598	9.853	192	1.000	1.417	2.609	0,65
2002-2012	841	1.300	1.536	2.407	5.260	9.203	172	899	1.301	2.372	0,64
2003-2012	877	1.356	1.369	2.252	4.877	8.498	144	798	1.153	2.095	0,63
2004-2012	902	1.389	1.187	2.054	4.519	7.760	119	684	983	1.786	0,62
2005-2012	909	1.403	1.037	1.826	4.114	6.977	101	604	849	1.554	0,62
2006-2012	910	1.404	879	1.581	3.686	6.146	75	513	731	1.319	0,63
2007-2012	953	1.461	721	1.360	3.181	5.262	64	443	576	1.083	0,60
2008-2012	982	1.505	558	1.081	2.632	4.271	55	343	436	834	0,57
2009-2012	1.046	1.567	434	887	2.207	3.528	40	275	342	657	0,56
2010-2012	1.050	1.573	299	678	1.640	2.617	27	184	243	454	0,55
2011-2012	1.055	1.577	183	448	1.018	1.649	11	115	139	265	0,52
2012-2012	1.074	1.597	72	221	526	819	3	48	67	118	0,51

Tabel 8. Opgørelser af uheld og personskader for motorvejsstrækninger med en uændret geometri i en periode frem til og med 2012.

Tabel 8 viser fx, at der er 909 motorvejsstrækninger med trafikdata, der var geometrisk uændrede i perioden 2005-2012, og der på disse motorvejsstrækninger i perioden 2005-2012 er registreret 6.977 uheld og 1.554 personskader. Der er sket 0,62 uheld pr. km pr. år på disse strækninger (alle uheld på én side af motorvej).

Det kan i øvrigt nævnes, at der skete 0,51 person- og materielskadeuheld pr. km pr. år på begge sider af motorvej i årene 2005-2012. Af tabel 8 kan tillige ses, at man maksimalt kan opnå, at 12.278 uheld og 3.561 personskader kan indgå i udarbejdelse af modeller for motorvejsstrækninger.

Den 30. april 2004 blev den generelle hastighedsbegrænsning på motorveje sat op fra 110 til 130 km/t. Af hensyn til denne større ændring vælges at lade homogene motorvejsstrækninger, der var geometrisk uændrede i perioden 2005-2012, indgå i udarbejdelsen af uheldsmodeller for motorvejsstrækninger.

Af alle 1.168 motorvejsstrækninger er den korteste 5 meter, mens den længste er 17.232 meter. For at opnå bedre modeller udelades motorvejsstrækninger, der er under 100 meter lange. I alt har 30 motorvejsstrækninger en længde under 100 meter. Blandt de 909 motorvejsstrækninger med trafikdata, der var geometrisk uændret i perioden 2005-2012, er 23 strækninger under 100 meter lange og på disse 23 strækninger er der sket 23 uheld i perioden 2005-2012. Disse 23 strækninger og 23 uheld udelades således af modelarbejdet.

4.1.1 Datagrundlag for modeludvikling

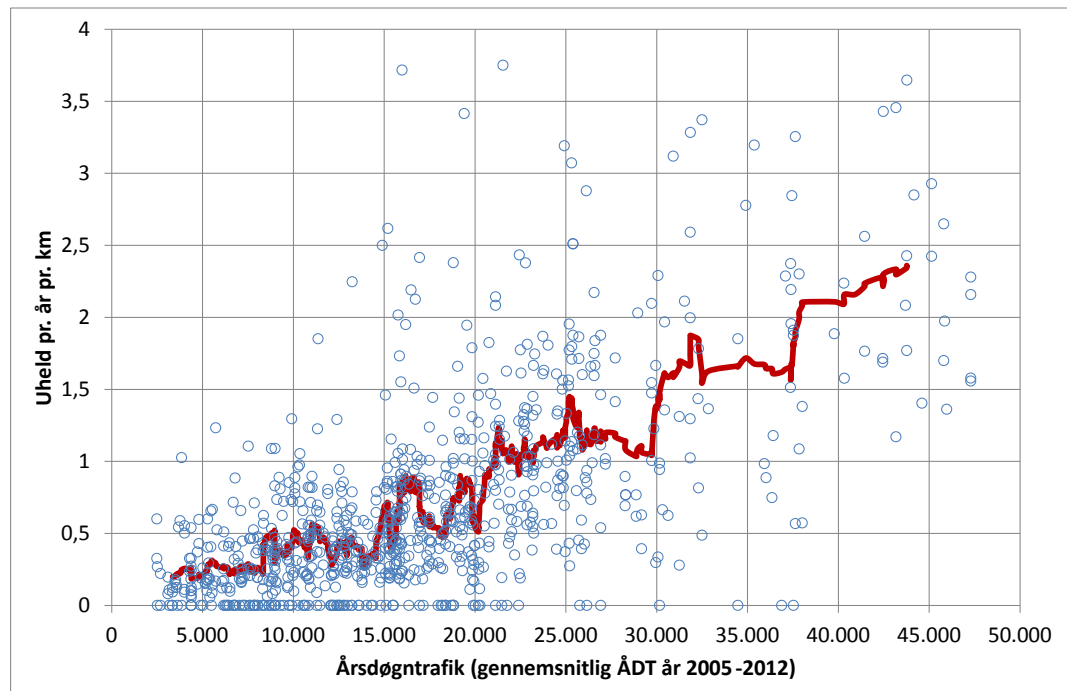
I det følgende beskrives de 886 motorvejsstrækninger (én side af motorvej), der indgår i udviklingen af uheldsmodeller. Længden af motorvejsstrækningerne er 1.402 km. Den gennemsnitlige længde er 1.582 meter (korteste er 106 meter, længste er 17.232 meter og standardafvigelse på 2.038 meter).

I tabel 9 på næste side findes centrale data om uheld, personskader og trafik for de 886 strækninger. Her ses bl.a. at der er sket 6.954 uheld med 1.552 personskader og kørt knap 64 mia. vognkm i perioden 2005-2012 på strækningerne. Af tabellen kan aflæses en række tal af stor betydning for modelarbejdet, fx er variansen i både for uheld og personskader større end gennemsnittet for hvert år, hvilket indikerer, at der er en betydelig systematisk variation, og at en negativ binomialfordelt model er fornuftig at anvende. I de enkelte år sker der så mange uheld og personskader, at det vil være muligt at opstille modeller med årsfaktorer, der kan angive fx uheldstæthed for hvert år på en pålidelig facon. Det ses tillige, at nul uheld og nul personskader er indtruffet i de enkelte år på en stor andel af strækningerne. Årsdøgntrafikken (ÅDT på én side af motorvej) varierer mellem ca. 2.500 og 47.300 biler pr. døgn. Trafikmængden har været rimelig stabil gennem perioden.

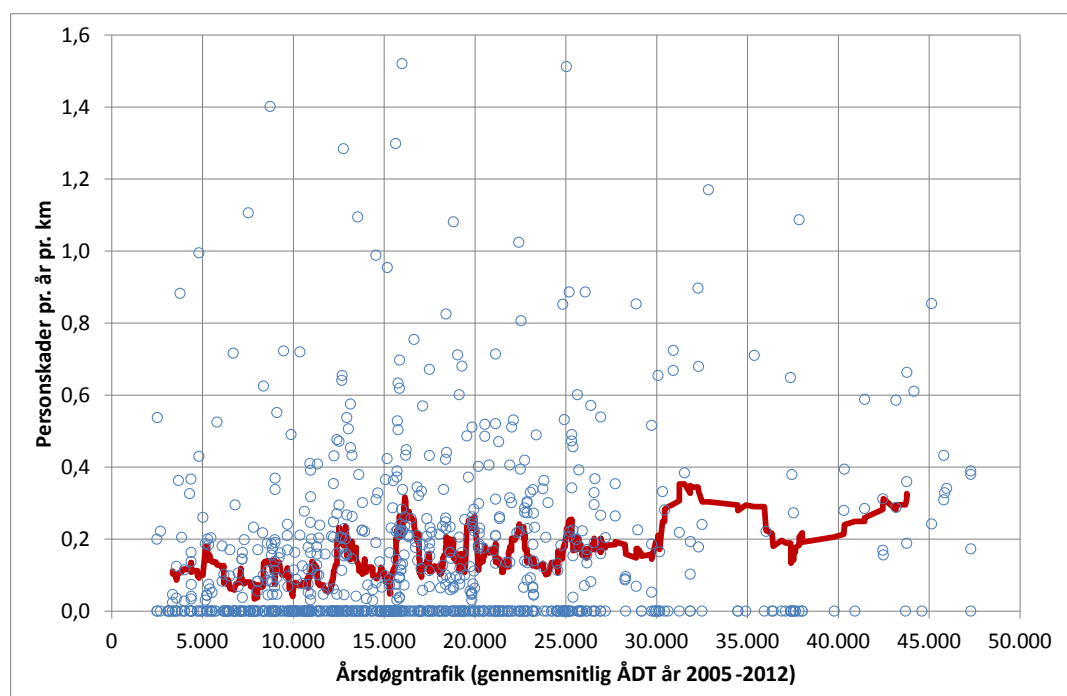
I figur 17 og 18 på siden efter tabel 9 ses hhv. uhelds- og personskadetæthed afbildet i forhold til trafikmængden. Der er en tæt og retlinjet relation mellem antallet af uheld og trafikmængden, hvor en fordobling af trafikmængden ser ud til at medføre ca. en fordobling af uheldstallet. Relationen mellem antallet af personskader og trafikmængden er svagere, og en fordobling af trafikmængden ser ud til kun at medføre ca. 1,4 gange så mange personskader.

ÅR		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Uheld	Personskade	157	163	166	136	127	113	106	67	1.035
	Materielskade	246	254	285	216	201	209	204	204	1.819
	Ekstra	438	525	563	525	526	581	465	477	4.100
	Alle	841	942	1.014	877	854	903	775	748	6.954
Uheld pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	12	13	17	9	12	12	12	15	83
	Gennemsnit	0,949	1,063	1,144	0,990	0,964	1,019	0,875	0,844	7,849
	Varians	2,408	3,567	4,047	2,749	2,787	3,427	2,618	2,656	130,359
	Standardafvigelse	1,552	1,889	2,012	1,658	1,670	1,851	1,618	1,630	11,417
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel		491 55 %	495 56 %	464 52 %	500 56 %	500 56 %	511 58 %	530 60 %	554 63 %	109 12 %
Personskader	Dræbte	26	11	10	15	12	16	8	3	101
	Alvorlige	90	75	101	76	88	66	62	44	602
	Lette	118	160	142	102	92	99	71	65	849
	Alle	234	246	253	193	192	181	141	112	1.552
Personskader pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	6	7	10	6	8	6	5	11	21
	Gennemsnit	0,264	0,278	0,286	0,218	0,217	0,204	0,159	0,126	1,752
	Varians	0,572	0,678	0,771	0,485	0,545	0,497	0,308	0,404	8,447
	Standardafvigelse	0,756	0,823	0,878	0,696	0,738	0,705	0,555	0,636	2,906
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel		750 85 %	759 86 %	748 84 %	771 87 %	780 88 %	791 89 %	794 90 %	828 93 %	435 49 %
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)	7.271	7.706	8.082	8.215	8.063	8.000	8.191	8.367	63.895
ÅDT pr. strækning	Minimum	2.116	2.244	2.368	2.443	2.548	2.515	2.666	2.753	2.481
	Maximum	44.913	45.974	46.411	47.340	48.068	46.237	49.704	49.667	47.289
	Gennemsnit	15.719	16.531	17.210	17.426	17.210	17.121	17.530	17.883	17.079
	Standardafvigelse	8.660	8.926	9.025	9.049	9.083	9.017	9.329	9.355	9.023
Uhedsfrekvens (uheld pr. mio. km)		0,116	0,122	0,125	0,107	0,106	0,113	0,095	0,089	0,109
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)		0,032	0,032	0,031	0,023	0,024	0,023	0,017	0,013	0,024

Tabel 9. Uheld, personskader og trafik på 886 motorvejsstrækninger i 2005-2012, hvor strækninger var geometrisk uændrede. Strækningerne er mindst 100 meter lange og har en samlet længde på 1.401.546 meter.



Figur 17. Uheldstæthed og trafikmængde for 886 motorvejsstrækninger. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.



Figur 18. Personskadetæthed og trafikmængde på 886 motorvejsstrækninger. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.

De 886 strækninger er åbnet for trafik i årene 1956-2004. I tabel 10 på næste side er resultater for strækninger opdelt efter åbningsår. Det ses, at uheldsfrekvensen bliver stadig lavere, jo ”nyere” motorvejen er. Derimod er skadesfrekvensen la-

vest blandt motorveje fra 1965-1984, men på disse strækninger er ÅDT samtidig størst.

	Åbningsår					
	1956-1964	1965-1974	1975-1984	1985-1994	1995-2004	I alt
Antal strækninger	71	255	178	187	195	886
Længde (meter)	86.464	304.442	265.848	390.212	354.580	1.401.546
ÅDT, gennemsnit	20.524	22.741	17.344	16.554	8.681	17.079
ÅDT, vægtet efter længde	12.291	21.923	17.411	16.678	8.441	15.602
Trafikarbejde (mio. km)	3.105	19.502	13.525	19.016	8.746	63.895
Uheld	411	2.394	1.557	1.786	806	6.954
Personskader	83	391	314	513	251	1.552
Uhedsfrekvens	0,132	0,123	0,115	0,094	0,092	0,109
Skadesfrekvens	0,027	0,020	0,023	0,027	0,029	0,024

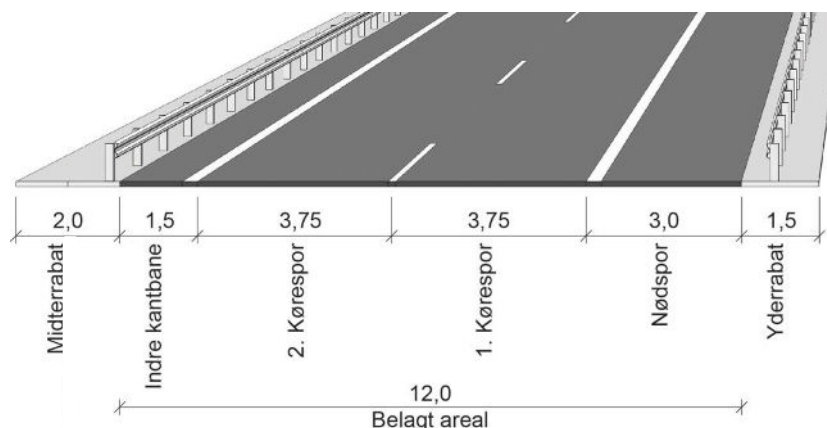
Tabel 10. 886 motorvejsstrækninger (én side af motorvej) opdelt efter åbningsår. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Politikreds					
	Nord-jylland	Øst-jylland	Midtvest-jylland	Sydøst-jylland	Sydønder-jylland	Fyn
Antal strækninger	156	69	19	105	104	73
Længde (meter)	271.362	107.399	22.088	188.418	169.209	114.887
ÅDT, gennemsnit	10.574	15.321	6.894	19.971	10.748	20.867
ÅDT, vægtet efter længde	9.508	16.324	6.387	19.146	11.284	21.315
Trafikarbejde (mio. km)	7.539	5.123	412	10.541	5.579	7.155
Uheld	628	363	23	1.251	664	948
Personskader	314	122	19	224	151	159
Uhedsfrekvens	0,083	0,071	0,056	0,119	0,119	0,132
Skadesfrekvens	0,042	0,024	0,046	0,021	0,027	0,022

	Politikreds					
	Syd-sjælland	Midtvest-sjælland	Nord-sjælland	Københavns Vestegn	København	Blandet
Antal strækninger	92	71	77	76	21	23
Længde (meter)	195.847	104.051	55.772	53.528	11.253	107.732
ÅDT, gennemsnit	12.066	24.450	23.420	26.710	20.078	19.784
ÅDT, vægtet efter længde	11.822	22.819	21.142	25.585	19.382	18.289
Trafikarbejde (mio. km)	6.765	6.938	3.445	4.002	637	5.757
Uheld	760	804	364	460	91	598
Personskader	186	141	61	62	22	91
Uhedsfrekvens	0,112	0,116	0,106	0,115	0,143	0,104
Skadesfrekvens	0,027	0,020	0,018	0,015	0,035	0,016

Tabel 11. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter politikreds. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 11 er strækningerne opdelt efter politikreds. Det ses, at uheldsfrekvensen er lav i Nord-, Øst- og Midtvestjyllands politikredse, mens uheldsfrekvensen er høj i politikredsene København og Fyn. Skadesfrekvensen er lav i politikredsene Nord-sjælland og Københavns Vestegn, mens den er høj i Nord- og Midtvestjyllands samt Københavns politikreds.



Figur 19. Halvt tværprofil for en 4-sporet motorvej.

I de følgende tabeller gives opgørelser af de 886 motorvejsstrækninger (én side af motorvej) opdelt efter diverse forhold ved det halve tværprofil. Der ses bl.a. på bredde af nødspor, kørespor, indre kantbane og midterrabat, se evt. figur 19. Der ses tillige på antal kørespor og bredde af belagt areal for den pågældende side af motorvejen. I nødsporet indgår den højre kantlinje, mens den venstre kantlinje indgår i den indre kantbane. Bredden af midterrabat er fra kant af indre kantbane til kant af indre kantbane.

	Bredde af belagt areal (meter)					
	7,95-9,99	10-10,99	11-11,99	12-13,99	14-15,49	15,5-20,7
Antal strækninger	75	407	295	31	49	29
Længde (meter)	96.120	831.423	390.089	22.023	37.517	24.374
ÅDT, gennemsnit	13.793	13.155	17.540	31.313	29.747	39.324
ÅDT, vægtet efter længde	10.154	13.290	18.124	32.619	29.125	39.386
Trafikarbejde (mio. km)	2.852	32.287	20.658	2.099	3.193	2.805
Uheld	387	3.187	2.370	252	400	358
Personskader	83	871	458	25	46	69
Uheldsfrekvens	0,136	0,099	0,115	0,120	0,125	0,128
Skadesfrekvens	0,029	0,027	0,022	0,012	0,014	0,025

Tabel 12. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter bredde af det belagte areal. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Jo bredere motorvejen er, desto højere er årsdøgntrafikken, se tabel 12. Uheldsfrekvensen er mindst, når den belagte bredde er omkring 10,5 meter, mens skadesfrekvensen er mindst, når bredden er ca. 13 meter. De fleste motorvejsstrækninger har en belagt bredde på 10-12 meter.

	Forekomst / bredde af nødspor (meter)			
	Ej nødspor 0,30-0,99 m	Delvist nødspor 1,00-2,49 m	Smalt nødspor 2,50-3,00 m	Bredt nødspor 3,01-5,00 m
Antal strækninger	61	30	509	286
Længde (meter)	86.725	19.234	896.511	399.076
ÅDT, gennemsnit	13.597	23.071	14.693	21.439
ÅDT, vægtet efter længde	10.014	20.660	14.009	20.151
Trafikarbejde (mio. km)	2.538	1.161	36.698	23.498
Uheld	394	141	3.702	2.717
Personskader	79	24	988	461
Uhedsfrekvens	0,155	0,121	0,101	0,116
Skadesfrekvens	0,031	0,021	0,027	0,020

Tabel 13. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter bredde af nødspor. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Et nødspor er typisk 3,0 eller 3,5 meter bredt. Nogle få motorvejsstrækninger har kun delvist et nødspor, hvor fx nødsporet mangler ved broer eller nødsporet kun har karakter af en kantbane. Der findes en del strækninger uden nødspor. Både uheds- og skadesfrekvensen er højere på motorveje uden nødspor end på motorveje med nødspor, se tabel 13.

	Antal kørespor			
	2	2½ *	3	4
Antal strækninger	772	10	99	5
Længde (meter)	1.317.771	1.872	79.685	2.218
ÅDT, gennemsnit	14.765	19.225	33.686	41.233
ÅDT, vægtet efter længde	14.467	19.745	33.557	41.004
Trafikarbejde (mio. km)	55.707	108	7.813	266
Uheld	5.886	11	1.007	50
Personskader	1.404	1	140	7
Uhedsfrekvens	0,106	0,102	0,129	0,188
Skadesfrekvens	0,025	0,009	0,018	0,026

Tabel 14. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter antal kørespor. * 2½ kørespor er strækninger, hvor der er 2 gennemgående kørespor samt et sporbortfald eller en sportilføjelse. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Tabel 14 viser, at uhedsfrekvensen synes at stige med antallet af kørespor. Derimod er skadesfrekvensen lavest på motorvejsstrækninger med 3 kørespor. I tabel 15 på næste side er tallene opdelt efter bredde af kørespor. Den bredde er målt som den gennemsnitlige bredde af gennemgående kørespor. Uhedsfrekvensen er lavest ved en gennemsnitlig køresporsbredde på 3,50 meter, men ved denne bredde er skadesfrekvensen samtidig højest. En yderligere opdeling af strækninger på

både antal og bredde af kørespor gør ikke en klogere på betydningen af de to forhold for trafiksikkerheden.

	Bredde af kørespor (meter)				
	3,25-3,49	3,50	3,51-3,74	3,75	3,76-4,25
Antal strækninger	20	468	55	308	35
Længde (meter)	13.535	933.642	46.540	372.627	35.202
ÅDT, gennemsnit	34.424	12.908	24.778	18.840	35.341
ÅDT, vægtet efter længde	36.608	12.786	24.332	19.121	33.402
Trafikarbejde (mio. km)	1.448	34.882	3.309	20.820	3.436
Uheld	231	3.453	397	2.434	439
Personskader	25	968	50	444	65
Uheldsfrekvens	0,160	0,099	0,120	0,117	0,128
Skadesfrekvens	0,017	0,028	0,015	0,021	0,019

Table 15. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter den gennemsnitlige bredde af gennemgående kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Indre kantbane består i de fleste tilfælde blot af en midtkantbane på 0,5 meter, der er kantlinjen og lidt til. I nogle tilfælde findes derudover en asfalteret nødrabat typisk af ca. en meters bredde foruden kantlinjen. I tabel 16 er motorvejsstrækninger opdelt efter bredde af indre kantbane. Tabellen peger ikke i retning af meget, da tallene til opgørelse af uhelds- og skadesfrekvenser for andre bredder end 0,5 meter er små.

	Bredde af indre kantbane (meter)			
	0,20-0,45	0,50	0,55-1,45	1,50-4,00
Antal strækninger	3	844	12	27
Længde (meter)	4.966	1.358.347	12.387	25.846
ÅDT, gennemsnit	16.108	17.188	20.146	12.403
ÅDT, vægtet efter længde	17.265	15.637	23.186	9.812
Trafikarbejde (mio. km)	251	62.064	839	741
Uheld	19	6.792	80	63
Personskader	1	1.498	15	38
Uheldsfrekvens	0,076	0,109	0,095	0,085
Skadesfrekvens	0,004	0,024	0,018	0,051

Table 16. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter bredde af indre kantbane. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 17 på næste side ses, at uheldsfrekvensen ikke er påvirket af bredden af midterrabbatten. Derimod er skadesfrekvensen højere ved strækninger med 2,5-5,4 meter brede midterrabbatter set i forhold til strækninger med smallere eller bredere midterrabbatter.

	Bredde af midterrabat (meter)					
	1,0-2,4	2,5-3,4	3,5-5,4	5,5-7,4	7,5-14,0	Ukendt
Antal strækninger	50	362	75	194	134	71
Længde (meter)	81.157	751.545	82.538	213.787	175.930	96.589
ÅDT, gennemsnit	15.862	12.294	23.617	22.971	17.214	19.070
ÅDT, vægtet efter længde	14.446	12.452	19.465	23.063	17.760	17.333
Trafikarbejde (mio. km)	3.426	27.346	4.694	14.407	9.130	4.892
Uheld	377	2.760	534	1.806	922	555
Personskader	65	779	123	286	211	88
Uhedsfrekvens	0,110	0,101	0,114	0,125	0,101	0,113
Skadesfrekvens	0,019	0,028	0,026	0,020	0,023	0,018

Tabel 17. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter bredde af midterrabat.

Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Type af autoværn i midterrabat				
	Ingen	Stålværn	Betonværn	New Jersey	Blandet
Antal strækninger	14	814	10	14	34
Længde (meter)	9.789	1.309.427	4.086	8.325	69.919
ÅDT, gennemsnit	18.618	16.877	17.120	28.909	16.397
ÅDT, vægtet efter længde	18.244	15.449	16.747	29.343	16.385
Trafikarbejde (mio. km)	522	59.112	200	714	3.348
Uheld	79	6.364	18	126	367
Personskader	17	1.464	4	19	48
Uhedsfrekvens	0,151	0,108	0,090	0,177	0,110
Skadesfrekvens	0,033	0,025	0,020	0,027	0,014

Tabel 18. 886 motorvejsstrækninger opdelt efter type af autoværn i midterrabat

(autoværn i venstre side). Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antallet af uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Andel af strækning med autoværn i højre side					
	0,0%	0,1-25,0%	25,1-50,0%	50,1-75,0%	75,1-99,9%	100,0%
Antal strækninger	206	262	192	111	64	51
Længde (meter)	111.089	362.556	461.580	311.627	126.123	28.571
ÅDT, gennemsnit	14.337	16.758	17.843	18.004	20.080	21.141
ÅDT, vægtet efter længde	12.954	13.454	16.366	17.284	16.171	19.950
Trafikarbejde (mio. km)	4.205	14.253	22.073	15.738	5.960	1.666
Uheld	503	1.459	2.358	1.799	632	203
Personskader	113	379	486	397	127	50
Uhedsfrekvens	0,120	0,102	0,107	0,114	0,106	0,122
Skadesfrekvens	0,027	0,027	0,022	0,025	0,021	0,030

Tabel 19. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter andel af strækning med autoværn i højre side. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 18 ses, at både uhelds- og skadesfrekvens er høj, hvor der er hhv. ingen eller et New Jersey autoværn i midterrabbatten (venstre side af motorvej) set i forhold til stål- eller betonværn i midterrabbatten.

Motorvejsstrækninger med en høj årsdøgntrafik synes i højere grad at have autoværn i højre vejside end strækninger med lav ÅDT, se tabel 19. Hverken uhelds- eller skadesfrekvensen afhænger af forekomsten af autoværn i højre vejside.

	Hastighedsbegrænsning (km/t)					
	70	80	90	110	130	Blandet
Antal strækninger	6	2	35	400	380	63
Længde (meter)	1.689	1.474	25.216	445.062	746.321	181.784
ÅDT, gennemsnit	9.834	13.098	21.647	20.315	13.532	164.467
ÅDT, vægtet efter længde	9.152	10.164	19.524	18.308	13.806	15.908
Trafikarbejde (mio. km)	45	44	1.439	23.809	30.108	8.450
Uheld	21	20	198	2.565	3.230	920
Personskader	6	0	34	460	887	165
Uheldsfrekvens	0,465	0,457	0,138	0,108	0,107	0,109
Skadesfrekvens	0,133	0,000	0,024	0,019	0,029	0,020

Tabel 20. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter hastighedsbegrænsning. Der er en række strækninger med to eller flere forskellige hastighedsgrænser. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Tabel 20 viser, at længden af motorvejsstrækninger med hhv. 70, 80 og 90 km/t hastighedsbegrænsning er ganske begrænset. Uheldsfrekvensen på motorveje med hhv. 110 og 130 km/t hastighedsbegrænsning er næsten ens, mens skadesfrekvensen er højere ved 130 km/t end ved 110 km/t, dog er trafikmængden også lavere på motorvejsstrækninger med 130 km/t hastighedsbegrænsning.

Det skal nævnes, at der på én motorvejsstrækning er en anbefalet hastighed på 60 km/t, men at tavlen hidrører en kurve på en frakørselsrampe. Én motorvejsstrækning har kurveafmærkning, og her er der en 70 km/t hastighedsgrænse.

På motorvejsstrækninger med vejbelysning er uheldsfrekvensen højere end på strækninger uden belysning, mens skadesfrekvensen er lavest, hvor der er belysning, se tabel 21 på næste side. Uheldsfrekvensen på strækninger med overhalingforbud (typisk for tunge køretøjer om morgenen og sen eftermiddag på hverdage) er lidt højere end på strækninger uden et sådant forbud. Både uhelds- og skadesfrekvens er langt højere i to tunneler (Limfjords- og Tårnbytunnelen) set i forhold til strækninger, der ikke er i tunnel. Guldborgsundtunnelen indgår ikke, da den først blev til motorvej i 2007.

	Vejbelysning		Overhalingsforbud		Tunnel	
	Ja/delvist	Nej	Ja/delvist	Nej	Ja/delvist	Nej
Antal strækninger	132	754	292	594	4	882
Længde (meter)	89.497	1.312.049	479.735	921.811	2.390	1.399.156
ÅDT, gennemsnit	22.958	16.049	18.535	16.363	25.374	17.041
ÅDT, vægtet efter længde	18.808	15.383	18.629	14.027	26.437	15.583
Trafikarbejde (mio. km)	4.919	58.976	26.113	37.781	185	63.710
Uheld	631	6.323	3.068	3.886	74	6.880
Personskader	91	1.461	632	920	11	1.541
Uhedsfrekvens	0,128	0,107	0,117	0,103	0,401	0,108
Skadesfrekvens	0,019	0,025	0,024	0,024	0,060	0,024

Tabel 21. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter forekomst af vejbelysning, overhalingsforbud og tunnel. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Variable tavler		Afstandsmærker op til 16 km efter		Vekselstrækning før/efter	
	Ja	Nej	Ja/efter	Nej	Ja	Nej
Antal strækninger	40	846	47	839	25	861
Længde (meter)	79.691	1.321.855	118.237	1.283.309	17.881	1.383.665
ÅDT, gennemsnit	19.357	16.971	20.162	16.906	21.530	16.949
ÅDT, vægtet efter længde	15.726	15.594	20.142	15.184	20.416	15.540
Trafikarbejde (mio. km)	3.662	60.233	6.959	56.936	1.067	62.828
Uheld	390	6.564	945	6.009	128	6.826
Personskader	71	1.481	165	1.387	32	1.520
Uhedsfrekvens	0,107	0,109	0,136	0,106	0,120	0,109
Skadesfrekvens	0,019	0,025	0,024	0,024	0,030	0,024

Tabel 22. De 886 motorvejsstrækninger opdelt efter forekomst af variable tavler, afstandsmærker og vekselstrækninger. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Tabel 22 viser, at uheds- og skadesfrekvens er nogenlunde den samme på motorvejsstrækninger hhv. med og uden variable tavler. Man skal dog her huske på, at der findes variable tavler i og ved tunneler, der som angivet i tabel 21 er meget uhedsbelastet. Tabel 22 viser tillige, at strækninger med afstandsmærker har en højere uhedsfrekvens end strækninger uden afstandsmærker. Strækninger op til 16 km efter afstandsmærker er i samme kategori som strækninger med afstandsmærker, fordi uheds- og skadesfrekvens er omtrent ens. Strækninger med afstandsmærker er dog kun beliggende på motorveje med 130 km/t hastighedsbegrænsning. Motorvejsstrækninger, der ligger umiddelbart før og efter vekselstrækninger, har højere uheds- og skadesfrekvenser end andre motorvejstrækninger.

4.1.2 Basismodeller

De første modeller, der udvikles, er basismodeller. Her indgår alle 886 motorvejsstrækninger. Der udvikles basismodeller med og uden årsfaktorer (a_t). Modellerne udvikles med antal år (8 år fra 2005 til og med 2012, hvis årsfaktorer ikke indgår) og strækningslængde som offset variable, hvilket vil sige, at den modellerede uheldstæthed (UHT) er uheld pr. km pr. år. Disse basismodeller ser således ud:

$$UHT_t = a \cdot a_t \cdot N_t^p$$

hvor a og p er estimerede konstanter, a_t er et sæt af estimerede konstanter for år t og N_t er årsdøgntrafikken i år t . Hvis der ikke indgår årsfaktorer, så indgår den gennemsnitlige årsdøgntrafik i årene 2005-2012.

Basismodeller er estimeret med en negativ binomial (Poisson-gamma) fordeling ved teknikken maximum-likelihood. Der er kun estimeret modeller med konstant spredningsparameter, k . Spredningsparameteren angiver mængden af uforklaret systematisk variation. Når k er nul, så er der kun tilfældig variation tilbage, da modellen forklarer al systematisk variation. Når k er under 0,3, nærmer modellen sig en Poisson fordeling, og det kan overvejes at estimere modellen med denne fordeling i stedet.

En varierende spredningsparameter er interessant, når antallet af uheld eller personskader til estimering af modellen er over 1.000, og når k er over 0,3 i en model med konstant spredningsparameter. I nærværende tilfælde er det kun gældende for modellen af alle personskader, og det er derfor undladt at udføre modeller med varierende spredningsparameter.

Modellernes forklaringskraft er udtrykt ved Elvik's indeks. Indekset beregnes ved at sammenstille spredningsparameteren for modellen med spredningsparameteren for de oprindelige data ("model" kun med middelværdi dvs. konstanten a):

$$\text{Andel af systematisk variation forklaret} = R_k^2 = 1 - \frac{k_{\text{model}}}{k_{\text{oprindelig}}}$$

I tabel 23 på næste side er basismodeller for motorvejsstrækninger beskrevet ved a - og p -værdier, spredningsparameter og Elvik's indeks. I bilag 1 er basismodeller beskrevet med signifikansniveau og standardafvigelse for estimerede konstanter og spredningsparameter samt goodness-of-fit (GOF) statistikker. Tabel 23 viser, at årsdøgntrafikken kan forklare 36-72 % og 7-30 % af den systematiske variation i forekomsten af hhv. uheld og personskader. Spredningsparameteren, k , er under 0,30 for alle modeller af uheld, hvilket betyder, at der kun er et beskedent omfang af uforklaret systematisk variation tilbage, mens k er stor for modeller af dræbte og lette skader. Ud fra p -værdierne kan erfares, at frekvensen af personskadeuheld (uheld pr. kørt km) falder med stigende årsdøgntrafik (ÅDT), da p er under 1, mens frekvensen af ekstraueheld stiger med stigende ÅDT. Det viser, at uheldene

bliver mindre alvorlige med stigende trafikmængde. Derimod synes alvorligheden af personskaderne i personskadeuheld at stige med stigende trafikmængde, men det er vigtigt at påpege, at ÅDT kun forklarer 7-29 % af forekomsten af dræbte, alvorlige og lette skader. Det kan være, at alvorligheden af personskaderne har en anden sammenhæng med ÅDT, end modellerne giver udtryk for.

Type af uheld eller personskade	Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter		Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
	Total	Pr. km pr. år	a	p		
Personskadeuheld	1.035	0,092	0,00035785	0,5806	0,1513	0,36
Materielskadeuheld	1.819	0,162	0,00000533	1,0741	0,2063	0,60
Ekstrauheld	4.100	0,366	0,00000053	1,3863	0,2888	0,68
Person- og materielskadeuheld	2.854	0,255	0,00005231	0,8860	0,1528	0,58
Alle uheld	6.954	0,620	0,00000891	1,1556	0,1602	0,72
Dræbte	101	0,009	0,00000093	0,9548	1,7723	0,19
Alvorlige skader	602	0,054	0,00011554	0,6407	0,3791	0,29
Lette skader	849	0,076	0,00175059	0,3979	1,1184	0,07
Dræbte og alvorlige skader	703	0,063	0,00008754	0,6857	0,3661	0,30
Alle personskader	1.552	0,138	0,00103216	0,5145	0,6549	0,16

Tabel 23. Basismodeller for uheld og personskader på motorvejsstrækninger (én side af motorvej). Baseret på 886 strækninger på i alt 1.401.546 meter med en variation i årsdøgntrafik på 2.481 – 47.289.

Ud fra modellerne i tabel 23 kan man beregne et forventet antal uheld og personskader for én side af motorvejen. Vil man udføre en beregning for begge sider af motorvejen kan man enten beregne UHT for hver af siderne og så lægge de to tal sammen eller benytte en tillempet model, hvor ÅDT for begge sider af motorvejen indsættes. Den tillempede model har en anden a-værdi:

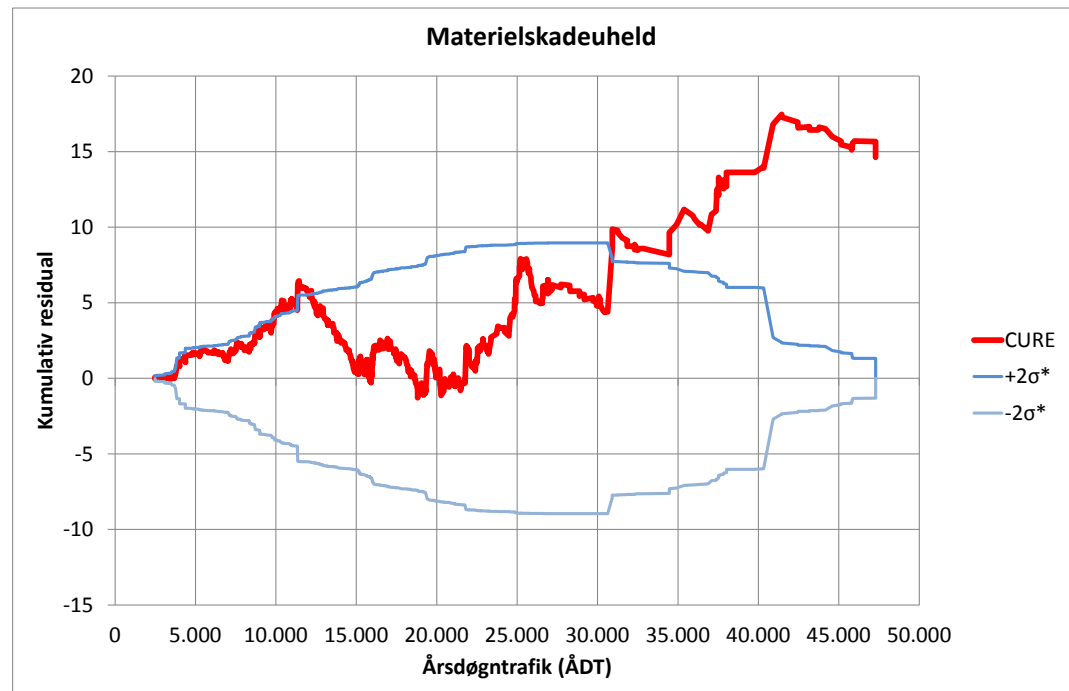
$$a_{\text{begge vejsider}} = 2 \cdot 0,5^p \cdot a_{\text{en vejside}}$$

Det betyder, at den tillempede a-værdi i modellen for personskadeuheld er:

$$a_{\text{begge vejsider, personskadeuheld}} = 2 \cdot 0,5^{0,5806} \cdot 0,00035785 = 0,00047858$$

I bilag 1 er tillempede a-værdier beregnet for modeller for motorvejsstrækninger.

Det skal nævnes, at modellerne i tabel 23 underestimerer uhelds- og personskadetætheden, især materielskadeuheld underestimeres. Underestimeringen synes at skyldes en underestimering af tætheden af uheld ved høje trafikmængder. Da der er en sammenhæng mellem strækningslængden og trafikmængden, resulterer bruget af strækningslængden som offsetvariabel i en generel underestimering.

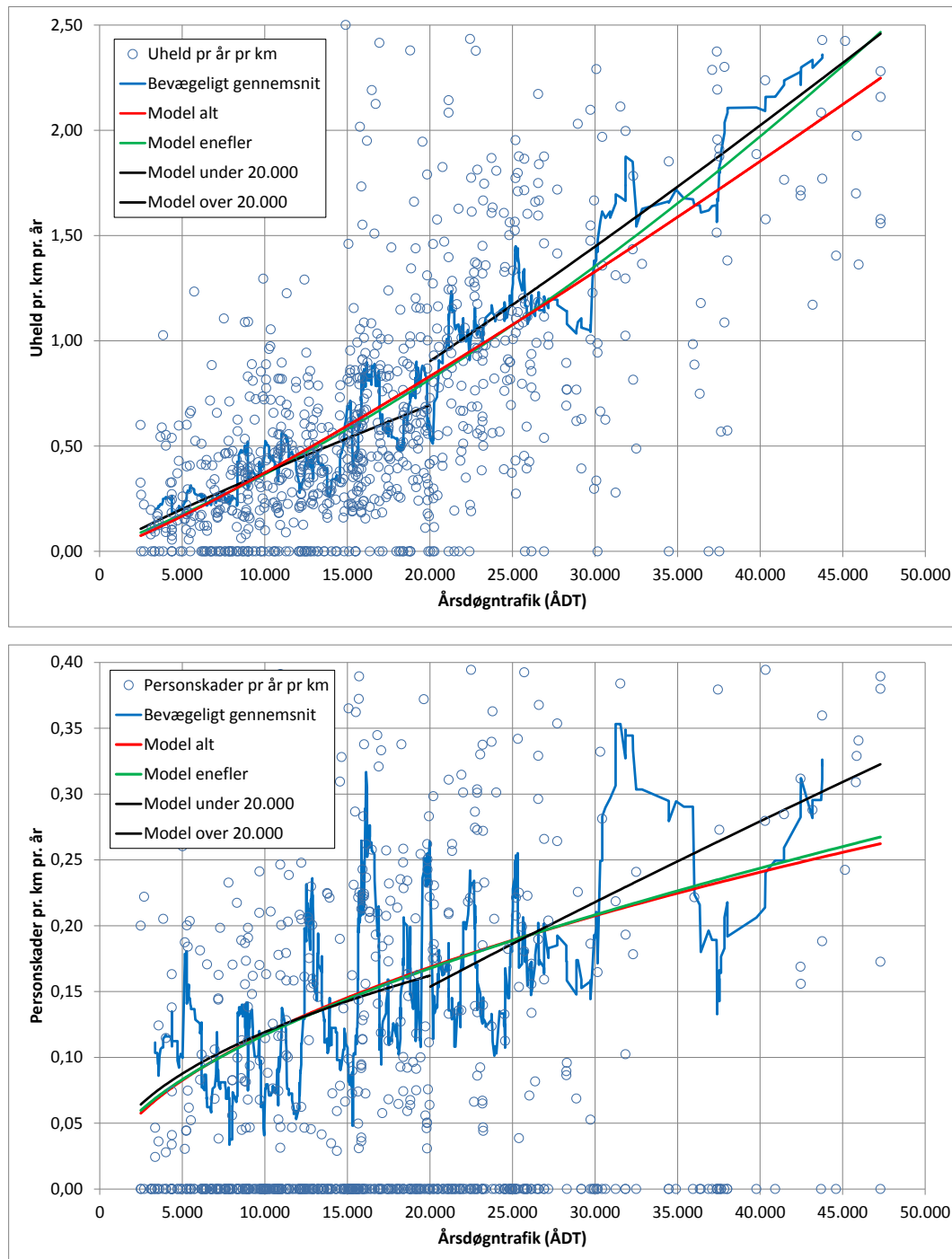


Figur 20. Graf af kumulativ residual (CURE) for basismodel for materielskadeuheld. σ^* er kvadratroden af standardafvigelsen på det kumulative residual.

Af figur 20 ses underestimeringen af materielskadeuheld grafisk i et CURE plot. Plottet viser, at modellen underestimerer tætheden af materielskadeuheld op til en ÅDT på ca. 12.000 (den røde kurve går opad), mens modellen overestimerer fra ca. 12.000 til 20.000 for så igen at underestimere frem til ca. 40.000 biler pr. døgn. Den røde linje slutter over 0 i højre side, og derfor underestimerer modellen samlet set. Den røde linje burde slutte nær 0 i højre side, og den røde linje burde holde sig inden for de to blå linjer for, at modellen kan siges at være god. Der er udført CURE plots for alle modeller baseret på en metode af Hauer og Bamfo (1997). Modeller i tabel 23 synes at være acceptable eller gode på nær modeller for materielskadeuheld og ekstrauheld.

En baggrund for den forholdsvis systematiske underestimering i figur 20 er, at sammenhænge mellem uheldstæthed og trafikmængde er mere komplekse end basismodeller udtrykker, se evt. afsnit 5.1. Grundlæggende synes p-værdien at være lav ved lave trafikmængder, hvorefter p-værdien tiltager især efter en ÅDT på ca. 20.000-22.000. Denne trafikmængde svarer til ca. 1.000 køretøjer pr. kørespor i en myldretidstime på en 4-sporet motorvej. Når ÅDT stiger yderligere, altså over 1.000 køretøjer pr. kørespor svarende til en belastningsgrad på knap 0,5, så begynder gennemsnitshastigheden at falde som følge af tæt trafik. En faldende hastighed som følge af tæt trafik medfører typisk en højere uheldsfrekvens, og det resulterer i en tiltagende p-værdi. I amerikanske grundmodeller for motorveje har komplekse sammenhænge mellem uheldstæthed og trafikmængde ført til, at man opererer med modeller for hhv. ene- og flerpartuheld samt en varierende tillægsfaktor, når antallet af køretøjer pr. spor pr. time er over 1.000 (Bonneson et al.,

2012). P-værdier for enuehald er lavere (0,646-0,876 i USA) end p-værdier for flerpartsuheld (1,492-1,936 i USA).



Figur 21. Basismodeller for alle uheld (øverst) og alle personskader (nederst) baseret på hhv. alle uheld/personskader på alle motorvejsstrækninger (model alt), opdelt ene- og flerpartsuheld på alle motorvejsstrækninger (model enefler) samt alle uheld/personskader opdelt på motorvejsstrækninger under og over 20.000 i årsdøgntrafik (hhv. model under og over 20.000).

Der er undersøgt andre basismodeller for motorvejsstrækninger end dem angivet i tabel 23. Dels er der opstillet modeller for hhv. ene- og flerpartsuheld, dels er der opstillet modeller for strækninger med hhv. over og under 20.000 i årsdøgntrafik. Eneuheld er her defineret som hovedsituation 0, 7 og 9. I figur 21 er modellerne afbilledet sammen med modeller fra tabel 23 for hhv. alle uheld og alle personskader. Figur 21 viser, at basismodellen for personskader i tabel 23 giver omtrent samme resultat, som modeller for personskader i ene- og flerpartsuheld giver sammenlagt (p-værdi for personskader i ene- og flerpartsuheld er hhv. 0,34 og 0,70). Derimod giver basismodellen for alle uheld i tabel 23 en lavere uheldstæthed ved årsdøgntrafik over 30.000 set i forhold til modeller for ene- og flerpartsuheld (p-værdi for alle ene- og flerpartsuheld er hhv. 0,83 og 1,64). Modeller opdelt på ÅDT over og under 20.000 viser sig at have højere uhelds- og personskadetæthed ved høje trafikmængder set i forhold til basismodeller fra tabel 23, men nogenlunde samme tætheder ved lave trafikmængder.

Med baggrund i de mange modeller forekommer det, at de viste basismodeller i tabel 23 er de bedste til at modellere personskadeuheld og alle slags personskader. For materielskade- og ekstrauehld ser det ud til, at det er bedst at benytte basismodeller i tabel 23 ganget med en korrektionsfaktor på 1,1058 for materielskadeuheld og 1,0931 for ekstrauehld, når årsdøgntrafikken er over 20.000. For basismodellen af person- og materielskadeuheld bliver korrektionsfaktoren 1,0767, mens den for alle uheld bliver 1,0868. Når disse korrektionsfaktorer ganges på uheldene, så er der nærmest ingen underestimering. Med korrektionsfaktorer bliver uheldstætheden stort set som "Model over 20.000" for alle uheld i figur 21.

Der er også estimeret basismodeller med årsfaktorer. Det er gjort på to måder og i begge tilfælde indgår data for hver motorvejsstrækning om både uheld og trafik for hvert enkelt år. Ved estimering med Generalized Estimating Equations (GEE) tages der højde for korrelationer mellem årene for de enkelte strækninger. Her benyttes et Repeated statement, hvor korrelationer antages at være ustrukturerede. Årsfaktorer estimeres også ved en traditionel Generalized Linear Models (GLM) ligesom modellerne i tabel 23 nu blot med årsfaktorer. I både GEE og GLM modeller antages en negativ binomial fordeling og strækningslængden benyttes som offset-variabel.

Type af model	Estimerede konstanter										Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
	a	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
GEE	0,00000495	1,3777	1,3984	1,4308	1,2247	1,2156	1,2749	1,0617	1,0000	1,1917	-	-
GLM	0,00000473	1,3793	1,4002	1,4322	1,2252	1,2157	1,2748	1,0615	1,0000	1,1962	0,1859	0,71

Table 24. Basismodeller med årsfaktorer for alle uheld på motorvejsstrækninger (én side af motorvej) estimeret med brug af GEE og GLM. Baseret på 886 strækninger på i alt 1.401.546 meter med en variation i årsdøgntrafik på 2.116 – 49.704.

Der kun beskeden forskel i de estimerede konstanter for GEE og GLM modeller, se tabel 24. Det skyldes, at korrelationer mellem årene er beskeden. Diverse

Goodness-Of-Fit (GOF) statistikker tyder på, at GEE og GLM modeller med årsfaktorer er lige gode/dårlige.

Type af uheld eller personskade	Estimerede konstanter										k	R _k ²
	a	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
Personskadeuheld	0,00018713	2,5899	2,5656	2,5434	2,0695	1,9529	1,7338	1,6030	1,0000	0,5744	0,1660	0,43
Materielskadeuheld	0,00000506	1,4159	1,3477	1,4280	1,0837	1,0328	1,0562	1,0314	1,0000	1,0597	0,3348	0,49
Ekstrauheld	0,00000025	1,1461	1,2474	1,2668	1,1521	1,1745	1,3127	0,9947	1,0000	1,4483	0,2724	0,72
Person- og materiel-skadeuheld	0,00004026	1,7392	1,6543	1,7107	1,3362	1,2725	1,2247	1,1733	1,0000	0,8766	0,2587	0,47
Alle uheld	0,00000473	1,3793	1,4002	1,4322	1,2252	1,2157	1,2748	1,0615	1,0000	1,1962	0,1859	0,71
Dræbte	0,00000033	9,8247	3,9424	3,4308	5,0830	4,1264	5,5411	2,7123	1,0000	0,9067	-	-
Alvorlige skader	0,00006814	2,5762	1,7386	2,2801	1,7775	2,1126	1,6035	1,3991	1,0000	0,6349	2,5097	0,13
Lette skader	0,00084194	2,4381	2,9922	2,6993	1,9290	1,6797	1,8029	1,2594	1,0000	0,4035	4,9543	0,10
Dræbte og alvorlige skader	0,00004672	3,1954	1,9344	2,3922	1,9933	2,2580	1,8303	1,4917	1,0000	0,6797	2,4037	0,14
Alle personskader	0,00046541	2,9394	2,5274	2,5613	1,9911	1,9719	1,8458	1,3516	1,0000	0,5248	3,2080	0,11

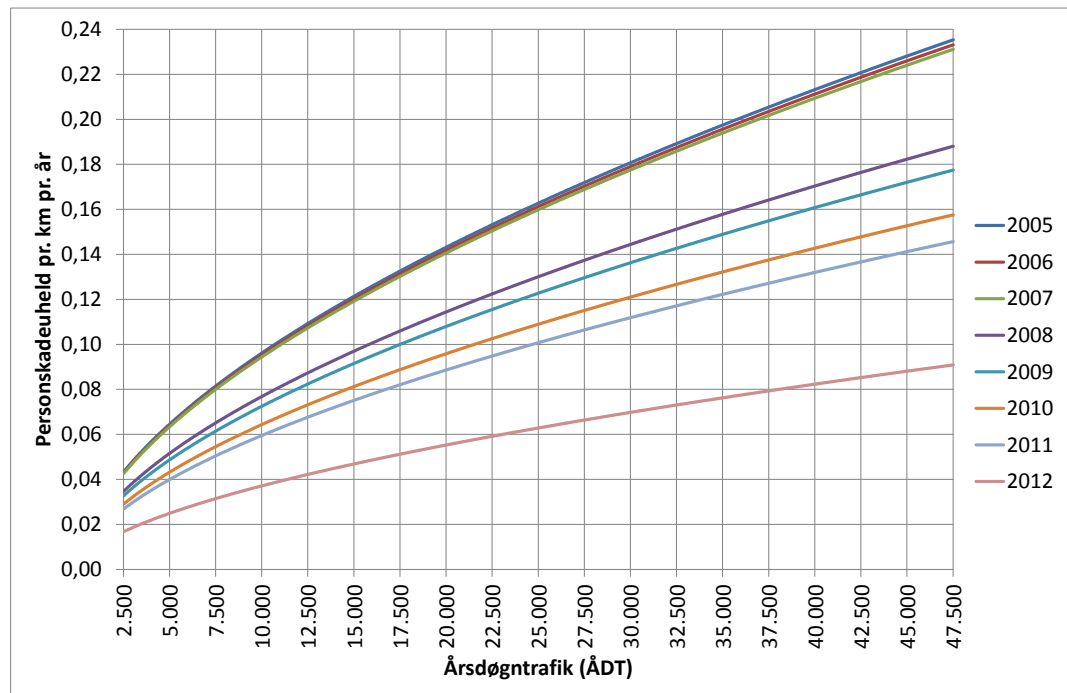
Tabel 25. Basismodeller med årsfaktorer for uheld og personskader på motorvejsstrækninger (én side af motorvej) estimeret med brug af GLM. Baseret på 886 strækninger på i alt 1.401.546 meter med en variation i årstdøgntrafik på 2.116 – 49.704.

I tabel 25 er vist alle modeller med årsfaktorer, der er estimeret med GLM. Modellen med årsfaktorer for dræbte er upålidelig, da antallet af dræbte pr. år er få. Der kan ikke estimeres en spredningsparameter for modeller med årsfaktorer for dræbte.

Modeller med årsfaktorer synes at være bedre end modeller uden årsfaktorer, især når der er tale om ekstrauheld og alle personskader samt alvorlige og lette skader. Derimod er modeller uden årsfaktorer bedre, når der ses på materielskadeuheld og dræbte.

Til illustration af modeller med årsfaktorer er der i figur 22 på næste side vist en graf med sammenhænge mellem årstdøgntrafik og tæthed af personskadeuheld for hvert af årene i perioden 2005-2012. Tætheden af personskadeuheld var 61 % lavere i 2012 set i forhold til 2005. Udviklingen i tætheden af personskadeuheld er ujævn. Der er således ikke grundlag for at operere med en simpel trendfaktor (så tid optræder som én variabel).

Basismodellerne med årsfaktorer har samme ”svaghed” som basismodeller uden årsfaktorer, altså en underestimering af særligt materielskadeuheld. Igen kan der tages højde for dette med en korrektionsfaktor, der ganges på, når årstdøgntrafikken er over 20.000. En sådan korrektionsfaktor er kun relevant for materielskadeuheld, og hvor materielskadeuheld i øvrigt indgår fx alle uheld, men korrektionsfaktorer er ikke beregnet for basismodeller med årsfaktorer.



Figur 22. Sammenhænge mellem årsdøgntrafik og tæthed af personskadeuheld for motorvejsstrækninger (én side af motorvej) baseret på basismodel med årsfaktorer fra tabel 25.

4.1.3 Faktormodeller

I afsnittet udvikles faktormodeller for sammenhænge mellem på den ene side tæthed af uheld eller personskader og på den anden side årsdøgntrafik og op til flere andre uafhængige faktorer (variable), der beskriver motorvejsstrækninger. En faktormodel har følgende formeludtryk:

$$UHT = a \cdot N^p \cdot e^{\sum_{i=1}^n b_i x_i}$$

hvor a og p er estimerede konstanter, N er gennemsnitlig årsdøgntrafik i perioden 2005-2012 og b_i er estimerede konstanter for faktorerne (variablene) x_i . Der er ikke estimeret faktormodeller med årsfaktorer.

I processen med at opstille modeller identificeres potentielle faktorer x_i ved, at de skal hænge signifikant ($p \leq 0,05$) sammen med uheldstæthed. Blandt potentielle faktorer x_i vælges den faktor, der reducerer Akaike's Information Criterion (AIC) mest. Hvis to faktorer reducerer AIC nogenlunde lige meget (op til ± 3), så vælges den faktor, der optræder mest logisk. Hvis der ikke er faktorer, der reducerer AIC med mere end 4-7, så kan modeludviklingen stoppes.

Faktorerne x_i repræsenterer forskellige forhold ved motorvejsstrækningerne. En faktor kan være repræsenteret på flere måder. Eksempelvis er bredden af midterrabatten beskrevet dels som en kontinuer variabel dels som en kategorivariabel,

der angiver midterrabatbredden i de intervaller, der er opgivet i tabel 17. Der er tillige opereret med flere forskellige intervaller (kategoriseringer) for de enkelte faktorer.

Variabel / faktor	Faktormodel for ...									
	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uehld	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle personskader
Årsdøgntrafik	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Strækningsslængde	X	X	X	X	X					
Åbningsår		X	X	X	X					
Politikreds	2	3	2	3	2			1		2
Bredde af belagt areal		X	X	X	X			X		X
Nødspor		4	4	4	4					
Antal kørespor		X	X	X	5					
Sporbortfald/-tilføjelse										
Kørebanebredde			5		X					
Køresporsbredde		X	X	X	X			X		
Bredde af indre kantbane			X					X	X	X
Bredde af midterrabat		X	X	X	X					
Type af midterautoværn	X	X		X	X				X	
Autoværn i højre vejside										
Hastighedsbegrænsning	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Kurveafmærkning			X							
Vejbelysning		X	X	X	X		X			
Overhalingsforbud			X		X					
Tunnel	X	2	3	2	3		X			X
Variable tavler		X		X						
Afstandsmærker			6		X					
Vekselstrækning før/efter				X	X			X		X

Tabel 26. Undersøgte variable for faktormodeller for motorvejsstrækninger. Tal angiver på hvilket trin i modeludviklingsprocessen, at faktoren har indtrådt i den endelige model. "X" angiver, at faktoren har været signifikant, men ikke indgår i den udarbejdede model.

Faktorer (de uafhængige variable x_i i modellerne) kan ikke betragtes som kausale, altså som årsags-virkningssammenhænge. Det skyldes primært to forhold. For det første kan faktoren korrelere med en eller flere udeladte variable, der ikke optræder i modellen. Det kan være, at disse udeladte variable indgår i den sande årsags-virkningssammenhæng evt. sammen med faktoren. Faktoren er i sådanne tilfælde

helt eller delvist en proxy-variabel, altså erstatter den andre evt. ukendte variable. For det andet kan multikollinearitet betyde, at en eller flere konstanter fejlestimeres. Multikollinearitet kan indtræffe, hvis den afhængige variabel, altså uhelds- eller personskadetætheden, er upræcist registreret eller fejlbehæftet. Det må siges at være tilfældet, da politiet ikke registrerer alle uheld og personskader.

I tabel 26 er vist alle faktorer, der har indgået i modeludviklingsprocessen. Syv af de 22 faktorer indgår i de udarbejdede faktormodeller for motorvejsstrækninger. I bilag 2 er de udarbejdede faktormodeller beskrevet med bl.a. parameterestimater og diverse statistiske opgørelser. Af bilag 2 ses, at faktormodellerne forklarer ca. 53-85 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld, men kun 19-30 % af forekomsten af personskader. Omfanget af uforklaret systematisk variation i uheldsforekomsten er meget beskedent. I modeller for dræbte og alvorlige skader indgår ikke yderligere variable end årsdøgntrafikken. For andre modeller har faktorer øget forklaringskraften med 7-22 procentpoint i forhold til basismodeller. Årsdøgntrafik (ÅDT) er den variabel i faktormodellerne, der er mest betydningsfuld for tætheden af uheld og personskader på nær i modellen for lette skader, hvor variabelen for politikreds er mere betydningsfuld. Parameterestimater for ÅDT, p-værdier, er nærmere 1 i faktormodeller set i forhold til p-værdierne i basismodeller.

I tabel 27 på næste side er oddsratio-værdier opgjort på baggrund af faktormodeller, hvor syv faktorer indgår: ÅDT, politikreds, nødsporsbredde, antal kørespor, køresporsbredde, tunnel og afstandsmærker. De faktormodeller er også beskrevet i bilag 2. Modellen for dræbte indgår ikke i tabel 27, da den er upålidelig. Køresporsbredde indgår i stedet for kørebanebredde, der er blandt de syv faktorer i tabel 26, fordi køresporsbredde i de fleste tilfælde bedre beskriver sikkerheden. Variablen nødsporsbredde er en kontinuer variabel, hvor nødspor bredere end 3,0 meter er sat til at være 3,0 meter, fordi disse bredere nødspor synes at have præcis samme sikkerhed, som dem der er 3,0 meter. Nødspor på 0,0 meter giver en oddsratio-værdi på 1,00. Ud fra tabel 27 kan følgende siges:

Politikreds: Oddsratio-værdierne peger i retning af, at sikkerheden på motorveje i Nordsjælland og Københavns Vestegn er bedre end i det øvrige land. Derudover er motorvejstrafikanter inddragelse af politiet i forbindelse med uheld og politiets registreringspraksis forskellig rundt om i Danmark. Eksempelvis registreres flere lette skader på motorveje i Nordjylland end i andre dele af Danmark, mens der i Nordjyllands og Midtvestjyllands politikreds registreres færre ekstra-uheld end i andre dele af Danmark.

Nødsporsbredde: Oddsratio-værdier for bredden af nødspor er rimeligt ensartede. De fleste nødspor i Danmark er 3,0 meter eller bredere, mens motorveje uden nødspor typisk har en ydre kantbane (nødspor) på 0,5 meter. Et nødspor på 3,0 meter reducerer antallet af uheld med $1 - 0,64/0,93 = 31 \%$ og reducerer antallet af personskader med $1 - 0,78/0,96 = 19 \%$ i forhold til et nødspor på 0,5 meter.

Oddsratio-værdier for motorvejsstrækninger	Faktormodel for ...								
	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uehld	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle personskader
Nordjylland	1,42	0,88	0,29	1,06	0,64	0,96	1,92	0,86	1,50
Østjylland	0,77	0,62	0,53	0,67	0,59	1,14	0,66	1,04	0,85
Midtvestjylland	1,31	0,57	0,15	0,84	0,46	1,34	1,21	1,47	1,37
Sydøstjylland	0,89	0,76	1,11	0,82	1,00	0,97	0,81	0,91	0,89
Fyn	0,92	0,82	1,12	0,87	1,03	0,86	1,01	0,80	0,97
Sydsjælland	1,02	0,60	0,97	0,74	0,88	1,18	0,85	1,27	1,11
Midtvestsjælland	0,89	0,64	0,96	0,74	0,89	1,11	0,73	1,13	1,00
Nordsjælland	0,77	0,78	0,69	0,80	0,74	0,62	0,63	0,71	0,70
Kbh's Vestegn	0,63	0,83	0,82	0,79	0,82	0,71	0,50	0,74	0,62
København	1,49	0,93	0,97	1,12	1,06	1,10	1,13	1,19	1,20
Blandet	0,77	0,48	0,90	0,58	0,77	1,01	0,50	1,05	0,83
Nødspor 0,5 meter	0,95	0,89	0,94	0,91	0,93	1,04	0,90	1,03	0,96
Nødspor 1,0 meter	0,90	0,79	0,88	0,83	0,86	1,08	0,82	1,07	0,92
Nødspor 2,0 meter	0,81	0,63	0,78	0,69	0,74	1,16	0,67	1,14	0,85
Nødspor 3,0 meter	0,73	0,50	0,69	0,57	0,64	1,25	0,55	1,21	0,78
To kørespor	0,93	1,08	0,74	1,03	0,85	0,85	0,59	0,77	0,69
Fire kørespor	2,35	1,76	1,48	1,90	1,62	2,29	1,38	1,68	1,56
3,25-3,49 m kørespor	0,78	1,67	0,98	1,38	1,11	0,38	0,56	0,52	0,49
3,50 m kørespor	0,97	1,06	0,79	1,02	0,88	0,95	1,17	1,01	1,08
3,51-3,74 m kørespor	0,84	1,10	0,92	1,01	0,97	0,73	0,74	0,67	0,74
3,76-4,25 m kørespor	1,01	0,87	0,93	0,93	0,94	0,90	0,61	0,78	0,69
Ja tunnel ¹	2,05	2,66	2,86	2,44	2,55	5,10	0,97	3,42	2,06
Ja afstandsmærker ²	1,07	1,16	1,33	1,12	1,22	0,90	1,10	0,89	0,97

Tabel 27. Parameterestimer for faktorer opgjort som oddsratio-værdier, hvor Sydsønderjylland politikreds, tre kørespor, 3,75 meter bredt kørespor, ej tunnel samt ej afstandsmærker er basis (oddsratio-værdi = 1,00). Parameterestimer er baseret på faktormodeller for motorvejsstrækninger i bilag 2 med alle syv faktorer. Oddsratio-værdier, der er markeret med gråt, er statistisk signifikante. ¹ Helt eller overvejende i tunnel. ² Helt/overvejende med afstandsmærker eller op til 16 km efter afstandsmærker.

Antal kørespor: Tallene indikerer, at der sker stadig flere uheld og personskader, desto flere kørespor motorvejsstrækningen har. Således har strækninger med 2 kørespor ca. 15-30 % færre uheld og personskader end 3-sporede strækninger ved den samme trafikmængde, mens 4-sporede strækninger har ca. 60 % flere uheld

og personskader end 3-sporede strækninger ved samme trafikmængde. Der indgår dog kun fem motorvejsstrækninger med 4 kørespor.

Køresporsbredde: Der er ikke en logisk sammenhæng mellem den gennemsnitlige bredde af gennemgående kørespor og sikkerheden på motorvejsstrækningerne. Et smalt kørespor på under 3,5 meter har lidt flere uheld men færre personskader end et kørespor på 3,75 meter, mens et kørespor på 3,5 meter har lidt færre uheld men lidt flere personskader end et kørespor på 3,75 meter.

Tunnel: Oddsratio-værdierne for forekomsten af tunnel er rimeligt ensartede. Uhelds- og personskadetætheden er omkring 100-150 % højere, når motorvejsstrækningen er i tunnel set i forhold til strækninger, der ikke er i tunnel.

Afstandsmærker: Der sker flere særligt ekstra uheld, hvor der er afstandsmærker, mens antallet af personskader ikke er påvirket nævneværdigt af afstandsmærker. Parameterestimater for strækninger med afstandsmærker er nogenlunde de samme som parameterestimater for strækninger, der er op til 16 km efter en strækning med afstandsmærker. Når man tager højde for, at afstandsmærker kun findes på strækninger med 130 km/t hastighedsbegrænsning, så fås, at afstandsmærker øger antallet af uheld med 19 % og reducerer antallet af personskader med 5 %.

For at belyse de øvrige faktorer i tabel 26, der ikke har indgået i faktormodellerne, er der udarbejdet sæt af faktormodeller med faktorerne i tabel 27 og en yderligere faktor fx strækningslængde, åbningsår, osv. På denne måde er de øvrige faktorer betydning for uhelds- og personskadetætheden forsøgt belyst. Om øvrige faktorer kan nævnes:

Strækningslængde: Oddsratio-værdier for strækningslængde er rimeligt ensartede. Tætheden af uheld og personskader falder hhv. 1,4 og 3,2 % pr. yderligere km strækningen er lang. Det er ikke meget og ikke signifikant, men det at tage højde for forhøjet tæthed af uheld og personskader ved til- og frakørsler synes altså ikke helt at kunne fjerne relationen mellem strækningslængde og forekomst af uheld og personskader.

Åbningsår: Oddsratio-værdier for åbningsår er ensartede. Sikkerheden bliver bedre, jo nyere motorvejsstrækningen er. Uhelds- og personskadetætheden falder hhv. 0,18 og 0,13 % for hvert år, at strækningen er nyere. Det er ikke meget og ikke signifikant, men kan skyldes, at forhold såsom tracé, tværfald, mv. er udeladt af listen af undersøgte variable.

Sporbortfald/-tilføjelse: Der sker lidt færre uheld og personskader, hvor der er sporbortfald eller sportilføjelse set i forhold til andre motorvejsstrækninger. Disse forskelle er ikke statistisk signifikante.

Bredde af indre kantbane: Der er en svag tendens til, at motorvejsstrækninger med brede indre kantbaner har en højere personskadetæthed end strækninger med

smalle indre kantbaner. Derimod er der ingen relation mellem uheldstæthed og bredden af indre kantbane.

Bredde af midterrabat: Tætheden af uheld falder med omkring 1,5 %, når midterrabatten udvides med en meter, mens tætheden af personskader omvendt stiger med ca. 0,7 % for hver meter midterrabatten udvides. Disse relationer er ikke statistisk signifikante, men der er en klar tendens til, at uheldene bliver færre men mere alvorlige, jo bredere midterrabatten er.

Type af midterautoværn: Der er en ca. 30 % højere uhelds- og personskadetæthed på strækninger uden midterautoværn (autoværn i venstre side) end på strækninger med stålautoværn i midterrabatten, mens strækninger med New Jersey autoværn har en ca. 30 % lavere tæthed af uheld og personskader end strækninger med stålautoværn. Disse forskelle er ikke statistisk signifikante, da der kun er få strækninger uden autoværn i venstre side eller med New Jersey autoværn.

Autoværn i højre vejside: Der synes ikke at være relation mellem omfanget af autoværn i højre vejside og tætheden af uheld og personskader – og heller ikke relation til alvorligheden af uheld og personskader.

Hastighedsbegrænsning: Tætheden af uheld og personskader er lavest på 110 km/t strækninger. Uheldstætheden er signifikant højere på strækninger med 70-90 km/t end på andre strækninger, mens personskadetætheden er højest på 130 km/t strækninger.

Vejbelysning: Der sker signifikant (41 %) færre personskader på strækninger med vejbelysning, mens uheldstætheden ikke påvirkes af vejbelysning. Effekten af vejbelysning på personskader er højest sandsynligt lavere, da andelen af personskader, der sker i mørke og tussmørke på motorvejsstrækninger uden vejbelysning er mindre end 41 %.

Overhalingsforbud: Oddsratio-værdier for overhalingsforbud er ensartede, men ikke statistisk signifikante. Uheldstætheden er ca. 10 % højere på strækninger med overhalingsforbud, mens personskadetætheden er ca. 20 % højere.

Variable tavler: Uhelds- og personskadetætheden er hhv. 11 og 37 % lavere, hvor der er variable tavler på motorvejsstrækninger. Den lavere personskadetæthed er statistisk signifikant. Oddsratio-værdierne er ensartede.

Vekselstrækning før/efter: Uhelds- og personskadetætheder er hhv. 24 og 86 % højere på motorvejsstrækninger umiddelbart før og efter vekselstrækninger end på andre motorvejsstrækninger, men disse tal er forbundet med stor usikkerhed.

4.1.4 Grundmodeller

For motorvejsstrækninger er der i det følgende udarbejdet grundmodeller. Disse modeller er baseret på motorvejsstrækninger (én side af motorvejen), der har følgende udformning og regulering:

- 2 kørespor forefindes
- Ingen sporbortfald eller –tilføjelse
- Nødspor på 3,0 meter eller mere forefindes
- 0,50 meter bred indre kantbane
- Midterautoværn af stål
- 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning
- Ingen variable tavler på strækning
- Ej tunnel på strækning
- Ej vejbelysning på strækning
- Ej kurveafmærkning på strækning

Der findes 525 motorvejsstrækninger med denne udformning og regulering med en samlet længde på 901.552 meter, heraf 352 strækninger (710.781 meter) med 130 km/t hastighedsbegrænsning. Der er registreret 4.001 uheld og 1.025 personskader på de 525 motorvejsstrækninger i årene 2005-2012. Årsdøgntrafikken på strækningerne varierer mellem 2.512 og 30.627. Før grundmodellerne estimeres, er det testet om faktorer, der fortsat varierer fx politikreds, midterrabatbredde, osv. påvirker uhelds- og personskadetætheden væsentligt ved at opstille faktormodeller på lignende måde som i afsnit 4.1.3, se tabel 28 på næste side.

Om de analyserede faktorer i tabel 28 kan følgende nævnes: Strækningslængden varierer fra 132 til 10.586 meter med et gennemsnit på 1.717 meter. Motorvejsstrækningerne er åbnet i 1956-2003 med median i år 1986. Det belagte areal er 10,5-11,5 meter bredt med et gennemsnit på 10,8 meter. Nødspor er 3,0-3,5 meter brede med et gennemsnit på 3,15 meter. Kørespor er 3,50-3,75 meter i bredden med et gennemsnit på 3,60 meter. Midterrabatter er 2,8-14,0 meter brede, dog har 5 strækninger ukendt midterrabatbredde, når de sorteres fra er gennemsnitsbredden 5,5 meter. 36 procent af de 902 km motorvejsstrækning har autoværn i højre vejside. 218 strækninger (42 %) har overhalingsforbud, mens 6 strækninger (1 %) er umiddelbart før eller efter en vekslestrækning. 38 strækninger (7 %) har afstandsmærker eller er beliggende op til 16 km efter afstandsmærker.

Tabel 28 viser, at foruden ÅDT er faktorerne politikreds, hastighedsbegrænsning og åbningsår væsentlige for uhelds- og personskadetætheden. Nyere strækninger har lavere tæthed af ekstra uheld end ældre strækninger, hvilket evt. kan skyldes, at ej undersøgte variable såsom kurver, tværfald, stigningsforhold, belægningsfriktion, osv. har en betydning. Politikreds indvirker på nogenlunde samme måde, som angivet i afsnit 4.1.3. Uhelds- og personskadetætheden er højere på strækninger med 130 km/t end med 110 km/t hastighedsbegrænsning. Overhalingsforbud kan have en lille betydning og give anledning til flere uheld.

Variabel / faktor	Faktormodel for ...									
	Personskade-uheld	Materielskade-uheld	Ekstra-uheld	Person- og materielskadeuheld	Alle ulykker	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle personskader
Årsdøgntrafik	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Strækningens længde	X									
Åbningsår		X	3		3			X		X
Politikreds	X	X	2	2	2	X		1		X
Bredde af belagt areal			X		X			X		X
Nødsporsbredde			X		X			X		X
Køresporsbredde			X					X		
Bredde af midterrabat										
Autoværn i højre vejside						X				
Hastighedsbegrænsning	2		4		4		2	X	2	2
Overhalingsforbud		2	X	X	X					
Afstandsmærker			X		X		X			
Vekselstrækning før/efter										

Tabel 28. Undersøgte variable for faktormodeller for motorvejsstrækninger, der indgår til udarbejdelse af grundmodeller. Tal angiver på hvilket trin i modeludviklingsprocessen, at faktoren har indtrådt i den endelige model. "X" angiver, at faktoren har været signifikant, men ikke indgår i model. Et rødt X er en signifikant faktor, hvor modellen ikke konvergerer.

Det er forsøgt at opstille grundmodeller baseret på 110 og 130 km/t motorvejsstrækninger hver for sig, men de fleste parameterestimer bliver usikre. Derfor er det valgt at opstille grundmodeller, hvor både 110 og 130 km/t strækninger indgår som observationer.

Det er forsøgt at opstille grundmodeller for strækninger med ÅDT hhv. under og over 20.000. Der er kun 101 strækninger med årsdøgntrafik over 20.000 og for de 101 strækninger kan der ikke opstilles pålidelige grundmodeller.

Grundmodellerne er udviklet ved at lade politikreds og hastighedsbegrænsning indgå som faktorer. Derved fås de bedste estimater for sammenhænge mellem trafikmængde og uhelds-/personskadetæthed, altså p-værdierne. Hvis politikreds ikke indgår som faktor vil p-værdien særligt i modeller for lette skader og ekstra-uheld blive fejlestimeret. Ved at lade hastighedsbegrænsning indgå opnås, at p-værdiers konfidensinterval bliver mindre, altså en mere sikker estimering.

Det fremgik af tabel 28, at faktoren politikreds er problematisk, da antallet af strækninger pr. kreds er beskedent. Derfor er det forsøgt at samle politikredse i et færre antal ved at sammenlægge kredse der har ca. samme registreringsmåde i

henhold til tabel 27. Således er Nordsjælland lagt sammen med Københavns Vestegn, Midtvestsjælland er lagt sammen med Sydsjælland, og Fyn er splejset med Sydøst- og Sydsønderjylland. Det viser sig, at brugen af den nye faktor med færre kredse er bedre, da det resulterer i lavere AIC og mindre konfidensintervaller, og betydeligt mere sikre grundmodeller.

Type af uheld eller personskaade	Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	Total	Pr. km pr. år	a	P	k	R_k^2
Personskadeuheld	675	0,094	0,00003113	0,8504	0,0874	0,55
Materielskadeuheld	1.054	0,146	0,00000781	1,0272	0,0613	0,78
Ekstrauheld	2.272	0,315	0,00000781	1,1134	0,1161	0,84
Person- og materielskadeuheld	1.729	0,240	0,00002543	0,9603	0,0579	0,72
Alle uheld	4.001	0,555	0,00002312	1,0590	0,0680	0,82
Personskadeuheld – eneuheld	344	0,048	0,00005697	0,7243	-	-
Materielskadeuheld – eneuheld	521	0,072	0,00016289	0,6383	0,0723	0,52
Ekstrauheld – eneuheld	1.350	0,187	0,00045229	0,6384	0,1208	0,78
Person- og materielskadeuheld – eneuheld	865	0,120	0,00020847	0,6736	0,0642	0,51
Alle uheld – eneuheld	2.215	0,307	0,00051203	0,6777	0,0818	0,71
Personskadeuheld – flerpartsuheld	331	0,046	0,00000341	0,9980	0,2440	0,37
Materielskadeuheld – flerpartsuheld	533	0,074	0,00000007	1,4461	0,1129	0,83
Ekstrauheld – flerpartsuheld	922	0,128	0,000000003	2,0535	0,2030	0,85
Person- og materielskadeuheld – flerpartsuheld	864	0,120	0,00000066	1,2625	0,1174	0,73
Alle uheld – flerpartsuheld	1.786	0,248	0,00000006	1,5911	0,1530	0,78
Dræbte	61	0,008	0,00001981	0,6537	0,6140	0,55
Alvorlige skader	395	0,055	0,00010490	0,6754	0,3493	0,27
Lette skader	569	0,079	0,00003042	0,8384	0,9248	0,26
Dræbte og alvorlige skader	456	0,063	0,00010466	0,6906	0,3062	0,32
Alle personskader	1.025	0,142	0,00007638	0,8056	0,5498	0,24

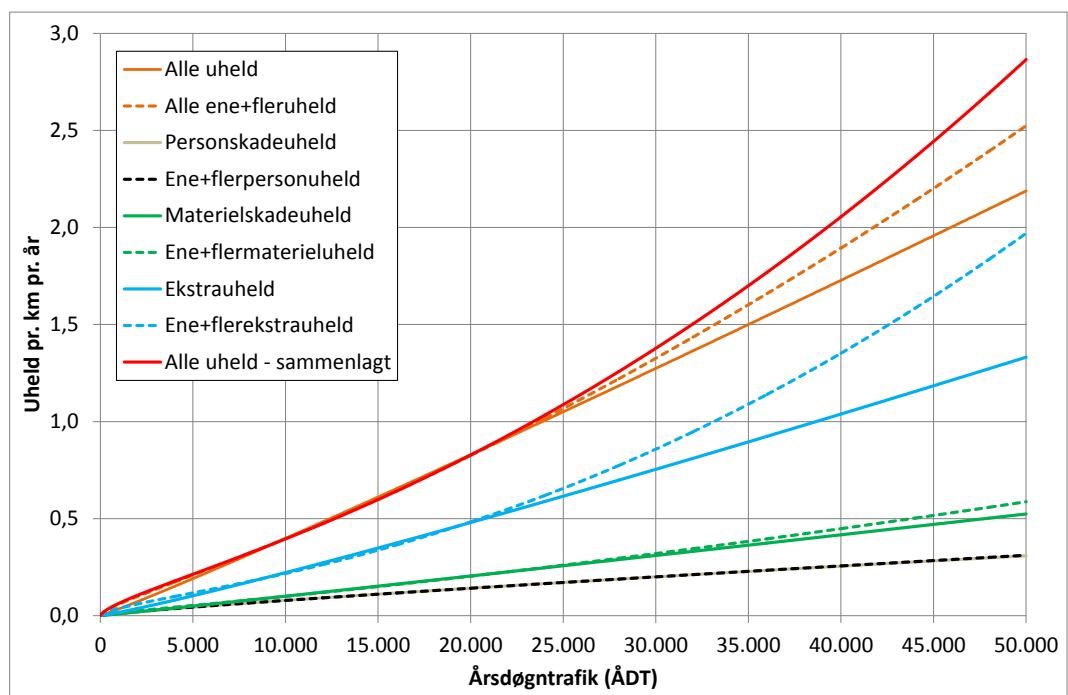
Tabel 29. Grundmodeller for uheld og personskader på motorvejsstrækninger (én side af motorvej) med 130 km/t hastighedsbegrænsning, 2 kørespor, 3-3,5 meter nødspor, 0,5 meter indre kantbane, midterautoværn af stål, uden variable tavler, uden tunnel og uden vejbelysning og kurveafmærkning på strækning. Baseret på 525 strækninger på i alt 901.552 meter med en ÅDT på 2.512 – 30.627.

De udarbejdede grundmodeller for motorvejsstrækninger er vist i tabel 29. I tabellen optræder hverken politikreds eller hastighedsbegrænsning som faktorer. Modellerne er kalibreret til at gælde Danmark ved at fastholde p-værdier og ændre a-værdier, så modellerne hverken over- eller underestimerer. Desuden er faktoren hastighedsbegrænsning sat til 130 km/t. I bilag 3 er grundmodeller med faktorerne politikreds og hastighedsbegrænsning beskrevet yderligere.

Amerikanske uheldsmodeller for motorvejsstrækninger med 2 kørespor (Bonneson et al., 2012) kan omregnes til at have p-værdier på 0,85-0,90 for personskade-

uheld og på 1,10-1,15 for materielskade- og ekstrauehld. Amerikanske p-værdier passer godt med p-værdierne i tabel 29.

Der er opstillet grundmodeller for alle uheldstyper og for hhv. ene- og flerpartsuheld i tabel 29. Der er ikke angivet spredningsparameter for modellen for eneuheld med personskade, da k er negativ, så al systematisk variation er forklaret. Grundmodeller for ene- og flerpartsuheld er interessante ved beregning af materielskadeuheld og særligt ekstrauehld. I figur 23 kan modeller baseret på hhv. alle uheldstyper (samlet) og opdelt på ene- og flerpartsuheld sammenlignes.



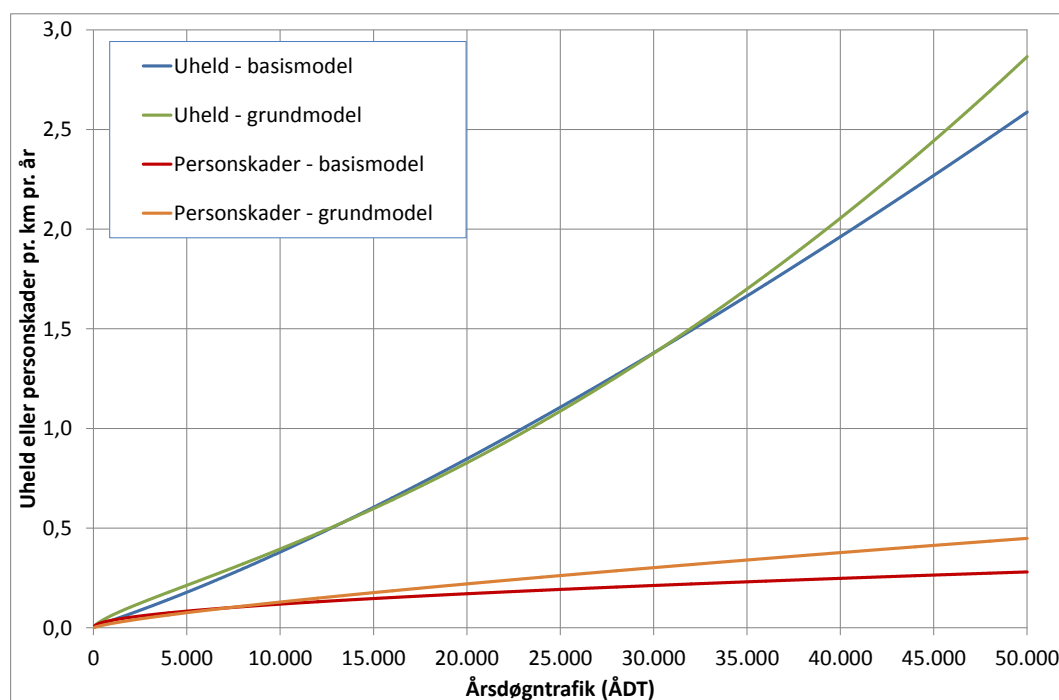
Figur 23. Grundmodeller for alle uheld, personskade-, materielskade- og ekstrauehld baseret på uheld hhv. samlet og opdelt på ene- og flerpartsuheld på motorvejsstrækninger (én side af motorvej) med 130 km/t hastighedsbegrænsning, 2 kørespor, 3-3,5 meter nødspor, 0,5 meter indre kantbane, midterautoværn af stål, uden variable tavler, uden tunnel og uden vejbelysning og kurveafmærkning på strækning. Baseret på 525 strækninger på i alt 901.552 meter med en ÅDT på 2.512 – 30.627.

Figur 23 viser tydeligt, at en opdeling i ene- og flerpartsuheld resulterer i flere forventede uheld ved høje trafikmængder end når modellen baseres på alle uheldstyper. For materielskadeuheld fås lidt forskellige resultater fra en ÅDT på ca. 25.000 og opad. For ekstrauehld fås forskellige resultater fra en ÅDT på ca. 20.000 og opad. For personskadeuheld og personskader (ej vist) fås næsten samme resultat, uanset om modellen er for alle uheldstyper eller er opdelt i ene- og flerpartsuheld. Linjen for ”Alle uheld – sammenlagt” i figur 23 er modellen for alle personskadeuheld lagt sammen med modeller for ene- og flerpartsuheld for materielskade- og ekstrauehld. Denne linje er faktisk den bedste til at beskrive

sammenhængen mellem ÅDT og uheldstæthed for motorvejsstrækninger med ÅDT over 30.000, hvilket bl.a. kan ses ved at sammenholde figur 23 med figur 17 og 21. Derfor anbefales at benytte netop disse modeller.

Grundmodellerne i tabel 29 foreslås anvendt ved beregning af forventede uheld og personskader på motorvejsstrækninger i forbindelse med nyanlæg og ombygning af eksisterende motorveje. Det anbefales at benytte modeller markeret i gråt.

Sammenlignes basis- og grundmodeller for motorvejsstrækninger (tabel 23 og 29) ses, at grundmodellernes spredningsparameter er lavere end basismodellernes, og at grundmodellernes forklaringskraft er højere end basismodellernes. For grundmodellerne for uheld er spredningsparameteren så lav, at der reelt beskrives den ”rene” sammenhæng mellem årsgøgntrafik og uheldstæthed. De estimerede konstanter er rimeligt ens i hhv. basis- og grundmodeller af materielskadeuheld og alvorlige skader, mens konstanter i modeller af personskade- og ekstraueheld samt lette skader er ganske forskellige, når basis- og grundmodeller sammenlignes.



Figur 24. Sammenligning af forventet uhelds- og personskadetæthed beregnet ud fra hhv. basis- og grundmodeller for motorvejsstrækninger.

I figur 24 er basis- og grundmodeller af uheld og personskader afbilledet mod hinanden. Uhelds- og personskadetætheden er her beregnet ud fra grundmodeller, der markeret i gråt i tabel 29, samt kalibrerede basismodeller af hhv. personskade-, materielskade-, ekstraueheld, lette skader og dræbte/alvorlige skader. Grundmodellerne estimerer både uhelds- og personskadetæthed lidt højere end basismodeller, hvilket fx kan skyldes, at det er grundmodeller for motorvejsstrækninger med 130 km/t hastighedsbegrænsning og ingen vejbelysning.

Estimater for hastighedsbegrænsningens betydning ser rimelige ud, når faktoren politikreds indgår. I tabel 30 på næste side er vist, hvilken betydning hastighedsbegrænsningen har ud fra modeller i bilag 3, hvor politikreds og hastighedsbegrænsning indgår som faktorer. Bilag 3 viser i øvrigt tydeligt, at en sænkning af hastighedsbegrænsningen fra 130 km/t til 110 km/t har større virkning på enuehald end flerpartsuheld, da der er estimeret et fald i enuehald på 14 % og et fald i flerpartsuheld på kun 3 %.

I henhold til Vejdirektoratets hastighedsbarometer var gennemsnitshastigheden på motorveje i Københavnsområdet 110,6 km/t i perioden 2005-2012, mens den var hhv. 116,5 og 121,4 km/t på øvrige motorveje med 110 og 130 km/t hastighedsbegrænsning. Det pointeres, at timer med usædvanlig lav hastighed (pga. kødannelse, vejarbejde, o. lign.) ikke indgår i opgørelserne af gennemsnitshastigheden. Motorveje i Københavnsområdet udgør ca. 17 % af motorvejsstrækningerne med 110 km/t hastighedsbegrænsning, der indgår i udarbejdelsen af grundmodeller. Ud fra disse opgørelser forventes, at gennemsnitshastigheden på 110 km/t motorveje er mindst 5,9 km/t lavere end på motorveje med 130 km/t hastighedsbegrænsning. I tabel 31 er dog beregnet, hvad en 6,5 km/t lavere gennemsnitshastighed vil betyde for sikkerheden med baggrund i Potensmodellen (Elvik, 2009; Elvik 2014) og den vægtede, reviderede Eksponentialmodel (Elvik, 2014). Der er benyttet 6,5 km/t, da motorveje med 110 km/t hastighedsbegrænsning oftere er udsat for usædvanlig lav hastighed end 130 km/t motorveje.

Type af uheld/personskade	Estimat	Konfidensinterval		Potensmodel		Eksponentialmodel
		Nedre	Øvre	Fra 2009	Fra 2014	
Personskadeuheld	-21,1 %	-38,5 %	+0,5 %	-8,4 %	-11,0 %	-19,8 %
Materielskadeuheld	+5,9 %	-11,7 %	+26,5 %	-7,9 %	-10,0 %	-18,8 %
Ekstrauheld	-10,3 %	-22,8 %	+4,4 %	-7,9 %	-10,0 %	-18,8 %
Person- og materielskadeuheld	-4,3 %	-17,8 %	+11,2 %	-8,1 %	-10,4 %	-19,2 %
Materielskade- og ekstrauheld	-6,2 %	-17,0 %	+6,1 %	-7,9 %	-10,0 %	-18,8 %
Alle uheld	-8,3 %	-18,2 %	+2,8 %	-8,0 %	-10,2 %	-19,0 %
Dræbte	-61,1 %	-86,0 %	-8,4 %	-22,4 %	-21,7 %	-34,5 %
Alvorlige skader	-36,9 %	-56,0 %	-10,6 %	-17,5 %	-18,8 %	-32,7 %
Lette skader	-23,6 %	-47,6 %	+10,5 %	-7,4 %	-12,0 %	-16,6 %
Dræbte og alvorlige skader	-40,3 %	-57,6 %	-17,1 %	-18,1 %	-19,2 %	-32,9 %
Alle personskader	-31,3 %	-48,2 %	-9,2 %	-12,1 %	-15,1 %	-23,8 %

Tabel 30. Estimater (og tilhørende konfidensinterval) for påvirkning af uhelds- og personskadetæthed ved at reducere hastighedsbegrænsningen fra 130 til 110 km/t beregnet ud fra grundmodeller i bilag 3. Tilsvarende påvirkning men beregnet ud fra Potens- og Eksponentialmodellen med gennemsnitshastighed på 121,4 og 114,9 km/t på motorveje med hhv. 130 og 110 km/t hastighedsbegrænsning.

De estimerede effekter af en ændring i hastighedsbegrænsning fra 130 til 110 km/t i tabel 30 passer rimeligt med Potensmodellen for ekstrauheld og alle uheld, mens

de passer rimeligt med Eksponentialmodellen for personskadeuheld og alvorlige skader. Et problem ved de estimerede effekter er en stor forskel i effekten på personskadeuheld og alle personskader. Effekten på personskader er mere usikker end effekten på personskadeuheld, og derfor nedjusteres effekten på personskader. Det foreslås at benytte følgende effekter ved en reduktion af hastighedsbegrænsningen fra 130 til 110 km/t: Personskadeuheld (-21 %), materielkadeuheld og ekstrauheld (-6 %), dræbte og alvorlige skader (-34 %) og lette skader (-18 %). Disse effekter giver et samlet fald i uheld og personskader på hhv. 8,5 og 25 %.

Type af uheld eller personskade	Estimerede konstanter										k	R _k ²
	a	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
Personskadeuheld	0,00001909	2,6677	2,6010	2,5325	2,1193	2,1270	1,7658	1,7556	1	0,8270	0,1042	-
Materielkadeuheld	0,00000690	1,4563	1,3780	1,4853	1,1037	0,9115	1,0124	1,0591	1	1,0239	0,1511	0,64
Ekstrauheld	0,00000371	1,0573	1,2797	1,2323	1,0634	1,0653	1,3929	0,9539	1	1,1792	0,1873	0,78
Person- og materielkadeuheld	0,00002055	1,7859	1,7022	1,7621	1,3731	1,2355	1,2109	1,2435	1	0,9481	0,1368	0,59
Alle uheld	0,00001589	1,3551	1,4417	1,4444	1,1883	1,1315	1,3205	1,0626	1	1,0765	0,1284	0,72
Dræbte	0,00001147	10,0453	3,8259	3,0950	5,0430	3,1576	3,1601	3,6546	1	0,5648	2,7124	-
Alvorlige skader	0,00009281	2,4789	1,5411	2,1704	1,5944	2,0293	1,6960	1,3907	1	0,6309	2,6941	0,11
Lette skader	0,00000931	2,6786	3,9048	2,8019	2,5234	2,2284	2,0021	1,6151	1	0,8756	4,4021	0,19
Dræbte og alvorlige skader	0,00008983	3,0180	1,7073	2,2621	1,8158	2,0989	1,7948	1,5417	1	0,6400	2,3269	0,14
Alle personskader	0,00003845	2,9444	2,7379	2,6174	2,1986	2,1959	1,9455	1,5273	1	0,7991	2,9768	0,13

Tabel 31. Grundmodeller med årsfaktorer for uheld og personskader på motorvejsstrækninger (én side af motorvej) med 130 km/t hastighedsbegrænsning, 2 kørespor, 3-3,5 meter nødspor, 0,5 meter indre kantbane, midterautoværn af stål, uden variable tavler, uden tunnel og uden vejbelysning og kurveafmærkning på strækning estimeret med brug af GLM. Baseret på 525 strækninger på i alt 901.552 meter med en ÅDT på 2.512 – 30.627.

Type af uheld eller personskade	Omregningsfaktorer til brug ved beregning af tætheder i de enkelte år							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Personskadeuheld	1,2881	1,2558	1,2228	1,0233	1,0270	0,8526	0,8477	0,4828
Materielkadeuheld	1,2386	1,1720	1,2632	0,9387	0,7752	0,8610	0,9008	0,8505
Ekstrauheld	0,9352	1,1319	1,0900	0,9406	0,9422	1,2320	0,8437	0,8845
Dræbte og alvorlige skader	1,5844	0,8963	1,1876	0,9533	1,1019	0,9422	0,8094	0,5250
Lette skader	1,1426	1,6657	1,1952	1,0764	0,9506	0,8540	0,6890	0,4266

Tabel 32. Omregningsfaktorer til brug ved beregning af uhelds- og personskade-tætheder for enkelt år, når grundmodeller i tabel 29 benyttes.

I tabel 31 og bilag 3 er vist grundmodeller med årsfaktorer. Modellerne i tabel 31 gælder for 130 km/t strækninger og er kalibreret til at gælde for Danmark ved at fastholde p-værdier og ændre a-værdier, så modellerne hverken over- eller underestimerer. Sammenholdes tabel 31 og 29 ses, at p-værdierne er næsten ens. Der er ikke estimeret grundmodeller med årsfaktorer opdelt på ene- og flerpartsuheld. Det foreslås at benytte grundmodellerne i tabel 29 og omregnede årsfaktorer på

basis af tabel 31 til at beregne et forventet antal uheld eller personskader for bestemte år. Disse omregningsfaktorer er angivet i tabel 32.

4.2 Frakørselsflettestrækninger

I alt er der registreret 527 frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej) med en samlet længde på 171.911 meter inklusiv op til 100 meter lang strækning før hver frakørsel. Nogle frakørselsflettestrækninger er bygget i de senere år, mens andre er ombygget og for nogle strækninger foreligger ikke trafikdata i alle år. Antal uheld og personskader er opgjort i tabel 33 for geometrisk uændrede frakørselsflettestrækninger med trafikdata i en periode frem til og med 2012.

Periode	Strækninger		Uheld				Personskader				Uheld pr. km pr. år
	Antal	Km	Person	Materiel	Ekstra	Alle	Dræbte	Alvorlige	Lette	Alle	
1994-2012	275	88,273	262	456	1.011	1.729	33	184	210	427	1,03
1995-2012	288	92,286	256	451	990	1.697	33	177	207	417	1,02
1996-2012	293	93,863	249	435	946	1.630	34	170	198	402	1,02
1997-2012	300	96,015	237	417	902	1.556	32	167	187	386	1,01
1998-2012	325	104,356	231	436	948	1.615	32	164	180	376	1,03
1999-2012	343	110,184	236	425	935	1.596	28	160	185	373	1,03
2000-2012	354	113,755	216	404	883	1.503	25	146	172	343	1,02
2001-2012	364	117,048	195	396	832	1.423	25	132	156	313	1,01
2002-2012	371	119,399	177	361	769	1.307	20	120	138	278	1,00
2003-2012	388	124,976	162	338	716	1.216	18	102	124	244	0,97
2004-2012	402	130,007	141	307	672	1.120	16	84	110	210	0,96
2005-2012	405	130,953	116	272	620	1.008	15	69	90	174	0,96
2006-2012	407	131,803	94	236	550	880	14	60	73	147	0,95
2007-2012	427	138,455	87	213	486	786	16	54	65	135	0,95
2008-2012	438	141,973	63	173	412	648	10	42	47	99	0,91
2009-2012	466	151,254	47	141	379	567	6	39	28	73	0,94
2010-2012	468	151,924	37	120	304	461	4	34	21	59	1,01
2011-2012	471	152,913	26	87	220	333	3	26	14	43	1,09
2012-2012	478	155,264	12	43	110	165	2	7	5	14	1,06

Tabel 33. Opgørelser af uheld og personskader for frakørselsflettestrækninger med en uændret geometri i en periode frem til og med 2012.

Af tabel 33 kan fx ses, at der er 405 frakørselsflettestrækninger med trafikdata, der var geometrisk uændret i perioden 2005-2012, og der på disse strækninger i perioden 2005-2012 er registreret 1.008 uheld og 174 personskader. Der er sket 0,96 uheld pr. km pr. år på disse strækninger (én side af motorvej), hvilket er 1,55 gange mere end på sammenlignelige motorvejsstrækninger med samme trafikmængde. Af tabel 33 kan tillige ses, at man maksimalt kan opnå, at 1.729 uheld og 427 personskader kan indgå i udarbejdelse af modeller for frakørselsflette-

trækninger. Uheldstæthed er ikke faldet på frakørselsflettestrækninger i den lange periode 1994-2012, dog er personskadetæthed faldet markant.

Den 30. april 2004 blev den generelle hastighedsbegrænsning på motorveje sat op fra 110 til 130 km/t. Af hensyn til denne større ændring vælges at lade homogene motorvejsstrækninger, der var geometrisk uændret i perioden 2005-2012, indgå i udarbejdelsen af uhelds- og personskademodeller for frakørselsflettestrækninger.

Af alle 527 frakørselsflettestrækninger er den korteste 97 meter, mens den længste er 765 meter. Der udelades ingen af frakørselsflettestrækningerne i modelarbejdet alene ud fra deres længde. Derimod udelades frakørselsflettestrækninger, hvor der ikke er en motorvejsstrækning umiddelbart før og efter, men i stedet findes en anden flettestrækning og frakørslen derved ligger meget tæt på fx en tilkørsel eller en motorvejsforgrening. Grunden, til disse frakørselsflettestrækninger udelades, er, at de måske har en yderligere forhøjet uheldstæthed pga. den nære beliggenhed til andre flettestrækninger. Således udelades 49 af de 527 frakørselsflettestrækninger, heraf 36 strækninger der var geometrisk uændrede i perioden 2005-2012.

4.2.1 Datagrundlag for modeludvikling

Det følgende beskriver 369 frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej), der indgår i udviklingen af uheldsmodeller. Længden af strækningerne er 119,734 km. Strækningerne er mellem 140 og 765 meter lange. Gennemsnitslængden er 324 meter med en standardafvigelse på 60 meter. De fleste strækninger har en længde tæt på gennemsnitslængden. Eksempelvis er 74 % af strækningerne 275-375 meter lange. Der er 295 frakørsler til rampekryds, 63 er frakørsler til sideanlæg og 11 er frakørsler til motorvejskryds.

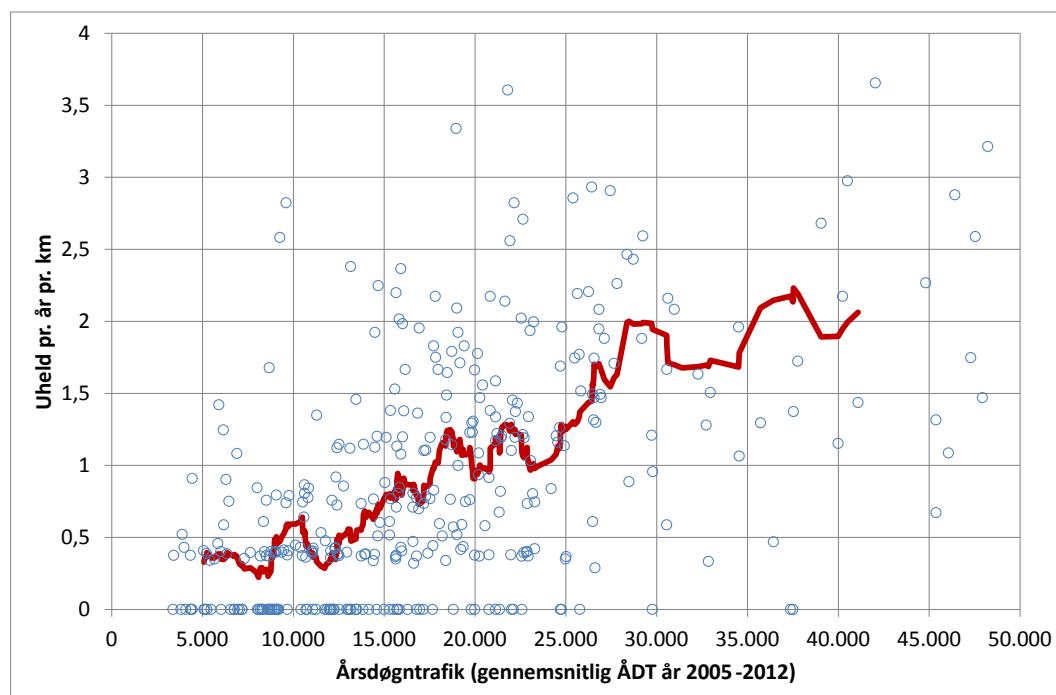
I tabel 34 på næste side findes centrale data om uheld, personskader og trafik for de 369 strækninger. Her ses bl.a. at der er sket 892 uheld med 159 personskader og kørt knap 6,4 mia. vogndkm i perioden 2005-2012 på strækningerne. Af tabellen kan aflæses en række tal af betydning for modelarbejdet fx er variansen i uheld og personskader 2005-2012 større end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er systematisk variation i forekomsten af uheld og personskader. Der er dog en stor andel af strækningerne, hvor der ikke er registreret uheld eller personskader i de enkelte år, hvilket kan gøre det svært at estimere årsfaktorer.

Årsdøgntrafikken (ÅDT) i tabel 34 varierer mellem ca. 3.400 og 48.200 biler pr. døgn. Trafikmængden har været stabil gennem perioden. For 65 strækninger kendes ikke mængden af trafik (for alle år), der kører fra motorvejen, heraf er 62 frakørsler til sideanlæg, mens 3 er frakørsler til rampekryds. For de resterende 304 strækninger med kendt frakørselstrafik udgør denne mellem 1,3 % og 50,8 % af trafikken på frakørselsflettestrækningen med et gennemsnit på 14,3 %. Ved frakørsler til rampekryds kører der i gennemsnit 13,7 % fra, mens der ved motorvejskryds i gennemsnit kører 28,3 % fra.

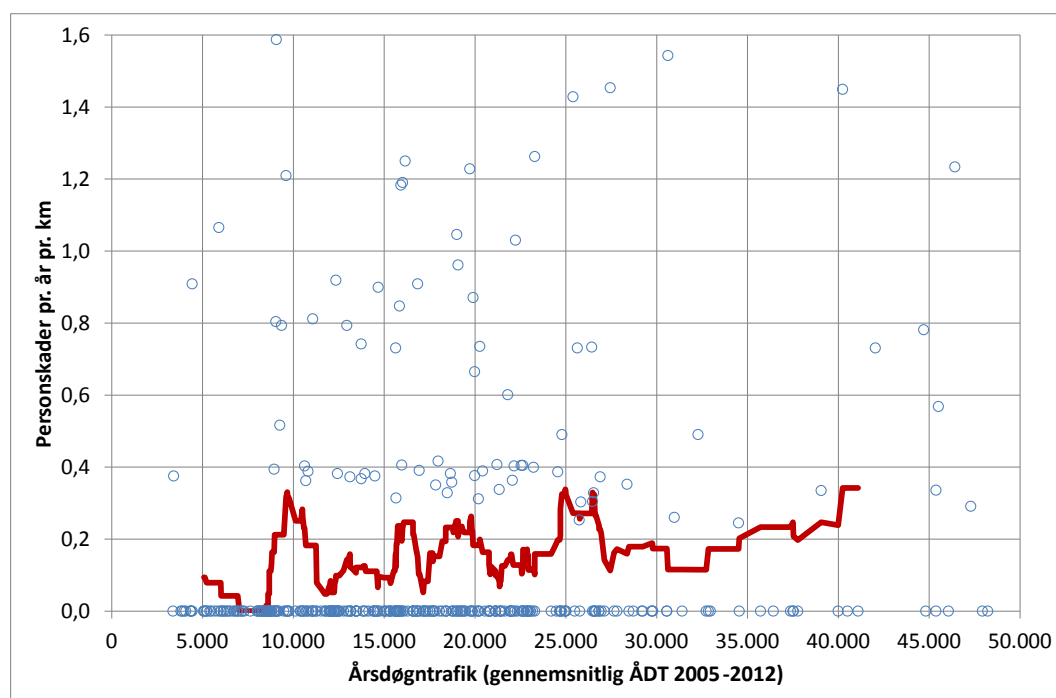
ÅR		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Uheld	Personskade	20	10	22	16	9	8	13	6	104
	Materielskade	35	29	32	40	18	24	34	30	242
	Ekstra	68	62	68	65	55	69	80	79	546
	Alle	123	101	122	121	82	101	127	115	892
Uheld pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	3	3	5	5	3	4	5	4	16
	Gennemsnit	0,333	0,274	0,331	0,328	0,222	0,274	0,344	0,312	2,417
	Varians	0,386	0,313	0,434	0,493	0,222	0,303	0,466	0,405	6,200
	Standardafvigelse	0,621	0,560	0,659	0,702	0,471	0,550	0,682	0,637	2,490
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel		273 74 %	285 77 %	275 75 %	281 76 %	295 80 %	284 77 %	274 74 %	284 77 %	88 24 %
Personskader	Dræbte	1	0	6	3	2	0	1	1	14
	Alvorlige	9	7	12	5	4	7	16	4	64
	Lette	14	8	16	21	7	4	8	3	81
	Alle	24	15	34	29	13	11	25	8	159
Personskader pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	3	4	6	5	5	2	4	3	7
	Gennemsnit	0,065	0,041	0,092	0,079	0,035	0,030	0,068	0,022	0,431
	Varians	0,094	0,088	0,225	0,208	0,088	0,045	0,177	0,043	1,023
	Standardafvigelse	0,306	0,297	0,475	0,457	0,297	0,213	0,421	0,207	1,011
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel		350 95 %	360 98 %	349 95 %	354 96 %	360 98 %	361 98 %	356 96 %	364 99 %	286 78 %
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)	733	773	806	819	809	805	824	844	6.413
ÅDT pr. strækning	Minimum	3.023	2.994	3.158	3.266	3.296	3.381	3.412	3.552	3.370
	Maximum	46.255	48.019	49.384	49.635	48.761	48.892	49.751	52.293	48.229
	Gennemsnit	16.409	17.316	18.061	18.291	18.110	18.017	18.448	18.841	17.937
	Standardafvigelse	8.984	9.270	9.317	9.353	9.383	9.361	9.714	9.689	9.350
Uhedsfrekvens (uheld pr. mio. km)		0,168	0,131	0,151	0,148	0,101	0,126	0,154	0,136	0,139
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)		0,033	0,019	0,042	0,035	0,016	0,014	0,030	0,009	0,025

Tabel 34. Uheld, personskader og trafik på 369 frakørselsflettestrækninger i 2005-2012, hvor strækningerne var geometrisk uændrede. Strækningerne har en samlet længde på 119.734 meter.

I figur 25 og 26 på næste side ses uheds- og personskadetæthed afbilledet i forhold til trafikmængden. Der synes at være en retlinjet relation mellem antallet af uheld og trafikmængden, hvor en fordobling af trafikmængden medfører ca. en fordobling af uheldstallet. Relationen mellem antallet af personskader og trafikmængden er svagere.



Figur 25. Uheldstæthed og trafikmængde for 369 frakørselsflettestrækninger. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.



Figur 26. Personskadetæthed og trafikmængde på 369 frakørselsflettestrækninger. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.

I tabel 35 på næste side er resultater for frakørselsflettestrækninger opdelt på frakørsler til hhv. rampekryds, motorvejskryds og sideanlæg. Tabellen viser, at fra-

kørsler til motorvejskryds har en lavere uhelds- og skadesfrekvens end frakørsler til rampekryds og sideanlæg, men der er kun få frakørsler til motorvejskryds.

	Frakørsel til			
	Rampekryds	Motorvejskryds	Sideanlæg	I alt
Antal strækninger	295	11	63	369
Længde (meter)	95.293	4.031	20.410	119.734
ÅDT, gennemsnit	17.981	22.288	16.971	17.937
ÅDT, vægtet efter længde	18.286	24.530	17.313	18.330
Trafikarbejde (mio. km)	5.092	289	1.032	6.413
Uheld	730	33	129	892
Personskader	128	4	27	159
Uheldsfrekvens	0,143	0,114	0,125	0,139
Skadesfrekvens	0,025	0,014	0,026	0,025

Tabel 35. De 369 frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej) opdelt på frakørsler til hhv. rampekryds, motorvejskryds og sideanlæg. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Andel af trafik, der kører fra motorvej					
	1,3-6,9 %	7-9,9 %	10-14,9 %	15-19,9 %	20-50,8 %	Ukendt
Antal strækninger	56	73	63	49	63	65
Længde (meter)	18.879	23.897	20.078	15.584	20.568	20.728
ÅDT, gennemsnit	17.590	20.005	18.505	18.320	16.093	16.859
ÅDT, vægtet efter længde	18.004	20.352	19.035	17.962	16.985	17.225
Trafikarbejde (mio. km)	993	1.421	1.117	818	1.021	1.043
Uheld	122	195	165	124	156	130
Personskader	21	35	27	22	27	27
Uheldsfrekvens	0,123	0,137	0,148	0,152	0,153	0,125
Skadesfrekvens	0,021	0,025	0,024	0,027	0,026	0,026

Tabel 36. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter andel af trafik, der kører fra motorvejen. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 36 ses, at både uhelds- og skadesfrekvensen synes at stige, jo større en andel af trafikken der kører fra motorvejen. Det formodes, at der er ca. 5 % af trafikken, der kører fra motorvejen, i kategorien ”ukendt”, da trafiktal fra året 2012 indikerer dette.

De 369 frakørselsflettestrækninger er åbnet for trafik i årene 1956-2004. I tabel 37 på næste side er resultater for strækninger opdelt efter åbningsår. Det ses, at uheldsfrekvensen bliver stadig lavere, jo ”nyere” strækningen er, ligesom det var tilfældet ved motorvejsstrækninger. Derimod er skadesfrekvensen lavest for frakørselsflettestrækninger fra 1956-1964 og højest fra 1985-1994, men antallet af personskader er forholdsvis beskeden.

	Åbningsår				
	1956-1964	1965-1974	1975-1984	1985-1994	1995-2004
Antal strækninger	23	97	63	88	98
Længde (meter)	6.191	32.906	21.144	27.782	31.711
ÅDT, gennemsnit	18.743	24.081	19.757	17.926	10.504
ÅDT, vægtet efter længde	19.810	24.465	20.451	17.911	10.629
Trafikarbejde (mio. km)	358	2.352	1.264	1.454	985
Uheld	58	351	180	184	119
Personskader	3	56	29	48	23
Uheldsfrekvens	0,162	0,149	0,142	0,127	0,121
Skadesfrekvens	0,008	0,024	0,023	0,033	0,023

Tabel 37. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter åbningsår. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Politikreds					
	Nord-jylland	Øst-jylland	Midtvest-jylland	Sydøst-jylland	Sydønder-jylland	Fyn
Antal strækninger	72	31	7	43	47	33
Længde (meter)	23.290	10.075	2.229	14.449	14.838	11.529
ÅDT, gennemsnit	11.268	16.617	7.904	21.136	11.563	22.142
ÅDT, vægtet efter længde	11.215	16.581	7.893	21.569	11.593	22.690
Trafikarbejde (mio. km)	763	488	51	911	503	764
Uheld	75	45	4	127	70	120
Personskader	35	10	0	22	10	20
Uheldsfrekvens	0,098	0,092	0,078	0,139	0,139	0,157
Skadesfrekvens	0,046	0,020	0,000	0,024	0,020	0,026

	Politikreds					
	Syd-sjælland	Midtvest-sjælland	Nord-sjælland	Københavns Vestegn	København	Blandet
Antal strækninger	44	34	27	25	5	1
Længde (meter)	12.239	12.369	8.454	8.449	1.547	266
ÅDT, gennemsnit	13.289	25.486	23.155	33.432	21.047	36.419
ÅDT, vægtet efter længde	13.339	25.710	23.300	33.757	19.724	36.420
Trafikarbejde (mio. km)	477	929	576	833	89	28
Uheld	84	140	86	125	15	1
Personskader	18	22	7	15	0	0
Uheldsfrekvens	0,176	0,151	0,149	0,150	0,168	0,035
Skadesfrekvens	0,038	0,024	0,012	0,018	0,000	0,000

Tabel 38. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter politikreds. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 38 er frakørselsflettestrækningerne opdelt efter politikreds. Det ses, at uheldsfrekvensen er lav i Nord-, Øst- og Midtvestjyllands politikredse, mens

uheldsfrekvensen er høj i politikredsene København og Fyn – ligesom ved motorvejsstrækninger. Dog er uheldsfrekvensen også høj på Sydsjælland. Skadesfrekvensen er lav i kredsene Nordsjælland og København, mens den er høj i Nordjylland og Sydsjælland politikreds.

Som nævnt er frakørselsflettestrækningerne mellem 140 og 765 meter lange. Hver strækning har først 100 meter motorvejsstrækning efterfulgt af hhv. kilestrækning, en strækning med fuldt optrukken linje mellem motorvej og rampe samt en strækning med spærreflade mellem motorvej og rampe. I tilfælde, hvor der er sporbortfald i forbindelse med frakørslen er der ingen kilestrækning. De fleste frakørselsflettestrækninger har ingen strækning med fuldt optrukken linje.

	Længde af frakørselsflettestrækning					
	140-249 m	250-299 m	300-324 m	325-349 m	350-399 m	400-765 m
Antal strækninger	31	63	88	106	51	30
Længde (meter)	6.645	17.666	27.495	35.566	18.780	13.582
ÅDT, gennemsnit	18.545	17.159	15.585	15.743	21.256	27.948
ÅDT, vægtet efter længde	18.119	17.049	15.585	15.790	21.294	28.213
Trafikarbejde (mio. km)	352	880	1.252	1.641	1.168	1.120
Uheld	71	120	180	196	149	176
Personskader	5	24	45	44	20	21
Uheldsfrekvens	0,202	0,136	0,144	0,119	0,128	0,157
Skadesfrekvens	0,014	0,027	0,036	0,027	0,017	0,019

Tabel 39. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter længde. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 39 er strækningerne opdelt efter længde. Det ses, at uheldsfrekvensen er lavest ved en længde på 325-349 meter, mens skadesfrekvensen er højest ved en længde på 300-324 meter.

	Længde af kilestrækning					
	30-89 m	90-99 m	100-109 m	110-129 m	130-315 m	Sporbortfald
Antal strækninger	57	136	78	46	45	7
Længde (meter)	15.640	42.411	25.118	15.773	17.691	3.101
ÅDT, gennemsnit	18.341	14.886	18.178	18.043	23.114	37.235
ÅDT, vægtet efter længde	18.174	14.899	18.408	18.426	23.454	35.696
Trafikarbejde (mio. km)	831	1.846	1.351	849	1.212	323
Uheld	122	239	187	101	201	42
Personskader	17	48	38	25	25	6
Uheldsfrekvens	0,147	0,129	0,138	0,119	0,166	0,130
Skadesfrekvens	0,020	0,026	0,028	0,029	0,021	0,019

Tabel 40. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter længde af kilestrækning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 40 er strækningerne opdelt efter længden af kilestrækningen. Her er et sammenfald, hvor uheldsfrekvensen er lavest ved en længde på 110-129 meter, men her er skadesfrekvensen samtidig højest. Uheldene er således mest alvorlige ved en længde på 110-129 meter.

	Længde af strækning med fuldt optrukken linje / Undertype					
	0 m almindelig	20-163 m almindelig	0 m sporbortfald	97-410 m sporbortfald	70 m sportilføjeelse	0 m speciel
Antal strækninger	319	40	2	5	1	2
Længde (meter)	99.678	15.568	425	2.676	465	922
ÅDT, gennemsnit	16.681	23.772	41.101	35.688	27.115	29.394
ÅDT, vægtet efter længde	16.725	24.230	40.212	34.979	27.116	29.460
Trafikarbejde (mio. km)	4.871	1.102	50	274	37	79
Uheld	669	158	10	32	7	16
Personskader	131	21	1	5	0	1
Uheldsfrekvens	0,137	0,143	0,200	0,117	0,190	0,202
Skadesfrekvens	0,027	0,019	0,020	0,018	0,000	0,013

Tabel 41. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter længde af strækning med fuldt optrukken linje samt undertype. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 41 er frakørselsflettestrækninger opdelt efter undertype og længde af strækning med fuldt optrukken linje. Ud over de syv strækninger med sporbortfald er der tre anderledes strækninger. På én strækning sker der en *sportilføjeelse* på motorvejen (ej rampen) på den del, hvor der er fuldt optrukken linje og spærreflade. På to *specielle* strækninger er der et sporbortfald på motorvejen ca. 50-70 meter før kilestrækningen begynder. Ud fra tabel 41 er det vanskeligt at sige, om fuldt optrukne linjer påvirker sikkerheden i en god eller dårlig retning. Strækninger med sporbortfald og sportilføjeelse synes at have høj uheldsfrekvens men lav skadesfrekvens.

	Længde af spærreflade (meter)				
	10-49	50-99	100-124	125-149	150-263
Antal strækninger	47	82	96	110	34
Længde (meter)	13.474	25.868	30.286	37.163	12.943
ÅDT, gennemsnit	18.580	20.817	15.997	15.218	24.373
ÅDT, vægtet efter længde	19.361	21.220	16.318	15.362	24.713
Trafikarbejde (mio. km)	762	1.604	1.444	1.668	935
Uheld	134	229	209	193	127
Personskader	18	31	61	32	17
Uheldsfrekvens	0,176	0,143	0,145	0,116	0,136
Skadesfrekvens	0,024	0,019	0,042	0,019	0,018

Tabel 42. De 351 frakørselsflettestrækninger opdelt efter længde af spærreflade. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 42 er frakørselsflettestrækninger opdelt efter længden af spærrefladen. Her ses, at uheldsfrekvensen falder, jo længere spærrefladen er, hvorimod skadesfrekvensen synes upåvirket af denne længde.

Vedrørende tværprofil og autoværn er der set på en række forhold; bredde af belagt areal, nødspor, kørebane, kørespor, indre kantbane og midterrabat, antallet af kørespor, type af autoværn i midterrabat samt andel af strækning med autoværn i højre side. Her vises dog kun opgørelser for bredde af nødspor og kørespor samt antallet af kørespor, da opgørelser af de andre forhold synes uinteressante.

	Bredde af nødspor (meter)				Antal kørespor	
	0,30-0,99	1,00-2,49	2,50-3,00	3,01-4,50	2	3
Antal strækninger	21	67	207	74	333	36
Længde (meter)	5.800	23.112	65.175	25.647	107.699	12.035
ÅDT, gennemsnit	15.533	21.528	14.958	23.700	15.822	37.499
ÅDT, vægtet efter længde	17.244	21.972	14.711	24.491	16.183	37.542
Trafikarbejde (mio. km)	292	1.484	2.802	1.835	5.093	1.320
Uheld	55	251	336	250	722	170
Personskader	6	33	77	43	131	28
Uheldsfrekvens	0,188	0,169	0,120	0,136	0,142	0,129
Skadesfrekvens	0,021	0,022	0,027	0,023	0,026	0,021

Tabel 43. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter bredde af nødspor samt antallet af gennemgående kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 43 ses, at uheldsfrekvensen falder, jo bredere nødsporet er, indtil det når en bredde af ca. 3 meter ligesom for motorvejsstrækninger. Skadesfrekvensen synes upåvirket af nødsporets bredde. Der er mange frakørselsflettestrækninger kun med delvist nødspor (1,00-2,49 meter), hvilket skyldes, at nogle frakørselsramper ikke har nødspor, mens motorvejsstrækningen før frakørslen har nødspor. Ser man på bredden af nødsporet på frakørselsrampen fås også, at frakørselsflettestrækninger med ramper med nødspor under 1 meter har en højere uheldsfrekvens end ved ramper med nødspor på 2,5 meter eller mere.

Af tabel 43 ses desuden, at både uhelds- og skadesfrekvens er højere, hvor der er 2 gennemgående kørespor set i forhold til 3 kørespor. Det kan skyldes, at tilstedeværelsen af frakørslen påvirker trafikafviklingen mindre, hvor der er tre kørespor i forhold til to kørespor. Amerikansk forskning har også påvist, at tilstedeværelsen af fra- og tilkørsler har stadig mindre betydning for frekvensen af uheld, jo flere kørespor motorvejen har (Bonneson et al., 2012).

Af tabel 44 på næste side ses, at uheldsfrekvensen stiger, jo bredere køresporet er, mens skadesfrekvensen falder, jo bredere køresporet er. For motorvejsstrækninger så vi, at uheldsfrekvensen var højere ved en bredde på 3,75 meter i forhold til 3,50

meter, mens det var omvendt med skadesfrekvensen. Det ses også ved frakørselsflettestrækninger.

	Bredde af kørespor (meter)				
	3,33-3,49	3,50	3,51-3,74	3,75	3,76-4,17
Antal strækninger	4	204	21	121	19
Længde (meter)	1.425	63.862	7.326	40.449	6.672
ÅDT, gennemsnit	36.087	13.759	27.712	19.480	38.340
ÅDT, vægtet efter længde	35.759	13.750	28.659	19.640	39.160
Trafikarbejde (mio. km)	149	2.566	613	2.321	763
Uheld	18	321	78	361	114
Personskader	1	83	13	47	15
Uheldsfrekvens	0,121	0,125	0,127	0,156	0,149
Skadesfrekvens	0,007	0,032	0,021	0,020	0,020

Tabel 44. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter gennemsnitlig bredde af gennemgående kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Hastighedsbegrænsning (km/t)					
	70	80	90	110	130	Blandet
Antal strækninger	4	1	9	165	188	2
Længde (meter)	1.052	193	2.273	54.027	61.481	708
ÅDT, gennemsnit	10.700	31.394	22.040	21.918	14.370	14.000
ÅDT, vægtet efter længde	11.066	31.394	21.319	22.678	14.528	14.371
Trafikarbejde (mio. km)	34	18	142	3.580	2.610	30
Uheld	11	16	7	500	353	5
Personskader	1	0	0	83	73	2
Uheldsfrekvens	0,323	0,904	0,049	0,140	0,135	0,168
Skadesfrekvens	0,029	0,000	0,000	0,023	0,028	0,067

Tabel 45. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter hastighedsbegrænsning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 45 ses, at antallet af frakørselsflettestrækninger med 70, 80 og 90 km/t hastighedsbegrænsning er få, men ses disse under ét har de en uhelds- og skadesfrekvens på hhv. 0,176 og 0,005. Uheldsfrekvensen på frakørselsflettestrækninger falder således, jo højere hastighedsgrænsen er, mens skadesfrekvensen stiger.

Der vises ikke opgørelser for frakørselsflettestrækninger opdelt på forholdene ”tunnel”, ”variable tavler” og ”vekselstrækning før/efter”, da der kun er hhv. 1, 8 og 0 strækninger med hhv. tunnel, variabel tavler og vækselstrækning før/efter.

	Vejbelysning		Overhalingsforbud		Afstandsmærker op til 16 km efter	
	Ja/delvist	Nej	Ja/delvist	Nej	Ja/efter	Nej
Antal strækninger	39	330	126	243	21	348
Længde (meter)	12.008	107.726	41.994	77.740	7.355	112.379
ÅDT, gennemsnit	27.473	16.810	19.764	16.989	20.761	17.766
ÅDT, vægtet efter længde	27.920	17.261	20.050	17.401	20.912	18.161
Trafikarbejde (mio. km)	980	5.433	2.460	3.953	449	5.964
Uheld	150	742	345	547	80	812
Personskader	16	143	66	93	8	151
Uhedsfrekvens	0,153	0,137	0,140	0,138	0,178	0,136
Skadesfrekvens	0,016	0,026	0,027	0,024	0,018	0,025

Tabel 46. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter forekomst af vejbelysning, overhalingsforbud og afstandsmærker. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

På frakørselsflettestrækninger med vejbelysning er uhedsfrekvensen højere end på strækninger uden belysning, mens skadesfrekvensen er lavest, hvor der er belysning, se tabel 46. Uheds- og skadesfrekvens på strækninger med overhalingsforbud er lidt højere end på strækninger uden et sådant forbud. Tabel 46 viser, at strækninger med afstandsmærker har højere uhedsfrekvens end strækninger uden afstandsmærker, mens skadesfrekvensen er lavest på strækninger med afstandsmærker. Strækninger op til 16 km efter afstandsmærker er i samme kategori som strækninger med afstandsmærker, da uheds- og skadesfrekvens er omtrent ens.

Der er også set på, om frakørselsrampens udformning har indflydelse på uheds- og skadesfrekvens på frakørselsflettestrækningen. Her er betydningen af bredden af nødsporet på frakørselsrampen tidligere beskrevet. Det ser ud til, at kurveafmærkning og tavler med anbefalet hastighed på frakørselsrampes ikke har indvirkning på uheds- og skadesfrekvens på frakørselsflettestrækninger. Ligeså ser det ud til, at stigningsforhold på rampe og længde af rampe heller ikke at øve indflydelse på uheds- og skadesfrekvens på frakørselsflettestrækninger.

Derimod synes rampens type og form at have en indvirkning, se tabel 47. En lige rampe i et ruderanlæg kaldes ofte en ret skrårampe, mens de s-formede ramper i ruder- og trompetanlæg kaldes for kurvede skråramper. En u-formet rampe i et trompetanlæg kaldes også en sløjferampe. Vinkelramper er ofte direkte tangentramper. I afsnit 5.13 er rampeanlæg illustreret grafisk.

Tabel 47 viser, at uhedsfrekvensen på frakørselsflettestrækninger efterfulgt af trompet- og vinkelramper er højere end ved andre typer og former af frakørselsramper. Lidt overraskende er uhedsfrekvensen på frakørselsflettestrækninger efterfulgt af kløver- og flyoverramper lav, og lige ruderramper giver en højere uhedsfrekvens på frakørselsflettestrækningen end ved s-formede ruderramper.

	Type og form af frakørselsrampe						
	Ruder Lige	Ruder S-form	Trompet S-form	Trompet U-form	Vinkel 45-135°	Kløver 270°	Flyover SV-form
Antal strækninger	121	97	27	24	22	2	6
Længde (meter)	40.325	31.422	7.949	7.689	7.019	900	1.986
ÅDT, gennemsnit	20.453	15.498	18.377	17.348	16.217	28.067	18.646
ÅDT, vægtet efter længde	20.968	15.443	18.200	18.804	16.567	30.260	19.223
Trafikarbejde (mio. km)	2.471	1.418	423	422	340	80	112
Uheld	367	172	67	66	57	10	14
Personskader	54	33	11	23	8	1	1
Uheldsfrekvens	0,149	0,121	0,158	0,156	0,168	0,126	0,126
Skadesfrekvens	0,022	0,023	0,026	0,054	0,024	0,013	0,009

Tabel 47. 299 frakørselsflettestrækninger opdelt efter type og form af frakørselsramper. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km. Bemærkning: Frakørsler til sideanlæg og motorvejskryds indgår ikke i opgørelsen.

	Type af rampekryds efter frakørsel				
	Vigepligtsreguleret	Rundkørsel	Signalreguleret	Vej	Ej kryds (fx sideanlæg)
Antal strækninger	141	61	69	19	79
Længde (meter)	45.707	19.937	22.811	5.489	25.790
ÅDT, gennemsnit	15.447	14.131	25.608	21.076	17.864
ÅDT, vægtet efter længde	15.846	14.362	26.185	19.846	18.531
Trafikarbejde (mio. km)	2.116	837	1.745	318	1.396
Uheld	273	107	281	63	168
Personskader	46	22	49	11	31
Uheldsfrekvens	0,129	0,128	0,161	0,198	0,120
Skadesfrekvens	0,022	0,026	0,028	0,035	0,022

Tabel 48. De 369 frakørselsflettestrækninger opdelt efter type af rampekryds efter frakørsel. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 48 ses, at uhelds- og skadesfrekvens på frakørselsflettestrækninger er næsten ens, om rampekrydset er et almindeligt vigepligtsreguleret kryds eller en rundkørsel. Derimod er uheldsfrekvensen højere, hvis det er et signalreguleret rampekryds, hvilket kan skyldes tilbagestuvning af trafik fra rampekrydset og ned på frakørselsflettestrækningen. Tabellen viser også, at hvor frakørselsrampen fortsætter i en vej er både uhelds- og skadesfrekvensen høj.

4.2.2 Basismodeller

Der udvikles basismodeller for de tre uheldsarter personskade-, materielskade- og ekstrauheld samt person- og materielskadeuheld og alle uheld. Desuden udvikles basismodeller for alle personskader, men ikke for de enkelte skadesgrader. Model-

ler er baseret på uheld, personskader og trafik på de 369 frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej) beskrevet i forrige afsnit. Dog indgår kun 304 strækninger med kendt trafikmængde på frakørselsramper, når rampetrafikkens størrelse optræder i modellerne. Der udvikles basismodeller med og uden årsfaktorer. Modellerne udvikles med antal år og strækningens længde som offset variable, så den modellerede uheldstæthed er uheld pr. km pr. år.

Tabel 36 viste, at andelen af trafikken, der kørte fra motorvejen, havde betydning for både uhelds- og skadesfrekvenser. Denne tabel viste også klart, at når rampe-trafikken er lille (andelen nærmer sig nul), så er uhelds- og skadesfrekvenserne stadig betydelige. Det viser, at en traditionel uheldsmodel for kryds, hvor uheldstætheden $UHT = a \cdot N_{pri}^{p_1} \cdot N_{sek}^{p_2}$ (N_{pri} og N_{sek} er trafik på hhv. motorvej og rampe, mens a , p_1 og p_2 er estimerede konstanter), nok ikke er det bedste funktionsudtryk til at beskrive uheldsforekomsten på frakørselsflettestrækninger. For at finde et godt funktionsudtryk for uheldsmodeller for frakørselsflettestrækninger er der afprøvet seks forskellige modeludtryk – her vist uden årsfaktorer:

$$1) UHT = a \cdot N_{MV}^p$$

$$2) UHT = a \cdot N_{MV}^p \cdot e^{(b \cdot \frac{N_{Rampe}}{10.000})}$$

$$3) UHT = a \cdot N_{MV}^p \cdot e^{(b \cdot \frac{N_{Rampe}}{N_{MV}})}$$

$$4) UHT = a \cdot N_{MV}^{p_1} \cdot N_{Rampe}^{p_2}$$

$$5) UHT = a \cdot N_{MV}^p \cdot e^{(b_1 \cdot \frac{N_{Rampe}}{10.000} + b_2 \cdot \frac{N_{Rampe}}{N_{MV}})}$$

$$6) UHT = a \cdot N_{MV}^p \cdot e^{(b_1 \cdot \frac{N_{Rampe}}{N_{MV}} + b_2 \cdot (\frac{N_{Rampe}}{N_{MV}})^2)}$$

hvor a , b og p er estimerede konstanter, N_{MV} er årsgennemsnits trafikken på motorvejen før eller efter frakørslen, og N_{Rampe} er årsgennemsnits trafikken, der kører fra motorvejen.

Kun modeludtryk 1 og 3 er afprøvet på alle 369 frakørselsflettestrækninger, hvor variabelen N_{Rampe}/N_{MV} ved modeludtryk 3 er inddelt i kategorier, heraf 65 strækninger i kategorien "Ukendt rampetrafik". Af de testede modeller baseret på 369 strækninger er model 1, hvor N_{MV} er årsgennemsnits trafikken på motorvejen før frakørslen, den som modelteknisk fungerer bedst. Denne model forklarer 65 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten og kan anvendes, selvom mængden af trafik på frakørselsrampen er ukendt.

Modeludtryk	Type af uheld eller personskade	Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter			Spredningsparameter	Forklaringskraft
		Total	Pr. km pr. år	a	p	b		
1) 369 strækninger	Alle personskader	159	0,166	0,00029342	0,6486	-	3,2167	0,10
	Personskadeuheld	104	0,109	0,00019600	0,6463	-	0,4464	0,30
	Materielskadeuheld	242	0,253	0,00007190	0,8336	-	0,1165	0,63
	Ekstrauheld	546	0,570	0,00000087	1,3599	-	0,3200	0,65
	Person- og materielskadeuheld	346	0,361	0,00017994	0,7770	-	0,2804	0,44
	Alle uheld	892	0,931	0,00001647	1,1137	-	0,2031	0,65
3) 304 strækninger	Alle personskader	132	0,167	0,00021354	0,6864	0,2855	3,3268	0,11
	Personskadeuheld	84	0,106	0,00014784	0,6659	0,8992	0,3425	0,39
	Materielskadeuheld	211	0,266	0,00011803	0,7903	0,5734	0,1433	0,56
	Ekstrauheld	467	0,590	0,00000055	1,3913	2,0349	0,3050	0,67
	Person- og materielskadeuheld	295	0,372	0,00022593	0,7562	0,6699	0,2969	0,41
	Alle uheld	762	0,962	0,00001415	1,1221	1,4728	0,1867	0,68

Tabel 49. Basismodeller for uheld og personskader på frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej). Baseret på op til 369 strækninger på i alt 119.734 meter med ÅDT på 3.370-48.229.

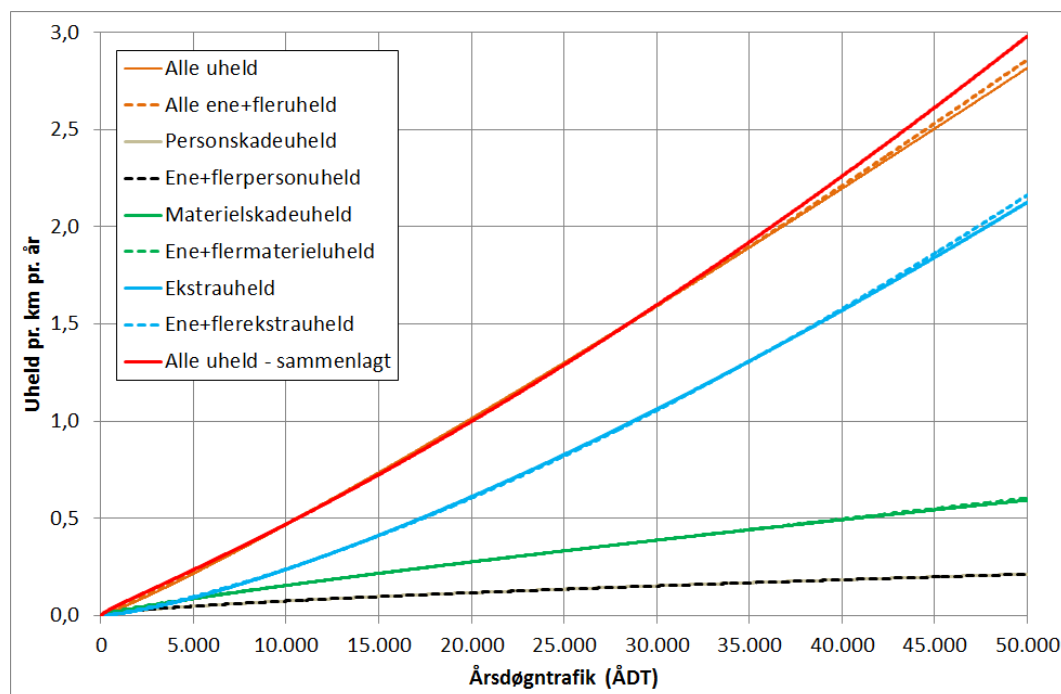
Alle seks modeludtryk er afprøvet på de 304 frakørselsflettestrækninger, hvor mængden af trafik på frakørselsrampen er kendt. Af de testede modeller fungerer modeludtryk 3 bedst, hvor N_{MV} er årsdøgntrafik på motorvejen efter frakørslen. Denne model forklarer 68 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten og kan kun anvendes, hvis mængden af trafik på frakørselsrampen er kendt.

I tabel 49 er basismodeller for frakørselsflettestrækninger beskrevet ved a, p og b værdier samt spredningsparameter og Elvik's indeks. I bilag 1 er basismodellerne beskrevet yderligere. Tabellen viser, at årsdøgntrafikken forklarer hhv. 30-68 % og 10-11 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld og personskader. Variablen for trafik, der kører fra motorvejen (konstanten b), forklarer en lille del af den systematiske variation og er kun statistisk signifikant i modeller for ekstrauheld og alle uheld. Basismodellernes p-værdier i tabel 49 er næsten de samme som p-værdier i basismodeller for motorvejsstrækninger. Ved brug af modeludtryk 1 fås en systematisk overestimering af uheldstætheden, hvor rampetrafikken udgør en beskedent andel af den samlede trafik på flettestrækningen, mens der er en systematisk underestimering ved en høj andel.

Der er undersøgt andre basismodeller for frakørselsflettestrækninger end dem i tabel 49. Det er forsøgt at opstille modeller for strækninger hhv. med over og under 20.000 i årsdøgntrafik, men antallet af strækninger i de to grupper er for få til at estimere pålidelige modeller. Det er også forsøgt opstillet basismodeller for hhv. ene- og flerpartsuheld. Modeller for personskader og personskadeuheld opdelt på hhv. ene- og flerpartsuheld konvergerer ikke. I tabel 50 på næste side findes dog modeller for personskadeuheld, materielskadeuheld, ekstrauheld og alle uheld opdelt på hhv. ene- og flerpartsuheld.

Modeludtryk	Type af uheld	Antal uheld		Estimerede konstanter			Spredningsparameter K	Forklaringskraft R_k^2
		Total	Pr. km pr. år	a	p	b		
1) 369 strækninger	Personskade – eneuheld	42	0,044	0,00027446	0,5202	-	-	-
	Materielskade – eneuheld	119	0,124	0,00027443	0,6265	-	0,4281	0,24
	Ekstra – eneuheld	279	0,291	0,00000545	1,1086	-	0,7998	0,35
	Alle – eneuheld	440	0,459	0,00006598	0,9033	-	0,4825	0,35
	Personskade – flerpartsuheld	62	0,065	0,00005159	0,7287	-	-	-
	Materielskade – flerpartsuheld	123	0,128	0,00000464	1,0413	-	0,0857	0,76
	Ekstra – flerpartsuheld	267	0,279	0,00000003	1,6357	-	0,2599	0,76
	Alle – flerpartsuheld	452	0,472	0,00000096	1,3296	-	0,1438	0,79
3) 304 strækninger	Personskade – eneuheld	31	0,039	0,00027791	0,5125	0,1389	-	-
	Materielskade – eneuheld	104	0,131	0,00031362	0,6203	0,4209	0,3498	0,26
	Ekstra – eneuheld	233	0,294	0,00000464	1,1091	1,8006	0,7770	0,36
	Alle – eneuheld	368	0,465	0,00006218	0,9008	1,2847	0,4930	0,34
	Personskade – flerpartsuheld	53	0,067	0,00003665	0,7538	1,2779	-	-
	Materielskade – flerpartsuheld	107	0,135	0,00001054	0,9648	0,7359	0,2038	0,56
	Ekstra – flerpartsuheld	234	0,295	0,00000001	1,6832	2,2558	0,2097	0,81
	Alle – flerpartsuheld	394	0,497	0,00000082	1,3396	1,6735	0,1347	0,81

Tabel 50. Basismodeller for ene- og flerpartsuheld på frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej). Baseret på op til 369 strækninger på i alt 119.734 meter med ÅDT på 3.370-48.229.



Figur 27. Resultater af basismodeller (modeludtryk 1) for hhv. personskadeuheld, materielskadeuheld, ekstrauheld og alle uheld for frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej) hhv. modeller for alle uheldstyper og opdelt på ene- og flerpartsuheld.

Af tabel 50 ses, at p-værdierne for ene- og flerpartsuheld er hhv. ca. 0,90 og 1,33. Der er for frakørselsflettestrækninger en mindre forskel i p-værdier end det var tilfældet ved motorvejsstrækninger (hhv. 0,83 og 1,64). På grund af de forholdsvise ens p-værdier er resultater baseret på modeller for hhv. alle uheldstyper og opdelt på ene- og flerpartsuheld næsten ens, se figur 27.

Med baggrund i basismodellerne for frakørselsflettestrækninger i tabel 49 og 50 forekommer det, at basismodeller af modeludtryk 3 i tabel 49 er de bedste.

Type af uheld eller personskade	Estimerede konstanter										k	R _k ²
	a	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
Personskader	0,00004066	4,1745	2,1806	5,4287	4,1128	1,7416	1,8163	3,2252	1,0000	0,7412	20,2154	0,19
Personskadeuheld	0,00007116	3,7423	1,7864	3,8378	2,7746	1,5371	1,4016	2,2215	1,0000	0,6662	1,4979	0,30
Materielskadeuheld	0,00006754	1,3097	1,0382	1,1033	1,3677	0,6206	0,8309	1,1544	1,0000	0,8349	0,1417	0,64
Ekstrauheld	0,00000128	1,0266	0,8661	0,9124	0,8592	0,7340	0,9455	1,0412	1,0000	1,3276	0,3392	0,61
Person- og materiel-skadeuheld	0,00013632	1,7100	1,1608	1,5519	1,6011	0,7742	0,9252	1,3318	1,0000	0,7823	-	-
Alle uheld	0,00001716	1,2489	0,9583	1,1164	1,0992	0,7462	0,9405	1,1363	1,0000	1,1064	0,2751	0,59

Tabel 51. Basismodeller med årsfaktorer for uheld og personskader på frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej) estimeret med brug af GLM. Baseret på 369 strækninger på i alt 119.734 meter med ÅDT på 3.370-48.229. Årsfaktorer i gråt er statistisk signifikant forskellige fra 1.

Der er estimeret basismodeller med årsfaktorer. I tabel 51 er basismodeller med årsfaktorer baseret på en videreudvikling af modeludtryk 1 ($UHT = a \cdot a_t \cdot N_{MV}^p$, hvor a_t er en årsfaktor). Af tabel 51 ses, at årsfaktoren med tiden er faldet markant i modeller for personskader og personskadeuheld, mens den er tæt på 1 i alle år i perioden 2005-2012 for andre modeller af uheld. Årsfaktorer er forbundet med stor usikkerhed på grund af få uheld og personskader i de enkelte år.

4.2.3 Faktormodeller

I afsnittet udvikles faktormodeller for frakørselsflettestrækninger. Der er udviklet på to sæt data hhv. alle 369 frakørselsflettestrækninger og de 304 strækninger med kendt trafikmængde på frakørselsrampen. Ellers udvikles faktormodellerne på samme måde som i afsnit 4.1.3 om faktormodeller for motorvejsstrækninger.

I tabel 52 på næste side er vist alle faktorer, der har indgået i modeludviklingen. Syv af de 31 faktorer indgår i de udarbejdede faktormodeller for frakørselsflettestrækninger. En række andre faktorer har også været statistisk signifikante i løbet af modeludviklingen. De udarbejdede faktormodeller er beskrevet i bilag 2.

Af bilag 2 ses, at faktormodellerne forklarer ca. 44-96 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten, men kun 19-21 % af forekomsten af personskader. Omfanget af uforklaret systematisk variation i uheldsforekomsten er beskedent. I forhold til basismodeller har faktormodeller en forklaringskraft, der er 3-29 procentpoint højere.

Variabel / faktor	Faktormodel for ...					
	Personskader	Personskade- uheld	Materielskade- uheld	Ekstrauehld	Person- og ma- terielskadeuehld	Alle uehld
Årsdøgntrafik motorvej	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
Rampetrafik				(5)		(6)
Strækningsslængde				X		X
Kilelængde				X		
Længde med fuldt optrukket linje						
Længde med spærreflade				X		X
Åbningsår				X		X
Politikreds				2 (2)		3
Bredde af belagt areal				X		X
Nødspor				4 (4)		4 (3)
Antal kørespor			X			
Sporbortfald/-tilføjelse						
Kørebanebredde						
Køresporsbredde				X		X
Bredde af indre kantbane				X		X
Bredde af midterrabat				X		X
Type af midterautoværn				X	X	X
Autoværn i højre vejside						
Hastighedsbegrænsning				3 (3)		2 (2)
Anbefalet hastighed / kurveafmærkning	2 (2)	2 (2)	2 (2)		2 (2)	6 (4)
Vejbelysning				X		
Overhalingsforbud						
Tunnel						
Variable tavler				X		X
Afstandsmærker						X
Type af rampekryds, motorvejskryds, sideanlæg			3	X	3	5 (5)
Stigningsforhold på rampe			X		X	
Længde af rampe			X	X		X
Type, form og design af rampe			X		X	
Nødspor på rampe				X		X
Anbefalet hastighed / kurveafmærkning på rampe						

Tabel 52. Undersøgte variable for faktormodeller for frakørselsflettestrækninger. Tal angiver på hvilket trin i modeludviklingsprocessen, at faktoren har indtrådt i den endelige model – i parentes er modeller baseret på de 304 strækninger med kendt rampetrafik. "X" angiver, at faktoren har været signifikant, men ikke indgår i den udarbejdede model.

Årsdøgntrafik (ÅDT) er den variabel i faktormodellerne, der er mest betydningsfuld for uhelds og personskadetætheden på frakørselsflettestrækninger. "Årsdøgn-

trafik motorvej” i tabel 52 er trafik på motorvejen før frakørselsflettestrækningen på nær ved modeludtryk 3 for ekstrauehd og alle uehd, hvor der er trafik på motorvejen efter frakørselsflettestrækningen. ”Rampetrafik” er årsdøgntrafik på rampe divideret med ”årsdøgntrafik motorvej”. For alle uehd er p-værdien ca. 1, så en fordobling af trafikken giver en fordobling i uehdsforekomsten. Med baggrund i faktormodellerne i bilag 2 kan følgende siges om andre faktorer, der forekommer at være vigtige for sikkerheden på frakørselsflettestrækninger:

Rampetrafik: Antallet af ekstrauehd stiger, jo større en andel af trafikken, der kører fra motorvejen. Når rampetrafikken udgør 5, 10, 15, 20, 30, 40 og 50 % sker der hhv. 3, 8, 13, 20, 40, 78 og 159 % flere ekstrauehd end når rampetrafikken udgør 0 %. Antallet af person- og materielskadeuehd på flettestrækningen påvirkes derimod ikke af andelen af trafikken, der kører fra motorvejen.

Politikreds: Der sker færre ekstrauehd på frakørselsflettestrækninger i Nord-, Øst- og Midtvestjyllands politikredse. Det ser ud til, at faktoren politikreds betyder nogenlunde det samme for forekomsten af uehd og personskader på frakørselsflettestrækninger som på motorvejsstrækninger. Men på grund af relativt få uehd og personskader på frakørselsflettestrækninger er faktoren politikreds sjældent statistisk signifikant.

Bredde af nødspor: Faktoren nødsporsbredde er en kontinuer variabel, hvor nødspor bredere end 3,0 meter er sat til at være 3,0 meter, da disse bredere nødspor synes at have samme sikkerhed som dem på 3,0 meter. Ligesom på motorvejsstrækninger har nødspor en gunstig virkning på sikkerheden på frakørselsflettestrækninger. Et nødspor på 3,0 meter (set i forhold til et på 0,5 meter) reducerer antallet af uehd med ca. 25-28 % på frakørselsflettestrækninger, hvilket er næsten det samme som på motorvejstrækninger.

Hastighedsbegrænsning: Uehdsforekomsten er lavest på frakørselsflettestrækninger med 90 km/t hastighedsbegrænsning, mens den er højest på strækninger med 70 og 80 km/t. Uehdsforekomsten på strækninger med 110 km/t er lidt lavere end på strækninger med 130 km/t. Det formodes, at de høje uehdsforekomster på strækninger med 70 og 80 km/t skyldes andre forhold end hastighedsbegrænsning.

Anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning: Hvis der er tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning på frakørselsflettestrækningen skyldes det, at der er en skarp kurve på rampen startende sidst på strækningen med spærreflade eller umiddelbart efter spærrefladens ophør. Der sker 42-44 % flere uehd og 247-265 % flere personskader på frakørselsflettestrækninger med tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning set i forhold strækninger uden disse tavler. Står sådanne tavler derimod længere nede ad rampen (kurven starter først et stykke efter spærrefladens ophør), så påvirkes uehdsforekomsten på frakørselsflettestrækningen ikke.

Frakørsel til: Det har nogen betydning, hvor frakørslen fører hen. Frakørselsflettestrækninger i motorvejskryds har en lavere uheldsforekomst end andre frakørselsflettestrækninger. Frakørselsflettestrækninger, hvor rampen fører op til et signalreguleret rampekryds, har den næsthøjeste uheldsforekomst, hvilket kan skyldes, at der er opstuvning af trafik fra lyskrydset og ned på flettestrækningen. Højeste uheldsforekomst er på frakørselsflettestrækninger, hvor rampen føres videre i en vej (intet rampekryds).

For at belyse de øvrige faktorer i tabel 52, der ikke har indgået i faktormodellerne, er der udarbejdet sæt af modeller med én yderligere faktor end faktormodellerne fx strækningsslængde, åbningsår, osv. På den måde er øvrige faktorer betydning for uhelds- og personskadetætheden belyst. Om de øvrige faktorer kan nævnes:

Længder: Frakørselsflettestrækninger på 325-400 meter har en ca. 10-20 % lavere uheldsforekomst end kortere og længere strækninger. Kilestrækninger på 110-130 meter har samme uheldsforekomst som ved sporbortfald og har en ca. 5-20 % lavere uheldsforekomst end kortere og længere kilestrækninger. En strækning med spærreflade på 125-150 meter har ca. 5-15 % lavere uheldsforekomst end kortere strækninger og ca. samme uheldsforekomst som længere strækninger.

Åbningsår: Åbningsår påvirker ikke uhelds- og personskadetætheden på frakørselsflettestrækninger.

Antal kørespor: En frakørselsflettestrækning med 3 gennemgående kørespor på motorvejen har ca. 20-25 % færre uheld end en strækning med 2 kørespor ved den samme trafikmængde. Motorveje med 2 kørespor har forhøjet forekomst af uheld ved frakørselsflettestrækninger set i forhold til motorvejsstrækninger, mens denne forhøjelse ikke forekommer på strækninger med 3 kørespor.

Køresporsbredde: Den gennemsnitlige bredde af gennemgående kørespor ser ikke ud til at være af betydning for forekomsten af uheld og personskader på frakørselsflettestrækninger.

Bredde af indre kantbane: Sikkerheden bliver bedre, jo bredere den indre kantbane er. Variationen i denne bredde er dog for beskeden til, at der kan gives pålidelige indikationer af en konkret sammenhæng.

Bredde af midterrabat: En 1 meter bredere midterrabat giver ca. 0,4 % færre uheld og ca. 5,6 % færre personskader, men relationen til personskader er ikke pålidelig.

Længde af rampe: En 100 meter længere rampe giver ca. 4 % færre uheld på frakørselsflettestrækninger. Omvendt resulterer længere ramper i flere personskader, men den relation er ikke pålidelig.

Design af rampe: Det ser ud til, at frakørselsflettestrækninger der efterfølges af kløverramper og flyoverramper har en lavere uhelds- og personskadeforekomst

end strækninger efterfulgt af andre typer af ramper. Frakørselsflettestrækninger til forskellige versioner af ruder- og trompetanlæg synes at have nogenlunde samme sikkerhed. Man skal være klar over, at der her er taget højde for forekomst af tavler med anbefalet hastighed og kurveafmærkning på flettestrækningen.

Stigningsforhold på rampe: Når frakørselsrampen stiger (rampekryds ligger over motorvejen), så er der ca. 5 % flere uheld og ca. 20 % flere personskader på frakørselsflettestrækningen end når frakørselsrampen falder. Er frakørselsrampen i niveau med motorvejen (hverken stigning eller fald), så er der ca. 2-3 % flere uheld og ca. 10 % flere personskader end når frakørselsrampen falder.

4.2.4 Grundmodeller

For frakørselsflettestrækninger er der i det følgende udarbejdet grundmodeller. Modellerne er baseret på frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej), der har følgende udformning og regulering:

- 2 gennemgående kørespor forefindes
- Ingen sporbortfald eller –tilføjelse
- Nødspor på 3,0 meter eller mere forefindes
- 0,50 meter bred indre kantbane
- Midterautoværn af stål
- 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning
- Ingen variable tavler på strækning
- Ej tunnel på strækning
- Ej vejbelysning på strækning
- Ej anbefalet hastighed eller kurveafmærkning på strækning

Der findes 195 frakørselsflettestrækninger med denne udformning og regulering med en samlet længde på 62.830 meter, heraf 142 strækninger (45.926 meter) med 130 km/t hastighedsbegrænsning. Der er registreret 323 uheld og 71 personskader på de 195 frakørselsflettestrækninger i årene 2005-2012. Trafikken på strækningerne varierer mellem 3.370 og 28.706 biler pr. døgn. For 160 af de 195 strækninger er rampetrafikken kendt, og på disse 160 strækninger er der registreret 276 uheld og 54 personskader.

Før grundmodellerne estimeres, er det testet om faktorer, der fortsat varierer, påvirker uhelds- og personskadeforekomsten væsentligt. Disse tests er udført ved at opstille faktormodeller på lignende måde som i afsnit 4.2.3.

For personskader, personskadeuheld og person- og materielskadeuheld findes ingen faktorer udover årsdøgntrafikken at påvirke uhelds- og personskadeforekomsten signifikant. Derimod er der signifikant færre materielskadeuheld ved frakørsler til sideanlæg i forhold til andre frakørsler, dog synes relationen blot at være tilfældig. For ekstrauehald findes, at faktoren politikreds har signifikant indvirkning på uheldsforekomsten. Tavler med anbefalet hastighed på rampen er også

signifikant relateret til flere ekstrauehld på frakørselsflettestrækningen, men igen synes denne relation blot at være tilfældig. For alle uehld findes, at politikreds har en signifikant indvirkning på uehldsforekomsten. Det forekommer vigtigt at tage højde for faktoren politikreds ved udarbejdelse af grundmodeller for alle uehld og ekstrauehld.

Om de analyserede faktorer kan følgende nævnes: Strækningslængden varierer fra 210 til 469 meter med et gennemsnit på 322 meter, heraf 99 meter kilestrækning, 2 meter med fuldt optrukken linje og 122 meter med spærreflade. Strækningerne er åbnet i 1965-2004 med median i 1990. Det belagte areal er 10,5-11,5 meter bred med et gennemsnit på 10,7 meter. Nødspor er 3,0-3,5 meter brede med et gennemsnit på 3,05 meter. Kørespor er 3,50-3,75 meter i bredden med et gennemsnit på 3,56 meter. Midderrabatter er 2,7-14,0 meter brede, dog har 4 strækninger ukendt midderrabatbredde – hvis de sorteres fra er gennemsnitsbredden 4,9 meter. 31 procent af de 62,83 km frakørselsflettestrækning har autoværn i højre vejside. 70 strækninger (36 %) har overhalingsforbud, mens 13 strækninger (7 %) har afstandsmærker eller er beliggende op til 16 km efter afstandsmærker. Der er frakørsler til 5 motorvejskryds, 36 sideanlæg og 154 rampekryds, heraf 20 signal- og 90 vigepligtsregulerede rampekryds, 39 rundkørsler samt 5 ramper fortsætter i en vej. 19 ramper går nedad (i kørselsretning) til rampekryds, mens 132 går opad og 44 er i niveau. Rampen eller sideanlægget efter frakørslen har en længde på 102-801 meter med et gennemsnit på 353 meter. Blandt ramper til rampekryds er 127 i ruderanlæg og 15 i trompetanlæg. Nødsporet på rampen er 0,5-3,5 meter bredt med et gennemsnit på 2,7 meter. 10 frakørselsramper (5 %) har tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning.

De fleste parameterestimater bliver usikre, når grundmodeller opstilles på baggrund af hhv. 110 og 130 km/t motorvejsstrækninger. Det er valgt at opstille grundmodeller, hvor både 110 og 130 km/t strækninger indgår som observationer. Der er ikke opstillet grundmodeller for strækninger med ÅDT hhv. under og over 20.000. Der er heller ikke opstillet grundmodeller, hvor uehld er opdelt i ene- og flerpartsuehld, da afsnit 4.2.2 viste, at en sådan opdeling er irrelevant.

Grundmodellerne er udviklet ved at lade politikreds og hastighedsbegrænsning indgå som faktorer, dog indgår politikreds kun i modeller for ekstrauehld og alle uehld. Nogle politikredse er lagt sammen med andre: Midtvestsjælland er lagt sammen med Sydsjælland, Nordjylland og Østjylland er lagt sammen, og Fyn er lagt sammen med Sydøst- og Sydsønderjylland. Der er udviklet grundmodeller både af modeltype 1 og 3.

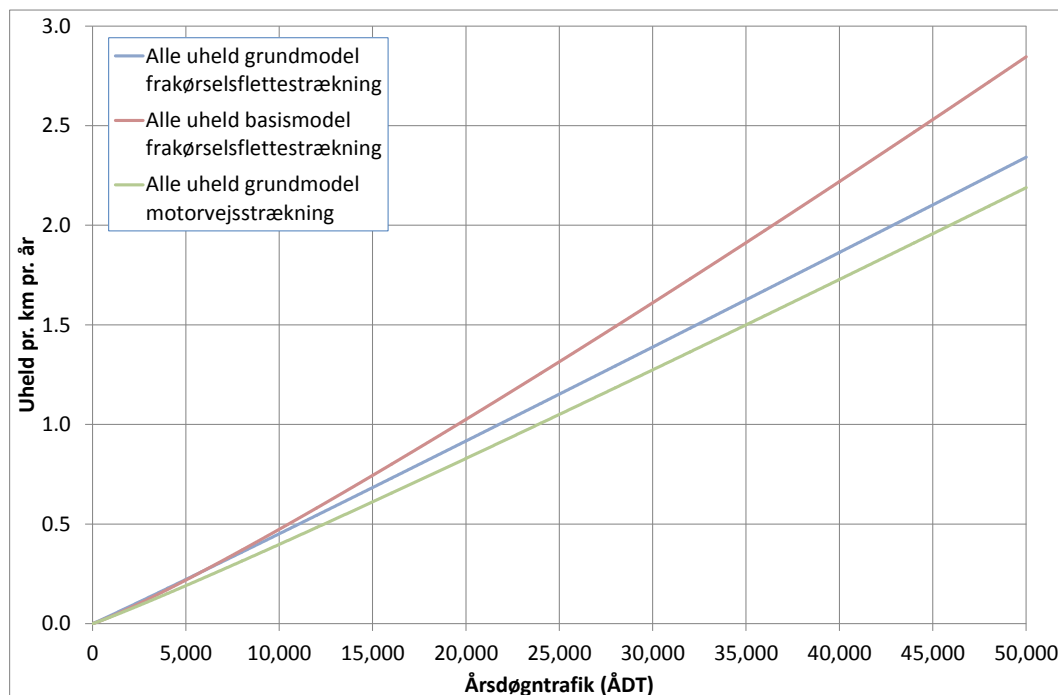
I tabel 53 på næste side er grundmodeller kalibreret til at gælde for hele Danmark ved at fastholde p-værdier og ændre a-værdier, så modellerne hverken over- eller underestimerer. Desuden gælder modeller i tabel 53 kun for 130 km/t frakørselsflettestrækninger. I bilag 3 er grundmodellerne beskrevet yderligere.

Type af uheld eller personskade		Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter			Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
		Total	Pr. km pr. år	a	p	b		
Modeltype 1	Personskader	71	0,141	0,00009940	0,7587	-	3,4182	0,13
	Personskadeuheld	46	0,092	0,00048470	0,5491	-	0,4816	0,18
	Materielskadeuheld	89	0,177	0,00005222	0,8555	-	0,4976	0,54
	Ekstrauheld	188	0,374	0,00000165	1,2856	-	0,1109	0,88
	Person- og materielskadeuheld	135	0,269	0,00024438	0,7365	-	0,4448	0,39
	Alle uheld	323	0,643	0,00003660	1,0228	-	0,1188	0,78
Modeltype 3	Personskader	54	0,131	0,00021362	0,6825	-1,0563	3,5426	0,17
	Personskadeuheld	34	0,082	0,00386845	0,3305	-0,9548	-	-
	Materielskadeuheld	83	0,201	0,00002450	0,9605	-0,0261	0,2050	0,74
	Ekstrauheld	159	0,385	0,00000224	1,4426	1,4426	0,1426	0,83
	Person- og materielskadeuheld	117	0,283	0,00029820	0,7340	-0,3731	0,3115	0,49
	Alle uheld	276	0,668	0,00004466	1,0095	0,6854	0,1035	0,78

Tabel 53. Grundmodeller for uheld og personskader på frakørselsflettestrækninger (én side af motorvej) med 130 km/t hastighedsbegrænsning, 2 gennemgående kørespor, 3-3,5 meter nødspor, 0,5 meter indre kantbane, midterautoværn af stål, uden variable tavler, uden tunnel, uden vejbelysning samt uden anbefalet hastighed og kurveafmærkning på strækning. Baseret på hhv. 195 og 160 strækninger på 62.830 og 51.672 meter med en ÅDT på 3.370-28.706.

Af bilag 3 kan erfares, at p-værdierne ikke er statistisk signifikante i modeller af personskader og personskadeuheld, og p-værdien er også meget usikker i modeller af materielskadeuheld. Estimerer for rampetraffikkens (b-værdi) betydning er meget usikre i modellerne. Derfor anbefales alene at benytte de modeller, der er markeret i gråt i tabel 53. Ønsker man at estimere antallet af personskader, anses den mest pålidelige estimering at være at benytte den gråt markerede model for person- og materielskadeuheld, og så benytte følgende enhedsfaktorer: For hvert person- og materielskadeuheld er 0,341 personskadeuheld og 0,526 personskader, heraf 0,030 dræbte, 0,185 alvorlige skader og 0,311 lette skader.

I figur 28 på næste side er grundmodellen for alle uheld i tabel 53 sammenlignet med en tilsvarende kalibreret basismodel for frakørselsflettestrækninger og en grundmodel for motorvejsstrækninger. Det ses, at grundmodellen for frakørselsflettestrækninger estimerer færre uheld end basismodellen, hvilket især skyldes, at der i grundmodellen ikke indgår strækninger med nødspor under 3,0 meter brede og strækninger med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning. Af bilag 3 ses, at hastighedsbegrænsningen (110 eller 130 km/t) ikke har betydning for antallet af uheld, dog er usikkerheden stor.



Figur 28. Sammenligning af uheldstæthed beregnet ud fra hhv. basis- og grundmodeller for frakørselsflettestrækninger og grundmodel for motorvejsstrækninger.

Af figur 28 ses, at grundmodellen for frakørselsflettestrækninger estimerer en højere uheldstæthed end grundmodellen for motorvejsstrækninger. Ved en årsdøgntrafik på 5.000 sker der 16 % flere uheld på frakørselsflettestrækninger end på motorvejsstrækninger, mens det ved 25.000 er 10 %.

Type af uheld	Omregningsfaktorer til brug ved beregning af tætheder i de enkelte år							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ekstrauheld	1,1121	0,9382	0,9884	0,9308	0,7951	1,0242	1,1279	1,0833
Person- og materiel-skadeuheld	1,3605	0,9236	1,2347	1,2739	0,6160	0,7361	1,0596	0,7956
Alle uheld	1,2117	0,9297	1,0831	1,0664	0,7240	0,9125	1,1024	0,9702

Tabel 54. Omregningsfaktorer til brug ved beregning af uheldstæthed for enkelte år, når grundmodeller i tabel 53 benyttes.

Der er ikke estimeret grundmodeller med årsfaktorer for frakørselsflettestrækninger. Ønsker man at beregne et forventet antal uheld for bestemte år kan dog bruges omregningsfaktorerne i tabel 54, som er beregnet ud fra basismodeller med årsfaktorer for frakørselsflettestrækninger, se evt. tabel 51.

4.3 Frakørselsramper

I alt er der registreret 430 frakørselsramper med en samlet længde på 116.505 meter. 22 af frakørselsramperne har en forgrening. Nogle frakørselsramper er

bygget i de senere år, mens andre er ombygget og for nogle ramper er der ikke trafikdata. Antal uheld og personskader er opgjort i tabel 55 for geometrisk uændrede frakørselsramper med trafikdata i perioden frem til og med 2012.

Periode	Ramper		Uheld				Personskader				Uheld pr. km pr. år
	Antal	Km	Person	Materiel	Ekstra	Alle	Dræbte	Alvorlige	Lette	Alle	
1994-2012	205	51,934	35	58	169	262	2	21	18	41	0,27
1995-2012	218	54,806	34	59	166	259	2	21	17	40	0,26
1996-2012	222	55,789	32	59	161	252	2	19	16	37	0,27
1997-2012	229	57,853	33	56	155	244	2	19	17	38	0,26
1998-2012	246	62,636	37	61	156	254	2	19	25	46	0,27
1999-2012	273	69,338	37	59	159	255	4	20	23	47	0,26
2000-2012	282	72,324	32	58	154	244	4	15	21	40	0,26
2001-2012	289	74,942	31	56	154	241	4	14	22	40	0,27
2002-2012	297	77,329	28	49	147	224	4	13	18	35	0,26
2003-2012	313	82,337	28	45	136	209	3	14	17	34	0,25
2004-2012	323	85,578	25	43	127	195	3	13	13	29	0,25
2005-2012	327	87,138	21	41	122	184	1	12	10	23	0,26
2006-2012	330	87,938	18	37	113	168	1	11	8	20	0,27
2007-2012	343	91,890	18	32	111	161	1	10	9	20	0,29
2008-2012	349	93,361	14	28	94	136	1	7	8	16	0,29
2009-2012	371	98,871	12	30	91	133	1	7	6	14	0,34
2010-2012	380	100,439	9	25	67	101	1	5	3	9	0,34
2011-2012	386	102,576	8	19	39	66	1	5	2	8	0,32
2012-2012	392	104,309	5	12	20	37	1	2	2	5	0,35

Tabel 55. Opgørelser af uheld og personskader for frakørselsramper med en uændret geometri i en periode frem til og med 2012.

Af tabel 55 ses, at der er 273 frakørselsramper med trafikdata, der var geometrisk uændret i perioden 1999-2012, og der på disse ramper i perioden 1999-2012 er registreret 255 uheld og 47 personskader. Der er sket 0,26 uheld pr. km pr. år på disse frakørselsramper, hvilket er 1,86 gange mere i forhold til sammenlignelige tilkørselsramper med samme trafikmængde (se evt. afsnit 4.5). Af tabel 55 ses, at man maksimalt kan opnå, at 262 uheld og 47 personskader kan indgå i udarbejdelse af modeller for frakørselsramper. Uheldstætheden er steget på frakørselsramper fra 2004 og frem, dog er personskadetætheden uændret.

Selvom den generelle hastighedsbegrænsning på motorveje blev sat op fra 110 til 130 km/t den 30. april 2004, er det valgt at lade uheld og personskader fra både før og efter 2004 indgå i uheldsmodelleringen af frakørselsramper. Årsagen hertil er, at der kun er sket få uheld og personskader på frakørselsramper i 2005-2012 og ændringen i hastighedsbegrænsningen formentligt kun har haft en lille betydning for sikkerheden på frakørselsramper. For dog at få mulighed for at beskrive sikkerheden i årene 2005-2012 er det valgt at udarbejde periodefaktorer.

Af alle 430 frakørselsramper er den korteste 5 meter, mens den længste er 826 meter. For at opnå bedre modeller udelades frakørselsramper, der er under 100 meter lange. I alt er 32 frakørselsramper kortere end 100 meter, heraf 26 frakørselsramper med trafikdata, der var geometrisk uændrede i perioden 1999-2012.

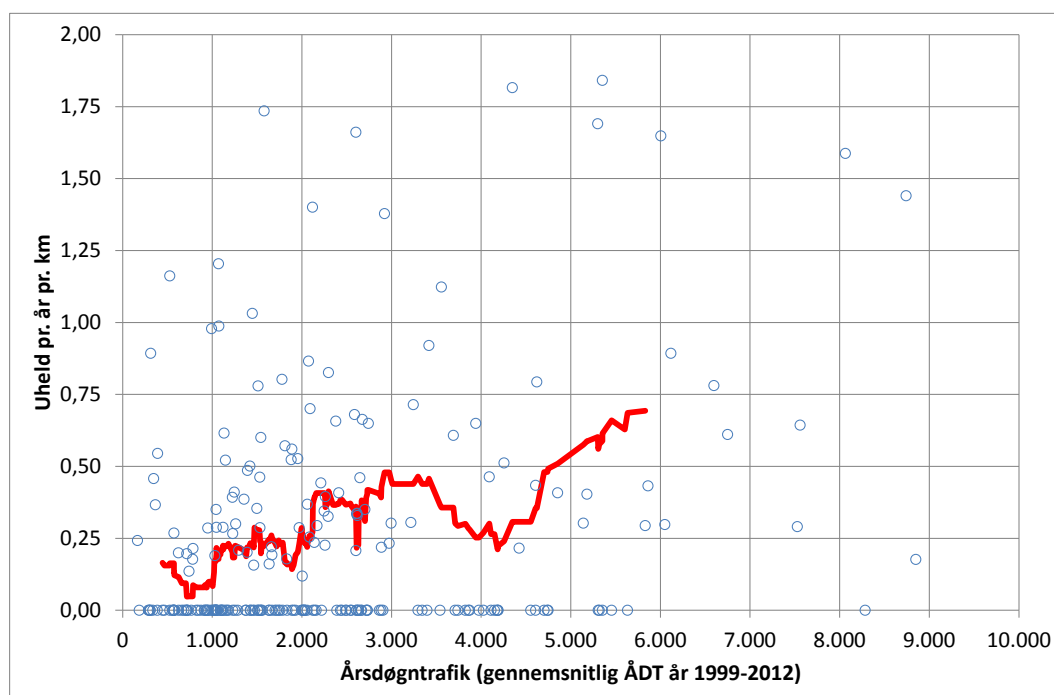
4.3.1 Datagrundlag for modeludvikling

I det følgende beskrives de 247 frakørselsramper, som indgår i udviklingen af uheldsmodeller. Længden af ramperne er 67,543 km. Ramperne er mellem 102 og 826 meter lange. Gennemsnitslængden er 273 meter med en standardafvigelse på 103 meter, så længden af ramperne varierer meget. Af de 247 ramper ender 126 og 67 i hhv. vigepligts- og signalregulerede rampekryds, 41 ender i rundkørsler, mens 13 frakørselsramper fortsætter i veje.

		ÅR	1999-2004	2005-2012	I alt
Uheld	Personskade		18	16	34
	Materielskade		19	34	53
	Ekstra		43	110	153
	Alle		80	160	240
Uheld pr. strækning	Minimum		0	0	0
	Maximum		4	7	11
	Gennemsnit		0,324	0,650	0,972
	Varians		0,480	1,270	2,337
	Standardafvigelse		0,693	1,127	1,529
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel			188 (76 %)	156 (63 %)	135 (55 %)
Personskader	Dræbte		3	1	4
	Alvorlige		9	9	18
	Lette		12	8	20
	Alle		24	18	42
Personskader pr. strækning	Minimum		0	0	0
	Maximum		4	3	4
	Gennemsnit		0,097	0,073	0,170
	Varians		0,186	0,108	0,321
	Standardafvigelse		0,431	0,329	0,566
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel			231 (94 %)	233 (94 %)	219 (89 %)
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)		302	497	799
ÅDT pr. strækning	Minimum		150	177	165
	Maximum		8.368	9.213	8.851
	Gennemsnit		2.081	2.544	2.345
	Standardafvigelse		1.585	1.852	1.722
Uheldsfrekvens (uheld pr. mio. km)			0,265	0,322	0,300
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)			0,079	0,036	0,053

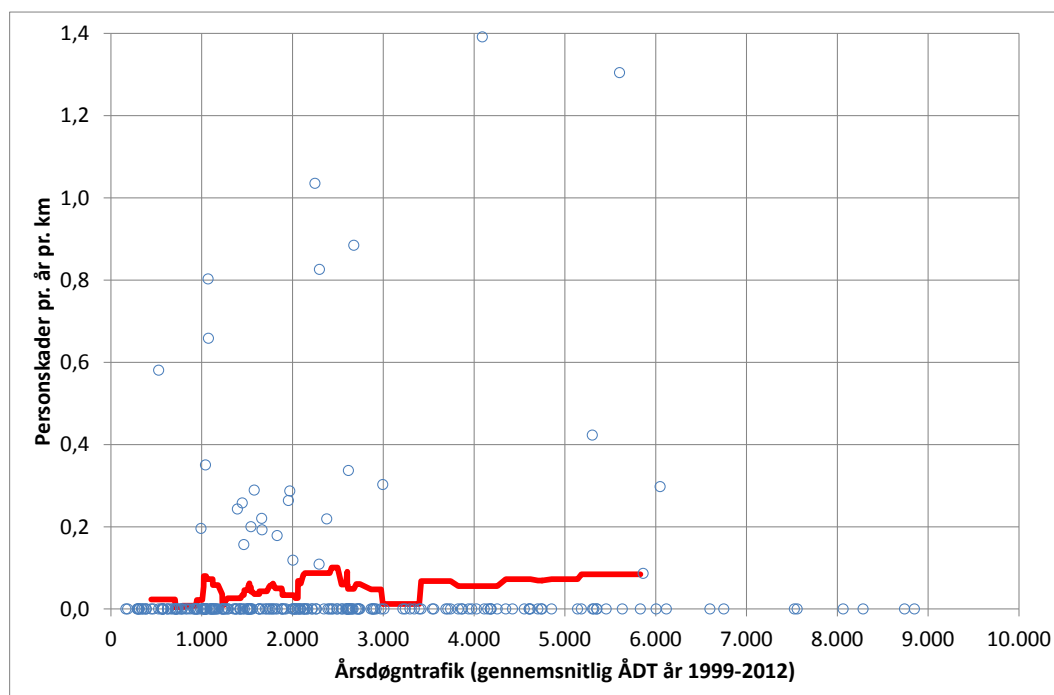
Tabel 56. Uheld, personskader og trafik på 247 frakørselsramper i 1999-2012, hvor disse ramper var geometrisk uændrede. Ramper er mindst 100 meter lange og har en samlet længde på 67.543 meter.

I tabel 56 findes centrale data om uheld, personskader og trafik for de 247 frakørselsramper. Der er sket 240 uheld med 42 personskader og kørt 799 mio. vognkm i perioden 1999-2012 på ramperne. Af tabellen ses, at variansen i forekomsten af uheld og personskader er større end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er en systematisk variation i forekomsten, og at en negativ binomialfordelt model er fornuftig at anvende. Årsdøgntrafikken varierer mellem 150 og 8.851 biler pr. døgn. Uheldsfrekvensen har været stigende i perioden 1999-2012 primært pga. flere ekstra uheld, mens skadesfrekvensen har været faldende i samme periode.



Figur 29. Uheldstæthed og trafikmængde for 247 frakørselsramper. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.

I figur 29 og figur 30 på næste side ses hhv. uhelds- og personskadetætheden afbilledet i forhold til trafikmængden. Der er nærmest en retlinjet relation mellem trafikmængden og hhv. uhelds- og personskadetætheden.



Figur 30. Personskadetæthed og trafikmængde på 247 frakørselsramper. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.

	Åbningsår		Bredde af belagt areal (meter)		
	1956-1978	1979-1998	4,0-5,4	5,5-6,9	7,0-10,5
Antal strækninger	125	122	59	39	149
Længde (meter)	32.559	34.984	14.685	11.009	41.849
ÅDT, gennemsnit	2.684	1.998	2.407	2.785	2.206
ÅDT, vægtet efter længde	2.761	1.897	2.303	2.957	2.148
Trafikarbejde (mio. km)	460	339	173	166	460
Uheld	114	126	54	41	145
Personskader	18	24	10	8	24
Uhedsfrekvens	0,248	0,371	0,312	0,246	0,315
Skadesfrekvens	0,039	0,071	0,058	0,048	0,052

Tabel 57. 247 frakørselsramper opdelt efter åbningsår og bredde af belagt areal. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

De 247 frakørselsramper blev åbnet for trafik i årene 1956-1998. Af tabel 57 ses, at uheds- og skadesfrekvensen er højere på de ”nyere” ramper end på de ”ældre”, dog er de ældre ramper også mere trafikerede.

I tabel 57 er resultaterne også opdelt efter bredden af det belagte areal. Der er ikke væsentlige forskelle i hverken uheds- eller skadesfrekvens i relation til bredden af det belagte areal.

	Politikreds				
	Nordjylland	Østjylland	Sydøst- jylland	Sydsønder- jylland	Fyn
Antal strækninger	29	17	35	35	26
Længde (meter)	8.261	4.404	10.379	10.103	7.484
ÅDT, gennemsnit	1.697	2.295	2.412	1.489	2.193
ÅDT, vægtet efter længde	1.594	2.196	2.548	1.475	2.140
Trafikarbejde (mio. km)	67	49	135	76	82
Uheld	8	13	52	19	20
Personskader	2	1	11	0	7
Uheldsfrekvens	0,119	0,263	0,385	0,249	0,244
Skadesfrekvens	0,030	0,020	0,081	0,000	0,085

	Politikreds				
	Sydsjælland	Midtvest- sjælland	Nord- sjælland	Københavns Vestegn	København
Antal strækninger	34	23	29	15	4
Længde (meter)	10.420	5.837	6.931	2.859	865
ÅDT, gennemsnit	1.892	2.613	2.958	4.133	6.331
ÅDT, vægtet efter længde	1.972	2.606	3.173	4.479	6.351
Trafikarbejde (mio. km)	105	78	112	65	28
Uheld	55	20	27	19	7
Personskader	10	0	6	1	4
Uheldsfrekvens	0,523	0,257	0,240	0,290	0,249
Skadesfrekvens	0,095	0,000	0,053	0,015	0,142

Tabel 58. De 247 frakørselsramper opdelt efter politikreds. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Bredde af nødspor (meter)			Bredde af kørespor (meter)		
	0,30-0,99	1,00-2,49	2,50-3,65	3,00-3,49	3,50	3,51-5,40
Antal strækninger	65	13	169	6	227	14
Længde (meter)	15.538	3.820	48.185	1.349	63.351	2.843
ÅDT, gennemsnit	2.405	2.593	2.303	2.991	2.278	3.166
ÅDT, vægtet efter længde	2.339	2.921	2.257	3.385	2.227	3.731
Trafikarbejde (mio. km)	186	57	556	23	721	54
Uheld	68	13	159	12	207	21
Personskader	10	1	31	5	36	1
Uheldsfrekvens	0,366	0,228	0,286	0,514	0,287	0,387
Skadesfrekvens	0,054	0,018	0,056	0,214	0,050	0,018

Tabel 59. De 247 frakørselsramper opdelt efter bredde af hhv. nød- og kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 58 er strækningerne opdelt efter politikreds. Det ses, at der er sket ganske få uheld og meget få personskader i hver politikreds på frakørselsramperne. Man

kan eventuelt sige, at uhelds- og skadesfrekvenser er lave i Nordjyllands og høje i Sydsjællands politikreds.

Nødspor på frakørselsramper er ofte 3 meter bredt. Tabel 59 indikerer, at uheldsfrekvensen på frakørselsramper med et nødspor på 0,30-0,99 m er højere end på frakørselsramper med bredere nødspor. Tabel 59 indikerer, at frakørselsramper med en køresporsbredde under 3,50 meter har en høj uhelds- og skadesfrekvens, dog er resultaterne baseret på få ramper.

Det er undladt at opdele resultater om frakørselsramper efter antal kørespor og bredde af indre kantbane, da næsten alle ramper har ét gennemgående kørespor og 0,50 meter brede indre kantbaner, og variationen i data derfor er meget beskeden. Der er i øvrigt ikke registreret data om midterrabat og autoværn for ramper, så her kan der heller ikke gives opdelte resultater.

	Hastighedsbegrænsning (km/t)			Vejbelysning	
	60-90	110	130	Ja-delvist	Nej
Antal strækninger	11	127	109	32	215
Længde (meter)	2.869	32.113	32.561	7.366	60.177
ÅDT, gennemsnit	3.321	2.902	1.599	3.855	2.121
ÅDT, vægtet efter længde	3.510	2.947	1.583	4.224	2.079
Trafikarbejde (mio. km)	51	484	264	159	640
Uheld	15	139	86	46	194
Personskader	1	24	17	11	31
Uheldsfrekvens	0,291	0,287	0,326	0,289	0,303
Skadesfrekvens	0,019	0,050	0,065	0,069	0,048

Tabel 60. De 247 frakørselsramper opdelt efter hhv. hastighedsbegrænsning og forekomst af vejbelysning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Tabel 60 viser resultater for frakørselsramper opdelt efter hastighedsbegrænsning og forekomst af vejbelysning. Både uhelds- og skadesfrekvensen er højere, hvor der er 130 km/t set i forhold til 110 km/t hastighedsbegrænsning. Strækninger med vejbelysning har en lavere uheldsfrekvens men højere skadesfrekvens set i forhold til strækninger uden vejbelysning.

Tabel 61 på næste side viser, at frakørselsramper delvist i tunnel og frakørselsramper, hvor foregående flettestrækning har overhalingsforbud eller er en vekselsestrækning, har højere uhelds- og skadesfrekvenser. Der er dog kun få ramper delvist i tunnel og ramper med foregående vekselsestrækning.

I tabel 62 på næste side er resultaterne opdelt efter længden af frakørselsrampen. Man skal være opmærksom på, at længden her er fra foregående flettestrækning til vige- eller stoplinje i rampekryds, og der kan derfor være en del af længden,

som ikke er indenfor motorvejsnettet (fx hvor der er en bytavle på rampen). Af tabel 62 ses, at korte frakørselsramper har en forhøjet uhelds- og skadesfrekvens.

	Overhalingsforbud		Tunnel		Vekselstrækning før	
	Ja	Nej	Delvist	Nej	Ja	Nej
Antal strækninger	88	159	2	245	4	243
Længde (meter)	24.222	43.321	455	67.088	1.403	66.140
ÅDT, gennemsnit	2.176	2.439	5.495	2.320	2.847	2.337
ÅDT, vægtet efter længde	2.057	2.457	5.787	2.290	2.427	2.311
Trafikarbejde (mio. km)	255	544	13	786	17	782
Uheld	85	155	6	234	11	229
Personskader	17	25	3	39	4	38
Uheldsfrekvens	0,334	0,285	0,446	0,298	0,632	0,293
Skadesfrekvens	0,067	0,046	0,223	0,050	0,230	0,049

Tabel 61. De 247 frakørselsramper opdelt efter forekomst af overhalingsforbud på flettestrækning før frakørselsrampe, tunnel på frakørselsrampe samt om flettestrækning før frakørselsrampe er en vekselstrækning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Længde af frakørselsrampe (meter)				Med forgrening	
	142-249	250-299	300-374	375-	Nej	Ja
Antal strækninger	69	67	54	57	233	14
Længde (meter)	13.645	16.988	17.068	19.842	62.641	4.902
ÅDT, gennemsnit	2.526	1.979	2.254	2.644	2.263	3.720
ÅDT, vægtet efter længde	2.501	1.920	2.101	2.704	2.175	4.084
Trafikarbejde (mio. km)	175	167	183	274	697	102
Uheld	62	42	56	80	205	35
Personskader	14	4	11	13	34	8
Uheldsfrekvens	0,355	0,252	0,305	0,292	0,294	0,342
Skadesfrekvens	0,080	0,024	0,060	0,047	0,049	0,078

Tabel 62. De 247 frakørselsramper opdelt efter hhv. længde af frakørselsrampe og om der på frakørselsrampen er en forgrening. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Frakørselsramper med forgreninger typisk lang opdeling med helle mellem højre- og venstresvingsspor har en højere uhelds- og skadesfrekvens end ramper uden forgreninger, se tabel 62.

Type og form af frakørselsrampen har stor indvirkning på sikkerheden på rampen, se tabel 63 på næste side. Lige ruderramper og s-formede ruder- og trompetramper giver den bedste sikkerhed, mens u-formede trompetramper, vinkel-, kløver- og flyoverramper er relateret til dårligere sikkerhed.

	Type og form af frakørselsrampe						
	Ruder Lige	Ruder S-form	Trompet S-form	Trompet U-form	Vinkel 45-135°	Kløver 270°	Flyover SV-form
Antal strækninger	101	73	24	25	18	1	5
Længde (meter)	25.778	22.278	7.100	6.636	4.258	657	836
ÅDT, gennemsnit	2.512	1.830	2.874	2.393	2.326	2.294	3.815
ÅDT, vægtet efter længde	2.464	1.788	2.928	2.520	2.504	2.294	3.842
Trafikarbejde (mio. km)	325	204	106	86	55	8	16
Uheld	62	49	32	58	22	3	14
Personskader	15	7	1	15	3	1	0
Uhedsfrekvens	0,191	0,241	0,301	0,678	0,403	0,389	0,852
Skadesfrekvens	0,046	0,034	0,009	0,175	0,055	0,130	0,000

Tabel 63. De 247 frakørselsramper opdelt efter type og form af frakørselsramper. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Anbefalet hastighed (40-70 km/t)		Kurveafmærkning		Anbefalet hastighed eller kurveafmærkning	
	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej
Antal strækninger	24	223	21	226	35	212
Længde (meter)	6.594	60.949	6.250	61.293	9.621	57.922
ÅDT, gennemsnit	2.291	2.351	3.165	2.269	2.677	2.291
ÅDT, vægtet efter længde	2.182	2.328	3.329	2.210	2.785	2.235
Trafikarbejde (mio. km)	74	726	106	693	137	662
Uheld	54	186	51	189	76	164
Personskader	10	32	16	26	17	25
Uhedsfrekvens	0,734	0,256	0,479	0,273	0,555	0,248
Skadesfrekvens	0,136	0,044	0,150	0,038	0,124	0,038

Tabel 64. De 247 frakørselsramper opdelt efter forekomst af hhv. tavler med anbefalet hastighed og kurveafmærkning. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

At formen af rampen har en væsentlig betydning for sikkerheden på rampen kan også udledes af tabel 64. Her ses, at frakørselsramper med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning har betydeligt højere uheds- og skadesfrekvenser end ramper uden anbefalet hastighed og kurveafmærkning.

De fleste frakørselsramper går opad i kørselsretningen op til rampekrydset, så den krydsende vej går over motorvejen. Af tabel 65 på næste side kan erfares, at uhedsfrekvensen på frakørselsramper, der går hhv. nedad og opad til rampekryds er nogenlunde ens, mens skadesfrekvensen er betydeligt højere på nedadgående frakørselsramper set i forhold til opadgående. Frakørselsramper i niveau med motorvejen har dog en langt højere uheds- og skadesfrekvens, hvilket ser ud til at skyldes formen på disse ramper snarere end at den ligger i niveau med motorvejen. Af tabel 65 ses, at frakørselsramper, der leder frem til en rundkørsel, har en højere uheds- og skadesfrekvens end frakørselsramper, der leder frem til vige-

pligtsregulerede og især signalregulerede rampekryds. Uheldsfrekvensen er dog højest på frakørselsramper, der fortsætter i en vej (ingen rampekryds), hvilket dog igen ser ud til at skyldes formen på disse ramper snarere end hvad der er efter rampen.

	Stigningsforhold på rampe			Type af rampekryds			
	Nedad	I niveau	Opad	Vigepligt	Rundk.	Signal	Vej
Antal strækninger	39	12	196	126	41	67	13
Længde (meter)	11.559	2.647	53.337	37.775	10.906	16.516	2.346
ÅDT, gennemsnit	2.279	2.156	2.370	1.571	2.852	3.262	3.538
ÅDT, vægtet efter længde	2.461	2.385	2.278	1.584	2.895	3.385	3.801
Trafikarbejde (mio. km)	145	32	621	306	161	286	46
Uheld	41	15	184	98	55	63	24
Personskader	12	6	24	18	11	12	1
Uheldsfrekvens	0,282	0,465	0,296	0,320	0,341	0,220	0,526
Skadesfrekvens	0,082	0,186	0,039	0,059	0,068	0,042	0,022

Tabel 65. De 247 frakørselsramper opdelt efter hhv. stigningsforhold på rampe og type af rampekryds. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Længde af flettestrækning før frakørselsrampe (meter)			
	97-299	300-324	325-349	350-1.291
Antal strækninger	55	61	71	60
Længde (meter)	13.290	18.584	19.465	16.204
ÅDT, gennemsnit	2.609	2.034	1.853	3.003
ÅDT, vægtet efter længde	2.720	1.910	1.772	3.092
Trafikarbejde (mio. km)	185	182	176	256
Uheld	61	67	53	59
Personskader	8	12	13	9
Uheldsfrekvens	0,330	0,369	0,300	0,230
Skadesfrekvens	0,043	0,066	0,074	0,035

Tabel 66. De 247 frakørselsramper opdelt efter længden af flettestrækningen før frakørselsrampen. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 66 synes der ikke at være nogen større sammenhæng mellem længden af flettestrækningen før frakørselsrampen og sikkerheden på frakørselsrampen, dog er sikkerheden særlig god på ramper med forudgående flettestrækninger længere end 350 meter.

4.3.2 Basismodeller

Der udvikles basismodeller for materielskadeuheld, ekstrauehld, person- og materielskadeuheld samt alle uheld. Der sker for få personskader til at udvikle basis-

modeller for dræbte, alvorlige og lette skader, alle personskader og personskadeuheld. Modellerne er baseret uheld og trafik på de 247 frakørselsramper beskrevet i forrige afsnit. Der udvikles basismodeller med og uden periodefaktorer, der beskriver de to perioder hhv. 1999-2004 og 2005-2012. Modellerne udvikles med antal år og strækningsslængde som offset variable, så den modellerede uheldstæthed er uheld pr. km pr. år. Basismodeller estimeres med negativ binomial fordeling og konstant spredningsparameter. Disse basismodeller ser således ud:

$$UHT_t = a \cdot a_t \cdot N_t^p$$

hvor a og p er estimerede konstanter, a_t er estimerede konstanter for periode t og N_t er årsdøgntrafikken på frakørselsrampen i periode t. Hvis der ikke indgår periodefaktorer, så indgår den gennemsnitlige årsdøgntrafik i årene 1999-2012.

Type af uheld	Antal uheld		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	Total	Pr. km pr. år	a	p	k	R_k^2
Materielskadeuheld	53	0,056	0,00036779	0,6591	1,2299	0,36
Ekstrauheld	153	0,162	0,00071574	0,7149	2,1127	0,23
Person- og materielskadeuheld	87	0,092	0,00167022	0,5283	0,7422	0,29
Alle uheld	240	0,254	0,00205557	0,6367	1,2294	0,24

Tabel 67. Basismodeller for uheld på frakørselsramper. Baseret på 247 ramper på i alt 67.543 meter med en variation i årsdøgntrafik på 165-8.851.

I tabel 67 er basismodeller for frakørselsramper beskrevet ved a og p-værdier samt spredningsparameter og Elvik's indeks. I bilag 1 er basismodeller beskrevet yderligere. Tabellen viser, at årsdøgntrafikken forklarer 23-36 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten, altså en relativ beskeden forklaringskraft. De viste modeller i tabel 67 underestimerer uheldsforekomsten forholdsvis meget ved høje trafikmængder på rampen. P-værdier i modeller for frakørselsramper er små (0,53-0,71) i forhold til p-værdier for frakørselsflettestrækninger (0,78-1,36).

Type af uheld	Estimerede konstanter				Spredningsparameter, k	Forklaringskraft, R_k^2
	a	$a_{1999-2004}$	$a_{2005-2012}$	p		
Materielskadeuheld	0,00069569	0,8459	1,0000	0,5847	1,2940	0,35
Ekstrauheld	0,00152921	0,5979	1,0000	0,6369	1,7881	0,31
Person- og materielskadeuheld	0,00382766	1,0681	1,0000	0,4173	1,0771	0,17
Alle uheld	0,00460782	0,7470	1,0000	0,5444	1,2115	0,27

Tabel 68. Basismodeller med periodefaktorer for uheld på frakørselsramper estimeret med brug af GLM. Baseret på 247 strækninger på i alt 67.543 meter med en variation i årsdøgntrafik på 165-8.851. Periodefaktorer markeret med gråt er statistisk signifikant forskellige fra 1.

Der er ikke undersøgt basismodeller for ene- og flerpartsuheld samt frakørselsramper med hhv. lave og høje trafiktal pga. det lave antal af uheld. Derimod er der estimeret basismodeller med periodefaktorer ved traditionel Generalized Linear Models (GLM) for perioderne 1999-2004 og 2005-2012.

I tabel 68 er basismodeller med periodefaktorer baseret på modeludtrykket $UHT = a \cdot a_t \cdot N^p$, hvor a_t er periodefaktorer. Af tabellen ses, at uheldstætheden på frakørselsramper var ca. 25 % lavere i perioden 1999-2004 set i forhold til 2005-2012 ved samme trafikmængde. Periodefaktorer er forbundet med stor usikkerhed og kun faktoren for ekstrauehld er statistisk signifikant. P-værdierne er lavere i modeller med periodefaktorer end uden, mens forklaringskraften er nogenlunde på samme niveau for de to typer af basismodeller.

4.3.3 Faktormodeller

I dette afsnit udvikles faktormodeller for frakørselsramper. Der udvikles faktormodeller for materielskadeuehld, ekstrauehld, person- og materielskadeuehld samt alle uheld. I tabel 69 på næste side er vist alle faktorer, der har indgået i modeludviklingen. Set i lyset af, at relativt få ramper og uheld indgår, er det overraskende, at hele syv af de 26 faktorer er med faktormodellerne. En række andre faktorer har også været statistisk signifikante i løbet af modeludviklingen. De udarbejdede faktormodeller er beskrevet i bilag 2.

Af bilag 2 ses, at faktormodellerne forklarer ca. 59-100 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld. I forhold til basismodeller har faktormodeller en forklaringskraft, der er 24-83 procentpoint højere.

Det er især forekomsten af kurver på frakørselsrampen repræsenteret ved faktorer som type af anlæg, design af rampeanlæg og forekomst af tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning, der påvirker uheldstætheden. Sammen med årsdøgntrafik på frakørselsrampen er forekomsten af kurver de variable i faktormodellerne, der er mest betydningsfulde for uheldstætheden. Med baggrund i faktormodellerne i bilag 2 kan følgende siges om faktorerne, der forekommer at være vigtige for sikkerheden på frakørselsramperne:

Strækningslængde: Jo længere den del af frakørselsrampen, der indgår i motorvejsnettet, er, jo lavere er uheldstætheden. Denne længde er fra spærrefladens afslutning på frakørselsflettestrækningen og frem til enten en byzonetavle (E55) eller en motorvej ophørstavle (E44) på rampen eller ved stop-/vigelinje i rampekryds. De korte længder findes især på frakørselsramper med byzonetavle. Ses på modellen for alle uheld, så kan det siges, at uheldstætheden er 179, 67 og 24 % højere på en frakørselsrampe med en strækningslængde på hhv. 100, 200 og 300 meter set i forhold til en 400 meter lang rampe. At det er længden af den del af frakørselsrampen, der indgår i motorvejsnettet, som er vigtig for uheldstætheden, kan indikere, at placeringen af byzonetavler er væsentlig for sikkerheden. Det er dog også muligt, at uheldstætheden generelt er højere, jo tættere man kommer på

frakørselsflettestrækningen. For 83 af de 247 frakørselsramper indgår kun en del af frakørselsrampen (pga. byzonetavler og motorvej ophørstavler), og disse ”afkortede” ramper er i gennemsnit 222 meter lange, mens frakørselsramper der ikke er afkortet i gennemsnit er 300 meter.

Variabel / faktor	Faktormodel for ...			
	Materielskade- uheld	Ekstrauheld	Person- og ma- terielskadeuheld	Alle uheld
Årsdøgntrafik frakørselsrampe	1	1	2	2
Strækningslængde (motorvejsdel af rampe)	3	3	4	4
Åbningsår				
Politikreds	X	4	3	3
Type af anlæg (ruder, trompet, kløver, flyover)	X	2		X
Form af rampe (lige, s-form, u-form, osv.)		X		X
Design af rampeanlæg (lige ruder, s-form ruder, osv.)		X		1
Længde af rampe (fra flettestrækning til rampekryds)				X
Stigningsforhold på rampe				
Type af rampekryds (vigepligt, rundkørsel, signal, vej)				
Bredde af belagt areal				
Forekomst og bredde af nødspor	X			X
Antal kørespor				
Kørebanebredde				
Køresporsbredde	X			X
Bredde af indre kantbane				
Med/uden forgrening				
Forgreningens længde (kile, linje, spærreflade)		X		X
Hastighedsbegrænsning	X			
Anbefalet hastighed / kurveafmærkning	2	X	1	X
Vejbelysning				
Overhalingsforbud				
Tunnel				
Variable tavler				
Type strækning før (alm., veksler, sporbortfald, osv.)				
Årsdøgntrafik på motorvej efter frakørsel				5

Tabel 69. Undersøgte variable for faktormodeller for frakørselsramper. Tal angiver på hvilket trin i modeludviklingsprocessen, at faktoren har indtrådt i den endelige model. ”X” angiver, at faktoren har været signifikant, men ikke indgår i den udarbejdede model.

Politikreds: Der er registreret få ekstrauehld på frakørselsramper i Nordjylland og mange i Sydøstjylland og på Sydsjælland, mens der er registreret få person- og materielskadeuehld på Københavns Vestegn og mange i København. Estimerede konstanter for politikredse er usikre og få er statistisk signifikante.

Type af anlæg: Om frakørselsrampen er en del af et ruderanlæg, trompetanlæg, kløveranlæg eller flyoveranlæg har en vis betydning for sikkerheden. Ved denne faktor tages der ikke højde for formen af frakørselsrampen. Frakørselsramper i ruderanlæg har en lavere tæthed af ekstrauehld end ramper i andre anlæg. Således sker der 150, 154 og 248 % flere ekstrauehld på en frakørselsrampe i hhv. et kløveranlæg, trompetanlæg og flyoveranlæg set i forhold til i et ruderanlæg.

Design af rampeanlæg: De lige ruderramper er sikrere end andre design af frakørselsramper. Således har s-formede ruderramper en 34 % højere uehldstæthed end på lige ruderramper, mens uehldstætheden er 82 % højere på s-formede trompetramper, 275 % på u-formede trompetramper, 539 % på kløverbladsramper, 770 % på sv-formede flyoverramper og 158 % på ramper der kører i kurver med en vinkel på ca. 45-90 grader.

Anbefalet hastighed og / eller kurveafmærkning: Hvis der er tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning på frakørselsrampen, så sker der betydeligt flere uehld. Der sker ca. 236 % flere person- og materielskadeuehld på ramper med disse tavler end ramper uden sådanne tavler.

Årsdøgntrafik på motorvej efter frakørsel: Det er uklart, hvorfor mængden af trafik, der passerer frakørslen på motorvejen, skulle have betydning for omfanget af uehld på frakørselsrampen. Jo mere trafik, der passerer på motorvejen, jo større er uehldstætheden på frakørselsrampen – vel at mærke ved samme mængde af trafik på frakørselsrampen. Det er muligt, at der er tale om en tilfældig sammenhæng.

Faktorer ovenfor viser, at kurver på frakørselsramper har meget stor betydning for trafiksikkerheden samme sted. For at belyse faktorer i tabel 69, der ikke har indgået i faktormodellerne, er der udarbejdet sæt af modeller med én yderligere faktor end faktormodellerne fx åbningsår, rampeform, osv. På den måde er øvrige faktorerens betydning for uehldstætheden belyst. Om de øvrige faktorer kan nævnes:

Form af rampe: Der er en klar tendens til, at jo større vinkel (målt i grader), at kurven forløber gennem på frakørselsrampen, desto større er uehldstætheden.

Type af rampekryds: Type af rampekryds har ikke en større betydning for sikkerheden på frakørselsrampen. Der sker færrest uehld, hvor rampekrydset er signalreguleret, mens der sker flest uehld, hvor rampen fortsætter i en vej.

Nødspor: Jo bredere nødsporet er, desto færre uehld sker der på frakørselsrampen. Effekten af bredden af nødsporet ser ud til at være mindre på frakørselsramper end på motorvejs- og frakørselsflettestrækninger.

Køresporsbredde: Frakørselsramper med smalle kørespor under 3,5 meter brede har ca. en dobbelt så høj uheldstæthed end ramper med bredere kørespor. Kørespor, der er bredere end 3,5 meter har en lidt højere uheldstæthed end kørespor på 3,5 meter, hvilket kan skyldes, at der på nyere frakørselsramper typisk er bredere kørespor i skarpe kurver.

Bredde af indre kantbane: Sikkerheden synes at blive bedre, jo bredere den indre kantbane er. Variationen i denne bredde er dog for beskeden til, at der kan gives pålidelige indikationer af en sammenhæng.

Forgrening på frakørselsrampe: En forgrening på frakørselsrampen giver næsten en fordobling af uheldstætheden på rampen.

Hastighedsbegrænsning: Hastighedsbegrænsningen påvirker ikke uheldstætheden på frakørselsramper.

4.3.4 Grundmodeller

De 247 frakørselsramper, der indgik i de forrige afsnit, har en vidt forskellig udformning, hvilket vanskeliggør opstilling af grundmodeller. Faktorer som strækningens længde, design af rampeanlæg, bredde af nødspor og anbefalet hastighed / kurveafmærkning har været nødvendige at holde varierende, for at grundmodeller overhovedet kunne estimeres.

For frakørselsramper er der i det følgende udarbejdet grundmodeller. Modellerne er baseret på frakørselsramper, der har følgende udformning og regulering:

- Nødspor på 0,5 meter eller mere forefindes (variabel)
- Ét gennemgående kørespor på 3,5 meter eller mere forefindes (variabel)
- 0,50 meter bred indre kantbane
- Ingen forgrening
- 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning (variabel)
- Ingen variable tavler på strækning
- Ej tunnel på strækning
- Ej vejbelysning på strækning

Der findes 189 frakørselsramper med denne udformning og regulering med en samlet længde på 53.086 meter. Der er registreret 149 uheld og 26 personskader på de 189 frakørselsramper i årene 1999-2012. Trafikken på ramperne varierer mellem 165 og 7.559 biler pr. døgn.

Før grundmodellerne estimeres, undersøges hvilke varierende faktorer der fortsat påvirker uheldsforekomsten væsentligt, og som derfor er vigtige at lade optræde som variable i grundmodeller. Disse tests er udført ved at opstille faktormodeller på lignende måde som i afsnit 4.3.3.

Om de analyserede faktorer kan følgende nævnes: Strækningslængden varierer fra 102 til 700 meter med et gennemsnit på 281 meter. Strækningerne er åbnet i 1956-1998 med median i 1982. Det belagte areal er 4,5-7,5 meter bredt med et gennemsnit på 6,35 meter. Nødspor er 0,5-3,5 meter brede med gennemsnit på 2,34 meter. Kørespor er 3,5-5,25 meter brede med et gennemsnit på 3,51 meter. Frakørselsramperne ender i 42 signal- og 111 vigepligtsregulerede rampekryds, 27 rundkørsler og 9 ramper fortsætter i en vej. 31 ramper går nedad i kørselsretningen, mens 152 går opad og 6 er i niveau. Ramperne er i 148 ruderanlæg, 36 trompetanlæg og 5 flyoveranlæg. Der er 74 lige ruderramper, 70 s-formede ruderramper, 14 s-formede trompetramper, 16 u-formede trompetramper, 12 styk 45-90 graders vinkelformede ramper og 3 sv-formede flyoverramper. Af de 189 ramper har 18 (10 %) tavler med anbefalet hastighed / kurveafmærkning.

For materielskadeuheld samt person- og materielskadeuheld findes, at faktoren om forekomst af tavler anbefalet hastighed og / eller kurveafmærkning er vigtig og faktisk en del vigtigere end årsdøgntrafikken på frakørselsrampen. For materielskadeuheld, ekstrauehld og alle uheld er strækningslængden vigtig. Og endelig er design af rampeanlæg vigtig for ekstrauehld og alle uheld. Bredden af nød- og kørespor samt hastighedsbegrænsning synes uvæsentlige for uheldstætheden på frakørselsramperne. Den signifikante faktor politikreds er selv med en tilpasning problematisk at lade indgå, da modellerne så ikke konvergerer.

Hvis både faktorerne om tavler med anbefalet hastighed / kurveafmærkning og design af rampeanlæg indgår i en model, så er uheldstætheden på ramper med tavler fortsat højere end ramper uden tavler. Det kan indikere, at disse tavler står, hvor kurverne er særligt skarpe uanset design af rampeanlæg. Nul procent af de lige ruderramper har tavler med anbefalet hastighed / kurveafmærkning, mens 4 % af s-formede ruderramper, 14 % af s-formede trompetramper, 69 % af u-formede trompetramper, 33 % af sv-formede flyoverramper og 8 % af 45-90 graders vinkelformede ramper har disse tavler. Det er ikke muligt at udlede tavlernes betydning for sikkerheden så længe tracéet (kurveradier, -længder, mv.) af ramperne ikke er præcist beskrevet.

I de opstillede grundmodeller indgår variablene årsdøgntrafik, strækningslængde og design af rampeanlæg. Variable for politikreds, hastighedsbegrænsning og bredde af nød- og kørespor indgår således ikke. I tabel 70 på næste side er grundmodeller kalibreret til at gælde for lige ruderramper i hele Danmark ved at fastholde p-værdier og ændre a-værdier, så modeller ikke over- eller underestimerer. I tabel 70 indgår strækningslængden som variabel. I bilag 3 er grundmodellerne beskrevet yderligere bl.a. med værdier for design af rampeanlæg.

Af bilag 3 ses, at kun p-værdien i modellen for alle uheld er statistisk signifikant, mens b_1 -værdien (strækningslængden) er statistisk signifikant i modeller for ekstrauehld og alle uheld. Både p- og b_1 -værdier må derfor siges at være usikre i de udarbejdede grundmodeller for frakørselsramper. I modellen for person- og materielskadeuheld er spredningsparameteren tvivlsom. Der er ikke statistisk belæg for

at sige, at relationen mellem uheldstæthed og årsdøgntrafik er forskellig for hver uheldsart. Ligeledes er det muligt, at relationer mellem uheldstæthed og hhv. strækningsslængde og design af rampeanlæg er de samme for hver uheldsart på nær for s-formede trompetramper.

Type af uheld	Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter			Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
	Total	Pr. km pr. år	a	p	b_1		
Materielskadeuheld	36	0,048	0,00025809	0,5008	-0,9488	0,2302	0,82
Ekstrauheld	89	0,120	0,00179662	0,2570	-1,3286	1,3377	0,52
Person- og materiel-skadeuheld	60	0,081	0,00235548	0,3784	-0,3706	-	-
Alle uheld	149	0,200	0,00359045	0,3195	-0,9530	0,6968	0,58

Tabel 70. Grundmodeller for uheld på frakørselsramper (lige ruderramper) med 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning, ét gennemgående kørespor 3,5-5,25 meter bredt, 0,5-3,5 meter nødspor, 0,5 meter indre kantbane, uden forgrening, uden variable tavler, uden tunnel og uden vejbelysning. Baseret på 189 ramper på i alt 53.086 meter med ÅDT på 165-7.559.

Det anbefales at bruge modellen for alle uheld (gråt markeret i tabel 70). For hvert estimeret uheld med denne model er der 0,007 dræbte, 0,094 alvorlige skader, 0,074 lette skader, 0,161 personskadeuheld, 0,242 materielskadeuheld og 0,597 ekstrauheld. Der er ikke udarbejdet grundmodeller med periodefaktorer for frakørselsramper, og det er ikke muligt på pålidelig facon at angive faktorer for enkelte år. De viste modeller i tabel 73 gælder for perioden 1999-2012. Ønsker man at beregne et forventet antal uheld for et år i perioden 2005-2012 skal man bruge følgende omregningsfaktorer: 1,096 for alle uheld, 0,934 for personskader og personskadeuheld, 1,156 for materielskadeuheld og 1,115 for ekstrauheld.

Det betyder, at der på en 300 meter lang frakørselsrampe (lige ruderrampe) med 2.500 biler/døgn kan der i perioden 2005-2012 forventes at være sket $0,934 \times 0,161 \times 0,00359045 \times 2.500^{0,3195} \times \exp(-0,9530 \times \ln(0,300)) = 0,0207$ personskadeuheld pr. år.

Ses nærmere på modellen for alle uheld findes, at lige ruderramper er sikrere end andre design. S-formede ruderramper har en 32 % højere uheldstæthed end lige ruderramper, mens uheldstætheden er 105 % højere på s-formede trompetramper, 311 % højere på u-formede trompetramper, 415 % højere på sv-formede flyoverramper og 7 % højere på vinkelformede ramper.

4.4 Tilkørselsflettestrækninger

I alt er der registreret 525 tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej) med en samlet længde på 401.871 meter inklusiv en op til 400 meter strækning efter hver

tilkørsel. Nogle tilkørselsflettestrækninger er bygget i de senere år, mens andre er ombygget og for nogle strækninger foreligger der ikke trafikdata i alle år. Antal uheld og personskader er opgjort i tabel 71 for geometrisk uændrede tilkørselsflettestrækninger med trafikdata i en periode frem til og med 2012.

Periode	Strækninger		Uheld				Personskader				Uheld pr. km pr. år
	Antal	Km	Person	Materiel	Ekstra	Alle	Dræbte	Alvorlige	Lette	Alle	
1994-2012	274	203,849	541	869	1.923	3.333	60	345	386	791	0,86
1995-2012	287	214,235	546	867	1.862	3.275	60	339	404	803	0,85
1996-2012	292	218,273	520	821	1.762	3.103	55	323	390	768	0,84
1997-2012	299	224,240	479	786	1.703	2.968	50	282	373	705	0,83
1998-2012	321	240,866	488	832	1.736	3.056	53	292	381	726	0,85
1999-2012	337	253,219	471	813	1.687	2.971	53	293	358	704	0,84
2000-2012	347	261,472	430	752	1.598	2.780	49	258	340	647	0,82
2001-2012	358	269,313	394	695	1.525	2.614	42	233	321	596	0,81
2002-2012	365	275,526	362	633	1.432	2.427	33	215	294	542	0,80
2003-2012	382	289,403	317	582	1.328	2.227	29	176	255	460	0,77
2004-2012	396	300,838	279	543	1.256	2.078	32	148	225	405	0,77
2005-2012	399	303,256	238	500	1.154	1.892	29	131	193	353	0,78
2006-2012	402	305,300	200	444	1.052	1.696	28	113	156	297	0,79
2007-2012	425	323,317	169	401	939	1.509	23	99	125	247	0,78
2008-2012	437	333,097	130	326	769	1.225	22	73	89	184	0,74
2009-2012	466	354,729	106	291	673	1.070	17	66	72	155	0,75
2010-2012	467	355,532	74	216	490	780	10	45	50	105	0,73
2011-2012	472	359,839	50	159	317	526	4	31	31	66	0,73
2012-2012	479	364,788	27	90	177	294	3	17	17	37	0,81

Tabel 71. Opgørelser af uheld og personskader for tilkørselsflettestrækninger med en uændret geometri i en periode frem til og med 2012.

Af tabel 71 ses, at der er 399 tilkørselsflettestrækninger med trafikdata, der var geometrisk uændrede i perioden 2005-2012, og der på de strækninger i perioden 2005-2012 er registreret 1.892 uheld og 353 personskader. Der er sket 0,78 uheld pr. km pr. år på disse strækninger, hvilket er 1,26 gange mere end på sammenlignelige motorvejsstrækninger med samme trafikmængde. Af tabel 71 kan tillige ses, at der maksimalt kan indgå 3.333 uheld og 803 personskader ved udarbejdelse af modeller for tilkørselsflettestrækninger.

Den 30. april 2004 blev den generelle hastighedsbegrænsning på motorveje sat op fra 110 til 130 km/t. Af hensyn til denne større ændring vælges at lade homogene motorvejsstrækninger, der var geometrisk uændrede i perioden 2005-2012, indgå i udarbejdelsen af uhelds- og personskademodeller for tilkørselsflettestrækninger.

Af alle 525 tilkørselsflettestrækninger er den korteste 79 meter, mens den længste er 1.206 meter. Tilkørselsflettestrækninger udelades, hvor der ikke er en motorvejsstrækning umiddelbart før og efter, men i stedet findes en anden flettestræk-

ning og tilkørslen derved ligger meget tæt på fx en frakørsel eller en motorvejsforgrening. Disse tilkørselsflettestrækninger udelades, da de formentligt har en yderligere forhøjet uheldstæthed pga. den nære beliggenhed til andre flettestrækninger. Således udelades 78 af de 525 tilkørselsflettestrækninger, heraf 49 strækninger der var geometrisk uændrede i perioden 2005-2012.

4.4.1 Datagrundlag for modeludvikling

Det følgende beskriver de 350 tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej), der indgår i udviklingen af uheldsmodeller. Længden af strækningerne er 277,510 km. Strækningerne er 455-1.120 meter lange. Gennemsnitslængden er 793 meter med en standardafvigelse på 79 meter. De fleste strækninger har derved en længde tæt på gennemsnitslængden, fx er 85 % af strækningerne 700-880 meter lange. Af de 350 tilkørselsflettestrækninger er 282 tilkørsler fra rampekryds, 60 er tilkørsler fra sideanlæg og 8 er tilkørsler fra motorvejskryds.

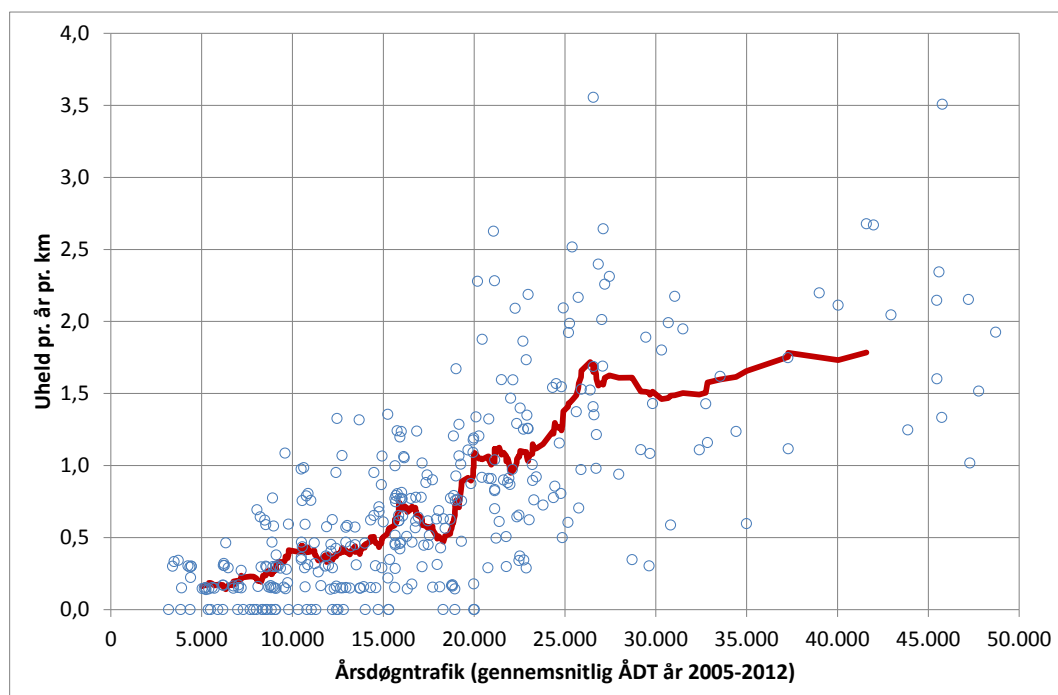
I tabel 72 på næste side findes centrale data om uheld, personskader og trafik for de 350 strækninger. Her ses bl.a. at der er sket 1.643 uheld med 300 personskader og kørt godt 14 mia. vognkm i perioden 2005-2012 på strækningerne. Af tabellen kan aflæses en række tal af betydning for modelarbejdet fx er variansen i uheld og personskader 2005-2012 større end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er megen systematisk variation i forekomsten af uheld og personskader. Der er dog en stor andel af strækningerne, der ikke har haft personskader i de enkelte år, hvilket kan gøre det svært at estimere årsfaktorer herfor.

Årsdøgntrafikken (ÅDT) i tabel 72 varierer mellem ca. 3.200 og 48.700 biler pr. døgn. Trafikmængden har været stabil gennem perioden. For 62 strækninger kendes ikke mængden af trafik for alle år, der kører ad rampen og ind på tilkørselsflettestrækningen. Af de 62 strækninger er 59 tilkørsler fra sideanlæg, mens 3 strækninger er tilkørsler fra rampekryds. For de 288 strækninger med kendt tilkørselstrafik udgør denne trafik mellem 0,9 % og 53,3 % af trafikken på tilkørselsflettestrækningen med et gennemsnit på 13,8 %. Ved tilkørsler fra rampekryds udgør tilkørselstrafikken i gennemsnit 13,4 % af trafikken på tilkørselsflettestrækningen, mens denne andel er 30,2 % ved tilkørsler fra motorvejskryds.

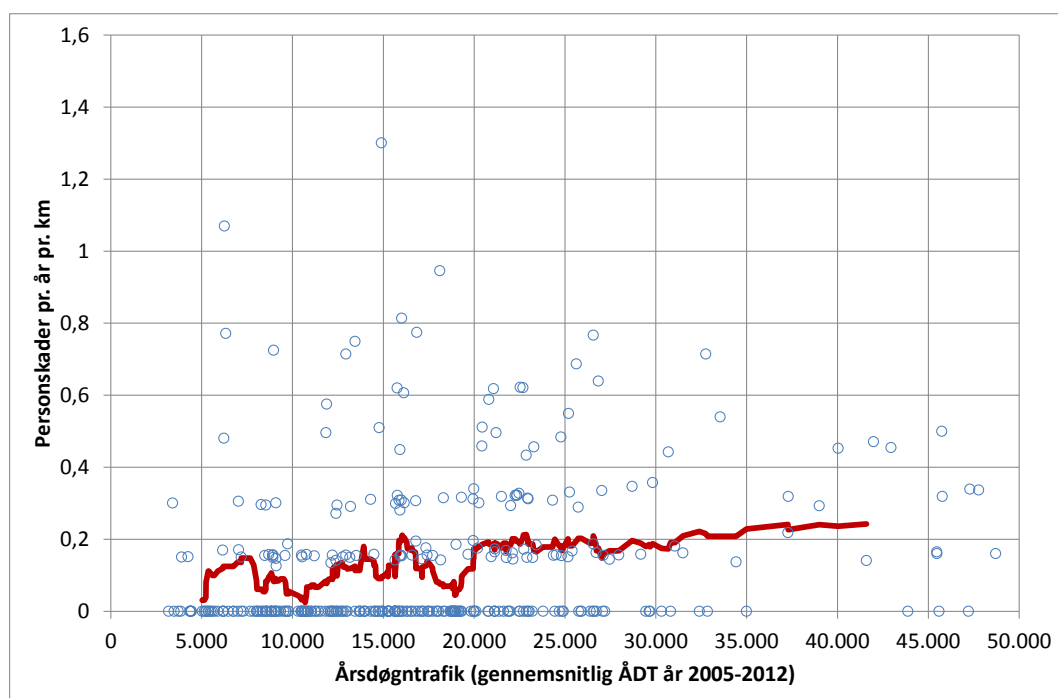
I figur 31 og 32 på siden efter tabel 72 ses uhelds- og personskadetætheden afbilledet i forhold til trafikmængden. Der synes at være en retlinjet relation mellem uheld og trafikmængde, hvor en fordobling af trafikmængden medfører ca. en fordobling af uheldstallet. Relationen mellem antallet af personskader og trafikmængden er svagere.

ÅR		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Uheld	Personskade	34	34	33	25	25	19	15	19	204
	Materielskade	56	64	55	45	54	43	44	57	419
	Ekstra	104	125	140	146	128	139	107	132	1.020
	Alle	194	223	228	216	207	201	166	208	1.643
Uheld pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	4	5	6	7	5	6	5	5	22
	Gennemsnit	0,554	0,637	0,651	0,617	0,591	0,574	0,474	0,594	4,694
	Varians	0,683	0,851	0,915	1,051	0,787	0,813	0,628	0,792	17,095
	Standardafvigelse	0,827	0,922	0,957	1,025	0,887	0,901	0,793	0,890	4,135
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel		216 62 %	202 58 %	208 59 %	220 63 %	211 60 %	217 62 %	233 67 %	207 59 %	36 10 %
Personskader	Dræbte	3	5	1	4	6	4	1	1	25
	Alvorlige	18	16	22	10	17	11	9	11	114
	Lette	29	31	27	20	13	15	11	15	161
	Alle	50	52	50	34	36	30	21	27	300
Personskader pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	5	6	4	4	4	5	3	5	9
	Gennemsnit	0,143	0,149	0,143	0,097	0,103	0,086	0,060	0,077	0,857
	Varians	0,295	0,322	0,272	0,180	0,201	0,216	0,097	0,157	1,836
	Standardafvigelse	0,543	0,567	0,521	0,424	0,449	0,465	0,311	0,397	1,355
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel		317 91 %	317 91 %	318 91 %	327 93 %	326 93 %	332 95 %	335 96 %	332 95 %	202 58 %
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)	1.594	1.685	1.762	1.791	1.769	1.763	1.804	1.848	14.017
ÅDT pr. strækning	Minimum	2.871	2.956	3.121	3.233	3.241	3.330	3.357	3.340	3.181
	Maximum	46.796	48.550	49.920	50.139	48.745	49.432	50.118	51.575	48.713
	Gennemsnit	15.943	16.841	17.602	17.834	17.674	17.606	18.023	18.386	17.489
	Standardafvigelse	8.714	9.007	9.087	9.139	9.201	9.216	9.532	9.463	9.136
Uheldsfrekvens (uheld pr. mio. km)		0,122	0,132	0,129	0,121	0,117	0,114	0,092	0,113	0,117
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)		0,031	0,031	0,028	0,019	0,020	0,017	0,012	0,015	0,021

Tabel 72. Uheld, personskader og trafik på 350 tilkørselsflettestrækninger i 2005-2012, hvor disse strækninger var geometrisk uændret. Strækningerne har en samlet længde på 277.510 meter.



Figur 31. Uheldstæthed og trafikmængde for 350 tilkørselsflettestrækninger. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.



Figur 32. Personskadetæthed og trafikmængde på 350 tilkørselsflettestrækninger. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.

I tabel 73 på næste side er resultater opdelt på tilkørsler fra rampekryds, motorvejskryds og sideanlæg. Tabellen viser, at uhelds- og skadesfrekvenser er næsten ens for tilkørsler fra rampekryds, motorvejskryds og sideanlæg.

	Tilkørsel fra			
	Rampekryds	Motorvejskryds	Sideanlæg	I alt
Antal strækninger	282	8	60	350
Længde (meter)	223.782	6.131	47.597	277.510
ÅDT, gennemsnit	17.502	23.046	16.683	17.489
ÅDT, vægtet efter længde	17.317	22.857	16.421	17.286
Trafikarbejde (mio. km)	11.324	409	2.284	14.017
Uheld	1.333	48	262	1.643
Personskader	249	2	49	300
Uheldsfrekvens	0,118	0,117	0,115	0,117
Skadesfrekvens	0,022	0,005	0,021	0,021

Tabel 73. De 350 tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej) opdelt på tilkørsler fra rampekryds, motorvejskryds og sideanlæg. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Andel af trafik, der kører til motorvej					
	0,9-6,9 %	7-9,9 %	10-14,9 %	15-19,9 %	20-53,3 %	Ukendt
Antal strækninger	58	71	65	40	54	62
Længde (meter)	45.510	57.557	52.047	32.183	41.586	48.627
ÅDT, gennemsnit	17.983	19.095	18.067	17.041	15.465	16.631
ÅDT, vægtet efter længde	17.820	18.993	17.913	16.765	15.010	16.385
Trafikarbejde (mio. km)	2.370	3.194	2.724	1.577	1.824	2.328
Uheld	277	386	309	202	213	256
Personskader	44	57	67	47	36	49
Uheldsfrekvens	0,117	0,121	0,113	0,128	0,117	0,110
Skadesfrekvens	0,019	0,018	0,025	0,030	0,020	0,021

Tabel 74. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter andel af trafik, der kører til motorvejen. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Åbningsår				
	1956-1964	1965-1974	1975-1984	1985-1994	1995-2004
Antal strækninger	20	91	59	89	91
Længde (meter)	14.113	68.260	47.353	72.320	75.464
ÅDT, gennemsnit	17.831	23.645	18.780	17.965	9.953
ÅDT, vægtet efter længde	18.161	23.623	18.653	17.955	9.890
Trafikarbejde (mio. km)	749	4.712	2.581	3.794	2.181
Uheld	72	596	343	415	217
Personskader	7	74	63	97	59
Uheldsfrekvens	0,096	0,126	0,133	0,109	0,100
Skadesfrekvens	0,009	0,016	0,024	0,026	0,027

Tabel 75. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter åbningsår. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 74 ses, at uheds- og skadesfrekvenser ikke afhænger af, hvor stor en andel af trafikken på tilkørselsflettestrækningen, der kører til motorvejen ad tilkørselsrampen. Det er anderledes end på frakørselsflettestrækninger, hvor andelen af trafikken, der kører fra motorvejen, påvirker uheds- og skadesfrekvenser.

De 350 tilkørselsflettestrækninger er åbnet for trafik i årene 1956-2004. I tabel 75 er resultater for strækninger opdelt efter åbningsår. Det ses, at uhedsfrekvensen er højere for tilkørselsflettestrækninger åbnet 1965-1984 end nyere og ældre strækninger. Tabel 75 viser også, at skadesfrekvensen stiger, jo nyere strækningen er.

	Politikreds					
	Nord-jylland	Øst-jylland	Midtvest-jylland	Sydøst-jylland	Sydsønder-jylland	Fyn
Antal strækninger	70	27	7	39	46	33
Længde (meter)	58.232	21.863	5.889	31.814	37.621	25.346
ÅDT, gennemsnit	11.219	16.511	7.837	21.231	11.553	22.177
ÅDT, vægtet efter længde	11.096	16.496	7.837	21.186	11.571	22.126
Trafikarbejde (mio. km)	1.888	1.054	135	1.969	1.272	1.639
Uheld	121	88	6	308	153	272
Personskader	46	31	1	46	39	42
Uhedsfrekvens	0,064	0,084	0,044	0,156	0,120	0,166
Skadesfrekvens	0,024	0,029	0,007	0,023	0,031	0,026

	Politikreds					
	Syd-sjælland	Midtvest-sjælland	Nord-sjælland	Københavns Vestegn	København	Blandet
Antal strækninger	46	34	23	20	4	1
Længde (meter)	34.807	26.103	17.164	14.530	3.272	869
ÅDT, gennemsnit	12.945	25.376	21.829	34.667	19.531	11.878
ÅDT, vægtet efter længde	13.034	25.533	21.934	34.760	18.924	11.878
Trafikarbejde (mio. km)	1.326	1.948	1.100	1.476	181	30
Uheld	159	254	87	173	18	4
Personskader	20	26	10	28	7	4
Uhedsfrekvens	0,120	0,130	0,079	0,117	0,099	0,133
Skadesfrekvens	0,015	0,013	0,009	0,019	0,039	0,133

Tabel 76. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter politikreds. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 76 er tilkørselsflettestrækninger opdelt efter politikreds. Det ses, at uhedsfrekvensen er lav i Nord-, Øst- og Midtvestjyllands samt Nordsjællands politikredse, mens den er høj i politikredse Sydøstjylland og Fyn. Skadesfrekvensen er lav i Midtvestjylland og Nordsjælland, mens den er høj i Sydsønderjyllands og Københavns politikreds.

De 350 tilkørselsflettestrækninger er mellem 455 og 1.120 meter lange. Hver strækning har først en strækning med spærreflade mellem motorvej og rampe, så evt. en strækning med fuldt optrukken linje mellem motorvej og rampe, og så evt. en kilestrækning og afslutningsvis en 400 meter motorvejsstrækning. I tilfælde med sportilføjelse i forbindelse med tilkørslen er der ikke en kilestrækning. De fleste tilkørselsflettestrækninger har ingen strækning med fuldt optrukken linje.

	Længde af tilkørselsflettestrækning (meter)					
	455-699	700-749	750-799	800-849	850-899	900-1.120
Antal strækninger	33	47	69	139	48	14
Længde (meter)	20.485	34.293	53.689	114.064	41.596	13.383
ÅDT, gennemsnit	21.628	19.534	21.119	14.766	16.286	14.130
ÅDT, vægtet efter længde	21.777	19.546	21.088	14.734	16.292	14.211
Trafikarbejde (mio. km)	1.304	1.959	3.308	4.911	1.980	556
Uheld	158	235	404	545	243	58
Personskader	17	28	69	120	53	13
Uheldsfrekvens	0,121	0,120	0,122	0,111	0,123	0,104
Skadesfrekvens	0,013	0,014	0,021	0,024	0,027	0,023

Tabel 77. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter længde. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 77 er tilkørselsflettestrækningerne opdelt efter længde. Det ses, at uheldsfrekvensen ikke påvirkes af længden, mens skadesfrekvensen stiger, jo længere strækningen er.

	Længde af spærreflade (meter)					
	15-99	100-199	200-224	225-249	250-299	300-400
Antal strækninger	73	64	73	63	64	13
Længde (meter)	51.578	48.461	58.620	51.820	55.043	11.988
ÅDT, gennemsnit	19.607	24.176	15.599	14.588	13.771	15.639
ÅDT, vægtet efter længde	19.773	24.051	15.595	14.540	13.748	15.619
Trafikarbejde (mio. km)	2.980	3.406	2.671	2.202	2.211	547
Uheld	395	394	322	197	265	70
Personskader	43	54	81	44	60	18
Uheldsfrekvens	0,133	0,116	0,121	0,089	0,120	0,128
Skadesfrekvens	0,014	0,016	0,030	0,020	0,027	0,033

Tabel 78. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter længde af spærreflade. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

I tabel 78 er strækningerne opdelt efter længden af spærrefladen. Her har strækninger med korte spærreflader under 200 meter en lav skadesfrekvens, mens strækninger med spærreflader på 225-249 meter har laveste uheldsfrekvens. De lange spærreflader på 300-400 meter har en høj både uhelds- og skadesfrekvens.

	Længde af strækning med fuldt optrukken linje / Undertype					
	0 m almindelig	35-99 m almindelig	100-410 m almindelig	0 m sportilføje	27-395 m sportilføje	0 m vigepligt
Antal strækninger	277	35	29	5	3	1
Længde (meter)	223.960	25.613	22.421	2.972	2.012	532
ÅDT, gennemsnit	16.342	19.743	22.133	30.736	27.330	25.760
ÅDT, vægtet efter længde	16.169	19.851	22.387	31.070	29.460	25.760
Trafikarbejde (mio. km)	10.581	1.486	1.467	270	173	40
Uheld	1.208	182	197	38	15	3
Personskader	248	20	25	6	1	0
Uheldsfrekvens	0,114	0,123	0,134	0,141	0,087	0,075
Skadesfrekvens	0,023	0,013	0,017	0,022	0,006	0,000

Tabel 79. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter længde af strækning med fuldt optrukken linje samt undertype. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Tabel 79 giver indtrykket af, at tilkørselsflettestrækninger med en strækning med fuldt optrukken linje giver en højere uheldsfrekvens men samtidig en lavere skadesfrekvens. Den ene strækning, hvor indkørende fra tilkørselsrampe har ubetinget vigepligt for trafik på motorvejen, har lav uhelds- og skadesfrekvens, men er baseret på et meget spinkelt datagrundlag.

	Længde af kilestrækning (meter)					
	85-159	160-179	180-199	200-219	220-400	Sportilføje
Antal strækninger	45	47	152	66	33	8
Længde (meter)	31.720	37.245	123.601	54.405	26.005	4.984
ÅDT, gennemsnit	19.820	17.588	15.512	17.341	20.691	29.459
ÅDT, vægtet efter længde	20.089	17.477	15.405	17.093	20.437	30.420
Trafikarbejde (mio. km)	1.862	1.902	5.564	2.717	1.553	443
Uheld	209	243	625	316	198	53
Personskader	28	54	113	74	24	7
Uheldsfrekvens	0,112	0,128	0,112	0,116	0,128	0,120
Skadesfrekvens	0,015	0,028	0,020	0,027	0,015	0,016

Tabel 80. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter længde af kilestrækning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Længden af kilestrækningen ser ikke ud til at påvirke uhelds- og skadesfrekvenser på tilkørselsflettestrækningerne, se tabel 80.

Vedrørende tværprofil og autoværn er der set på en række forhold; bredde af belagt areal, nødspor, kørebane, kørespor, indre kantbane og midterrabat, antallet af kørespor, type af autoværn i midterrabat samt andel af strækning med autoværn i højre side. Her vises dog kun opgørelser for bredde af nødspor og kørespor samt antallet af kørespor, da opgørelser af de andre forhold synes uinteressante.

	Bredde af nødspor (meter)				Antal kørespor		
	0,3-0,99	1,0-2,49	2,5-3,0	3,01-3,5	2	3	4
Antal strækninger	16	64	189	81	316	33	1
Længde (meter)	10.884	47.520	154.580	64.526	252.383	24.555	572
ÅDT, gennemsnit	12.919	20.526	14.266	23.509	15.471	36.206	37.269
ÅDT, vægtet efter længde	12.728	20.626	14.161	23.081	15.343	36.787	37.270
Trafikarbejde (mio. km)	405	2.864	6.396	4.352	11.315	2.639	62
Uheld	47	371	654	571	1.323	312	8
Personskader	4	41	157	98	257	42	1
Uheldsfrekvens	0,116	0,130	0,102	0,131	0,117	0,118	0,128
Skadesfrekvens	0,010	0,014	0,025	0,023	0,023	0,016	0,016

Tabel 81. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter bredde af nødspor samt antal gennemgående kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 81 ses, at uheldsfrekvensen ikke påvirkes af bredden af nødsporet, mens skadesfrekvensen stiger, jo bredere nødsporet er. Ser man på nødsporsbredden på tilkørselsrampen i stedet for på tilkørselsflettestrækningen, så kan det siges, at hele 96 ramper har en nødsporsbredde på under 1 meter, men man finder, at hverken uhelds- eller skadesfrekvens på tilkørselsflettestrækningen påvirkes af bredden af nødsporet på rampen. Af tabel 81 ses desuden, at uheldsfrekvensen stiger med antallet af gennemgående kørespor, mens skadesfrekvensen er lavere, når der er 3-4 kørespor, end når der kun er 2.

	Bredde af kørespor (meter)				
	3,33-3,49	3,50	3,51-3,74	3,75	3,76-4,00
Antal strækninger	2	196	21	114	17
Længde (meter)	1.622	159.279	16.401	88.043	12.165
ÅDT, gennemsnit	36.143	13.304	28.057	19.547	36.686
ÅDT, vægtet efter længde	36.105	13.270	27.811	19.367	38.110
Trafikarbejde (mio. km)	171	6.176	1.333	4.982	1.355
Uheld	11	626	162	672	172
Personskader	2	155	34	89	20
Uheldsfrekvens	0,064	0,101	0,122	0,135	0,127
Skadesfrekvens	0,012	0,025	0,026	0,018	0,015

Tabel 82. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter gennemsnitlig bredde af gennemgående kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 82 ses, at uheldsfrekvensen stiger, jo bredere køresporet er, mens skadesfrekvensen toppe ved en bredde på 3,50-3,74 meter. For motorvejsstrækninger og frakørselsflettestrækninger så vi ligeledes, at uheldsfrekvensen var højere ved en køresporsbredde på 3,75 meter i forhold til 3,50 meter, mens det var omvendt med skadesfrekvensen.

	Hastighedsbegrænsning (km/t)			
	90	110	130	Blandet
Antal strækninger	6	140	191	13
Længde (meter)	4.033	107.385	156.185	9.907
ÅDT, gennemsnit	14.860	22.071	14.256	16.834
ÅDT, vægtet efter længde	14.660	22.026	14.119	16.903
Trafikarbejde (mio. km)	173	6.911	6.444	489
Uheld	13	821	772	37
Personskader	1	123	163	13
Uhedsfrekvens	0,075	0,119	0,120	0,076
Skadesfrekvens	0,006	0,018	0,025	0,027

Tabel 83. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter hastighedsbegrænsning. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 83 ses, at uheds- og skadesfrekvens på tilkørselsflettestrækninger stiger med en stigende hastighedsbegrænsning. Man skal være klar over, at der kun i få tilfælde er en hastighedsbegrænsning lavere end 130 km/t på tilkørselsrampen, og hastighedsbegrænsninger under 130 km/t i tabel 83 derfor sjældent gælder rampe- trafikanterne.

Der vises ikke opgørelser for tilkørselsflettestrækninger opdelt på forholdene ”tunnel”, ”variable tavler” og ”vekselstrækning før/efter”, da der kun er hhv. 1, 9 og 0 strækninger med hhv. tunnel, variabel tavler og vekselstrækning før/efter.

	Vejbelysning		Overhalingsforbud		Afstandsmærker op til 16 km efter	
	Ja/delvist	Nej	Ja/delvist	Nej	Ja/efter	Nej
Antal strækninger	26	324	124	226	21	329
Længde (meter)	18.939	258.571	98.960	178.550	16.801	260.709
ÅDT, gennemsnit	27.459	16.688	19.553	16.356	21.010	17.264
ÅDT, vægtet efter længde	27.381	16.546	19.500	16.059	20.816	17.058
Trafikarbejde (mio. km)	1.515	12.502	5.639	8.378	1.022	12.995
Uheld	153	1.490	775	868	169	1.474
Personskader	26	274	124	176	26	274
Uhedsfrekvens	0,101	0,119	0,137	0,104	0,165	0,113
Skadesfrekvens	0,017	0,022	0,022	0,021	0,025	0,021

Tabel 84. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter forekomst af vejbelysning, overhalingsforbud og afstandsmærker. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

På tilkørselsflettestrækninger med vejbelysning er uheds- og skadesfrekvenser lavere end på strækninger uden belysning, se tabel 84. Uheds- og skadesfrekvens på strækninger med overhalingsforbud eller afstandsmærker er højere end på strækninger uden forbud eller mærker.

Der er også set på, om tilkørselsrampens udformning har indflydelse på uhelds- og skadesfrekvenser på tilkørselsflettestrækningen. Her er betydningen af bredden af nødsporet på tilkørselsrampen tidligere beskrevet. Det kan tilføjes, at stigningsforholdene på og længden af tilkørselsrampen ikke påvirker uhelds- og skadesfrekvenser på tilkørselsflettestrækninger. Det ser altså ud til, at sikkerheden på tilkørselsflettestrækninger er den samme, om rampekryds ligger over eller under motorvejen, og om tilkørselsrampen er 250 eller 500 meter lang.

	Design af tilkørselsrampe						
	Ruder Lige	Ruder S-form	Trompet S-form	Trompet U-form	Vinkel 45-135°	Kløver 270°	Flyover SV-form
Antal strækninger	137	67	20	27	26	4	5
Længde (meter)	108.643	53.716	15.356	21.294	20.677	2.838	4.035
ÅDT, gennemsnit	18.075	17.822	15.266	17.679	15.841	23.757	14.688
ÅDT, vægtet efter længde	17.777	17.715	15.188	17.452	15.875	24.476	14.592
Trafikarbejde (mio. km)	5.643	2.781	681	1.086	959	203	172
Uheld	660	326	93	111	123	14	22
Personskader	111	75	21	17	20	2	5
Uheldsfrekvens	0,117	0,117	0,136	0,102	0,128	0,069	0,128
Skadesfrekvens	0,020	0,027	0,031	0,016	0,021	0,010	0,029

Tabel 85. 286 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter design af tilkørselsramper. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km. Bemærk: Tilkørsler fra sideanlæg og motorvejskryds indgår ikke i opgørelsen.

Tilkørselsrampens type og form (design) påvirker heller ikke uhelds- og skadesfrekvenser på tilkørselsflettestrækninger nævneværdigt, se tabel 85. Eksempelvis er uhelds- og skadesfrekvensen på tilkørselsflettestrækninger ved ruder- og trompetanlæg næsten ens. Skarpt og let kurvede samt lige tilkørselsramper synes altså umiddelbart at give nogenlunde ens sikkerhed på tilkørselsflettestrækningerne.

	Anbefalet hastighed (40-70 km/t)		Kurveafmærkning		Anbefalet hastighed eller kurveafmærkning	
	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej
Antal strækninger	6	344	11	339	14	336
Længde (meter)	4.724	272.786	8.572	268.938	11.138	266.372
ÅDT, gennemsnit	13.948	17.550	19.092	17.437	18.093	17.463
ÅDT, vægtet efter længde	13.689	17.348	18.734	17.240	17.650	17.271
Trafikarbejde (mio. km)	189	13.828	469	13.548	574	13.442
Uheld	28	1.615	51	1.592	70	1.573
Personskader	7	293	7	293	14	286
Uheldsfrekvens	0,148	0,117	0,109	0,118	0,122	0,117
Skadesfrekvens	0,037	0,021	0,015	0,022	0,024	0,021

Tabel 86. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter forekomst af hhv. tavler med anbefalet hastighed og kurveafmærkning på tilkørselsramperne. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Det ser dog ud til, at tilkørselsflettestrækninger med en lav anbefalet hastighed på tilkørselsrampen har højere uheds- og skadesfrekvenser end strækninger uden en anbefalet hastighed på rampen, se tabel 86. Omvendt har tilkørselsflettestrækninger med kurveafmærkning på tilkørselsrampen lavere uheds- og skadesfrekvenser end strækninger uden kurveafmærkning på rampen. Det kan indikere, at man bør undlade anbefalet hastighed på tilkørselsrampen og i stedet bruge kurveafmærkning. Samlet viser tabel 86, at tilkørselsflettestrækninger med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning på tilkørselsrampen har nogenlunde samme sikkerhed som strækninger uden disse tavler på rampen.

	Type af rampekryds før tilkørsel				
	Vigepligtsreguleret	Rundkørsel	Signalreguleret	Vej	Ej kryds (fx sideanlæg)
Antal strækninger	138	55	61	14	82
Længde (meter)	109.727	44.589	48.363	11.231	63.600
ÅDT, gennemsnit	15.868	12.890	25.795	16.263	17.331
ÅDT, vægtet efter længde	15.703	12.721	25.505	16.311	17.141
Trafikarbejde (mio. km)	5.035	1.657	3.604	535	3.185
Uheld	538	181	472	70	382
Personskader	106	38	84	13	59
Uhedsfrekvens	0,107	0,109	0,131	0,131	0,120
Skadesfrekvens	0,021	0,023	0,023	0,024	0,019

Tabel 87. De 350 tilkørselsflettestrækninger opdelt efter type af rampekryds efter frakørsel. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 87 ses, at uheds- og skadesfrekvenser på tilkørselsflettestrækninger er ret ens, om rampekrydset før tilkørselsrampen er et almindeligt vigepligtsreguleret kryds, en rundkørsel, et signalreguleret kryds eller rampen kommer fra en vej eller sideanlæg/motorvejskryds. Dog er frekvenserne lidt højere med signalregulerede rampekryds og en vej før tilkørselsrampen i forhold til andre typer af rampekryds.

4.4.2 Basismodeller

Der udvikles basismodeller for uheld og personskader. Modellerne er baseret på uheld, personskader og trafik på de 350 tilkørselsflettestrækninger beskrevet i forrige afsnit, dog indgår kun 288 strækninger med kendt trafikmængde på tilkørselsrampen. Der udvikles basismodeller med og uden årsfaktorer. Modellerne udvikles med antal år og strækningslængde som offset variable, så den modellerede uheldstæthed er uheld pr. km pr. år.

Tabel 74 viste, at andelen af trafikken, der kørte fra tilkørselsrampen og ind på motorvejen, ikke påvirker uheds- og skadesfrekvenser. Man kan derfor forestille sig, at uheldstætheden måske bedst relaterer sig til mængden af trafik efter tilkørslen, og ikke mængden af trafik på hhv. motorvej og rampe før tilkørslen. Alligevel

søges at finde det bedste funktionsudtryk for modellerne på samme vis som i afsnit 4.2.2 om frakørselsflettestrækninger. Der er afprøvet seks forskellige funktionsudtryk.

Af de testede modeller baseret på 350 strækninger er model 1 ($UHT = a \cdot N_{MV}^p$), hvor N_{MV} er årsdøgntrafikken på motorvejen efter tilkørslen, den som modelteknisk fungerer bedst. Den basismodel forklarer 77 % af den systematiske variation i forekomsten af alle uheld og kan anvendes, selvom mængden af trafik på tilkørselsrampen er ukendt. Af alle seks funktionsudtryk afprøvet på de 288 tilkørselsflettestrækninger, hvor mængden af trafik på frakørselsrampen er kendt, fungerer også her model 1 bedst, hvor N_{MV} er årsdøgntrafik på motorvejen efter tilkørslen. Den basismodel forklarer 80 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten og kan anvendes, selvom mængden af trafik på tilkørselsrampen er ukendt.

Det skal nævnes, at faktoren, der beskriver forholdet N_{Rampe} / N_{MV} , hvor N_{Rampe} er trafikken på rampen og N_{MV} er årsdøgntrafik på motorvejen før tilkørslen, har logiske sammenhænge med uhelds- og personskadetætheden (model 3: $UHT = a \cdot N_{MV}^p \cdot e^{(b \cdot \frac{N_{Rampe}}{N_{MV}})}$). Jo større forholdet N_{Rampe} / N_{MV} er, desto flere uheld og personskader sker der på tilkørselsflettestrækningen. Men tilføjelse af denne faktor øger ikke modellens forklaringskraft.

Type af uheld eller personskade	Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	Total	Pr. km pr. år	a	p	K	R_k^2
Personskadeuheld	204	0,092	0,00003482	0,8094	0,0000	1,00
Materielskadeuheld	418	0,188	0,00001222	0,9886	0,1547	0,65
Ekstrauheld	1.021	0,460	0,00000011	1,5568	0,2515	0,74
Person- og materielskadeuheld	622	0,280	0,00003355	0,9264	0,0927	0,72
Alle uheld	1.643	0,740	0,00000233	1,2937	0,1418	0,77
Dræbte	25	0,011	0,00000010	1,1932	6,3231	0,24
Alvorlige skader	114	0,051	0,00006451	0,6867	1,0797	0,21
Lette skader	161	0,073	0,00068438	0,4811	1,5286	0,07
Dræbte og alvorlige skader	139	0,063	0,00003879	0,7584	1,3133	0,21
Alle personskader	300	0,135	0,00037383	0,6061	1,2355	0,13

Tabel 88. Basismodeller for uheld og personskader på tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej). Baseret på 350 strækninger på i alt 277.510 meter med ÅDT på 3.181-48.713.

I tabel 88 er basismodeller (model 1) for tilkørselsflettestrækninger beskrevet ved a og p værdier samt spredningsparameter og Elvik's indeks. I bilag 1 er basismodellerne beskrevet yderligere. Tabellen viser, at årsdøgntrafikken forklarer hhv. 65-100 % og 7-24 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld og per-

sonskader. Basismodellernes p-værdier i tabel 88 er lidt højere end p-værdier i basismodeller for motorvejsstrækninger.

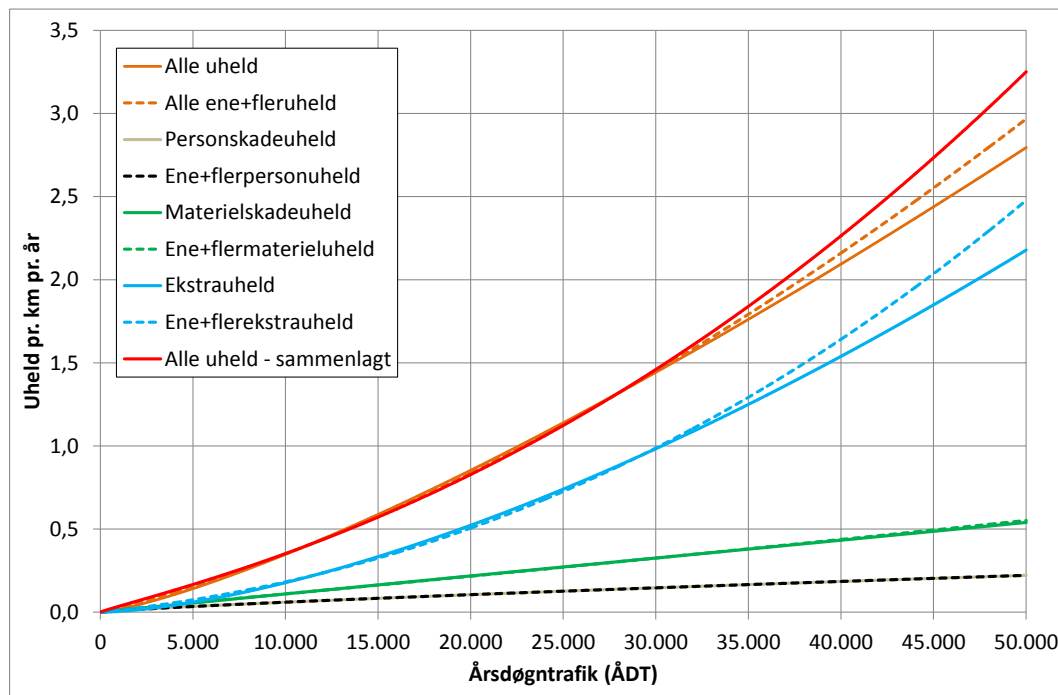
Vedrørende tabel 88 er spredningsparameteren før modellering lav både for uheld og personskader. Eksempelvis er spredningsparameteren kun 0,3316 før modellering af person- og materielskadeuheld. Altså er omfanget af systematisk variation i udgangspunktet forholdsvist beskedent. Basismodellerne for uheld i tabel 88 er næsten ”perfekte” modeller, så de forklarer meget af den systematiske variation. Derfor kan kun få faktorer indgå i faktormodeller for tilkørselsflettestrækninger.

Type af uheld eller personskade		Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter		Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
		Total	Pr. km pr. år	a	p		
Eneuheld	Personskadeuheld	103	0,046	0,00002350	0,7800	-	-
	Materielskadeuheld	177	0,080	0,00008057	0,7098	0,6178	0,23
	Ekstrauheld	530	0,239	0,00000790	1,0569	0,2952	0,54
	Person- og materielskadeuheld	280	0,126	0,00010699	0,7274	0,3331	0,36
	Alle uheld	810	0,365	0,00003902	0,9380	0,2326	0,53
	Dræbte	5	0,002	0,00000184	0,7315	-	-
	Alvorlige skader	53	0,024	0,00002514	0,7048	1,6702	0,20
	Lette skader	81	0,36	0,00057004	0,4293	1,5534	0,08
	Dræbte og alvorlige skader	58	0,26	0,00002834	0,7018	1,4275	0,22
	Alle personskader	139	0,063	0,00040138	0,5203	1,7848	0,10
Flerpartsuheld	Personskadeuheld	101	0,045	0,00001269	0,8406	0,1923	0,82
	Materielskadeuheld	241	0,109	0,00000086	1,2005	0,5251	0,74
	Ekstrauheld	491	0,221	0,000000001	2,2193	1,6311	0,81
	Person- og materielskadeuheld	342	0,154	0,00000348	1,0951	0,4407	0,71
	Alle uheld	833	0,375	0,00000002	1,6884	0,9089	0,81
	Dræbte	20	0,009	0,00000001	1,4489	11,6271	0,24
	Alvorlige skader	61	0,027	0,00003628	0,6817	1,7314	0,15
	Lette skader	80	0,036	0,00013095	0,5792	5,6201	0,05
	Dræbte og alvorlige skader	81	0,036	0,00001069	0,8346	2,6629	0,16
	Alle personskader	161	0,073	0,00006988	0,7139	2,8225	0,10

Tabel 89. Basismodeller for uheld og personskader i hhv. ene- og flerpartsuheld på tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej). Baseret på 350 strækninger på i alt 277.510 meter med ÅDT på 3.181-48.713.

Der er undersøgt andre basismodeller for tilkørselsflettestrækninger end dem i tabel 88. Det er forsøgt at opstille modeller for strækninger hhv. med over og under 20.000 i årsdøgntrafik, men antallet af strækninger i de to grupper er for få til at estimere pålidelige modeller. Det er også forsøgt opstillet basismodeller for hhv. ene- og flerpartsuheld. Modeller for dræbte og personskadeuheld i eneuheld konvergerer ikke. I tabel 89 findes dog modeller for alle uheldsarter og skadesgrader opdelt på hhv. ene- og flerpartsuheld.

Af tabel 89 ses, at p-værdier for alle ene- og flerpartsuheld er hhv. 0,94 og 1,69, hvilket er lidt højere end tilsvarende p-værdier for motorvejsstrækninger (hhv. 0,83 og 1,64). Det synes relevant at modellere tætheden af ekstrauehld på tilkørselsflettestrækninger opdelt på ene- og flerpartsuheld, se figur 33.



Figur 33. Resultater af basismodeller (modeludtryk 1) for hhv. personskadeuheld, materielskadeuheld, ekstrauheld og alle uheld for tilkørselsflettestrækninger hhv. modeller for alle uheld og opdelt på ene- og flerpartsuheld.

Med baggrund i basismodellerne for tilkørselsflettestrækninger forekommer det, at basismodeller af modeludtryk 1 i tabel 88 for personskader, personskadeuheld og materielskadeuheld samt modellerne for ekstrauheld opdelt på ene- og flerpartsuheld i tabel 89 er de bedste at anvende. For personskader bør man ikke bruge modellen for dræbte, da den er ganske usikker. I stedet kan benyttes modellen for dræbte og alvorlige skader.

Der er også estimeret basismodeller med årsfaktorer ved traditionel Generalized Linear Models (GLM). I tabel 90 på næste side er basismodeller med årsfaktorer baseret på en videreudvikling af modeludtryk 1 ($UHT = a \cdot a_t \cdot N_{MV}^p$, hvor a_t er en årsfaktor).

Af tabel 90 ses, at årsfaktoren med tiden er faldet i modeller for dræbte, alvorlige skader, personskader og personskadeuheld, mens den er tæt på 1 i 2005-2012 i de andre modeller. Årsfaktorer er forbundet med stor usikkerhed, og modellerne for person- og materielskadeuheld samt lette skader er problematiske.

Type af uheld eller personskade	Estimerede konstanter										k	R _k ²
	a	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
Personskadeuheld	0,00002688	2,0148	1,9259	1,8007	1,3495	1,3600	1,0370	0,8038	1,0000	0,8016	-	-
Materielskadeuheld	0,00001395	1,1330	1,2265	1,0083	0,8142	0,9861	0,7881	0,7884	1,0000	0,9787	-	-
Ekstrauheld	0,00000016	0,9862	1,0963	1,1383	1,1251	1,0330	1,1542	0,8225	1,0000	1,5128	0,4432	0,65
Person- og materiel-skadeuheld	0,00003328	1,3553	1,4017	1,2067	0,9480	1,0793	0,8503	0,7920	1,0000	0,9201	-	-
Alle uheld	0,00000269	1,1298	1,2077	1,1622	1,0641	1,0462	1,0316	0,8130	1,0000	1,2739	0,196	0,72
Dræbte	0,00000006	3,7487	5,6204	1,1152	3,8826	5,7420	4,3938	1,0207	1,0000	1,1267	24,6929	0,43
Alvorlige skader	0,00004684	1,8584	1,5124	1,9995	0,9273	1,6085	1,0341	0,8171	1,0000	0,6899	6,1521	0,20
Lette skader	0,02012082	1,0435	1,0873	0,9875	0,8287	0,6845	0,7256	0,6469	1,0000	0,1532	-	-
Dræbte og alvorlige skader	0,00002455	2,0379	1,8208	1,9305	1,1729	1,9634	1,3073	0,8291	1,0000	0,7642	7,645	0,19
Alle personskader	0,00030284	2,0538	1,9953	1,9244	1,2737	1,3528	1,2030	0,7819	1,0000	0,5905	8,6592	0,13

Tabel 90. Basismodeller med årsfaktorer for uheld og personskader på tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej) estimeret med brug af GLM. Baseret på 350 strækninger på i alt 277.510 meter med ÅDT på 3.181-48.713. Årsfaktorer i gråt er statistisk signifikant forskellige fra 1.

4.4.3 Faktormodeller

I afsnittet udvikles faktormodeller for tilkørselsflettestrækninger. Der er udviklet på to sæt data hhv. alle 350 tilkørselsflettestrækninger og de 288 strækninger med kendt trafikmængde på tilkørselsrampen. Tabel 91 på næste side viser de faktorer, der har indgået i modeludviklingen. Fem af de 31 faktorer indgår i de udarbejdede faktormodeller for tilkørselsflettestrækninger. En række andre faktorer har også været statistisk signifikante i løbet af modeludviklingen. Det ses, at rampetrafik ikke indgår i faktormodellerne, og derfor er kun faktormodeller baseret på alle 350 tilkørselsstrækninger beskrevet i bilag 2.

Af bilag 2 ses, at faktormodellerne forklarer 85-100 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld, men kun 7-28 % af forekomsten af personskader på tilkørselsflettestrækninger. Omfanget af uforklaret systematisk variation i uheldsforekomsten er meget beskedent. I forhold til basismodeller har faktormodeller en forklaringskraft, der er 0-20 procentpoint højere.

Årsdøgntrafik (ÅDT) på motorvejen efter tilkørslen er den variabel i faktormodellerne, der er mest betydningsfuld for tætheden af uheld og personskader på tilkørselsflettestrækninger. For ekstrauheld og alle uheld er p-værdien lavere i faktormodeller end i basismodeller, og p-værdier ligger forholdsvis tæt på 1.

Variabel / faktor	Faktormodel for ...									
	Personskade- uheld	Materielskade- uheld	Ekstrauheld	Person- og ma- terielskadeuheld	Alle uheld	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvor- lige skader	Alle personska- der
Årsdøgntrafik motorvej	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rampetrafik		X	X	X	X					
Strækningsslængde							X		X	X
Længde med spærreflade	X		X		X		X		X	X
Længde med fuldt optrukket linje		X								
Kilelængde										
Åbningsår		X							X	
Politikreds	X		2		2				X	
Bredde af belagt areal			X		X					
Nødspor		4	X				X		X	X
Antal kørespor			X		X					
Sporbortfald/-tilføjelse										
Kørebanebredde			X		X					
Køresporsbredde			X		X					
Bredde af indre kantbane							X			
Bredde af midterrabat			X		X					
Type af midterautoværn										
Autoværn i højre vejside										
Hastighedsbegrænsning		X		X	X					
Vejbelysning			X		X	X				
Overhalingsforbud		X	X	X	X					
Tunnel										
Variable tavler		3		3						
Afstandsmærker		X	X	X	X					
Type af rampekryds, motorvejs- kryds, sideanlæg			X					X		
Stigningsforhold på rampe										
Længde af rampe		2		2	X	X	X		2	X
Type, form og design af rampe										
Nødspor på rampe							X		X	
Anbefalet hastighed / kurveaf- mærkning på rampe		X	X	X	X					

Tabel 91. Undersøgte variable for faktormodeller for tilkørselsflettestrækninger. Tal angiver på hvilket trin i modeludviklingsprocessen, at faktoren har indtrådt i den endelige model. "X" angiver, at faktoren har været signifikant, men ikke indgår i den udarbejdede model.

Med baggrund i faktormodellerne i bilag 2 og modeller for alle uheld og personskader, hvor nedenstående faktorer indgår, kan følgende siges om de faktorer, der forekommer at være vigtige for sikkerheden på tilkørselsflettestrækninger:

Længde af tilkørselsrampe: Længden af den del af tilkørselsrampen, som er del af motorvejsnettet (altså efter motorvejstavlen), har signifikant indflydelse på tæthed af dræbte og alvorlige skader, materielskadeuheld og person- og materielskadeuheld. Jo længere rampen er, desto højere er uhelds- og personskadetætheden. Ved motorvejskryds er det længden af hele rampen, der indgår, og ved sideanlæg indgår længden af motorvejen ved siden af sideanlægget. Udelades tilkørselsflettestrækninger ved motorvejskryds og sideanlæg, findes nogenlunde samme sammenhæng. Med en 200 meter lang tilkørselsrampe sker der omkring 8 % færre uheld og 26 % færre personskader på tilkørselsflettestrækningen end når rampen er 400 meter lang. Dette kan forekomme som et overraskende resultat.

Variable tavler: De tilkørselsflettestrækninger, hvor der er opsat variable tavler, er særligt tætheden af person- og materielskadeuheld højere. Det findes, at der sker ca. 33 % flere uheld på tilkørselsflettestrækninger med variable tavle end uden disse tavler, mens der dog sker 17 % færre personskader.

Bredde af nødspor: Faktoren nødsporsbredde er en kontinuer variabel, hvor nødspor bredere end 3,0 meter er sat til at være 3,0 meter, da disse bredere nødspor synes at have samme sikkerhed som dem på 3,0 meter. Ligesom på motorvejsstrækninger har nødspor en gunstig virkning på sikkerheden på tilkørselsflettestrækninger. Denne bredde påvirker særligt antallet af materielskadeuheld. Et nødspor på 3,0 meter (set i forhold til et på 0,5 meter) reducerer antallet af uheld med ca. 16 % på tilkørselsflettestrækninger, mens nødsporet synes at give en tvivlsom stigning i personskader.

Politikreds: Der sker færre ekstraueheld på tilkørselsflettestrækninger i Nord-, Øst- og Midtvestjyllands politikredse. Til gengæld sker der mange ekstraueheld i Fyns og Sydøstjyllands politikredse. På grund af få uheld og personskader på tilkørselsflettestrækninger er faktoren politikreds sjældent statistisk signifikant.

For at belyse de øvrige faktorer i tabel 91, der ikke har indgået i faktormodellerne, er der udarbejdet sæt af modeller med én yderligere faktor end faktormodellerne fx strækningsslængde, åbningsår, osv. På den måde er øvrige faktorer betydning for uhelds- og personskadetætheden belyst. Om de øvrige faktorer kan nævnes:

Længder: Tilkørselsflettestrækninger på 700-800 meter har en ca. 10 % lavere uheldsforekomst end kortere og længere strækninger, mens strækninger kortere end 750 meter har en ca. 35-40 % lavere personskadeforekomst end længere strækninger. Der er tendens til, at tilkørselsflettestrækninger med spærreflader længere end 250 meter har højere forekomst af uheld og personskader. Længden af hhv. strækning med fuldt optrukket linje og kilestrækning påvirker ikke forekomsten af uheld og personskader. Der er ikke forskel i sikkerheden, om tilkørs-

len har sportilføjelse eller ej og om der er vigepligt ved indkørsel fra rampe eller fletteregel.

Antal kørespor: En tilkørselsflettestrækning med 3 gennemgående kørespor på motorvejen har ca. 20 % lavere uheldstæthed end en strækning med 2 kørespor, mens forekomsten af personskader er omtrent ens.

Bredde af midterrabat: En 1 meter bredere midterrabat medfører ca. 2,4 % flere uheld og ca. 0,7 % flere personskader.

Hastighedsbegrænsning: Der sker ca. 23 % flere personskader og ca. 5 % flere uheld på tilkørselsflettestrækninger med 130 km/t i forhold til strækninger med 110 km/t.

Overhalingsforbud og afstandsmærker: Der er tendens til, at der sker ca. 10 % flere uheld og personskader på strækninger med overhalingsforbud end uden et sådant forbud. Der er tendens til, at der sker ca. 20 % flere uheld og personskader på tilkørselsflettestrækninger med afstandsmærker eller som findes op til 16 km efter en strækning med afstandsmærker.

Vejbelysning: Der er tendens til, at der sker ca. 10 % færre uheld og personskader på tilkørselsflettestrækninger med vejbelysning end uden vejbelysning.

Tilkørsel fra: Tætheden af uheld og personskader er ca. 6 % højere på tilkørselsflettestrækninger fra rampekryds end tilkørsler fra sideanlæg.

Rampetrafik: Tætheden af uheld og personskader bliver højere, jo større en andel trafikken på rampen udgør af trafikken i tilkørslen.

Design af rampe: Det ser ikke ud til, at tilkørselsflettestrækninger påvirkes meget af designet af rampen. Således er forskelle i uhelds- og personskadetæthed mellem ruder-, trompet, kløver- og flyoveranlæg beskeden. Der sker dog ca. 25 % flere uheld og 10 % flere personskader på tilkørselsflettestrækninger, hvor der er tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning på tilkørselsrampen end hvor disse tavler ikke forefindes.

Stigningsforhold: Når tilkørselsrampen falder med kørselsretningen (rampekryds ligger over motorvejen), så sker der ca. 4 % færre uheld på tilkørselsflettestrækningen end når tilkørselsrampen stiger.

4.4.4 Grundmodeller

For tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej) er der i afsnittet udarbejdet grundmodeller baseret på strækninger med følgende udformning og regulering:

- 2 gennemgående kørespor forefindes

- Ingen sporbortfald eller –tilføjelse, og ingen vigepligt ved tilkørsel
- Nødspor på 3,0 meter eller mere forefindes
- 0,50 meter bred indre kantbane
- Midterautoværn af stål
- 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning
- Ingen variable tavler på strækning
- Ej tunnel på strækning
- Ej vejbelysning på strækning
- Ej anbefalet hastighed eller kurveafmærkning på strækning

Der findes 195 tilkørselsflettestrækninger med denne udformning og regulering med en samlet længde på 161.264 meter, heraf 153 strækninger (127.002 meter) med 130 km/t hastighedsbegrænsning. Der er registreret 755 uheld og 167 personskader på de 195 tilkørselsflettestrækninger i årene 2005-2012. Trafikken på strækningerne varierer mellem 3.181 og 28.692 biler pr. døgn. For 160 af de 195 strækninger er rampetrafikken kendt, og på disse 160 strækninger er der registreret 628 uheld og 138 personskader.

Før grundmodellerne estimeres, er det testet om faktorer, der fortsat varierer, påvirker uhelds- og personskadeforekomsten væsentligt. Disse tests er udført ved at opstille faktormodeller på lignende måde som i afsnit 4.4.3.

Om de analyserede faktorer kan følgende nævnes: Strækningslængden varierer fra 660 til 1.120 meter med et gennemsnit på 827 meter, heraf 231 meter med spærreflade, 4 meter med fuldt optrukken linje og 192 meter kilestrækning. Strækninger er åbnet i 1969-2004 med median i 1990. Det belagte areal er 10,5-11,5 meter bred med et gennemsnit på 10,7 meter. Nødspor er 3,0-3,5 meter brede med et gennemsnit på 3,07 meter. Kørespor er 3,50-3,75 meter i bredden med et gennemsnit på 3,56 meter. Midterrabatter er 2,8-13,4 meter brede, dog har 3 strækninger ukendt midterrabatbredde – hvis de sorteres fra er gennemsnitsbredden 4,9 meter. 32 procent af de 161,264 km tilkørselsflettestrækning har autoværn i højre vejside. 72 strækninger (37 %) har overhalingsforbud, mens 15 strækninger (8 %) har afstandsmærker eller er beliggende op til 16 km efter afstandsmærker. Der er tilkørsler fra 2 motorvejskryds, 36 sideanlæg og 157 rampekryds, heraf 23 signal- og 90 vigepligtsregulerede rampekryds, 37 rundkørsler samt 7 ramper fra en vej. 135 ramper går nedad (i kørselsretning) fra rampekryds, mens 20 går opad og 40 er i niveau. Rampen eller sideanlægget før tilkørslen har en længde på 139-1.111 meter med et gennemsnit på 346 meter. Blandt ramper fra rampekryds er 122 i ruderaanlæg og 21 i trompetanlæg. Nødsporet på tilkørselsrampen er 0,5-3,5 meter bredt med et gennemsnit på 2,7 meter. 4 tilkørselsramper (2 %) har tavler med anbefalet hastighed og/eller kurveafmærkning.

For person- og materielskadeuheld findes ingen faktorer udover årssdøgntrafikken at påvirke uhelds- og personskadetætheden signifikant. For ekstrauehald og alle uheld påvirker faktoren politikreds uhelds- og personskadetætheden signifikant. Der er svage tendenser til, at rampekrydstypen har en indvirkning på antallet af

ekstrauheld samt kørespor på 3,50 meter giver færre ekstrauheld end kørespor på 3,75 meter, men der er formentligt tale om tilfældige relationer. For personskader og de enkelte skadesgrader er ingen faktorer signifikante. Det synes vigtigt at tage højde for faktoren politikreds ved udarbejdelse af grundmodeller for ekstrauheld og alle uheld. Det synes samtidig bedre at udarbejde en grundmodel for personskadeuheld og at operere med et antal personskader opdelt på skadesgrader pr. personskadeuheld frem for at opstille grundmodeller for personskader. Længden af tilkørselsrampen ikke har nogen indvirkning på uheld og personskader i de udførte tests, hvilket viser, at relationen mellem længde af tilkørselsrampen og uhelds- og personskadetætheden i faktormodeller var tilfældig.

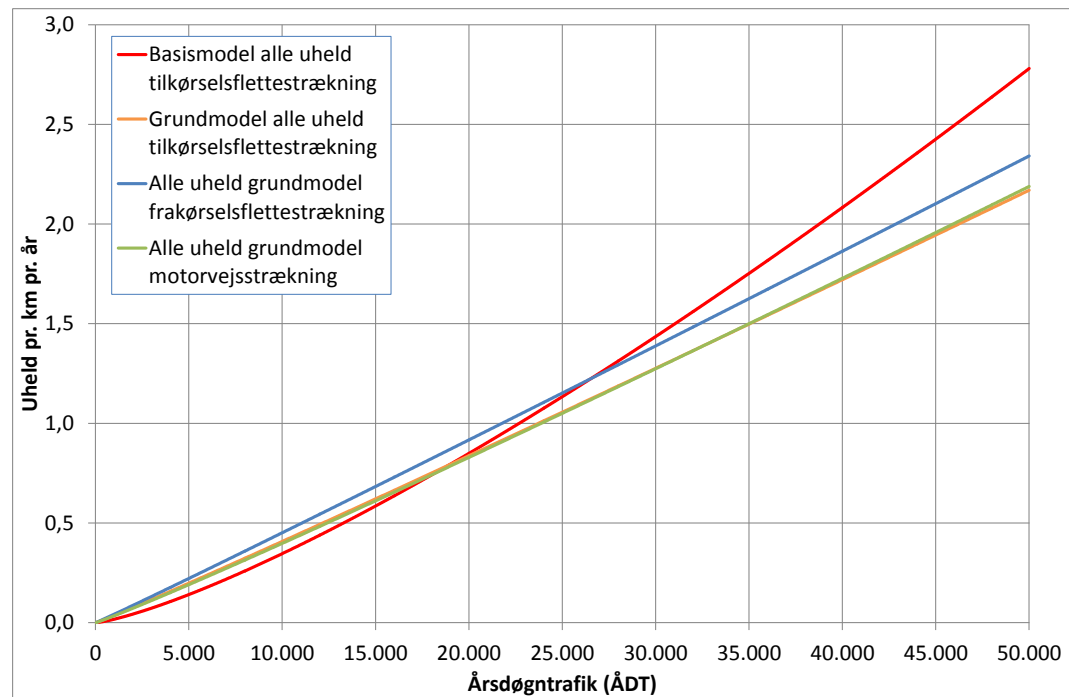
De fleste parameterestimater bliver usikre, når grundmodeller opstilles på baggrund af hhv. 110 og 130 km/t motorvejsstrækninger. Det er valgt at opstille grundmodeller, hvor både 110 og 130 km/t strækninger indgår som observationer. Der er ikke opstillet grundmodeller for strækninger med ÅDT hhv. under og over 20.000. Der er udført grundmodeller, hvor hhv. ekstrauheld og alle uheld er opdelt i ene- og flerpartsuheld, da afsnit 4.4.2 viste, at en sådan opdeling var relevant på tilkørselsflettestrækninger. Grundmodellerne er udviklet ved at lade politikreds og hastighedsbegrænsning indgå som faktorer, dog indgår politikreds kun i modeller for ekstrauheld og alle uheld.

Type af uheld	Antal uheld		Estimerede konstanter		Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
	Total	Pr. km pr. år	a	p		
Personskadeuheld	108	0,084	0,00003354	0,8287	0,0387	0,79
Materielskadeuheld	196	0,152	0,00000363	1,1170	0,0336	0,88
Ekstrauheld	451	0,350	0,00000423	1,1800	0,0514	0,95
Person- og materielskadeuheld	304	0,236	0,00001653	1,0069	0,0451	0,81
Alle uheld	755	0,585	0,00002861	1,0385	0,0682	0,89
Ekstrauheld – eneheld	272	0,211	0,00001173	1,0286	0,0277	0,96
Ekstrauheld – flerpartsuheld	179	0,139	0,00000024	1,3732	0,1247	0,94
Alle uheld – eneheld	408	0,316	0,00010122	0,8450	0,0398	0,90
Alle uheld – flerpartsuheld	347	0,269	0,00000103	1,3004	0,1175	0,87

Tabel 92. Grundmodeller for uheld på tilkørselsflettestrækninger (én side af motorvej). Baseret på 195 strækninger på i alt 161.264 meter med årsdøgntrafik på mellem 3.181 og 28.692.

I tabel 92 er grundmodeller kalibreret til at gælde for hele Danmark ved at fastholde p-værdier og ændre a-værdier, så modellerne ikke over-/underestimerer. Desuden gælder modeller i tabel 92 kun for 130 km/t tilkørselsflettestrækninger. Det ses, at spredningsparameteren er meget lav og forklaringskraft meget høj, så modellerne er tæt ved perfekte. For hvert personskadeuheld sker der 0,102 dræbte, 0,611 alvorlige skader og 0,833 lette skader, altså samlet 1,546 personskader pr. personskadeuheld.

I bilag 3 er grundmodellerne beskrevet yderligere. Af bilaget ses, at p-værdierne er statistisk signifikant i alle modellerne og har en lille standardafvigelse, så p-værdier ret præcist estimeret. Derimod er ingen af estimaterne for hastighedsbegrænsning statistisk signifikante. P-værdierne for eneuheld og flerpartsuheld er ikke særligt forskellige, og derfor anbefales at benytte de gråt markerede modeller i tabel 92, som ikke er opdelt i ene- og flerpartsuheld.



Figur 34. Sammenligning af uheldstæthed beregnet ud fra hhv. basis- og grundmodeller for tilkørselsflettestrækninger og grundmodel for hhv. frakørselsflette- og motorvejsstrækninger.

I figur 34 er grundmodellen for alle uheld for tilkørselsflettestrækninger sammenlignet med en tilsvarende kalibrerede basismodel for tilkørselsflettestrækninger og grundmodeller for frakørselsflette- og motorvejsstrækninger. Det ses, at grundmodellen for tilkørselsflettestrækninger estimerer væsentligt færre uheld end basismodellen efter en ÅDT på omkring 20.000. Grundmodellen for tilkørselsflette- og motorvejsstrækninger estimerer ca. samme antal uheld, mens der estimeres lidt flere uheld på frakørselsflettestrækninger.

Der er ikke estimeret grundmodeller med årsfaktorer for tilkørselsflettestrækninger. Ønsker man at beregne et forventet antal uheld for bestemte år kan man dog bruge omregningsfaktorer i tabel 93 på næste side, som er beregnet ud fra basismodeller med årsfaktorer for tilkørselsflettestrækninger, se evt. tabel 90.

Type af uheld	Omregningsfaktorer til brug ved beregning af tætheder i de enkelte år							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Personskadeuheld	1,4274	1,3645	1,2758	0,9561	0,9636	0,7347	0,5695	0,7085
Materielskadeuheld	1,1704	1,2670	1,0416	0,8411	1,0186	0,8141	0,8143	1,0330
Ekstrauheld	0,9442	1,0496	1,0898	1,0773	0,9891	1,1051	0,7875	0,9574
Person- og materiel-skadeuheld	1,2559	1,2989	1,1182	0,8785	1,0001	0,7879	0,7339	0,9266
Alle uheld	1,0690	1,1428	1,0997	1,0069	0,9900	0,9761	0,7693	0,9462

Tabel 93. Omregningsfaktorer til brug ved beregning af uheldstæthed for enkelte år, når grundmodeller i tabel 92 benyttes.

4.5 Tilkørselsramper

I alt er der registreret 436 tilkørselsramper med en samlet længde på 119.144 meter. 16 af tilkørselsramperne har et sammenløb. Nogle tilkørselsramper er bygget i de senere år, mens andre er ombygget og for nogle strækninger foreligger ikke trafikdata i alle år. Antal uheld og personskader er opgjort i tabel 94 for geometrisk uændrede tilkørselsramper med trafikdata i en periode frem til og med 2012.

Periode	Ramper		Uheld				Personskader				Uheld pr. km pr. år
	Antal	Km	Person	Materiel	Ekstra	Alle	Dræbte	Alvorlige	Lette	Alle	
1994-2012	210	57,044	15	28	86	129	1	8	9	18	0,12
1995-2012	223	60,805	13	30	87	130	1	7	8	16	0,12
1996-2012	228	62,092	12	30	83	125	1	7	7	15	0,12
1997-2012	233	63,627	13	27	83	123	1	8	8	17	0,12
1998-2012	251	67,931	15	28	96	139	1	9	11	21	0,14
1999-2012	273	73,288	16	31	99	146	1	9	12	22	0,14
2000-2012	281	75,500	15	29	93	137	1	9	11	21	0,14
2001-2012	291	78,591	14	28	87	129	1	9	9	19	0,14
2002-2012	299	81,037	11	27	83	121	1	7	7	15	0,14
2003-2012	315	85,351	11	23	72	106	1	7	7	15	0,12
2004-2012	326	88,970	11	23	71	105	1	7	8	16	0,13
2005-2012	330	90,164	10	22	63	95	1	6	7	14	0,13
2006-2012	331	90,432	9	20	57	86	1	5	6	12	0,14
2007-2012	348	94,955	9	18	52	79	1	4	7	12	0,14
2008-2012	354	96,520	8	12	44	64	1	3	6	10	0,13
2009-2012	378	102,180	5	10	43	58	1	2	4	7	0,14
2010-2012	385	103,521	3	7	33	43	1	1	2	4	0,14
2011-2012	390	104,781	1	6	18	25	1	0	0	1	0,12
2012-2012	395	106,234	1	1	11	13	1	0	0	1	0,12

Tabel 94. Opgørelser af uheld og personskader for tilkørselsramper med en uændret geometri i en periode frem til og med 2012.

Af tabel 94 ses, at der er 273 tilkørselsramper med trafikdata, der var geometrisk uændrede i perioden 1999-2012, og der på disse ramper i perioden 1999-2012 er registreret 146 uheld og 22 personskader. Der er sket 0,14 uheld pr. km pr. år på disse tilkørselsramper, hvilket er ca. 46 % mindre i forhold til sammenlignelige frakørselsramper med samme trafikmængde. Uhelds- og personskadetætheden har været nogenlunde uændret på tilkørselsramper i den lange periode 1994-2012.

Selvom den generelle hastighedsbegrænsning på motorveje blev sat op fra 110 til 130 km/t den 30. april 2004, er det valgt at lade uheld og personskader fra både før og efter 2004 indgå i uheldsmodelleringen af tilkørselsramper. Årsagen hertil er, at der kun er sket få uheld og personskader på tilkørselsramper i 2005-2012 og ændringen i hastighedsbegrænsningen formentlig kun har haft en mindre betydning for sikkerheden på tilkørselsramper. For dog at få mulighed for at beskrive sikkerheden i 2005-2012 er det valgt at gøre brug af periodefaktorer.

Af alle 436 tilkørselsramper er den korteste 15 meter, mens den længste er 1.103 meter. For at opnå bedre modeller udelades tilkørselsramper, der er under 100 meter lange. I alt er 22 tilkørselsramper kortere end 100 meter, heraf 12 tilkørselsramper med trafikdata, der var geometrisk uændret i perioden 1999-2012.

4.5.1 Datagrundlag for modeludvikling

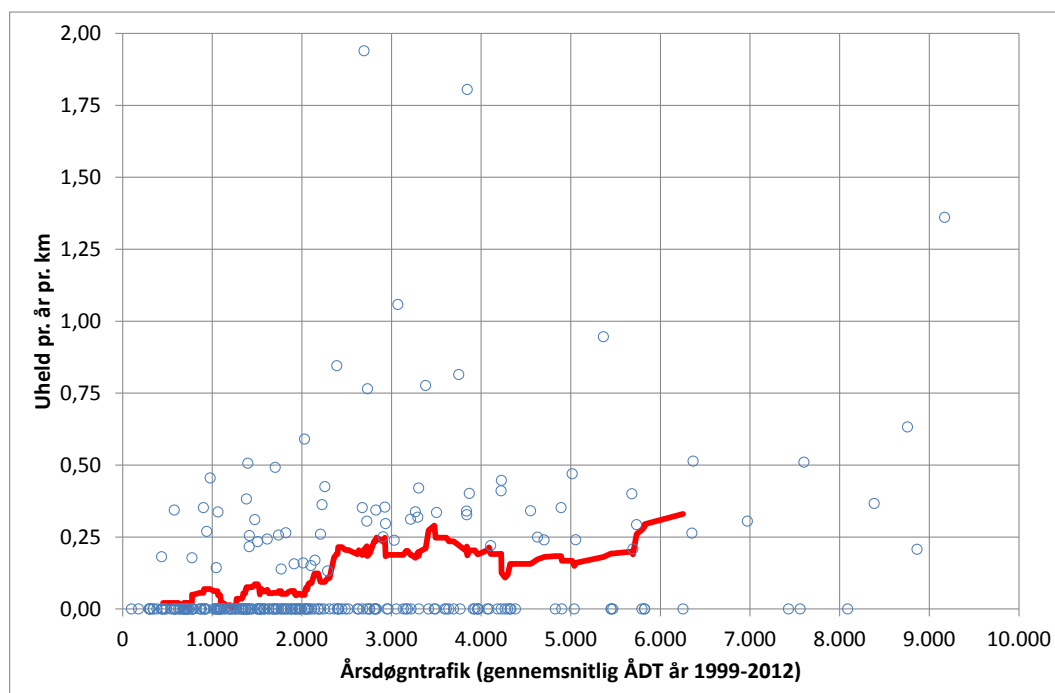
I det følgende beskrives de 261 tilkørselsramper, som indgår i udviklingen af uheldsmodeller. Længden af ramperne er 72,565 km. Ramperne er mellem 100 og 838 meter lange. Gennemsnitlængden er 278 meter med en standardafvigelse på 112 meter. Længden af ramperne varierer derved ganske meget. Af de 261 ramper starter hhv. 137 og 73 ved vigepligts- og signalregulerede rampekryds, 36 starter ved rundkørsler, mens 15 tilkørselsramper er fortsættelser af veje.

I tabel 95 på næste side findes centrale data om uheld, personskader og trafik for de 261 tilkørselsramper. Her ses, at der er sket 139 uheld med 17 personskader og kørt 919 mio. vognkm i perioden 1999-2012 på ramperne. Af tabellen ses, at variansen i forekomsten af både uheld og personskader er større end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er en systematisk variation i forekomsten, og at en negativ binomialfordelt model er fornuftig at anvende. Årsdøgntrafikken (ÅDT) varierer fra ca. 100 til 9.200 biler pr. døgn. Uheldsfrekvensen har været stabil i perioden 1999-2012, mens skadesfrekvensen har været faldende.

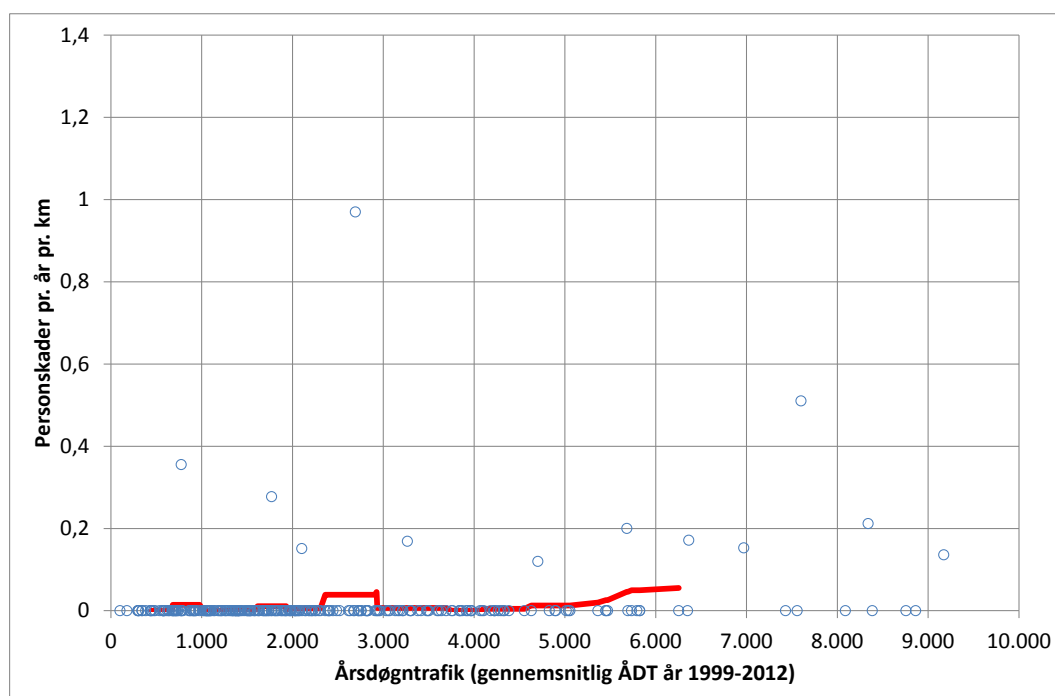
I figur 35 og 36 på siden efter tabel 95 ses hhv. uhelds- og personskadetæthed afbilledet i forhold til trafikmængden. Der synes at være en retlinjet relation mellem trafikmængden og antallet af uheld, mens det er sværere at blive klog på en relation mellem trafikmængde og personskadetæthed.

		ÅR	1999-2004	2005-2012	I alt
Uheld	Personskade		7	6	13
	Materielskade		14	16	30
	Ekstra		39	57	96
	Alle		60	79	139
Uheld pr. strækning	Minimum		0	0	0
	Maximum		14	6	19
	Gennemsnit		0,230	0,303	0,533
	Varians		1,108	0,650	2,519
	Standardafvigelse		1,053	0,806	1,587
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel			227 (87 %)	212 (81 %)	189 (72 %)
Personskader	Dræbte		0	1	1
	Alvorlige		4	4	8
	Lette		6	2	8
	Alle		10	7	17
Personskader pr. strækning	Minimum		0	0	0
	Maximum		2	3	3
	Gennemsnit		0,038	0,027	0,065
	Varians		0,060	0,049	0,107
	Standardafvigelse		0,245	0,222	0,328
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel			254 (97 %)	256 (98 %)	249 (95 %)
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)		353	566	919
ÅDT pr. strækning	Minimum		106	95	99
	Maximum		8.709	9.913	9.172
	Gennemsnit		2.218	2.637	2.457
	Standardafvigelse		1.717	1.937	1.824
Uheldsfrekvens (uheld pr. mio. km)			0,170	0,140	0,151
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)			0,028	0,012	0,018

Tabel 95. Uheld, personskader og trafik på 261 tilkørselsramper i 1999-2012, hvor disse ramper var geometrisk uændrede. Ramper er mindst 100 meter lange og har en samlet længde på 72.565 meter.



Figur 35. Uheldstæthed og trafikmængde for 261 tilkørselsramper. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.



Figur 36. Personskadetæthed og trafikmængde på 261 tilkørselsramper. Den røde linje angiver et bevægeligt gennemsnit på 25 observationer.

I tabel 96 på næste side er tilkørselsramperne opdelt efter politikreds. Det ses, at uhelds- og skadesfrekvenser er høje i de fleste kredse øst for Storebælt. Man skal dog være opmærksom på, at frekvenserne er baseret på få uheld og personskader.

	Politikreds				
	Nordjylland	Østjylland	Sydøst- jylland	Sydsønder- jylland	Fyn
Antal strækninger	31	17	32	37	26
Længde (meter)	8.650	5.009	8.115	10.026	8.519
ÅDT, gennemsnit	2.027	2.201	2.334	1.468	2.335
ÅDT, vægtet efter længde	2.042	2.665	2.385	1.507	2.300
Trafikarbejde (mio. km)	90	68	99	77	100
Uheld	4	8	10	6	13
Personskader	3	0	1	0	3
Uheldsfrekvens	0,044	0,117	0,101	0,078	0,130
Skadesfrekvens	0,033	0,000	0,010	0,000	0,030

	Politikreds				
	Sydsjælland	Midtvest- sjælland	Nord- sjælland	Københavns Vestegn	København
Antal strækninger	36	22	30	25	5
Længde (meter)	11.212	5.882	7.836	6.000	1.316
ÅDT, gennemsnit	1.668	2.507	3.201	4.451	5.767
ÅDT, vægtet efter længde	1.623	2.462	3.458	4.298	6.865
Trafikarbejde (mio. km)	93	74	139	132	46
Uheld	18	14	39	13	14
Personskader	0	3	3	3	1
Uheldsfrekvens	0,193	0,189	0,281	0,099	0,303
Skadesfrekvens	0,000	0,041	0,022	0,023	0,022

Tabel 96. De 261 tilkørselsramper opdelt efter politikreds. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Åbningsår		Bredde af belagt areal (meter)		
	1956-1978	1979-1998	3,8-5,4	5,5-6,9	7,0-10,0
Antal strækninger	138	123	75	28	158
Længde (meter)	35.309	37.256	19.301	8.538	44.726
ÅDT, gennemsnit	2.866	1.999	2.481	3.532	2.256
ÅDT, vægtet efter længde	2.858	2.114	2.337	3.777	2.287
Trafikarbejde (mio. km)	516	403	231	165	523
Uheld	82	57	42	43	54
Personskader	11	6	7	3	7
Uheldsfrekvens	0,159	0,142	0,182	0,261	0,103
Skadesfrekvens	0,021	0,015	0,030	0,018	0,013

Tabel 97. 261 tilkørselsramper opdelt efter åbningsår og bredde af belagt areal. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

De 261 tilkørselsramper blev åbnet for trafik i årene 1956-1998. Af tabel 97 ses, at uhelds- og skadesfrekvensen er lavere for de nyere ramper end for de ældre,

dog er forskellen i frekvenserne beskeden. I tabel 97 er resultaterne også opdelt efter bredden af det belagte areal. Der er en tendens til, at brede tilkørselsramper er sikrere end smalle.

	Bredde af nødspor (meter)			Bredde af kørespor (meter)		
	0,20-0,99	1,00-2,49	2,50-3,50	2,80-3,49	3,50	3,51-5,20
Antal strækninger	74	13	174	5	239	17
Længde (meter)	19.512	4.712	48.341	1.660	65.958	4.947
ÅDT, gennemsnit	2.549	4.310	2.280	3.881	2.316	4.028
ÅDT, vægtet efter længde	2.474	4.750	2.255	4.022	2.283	4.535
Trafikarbejde (mio. km)	247	114	557	34	770	115
Uheld	42	42	55	12	94	33
Personskader	8	4	5	0	12	5
Uheldsfrekvens	0,170	0,367	0,099	0,351	0,122	0,288
Skadesfrekvens	0,032	0,035	0,009	0,000	0,016	0,044

Tabel 98. De 261 tilkørselsramper opdelt efter bredde af hhv. nød- og kørespor. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Et nødspor på tilkørselsramper er typisk 3 meter bredt. Tabel 98 viser, at uhelds- og skadesfrekvenser er højere på tilkørselsramper med et nødspor på 0,20-2,49 m end på ramper med bredere nødspor. Tabel 98 indikerer, at tilkørselsramper med en køresporsbredde på 3,50 meter har en lav uhelds- og skadesfrekvens. Men man skal være opmærksom på, at kørespor på tilkørselsramper typisk er bredere end 3,50 meter, når der er skarpe kurver, og typisk er smallere end 3,50, når nødsporet er smallere end én meter.

Det er her undladt at opdele resultater om tilkørselsramper efter antal kørespor og bredde af indre kantbane, da næsten alle ramper har ét gennemgående kørespor og 0,50 meter bred indre kantbane, og variationen i data derfor er meget beskeden. Der er i øvrigt ikke registreret data om midterrabat og autoværn for ramper, så der kan heller ikke gives opdelt resultater herom.

Hastighedsbegrænsning på tilkørselsramper er speciel. I få tilfælde står en tavle med hastighedsbegrænsning (C55) sammen med eller umiddelbart efter en motorvejstavle (E42), så tilkørselsrampen har lokal hastighedsbegrænsning hele vejen. I andre tilfælde står C55 først et stykke nede af tilkørselsrampen, så der kun delvist er lokal hastighedsbegrænsning. Men oftest er der ingen lokal hastighedsbegrænsning på tilkørselsramper, og trafikanten mødes først af en C55 på motorvejs- eller tilkørselsflettestrækningen, hvis motorvejen har en hastighedsbegrænsning under 130 km/t. De fleste tilkørselsramper med lokal hastighedsbegrænsning har skarpe kurver. Af tabel 99 på næste side ses, at uheldsfrekvensen på tilkørselsramper med en lokal hastighedsbegrænsning er høj. Tabel 99 viser tillige, at tilkørselsramper med vejbelysning har en højere uheldsfrekvens end ramper uden belysning.

	Lokal hastighedsbegrænsning (km/t)			Vejbelysning	
	Ja 60-110	Delvist 70-110	130	Ja-delvist	Nej
Antal strækninger	4	10	247	42	219
Længde (meter)	1.558	3.063	67.944	10.106	62.459
ÅDT, gennemsnit	5.950	3.377	2.363	4.234	2.117
ÅDT, vægtet efter længde	7.328	3.178	2.333	4.536	2.143
Trafikarbejde (mio. km)	58	50	811	234	684
Uheld	29	9	101	59	80
Personskader	3	0	14	4	13
Uheldsfrekvens	0,497	0,181	0,125	0,252	0,117
Skadesfrekvens	0,051	0,000	0,017	0,017	0,019

Tabel 99. De 261 tilkørselsramper opdelt efter hhv. hastighedsbegrænsning og forekomst af vejbelysning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

	Variable tavler		Tunnel		Vekselstrækning efter	
	Ja	Nej	Delvist	Nej	Ja	Nej
Antal strækninger	5	256	2	259	5	256
Længde (meter)	1.221	71.344	394	72.171	1.211	71.354
ÅDT, gennemsnit	3.633	2.434	5.507	2.434	5.596	2.396
ÅDT, vægtet efter længde	3.388	2.460	5.985	2.457	6.867	2.401
Trafikarbejde (mio. km)	21	898	12	907	43	876
Uheld	3	136	3	136	21	118
Personskader	0	17	0	17	3	14
Uheldsfrekvens	0,142	0,152	0,249	0,150	0,494	0,135
Skadesfrekvens	0,000	0,019	0,000	0,019	0,071	0,016

Tabel 100. De 261 tilkørselsramper opdelt efter forekomst af variable tavler og tunnel på tilkørselsrampe samt om flettestrækning efter tilkørselsrampe er en vekselstrækning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Der findes ikke overhalingsforbud eller afstandsmærker på tilkørselsramper. I tabel 100 kan derimod ses resultater opdelt efter tilkørselsramper med/uden variable tavler og tunnel samt om tilkørselsrampen udmunder i en vekselstrækning. Tabel 100 indikerer, at tilkørselsramper, der efterfølges af en vekselstrækning, har en høj uhelds- og skadesfrekvens. Det er derimod sværere at blive klog på, hvad variable tavler og tunneler betyder rent sikkerhedsmæssigt på tilkørselsramper.

I tabel 101 på næste side er resultaterne opdelt efter længden af tilkørselsrampen. Man skal her være opmærksom på, at længden af rampen her er fra kanten af rampekryds til flettestrækningen efter tilkørselsrampen, og der kan derfor være en del af denne længde, der ikke er indenfor motorvejsnettet (fx hvor motorvejstavle står et stykke nede af tilkørselsrampen). Af tabel 101 ses, at længden af tilkørselsrampen synes at have betydning for sikkerheden, da uhelds- og skadesfrekvensen

er hhv. dobbelt og firdobbelt så høj for ramper længere end 400 meter end kortere ramper. For lange tilkørselsramper synes således at være uheldige.

	Længde af tilkørselsrampe (meter)				Med sammenløb	
	142-249	250-299	300-399	400-	Ja	Nej
Antal strækninger	84	51	63	63	6	255
Længde (meter)	15.756	12.906	19.399	24.504	2.283	70.282
ÅDT, gennemsnit	2.905	2.133	2.156	2.424	4.651	2.406
ÅDT, vægtet efter længde	2.815	2.140	2.205	2.649	5.622	2.374
Trafikarbejde (mio. km)	227	141	219	332	66	853
Uheld	28	26	14	71	38	101
Personskader	4	0	1	12	6	11
Uhedsfrekvens	0,123	0,184	0,064	0,214	0,579	0,118
Skadesfrekvens	0,018	0,000	0,005	0,036	0,091	0,013

Tabel 101. De 261 tilkørselsramper opdelt efter hhv. længde af tilkørselsrampe og om der på tilkørselsrampen er et sammenløb. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Tilkørselsramper med sammenløb har langt højere uheds- og skadesfrekvens end ramper uden sammenløb, se tabel 101. Tilkørselsramper med sammenløb har ofte skarpe kurver.

	Type og form af tilkørselsrampe						
	Ruder Lige	Ruder S-formet	Trompet S-formet	Trompet U-formet	Vinkel 45-135°	Kløver (360°)	Flyover S-V-form
Antal strækninger	118	65	26	24	20	1	7
Længde (meter)	29.182	19.018	8.449	6.977	5.189	135	3.615
ÅDT, gennemsnit	2.744	2.226	2.389	1.807	1.801	3.071	4.046
ÅDT, vægtet efter længde	2.608	2.363	2.309	2.000	1.751	3.071	4.331
Trafikarbejde (mio. km)	389	230	100	71	46	2	80
Uheld	33	23	22	18	11	2	30
Personskader	4	3	3	0	3	0	4
Uhedsfrekvens	0,085	0,100	0,221	0,252	0,237	0,943	0,375
Skadesfrekvens	0,010	0,013	0,030	0,000	0,065	0,000	0,050

Tabel 102. De 261 tilkørselsramper opdelt efter type og form af tilkørselsramper. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Typen og formen af tilkørselsrampen har en væsentlig indvirkning på sikkerheden på rampen, se tabel 102. Ruderramper giver den bedste sikkerhed, da uheds- og skadesfrekvenser er ca. dobbelt så høje på trompetramper og ca. fire gange så høje på vinkel-, kløver- og flyoverramper.

	Anbefalet hastighed eller kurveafmærkning			Stigningsforhold på rampe		
	Ja, 40-70 km/t	Ja, afmærkning	Nej	Nedad	I niveau	Opad
Antal strækninger	3	5	253	206	11	44
Længde (meter)	1.366	1.055	70.144	55.367	2.695	14.503
ÅDT, gennemsnit	3.236	2.567	2.446	2.493	1.623	2.499
ÅDT, vægtet efter længde	3.909	2.635	2.446	2.432	2.030	2.728
Trafikarbejde (mio. km)	27	14	877	689	28	202
Uheld	5	16	118	93	8	38
Personskader	0	3	14	10	0	7
Uheldsfrekvens	0,183	1,125	0,135	0,135	0,286	0,188
Skadesfrekvens	0,000	0,211	0,016	0,015	0,000	0,035

Tabel 103. De 261 tilkørselsramper opdelt efter forekomst af tavler med anbefalet hastighed og kurveafmærkning samt stigningsforhold. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

At formen af rampen har en væsentlig betydning for sikkerheden på rampen kan også udledes af tabel 103. Her ses, at tilkørselsramper med anbefalet hastighed og især kurveafmærkning har højere uheldsfrekvenser end ramper uden anbefalet hastighed og kurveafmærkning. Af tabel 103 ses tillige, at tilkørselsramper, der går nedad fra rampekrydset mod flettestrækningen har lavere uhelds- og skadesfrekvenser end opadgående ramper, altså hvor rampekrydset ligger under motorvejen. Det er altså en sikkerhedsmæssig fordel, at trafikanter kører ned ad rampen og ind på motorvejen.

	Type af rampekryds før rampe				Længde af flettestrækning efter rampe (meter)			
	Vigepligt	Rundkørsel	Signal	Vej	75-699	700-799	800-824	825-1.360
Antal strækninger	137	36	73	15	46	85	63	67
Længde (meter)	38.422	9.747	20.069	4.327	10.953	23.985	18.991	18.636
ÅDT, gennemsnit	1.850	2.507	3.530	2.662	3.925	2.307	2.336	1.754
ÅDT, vægtet efter længde	1.856	2.654	3.370	3.436	4.239	2.328	2.404	1.703
Trafikarbejde (mio. km)	365	132	346	76	237	286	234	162
Uheld	35	27	47	30	50	41	33	15
Personskader	5	2	6	4	7	5	3	2
Uheldsfrekvens	0,096	0,204	0,136	0,395	0,211	0,144	0,141	0,092
Skadesfrekvens	0,014	0,015	0,017	0,053	0,029	0,018	0,013	0,012

Tabel 104. 261 tilkørselsramper opdelt efter hhv. type af rampekryds før rampe og længde af flettestrækning efter rampe. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 104 ses, at tilkørselsramper, der kommer fra vej (vejen forsætter ind i tilkørselsrampen), har højere uhelds- og skadesfrekvens end tilkørselsramper, der

starter ved et rampekryds. Tilkørselsramper startende fra et vigepligtsreguleret rampekryds har lavere uhedsfrekvens end tilkørselsramper startende fra en rundkørsel. Tabel 104 viser derudover, at uheds- og skadesfrekvensen på tilkørselsramper falder, jo længere den efterfølgende flettestrækning er.

4.5.2 Basismodeller

Der udvikles tre basismodeller for hhv. person- og materielskadeuheld (under ét), ekstrauehld og alle uehld. Modeller er baseret på uehld og trafik på de 261 tilkørselsramper beskrevet i forrige afsnit. Der udvikles basismodeller med og uden periodefaktorer for årene 1999-2004 og 2005-2012. Modeller udvikles med antal år og strækningslængde som offset variable, så den modellerede uehldstæthed er uehld pr. km pr. år. Basismodeller estimeres med negativ binomial fordeling og konstant spredningsparameter. Disse basismodeller ser således ud:

$$UHT_t = a \cdot a_t \cdot N_t^p$$

hvor a og p er estimerede konstanter, a_t er estimerede konstanter for periode t og N_t er årsdøgntrafikken på tilkørselsrampen i periode t. Hvis der ikke indgår periodefaktorer, så indgår den gennemsnitlige årsdøgntrafik i årene 1999-2012.

Type af uehld	Antal uehld		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	Total	Pr. km pr. år	a	p	k	R_k^2
Person- og materielskadeuehld	43	0,042	0,00000483	1,1488	0,7114	0,74
Ekstrauehld	96	0,094	0,00000726	1,1977	1,6511	0,49
Alle uehld	139	0,137	0,00001620	1,1419	1,0886	0,53

Tabel 105. Basismodeller for uehld på tilkørselsramper. Baseret på 261 ramper på i alt 72.565 meter med en trafik på 99-9.172 biler pr. døgn.

I tabel 105 er basismodeller for tilkørselsramper beskrevet ved a og p-værdier samt spredningsparameter og Elvik's indeks. I bilag 1 er basismodeller beskrevet yderligere. Tabellen viser, at trafikmængden forklarer 49-74 % af den systematiske variation i uhedsforekomsten. P-værdier i tabel 105 for tilkørselsramper er omkring 1,15, mens de for frakørselsramper kun var ca. 0,65. Uhedsforekomsten på tilkørselsramper er således anderledes relateret til trafikmængden end på frakørselsramper.

Der er ikke undersøgt basismodeller for ene- og flerpartsuehld pga. det lave antal af uehld. Derimod er der estimeret basismodeller med periodefaktorer ved traditionel Generalized Linear Models (GLM) for årene 1999-2004 og 2005-2012. Af tabel 106 på næste side med basismodeller med periodefaktorer ses, at uehldstætheden på tilkørselsramper var ca. 7 % lavere i 1999-2004 set i forhold til 2005-2012 ved samme trafikmængde. Periodefaktorerne er forbundet med stor usikkerhed og er ikke statistisk signifikante. P-værdierne er næsten ens i modeller med og

uden periodefaktorer, mens forklaringskraften er væsentligt højere i modellen for person- og materiel-skadeuheld uden periodefaktorer end med.

Type af uheld	Estimerede konstanter				Spredningsparameter, k	Forklaringskraft, R_k^2
	a	$a_{1999-2004}$	$a_{2005-2012}$	p		
Person- og materiel-skadeuheld	0,00000620	1,3574	1,0000	1,1040	1,2675	0,26
Ekstrauheld	0,00000638	0,8579	1,0000	1,2238	2,1690	0,48
Alle uheld	0,00001487	0,9264	1,0000	1,1596	1,8195	0,48

Tabel 106. Basismodeller med periodefaktorer for uheld på tilkørselsramper estimeret med brug af GLM. Baseret på 261 strækninger på i alt 72.565 meter med en trafik på 99-9.172 biler pr. døgn.

4.5.3 Faktormodeller

I afsnittet udvikles faktormodeller for tilkørselsramper for person- og materiel-skadeuheld, ekstrauheld og alle uheld. I tabel 107 på næste side er vist de faktorer, der har indgået i modeludviklingen.

Fire af de 27 faktorer indgår i faktormodellerne for tilkørselsramper, hvoraf den væsentligste er trafikmængden på rampen. En række andre faktorer har også været statistisk signifikante i løbet af modeludviklingen. De udarbejdede faktormodeller er beskrevet i bilag 2. Af bilag 2 ses, at faktormodellerne forklarer 80-88 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten. Faktormodellernes forklaringskraft er 14-31 procentpoint højere end basismodeller. Udover trafikmængden, er det især forekomsten af kurver og sammenløb samt bredden af nødspor, som påvirker uheldsforekomsten på tilkørselsramper.

Med baggrund i faktormodellerne i bilag 2 kan følgende siges om faktorerne, der forekommer at være vigtige for sikkerheden på tilkørselsramper:

Type af anlæg: Tilkørselsramper i ruderanlæg er de sikreste. Der sker ca. 150 % flere uheld på en tilkørselsrampe i et trompetanlæg og et flyoveranlæg end på en tilkørselsrampe i et ruderanlæg samt ca. 1050 % flere uheld på en tilkørselsrampe i et kløveranlæg end i et ruderanlæg. Det er kun forskellen mellem ruder- og trompetanlæg, der er statistisk signifikant. Selve formen af rampen er ikke signifikant, men der sker 13 % flere uheld på en s-formet ruderrampe end på en lige ruderrampe, og der sker 38 % flere uheld på en u-formet trompetrampe end på en s-formet trompetrampe.

Bredde af nødspor: Faktoren nødsporsbredde er en kontinuer variabel, hvor nødspor bredere end 3,0 meter er sat til at være 3,0 meter, da disse bredere nødspor synes at have samme sikkerhed som dem på 3,0 meter. Ligesom på motorvejsstrækninger har nødspor en gunstig virkning på sikkerheden på tilkørselsramper. Et nødspor på 3,0 meter (set i forhold til et på 0,5 meter) reducerer antallet af uheld med ca. 26 % på tilkørselsramper, hvilket er næsten det samme som på mo-

torvejstrækninger. På tilkørselsramper er effekten af nødsporbredden særlig stor på person- og materielskadeuheld.

Variabel / faktor	Faktormodel for ...		
	Person- og materielskadeuheld	Ekstrauheld	Alle uheld
Årsdøgntrafik tilkørselsrampe	1	1	1
Strækningslængde (motorvejsdel af rampe)	X		
Åbningsår			
Politikreds		X	X
Type af anlæg (ruder, trompet, kløver, flyover)		2	2
Form af rampe (lige, s-form, u-form, osv.)		X	X
Design af rampeanlæg (lige ruder, s-form ruder, osv.)		X	X
Længde af rampe (fra rampekryds til flettestrækning)			
Stigningsforhold på rampe			
Vigepligt på rampe		X	X
Type af rampekryds (vigepligt, rundkørsel, signal, vej)		X	X
Bredde af belagt areal		X	X
Bredde af nødspor	2		X
Antal kørespor			
Kørebanebredde			
Køresporsbredde			
Bredde af indre kantbane			X
Med/uden sammenløb	X	3	3
Sammenløbets længde (spærreflade, linje, kile)	X	X	X
Hastighedsbegrænsning		X	
Anbefalet hastighed / kurveafmærkning		X	X
Vejbelysning		X	X
Tunnel			
Variable tavler			
Type strækning efter (alm., veksler, sporborttilføjelse, osv.)			
Længde af strækning efter		X	
Årsdøgntrafik på motorvej før tilkørsel			

Tabel 107. Undersøgte variable for faktormodeller for tilkørselsramper. Tal angiver på hvilket trin i modeludviklingsprocessen, at faktoren er indtrådt i den endelige model. "X" angiver, at faktoren har været signifikant, men ikke indgår i den udarbejdede model.

Med/uden sammenløb: Der sker ca. 300 % flere uheld på en tilkørselsrampe med et sammenløb end på en rampe uden sammenløb.

For at belyse de øvrige faktorer i tabel 107, der ikke indgår i faktormodellerne, er der udarbejdet sæt af modeller med én yderligere faktor end faktormodellerne fx åbningsår, strækningslængde, osv. På den måde er øvrige faktors betydning for uheldstætheden belyst. Om de øvrige faktorer kan nævnes:

Strækningslængde: Længden af tilkørselsrampen har ingen indvirkning på uheldstætheden.

Type af rampekryds: Rampekrydstypen har en mindre betydning for sikkerheden på tilkørselsrampen. Der sker færrest uheld, hvor rampekrydset er vigepligtsreguleret, mens der sker flest uheld, hvor rampekrydset er en rundkørsel eller tilkørselsrampen er fortsættelsen af en vej.

Anbefalet hastighed eller kurveafmærkning på rampe: Der sker lidt færre uheld på tilkørselsramper, hvor der er tavler med anbefalet hastighed. Omvendt sker der flere uheld på tilkørselsramper med kurveafmærkning. Det er vel at mærke, når der er taget højde for typen af rampeanlæg.

4.5.4 Grundmodeller

De 261 tilkørselsramper, der indgik i forrige afsnit, har forskellig udformning, hvilket vanskeliggør opstilling af grundmodeller. Det har været nødvendigt at holde flere faktorer varierende, for at grundmodeller kunne estimeres. Uheldene er koncentreret på få ramper, fx sker 42 af de 139 uheld (30 %) på kun 4 ramper.

For tilkørselsramper er der udarbejdet grundmodeller baseret på tilkørselsramper med følgende udformning og regulering:

- Nødspor på 0,5-3,5 meter forefindes (variabel)
- Ét gennemgående kørespor på 3,5-5,2 meter forefindes (variabel)
- 0,50 meter bred indre kantbane
- Intet sammenløb
- 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning (variabel)
- Ingen variable tavler på strækning
- Ej tunnel på strækning
- Ej vejbelysning på strækning

Der findes 200 tilkørselsramper med denne udformning og regulering med en samlet længde på 56.611 meter. Der er registreret 53 uheld og 5 personskader på de 200 tilkørselsramper i årene 1999-2012. Trafikken på ramperne varierer mellem 99 og 7.559 biler pr. døgn.

Før grundmodellerne estimeres, undersøges hvilke varierende faktorer der fortsat påvirker uheldsforekomsten væsentligt, og som kan være vigtige at lade optræde som variable i grundmodeller. Disse tests er udført ved at opstille faktormodeller på lignende måde som i afsnit 4.5.3.

Om de analyserede faktorer kan følgende nævnes: Strækningslængden varierer fra 103 til 595 meter med et gennemsnit på 283 meter. Strækningerne er åbnet i 1956-1998 med median i 1982. Det belagte areal er 4,5-7,5 meter bred med et gennemsnit på 6,43 meter. Nødspor er 0,5-3,5 meter brede med gennemsnit på 2,42 meter. Kørespor er 3,5-3,9 meter brede med et gennemsnit på 3,51 meter. Tilkørselsramperne starter ved 44 signal- og 122 vigepligtsregulerede rampekryds, 25 rundkørsler og 9 ramper er fortsættelse af en vej. 160 ramper går nedad i kørselsretningen hen mod tilkørselsflettestrækningen, mens 34 går opad og 6 er i niveau. Ramperne er i 153 ruderanlæg, 42 trompetanlæg og 5 flyoveranlæg. Der er 84 lige ruderramper, 62 s-formede ruderramper, 19 s-formede trompetramper, 17 u-formede trompetramper, 15 styk 45-135 graders vinkelformede ramper og 3 sv-formede flyoverramper. Af de 200 ramper har kun 3 (1,5 %) tavler med anbefalet hastighed / kurveafmærkning.

For person- og materielskadeuheld findes, at kun trafikmængden har signifikant indvirkning på antallet af uheld. For ekstrauehd og alle uheld har trafikmængden og design af rampeanlæg en væsentlig og signifikant indvirkning på antallet af uheld, mens faktoren type af rampekryds har en mindre betydning. Ud fra estimaterne for design af rampeanlæg kan erfares, at jo mere kurvet tilkørselsrampen er, desto flere uheld sker der. Bredden af nødsporet har ca. den samme betydning, som fundet i forrige afsnit, men denne relation er ikke statistisk signifikant.

Det er valgt at lade trafikmængde og design af rampeanlæg indgå i grundmodeller for tilkørselsramper, dog indgår design af rampeanlæg kun i modellen for alle uheld, da denne faktor medfører, at de andre modeller ikke konvergerer. Disse grundmodeller er beskrevet i bilag 3. I tabel 108 nedenfor er kun modellen for alle uheld beskrevet, fordi det anbefales kun at benytte denne model. Grundmodellen i tabel 108 er kalibreret til at gælde for lige ruderramper i hele Danmark ved at fastholde p-værdien og ændre a-værdien, så modellen hverken over- eller underestimerer antallet af uheld.

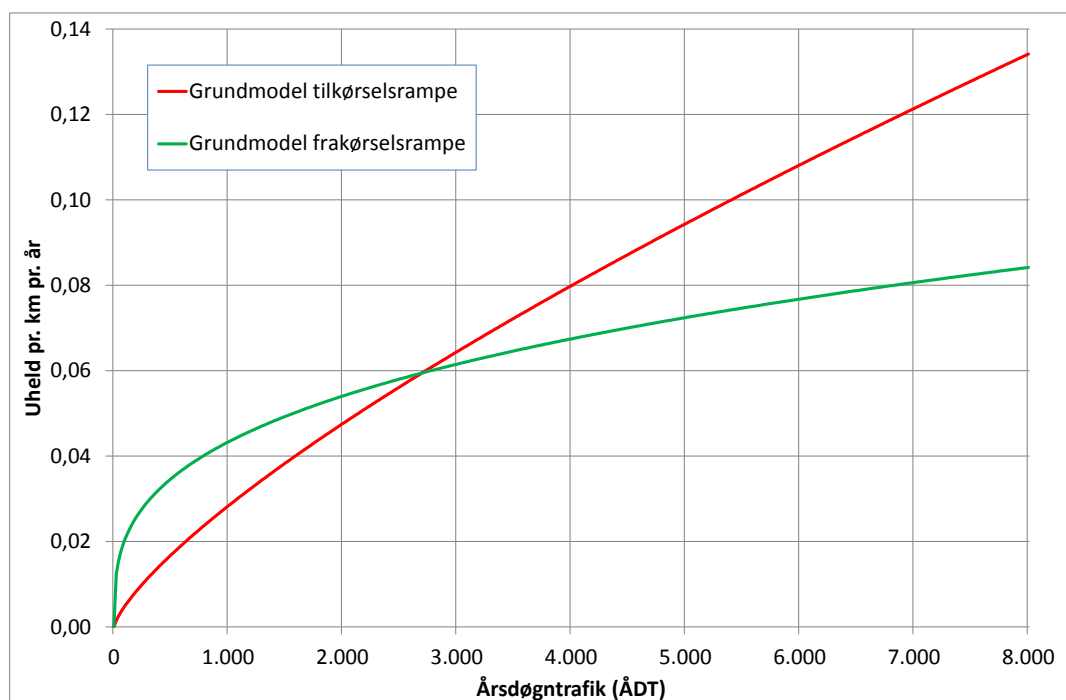
Type af uheld	Antal uheld		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	Total	Pr. km pr. år	a	p	k	R_k^2
Alle uheld	53	0,067	0,00016186	0,7477	0,5996	0,60

Tabel 108. Grundmodel for uheld på tilkørselsramper (lige ruderramper) med 110 eller 130 km/t hastighedsbegrænsning, ét gennemgående kørespor 3,5-5,2 meter bredt, 0,5-3,5 meter nødspor, 0,5 meter indre kantbane, intet sammenløb, uden variable tavler, uden tunnel og uden vejbelysning. Baseret på 200 ramper på i alt 56.611 meter med ÅDT på 99-7.559.

Ved brug af modellen for alle uheld i tabel 108 er der for hvert estimeret uheld 0,000 dræbte, 0,057 alvorlige skader, 0,038 lette skader, 0,075 personskadeuheld, 0,302 materielskadeuheld og 0,623 ekstrauehd. Der er ikke udarbejdet grundmodeller med periodefaktorer for tilkørselsramper, og det er ikke muligt på pålidelig facon at angive faktorer for enkelte år. Den viste model i tabel 108 gælder for åre-

ne 1999-2012. Ønsker man at beregne et forventet antal uheld for et år i perioden 2005-2012 skal man bruge følgende omregningsfaktorer: 1,037 for alle uheld.

Ses nærmere på modellen for alle uheld findes, at lige ruderramper og s-formede ruderramper er nogenlunde lige sikre, men sikrere end andre design. Således har s-formede trompetramper en 148 % højere uheldstæthed end lige ruderramper, mens uheldstætheden er 315 % højere på u-formede trompetramper, 426 % højere på sv-formede flyoverramper og 42 % højere på vinkelformede ramper. Den relative forskel i sikkerhedsniveau mellem de forskellige design af rampeanlæg er næsten ens for til- og frakørselsramper.



Figur 37. Sammenligning af uheldstæthed beregnet ud fra grundmodeller for til- og frakørselsramper. Ramperne er lige ruderramper og frakørselsramper er sat til en længde på 281 meter.

I figur 37 er grundmodeller for alle uheld på hhv. til- og frakørselsramper sammenlignet. Da uheldstætheden på frakørselsramper afhænger af dens længde, så er længden sat til 281 meter (den gennemsnitlige længde af frakørselsramper) for at opnå en rimelig sammenligning af sikkerheden på hhv. til- og frakørselsramper. Af figur 37 ses, at der på lige ruderramper estimeres at ske flere uheld på frakørselsramper end på tilkørselsramper, når der er mindre end ca. 2.700 biler pr. døgn på rampen, mens uheldstætheden er højest på tilkørselsramper ved højere trafikmængder.

4.6 Andet

I afsnittet udføres basismodeller for de øvrige dele af motorvejsnettet: Øvrige motorvejsflettestrækninger (forgreninger, sammenløb, vekselsstrækninger), sideanlæg og øvrige ramper (forbindelsesramper, parallelspor, dobbeltrettede ramper, osv.)

4.6.1 Motorvejsforgreninger, -sammenløb og -vekselsstrækninger

ÅR		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	I alt
Uheld	Personskade	5	7	9	3	6	5	2	5	42
	Materielskade	20	21	14	11	14	11	16	10	117
	Ekstra	21	19	24	19	30	30	22	26	191
	Alle	46	47	47	33	50	46	40	41	350
Uheld pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	5	3	5	3	5	4	4	5	20
	Gennemsnit	0,958	0,979	0,979	0,688	1,042	0,958	0,833	0,854	7,292
	Varians	1,147	1,000	1,000	0,560	1,317	1,232	0,993	1,361	18,083
	Standardafvigelse	1,071	1,000	1,000	0,748	1,148	1,110	0,996	1,167	4,252
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel		20 42 %	19 40 %	17 35 %	22 46 %	20 42 %	22 46 %	23 48 %	26 54 %	2 4 %
Personskader	Dræbte	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	Alvorlige	2	4	6	1	4	4	5	5	31
	Lette	5	5	3	2	5	5	0	2	27
	Alle	7	9	11	3	9	9	5	7	60
Personskader pr. strækning	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Maximum	2	3	2	1	2	4	4	2	6
	Gennemsnit	0,146	0,188	0,229	0,063	0,188	0,188	0,104	0,146	1,250
	Varians	0,212	0,411	0,308	0,060	0,283	0,453	0,351	0,212	2,404
	Standardafvigelse	0,461	0,641	0,555	0,245	0,532	0,673	0,592	0,461	1,551
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel		43 90 %	43 90 %	40 83 %	45 94 %	42 88 %	43 90 %	46 96 %	43 90 %	22 46 %
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)	245	255	259	263	258	261	269	274	2.084
ÅDT pr. strækning	Minimum	7.550	9.098	8.644	8.633	8.100	8.132	8.177	8.475	8.351
	Maximum	42.636	47.436	44.512	45.238	45.185	46.893	48.995	48.277	45.297
	Gennemsnit	31.174	32.368	32.882	33.340	33.039	32.945	33.863	34.314	32.991
	Standardafvigelse	8.498	8.698	8.625	8.603	8.650	8.533	8.983	8.928	8.600
Uhedsfrekvens (uheld pr. mio. km)		0,188	0,184	0,182	0,126	0,193	0,176	0,149	0,149	0,168
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)		0,029	0,035	0,043	0,011	0,035	0,034	0,019	0,026	0,029

Tabel 109. Uheld, personskader og trafik på 17 motorvejsforgreninger, 18 -sammenløb og 13 -vekselsstrækninger i 2005-2012, hvor strækningerne var geometrisk uændrede. Strækninger har en samlet længde på 23.334 meter.

I alt er der registreret 26 motorvejsforgreninger, 30 -sammenløb og 21 -vekselstrækninger (én side af motorvej) med en samlet længde på 41,853 km. Nogle strækninger er først bygget i de senere år, mens andre er blevet ombygget. For at opnå en ensartethed med udvælgelsen af motorvejsstrækninger og til- og frakørselsflettestrækninger er det valgt kun at medtage øvrige motorvejsflettestrækninger, som er geometrisk uændrede og har trafikdata i perioden 2005-2012 ved udarbejdelse af basismodeller. Der findes 17 motorvejsforgreninger, 18 -sammenløb og 13 -vekselstrækninger med en samlet længde på 23,334 km, som er geometrisk uændrede og har trafikdata i perioden 2005-2012. I tabel 109 findes centrale data om uheld, personskader og trafik for disse 48 strækninger.

Af tabel 109 ses, at der er sket 350 uheld med 60 personskader og kørt 2.084 mio. vognkm i 2005-2012 på de 48 strækninger. Det ses, at variansen i både uheld og personskader er større end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er en betydelig systematisk variation, og en negativ binomialfordelt model kan anvendes. I de enkelte år er der forholdsvis få personskader, hvilket vil gøre årsfaktorer upålidelige. Det ses, at forholdsvis få strækninger har nul uheld i de enkelte år. Årsdøgntrafikken (ÅDT) varierer mellem ca. 8.350 og 45.300 biler pr. døgn. Trafikmængden har været stabil gennem perioden.

	Type af strækning			
	Forgrening	Sammenløb	Vekselstrækning	I alt
Antal strækninger	17	18	13	48
Længde (meter)	7.676	7.177	8.481	23.334
ÅDT, gennemsnit	34.801	35.363	27.339	32.991
ÅDT, vægtet efter længde	33.160	33.553	25.696	30.568
Trafikarbejde (mio. km)	744	704	637	2.084
Uheld	129	138	83	350
Personskader	19	21	20	60
Uheldsfrekvens	0,173	0,196	0,130	0,168
Skadesfrekvens	0,026	0,030	0,031	0,029

Tabel 110. De 48 strækninger (én side af motorvej) opdelt efter type af strækning. Uhelds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Af tabel 110 ses, at uheldsfrekvensen er noget større på motorvejs-sammenløb end på motorvejsvekselstrækninger, hvorimod skadesfrekvens er næsten ens på de tre typer af strækninger.

Følgelig udvikles basismodeller baseret på de 48 strækninger. Der udvikles kun modeller, hvor trafikmængden optræder som én variabel. Der udvikles kun modeller uden årsfaktorer, da der sker for få uheld i de enkelte år til at opstille pålidelige årsfaktorer. Det er forsøgt at udvikle modeller med strækningstype som faktor, men den faktor er ikke statistisk signifikant, og de tre typer af strækninger har en forholdsvis ens sikkerhed. Det er forsøgt at udvikle modeller med politikreds som

faktor, men den er heller ikke signifikant og medfører tillige, at modellerne bliver upålidelige. Derfor ser de udviklede modeller ud på følgende måde:

$$UHT = a \cdot N^p$$

hvor a og p er estimerede konstanter og N er den gennemsnitlige årsdøgntrafik i perioden 2005-2012.

Type af uheld eller personskade	Antal uheld og personskader		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	Total	Pr. km pr. år	a	p	k	R _k ²
Personskadeuheld	42	0,225	0,00006858	0,8086	0,4156	0,24
Materielskadeuheld	117	0,627	0,00002311	1,0078	0,3360	0,25
Ekstrauheld	191	1,023	0,000000002	1,9267	0,4674	0,43
Person- og materielskadeuheld	159	0,852	0,00005407	0,9566	0,3873	0,21
Alle uheld	350	1,875	0,00000078	1,4307	0,1727	0,51
Alle personskader	60	0,321	0,00005092	0,8739	1,3998	0,07

Tabel 111. Basismodeller for uheld og personskader på øvrige motorvejsflettestrækninger (én side af motorvej). Baseret på 48 strækninger på i alt 23.334 meter med en variation i årsdøgntrafik på 8.351-45.297.

I tabel 111 er basismodeller for øvrige motorvejsflettestrækninger beskrevet ved a- og p-værdier mv. Det skal nævnes, at a-værdier i tabel 111 er kalibreret, så der ikke er over-/underestimering i modellerne. I bilag 1 er basismodellerne yderligere beskrevet. Tabel 111 viser, at årsdøgntrafikken kan forklare hhv. 21-51 % og 7 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld og personskader. Det anbefales at benytte de gråt markerede modeller i tabel 111 til beregning af de forventede uheld og personskader i øvrige motorvejsflettestrækninger. For hvert personskadeuheld er der 0,048 dræbte, 0,738 alvorlige og 0,643 lette skader.

4.6.2 Sideanlæg

Der findes kun 3 sideanlæg (i én side af motorvej), der har været geometrisk uændrede i årene 2005-2012 og hvor der foreligger trafikdata for hvert af disse år. Men der findes 46 sideanlæg, der har været geometrisk uændrede i 2005-2012 og hvor der foreligger trafikdata i ét eller flere år i perioden 2005-2012. På disse 46 sideanlæg er der sket 70 uheld i årene 2005-2012, heraf 10 personskadeuheld (med 6 alvorlige og 4 lette skader), 36 materielskadeuheld og 24 ekstrauheld. Antallet af uheld pr. sideanlæg i denne periode varierer mellem nul og seks.

Antagelse: Sideanlæggets ”udbredelse” er længden af motorvejsstrækningen, der ligger umiddelbart ved siden af sideanlægget, altså fra slut på spærrefladen på frakørselsflettestrækningen før sideanlægget til start på spærrefladen på tilkørselsflettestrækningen efter sideanlægget. Denne længde er 138-745 meter og samlet set 22.547 meter for de 46 sideanlæg. Der er således sket 0,39 uheld pr. km pr. år

på de 46 sideanlæg og 0,06 personskader pr. km pr. år i 2005-2012. Den målte årsdøgntrafik varierer mellem 230 og 2.798, og samlet set er der kørt ca. 63,2 mio. vognkm i 2005-2012 på de 46 sideanlæg. Der er således sket 1,11 uheld og 0,16 personskader pr. mio. kørte km på sideanlæggene.

Grundet de forholdsvise få uheld og personskader udvikles kun en basismodel for alle uheld baseret på de 46 sideanlæg. Trafikmængden optræder som én variabel:

$$UHT = a \cdot N^p$$

hvor a og p er estimerede konstanter og N er den gennemsnitlige årsdøgntrafik i perioden 2005-2012, dog findes ikke målinger i alle år for alle sideanlæg.

Type af uheld	Antal uheld		Estimerede konstanter		Spredningsparameter	Forklaringskraft
	I alt	Pr. km pr. år	a	p	k	R _k ²
Alle uheld	70	0,388	0,00171362	0,8189	0,6456	0,37

Tabel 112. Basismodeller for alle uheld på sideanlæg (i én side af motorvej). Baseret på 46 sideanlæg på i alt 22.547 meter med ÅDT på 230-2.798.

I tabel 112 er basismodellen for sideanlæg vist, og her er a-værdien kalibreret, så modellen ikke underestimerer. I bilag 1 er basismodellen yderligere beskrevet. Af tabel 112 ses, at årsdøgntrafikken kan forklare 37 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld. For hvert estimeret uheld er der 0,000 dræbte, 0,086 alvorlige og 0,057 lette skader, 0,143 personskadeuheld, 0,514 materielskadeuheld og 0,343 ekstrauheld.

4.6.3 Øvrige ramper

Øvrige ramper udgøres af forbindelsesramper, rampeforgreninger, rampesammenløb, parallelspor og rampevekselstrækninger i motorvejskryds samt dobbelttreppede ramper, hvor en frakørselsrampe og en tilkørselsrampe løber sammen i en vej med dobbelttreppet trafik uden midterrabat. Der er registreret 208 øvrige ramper. Mange øvrige ramper er bygget i de senere år, mens en del andre ramper er bygget om. Der findes 63 øvrige ramper, der var geometrisk uændrede i perioden 1999-2012 og med trafikdata. I tabel 113 på næste side findes data om uheld, personskader og trafik for de 63 øvrige ramper. Af tabel 113 ses, at der er sket 148 uheld med 49 personskader og kørt 505 mio. vognkm i 1999-2012 på de 63 ramper. Det ses, at variansen i både uheld og personskader er større end gennemsnittet, hvilket indikerer, at der er en betydelig systematisk variation, og en negativ binomialfordelt model kan anvendes. ÅDT varierer mellem ca. 700 og 18.800 biler pr. døgn.

Af tabel 114 også på næste side ses, at uhelds- og skadesfrekvenser er større på forbindelsesramper end på andre af de øvrige ramper. At forbindelsesramper har høje uhelds- og skadesfrekvenser kan skyldes, at disse ramper ofte er meget kurvede. Uhelds- og skadesfrekvenser er særligt lave på rampeforgreninger og parallelspor, men tallene er her baseret på ganske få ramper og er derfor meget usikre.

		ÅR	1999-2004	2005-2012	I alt
Uheld	Personskade		19	18	37
	Materielskade		22	16	38
	Ekstra		25	48	73
	Alle		66	82	148
Uheld pr. strækning	Minimum		0	0	0
	Maximum		8	10	14
	Gennemsnit		1,048	1,302	2,349
	Varians		2,788	5,311	11,844
	Standardafvigelse		1,670	2,305	3,441
Strækninger med 0 uheld – Antal og andel			32 (51 %)	36 (57 %)	27 (43 %)
Personskader	Dræbte		5	1	6
	Alvorlige		9	14	23
	Lette		13	7	20
	Alle		27	22	49
Personskader pr. strækning	Minimum		0	0	0
	Maximum		8	8	10
	Gennemsnit		0,429	0,349	0,778
	Varians		1,539	1,231	3,305
	Standardafvigelse		1,241	1,109	1,818
Strækninger med 0 personskader – Antal og andel			51 (81 %)	51 (81 %)	45 (71 %)
Trafik	Trafikarbejde (mio. kørte km)		195	310	505
ÅDT pr. strækning	Minimum		700	705	703
	Maximum		18.513	19.328	18.780
	Gennemsnit		5.636	6.662	6.222
	Standardafvigelse		4.046	4.576	4.326
Uhedsfrekvens (uheld pr. mio. km)			0,339	0,264	0,293
Skadesfrekvens (personskader pr. mio. km)			0,139	0,071	0,097

Tabel 113. Uheld, personskader og trafik på 63 øvrige ramper i 1999-2012, hvor ramperne var geometrisk uændrede. Rampernes samlede længde er 16.170 meter.

	Type af rampe						
	Dobbeltrettet	Forbindelsesrampe	Forgrening	Parallelspor	Sammenløb	Veksel	I alt
Antal strækninger	16	23	5	8	6	5	63
Længde (meter)	3.243	8.828	559	1.319	893	1.328	16.170
ÅDT, gennemsnit	3.922	6.147	8.996	4.168	9.045	11.053	6.222
ÅDT, vægtet efter længde	3.934	6.005	10.230	3.707	9.199	10.649	6.106
Trafikarbejde (mio. km)	65	271	29	25	42	72	505
Uheld	17	104	2	2	12	11	148
Personskader	3	42	0	0	4	0	49
Uhedsfrekvens	0,261	0,384	0,068	0,080	0,286	0,152	0,293
Skadesfrekvens	0,046	0,155	0,000	0,000	0,095	0,000	0,097

Tabel 114. De 63 øvrige ramper opdelt efter type af rampe. Uheds- og skadesfrekvens er hhv. antal uheld og personskader pr. mio. kørte km.

Følgelig udvikles basismodeller baseret på de 63 øvrige ramper. Der er udviklet modeller, hvor trafikmængden optræder som én variabel. Det viser sig, at trafikmængden kun relaterer sig statistisk signifikant til antallet af ekstra uheld og alle uheld. Det er forsøgt at udvikle modeller med faktorer for politikreds og rampetype. Politikreds er ikke statistisk signifikant, mens rampetype er en væsentlig og signifikant faktor i modeller for alle uheld. Det er derudover forsøgt at udvikle modeller med faktorer for perioderne 1999-2004 og 2005-2012, men periodefaktorer er ikke signifikante. På denne baggrund vises kun to modeller for alle uheld, dels en model kun med trafikmængde som variabel dels en model med trafikmængde og rampetype som variable. Modellen med begge variable ser ud på følgende måde:

$$UHT = a \cdot b_{rampetype} \cdot N^p$$

hvor a, b og p er estimerede konstanter og N er den gennemsnitlige årsdøgntrafik i perioden 1999-2012.

Type af uheld	Rampetype	Antal uheld		Estimerede konstanter			Spredningsparameter k	Forklaringskraft R_k^2
		Total	Pr. km pr. år	a	p	b		
Alle uheld	Alle	148	0,654	0,00245096	0,6305	-	0,9282	0,20
Alle uheld	Dobbeltrettet	148	0,654	0,00231272	0,6877	0,4732	0,6721	0,42
	Forbindelses					1,0000		
	Forgrening					0,1791		
	Parallelspor					0,1658		
	Sammenløb					0,7831		
	Veksel					0,4399		

Tabel 115. Basismodeller for alle uheld på øvrige ramper. Baseret på 63 øvrige ramper på i alt 16.170 meter med en variation i årsdøgntrafik på 703-18.780.

I tabel 115 er basismodeller for øvrige ramper beskrevet ved a, p og b-værdier mv. Det skal nævnes, at a-værdier i tabel 115 er kalibreret, så modellerne ikke overestimerer uheldstæthed. I bilag 1 er basismodellerne yderligere beskrevet. Tabel 115 viser, at årsdøgntrafikken kan forklare 20 % af den systematiske variation i uheldsforekomsten, mens rampetypen forklarer yderligere 22 %. Det anbefales at benytte den gråt markerede model i tabel 115 til beregning af de forventede uheld på øvrige ramper. Man skal dog være opmærksom på, at især forbindelsesramper har en vidt forskellig udformning og estimatet for forventede uheld kan derfor være misvisende. For hvert estimeret uheld er der 0,041 dræbte, 0,155 alvorlige og 0,135 lette skader samt 0,250 personskadeuheld, 0,257 materielskadeuheld og 0,493 ekstrauheld. Modeller i tabel 115 estimerer antal uheld pr. km pr. år i årene 1999-2012. Ønsker man estimeret uheld i årene 2005-2012, så skal man gange med en faktor på 0,901.

5. Sikkerhedsfaktorer

I dette kapitel er forsøgt at anføre oplysninger om sikkerhedseffekter af diverse designelementer og reguleringer i relation til motorvejsnettet. Væsentlige kilder til oplysninger er 4. udgave af *Trafikksikkerheshåndboken* fra Transportøkonomisk institutt i Norge (Høye et al., 2012) og den amerikanske rapport *Safety prediction methodology and analysis tool for freeways and interchanges* (Bonneson et al., 2012), der er en opdatering af *Highway Safety Manual* (AASHTO, 2010). Herudover indgår en række originale studier og desuden flere resultater fra nærværende rapportens kapitel 3 og 4.

Ofte anfører kilderne oplysninger om den sikkerhedsmæssige betydning af diverse designelementer og reguleringer som sikkerhedseffekter fx effekten af anlæg af nødspor er et fald i personskadeuheld på 19 %. I kapitlet beskrives sikkerhedseffekter, men de omformuleres også til **sikkerhedsfaktorer**. En sikkerhedsfaktor er en oddsratio-værdi, hvilket vil sige, at et fald på 19 % kan skrives som en sikkerhedsfaktor på $1 - 0,19 = 0,81$.

Når grundmodeller er specificeret med hensyn til det behandlede designelement, så er grundmodellens basis også udgangspunkt for anførelse af sikkerhedsfaktorer. Vedrørende nødspor er grundmodellen for motorvejsstrækninger med nødspor. Derfor angiver sikkerhedsfaktorer for nødspor, hvad der vil ske med sikkerheden, hvis en motorvejsstrækning anlægges uden nødspor. Ved brug af eksemplet ovenfor fås, at sikkerhedsfaktoren for personskadeuheld vil være $1 / 0,81 = 1,23$.

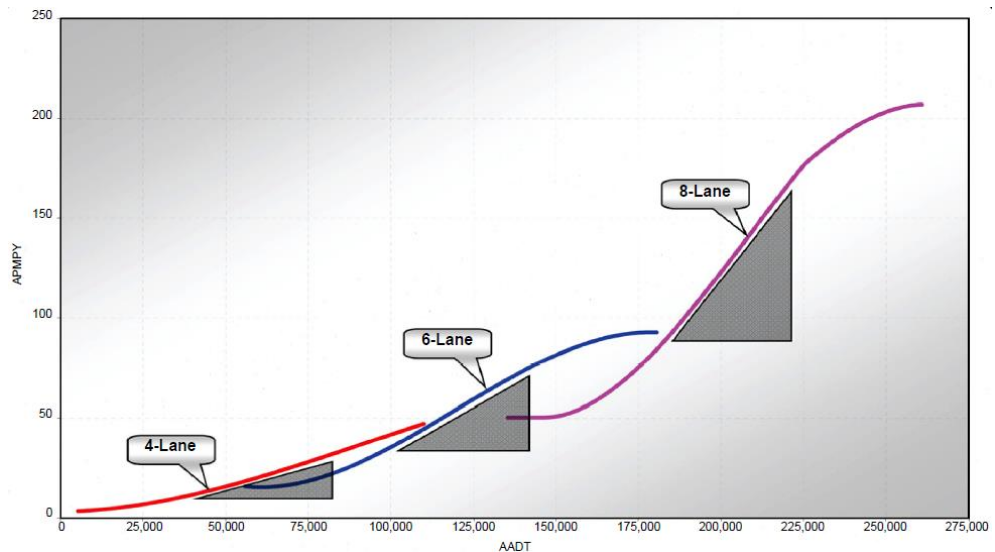
Hvor det er muligt, er der angivet et 95 % konfidensinterval. Et konfidensinterval på en effekt er angivet således; 3 % [-22 ; +35]. Her er effekten en stigning i uheld på 3 %, som har et konfidensinterval fra et fald på 22 % til en stigning på 35 %. Et konfidensinterval giver indtryk af, hvor usikker sikkerhedsfaktoren er.

Sikkerhedsfaktorer (forkortet SF) er givet numre og markeret i gult.

5.1 Kørespor

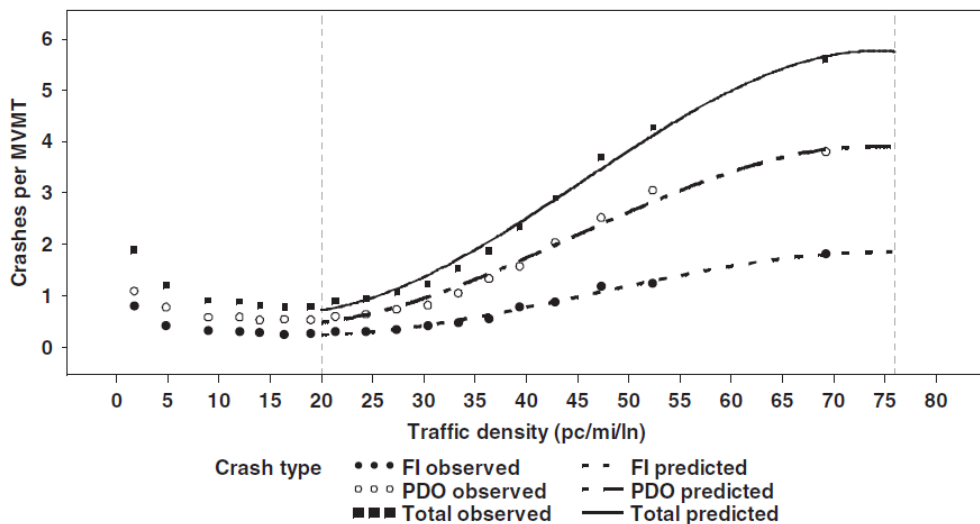
En norsk undersøgelse viser, at en udvidelse af motorvej fra 4 til 6 kørespor øger antallet af uheld med 3 % [-22; +35] (Vaa et al., 1994). I *Trafikksikkerheshåndboken* anføres, at en øgning fra 4 til 6 kørespor har ført til fald i antallet af uheld på 2 % [-29; +33], herunder et fald i personskadeuheld på 5 % [-35; +40] og et fald i materielskadeuheld på 1 % [-45; +77] (Høye et al., 2012).

Park et al. (2010) finder, at motorveje med 4 spor har 18 % flere uheld end 6-sporede motorvej med samme årsgøntrafik, mens 8-sporede motorvej har 53 % flere uheld end 6-sporede.



Figur 38. Sammenhæng mellem årsdøgntrafik (AADT) og antal uheld/mile/år (APMPY) for motorveje med 4, 6 og 8 kørespor (Kononov et al., 2008).

Kononov et al. (2008) anfører, at sammenhænge mellem uheldstæthed og trafikmængde på motorveje er komplekse. I figur 38 er vist relationer mellem uheldstæthed og trafikmængde baseret på motorveje i Colorado, Texas og Californien i USA. De skriver, at stigningen i uheldstæthed er ”kritisk”, når trafiktætheden er ca. 15-28 køretøjer pr. km pr. kørespor. De viser, at ved samme belastningsgrad har en 6-sporet motorvej en 25 % højere uheldsfrekvens end en 4-sporet, og en 8-sporet motorvej har en 40 % højere uheldsfrekvens end en 6-sporet. De anfører, at der oftest er sikkerhedsmæssige gevinster ved at udvide en motorvej fx fra 4 til 6 kørespor – alt andet lige – da belastningsgraden falder.



Figur 39. Sammenhæng mellem trafiktæthed og uheldsfrekvens på motorveje i byområder. Note: pc/mi/ln = personbiler/mile/kørespor, MVMT = mio. kørte km, FI = personskadeuheld og PDO = materielskadeuheld. (Potts et al., 2015)

Potts et al. (2015) finder ved at studere ca. 1.000 motorveje med 4-14 kørespor, ca. 30.000 uheld og ca. 70 mio. trafiktællinger af 15 min. varighed i USA, se figur 34, at uheldsfrekvensen falder indtil der kører omkring 6 personbiler/km/kørespor, hvorefter uheldsfrekvensen er stabil indtil der er ca. 15 personbiler/km/kørespor. Uheldsfrekvensen stiger herefter markant, og synes først at nå sit højdepunkt ved omkring 45 personbiler/km/kørespor, hvor få biler ofte vil holde stille. Ved dette højdepunkt er uheldsfrekvensen 6-6,5 gange højere end ved sit lavpunkt ved 6-15 personbiler/km/kørespor, både når der ses på hhv. person- og materielskadeuheld.

Kononov et al. (2012) viser, at uheldsfrekvensen på motorveje stiger voldsomt, når trafikstrømmen er over ca. 1.250 køretøjer/time/kørespor. En trafikthed på 15 køretøjer/km/kørespor svarer da også til ca. 1.250 køretøjer/time/kørespor. Ifølge Potts et al. (2015) er uheldsfrekvensen ca. fordoblet, når der er omtrent 22 køretøjer/km/kørespor, hvilket svarer til ca. 1.500 køretøjer/time/kørespor.

Et fænomen er, at udvidelser af motorveje ofte flytter trafik fra andre veje til motorvejen og fører til trafikspring, så den udvidede motorvej kommer hurtigt ind i den "kritiske" trafikthed, der fører til stigninger i uheldstallene. Det er måske derfor, at man ofte finder, at udvidelser af motorveje kun påvirker uheldsfrekvensen på motorveje ganske lidt.

Ud fra Bonneson et al. (2012) kan beregnes, at hvis en motorvej udvides fra 4 til 6 kørespor ved en årsdøgntrafik på 60.000 og trafikmængden er uændret, så anslås tætheden af person- og materielskadeuheld at falde med hhv. 4-8 % og 6-10 %. Ved en udvidelse fra 6 til 8 kørespor ved ÅDT på 100.000 anslås tilsvarende fald på hhv. 3-7 % og 7-11 %, mens en udvidelse fra 8 til 10 kørespor ved en ÅDT på 140.000 anslås at give fald på hhv. 15 % og 18 %. I en tilkørselsflettestrækning forventes dog større fald i uheldstæthed ved udvidelse af motorveje, da der anslås et fald på ca. 27 % i uheld, der sker med køretøjer fra tilkørsler. På frakørselsflettestrækninger forventes et lavere fald, da uheldstætheden med køretøjer, der kører fra motorvej, anslås uændret i forbindelse med udvidelse af motorveje. Bonneson et al. (2012) opererer tillige med, at ved trafikmængder over 1.000 køretøjer pr. kørespor pr. time, så bliver personskaderne mindre alvorlige, da andelen, der er dræbte, forventes at falde med ca. 5,0 %, mens andelen, der er alvorligt skadede, forventes at stige med ca. 1,9 %.

Et amerikansk studie (Bauer et al., 2004) viser, at sikkerheden forringes, hvor antallet af kørespor udvides fra 4 til 5 og fra 5 til 6 ved at reducere bredden af kørespor fra ca. 3,7 til 3,4 meter og inddrage dele af nødsporet. Oftest er de nye kørespor benyttet kun til køretøjer med 3 eller flere personer i hele eller dele af døgnet. Bauer et al. finder en stigning i alle uheld og personskadeuheld på 11 % ved udvidelse fra 4 til 5 kørespor samt en stigning i alle uheld på 3 % og i personskadeuheld på 7 % ved udvidelse fra 5 til 6 kørespor.

I nærværende rapports afsnit 4.1.3 findes, at antallet af uheld og personskader er hhv. 15 og 31 % lavere på en 4-sporet motorvej set i forhold til en 6-sporet ved

samme trafikmængde, mens der estimeres 62 og 56 % flere uheld og personskader på en 8-sporet motorvej i forhold til en 6-sporet.

Type af strækning	Type af uheld eller personskade	3 kørespor		4 kørespor	
		Estimeret	Observeret	Estimeret	Observeret
Motorvejsstrækning	Personskadeuheld	139,4	94	4,6	6
	Materielskadeuheld	235,1	253	8,2	13
	Ekstrauheld	680,6	660	25,1	31
	Alle uheld	1.055,1	1.007	37,9	50
	Dræbte og alvorlige skader	88,3	69	2,8	4
	Lette skader	120,2	71	4,0	3
	Alle personskader	208,5	140	6,8	7
Frakørselsflettestrækning	Personskadeuheld	18,7	15	-	-
	Materielskadeuheld	36,1	38	-	-
	Ekstrauheld	121,4	117	-	-
	Alle uheld	176,2	170	-	-
	Dræbte og alvorlige skader	11,8	14	-	-
	Lette skader	17,0	14	-	-
	Alle personskader	28,8	28	-	-
Tilkørselsflettestrækning	Personskadeuheld	37,3	31	-	-
	Materielskadeuheld	85,0	59	-	-
	Ekstrauheld	192,7	203	-	-
	Alle uheld	315,0	293	-	-
	Dræbte og alvorlige skader	26,6	24	-	-
	Lette skader	31,1	16	-	-
	Alle personskader	57,6	40	-	-
Total	Alle uheld	1.546,3	1.470	37,9	50
	Alle personskader	294,9	208	6,8	7

Tabel 116. Observerede og estimerede uheld og personskader for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger med 3 og 4 kørespor. Estimerer er baseret på grundmodeller fra afsnit 4.1.4, 4.2.4 og 4.4.4.

Af tabel 116 ses, at der er sket ca. 5 % færre uheld og ca. 30 % færre personskader på strækninger med 3 kørespor end de udarbejdede grundmodeller estimerer. De 99 motorvejsstrækninger, 36 frakørsels- og 29 tilkørselsflettestrækninger med 3 kørespor adskiller sig dog fra grundmodellens basis ved, at fx 69 strækninger har vejbelyst, 140 strækninger har 110 km/t hastighedsbegrænsning, 23 strækninger har en endnu lavere hastighedsbegrænsning og 40 strækninger har et nødspor på under 3 meter i bredden. Tager man højde for forskelle i nødspor, vejbelyst og hastighedsbegrænsning (se evt. afsnit 5.2, 5.8 og 5.16), så kan man estimere, at der ville ske 1.422,6 uheld og 217,4 personskader på de 164 strækninger med 3 kørespor, men der er observeret 3 % flere uheld og 4 % færre personskader. Tabel 116 viser også, at der er sket lidt flere uheld og personskader på motorvejsstrækninger med 4 kørespor end de udarbejdede grundmodeller estimerer. De fem

motorvejsstrækninger med 4 kørespor adskiller sig dog fra grundmodellens basis ved, at de fx alle har vejbelysning og 110 km/t hastighedsbegrænsning. Tager man højde for dette, så kan man estimere, at der ville ske 32,3 uheld og 4,6 personskader på de fem strækninger med 4 kørespor, men der er observeret 55 % flere uheld og 52 % flere personskader.

Ud fra til rådighed værende oplysninger anslås, at en udvidelse fra 4 til 6 kørespor på en motorvej alt andet lige ikke påvirker sikkerheden, mens en udvidelse fra 6 til 8 kørespor vil resultere i en stigning i uheld og personskader på ca. 20 %. En udvidelse fra 8 til 10 kørespor forventes ikke at påvirke sikkerheden. Der opereres derfor med følgende sikkerhedsfaktorer for antal kørespor:

Sikkerhedsfaktor for antal kørespor (SF_i)	Antal kørespor			
	2 kørespor	3 kørespor	4 kørespor	5 kørespor
Uheld og personskader	1,00	1,00	1,20	1,20

Tabel 117. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_i) for antallet af gennemgående kørespor på motorvejs-, frakørsels- og tilkørselsflettestrækning (én side af motorvej).

Høye et al. (2012) skriver, at øgning af køresporsbredden med ca. 0,3-0,5 meter får antallet af uheld til at falde med 4 % [-12; +4]. De skriver endvidere, at køresporsbredden ser ud til at påvirke antallet af uheld, men virkningen er afhængig af mange faktorer og kan have positivt eller negativt fortegn. Fremkommeligheden forbedres med bredere køresporsbredde.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at et motorvejskørespor på 3,66 meter har sikkerhedsfaktoren 1,00, mens faktoren for smallere kørespor på 3,50, 3,35 og 3,20 meter er hhv. 1,02, 1,04 og 1,06. Her stiger antallet af uheld altså med 4 % for hver gang køresporet reduceres med 0,3 meter. Faktoren for et kørespor på 3,96 meter eller bredere er 0,963. Bonneson et al. (2012) opererer også med, at personskaderne er mere alvorlige på strækninger med smalle kørespor end med brede kørespor. Man kan beregne, at andelen, der er dræbte, forventes at være ca. 22,9 % højere med et kørespor på 3,35 meter i forhold til et kørespor på 3,66 meter, mens andelen, der er alvorligt skadede, anslås at være ca. 5,3 % lavere.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at et rampekørespor på 4,27 meter har sikkerhedsfaktoren 1,00, mens faktoren for kørespor på 3,05, 3,66, 4,88, 5,49 og 6,10 meter er hhv. 1,20, 1,10, 0,91, 0,83 og 0,76. Her falder antallet af uheld med ca. 15 % for hver gang rampekøresporet øges med 1 meter, altså lidt mere end ved motorvejskørespor.

I kapitel 4 er relationen mellem bredden af kørespor og sikkerheden undersøgt. Det findes, at et 3,5 meter bredt kørespor er sikrere eller har samme sikkerhed, som bredere kørespor. Kørespor, der er smallere end 3,5 meter, synes dog at have en højere uheldsfrekvens især på ramper. Men da der kun findes få smalle kørespor på motorvejsnettet i Danmark er det ikke muligt at give pålidelige effekter af

smalle kørespor på sikkerheden. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for køresporsbredde på motorveje og ramper:

Sikkerhedsfaktor for køresporsbredde (SF_2)	Bredde af kørespor (meter)			
	2,75	3,00	3,25	3,50 og bredere
Uheld og personskader – Motorveje	1,09	1,06	1,03	1,00
Uheld og personskader – Ramper	1,12	1,08	1,04	1,00

Tabel 118. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_2) for køresporsbredde på motorveje (motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger) og ramper (fra- og tilkørselsramper).

I tabel 118 opereres med lidt højere effekter af køresporsbredden på ramper end på motorveje, da både kapitel 4 og de amerikanske studier peger på dette. Det er muligt, at køresporsbredden har større betydning på ramper på grund af skarpere kurver.

Kononov et al. (2013) skriver, at selvom nødspor ifølge andre kilder synes at give et fald i uheld på 20-25 %, så medfører brug af nødspor som kørespor i situationer med tæt trafik, at sikkerheden forbedres. Ud fra tallene i Kononov et al. (2013) ser det ud til, at sikkerheden forbedres ved brug af nødspor som kørespor, når antallet af køretøjer pr. kørespor pr. time er noget højere end 1.250, hvis udgangspunktet er, at nødsporet alt andet lige giver et fald i uheld på 20-25 %.

Det er ret forskelligt, hvordan nødspor bruges som kørespor i USA, hvor det fx er almindeligt til brug for busser eller for alle køretøjer i myldretiden (faste tidsrum). I USA er studier af sikkerheden i forbindelse med brug af nødspor til kørespor nået frem til vidt forskellige konklusioner, og der kan ikke udtrages sikkerhedseffekter (Kuhn, 2010). Kuhn viser derimod, at nødspor primært bruges som kørespor i Tyskland, Holland og Storbritannien, når der er myldretid evt. over en vis trafikmængde og sammen med variable tavler. I disse europæiske lande har man gode sikkerhedsmæssige gevinster.

I Holland fandt Helleman (2006), at brug af nødspor som kørespor i myldretiden mellem tilkørsel og frakørsel (6 strækninger som vekselsstrækninger i myldretiden) sammen med variable hastighedsgrænser og vognbanestyling gav fald i uhelds- og personskadefrekvens på hhv. 29 % og 40 %. Et tilsvarende projekt i Storbritannien på M42 gav et fald i personskadeuheld på 56 % (Unwin, 2011). Lemke (2010) angiver, at sikkerheden på tre længere motorvejsstrækninger har udviklet sig lidt forskelligt efter indførelse af brug af nødspor, men samlet set er der sket et fald i uheldsfrekvensen på 20 %.

På motorvejsstrækninger, der indgår i danske grundmodeller, er kørsel i nødspor ikke tilladt. Det vurderes, at kørsel i nødspor er en trafikal og sikkerhedsmæssig gevinst ved høje belastningsgrader (over ca. 1.350-1.400 køretøjer pr. kørespor pr. time). Den sikkerhedsmæssige gevinst vil kun optræde i de tidsrum nødsporet er åben for trafik. Det er uklart om kørsel i nødspor ved høje belastningsgrader er en

sikkerhedsmæssig gevinst på flettestrækninger. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for brug af nødspor på motorvejsstrækninger:

Sikkerhedsfaktor for brug af nødspor (SF_3)	Antal kørespor på motorvejsstrækning			
	2 kørespor	3 kørespor	4 kørespor	5+ kørespor
Personskadeuheld og personskader	0,60	0,70	0,76	0,80
Materielskadeuheld og ekstrauehld	0,80	0,85	0,88	0,90

Tabel 119. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_3) for brug af nødspor på motorvejsstrækninger med mere end 1.350-1.400 køretøjer pr. kørespor pr. time. Sikkerhedsfaktor gælder kun for tidsrum, hvor nødspor er åben for trafik.

Grunden til, at sikkerhedsforbedringen ved brug af nødspor er mindre, jo flere kørespor der er på motorvejsstrækningen, er, at brug af nødspor reducerer belastningsgraden mindre og mindre, jo flere kørespor der er. Den letteste måde at beregne andelen af uheld og personskader, hvor sikkerhedsfaktorer i tabel 119 kan benyttes, er at tage andelen af årstdøgntrafikken, hvor brug af nødspor er tilladt. Hvis fx 30 % af årstdøgntrafikken på en motorvejsstrækning med 2 kørespor afvikles, hvor brug af nødspor er tilladt, så vil det give en sikkerhedsfaktor på $0,6 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,7 = 0,88$ for personskader og personskadeuheld.

5.2 Nødspor

Anlæg af kantbane/nødspor har givet et fald i uheld på 26 % [-40; -11], herunder et fald i personskadeuheld på 17 % [-30; -2] og materielskadeuheld på 49 % [-60; -43] (Høye et al., 2012). Anlæg af nødspor med en bredde som et kørespor har givet et fald i personskadeuheld på 19 % [-29; -7]. Øgning af nødsporets bredde på motorveje har også medført fald i antallet af uheld på 27 % [-43; -8]. De fleste regressionsanalyser viser, at bredere nødspor medfører lavere uheldsfrekvenser (Høye et al., 2012).

Haleem et al. (2013) finder, at brede nødspor er sikrere end smalle. De finder, at en motorvej med et 2,4 meter bredt nødspor har ca. 10 % flere uheld end en motorvej med et 3,1 meter bredt nødspor, der derimod har ca. 10 % flere uheld end en motorvej med et 3,7 meter bredt nødspor. Estimerne er dog ganske usikre og kan ikke betragtes som kausale.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at et motorvejsnødspor på 3,05 meter har sikkerhedsfaktoren 1,00 – for enuehld. Det angives, at bredden af nødsporet kun påvirker antallet af enuehld. På lige strækninger er sikkerhedsfaktoren for et nødspor på 1,22, 1,83, 2,44, 3,66 og 4,27 meter hhv. 1,71, 1,43, 1,20, 0,84 og 0,70 for personskadeuheld og hhv. 1,66, 1,40, 1,18, 0,85 og 0,71 for materielskadeuheld. På kurvede strækninger er sikkerhedsfaktoren altid 1,00 for materielskadeuheld,

mens den for et nødspor på 1,22, 1,83, 2,44, 3,66 og 4,27 meter er hhv. 1,47, 1,30, 1,14, 0,88 og 0,77 for personskadeuheld.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at et rampenødspor på 2,44 meter har sikkerhedsfaktoren 1,00 – for alle uheld. Sikkerhedsfaktoren for et nødspor på 0,61, 1,22, 1,83, 3,05 og 3,66 meter er hhv. 1,38, 1,24, 1,11, 0,90 og 0,81 for personskadeuheld og hhv. 1,17, 1,11, 1,05, 0,95 og 0,90 for materielskadeuheld. Et nødspor i de amerikanske publikationer inkluderer ydre kantbane.

I kapitel 4 findes, at nødspor på 3,0 meter inklusiv ydre kantbane har nogenlunde samme sikkerhed som bredere nødspor. Det findes, at motorvejsstrækninger med nødspor på 3,0 meter har 31 % færre uheld og 19 % færre personskader end strækninger med nødspor på 0,5 meter (kun ydre kantbane). På frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger sker der hhv. 25-28 % og 16 % færre uheld med 3,0 meter brede nødspor end med 0,5 meter. I tabel 120 er vist sikkerhedsfaktorer for nødsporsbredde (inklusive ydre kantbane), der foreslås at gælde for motorveje.

Sikkerhedsfaktor for nødsporsbredde (SF ₄)	Bredde af nødspor inklusiv ydre kantbane (meter)						
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0 og bredere
Personskadeuheld og personskader	1,28	1,23	1,19	1,14	1,09	1,05	1,00
Materielskadeuheld og ekstrauheld	1,59	1,49	1,39	1,30	1,20	1,10	1,00

Tabel 120. Forslag til sikkerhedsfaktorer (SF₄) for bredde af nødspor på motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger.

Bredere nødspor synes at give færre uheld på fra- og tilkørselsramper fx 26 % færre uheld med 3,0 meter nødspor frem for 0,5 meter på tilkørselsramper. Men grundmodeller for fra- og tilkørselsramper er baseret på ramper med 0,5-3,5 meter brede ramper, og derfor kan sikkerhedsfaktorer for nødsporsbredde ikke anvendes for ramper.

5.3 Indre kantbane

Haleem et al. (2013) finder, at en 1,2 meter bred indre kantbane er sikrere end en 3,0 meter bred indre kantbane, men samtidig er 3,3 og 3,6 meter brede indre kantbaner sikrere end 3,0 meter brede indre kantbaner. Estimerne er dog ganske usikre og kan ikke betragtes som kausale.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at en indre kantbane på 1,83 meter i bredden har sikkerhedsfaktoren 1,00, mens faktoren ved bredder på 0,61, 1,22, 2,44, 3,05 og 3,66 meter er hhv. 1,07, 1,03, 0,97, 0,94 og 0,91. Her falder antallet af uheld med ca. 5,5 % for hver gang bredden af den indre kantbane øges med 1 meter.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at en indre kantbane på 1,22 meter i venstre side af en rampe har sikkerhedsfaktoren 1,00 – for alle uheld. Sikkerhedsfaktoren for en indre kantbane på ramper på 0,61, 1,83, 2,44 og 3,05 meter er hhv. 1,11, 0,90, 0,81 og 0,72 for personskadeuheld og hhv. 1,05, 0,95, 0,90 og 0,86 for materielskadeuheld. Her falder antallet af personskadeuheld med ca. 15,3 % og materielskadeuheld med ca. 7,7 % for hver gang bredden af den indre kantbane på ramper øges med 1 meter.

I kapitel 4 synes sikkerheden at bliver bedre på frakørselsflettestrækninger og frakørselsramper, jo bredere den indre kantbane er, mens bredden af indre kantbane ikke synes at påvirke sikkerheden nævneværdigt på motorvejsstrækninger, tilkørselsflettestrækninger og tilkørselsramper. Kun få strækninger på motorvejsnettet i Danmark har en indre kantbane med en anden bredde end 0,5 meter. Grundmodeller er baseret på motorveje og ramper med en 0,5 meter bred indre kantbane.

Kapitel 4 kunne indikere, at indre kantbaner har en mindre betydning for sikkerheden i Danmark end det ses i USA. Samtidig formodes, at indre kantbaner på 3,0 meter giver samme sikkerhed i Danmark som bredere indre kantbaner, ligesom det er tilfældet med nødspor. Det antages derfor, at effekten af indre kantbane er et fald i uheld og personskader på 4 % pr. yderligere meter på motorveje og 8 % pr. yderligere meter på ramper. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for indre kantbane på motorveje og ramper:

Sikkerhedsfaktor for bredde af indre kantbane (SF_5)	Bredde af indre kantbane (meter)						
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0 og bredere
Uheld og personskader på motorveje	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90
Uheld og personskader på ramper	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80

Tabel 121. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_5) for bredde af indre kantbane på motorveje (motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger) og ramper (frakørsels- og tilkørselsramper).

5.4 Midterrabat

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at en øgning af midterrabbattens bredde med ca. 0,9 meter reducerer antallet af uheld med 1 % [-2; -0]. Det er ikke specificeret for hvilke typer af veje eller typer af midterrabbatter, som resultatet gælder for (Høye et al., 2012).

Park et al. (2010) finder, at en øgning af midterrabbattens bredde med 1 meter reducerer antallet af uheld med 1,5 %.

Haleem et al. (2013) finder, at brede midterrabbatter er sikrere end smalle midterrabbatter. De finder, at motorveje med 19,6 meter brede midterrabbatter har ca. 70 %

færre uheld end motorveje med 6,7 meter brede midterrabbatter og ca. 7 % færre uheld end motorveje med 12,2 meter brede midterrabbatter. Estimaterne er dog ganske usikre og kan ikke betragtes som kausale.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at en 12 meter bred midterrabbat (fra kant af kørespor til kant af kørespor) med 0,5 meter brede indre kantbaner og autoværn på 2 meter i bredden på midten af midterrabbat har en sikkerhedsfaktor på 1,019 for personskadeuheld og 1,055 for materielskadeuheld. Hvis midterrabbatten bliver 1 meter smallere mens bredde og placering af indre kantbaner og autoværn er uforandret, så øges antallet af personskadeuheld med ca. 0,3 %, mens antallet af materielskadeuheld øges med ca. 1,0 %. En motorvej med en 6 meter bred midterrabbat vil således have ca. 2 % flere personskadeuheld og ca. 6 % flere materielskadeuheld end motorvejen med en 12 meter bred midterrabbat.

Det skal nævnes, at bredden af midterrabbatten i USA er målt fra kørespor til kørespor og inkluderer således også indre kantbane. I nærværende rapport inkluderer bredden af midterrabbat ikke indre kantbaner.

I kapitel 4 findes, at en øgning af midterrabbattens brede med en 1 meter giver et fald i uheldsfrekvensen på 1,5 %, mens personskadefrekvensen stiger med 0,7 % på motorvejsstrækninger. På tilsvarende vis er der fald på 0,4 % i uheld og 5,6 % i personskader på frakørselsflettestrækninger, mens der er stigninger på 2,4 % i uheld og 0,7 % i personskader på tilkørselsflettestrækninger. Ved sammenvægtning fås, at der for hver yderligere meter midterrabbat er et fald i uheldsfrekvensen på 0,7 % og en stigning i personskadefrekvensen på 0,2 %.

I grundmodellerne varierer bredden af midterrabbat, men er i gennemsnit 5,5 meter på motorvejsstrækninger og 4,9 meter på fra- og tilkørselsflettestrækninger. Det antages, at effekten er et fald på 1 % i materielskade- og ekstrauehald ved øgning af midterrabbattens bredde med 1 meter, mens antallet af personskader og personskadeuheld er uændret. Der foreslås følgende sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabbat:

Sikkerhedsfaktor for bredde af midterrabbat (SF_6)	Bredde af midterrabbat (meter)					
	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0	11,0
Materielskadeuheld og ekstrauehald	1,03	1,02	1,01	1,00	0,97	0,94

Tabel 122. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_6) for bredde af midterrabbat på motorveje (motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger).

5.5 Kurver og stigningsforhold på motorveje

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at udformningen af kurver påvirker uheldsfrekvensen. Uheldsfrekvensen synes at være større i kurver med ugunstige kombinationer af forskellige kurveegenskaber såsom lille radius, lang lige strækning

før kurve og stor retningsændring i kurven (stor afbøjningsvinkel). Der angives en sammenhæng mellem sikkerhed og radius af horisontalkurver, se tabel 123.

Øgning af kurveradius	Effekt på uheld	
	Effekt	Konfidensinterval
Fra under 200 meter til 200-400 meter	-50 %	[-55; -45]
Fra 200-400 meter til 400-600 meter	-33 %	[-36; -29]
Fra 400-600 meter til 600-1000 meter	-23 %	[-27; -19]
Fra 600-1000 meter til 1000-2000 meter	-18 %	[-22; -14]
Fra 1000-2000 meter til mere end 2000 meter	-12 %	[-16; -8]
Fra mere end 2000 meter til større endelig radius	0 %	[-5; +5]
Fra over ca. 1000 meter til lige vej	+10 %	[+4; +16]

Tabel 123. Effekt på uheld af større radius i horisontalkurver (Høye et al., 2012).

Voigt (1996) viser, at kurvatur påvirker uheldsfrekvensen mere på smalle veje end på brede veje. Kurveradius kan derfor have en mindre betydning på motorvejsstrækninger og flettestrækninger end angivet i tabel 123, men muligvis en større betydning på ramper end angivet i tabellen. Khorashadi (1998) konkluderer, at kurveradius på ramper påvirker sikkerheden mere på ramper end kurveradius på landeveje påvirker sikkerheden på landeveje.

Park et al. (2010) angiver en sikkerhedsfaktor for horisontale kurver på motorveje til at være $AMF_{HC} = e^{0,1096 \cdot CD}$, hvor $CD = 1746,5 / \text{kurveradius}$ i meter. Denne formel er kun gældende for kurver med radius på 300 meter eller mere. Sikkerhedsfaktoren for kurver på 300, 500, 800 og 1500 meter i radius kan beregnes til hhv. 1,89, 1,47, 1,27 og 1,14. Til sammenligning giver effekterne i tabel 123 følgende sikkerhedsfaktorer 2,69, 1,80, 1,39 og 1,14.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at personskaderne er mere alvorlige på strækninger med kurver end på lige strækninger. Man kan beregne, at andelen, der er dræbte, forventes at være ca. 5,3 % højere på kurvede strækninger i forhold til lige strækninger, mens andelen, der er alvorligt skadede, anslås at være ca. 9,1 % højere, mens andelen, der er let skadede, er lavere på kurvede strækninger.

Sikkerhedsfaktor for horisontalkurver (SF_7)	Radius på horisontalkurve (meter)							
	300	500	800	1.000	1.500	2.000	3.000	≥ 4.000
Uheld og personskader	1,80	1,40	1,21	1,15	1,08	1,05	1,02	1,00

Tabel 124. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_7) for horisontalkurver på motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger afhængig af kurveradius.

Umiddelbart forventes det, at antallet af horisontalkurver med en radius under 2.000 meter på motorveje er få blandt strækninger, der indgår i grundmodeller. Det antages, at motorveje, der indgår i grundmodeller i nærværende rapport har et sikkerhedsniveau, der svarer til en horisontalkurveradius på ca. 4.000 meter. Når det antages, at sikkerhedsfaktoren er 1,00 for horisontalkurver med radius over

4.000 meter, så fås sikkerhedsfaktorer for horisontalkurver, som vist i tabel 124 ved brug af formlen fra Park et al. (2010). Sikkerhedsfaktorerne i tabel 124 skal kun anvendes for de dele af motorvejen, der har kurveradier under 4.000 meter.

Høye et al. (2012) angiver, at resultater om klotoiders betydning for trafikssikkerheden er inkonsistente. En klotoide er en overgangskurve mellem en lige vej og en cirkelbue. Med baggrund i to undersøgelser af Zegeer et al. (1990) og Tom (1995) angives det dog, at klotoider er fundet til at give et fald i uheld på 11 % [-19; -1], og at dette fald var større, jo bredere vejen var og jo større kurveradius var. Der opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for klotoider, da effekten af klotoider ikke er tilstrækkelig præcist beskrevet.

Reduktion af stigning	Effekt på uheld	
	Effekt	Konfidensinterval
Fra over 70 til 50-70 promille	-20 %	[-38; +1]
Fra 50-70 til 30-50 promille	-10 %	[-20; +0]
Fra 30-50 til 20-30 promille	-10 %	[-15; -5]
Fra 20-30 til 10-20 promille	-7 %	[-12; -1]
Fra 10-20 til under 10 promille	-2 %	[-8; +6]

Tabel 125. Effekt på uheld af reduceret stigning (Høye et al., 2012).

Stigningsforholdet har også betydning for sikkerheden, se tabel 125. Jo mindre stigningen er, desto bedre er sikkerheden og derfor vil reduktion af stigning give et fald i uheld (Høye et al., 2012). Der sker ca. 7 % [-13; -0] færre uheld på vej op ad bakke end ned ad bakke. Uheld på vej ned ad bakke er mere alvorlige end på flad vej, mens uheld på vej op ad bakke har ca. samme alvorlighed som på flad vej. Det er dog uvist, om de viste effekter i tabel 125 også gælder for motorveje.

En italiensk undersøgelse (Caliendo og Lamberti, 2001) fandt, at uheldstæthed faldt med en stigende sigtlængde på motorveje, indtil sigtlængden var ca. 1 km.

Stigningsprocenter er ikke opgjort i nærværende rapport for motorveje, og indgår derfor ikke som parameter ved udarbejdelse af uheldsmodeller. Det er derfor ikke muligt at indikere sikkerhedsfaktorer for stigninger og fald.

5.6 Autoværn og påkørselsdæmpere

Trafikssikkerheshåndboken angiver, at etablering af midterautoværn giver mindre alvorlige uheld, mens det samlede antal af uheld ikke synes at blive påvirket i større grad (Høye et al., 2012). Ingen af effekterne af midterautoværn angivet i tabel 126 på næste side er statistisk signifikante. Effekten på personskadeuheld af alle typer midterautoværn synes at være en fejl set i forhold til effekten af de enkelte typer. Undersøgelser, hvor en type midterautoværn er udskiftet med en anden type, indikerer, at wireautoværn medfører færre personskadeuheld end stål- og betonautoværn, mens stålautoværn giver anledning til færre personskadeuheld

end betonautoværn. Omvendt synes betonautoværn at resultere i færre dødsuheld end stålautoværn. Det mest eftergivende autoværn, som er wireautoværn, har altså den bedste effekt på personskadeuheld, men den dårligste effekt på dødsuheld, hvor det mindst eftergivende autoværn, betonautoværnet, har den bedste effekt.

Effekt på uheld	Type af midterautoværn			
	Alle	Stål	Wire	Beton*
Dødsuheld	-15 [-33; +7]	-12 [-32; +13]	-	-38 [-69; +24]
Personskadeuheld	-38 [-68; +23]	+5 [-8; +19]	-18 [-39; +8]	-12 [-22; +0]
Alle uheld ("uspecificeret")	-6 [-20; +11]	-4 [-27; +27]	0 [-1; +1]	+10 [-33; +81]

Tabel 126. Effekt på uheld af etablering af midterautoværn på veje med midterrabat og 4 eller flere kørespor (Høye et al., 2012). * Indbefatter alle typer betonautoværn, herunder almindelige betonværn og New Jersey-værn.

Jurewicz et al. (2014) angiver, at afstanden mellem autoværn og kørespor har stor betydning for antallet af personskadeuheld, hvori et køretøj kører af vejen. De finder således, at en afstand mellem autoværn og kørespor på 0,5 meter eller derunder resulterer i 5,6 gange flere påkørsler af autoværn med personskadeuheld til følge end hvis autoværnet står 1,5 meter eller mere fra køresporet. Hvis autoværnet stod mellem 0,5 og 1,5 meter fra køresporet skete der 2,2 gange flere uheld.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at midterautoværn øger antallet af uheld. Denne øgning afhænger af bredden mellem kørespor og midterautoværn. Ved en afstand på 1, 2, 3 og 5 meter angiver de en stigning i personskadeuheld på hhv. 4,1 %, 2,0 %, 1,3 % og 0,8 % og en stigning i materielskadeuheld på hhv. 5,3 %, 2,6 %, 1,7 % og 1,0 %. Personskaderne bliver dog mindre alvorlige, da andelen af personskader, som er dræbte, forventes at falde med 5,9 % ved etablering af midterautoværn, mens andelen, der er alvorlige skader, anslås at falde med 2,7 %. Ifølge Bonneson et al. er motorveje med et midterautoværn, der står kun 0,5 meter fra kørespor, farligere end en motorvej med en 12 meter bred midterrabat uden midterautoværn. Bonneson et al. angiver intet om type af midterautoværn (beton, stål, wire, New Jersey, mv.).

I kapitel 4 indgår typen af midterautoværn i uheldsmodelleringen. Der er dog for få strækninger med betonværn, New Jersey værn eller uden midterautoværn til, at man kan estimere den sikkerhedsmæssige forskel fra de autoværn til stålautoværn statistisk pålideligt. Bredden mellem kørespor og midterautoværn er ikke opgjort for danske motorveje. Der opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for midterautoværn dels pga. stor usikkerhed på effekten af typen af midterautoværn, dels da bredden mellem kørespor og autoværn er ukendt.

Autoværn i siden af vejen har betydning for sikkerheden, se tabel 127 på næste side. Tabel 127 bygger både på undersøgelser af 2-sporede veje og på veje med midterrabat. Det ses, at autoværn af stål reducerer antallet af dræbte og skadede kraftigt i ulykker med kørsel af vejen og med påkørsel af faste genstande. Ved kørsel af vejen reducerer stålautoværnet dog ikke skadesomfanget væsentligt, hvis

man i stedet for at påkøre autoværnet kører i en grøft eller trug. Det er særligt autoværn foran bropiller og træer, der kan forebygge dræbte.

Effekt på personskader	Type af uheld		Type af autoværn i vejside	
	Kørsel af vejen	Påkørsel af faste genstande	Wire i stedet for stål	Stål i stedet for beton
Dræbt i uheld	-24 [-49; +15]	-58 [-68; -44]	-44 [-98; +1188]	+75 [+70; +81]
Skadet i uheld	-53 [-59; -45]	-43 [-52; -32]	-68 [-91; +17]	-74 [-78; -69]

Tabel 127. Effekter på personskader i forskellige typer af uheld ved etablering af stålautoværn i vejside samt effekt på uheld med påkørsel af autoværn ved udskiftning af autoværn i vejside fra en type til en anden (Høye et al., 2012).

Et wireautoværn i vejsiden synes at give bedre effekter på dræbte og skadede set i forhold til stålautoværn, dog er forskellene på de to autoværnstyper meget usikre. Et stålautoværn resulterer i dårligere effekter på dræbte end et betonaotoværn, men bedre effekter på skadede.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at autoværn i højre side af motorvejen øger antallet af eneuheld. Denne øgning afhænger af bredden mellem nødsporets kant og autoværnet. Ved en afstand på 0,5, 1, 3 og 5 meter angives en stigning i personskadeuheld på hhv. 8,3 %, 4,1 %, 1,3 % og 0,8 % og en stigning i materielskadeuheld på hhv. 10,3 %, 5,3 %, 1,7 % og 1,0 %. På ramper anslås disse stigninger at være 1,6 gange højere for personskadeuheld og 1,14 gange højere for materielskadeuheld både for autoværn til højre for nødsporet og til venstre for indre kantbane. Personskaderne i alle uheld bliver dog mindre alvorlige, da andelen af personskader, som er dræbte, forventes at falde med 5,9 % ved etablering af autoværn i højre side, mens andelen, der er alvorlige skader, forventes at falde med 2,7 %. Personskaderne er også mindre alvorlige på ramper, når der er autoværn i siderne af rampen, idet andelen af personskaderne, som er dræbte og alvorlige skader, forventes at falde med 3,8 %.

Enderne af autoværn i vejsider kan udføres på mange måder. Hvis autoværnsafslutningen er nedført frem for blot afsluttet, så finder Høye et al. (2012) et fald på 1 % [-20; +22] i personskader ved påkørsler af autoværnsafslutningen. Hvis autoværnsafslutningen i stedet bøjet væk og ført ud i siden, fx ud af sikkerhedszonen, frem for at nedføre den, så ses et fald på 28 % [-77; +128] i personskader ved påkørsler af autoværnsafslutningen. Hvis autoværnet er påført en påkørselsdæmper ved afslutningen, så er der fundet et fald i dræbte på 61 % [-89; +39] og skadede på 32 % [-56; +5] ved påkørsler af autoværnsafslutningen.

Der indgår 902 km motorvejsstrækninger, 63 km frakørselsflettestrækninger og 161 km tilkørselsflettestrækninger i grundmodeller i nærværende rapport, og af disse er hhv. 36, 31 og 32 % forsynet med autoværn i højre side svarende til i alt 396 km med autoværn. Ved sammenligning af strækninger med og uden autoværn i højre side er der ikke fundet forskel i uhelds- og personskadefrekvens og ej heller i alvorligheden af personskader. Autoværn i højre side forhindrer især påkørsel

af faste genstande såsom bropiller og træer samt kørsel af vejen fx hvor der er stejle skråninger og på broer. Opsætning af 396 km autoværn i højre side har medført, at disse påkørsler og kørsel af vejen udgør en mindre risiko.

Det er ikke registreret, hvor autoværnet i højre side står i forhold til nødsporet i Danmark. Det er heller ikke registreret, hvor bred sikkerhedszone er, hvor der ikke findes autoværn i højre side, og hvilken hældning der er i sikkerhedszonen. Udformningen af autoværnsender og påkørselsdæmpere er heller ikke registreret i nærværende rapport. Derfor er det ikke muligt at fastlægge sikkerhedsfaktorer for autoværn i højre vejside.

5.7 Sikkerhedszone og faste genstande

Med sikkerhedszone menes her arealet udenfor og op til 11 meter fra nødsporet langs motorveje. På baggrund af amerikanske undersøgelser af landeveje anfører *Trafikksikkerheshåndboken*, at fladere skråninger i sikkerhedszonen medfører fald i antallet af uheld med kørsel af vejen. De skriver, at en udfladning fra 1:3 til 1:4 giver 42 % [-46; -38] færre personskadeuheld og 29 % [-33; -25] færre materielskadeuheld, udfladning fra 1:4 til 1:6 giver 22 % [-26; -18] færre personskadeuheld og 24 % [-26; -21] færre materielskadeuheld samt fjernelse af brat skråning giver 40 % [-41; -39] færre uheld (Høye et al., 2012). Det er usikkert, om disse effekter også gør sig gældende på motorveje.

En anden undersøgelse af landeveje af Zeeger et al. (1988) viser, at skråninger påvirker antallet af ulykker og en udfladning giver et fald på omkring 5 procentpoint i ulykker for hver reduktion i faldet – 1:4, 1:5, 1:6, 1:7.

Høye et al. (2012) skriver på baggrund af Lee og Mannering (2002), at fjernelse af et træ i sikkerhedszonen giver et fald i ulykker i sikkerhedszonen på 8 % [-17; +2] på en 800 meter lang strækning. Andre undersøgelser viser, at fjernelse af alle faste genstande i sikkerhedszonen giver et fald i ulykker i sikkerhedszone på 2 % [-4; -0] og samtidig bliver ulykkerne i sikkerhedszonen mindre alvorlige med færre dræbte og alvorlige skader. Undersøgelser viser, at når afstande til faste genstande øges, så falder antallet af ulykker.

En australsk undersøgelse finder, at en sikkerhedszone på mere end 10 meter ved motorveje er 7 % mere sikker, hvad angår ulykker med kørsel af vejen, set i forhold til en sikkerhedszone på 5-10 meter, og er 30 % mere sikker end en sikkerhedszone på 0-5 meter (Jurewicz et al., 2014). De finder også, at udfladning af skråning i højre side fra 1:3,5 til 1:6 giver 40 % færre personskadeuheld med kørsel af vejen, mens udfladning fra 1:2 til 1:3,5 giver et 15 % fald.

Bonneson et al. (2012) opererer med, at en 9,14 meter bred sikkerhedszone (plus et 3,05 meter bredt nødspor og intet autoværn i højre side) har en sikkerhedsfaktor

på 1,00 – for enuehald. Når bredden af sikkerhedszone reduceres med 1 meter, så øges antallet af enuehald med 1,5 %.

Da bredden af sikkerhedszone, faldet på skråninger og omfanget af faste genstande tættere end 11 meter fra nødsporet ikke er registreret, så er det ikke muligt at opstille sikkerhedsfaktorer for sikkerhedszone, skråninger, mv., der vil passe til de udviklede grundmodeller for motorvejsnettet.

5.8 Vejbelysning

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at etablering af vejbelysning påvirker antallet af uheld i mørke (Høye et al., 2012). Det er lidt forskelligt, hvor stor denne påvirkning menes at være, se tabel 128. Tabel 128 er stærkt påvirket af resultater af Wanvik (2007), men Wanvik's resultater er ikke kontrolleret for flere vigtige faktorer. Derfor kan resultater i tabel 128 være fejlbehæftede og inkonsistente.

Effekt på uheld i mørke	Type af vej			
	Motorveje	Landeveje	Byveje	Alle
Dødsuheld	-6 [-26; +21]	-87 [-98; -34]	-40 [-61; -7]	-60 [-62; -57]
Personskadeuheld		-13 [-37; +21]	-27 [-33; -21]	-14 [-23; -4]
Materielskadeuheld		-27 [-62; +40]	-14 [-20; -8]	-16 [-23; -10]

Tabel 128. Effekt på uheld i mørke af vejbelysning på forskellige typer af veje (Høye et al., 2012).

Effekten af vejbelysning forekommer at være lav på motorveje i tabel 128. Dette står i kontrast til en stor canadisk undersøgelse, der ikke indgår i grundlaget for tabellen. Bruneau et al. (2001) fandt, at motorveje med vejbelysning på alle strækninger havde en 49 % lavere uheldsfrekvens i mørke end på motorveje uden vejbelysning og en 33 % lavere uheldsfrekvens i mørke end på motorveje kun med vejbelysning på flettestrækninger, ramper og i rampekryds. Bruneau et al. anfører endvidere, at 11 studier fandt fald i uheld i mørke på 5-58 procent ved etablering af vejbelysning på alle motorvejens strækninger med et gennemsnit for alle uheld i mørke på 36 % og personskadeuheld på 38 %.

I kapitel 4 findes, at vejbelysning synes at give fald på 41 procent i personskader på motorvejsstrækninger, men ikke påvirker antallet af uheld, mens vejbelysning synes at give et fald i uheld og personskader på ca. 10 % på tilkørselsflettestrækninger. På ramper og frakørselsflettestrækninger kan der ikke konstateres nogen effekt af vejbelysning. Der findes forholdsvis få strækninger og ramper med vejbelysning og derfor er effekten af vejbelysning på motorvejsnettet i Danmark forbundet med stor usikkerhed. Et eksempel er, at mindre end 41 % af personskaderne på motorvejsstrækninger uden vejbelysning sker i mørke, så effekten af vejbelysning må naturligvis være mindre. I tabel 129 på næste side er det angivet, hvor stor en andel af uheld og personskader i årene 2005-2012, der er sket i mørke, på motorvejs- og flettestrækninger samt ramper hhv. med og uden vejbelysning.

Type af strækning	Vejbelysning	Uheld				Personskade			
		Personskade	Materielskade	Ekstra	Alle	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Alle
Motorvejsstrækning	Ja	30 %	35 %	25 %	29 %	57 %	25 %	26 %	29 %
	Nej	35 %	35 %	30 %	32 %	47 %	38 %	31 %	35 %
Fra- og tilkørselsflettestrækninger	Ja	39 %	27 %	23 %	26 %	0 %	40 %	44 %	39 %
	Nej	36 %	32 %	26 %	29 %	66 %	34 %	34 %	37 %
Fra- og tilkørselsramper	Ja	29 %	25 %	21 %	23 %	100 %	27 %	11 %	24 %
	Nej	37 %	45 %	27 %	33 %	50 %	40 %	29 %	36 %
Hele motorvejsnettet	Ja	34 %	31 %	24 %	27 %	31 %	33 %	34 %	33 %
	Nej	35 %	34 %	29 %	31 %	53 %	37 %	32 %	35 %

Tabel 129. Andel af uheld og personskader i 2005-2012, der er sket i mørke, på motorvejsnettet opdelt efter strækningstype og forekomst af vejbelysning.

Af tabel 129 kan erfares, at en større andel af uheld og personskader sker i mørke på strækninger uden vejbelysning end på strækninger med vejbelysning. Det skal påpeges de opgjorte andele for fra- og tilkørselsramper samt flettestrækninger med vejbelysning er baseret på et forholdsvist beskedent antal af uheld og personskader. Ser man på hele motorvejsnettet, så synes forskellen mellem strækninger med og uden vejbelysning at være størst for dræbte (31 % og 53 %). Man kan derfor forestille sig, at effekten af vejbelysning er størst for dræbte.

På baggrund af disse informationer anslås, at etablering af vejbelysning på motorveje forebygger 40 % af de dræbte, 15 % af de alvorlige skader, 10 % af de lette skader samt 14 % af personskade-, materielskade og ekstra uheld i mørke. Disse reduktioner svarer til de foreslåede sikkerhedsfaktorer for vejbelysning i tabel 130, der gælder for uheld og personskader ved alle lysforhold (dagslys, tussmørke og mørke). Det formodes, at effekten af vejbelysning er ens på de forskellige dele af motorvejsnettet.

Sikkerhedsfaktor for vejbelysning (SF_8)	Uheld			Personskade		
	Personskade	Materielskade	Ekstra	Dræbt	Alvorlig skade	Let skade
Med vejbelysning	0,95	0,95	0,96	0,79	0,94	0,97
Uden vejbelysning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 130. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_8) for vejbelysning på motorvejs-, fra- og tilkørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

5.9 Blændingsgardin

NCHRP (1979) opsummerer studier fra de amerikanske stater Californien, Indiana, Michigan, New Jersey, Ohio og Pennsylvania samt Storbritannien. De finder, at antallet af uheld om natten faldt i New Jersey, Ohio og Pennsylvania, men der er ingen konklusioner vedrørende effekter på uheld og personskader generelt.

To ældre undersøgelser af Coleman og Sacks (1967) og Walker og Chapman (1980) om blændingsgardiner er nævnt i *Trafikksikkerheshåndboken*. De viser et fald i personskadeuheld i mørke på 11 % [-45; +45] og en stigning i alle personskadeuheld på 6 % [-25; +51]. Walker og Chapman finder et større fald i alle uheld i mørke på 44 %.

Der forefindes ikke blændingsgardiner på motorveje, der indgår i grundmodeller i nærværende rapport. Grundlaget for at opstille sikkerhedsfaktorer om blændingsgardiner synes ikke at være til stede, da de fundne sikkerhedseffekter er særdeles usikre. Derfor angives ikke sikkerhedsfaktorer for blændingsgardiner.

5.10 Tiltag mod uheld med dyr

Ifølge *Trafikksikkerheshåndboken* synes der ikke at være nogen virkning af en advarselstavle mod dyrevildt - A26. Variable advarselstavler, der advarer om dyr ved faunapassager i niveau, synes at reducere både antallet af uheld med dyr og bilers hastighed. Vildtspejle og reflektorer, der får bilers forlyst til at lyse ind i fx skoven, synes ikke at have nogen virkning. Duftspærre synes heller ikke at have nogen virkning. Vildthejn synes ikke selvstændigt at påvirke antallet af uheld med dyr, fordi dyrene finder huller i hegn eller springer over, og dyr mellem hegn og vej næsten aldrig finder ud igen, men bliver påkørt. Vildthejn med planskilte faunapassager synes at reducere antallet af uheld med dyr med ca. 80 %, mens vildthejn med faunapassager i niveau synes at give en effekt på ca. 40 %. Man skal være opmærksom på, at planskilte faunapassager fungerer bedre som tunneler end som broer, og broer over stærkt trafikerede veje bliver brugt mindre end broer over mindre befærdede veje. Etablering af vejbelysning og rydning af skov i et bælte langs vej er også tiltag, der synes at kunne reducere antallet af uheld med dyr. (Høye et al., 2012)

Der er ikke registreret hegn, faunapassager mv. på motorvejsnettet i nærværende rapport, og der opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for tiltag mod uheld med dyr. I 2005-2012 er der registreret 116 uheld med dyr på motorvejsnettet i Danmark, hvilket svarer til 0,9 % af uheldene.

5.11 Tunneler

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at der ikke sker flere uheld i tunneler set i forhold sammenlignelige veje med dagslys. På motorveje er der slet ikke nogen forskel, da der synes at ske 2 % [-15; +12] færre uheld i tunnel end på sammenlignelige motorveje, mens der på veje i byområder er en større forskel med 61 % [-77; -35] færre uheld i tunneler (Høye et al., 2012). Der er forhold, som kan medføre, at der sker mange uheld i tunneler. Det er fx manglende vejbelysning, skarpe horisontal- og vertikalkurver og kraftige stigninger. Belysning i tunneler synes at reducere antallet af uheld med 35 % [-51; -14]. Reduktion af stigning fra over 50

promille til flad vej synes at reducere antallet af tunneluheld med 71 % [-84; -49], mens en fordobling af horisontalkurveradius (kurveradius er i udgangspunktet under 500 meter) kan reducere antallet af uheld med 35 % [-45; -24].

Der synes at være en ca. 150 % højere uheldsfrekvens og 100 % højere personskadefrekvens i de få tunneler på motorvejsnettet set i forhold til andre danske motorvejsstrækninger, se evt. afsnit 4.1.3. Det er muligt, at forhold som kurver, stigningsforhold mv. kan være forklaringer herpå. Det er også muligt, at politiet registrerer en større andel af de uheld, der sker i disse tunneler set i forhold til registreringsgraden på det øvrige motorvejnet. Set i lyset af *Trafikksikkerheds-håndbokens* oplysninger foreslås at operere med en sikkerhedsfaktor (**SF₉**) for motorveje både i tunnel og ej i tunnel på 1,00, altså ingen sikkerhedsforskel. Det er formentligt snarere forhold som kurver, stigninger og bredde af nødspor, der er forklaring på højere uhelds- og personskadefrekvenser i de danske tunneler.

5.12 Sideanlæg

Der er kun udført få studier af den sikkerhedsmæssige betydning af rastepladser (med eller uden servicestationer) ved motorveje. Reyner et al. (2010) konkluderer, at antallet af personskadeuheld på strækninger af 16 km efter rastepladser er 14 % lavere end på strækninger 16 km før rastepladser. Der blev ikke fundet nogen sammenhæng mellem afstanden til rastepladser og antallet af uheld. King (1989) konkluderer, at omfanget af uheld med køretøjer parkeret i nødsporet er ca. 50 % højere før rastepladser end efter rastepladser i USA. Der var ca. 70 km mellem rastepladser i USA på daværende tidspunkt. Begge studier indikerer, at rastepladser ved motorveje forebygger uheld, dog er de metodisk svage.

I nærværende rapport afsnit 3.2 blev det fundet, at motorvejsstrækninger efter en rasteplads havde en 5 % højere uheldsfrekvens end motorvejsstrækninger før en rasteplads. Denne forskel var dog ikke statistisk signifikant. Det foreslås at operere med en sikkerhedsfaktor (**SF₁₀**) for motorvejsstrækninger både før og efter rastepladser på 1,00, altså ingen sikkerhedsforskel.

5.13 Længder og flettestrækninger

Park et al. (2010) anfører, at antallet af personskadeuheld stiger med 1,43-3,11 % for hver ekstra tilkørsel, der er pr. km motorvej. En motorvej med tætliggende ramper og flettestrækninger er således mere uheldsbelastet end en motorvej med lange strækninger mellem ramperne.

I kapitel 4 viste grundmodeller, at uheldsfrekvensen på motorvejs- og tilkørselsflettestrækninger er nogenlunde ens, mens den er højere på frakørselsflettestrækninger. Af faktormodeller fandtes, at uhelds- og personskadefrekvenser på motorvejsstrækninger falder med hhv. 1,4 og 3,2 % for hver yderligere km, strækningen

er lang. Længden på motorvejsstrækninger i grundmodeller varierer kraftigt, men her blev det fundet, at strækningslængden var uden betydning. Derfor opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for længden af motorvejsstrækninger.

Golob et al. (2004) viser, at der på en vekselsestrækning sker 7 % færre uheld end på en strækning med en almindelig tilkørselsflettestrækning og senere en frakørselsflettestrækning med sporbortfald (eller tilkørselsflettestrækning med sportilføjelse og senere en almindelig frakørselsflettestrækning), mens der sker 33 % færre uheld på en vekselsestrækning end på en strækning med en tilkørselsflettestrækning med sportilføjelse og senere en forgrening uden sportilføjelser (eller en strækning med et sammenløb uden sporbortfald og senere en frakørselsflettestrækning med sporbortfald).

Le og Porter (2012) benytter uheldsmodeller til at beskrive effekten på alle uheld og personskadeuheld af at etablere en vekselsestrækning afhængig af længden, S (i meter), mellem spærrefladen ved hhv. tilkørsel og frakørsel. De finder, at vekselsestrækningen er sikrere end en strækning uden køresporet mellem til- og frakørsel. Faktoren, som motorvejsstrækningen uden kørespor er farligere end vekselsestrækningen, er for alle uheld (CMF_{Total}) og personskadeuheld (CMF_{FI}):

$$CMF_{Total} = e^{\left(\frac{66,6}{S}\right)} \text{ og } CMF_{FI} = e^{\left(\frac{55,2}{S}\right)}$$

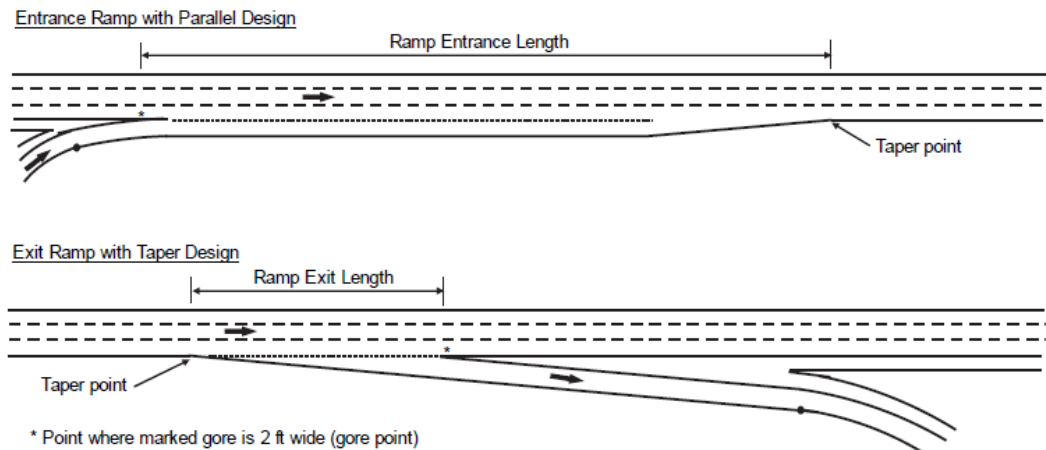
Der korteste motorvejsstrækning uden kørespor mellem tilkørsel og frakørsel var 290 meter, og derfor gælder de ovenstående formler kun for strækninger, der er mindst 290 meter lange. Hvis strækningen er 300 meter lang så sker der $e^{66,6/300} = 1,25$ gange flere uheld på strækningen uden det ekstra kørespor end på vekselsestrækningen. Er strækningen 1000 meter lang, så er det 1,07 gange flere uheld.

I kapitel 4 blev det fundet, at sporbortfald på motorvejs- og frakørselsflettestrækninger og sportilføjelser på motorvejs- og tilkørselsflettestrækninger ikke påvirker uhelds- og skadesfrekvenser statistisk signifikant. Der var dog en tendens til, at sporbortfald ved frakørselsflettestrækninger er sikrere end en for kort (under 110 meter) eller for lang (over 130 meter) kilestrækning. Det foreslås at operere med en sikkerhedsfaktor (SF_{11}) for sporbortfald og sportilføjelser på 1,00.

Der synes ikke at være grundlag for at opstille sikkerhedsfaktorer for ændring af 3 strækninger (tilkørselsflette- efterfulgt af motorvejs- efterfulgt af frakørselsflettestrækning) til en vekselsestrækning eller omvendt. I stedet anbefales at benytte hhv. grundmodeller for tilkørselsflette-, motorvejs- og frakørselsflettestrækning og basismodel for vekselsestrækning ved estimering af uhelds- og personskadetæthed.

De udarbejdede grundmodeller i kapitel 4 for frakørselsflettestrækninger har 100 meter motorvej før kilestrækningen, mens modeller for tilkørselsflettestrækninger har 400 meter motorvej efter kilestrækningen. Det vil sige, at der er 500 meter motorvej mellem to kilestrækninger ved brug af disse grundmodeller. Hvis en strækning mellem to kilestrækninger er mindre end 500 meter, så anbefales at

bruge grundmodellen for frakørselsflettestrækningen med sin fulde længde, mens længden af tilkørselsflettestrækningen må reduceres.



Figur 40. Forskel i design af flettestrækning. Øverst en tilkørsel med spærreflade efterfulgt af accelerationsbane efterfulgt af kilestrækning. Nederst er en frakørsel med kilestrækning efterfulgt af spærreflade. (Bonneson et al., 2012)

På danske motorveje er flettereglen gældende i næsten alle flettestrækninger. I Danmark er de fleste tilkørsels- og frakørselsflettestrækninger uden en parallel accelerations- eller decelerationsbane, som angivet øverst i figur 40. I Danmark er disse flettestrækninger i stedet udformet med en oftest forholdsvis lang kilestrækning (på engelsk; taper) og forholdsvis lang strækning med spærreflade. I fx Tyskland, Italien, Spanien og USA er det derimod mest almindeligt, at flettestrækninger har en forholdsvis kort kilestrækning, en forholdsvis lang accelerations- eller decelerationsbane og en forholdsvis kort strækning med spærreflade. Danmark er faktisk ret speciel i den sammenhæng.

Ifølge *Trafikksikkerheshåndboken* har forlængelse af parallelle accelerationsbaner med 30 meter i tilkørselsflettestrækninger givet fald i uheld på 11 % [-17; -5], mens tilsvarende forlængelser af parallelle decelerationsbaner med 30 meter i frakørselsflettestrækninger har givet fald i uheld på 7 % [-13; +0]. Disse effekter synes at gælde indtil, at accelerations- eller decelerationsbanen er 200 meter lang, hvorefter yderligere forlængelse ikke synes at påvirke sikkerheden (Høye et al., 2012). Det er kun uheld med køretøjer helt eller delvist på accelerations- eller decelerationsbaner, der indgår i opgørelse af effekterne.

Chen et al. (2012) finder, at længden af en parallel decelerationsbane har en noget større betydning for sikkerheden, se tabel 131 på næste side. Af tabellen ses, at decelerationsbanen er sikrest, når den har en længde på omkring 180 meter. Hvis decelerationsbanen er meget længere eller kortere, så bliver sikkerhedsfaktoren højere (over 1). Eksempelvis er sikkerhedsfaktoren for decelerationsbaner under 90 meter 1,5-1,6 for personskadeuheld (der sker 50-60 % flere uheld pr. løbende meter set i forhold til decelerationsbaner på 180 meter), mens sikkerhedsfaktoren

for alle uheld er 1,8-2,0. Sikkerheden er heller ikke god på meget lange decelerationsbaner.

Længde af parallel decelerationsbane (meter)	Sikkerhedsfaktor alle uheld	Sikkerhedsfaktor personskadeuheld
14,63-30,48	1,98	1,58
30,49-60,96	1,94	1,55
60,97-91,44	1,84	1,50
91,45-121,92	1,76	1,17
121,93-152,40	1,41	1,09
152,41-182,88	1,02	1,00
182,89-213,36	1,00	1,13
213,37-243,84	1,52	1,43
243,85-262,13	1,68	1,57

Tabel 131. Sikkerhedsfaktorer for alle uheld og personskadeuheld på strækninger med decelerationsbaner (Chen et al., 2012).

Bonneson et al. (2012) opererer med, at den samlede længde af accelerationsbane og kilestrækning har betydning for antallet af uheld med køretøjer herfra. De angiver, at en forlængelse på 30 meter af accelerationsbane og kilestrækning har en større betydning for sikkerheden, når den samlede længde er lille end når den er stor. Når den samlede længde før forlængelsen er 70, 100, 130, 160 og 190 meter, så medfører en forlængelse på 30 meter et fald i personskadeuheld pr. meter på hhv. 20 %, 11 %, 7 %, 5 % og 4 % og et fald i materielskadeuheld pr. meter på hhv. 16 %, 9 %, 6 %, 4 % og 3 %. Den samlede længde af decelerationsbane og kilestrækning anfører de kun har betydning for antallet af personskadeuheld. Når den samlede længde af decelerationsbane og kilestrækning før forlængelsen er 40, 70, 100, 130, 160 og 190 meter, så medfører en forlængelse på 30 meter et fald i personskadeuheld pr. meter på hhv. 18 %, 8 %, 4 %, 3 %, 2 % og 1 %.

Agent et al. (1996) finder på baggrund af et litteraturstudie, at forlængelse af accelerations- og decelerationsbaner har medført fald i uheld på 10-17 %. Et før-efter studie af Lee et al. (2009) af otte forlængelser af accelerations- og decelerationsbaner viser et fald i uheldsfrekvensen på 41 %, dog med stor variation fra sted til sted og uden korrektion for baggrundsvARIABLE. Lee et al. (2009) evaluerer også etablering af fire vekselstrækninger (ekstra kørespor fra tilkørsel til frakørsel) og finder en stigning i uheldsfrekvensen på 10 %, dog igen med stor variation fra sted til sted og uden korrektion for baggrundsvARIABLE.

I kapitel 4 findes, at frakørselsflettestrækninger på 325-400 meter har en 10-20 % lavere uheldsfrekvens end kortere og længere strækninger. Således er frakørsels kile- og spærreflade-strækninger optimalt 225-300 meter tilsammen. Kilestrækninger på 110-130 meter ved frakørsler har ca. samme uheldsfrekvens som frakørsler med sporbortfald og har ca. 5-20 % lavere uheldsfrekvens end kortere og længere

kilestrækninger. En frakørsel med spærreflade længere end ca. 125 meter synes at have 5-15 % lavere uheldsfrekvens end ved kortere spærreflader.

I kapitel 4 findes også, at tilkørselsflettestrækninger på 700-800 meter har en ca. 10 % lavere uheldsfrekvens end kortere og længere strækninger. Det betyder, at tilkørsels spærreflade- og kilestrækninger optimalt er 300-400 meter tilsammen. Der er en tendens til, at tilkørselsflettestrækninger med spærreflader længere end 250 meter har højere forekomst af uheld og personskader. Længden af kilestrækningen ved tilkørsler synes ikke at påvirke uheldsfrekvensen væsentligt.

Grundmodeller for fra- og tilkørselsflettestrækninger er baseret på strækninger af varierende længde, hvor fra- og tilkørselsflettestrækninger i gennemsnit er hhv. 322 og 827 meter. Effekter af kortere og længere spærreflade- og kilestrækninger i fra- og tilkørsler med fletteregel forekommer at være forbundet med stor usikkerhed, og derudover er strækningslængden for grundmodeller varierende. Derfor opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for længder af fra- og tilkørsler.

5.14 Ramper

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at typen af toplanskryds, se evt. figur 41 på næste side, påvirker omfanget af uheld i krydsområdet, herunder rampekryds, ramper og flettestrækninger. Høye et al. (2012) skriver, at ruderanlæg har 38 % [-59; -7] færre uheld end trompetanlæg, 2 % [-19; +18] færre uheld end kløverbladsanlæg og 25 % [-59; +40] færre uheld end malteserkorsanlæg.

Trafikksikkerheshåndboken angiver ud fra McCartt et al. (2004), at der på lige ruderramper sker 45 % [-60; -25] færre uheld end på kløverramper, mens der på kløverramper skete 23 % [-39; -3] færre uheld end på lange direkte ramper (vinkelformede ramper), og der på lange direkte ramper skete 38 % [-49; -24] færre uheld end korte direkte ramper (vinkelformede ramper), og der på korte direkte ramper skete 30 % [-45; -10] færre uheld end på sløjferamper (u-formede trompetramper) (Høye et al., 2012).

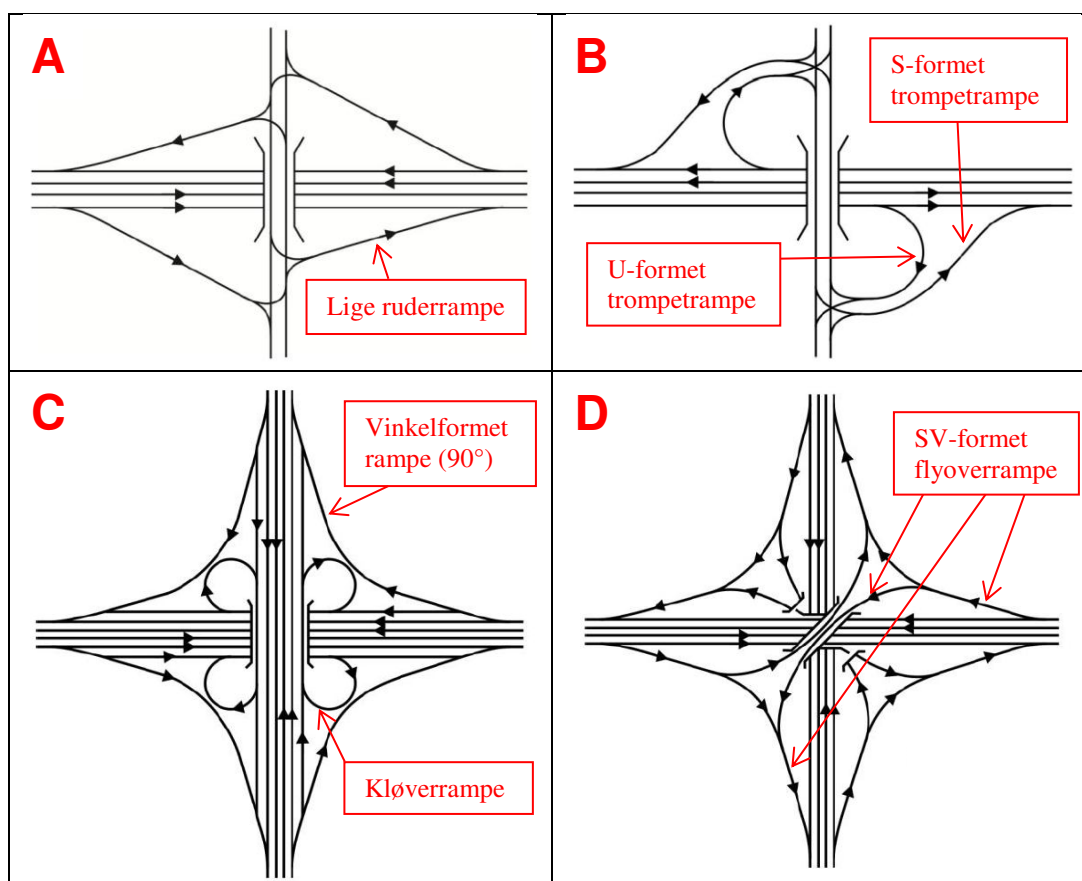
Bauer og Harwood (1998) finder lidt anderledes forskelle i sikkerhed mellem forskellige rampetyper. Deres resultater er, at kløverramper har en uheldstæthed, der er 37-41 % lavere end på ruderramper, mens uheldstætheden på sløjferamper er 75-97 % højere end på ruderramper, og på lange direkte ramper er uheldstætheden 30-31 % højere end på ruderramper.

For fra- og tilkørselsramper tager grundmodeller udgangspunkt i lige ruderramper. Disse rampers retning afbøjer i forhold til motorvejen på selve flettestrækningen, dog kan en lige ruderrampe have en stor kurveradius (fx på 4.000 meter) for på den måde at "følge" motorvejens forløb. Sådanne store kurveradier formodes ikke at påvirke sikkerheden på de lige ruderramper. De lige ruderramper i grundmodeller antages derfor at have sikkerhedsfaktoren 1,00. I afsnit 4.3.4 og 4.5.4 blev sik-

kerhedsfaktorer for andre design af fra- og tilkørselsramper estimeret ud fra ramper i Danmark, se tabel 132. Senere i afsnittet foreslås andre sikkerhedsfaktorer for ramper, der tager udgangspunkt i kurveradier og –længder, og som må opfattes som et alternativ til faktorerne i tabel 132.

Sikkerhedsfaktor for design af rampeanlæg (SF_{12})	Frakørselsramper	Tilkørselsramper
Lige ruderrampe (ret skrårampe)	1,00	1,00
S-formet ruderrampe (kurvet skrårampe)	1,32	0,93
S-formet trompetrampe (mere kurvet skrårampe)	2,05	2,48
U-formet trompetrampe (sløjferampe)	4,11	4,15
SV-formede flyoverramper	5,15	5,26
Vinkelformede ramper 45-135 grader	1,07	1,42

Tabel 132. Forslag til sikkerhedsfaktorer (SF_{12}) for uheld og peronskader på fra- og tilkørselsramper afhængig af design af rampeanlæg.



Figur 41. Fire typer af toplanskryds. A: Ruderanlæg med rette skråramper (lige ruderramper), B: Trompetanlæg med kurvet skråramper (s-formede trompetramper) og sløjferamper (u-formede trompetramper), C: Kløverbladsanlæg med kløverramper og direkte tangentramper (vinkelformede ramper), og D: Malteskorsanlæg med direkte og indirekte tangentramper (sv-formede flyoverramper).

Høye et al. (2012) angiver, at udretning af kurver på ramper, så kurveradius bliver større, har reduceret antallet af ulykker med 13 % [-36; +17].

Bonneson et al. (2012) opererer med, at sikkerhedsfaktoren for kurver på ramper afhænger dels af kurveradius dels af forventet gennemsnitshastighed ved start af kurven. Da gennemsnitshastigheden ved starten af kurven typisk er lavere på en tilkørselsrampe i forhold til en frakørselsrampe, så resulterer en kurve med samme radius i en større stigning i uheldstallet på frakørselsrampen end på tilkørselsrampen. Sikkerhedsfaktoren (**SF₁₃**) for kurver på ramper er i Bonneson et al. (2012):

$$CMF = 1 + a \cdot \frac{1000}{32,2} \cdot \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{ent,i}}{R_i} \right)^2 \cdot P_{c,i} \right]$$

hvor CMF er sikkerhedsfaktoren, a er konstant (2,406 for ene-personskadeuheld, 3,136 for ene-materielskadeuheld, 0,779 for flerparts-personskadeuheld og 0,545 for flerparts-materielskadeuheld), $V_{ent,i}$ er gennemsnitshastigheden (fod/sekund) ved start af kurven i, R_i er radius (fod) af kurve i og $P_{c,i}$ er kurvelængden divideret med rampelængden. I tabel 133 er det beregnet, hvad formlen ovenfor giver ved forskellige kurveradier og gennemsnitshastigheder. Det er i tabel 133 antaget, at kurven er på hele rampen, dvs. $P_{c,i}$ er 1.

Gennemsnitshastighed, $V_{ent,i}$	Kurveradius R_i	Sikkerhedsfaktor uheld			
		Eneuheld m/ personskade	Eneuheld u/ personskade	Flerpartsuheld m/ personskade	Flerpartsuheld u/ personskade
40 km/t	50 meter	4,69	5,81	2,19	1,84
	100 meter	1,92	2,20	1,30	1,21
	300 meter	1,10	1,13	1,03	1,02
	500 meter	1,04	1,05	1,01	1,01
60 km/t	50 meter	9,30	11,82	3,69	2,88
	100 meter	3,08	3,71	1,67	1,47
	300 meter	1,23	1,30	1,07	1,05
	500 meter	1,08	1,11	1,03	1,02
80 km/t	50 meter	15,76	20,24	5,78	4,34
	100 meter	4,69	5,81	2,19	1,84
	300 meter	1,41	1,53	1,13	1,09
	500 meter	1,15	1,19	1,05	1,03
100 km/t	50 meter	24,06	31,06	8,47	6,22
	100 meter	6,77	8,51	2,87	2,31
	300 meter	1,64	1,83	1,21	1,15
	500 meter	1,23	1,30	1,07	1,05

Tabel 133. Sikkerhedsfaktor for uheld på ramper afhængig af kurveradius og gennemsnitshastighed ved start af kurve (Bonneson et al., 2012).

Af tabel 133 ses, at sikkerhedsfaktoren stiger, jo mindre kurveradius er, og sikkerhedsfaktoren stiger, jo højere gennemsnitshastigheden er ved start af kurven. En kurveradius på 50 meter eller 100 meter, der er almindelig på kløverramper og u-formede trompetramper (sløjferamper) kan være særdeles uheldsbelastet, hvis hastigheden er høj ved starten af kurven. Som alternativ til tabel 132 kan formlen på forrige side benyttes som sikkerhedsfaktor (SF_{13}), hvor konstanten a sættes til 1,545 for personskadeuheld og 1,961 for materielskade- og ekstrauehld. Dette betyder, at kurver på ramper har større indvirkning på personskadeuheld end på uehld kun med materielle skader. Man vil erfare, at brugen af faktorer i tabel 132 eller den alternative formel vil give næsten samme resultat i mange tilfælde.

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at antallet af uehld i krydsområdet er 4 % [-17; +10] lavere når motorvejen er placeret under sidevejen, dvs. når man kører ned ad tilkørselsramper til motorvejen (Høye et al., 2012).

I kapitel 4 er stigningsforhold på ramper kun fundet at have signifikant virkning på sikkerheden på frakørselsflettestrækninger. Der ses, at der sker ca. 5 % flere uehld og ca. 20 % flere personskader på frakørselsflettestrækningen, når frakørselsrampen stiger end når den falder. Her er sikkerheden således bedst, når motorvejen er placeret over sidevejen. Effekten vedrørende stigningsforhold på ramper er usikker og derfor foreslås ikke sikkerhedsfaktorer herfor.

Bonneson et al. (2012) anslår, at tætheden af flerpartsuehld er i størrelsesordenen 50-100 % højere på ramper med to kørespor end på ramper med et kørespor. Tætheden af eneuehld er også højere på ramper med to kørespor end på ramper med et kørespor, men kun hvad angår materielskadeuheld. Uheldene er mere alvorlige på ramper med flere spor, da andelen af personskaderne, der er dræbte og alvorlige skader, er ca. 17 % højere på ramper med to spor end på ramper med et spor.

Bonneson et al. (2012) angiver, at en sportilføjelse på en rampe giver et fald på ca. 21 % i personskadeuheld på den del af rampen med to spor, mens et sporbortfald på en rampe giver en stigning i personskadeuheld på ca. 26 % på den del af rampen med et spor. Bonneson et al. (2012) angiver også, at tætheden af flerparts-personskadeuheld er 36 % højere på rampeforgreninger og rampesammenløb end på ramper med ellers samme udformning.

I kapitel 4 findes, at uheldsfrekvensen på tilkørselsramper med sammenløb er ca. fire gange højere end på tilsvarende ramper uden sammenløb. Ligeledes findes, at uheldsfrekvensen på frakørselsramper med forgreninger er ca. dobbelt så høj som tilsvarende ramper uden forgreninger. Effekter vedrørende rampeforgreninger og -sammenløb er meget usikker, og derfor foreslås ikke sikkerhedsfaktorer herfor.

Bonneson et al. (2012) angiver, at der sker flere flerparts-personskadeuheld på tilkørselsramper set i forhold til frakørselsramper, men tætheden af eneuehld er højere på frakørselsramper end på tilkørselsramper. Personskaderne er mere alvorlige på frakørselsramper, da andelen af personskader, der er dræbte og alvorlige

skader, er ca. 40 % højere end på tilkørselsramper. *Trafikksikkerheshåndboken* angiver, at antallet af ulykker på frakørselsramper er 73 % [+70; +75] højere end på tilkørselsramper (Høye et al., 2012).

Grundmodeller for ramper viser, at uheldsfrekvensen på frakørselsramper er højere end på tilkørselsramper, når ÅDT er under 2.700, mens uheldsfrekvensen er højest på tilkørselsramper ved højere ÅDT. Uheld på frakørselsramper er mere alvorlige end på tilkørselsramper. Der sker 84 % flere personskader pr. estimeret uheld på frakørselsramper end på tilkørselsramper.

5.15 Afmærkning

Motorveje er almindeligvis udstyret med kantlinjer mod midterrabat og nødspor samt delelinjer mellem kørespor. For denne almindelige længdeafmærkning kan der ikke påvises nogen effekt på antallet af ulykker uanset type, bredde og farve ifølge *Trafikksikkerheshåndboken*. Profilerede kantlinjer ser ud til at reducere antallet af uheld med ca. 10 % [-21; +4]. Det er særligt enuehald med kørsel af vejen, der forebygges med profilerede kantlinjer. (Høye et al., 2012)

Bonneson et al. (2012) opererer med, at profilerede kantlinjer i højre side (på ydre kantbane) reducerer antallet af enuehald med 9,45 %, og at en profileret kantlinje i venstre side (på indre kantbane) reducerer antallet af enuehald med 9,45 %. Disse effekter gælder kun på lige strækninger, idet effekten på kurvede strækninger anslås at være 0, dog anføres at profilerede kantlinjer kan medvirke til flere enuehald på kurvede strækninger. Det er ikke nærmere præciseret, hvilken slags profileret kantlinje, der er tale om. Personskaderne synes samtidig at blive mindre alvorlige ved etablering af profilerede kantlinjer. Således anslås, at andelen af personskaderne, som er dræbte og alvorligt skadede, forventes at falde med ca. 9 %, mens andelen, der er lette skader, forventes at stige.

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at fræsede rumleriller i højre vejside (kantbane eller nødspor) giver et fald i dødsuheld på 50 % og alle uheld på 29 %, men en stigning i personskadeuheld på 1 %. Det anføres, at resultater er inkonsistente. Kun et af studierne har kontrolleret for regressionseffekter, og studiet finder, at fræsede rumleriller i højre side giver et fald i uheld med kørsel af vejen på 13 % [-30; +9] og et fald i personskader i disse uheld på 18 % [-42; +16]. Rumleriller, der er rullet ned i asfalten i kantbane eller nødspor, er angivet til at give et fald i uheld med kørsel af vejen på 11 % [-16; -7]. (Høye et al., 2012)

Det er ikke registreret, hvilket former for kantlinjer, der forefindes på motorvejsnettet, og ej heller om der forefindes fræsede eller nedrullede rumleriller. Derfor angives ikke sikkerhedsfaktorer herfor.

Ifølge *Trafikksikkerheshåndboken* kan afstandsmærker forebygge ca. 32 % [-59; +13] af uheldene ifølge en britisk undersøgelse, og uheldstallet blev også reduce-

ret på strækninger efter afstandsmærkerne. Høye et al. (2012) bemærker, at effekten af afstandsmærker forekommer overraskende stor.

Afsnit 4.1.3 angiver, at afstandsmærker synes at øge antallet af uheld, men reducere alvorligheden af uheld. De fundne sikkerhedseffekter for afstandsmærker er usikre og er i modstrid med den ovenfor nævnte britiske undersøgelse. Derfor angives ikke sikkerhedsfaktorer for afstandsmærker.

Type af tiltag	Effekt på uheld		
	Personskadeuheld i kurve	Materielskadeuheld i kurve	Personskadeuheld på hele strækning
Advarselstavle (kurve)	-30 [-73; +84]	-8 [-60; +108]	-
Baggrunds- og pilafmærkning	-21 [-52; +8]	-18 [-44; +21]	+8 [-3; +20]
Maling af autoværn	-38 [-61; -2]	-	+42 [+18; +72]
Anbefalet hastighed	-13 [-22; -2]	-29 [-50; -0]	-

Tabel 134. Effekt på uheld af tiltag i og ved horisontalkurver (Høye et al., 2012).

Tiltag i og ved horisontalkurver synes at kunne reducere antallet af uheld i kurver, der er forholdsvis skarpe, se tabel 134. En advarselstavle synes at kunne forebygge en del uheld i kurver. Yderligere afmærkning såsom baggrunds- og pilafmærkning eller maling af autoværn kan igen forebygge flere uheld i kurver, mens opsætning af en anbefalet hastighedstavle foruden en advarselstavle også kan forebygge yderligere uheld. På længere vejstrækninger, hvor man har foretaget yderligere afmærkning i overraskende kurver, er der sket flere uheld på hele strækningen som følge af den yderligere afmærkning.

Montella (2009) finder, at opsætning af advarselstavler, baggrundsafmærkning (pile) og/eller sekventielle blinklys reducerede antallet af uheld på 15 motorvejsstrækninger med 52 % i kurver med radius under 300 meter og med 25 % i kurver med radius over 300 meter. Effekten synes også at afhænge af, hvad der sættes op, da effekten var et fald på kun 3 %, hvor der kun blev opsat baggrundsafmærkning, mens effekten var 41 % med advarselstavler og baggrundsafmærkning, og 48 % med advarselstavler, baggrundsafmærkning og sekventielle blinklys.

Sikkerhedsfaktor for kurveafmærkning (SF_{14})	Kurveafmærkning i kurver med radius 0-300 meter	Kurveafmærkning i kurver med radius 301-600 meter	Ingen kurveafmærkning
Personskadeuheld og personskader	0,50	0,75	1,00
Materielskadeuheld og ekstrauheld	0,60	0,80	1,00

Tabel 135. Forslag til sikkerhedsfaktorer (SF_{14}) for kurveafmærkning hhv. for kurver med en radius på 0-300 meter og 301-600 meter på motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger. I denne kurveafmærkning indgår advarselstavle, anbefalet hastighed og pilafmærkning.

Der er registreret advarselstavler med anbefalet hastighed og pilafmærkning af kurver på motorvejsnettet. Grundmodeller for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger er baseret på strækninger uden kurveafmærkning, mens grundmodeller for fra- og tilkørselsramper indeholder både ramper med og uden kurveafmærkning. Det er i øvrigt uvist, hvilke effekter kurveafmærkning har på fra- og tilkørselsramper. Derfor foreslås kun at operere med følgende sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning på motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger, se tabel 135.

5.16 Hastighedsbegrænsning

I *Trafikksikkerheshåndboken* er opgivet, hvad en ændring af hastighedsgrænsen betyder for gennemsnitshastigheden dels ud fra en model og dels ud fra typiske fundne ændringer. En sænkning af hastighedsgrænsen med 10 km/t synes at medføre et fald i gennemsnitshastigheden på ca. 2,5-3,4 km/t, mens en sænkning med 20 km/t giver et fald i gennemsnitshastigheden på ca. 7,5-7,9 km/t. En øgning af hastighedsgrænsen med 10 km/t synes at give en stigning i gennemsnitshastigheden med ca. 2,0-2,2 km/t, mens en øgning på 20 km/t ser ud til at give en stigning i gennemsnitshastigheden på ca. 3,2 km/t. (Høye et al., 2012)

Elvik (2009; 2014) har beskrevet sammenhænge mellem ændringer i gennemsnitshastighed og ændringer i antallet af uheld og personskader med potens- og eksponentialmodeller. Det er vanskeligt at sige, hvilke af disse modeller, der er bedst til at beskrive, hvad der sker med sikkerheden på motorveje, hvis gennemsnitshastigheden ændrer sig som følge af ændringer i hastighedsgrænsen. Den relative forskel i antal uheld efter / antal uheld før kan beregnes således:

$$\text{Potensmodel:} \quad \frac{U_{\text{held}}_{\text{efter}}}{U_{\text{held}}_{\text{før}}} = \left(\frac{\text{Gns.hastighed}_{\text{efter}}}{\text{Gns.hastighed}_{\text{før}}} \right)^{\text{Eksponent}}$$

$$\text{Eksponentialmodel:} \quad \frac{U_{\text{held}}_{\text{efter}}}{U_{\text{held}}_{\text{før}}} = \frac{e^{(\beta \cdot \text{Gns.hastighed}_{\text{efter}})}}{e^{(\beta \cdot \text{Gns.hastighed}_{\text{før}})}}$$

Elvik har med baggrund i over 500 resultater om ændringer i uheld, personskader og gennemsnitshastigheder estimeret eksponenter og β -værdier, se tabel 136 på næste side.

Ved at benytte eksponenter eller β -værdier kan man beregne, hvad en ændring i gennemsnitshastigheden vil betyde for sikkerheden. Eksempelvis vil et fald i gennemsnitshastighed fra 121,4 km/t til 114,9 km/t give $1 - (114,9/121,4)^{4,6} = 0,224$, altså 22,4 % færre dræbte ved brug af eksponenter fra 2009. Til sammenligning giver eksponentialmodellen i dette tilfælde et fald på $1 - (e^{0,065 \cdot 114,9} / e^{0,065 \cdot 121,4}) = 0,345$, altså 34,5 % færre dræbte.

Type af uheld eller personskade	Eksponent for lande- og motorveje (2009)	Eksponent for alle veje (2014)	β -værdi (2014)
Dødsuheld	4,1	4,234	0,069
Uheld med alvorlig skade	2,6		
Uheld med let skade	1,1		
Personskadeuheld	1,6	2,124	0,034
Materielskadeuheld	1,5	1,911	0,032
Dræbte	4,6	4,446	0,065
Alvorlige skader	3,5	3,795	0,061
Lette skader	1,4	2,320	0,028
Alle personskader	2,2		

Tabel 136. Estimerede eksponenter til potensmodeller og β -værdier til eksponentialmodeller (Elvik, 2009; Elvik, 2014).

I nærværende rapport afsnit 4.1.4 er opgjort forskelle i uhelds- og personskadetæthed på sammenlignelige motorvejsstrækninger med en hastighedsbegrænsning på hhv. 110 og 130 km/t. Der er stor overensstemmelse mellem potensmodellen og effekter i afsnit 4.1.4, når der ses på alle uheld, mens eksponentialmodellen og effekter i afsnit 4.1.4 er rimeligt ens når der ses på personskadeuheld. Et problem med de fundne effekter i afsnit 4.1.4 er, at effekten på personskader og på personskadeuheld er ret forskellig. Effekter på uheld er mest pålidelige, da modellerne herfor er bedre. Derfor er effekter på personskader nedjusteret. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning:

Sikkerhedsfaktor for hastighedsbegrænsning (SF_{15})	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstra-uheld	Dræbte og alvorlig skader	Lette skader
110 km/t	0,79	0,94	0,94	0,66	0,82
130 km/t	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel 137. Forslag til sikkerhedsfaktorer (SF_{15}) for hastighedsbegrænsning på motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger.

Der opstilles ikke sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsninger lavere end 110 km/t, da grundlaget herfor er usikkert og upålideligt.

5.17 Variable tavler og rampedosering

Trafikksikkerheshåndboken angiver, at variable tavler med tågevarsling og anbefalet hastighed har reduceret antallet af uheld i tåge med 25 % [-44; +1] og antallet af dræbte i tåge med 87 % [-92; +77]. Flere studier har fundet, at variable tavler med tågevarsling reducerer gennemsnitshastigheden. Ved brug af variable hastighedstavler til at forbedre fremkommeligheden reduceres hastighedsgrænsen afhængig af trafikmængden. Det har man fundet giver et fald i antallet af uheld på 20-30 % i Tyskland, men kun på ca. 10 % i Storbritannien. Køvarsling med nedsat hastighedsgrænse har ifølge to undersøgelser givet fald i personskadeuheld på 4 %

[-22; +17] og materielskadeuheld på 16 % [-27; -4]. Køvarsling uden nedsættelse af hastighedsgrænsen resulterede i et fald i bagendekollisioner på 24 % [-37; -10]. Varsling af uheld synes også at give fald i personskadeuheld på motorveje. (Høye et al., 2012)

Grundmodeller i kapitel 4 er baseret på strækninger uden variable tavler. Det er vanskeligt at angive sikkerhedsfaktorer for variable tavler, da det i stor udstrækning afhænger af, hvor ofte og hvor længe de variable tavler er aktive, hvor tæt tavlerne er placeret og hvilke visninger tavlerne kan have. Derfor angives ikke sikkerhedsfaktorer for variable tavler. Det anbefales i stedet at forhåndsvurdere de sikkerhedsmæssige konsekvenser af konkrete projekter med variable tavler, og på den måde estimere sikkerhedsfaktorer for de konkrete projekter.

Etablering af trafikstyrede rampedoseringer er fundet til at give et fald i antallet af uheld på tilkørselsramper og -flettestrækninger på 18 % [-37; +7] (Høye et al., 2012). Det er ikke specificeret om faldet i uheld kun gælder, når rampedoseringen er aktiv. Liu og Wang (2013) finder et fald i uheld på 36 % på tilkørselsflettestrækninger, når rampedoseringer er aktive på 19 ramper i Californien i USA. De anfører, at rampedoseringen typisk er aktiv 1-2 timer både om morgenen og eftermiddagen. Det foreslås at operere med følgende sikkerhedsfaktor for rampedosering:

Sikkerhedsfaktor for rampedosering (SF_{16})	Tilkørselsflettestrækninger
Uheld og personskader	0,65

Tabel 138. Forslag til sikkerhedsfaktor (SF_{16}) for rampedosering etableret på tilkørselsrampe, hvor sikkerhedsfaktor gælder for den efterfølgende tilkørselsflettestrækning i de tidsrum, hvor rampedoseringen er aktiv.

Den letteste måde at beregne andelen af uheld og personskader, hvor sikkerhedsfaktoren i tabel 138 kan benyttes, er at tage andelen af årstdøgntrafikken i tilkørselsflettestrækningen, hvor rampedoseringen er aktiveret. Hvis rampedoseringen er aktiv for fx 30 % af årstdøgntrafikken, så vil det give en sikkerhedsfaktor på $0,65 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,7 = 0,895$ for uheld og personskader.

5.18 Overhalingsforbud

Trafikksikkerheshåndboken indikerer, at overhalingsforbud for tunge køretøjer har en gunstig virkning på sikkerheden. Det anføres, at uheldstallet i kørespor, hvor de tunge køretøjer ikke må køre, falder med 13 % [-31; +11] i tidsrum, hvor overhalingsforbuddet gælder, mens antallet af uheld i alle kørespor falder med hele 47 % [-58; -33] i samme tidsrum (Høye et al., 2012). Disse effekter af overhalingsforbud forekommer overraskende store.

Fontaine (2008) finder, at antallet af uheld faldt med 11 % ved indførelse af overhalingsforbud på 4-sporede motorveje i bjergige områder. Med overhalingsfor-

bud menes her, at det er forbudt at køre i venstre kørespor, hvis ens hastighed var mere end 24 km/t under hastighedsgrænsen. Effekten på personskadeuheld var et fald på 32 %. Fontaine et al. (2009) fandt, at på motorveje med 6 eller flere kørespor førte overhalingsforbud for tunge køretøjer til stigninger i alle uheld på 16 % og på 10 % i personskadeuheld. Her var der dog stor forskel i effekt afhængig af trafikmængderne. Hvor der var mindre end 10.000 køretøjer pr. døgn pr. kørespor medførte overhalingsforbuddet et fald i alle uheld på 13 % og i personskadeuheld et fald på 32 %, mens der ved højere trafikmængder indtraf en stigning i alle uheld på 28 % og i personskadeuheld på 23 %.

I kapitel 4 er det angivet, at motorvejsstrækninger med overhalingsforbud har en ca. 10 % højere uheldstæthed og en ca. 20 % højere personskadetæthed. På tilkørselsflettestrækninger er uhelds- og personskadetætheder ca. 10 % højere på strækninger med overhalingsforbud end strækninger uden, mens der på frakørselsflettestrækninger ikke kan konstateres nogen forskel. Grundmodeller i kapitel 4 er baseret på strækninger med og uden overhalingsforbud. Da resultater om effekter af overhalingsforbud er meget inkonsistente, og der både indgår strækninger med og uden overhalingsforbud i grundmodeller, foreslås der ikke sikkerhedsfaktorer for overhalingsforbud på motorveje.

6. IT-værktøjer for motorvejsnettet

I dette kapitel gives en oversigt af grundmodeller, sikkerhedsfaktorer mv. for de enkelte dele af motorvejsnettet. Denne samling af information kan benyttes til at opstille IT-værktøjer såsom regneark til at beregne et forventet antal uheld og personskader for et bestemt design af et motorvejsnet.

6.1 Grundmodeller

Motorvejsnettet blev opdelt og defineret i afsnit 2.2 og omdefineret i afsnit 3.1.5. Ud fra de to afsnit findes en samlet definition af motorvejsnettets dele, der har været udgangspunkt for udarbejdelse af modeller for uheld og personskader.

I kapitel 4 findes grundmodeller for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper. Grundmodellerne beskriver sammenhænge mellem uhelds- og personskadetæthed på den ene side og trafikmængde på den anden side for specifikke varianter af hver strækningstype. Grundmodellerne gælder for strækninger med følgende vejudformning, vejudstyr og regulering:

Vejudformning, vejudstyr og trafikregulering	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Bredde af nødspor	≥ 3,0 m	≥ 3,0 m	≥ 3,0 m	≥ 0,5 m	≥ 0,5 m
Gennemgående kørespor	2	2	2	1	1
Bredde af kørespor	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m	≥ 3,5 m
Sporbortfald/sportilføjelse	Nej	Nej	Nej	-	-
Forgrening/sammenløb	-	-	-	Nej	Nej
Bredde af indre kantbane	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Gns. bredde af midterrabat	5,5 m	4,9 m	4,9 m	-	-
Kurver / kurveradius	≥ 4.000 m*	≥ 4.000 m*	≥ 4.000 m*	Lige ruder	Lige ruder
Type af midterautoværn	Stål	Stål	Stål	-	-
Kurveafmærkning	Nej	Nej	Nej	Ja/Nej	Ja/Nej
Vejbelysning	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Blændingsgardin	Nej	Nej	Nej	-	-
Tunnel	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Hastighedsbegrænsning km/t	130	130	130	110-130	110-130
Anbefalet hastighed	Nej	Nej	Nej	Ja/Nej	Ja/Nej
Brug af nødspor til kørespor	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Variable tavler	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Rampedosering	-	-	Nej	-	Nej

Tabel 139. Grundmodeller gælder specificerede strækninger. Note: - = irrelevant, * = anslået.

Grundmodeller kan anvendes til at estimere antallet af uheld og personskader på de velspecificerede varianter af de fem typer af strækninger. Grundmodeller for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt tilkørselsramper har følgende funktionsudtryk:

$$\text{UHT} = a \cdot N^p \quad (1)$$

hvor UHT er tætheden af uheld eller personskader pr. km pr. år, a og p er estimerede konstanter og N er årsdøgntrafikken. Ved at gange L (strækningslængden i km) på højre side af funktionsudtryk 1 fås U (antal uheld eller personskader pr. år) på strækningen ($U = a \cdot L \cdot N^p$).

For frakørselsramper ser funktionsudtrykket lidt anderledes ud:

$$\text{UHT} = a \cdot N^p \cdot e^{b_1 \cdot \ln(L)} \quad (2)$$

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år, a, b_1 og p er estimerede konstanter, L er længden i km af rampen og N er årsdøgntrafikken på rampen. Ved at gange L på højre side af funktionsudtryk 2 fås U (antal uheld eller personskader pr. år) på rampen ($U = a \cdot L \cdot N^p \cdot e^{b_1 \cdot \ln(L)}$).

I kapitel 4 er de grundmodeller, der anbefales at benytte markeret med gråt. Her er de estimerede konstanter beskrevet. Disse grundmodeller er yderligere beskrevet i bilag 3. Grundmodellerne kan estimere følgende uheldsarter og skadesgrader:

Type af uheld eller personskade	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Personskadeuheld	X		X		
Materielskadeuheld	X		X		
Ekstrauheld	X	X	X		
Person- og materielskadeuheld		X			
Alle uheld				X	X
Dræbte og alvorlige skader	X				
Lette skader	X				

Table 140. Type af uheld / personskade, som anbefalede grundmodeller estimerer.

På baggrund af beskrevne faktorer i kapitel 4 kan de estimerede uheld og personskader fra grundmodeller omregnes til antal uheld og personskader for de enkelte uheldsarter og skadesgrader. Et eksempel er, at en grundmodel for motorvejsstrækninger estimerer et samlet antal dræbte og alvorlige skader, mens to faktorer benyttes til at opdele dette antal i hhv. dræbte og alvorlige skader. Ved brug af disse faktorer antages, at p-værdier er ens – fx at p-værdien for dræbte er den samme som p-værdien for alvorlige skader på motorvejsstrækninger.

Grundmodeller og de beskrevne faktorer kan samlet set anvendes til at beregne antallet af uheld og personskader opdelt på uheldsart og skadesgrad i et IT-værktøj alene med oplysninger om årsdøgntrafik og strækningsslængde.

De beregnede antal uheld og personskader pr. år gælder for perioden 2005-2012 for motorvejs-, frakørselsflette- og tilkørselsflettestrækninger samt for perioden 1999-2012 for fra- og tilkørselsramper.

For øvrige motorvejsflettestrækninger, sideanlæg og øvrige ramper er der opstillet basismodeller, der kan anvendes til at estimere antallet af uheld pr. km pr. år. Øvrige motorvejsflettestrækninger er motorvejsforgreninger, motorvejssammenløb og motorvejsvekselstrækninger. Øvrige ramper er forbindelsesramper, parallelspor, rampeforgreninger, rampesammenløb, rampevekselstrækninger og dobbeltrettede ramper. Disse basismodeller gælder ikke for et velspecificeret design af de enkelte typer af strækninger, men er baseret på alle eksisterende strækningdesign. Basismodeller for øvrige motorvejsflettestrækninger og sideanlæg har følgende funktionsudtryk:

$$UHT = a \cdot N^p \quad (3)$$

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år i perioden 2005-2012, a og p er estimerede konstanter og N er årsdøgntrafik. Ved at gange L (strækningsslængden i km) på højre side af funktionsudtrykt 3 fås U (antal uheld pr. år) på strækningen ($U = a \cdot L \cdot N^p$).

Basismodeller for øvrige ramper har følgende funktionsudtryk:

$$UHT = a \cdot b^x \cdot N^p \quad (4)$$

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år i perioden 1999-2012, a, b og p er estimerede konstanter, x er typen af rampe og N er årsdøgntrafik. Ved at gange L (rampelængden i km) på højre side af funktionsudtryk 4 fås U (antal uheld pr. år) på rampen ($U = a \cdot b^x \cdot L \cdot N^p$).

Basismodellerne og de estimerede konstanter er beskrevet i afsnit 4.6 og bilag 1. Disse basismodeller kan estimere følgende uheldsarter:

Type af uheld	Øvrige motorvejsflettestrækninger	Sideanlæg	Øvrige ramper
Personskadeuheld	X		
Materielskadeuheld	X		
Ekstrauheld	X		
Alle uheld		X	X

Tabel 141. Type af uheld som basismodeller estimerer.

På baggrund af beskrevne faktorer i afsnit 4.6 kan de estimerede uheld fra basismodeller omregnes til antal uheld og personskader for de enkelte uheldsarter og skadesgrader på øvrige motorvejsflettestrækninger, sideanlæg og øvrige ramper.

6.2 Års- og omregningsfaktorer

I kapitel 4 er beskrevet sæt af års- og periodefaktorer relateret til konkrete uhelds- og personskademodeller. Her kan årsfaktorer anvendes til at beregne antallet af uheld og personskader i et specifikt år i perioden 2005-2012 fx år 2006 eller 2011. Periodefaktorer kan omregne antallet af uheld og personskader pr. år i perioden 1999-2012 til antal uheld og personskader pr. år i perioden 2005-2012.

De opstillede års- og periodefaktorer i kapitel 4 er forholdsvis usikre, og der er ikke årsfaktorer for ramper, sideanlæg og øvrige motorvejsstrækninger. Derfor opstilles nye årsfaktorer baseret på de data, der indgik ved udarbejdelse af basismodeller i kapitel 4. Der er opstillet basismodeller med årsfaktorer for motorveje og sideanlæg for perioden 2005-2012, og basismodeller med årsfaktorer for ramper i perioden 1999-2012.

Type af uheld eller personskade	Estimerede konstanter										k	R _k ²
	a	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
Personskadeuheld	0,00015649	2,4547	2,3178	2,4186	1,8851	1,7528	1,5189	1,4252	1,0000	0,6025	0,1795	0,44
Materielskadeuheld	0,00001043	1,3348	1,2809	1,2743	1,0304	0,9737	0,9674	0,9941	1,0000	0,9983	0,3371	0,52
Ekstrauheld	0,00000032	1,0772	1,1328	1,1716	1,0860	1,0865	1,2164	0,9600	1,0000	1,4319	0,3069	0,71
Person- og materiel-skadeuheld	0,00005587	1,6256	1,5293	1,5521	1,2390	1,1647	1,0967	1,0955	1,0000	0,8552	0,2630	0,49
Alle uheld	0,00000625	1,2862	1,2755	1,3071	1,1429	1,1143	1,1635	1,0087	1,0000	1,1798	0,1990	0,71
Alvorlige skader	0,00006120	2,2445	1,6211	2,1699	1,4164	1,7759	1,4148	1,4308	1,0000	0,6581	3,3566	0,14
Lette skader	0,00059461	2,6112	2,7765	2,6786	2,1278	1,5680	1,6372	1,2256	1,0000	0,4396	6,3714	0,10
Dræbte og alvorlige skader	0,00004154	2,6332	1,7884	2,3469	1,6322	1,9546	1,5760	1,4734	1,0000	0,7050	3,3148	0,16
Alle personskader	0,00037100	2,6985	2,3044	2,5398	1,8948	1,7510	1,6161	1,3517	1,0000	0,5554	4,4676	0,12

Tabel 142. Basismodeller med årsfaktorer for uheld og personskader på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger, øvrige motorvejsstrækninger og sideanlæg (én side af motorvej) estimeret med brug af GLM. Baseret på 1.699 strækninger på 1.844,671 km og ÅDT på 226-52.293.

I tabel 142 ses basismodeller med årsfaktorer for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger, øvrige motorvejsstrækninger og sideanlæg. Modellerne er baseret på 9.909 uheld og 2.081 personskader. Der kan ikke estimeres en pålidelig model for dræbte. Det anbefales at benytte de gråt markerede modeller til opstilling af omregningsfaktorer, der sammen med grund- og basismodeller kan anvendes til beregne antallet af uheld og personskader i enkelte år. Disse anbefalede omregningsfaktorer er vist i tabel 143 på næste side.

Type af uheld eller personskade	Omregningsfaktorer til beregning af uheld og personskader i enkelte år							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Personskadeuheld	1,3293	1,2551	1,3097	1,0208	0,9492	0,8225	0,7718	0,5415
Materielskadeuheld	1,2059	1,1572	1,1512	0,9308	0,8796	0,8740	0,8981	0,9034
Ekstrauheld	0,9871	1,0380	1,0736	0,9951	0,9956	1,1146	0,8797	0,9163
Dræbte, alvorlige skader	1,4624	0,9932	1,3034	0,9065	1,0855	0,8753	0,8183	0,5554
Lette skader	1,3369	1,4216	1,3715	1,0895	0,8028	0,8383	0,6275	0,5120

Tabel 143. Omregningsfaktorer til beregning af uheld og personskader i enkelte år i relation til grundmodeller for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt basismodeller for øvrige motorvejsstrækninger og sideanlæg.

I tabel 144 nedenfor ses basismodeller med årsfaktorer for fra- og tilkørselsramper samt øvrige ramper. Modeller er baseret på 527 uheld. Modeller for personskader og de enkelte skadesgrader er problematiske og ikke vist. Det anbefales at benytte de gråt markerede modeller til opstilling af omregningsfaktorer, der sammen med grund- og basismodeller for ramper kan anvendes til beregne antallet af uheld og personskader i enkelte år. De anbefalede omregningsfaktorer er vist i tabel 145. Det anbefales at anvende omregningsfaktorerne for personskadeuheld til omregning af dræbte, alvorlige og lette skader fra perioden 1999-2012 til de enkelte år.

Type af uheld	Estimerede konstanter																k	R _k ²
	a	a ₁₉₉₉	a ₂₀₀₀	a ₂₀₀₁	a ₂₀₀₂	a ₂₀₀₃	a ₂₀₀₄	a ₂₀₀₅	a ₂₀₀₆	a ₂₀₀₇	a ₂₀₀₈	a ₂₀₀₉	a ₂₀₁₀	a ₂₀₁₁	a ₂₀₁₂	p		
Personskadeuheld	0,000060	2,05	1,87	1,65	0,81	1,00	1,55	0,75	0,54	1,22	1,35	1,05	0,35	0,69	1,00	0,81	1,97	0,59
Materielskadeuheld	0,000087	1,27	0,84	1,94	1,50	0,79	1,16	1,12	0,83	1,27	1,14	1,03	0,58	0,68	1,00	0,81	0,00	1,00
Ekstrauheld	0,000251	0,60	0,55	0,56	0,92	0,82	0,85	0,72	0,50	0,95	0,97	1,22	1,48	0,74	1,00	0,83	2,93	0,48
Person- og materiel-skadeuheld	0,000154	1,55	1,24	1,82	1,19	0,86	1,30	0,96	0,72	1,24	1,22	1,05	0,49	0,69	1,00	0,80	1,44	0,54
Alle uheld	0,000431	0,89	0,76	0,98	0,99	0,82	0,98	0,78	0,58	1,05	1,05	1,17	1,14	0,73	1,00	0,81	1,86	0,46

Tabel 144. Basismodeller med årsfaktorer for uheld på fra- og tilkørselsramper samt øvrige ramper estimeret med brug af GLM. Baseret på 571 ramper på 156.278 meter og ÅDT på 86-22.576.

Type af uheld	Omregningsfaktorer til beregning af uheld og personskader i enkelte år														
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Personskadeuheld	1,8038	1,6453	1,4514	0,7110	0,8806	1,3705	0,6632	0,4801	1,0790	1,1941	0,9245	0,3100	0,6047	0,8819	
Materielskadeuheld	1,1772	0,7762	1,7938	1,3824	0,7297	1,0744	1,0388	0,7692	1,1689	1,0516	0,9502	0,5345	0,6297	0,9235	
Ekstrauheld	0,7070	0,6434	0,6605	1,0869	0,9642	0,9968	0,8435	0,5912	1,1189	1,1476	1,4428	1,7469	0,8718	1,1785	

Tabel 145. Omregningsfaktorer til beregning af uheld og personskader i enkelte år i relation til grundmodeller for fra- og tilkørselsramper samt basismodeller for øvrige ramper.

Omregningsfaktorer fra tabel 143 og 145 vil være indlejret i et IT-værktøj, så de beregninger sker automatisk. Der vil ikke kræves yderligere oplysninger hertil udover allerede indtastede værdier for årsdøgntrafik og strækningslængde. Omregningsfaktorer ganges blot på de estimerede uheld og personskader, der er fremkommet ved brug af de relevante grund- og basismodeller (formel 1-4). Ved brug af omregningsfaktorer ændres principielt a-værdier, mens andre estimerede

konstanter (p- og b-værdier) er uændrede. Historisk set er denne fremgangsmåde rimelig, da p-værdier har været forholdsvis uændrede over en lang årrække.

I praksis vil man oftest gerne beregne antallet af uheld og personskader for et fremtidigt år eller en fremtidig periode. Eksempelvis kunne det være for perioden 2020-2024 for en motorvejsstrækning. I et sådant eksempel ville man have en prognose for årsdøgntrafik i perioden 2020-2024. Da p- og b-værdier med rimelighed kan antages at være uændrede også i fremtiden, er det alene a-værdien man skal prognosticere ud i fremtiden. Men der opstilles ikke og opereres ikke med prognosticerede a-værdier i et IT-værktøj, da der ikke er grundlag herfor.

6.3 Sikkerhedsfaktorer

I kapitel 5 er foreslået sikkerhedsfaktorer relateret til forskellige ændringer af vej-udformning, vejudstyr og regulering. En sikkerhedsfaktor beskriver de konsekvenser for trafikikkerheden, som en ændring af det specifikke design af strækninger, som grundmodellen er baseret på, medfører. Sikkerhedsfaktorerne knytter sig til de ændringer af designet og knytter sig til de typer af strækninger, der er beskrevet i tabel 146.

Sikkerhedsfaktor / Type af design	Motorvejsstrækning	Frakørselsflettestrækning	Tilkørselsflettestrækning	Frakørselsrampe	Tilkørselsrampe
Antal gennemgående kørespor	X	X	X		
Bredde af kørespor	X	X	X	X	X
Brug af nødspor til kørespor	X				
Bredde af nødspor	X	X	X		
Bredde af indre kantbane	X	X	X	X	X
Bredde af midterrabat	X	X	X		
Radius på horisontalkurver	X	X	X	X	X
Forekomst af vejbelysning	X	X	X	X	X
Forekomst af tunnel	X	X	X	X	X
Forekomst af sideanlæg	X				
Forekomst af sporbortfald og sportilføjelse	X	X	X		
Design af rampeanlæg				X	X
Forekomst af kurveafmærkning	X	X	X		
Hastighedsbegrænsning	X	X	X		
Rampedosering			X		

Tabel 146. Forslåede sikkerhedsfaktorer for de fem typer af strækninger.

De foreslåede sikkerhedsfaktorer ganges på de estimerede uheld og personskader, der er fremkommet ved brug af grundmodeller (formel 1 og 2) fx:

$$UHT = a \cdot NP \cdot SF_1 \cdot SF_2 \dots SF_{15}$$

Hvor SF er en sikkerhedsfaktor.

Et eksempel: Grundmodellen for personskadeuheld på motorvejsstrækninger er: $UHT = 0,00003113 \cdot N^{0,8504}$. Sikkerhedsfaktoren for forekomst af vejbelysning er 0,95 for personskadeuheld. Hvis der på en 1 km lang motorvejsstrækning, der har et design som strækninger i grundmodellen, er en årsdøgntrafik på 10.000, så ville der ske $0,00003113 \cdot 1 \cdot 10.000^{0,8504} = 0,0785$ personskadeuheld pr. år i perioden 2005-2012. Hvis der var vejbelysning på strækningen ville der i stedet være sket $0,0785 \cdot 0,95 = 0,0746$ personskadeuheld pr. år.

De foreslåede sikkerhedsfaktorer vil være indlejret i et IT-værktøj, så man ved valg af et andet design af en strækning automatisk får beregnet antallet af uheld og personskader for det anderledes design.

For øvrige motorvejsflettestrækninger, sideanlæg og øvrige ramper findes ingen sikkerhedsfaktorer, da designet af disse strækninger ikke er specificeret.

Referencer

- AASHTO (2010): *Highway Safety Manual*. 1st edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.
- Agent, K. R., Stamatiadis, N. og S. Jones (1996): *Development of accident reduction factors*. University of Kentucky, Kentucky Transportation Center, Research report KTC-96-13, USA.
- Bauer, K. M. og D. W. Harwood (1998): *Statistical Models of Accidents on Interchange Ramps and Speed-Change Lanes*. Federal Highway Administration, FHWA-RD-97-106, USA.
- Bauer, K. M., Harwood, D. W., Hughes, W. E. og K. R. Richard (2004): Safety Effects of Narrow Lanes and Shoulder-Use Lanes to Increase Capacity of Urban Freeways. *Transportation Research Record* 1897, pp. 71-80.
- Bonneson, J. A., Geedipally, S., Pratt, M. P. og D. Lord (2012): *Safety Prediction Methodology and Analysis Tool for Freeways and Interchanges*. National Cooperative Highway Research Program, final report project 17-45, USA.
- Bruneau, J. F., Morin, D. og M. Pouliot (2001): Safety of motorway lighting. *Transportation Research Record* 1758, pp. 1-5.
- Caliendo, C. og R. Lamberti (2001): Relationships between accidents and geometric characteristics for four lanes median separated roads. *Road Safety on Three Continents*, Rusland.
- Chen, H., Zhou, H. og P-S. Lin (2012): Selecting Optimal Deceleration Lane Lengths at Freeway Diverge Areas Combining Safety and Operational Effects. *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*, Washington D.C., USA.
- Coleman, R. R. og W. L. Sacks (1967): An Investigation of the Use of Expanded Metal Mesh as an Anti-Glare Screen. *Highway Research Record* 179, pp. 68-73.
- Elvik, R. (2001): Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 33, pp. 327-336.
- Elvik, R. (2009): *The Power Model of the relationship between speed and road safety*. Transportøkonomisk institutt, TØI report 1034/2009, Norge.
- Elvik, R. (2014): *Fart og trafikksikkerhet – Nye modeller*. Transportøkonomisk institutt, TØI report 1296/2014, Norge.

ETSC (2015): *Ranking EU progress on improving motorway safety*. Pin Flash Report 28, European Transport Safety Council, Bruxelles, Belgien.

Fontaine, M. D. (2008): Impact of Truck Lane Restrictions on Four-Lane Freeways in Mountainous Areas. *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington D.C., USA.

Fontaine, M. D., Bhamidipati, C. S. og L. E. Douglad (2009): Safety Impact of Truck Lane Restrictions on Multilane Freeways. *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, Washington D.C., USA.

Golob, T. F., Recker, W. W. og V. M. Alvarez (2004): Safety aspects of freeway weaving sections. *Transportation Research Part A*, vol. 38, pp. 35-51.

Haleem, K., Gan, A. og J. Lu (2013): Using multivariate adaptive regression splines (MARS) to develop crash modification factors for urban freeway interchange influence. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 55, pp. 12-21.

Hauer, E. og J. Bamfo (1997): Two tools for finding what function links the dependent variable to the explanatory variables. *Proceedings of International Cooperation in Theories and Concepts in Traffic Safety (ICTCT) conference*, Lund, Sverige.

Helleman, B. (2006): *Hard Shoulder Running (HSR) in the Netherlands*. AVV Transport Research Centre, FHWA scanning tour 13-14 June, Holland.

Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J. og T. Vaa (2012): *Trafikksikkerhetshåndboken*. 4. utgave. Transportøkonomisk institutt, Norge.

Jurewicz, C., Steinmetz, L., Phillips, C., Cairney, P., Veith, G. og J. McLean (2014): *Improving Roadside Safety, Summary Report*. Austroads, Research report AP-R437-14, Australien.

Khorashadi, A. (1998): *Effect of Ramp Type and Geometry on Accidents*. Federal Highway Administration, FHWA/CA/TE-98/13, USA.

King, G. F. (1989): *Evaluation of safety roadside rest areas*. National Cooperative Highway Research Program, report 324, Transportation Research Board, USA.

Kononov, J., Bailey, B. og B. K. Allery (2008): Relationships Between Safety and Both Congestion and Number of Lanes on Urban Freeways. *Transportation Research Record* 2083, pp. 26-39.

Kononov, J., Reeves, D., Durso, C. og B. K. Allery (2012): Relationship Between Freeway Flow Parameters and Safety and Its Implication for Adding Lanes. *Transportation Research Record* 2279, pp. 118-123.

Kononov, J., Hersey, S., Reeves, D. og B. K. Allery (2012): Relationship Between Freeway Flow Parameters and Safety and Its Implications for Hard Shoulder Running. *Transportation Research Record* 2280, pp. 10-17.

Kuhn, B. (2010): *Efficient use of highway capacity summery*. Federal Highway Administration, FHWA-HOP-10-023, USA.

Le, T. Q. og R. J. Porter (2012): Safety Evaluation of Geometric Design Criteria for Spacing of Entrance-Exit Ramp Sequence and Use of Auxiliary Lanes. *Transportation Research Record* 2309, pp. 12-20.

Lee, J. og F. Mannering (2002): Impact of roadside features on the frequency and serverity of run-off-roadway accidents: an empirical analysis. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 34, pp. 149-161.

Lee, J., Chan, C-Y. og D. R. Ragland (2009): *Quantifying the Performance of Countermeasures for Collision Concentration Related to Ramp/Freeway Mainline Junctions*. University of California, Berkeley, California PATH research report UCB-ITS-PRR-2009-4, USA.

Lemke, K. (2010): Hard Shoulder Running as a Short-Term Measure to Reduce Congestion. *4th International Symposium on Highway Geometric Design*, Valencia, Spanien.

Liu, C. og Z. Wang (2013): Ramp Metering Influence on Freeway Operational Safety near On-ramp Exits. *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 87-94.

McCartt, A. T., Northrup, V. S. og R. A. Retting (2004): Types and Characteristics of ramp-related motor vehicle crashes on urban interstate roadways in Northern Virginia. *Journal of Safety Research*, vol. 35, pp. 107-114.

Montella, A. (2009): Safety Evaluation of Curve Delineation Improvements: An Empirical Bayes Observational Before-After Study. *Transportation Research Board 88th Annual Meeting*, Washington D.C., USA.

NCHRP (1979): *Glare Screen Guidelines*. National Cooperative Highway Research Programme, NCHRP Synthesis 66, USA.

Park, B. J., Fitzpatrick, K. og D. Lord (2010): Evaluating the Effects of Freeway Design Elements on Safety. *Transportation Research Board 89th Annual Meeting*, Washington D.C., USA.

Potts, I. B., Harwood, D. W., Fees, C. A., Bauer, K. M. og C. S. Kinzel (2015): *Further Development of the Safety and Congestion Relationship for Urban Freeways*. Transportation Research Board, SHRP 2 report S2-L07-RR-3, USA.

- Reyner, L. A., Horne, J. A. og D. Flatley (2010): Effectiveness of UK motorway services areas in reducing sleep-related and other collisions. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 42, pp. 1416-1418.
- Unwin, P. A. (2011): Shoulder to Rely On. *ITS International*, vol. 17, no. 2, pp. 39-42.
- Vaa, T., Skaar, B., Hagen, E. B., Sundmark, R., Larsen, L. og B. Brekke (1994): *Utredning af tofargesystemet*. SINTEF Samferdsesteknikk, rapport STF63 A94003, Norge.
- Voigt, A. P. (1996): An evaluation of alternative horizontal curve design approaches on rural two-lane highways. *International Symposium on Highway Geometric Design Practices*, USA.
- Walker, A. E. og R. G. Chapman (1980): *Assessment of anti-dazzle screen on M6*. Transport and Road Research Laboratory, TRRL report 955, Storbritannien.
- Wanvik, P. O. (2007): Injury risk on Dutch roads related to light conditions. Paper 3 in Ph.d. project.
- Zeeger, C. V., Reinfurt, D., Hunter, W. og J. Hummer (1988): Accident effects of sideslopes and other roadside features on two-lane roads. *Transportation Research Record* 1195, pp. 33-47.
- Zeeger, C., Stewart, R., Reinfurt, D., Council, F., Neuman, T., Hamilton, E., Miller, T. og W. Hunter (1990): *Cost-Effective Geometric Improvements for Safety Upgrading of Horizontal Curves*. Federal Highway Administration, FHWA-RD-90-021, USA.

Bilag 1. Basismodeller

I bilaget beskrives de udviklede basismodeller uden års- eller periodefaktorer. For de estimerede konstanter a og p samt spredningsparameteren, k , er angivet signifikansniveau og standardafvigelse. Konstanten a er angivet som $\ln(a)$, hvilket vil sige, at der skal tages eksponentialet af $\ln(a)$ for at få a -værdien. Et 95 procents konfidensinterval kan afrundet beregnes til $\pm 1,96$ x standardafvigelsen. Der er desuden beregnet og angivet en tillempet a -værdi for motorvejsstrækninger. Derudover er tre goodness-of-fit (GOF) statistikker opgjort for modellerne:

Mean Prediction Bias (MPB):

$$MPB = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i)}{n}$$

Mean Absolute Deviation (MAD):

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n \text{abs}(y_i - \mu_i)}{n}$$

Mean Squared Prediction Error (MSPE):

$$MSPE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i)^2}{n}$$

Hvor y_i er den registrerede uheldstæthed (uheld pr. km pr. år) på det i 'te sted, μ_i er den forventede uheldstæthed (uheld pr. km pr. år) på det i 'te sted beregnet ud fra modellen og n er antal strækninger. *abs* betyder, at negative fortegn forsvinder.

MPB angiver, hvor ”skævt” modellen samlet set beregner uheldstætheden, hvor en positiv værdi betyder, at modellen underestimerer uheldstætheden, og negativ værdi er en overestimerende model. Efter MPB værdien er angivet, hvor meget modellen under- eller overestimerer i procent.

MAD viser, hvor meget modellen fejlestimerer i gennemsnit. Det skal pointeres, at fejlestimeringen i høj grad skyldes den tilfældige variation i forekomsten af uheld og personskader.

MSPE viser fejlestimeringen i anden potens. Her får store fejlestimerer en langt større betydning. En høj MSPE kan indikere, at det er relevant at se efter og evt. frasortere ”outliers” blandt observationerne.

Endelig er Elviks index R_k^2 angivet som en fjerde GOF.

B1.1 Motorvejsstrækninger

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Person- og materiel- skadeuheld	Alle uehld
Konstant ln(a)	Estimat	-7,9354	-12,1414	-14,4591	-9,8584	-11,6288
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,6776	0,6148	0,5505	0,4859	0,3948
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,5806	1,0741	1,3863	0,8860	1,1556
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,0700	0,0630	0,0563	0,0500	0,0405
Sprednings- parameter k	Estimat	0,1513	0,2063	0,2888	0,1528	0,1602
	Standardafvigelse	0,0410	0,0339	0,0326	0,0226	0,0175
Tillempet a-værdi		0,00047858	0,00000507	0,00000040	0,00005661	0,00000800
MPB		0,00453	0,01651	0,00590	0,01965	0,02104
Underestimering i pct.		4,9 %	10,2 %	1,6 %	7,7 %	3,4 %
MAD		0,108	0,165	0,281	0,210	0,384
MPSE		0,023	0,091	0,190	0,125	0,374
Forklaringskraft, R_k^2		0,36	0,60	0,68	0,58	0,72

Tabel B1.1. Oplysninger om uheldsbasismodeller for motorvejsstrækninger.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvor- lige skader	Alle personskader
Konstant ln(a)	Estimat	-13,8924	-9,0659	-6,3478	-9,3434	-6,8761
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,3263	0,9446	0,9728	0,8915	0,7486
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,9548	0,6407	0,3979	0,6857	0,5145
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2387	0,0975	0,1009	0,0919	0,0775
Sprednings- parameter k	Estimat	1,7723	0,3791	1,1184	0,3661	0,6549
	Standardafvigelse	0,6623	0,0933	0,1492	0,0812	0,0803
Tillempet a-værdi		0,00000096	0,00014821	0,00265727	0,00010885	0,00144510
MPB		0,00066	0,00024	0,00187	0,00080	0,00226
Underestimering i pct.		7,3 %	0,4 %	2,5 %	1,3 %	1,6 %
MAD		0,019	0,077	0,112	0,086	0,165
MPSE		0,003	0,015	0,038	0,018	0,066
Forklaringskraft, R_k^2		0,19	0,29	0,07	0,30	0,16

Tabel B1.2. Oplysninger om personskadebasismodeller for motorvejsstrækninger.

B1.2 Frakørselsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materielskadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-8,1339	-8,5374	-9,5402	-13,9591	-8,6229	-11,0142
	Signifikansniveau	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,2822	2,0262	1,3449	1,1847	1,2095	0,8780
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,6486	0,6463	0,8336	1,3599	0,7770	1,1137
	Signifikansniveau	0,0055	0,0017	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2337	0,2057	0,1359	0,1194	0,1227	0,0888
Spredningsparameter k	Estimat	3,2167	0,4464	0,1165	0,3200	0,2804	0,2031
	Standardafvigelse	0,6891	0,3332	0,1191	0,0838	0,1123	0,0511
MPB		0,00051	-0,00081	0,00040	0,00792	-0,00063	0,00932
Underestimering i pct.		0,3 %	-0,7 %	0,2 %	1,4 %	-0,2 %	1,0 %
MAD		0,245	0,159	0,258	0,436	0,328	0,563
MPSE		0,145	0,046	0,106	0,521	0,178	0,762
Forklaringskraft, R_k^2		0,10	0,30	0,63	0,65	0,44	0,65

Tabel B1.3. Oplysninger om basismodeller for frakørselsflettestrækninger – modeludtryk 1.

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materielskadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-8,4517	-8,8194	-9,0446	-14,4064	-8,3953	-11,1657
	Signifikansniveau	0,0008	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,5144	2,2081	1,4420	1,2770	1,3091	0,9367
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,6864	0,6659	0,7903	1,3913	0,7562	1,1221
	Signifikansniveau	0,0073	0,0027	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2557	0,2222	0,1447	0,1274	0,1319	0,0939
Konstant b (rampetrafik over mv-trafik)	Estimat	0,2855	0,8992	0,5734	2,0349	0,6699	1,4728
	Signifikansniveau	0,7550	0,2039	0,2419	<0,0001	0,1252	<0,0001
	Standardafvigelse	0,9151	0,7077	0,4900	0,3737	0,4368	0,2889
Spredningsparameter k	Estimat	3,3268	0,3425	0,1433	0,3050	0,2969	0,1867
	Standardafvigelse	0,7750	0,3500	0,1289	0,0866	0,1217	0,0522
MPB		0,00098	-0,00016	0,00172	0,01333	0,00145	0,01606
Underestimering i pct.		0,6 %	-0,2 %	0,6 %	2,3 %	0,4 %	1,7 %
MAD		0,247	0,156	0,269	0,449	0,336	0,571
MPSE		0,152	0,044	0,113	0,566	0,188	0,816
Forklaringskraft, R_k^2		0,11	0,39	0,56	0,67	0,41	0,68

Tabel B1.4. Oplysninger om basismodeller for frakørselsflettestrækninger – modeludtryk 3.

B1.3 Frakørselsramper

Forhold	Emne	Model for ...			
		Materielskadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-7,9080	-7,2422	-6,3948	-6,1872
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	1,7024	1,3883	1,3131	1,0492
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,6591	0,7149	0,5283	0,6367
	Signifikansniveau	0,0025	<0,0001	0,0019	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2179	0,1801	0,1697	0,1363
Spredningsparameter k	Estimat	1,2299	2,1127	0,7422	1,2294
	Standardafvigelse	0,7894	0,5014	0,4414	0,2668
MPB		0,00817	0,01165	0,00917	0,01866
Underestimering i pct.		14,6 %	7,2 %	10,0 %	7,4 %
MAD		0,102	0,245	0,146	0,313
MPSE		0,032	0,147	0,044	0,230
Forklaringskraft, R_k^2		0,36	0,23	0,29	0,24

Tabel B1.5. Oplysninger om uheldsbasismodeller for frakørselsramper.

B1.4 Tilkørselsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-10,2652	-11,3127	-16,0655	-10,3024	-12,9696
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	1,3785	1,0965	0,9639	0,8774	0,6972
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,8094	0,9886	1,5568	0,9264	1,2937
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,1399	0,1113	0,976	0,0891	0,0708
Spredningsparameter k	Estimat	0,0000	0,1547	0,2515	0,0927	0,1418
	Standardafvigelse	0,0080	0,0760	0,0517	0,0486	0,0292
MPB		-0,00085	0,00004	-0,00602	-0,00061	-0,00396
Underestimering i pct.		-0,9 %	0,0 %	-1,3 %	-0,2 %	-0,5 %
MAD		0,097	0,147	0,275	0,180	0,340
MPSE		0,014	0,039	0,147	0,057	0,221
Forklaringskraft, R_k^2		1,00	0,65	0,74	0,72	0,77

Tabel B1.6. Oplysninger om uheldsbasismodeller for tilkørselsflettestrækninger.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle personskader
Konstant ln(a)	Estimat	-16,1607	-9,6487	-7,2870	-10,1574	-7,8917
	Signifikansniveau	0,0019	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	5,2139	2,0690	1,9429	2,0074	1,5501
Konstant p (ÅDT)	Estimat	1,1932	0,6867	0,4811	0,7584	0,6061
	Signifikansniveau	0,0242	0,0012	0,0161	0,0002	0,0001
	Standardafvigelse	0,5292	0,2114	0,1999	0,2052	0,1593
Spredningsparameter k	Estimat	6,3231	1,0797	1,5286	1,3133	1,2355
	Standardafvigelse	3,5679	0,4340	0,3869	0,4133	0,2393
MPB		-0,00026	-0,00078	-0,00048	-0,00078	-0,00102
Underestimering i pct.		-2,3 %	-1,5 %	-0,7 %	-1,3 %	-0,8 %
MAD		0,021	0,075	0,100	0,086	0,148
MPSE		0,003	0,010	0,020	0,014	0,041
Forklaringskraft, R_k^2		0,24	0,21	0,07	0,21	0,13

Tabel B1.7. Oplysninger om personskadebasiemodeller for tilkørselsflettestrækninger.

B1.5 Tilkørselsramper

Forhold	Emne	Model for ...		
		Person- og materiel-skadeuheld	Ekstrauehld	Alle uehld
Konstant ln(a)	Estimat	-12,2411	-11,8336	-11,0303
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,1319	1,7599	1,4113
Konstant p (ÅDT)	Estimat	1,1488	1,1977	1,1419
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2637	0,2211	0,1773
Spredningsparameter k	Estimat	0,7114	1,6511	1,0886
	Standardafvigelse	0,6834	0,5613	0,3441
MPB		-0,00420	-0,00146	-0,00317
Underestimering i pct.		-9,9 %	-1,5 %	-2,3 %
MAD		0,060	0,124	0,153
MPSE		0,011	0,048	0,068
Forklaringskraft, R_k^2		0,74	0,49	0,53

Tabel B1.8. Oplysninger om uheldsbasiemodeller for tilkørselsramper.

B1.6 Øvrige motorvejsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-9,9791	-9,7704	-10,7960	-19,9188	-9,9292	-14,1093
	Signifikansniveau	0,2080	0,1176	0,0165	<0,0001	0,0211	<0,0001
	Standardafvigelse	7,9259	6,2427	4,5014	4,9690	4,3056	3,0669
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,8739	0,8086	1,0078	1,9267	0,9566	1,4307
	Signifikansniveau	0,2531	0,1792	0,0202	<0,0001	0,0212	<0,0001
	Standardafvigelse	0,7647	0,6020	0,4339	0,4773	0,4152	0,2951
Spredningsparameter k	Estimat	1,3998	0,4156	0,3360	0,4674	0,3873	0,1727
	Standardafvigelse	0,5525	0,3881	0,1706	0,1788	0,1591	0,0675
Kalibreret a-værdi		0,00005092	0,00006858	0,00002311	0,000000002	0,00005407	0,00000078
Kalibreret ln(a)-værdi		-9,8852	-9,5876	-10,6754	-19,9223	-9,8251	-14,0596
MPB		0,04037	0,05129	0,09396	-0,00421	0,11206	0,11311
Underestimering i pct.		12,6 %	22,8 %	15,0 %	-0,4 %	13,2 %	6,0 %
MAD		0,475	0,295	0,569	0,761	0,706	1,001
MPSE		0,518	0,233	0,682	1,001	1,166	1,716
Forklaringskraft, R_k^2		0,07	0,24	0,25	0,43	0,21	0,51

Tabel B1.9. Oplysninger om basismodeller for øvrige motorvejsflettestrækninger.

B1.7 Sideanlæg

Forhold	Emne	Model for alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-6,4654
	Signifikansniveau	0,0011
	Standardafvigelse	1,9844
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,8189
	Signifikansniveau	0,0046
	Standardafvigelse	0,2889
Spredningsparameter k	Estimat	0,6456
	Standardafvigelse	0,3284
Kalibreret a-værdi		0,00171362
Kalibreret ln(a)-værdi		-6,3691
MPB		0,04203
Underestimering i pct.		10,8 %
MAD		0,373
MPSE		0,244
Forklaringskraft, R_k^2		0,37

Tabel B1.10. Oplysninger om uheldsbasismodel for sideanlæg.

B1.8 Øvrige ramper

Forhold	Emne	Model for alle uheld Alle ramper	Model for alle uheld med rampetype som faktor
Konstant ln(a)	Estimat	-5,9355	-6,0205
	Signifikansniveau	0,0028	0,0042
	Standardafvigelse	1,9827	2,1012
Konstant p (ÅDT)	Estimat	0,6305	0,6877
	Signifikansniveau	0,0060	0,0052
	Standardafvigelse	0,2294	0,2464
Rampetype b	Dobbeltrettet	-	0,4732
	Forbindelsesrampe	-	1,0000
	Forgrening	-	0,1791
	Parallelspor	-	0,1658
	Sammenløb	-	0,7831
	Veksel	-	0,4399
Spredningsparameter k	Estimat	0,9282	0,6721
	Standardafvigelse	0,3174	0,2500
Kalibreret a-værdi		0,00245096	0,00231272
Kalibreret ln(a)-værdi		-6,0113	-6,0693
MPB		-0,04514	-0,02870
Underestimering i pct.		-6,9 %	-4,4 %
MAD		0,525	0,442
MPSE		0,495	0,447
Forklaringskraft, R_k^2		0,20	0,42

Tabel B1.11. Oplysninger om uheldsbasismodeller for øvrige ramper.

Bilag 2. Faktormodeller

I bilaget beskrives faktormodeller. For konstanter er angivet estimer og standardafvigelse samt om konstanten er statistisk signifikant på 5%-niveau. For spredningsparameteren, k , er angivet standardafvigelse. Der er desuden angivet en tillempt a -værdi for motorvejsstrækninger. Derudover er fire goodness-of-fit (GOF) statistikker opgjort for modellerne.

B2.1 Motorvejsstrækninger

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle personskader
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-13,8924 (2,3263)	-9,0659 (0,9446)	-10,0133 (1,2621)	-9,3434 (0,8915)	-9,3362 (0,9867)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	0,9548 (0,2387)	0,6407 (0,0975)	0,7751 (0,1342)	0,6857 (0,0919)	0,7666 (0,1049)
Politikreds (b ₂)	Nordjylland	-	-	0,7155 (0,2046)	-	0,4408 (0,1586)
	Østjylland	-	-	-0,3705 (0,2745)	-	-0,1482 (0,2039)
	Midtvestjylland	-	-	0,2146 (0,4501)	-	0,3331 (0,3430)
	Sydøstjylland	-	-	-0,1612 (0,2397)	-	-0,1308 (0,1812)
	Fyn	-	-	0,0505 (0,2567)	-	-0,0197 (0,1982)
	Sydsjælland	-	-	0,0088 (0,2361)	-	0,1557 (0,1777)
	Midtvestsjælland	-	-	-0,3516 (0,2781)	-	-0,0391 (0,2069)
	Nordsjælland	-	-	-0,2857 (0,2883)	-	-0,3171 (0,2194)
	Københavns Vestegn	-	-	-0,4685 (0,3000)	-	-0,3473 (0,2228)
	København	-	-	0,2853 (0,4231)	-	0,3571 (0,3153)
Blandet	-	-	-0,6460 (0,3363)	-	-0,2321 (0,2474)	
Sprednings- parameter k	Estimat (standardafvigelse)	1,7723 (0,6623)	0,3791 (0,0933)	0,9171 (0,1355)	0,3661 (0,0812)	0,5976 (0,0765)
Tillempet a-værdi		0,00000096	0,00014821	0,00005236	0,00010885	0,00010366
MPB		0,00066	0,00024	0,00165	0,00080	0,00237
Underestimering i pct.		7,3 %	0,4 %	2,2 %	1,3 %	1,7 %
MAD		0,019	0,077	0,109	0,086	0,162
MPSE		0,003	0,015	0,037	0,018	0,065
Forklaringskraft, R _k ²		0,19	0,29	0,24	0,30	0,23

Tabel B2.1. Diverse oplysninger om personskadefaktormodeller for motorvejsstrækninger. For konstanter er angivet estimatet, i parentes er standardafvigelsen, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for Sydsønderjylland er nul, da den politikreds er basis.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Person-skadeuheld	Materiel-skadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-10,1657 (0,8719)	-11,6668 (0,7290)	-10,6596 (0,6810)	-10,2171 (0,5850)	-9,5192 (0,5887)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	0,8116 (0,0925)	1,1161 (0,0775)	0,9886 (0,0813)	0,9924 (0,0625)	1,0093 (0,0595)
Politikreds (b ₂)	Nordjylland	0,3772 (0,1366)	-0,1023 (0,1112)	-1,2587 (0,1179)	0,0778 (0,0904)	-0,4452 (0,0794)
	Østjylland	-0,2701 (0,1811)	-0,4733 (0,1414)	-0,6709 (0,1269)	-0,4034 (0,1175)	-0,5551 (0,0989)
	Midtvestjylland	0,2782 (0,3401)	-0,5372 (0,3765)	-1,9389 (0,5187)	-0,1604 (0,2558)	-0,7905 (0,2385)
	Sydøstjylland	-0,1244 (0,1528)	-0,2442 (0,1171)	0,0913 (0,1006)	-0,1908 (0,0982)	0,0248 (0,0812)
	Fyn	-0,0793 (0,1691)	-0,1928 (0,1280)	0,1202 (0,1104)	-0,1377 (0,1078)	0,0432 (0,0892)
	Sydsjælland	0,1098 (0,1501)	-0,5133 (0,1301)	-0,0516 (0,1049)	-0,2948 (0,1056)	-0,1240 (0,0852)
	Midtvestsjælland	-0,0763 (0,1745)	-0,5359 (0,1398)	0,0181 (0,1124)	-0,3497 (0,1152)	-0,0670 (0,0921)
	Nordsjælland	-0,2080 (0,2008)	-0,2113 (0,1482)	-0,3224 (0,1278)	-0,2032 (0,1250)	-0,2640 (0,1009)
	Kbh's Vestegn	-0,3742 (0,2099)	-0,1949 (0,1445)	-0,1625 (0,1232)	-0,2196 (0,1229)	-0,1745 (0,0995)
	København	0,5041 (0,2845)	-0,1259 (0,2323)	-0,1278 (0,1982)	0,0750 (0,1872)	-0,0219 (0,1507)
	Blandet	-0,2793 (0,1932)	-0,6547 (0,1528)	-0,1185 (0,1268)	-0,5012 (0,1281)	-0,2383 (0,1061)
	Nødsporsbredde (b ₃)	Bredde i meter	-	-0,2297 (0,0509)	-0,1336 (0,0438)	-0,1875 (0,0423)
Kørespor (b ₄)	2 kørespor	-	-	-	-	-0,1214 (0,0713)
	4 kørespor	-	-	-	-	0,4739 (0,2190)
Kørebanebredde (b ₅)	Bredde i meter	-	-	0,0773 (0,0221)	-	-
Tunnel (b ₆)	Ja-delvist	-	1,2714 (0,2709)	1,1416 (0,3029)	1,0787 (0,2384)	1,0269 (0,2270)
Afstandsmærker (b ₇)	Ja-delvist-efter*	-	-	0,2749 (0,0850)	-	-
Spredningsparameter k	Estimat (standardafvigelse)	0,1108 (0,0379)	0,0907 (0,0255)	0,1353 (0,0214)	0,0774 (0,0173)	0,1064 (0,0139)
Tillempet a-værdi		0,00004383	0,00000791	0,00002366	0,00003673	0,00007296
MPB		0,00426	0,01099	0,01069	0,01402	0,01870
Underestimering i procent		4,6 %	6,8 %	2,9 %	5,5 %	3,0 %
MAD		0,106	0,163	0,256	0,205	0,360
MPSE		0,022	0,073	0,171	0,103	0,327
Forklaringskraft, R _k ²		0,53	0,82	0,85	0,79	0,81

Tabel B2.2. Diverse oplysninger om uheldsfaktormodeller for motorvejsstrækninger. For konstanter er angivet estimatet, i parentes er standardafvigelsen, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estima-ter for Sydsønderjylland, 3 kørespor, ej tunnel og ej afstandsmærke er nul, da de er basis. * Ja-delvist-efter op til 16 km efter afstandsmærker.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle person-skader
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-15,6286 (4,4507)	-9,5864 (1,6833)	-9,5355 (1,6713)	-9,9819 (1,6111)	-8,9426 (1,3148)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	1,1847 (0,4384)	0,6955 (0,1658)	0,8338 (0,1658)	0,7647 (0,1585)	0,7848 (0,1298)
Politikreds (b ₂)	Nordjylland	-1,1269	-0,0440	0,6524	-0,1463	0,4075
	Østjylland	-0,6859	0,1328	-0,4184	0,0386	-0,1602
	Midtvestjylland	0,8199	0,2899	0,1937	0,3855	0,3157
	Sydøstjylland	-0,5453	-0,0342	-0,2053	-0,0979	-0,1144
	Fyn	-0,8467	-0,1544	0,0063	-0,2255	-0,0259
	Sydsjælland	0,4209	0,1630	-0,1635	0,2360	0,1019
	Midtvestsjælland	0,0558	0,1051	-0,3145	0,1194	0,0039
	Nordsjælland	0,0173	-0,4724	-0,4607	-0,3469	-0,3542
	Kbh's Vestegn	-0,0986	-0,3485	-0,7009	-0,3065	-0,4719
	København	0,2609	0,0946	0,1208	0,1722	0,1796
Blandet	-0,0114	0,0144	-0,6990	0,0504	-0,1921	
Nødsporsbredde (b ₃)	Bredde i meter	0,0009 (0,2216)	0,0751 (0,1085)	-0,2010 (0,1013)	0,0647 (0,0993)	-0,0813 (0,0798)
Kørespor (b ₄)	2 kørespor	-0,4723 (0,6950)	-0,1618 (0,3544)	-0,5207 (0,3421)	-0,2627 (0,3205)	-0,3688 (0,2613)
	4 kørespor	-21,9012 (71.223,04)	0,8287 (0,6545)	0,3217 (0,7958)	0,5184 (0,6403)	0,4444 (0,5690)
Køresporsbredde (b ₅)	3,25-3,49 meter	-0,0937 (0,9129)	-0,9781 (0,6454)	-0,5764 (0,5703)	-0,6621 (0,5222)	-0,7090 (0,4403)
	3,50 meter	0,3588 (0,3309)	-0,0537 (0,1357)	0,1534 (0,1510)	0,0054 (0,1287)	0,0771 (0,1142)
	3,51-3,74 meter	-0,8043 (0,8487)	-0,3079 (0,3722)	-0,2991 (0,3611)	-0,4051 (0,3444)	-0,3007 (0,2725)
	3,76-4,25 meter	-0,8041 (0,8316)	-0,1080 (0,3822)	-0,4943 (0,4080)	-0,2516 (0,3539)	-0,3748 (0,3081)
Tunnel (b ₆)	Ja-delvist	-21,4300 (82.872,76)	1,6288 (0,6522)	-0,0318 (0,7946)	1,2307 (0,6191)	0,7209 (0,5713)
Afstandsmærker (b ₇)	Ja-delvist-efter*	-0,1406 (0,4419)	-0,1028 (0,1920)	0,0939 (0,2129)	-0,1202 (0,1833)	-0,0345 (0,1685)
Spredningsparameter k	Estimat (standardafvigelse)	1,1856 (0,5430)	0,3441 (0,0893)	0,8860 (0,1330)	0,3424 (0,0785)	0,5827 (0,0754)
Tillempet a-værdi		0,00000014	0,00008479	0,00008106	0,00005442	0,00015173
MPB		0,00068	0,00100	0,00143	0,00158	0,00265
Underestimering i procent		7,6 %	1,9 %	1,9 %	2,5 %	1,9 %
MAD		0,019	0,074	0,108	0,083	0,160
MPSE		0,003	0,014	0,037	0,017	0,064
Forklaringskraft, R _k ²		0,46	0,35	0,27	0,34	0,25

Tabel B2.3. Diverse oplysninger om personskadefaktormodeller med alle syv faktorer for motorvejsstrækninger. For konstanter er angivet estimatet, i parentes er standardafvigelsen (dog ikke for politikreds), mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for Sydsønderjylland, 3 kørespor, 3,75 meter bredt kørespor, ej tunnel og ej afstandsmærke er nul, da de er basis. * Ja-delvist-efter op til 16 km efter afstandsmærker.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Person-skadeuheld	Materiel-skadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-9,4465 (1,1574)	-11,7057 (0,9802)	-9,1326 (0,8598)	-10,0758 (0,7799)	-8,7219 (0,6405)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	0,7794 (0,1139)	1,1078 (0,0961)	0,9294 (0,0854)	0,9730 (0,0766)	0,9359 (0,0632)
Politikreds (b ₂)	Nordjylland	0,3489	-0,1244	-1,2357	0,0624	-0,4469
	Østjylland	-0,2572	-0,4737	-0,6401	-0,3961	-0,5276
	Midtvestjylland	0,2691	-0,5546	-1,9051	-0,1763	-0,7860
	Sydøstjylland	-0,1178	-0,2711	0,1062	-0,2031	0,0026
	Fyn	-0,0828	-0,2018	0,1163	-0,1397	0,0290
	Sydsjælland	0,0212	-0,5191	-0,0311	-0,3019	-0,1293
	Midtvestsjælland	-0,1110	-0,4432	-0,0362	-0,3021	-0,1134
	Nordsjælland	-0,2615	-0,2455	-0,3772	-0,2231	-0,2987
	Københavns Vestegn	-0,4641	-0,1876	-0,2023	-0,2362	-0,2004
	København	0,3997	-0,0707	-0,0262	0,1132	0,0609
	Blandet	-0,2590	-0,7416	-0,1033	-0,5518	-0,2675
Nødsporsbredde (b ₃)	Bredde i meter	-0,1069 (0,0699)	-0,2304 (0,0518)	-0,1227 (0,0443)	-0,1880 (0,0432)	-0,1511 (0,0345)
Kørespor (b ₄)	2 kørespor	-0,0719 (0,2408)	0,0785 (0,1696)	-0,2982 (0,1400)	0,0262 (0,1435)	-0,1680 (0,1114)
	4 kørespor	0,8531 (0,4925)	0,5643 (0,3426)	0,3936 (0,2720)	0,6395 (0,2912)	0,4802 (0,2232)
Køresporsbredde (b ₅)	3,25-3,49 meter	-0,2512 (0,3863)	0,5156 (0,2318)	-0,0185 (0,2054)	0,3188 (0,2055)	0,1023 (0,1639)
	3,50 meter	-0,0349 (0,0967)	0,0551 (0,0749)	-0,2343 (0,0626)	0,0214 (0,0624)	-0,1316 (0,0501)
	3,51-3,74 meter	-0,1693 (0,2621)	0,0926 (0,1778)	-0,0878 (0,1446)	0,0128 (0,1510)	-0,0354 (0,1148)
	3,76-4,25 meter	0,0085 (0,2587)	-0,1336 (0,1933)	-0,0746 (0,1537)	-0,0776 (0,1625)	-0,0573 (0,1261)
Tunnel (b ₆)	Ja-delvist	0,7171 (0,4538)	0,9795 (0,2932)	1,0522 (0,3125)	0,8930 (0,2586)	0,9354 (0,2351)
Afstandsmærker (b ₇)	Ja-delvist-efter*	0,0645 (0,1266)	0,1477 (0,0986)	0,2856 (0,0845)	0,1102 (0,0838)	0,2012 (0,0699)
Spredningsparameter k	Estimat (standardafvigelse)	0,1010 (0,0370)	0,0775 (0,0245)	0,1290 (0,0208)	0,0700 (0,0168)	0,0975 (0,0135)
Tillempet a-værdi		0,00009201	0,00000765	0,00011350	0,00004288	0,00017038
MPB		0,00360	0,01034	0,00931	0,01346	0,01734
Underestimering i procent		3,9 %	6,4 %	2,5 %	5,3 %	2,8 %
MAD		0,105	0,161	0,256	0,160	0,356
MPSE		0,022	0,072	0,169	0,064	0,326
Forklaringskraft, R _k ²		0,57	0,85	0,86	0,81	0,83

Tabel B2.4. Diverse oplysninger om uheldsfaktormodeller med alle syv faktorer for motorvejsstrækninger. For konstanter er angivet estimatet, i parentes er standardafvigelsen, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimer for Sydsønderjylland, 3 kørespor, ej tunnel og ej afstandsmærke er nul, da de er basis. * Ja-delvist-efter op til 16 km efter afstandsmærker.

B2.2 Frakørselsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskade- uheld	Materielskade- uheld	Ekstra- uheld	Person- og ma- terielskadeuheld	Alle uheld
Konstant	Estimat	-8,7638	-8,1879	-10,2868	-12,7360	-8,8482	-9,7880
ln(a)	(standardafvigelse)	(2,2873)	(2,0058)	(1,3193)	(1,4553)	(1,1944)	(1,1486)
Konstant p	Estimat	0,7011	0,6016	0,8812	1,2041	0,7861	0,8947
(ÅDT)	(standardafvigelse)	(0,2336)	(0,2039)	(0,1329)	(0,1439)	(0,1209)	(0,1125)
Kurve (b ₁)	Anbefalet hastighed	1,2453	0,9625	-	-	0,7651	0,3646
	Kurveafmærkning			2,3323	-		
Frakørsel til (b ₂)	Motorvejskryds	-	-	-0,7616	-	-0,9488	-0,2796
	Sideanlæg	-	-	0,0000	-	0,0000	-0,0905
	Vigepligtskryds	-	-	-	-	-	0,0000
	Rundkørsel	-	-	0,3447	-	0,1261	-0,0507
	Lyskryds	-	-		-		0,2244
	Vej	-	-		-		0,3208
Nødspor (b ₃)	Bredde i meter	-	-	-	-0,2103	-	-0,1124
Politikreds (b ₄)	Nordjylland	-	-	-	-1,3139	-	-0,4182
	Østmidtjylland	-	-	-	-0,7431	-	-0,4283
	Sydøstjylland	-	-	-	-0,1951	-	0,0041
	Fyn	-	-	-	-0,3756	-	0,0513
	Sydsjælland	-	-	-	0,0487	-	0,1307
	Midtvestsjælland	-	-	-	-0,2601	-	0,0542
Hovedstaden	-	-	-	-0,2707	-	-0,0125	
Hastigheds- begrænsning (b ₅)	70 km/t	-	-	-	2,0619	-	2,0605
	80 km/t	-	-	-	3,0760	-	2,6940
	110 km/t	-	-	-	1,1469	-	1,1724
	130 km/t	-	-	-	1,1546	-	1,2139
	Blandet	-	-	-	1,4941	-	1,6498
Sprednings- parameter k	Estimat	2,9091	0,3322	0,0405	0,0569	0,2253	0,0582
	(standardafvigelse)	(0,6396)	(0,3061)	(0,1068)	(0,0573)	(0,1033)	(0,0368)
MPB		-0,00335	-0,00085	-0,00142	0,00434	0,01786	0,00271
Underestimering i pct.		-2,0 %	-0,8 %	-0,6 %	0,8 %	4,9 %	0,3 %
MAD		0,240	0,154	0,249	0,370	0,321	0,484
MPSE		0,145	0,045	0,098	0,274	0,173	0,468
Forklaringskraft, R _k ²		0,19	0,48	0,87	0,94	0,55	0,90

Tabel B2.5. Oplysninger om faktormodeller for frakørselsflettestrækninger af modeltype 1. For konstanter er angivet estimatet, mens der for a, p og k tillige er angivet standardafvigelsen. Konstanter markeret med grå er statistisk signifikante ($p \leq 0,05$). Estimer for 90 km/t hastighedsbegrænsning, politikreds Sydsønderjylland samt ingen anbefalet hastighed / kurveafmærkning er nul, da disse værdier er basis.

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskade- uheld	Materielskade- uheld	Ekstrauheld	Person- og ma- terielskadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-9,4346 (2,4922)	-8,2074 (2,1515)	-9,4255 (1,4164)	-12,5743 (1,6245)	-8,2231 (1,2834)	-11,5030 (1,1723)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	0,7659 (0,2539)	0,5978 (0,2183)	0,8252 (0,1429)	1,1641 (0,1557)	0,7328 (0,1302)	1,0569 (0,1036)
Konstant b (rampetrafik)	Estimat (standardafvigelse)	-	-	-	1,7578 (0,3663)	-	1,4830 (0,3083)
Kurve (b ₁)	Anbefalet hastighed			-	-		
	Kurveafmærkning	1,2953	1,0111			0,6594	0,3535
Frakørsel til (b ₂)	Motorvejskryds	-	-	-	-	-	-0,5500
	Sideanlæg	-	-	-	-	-	-0,7321
	Vigepligtskryds	-	-	-	-	-	0,0000
	Rundkørsel	-	-	-	-	-	-0,1126
	Lyskryds	-	-	-	-	-	0,1668
	Vej	-	-	-	-	-	0,1968
Nødspor (b ₃)	Bredde i meter	-	-	-	-0,2141	-	-0,1296
Politikreds (b ₄)	Nordjylland	-	-	-	-1,1354	-	-
	Østmidtvestjylland	-	-	-	-0,7958	-	-
	Sydøstjylland	-	-	-	-0,0586	-	-
	Fyn	-	-	-	-0,2336	-	-
	Sydsjælland	-	-	-	0,0535	-	-
	Midtvestsjælland	-	-	-	0,0196	-	-
Hastigheds- begrænsning (b ₅)	70 km/t	-	-	-	1,9834	-	2,1946
	80 km/t	-	-	-	2,8436	-	2,5962
	110 km/t	-	-	-	1,1327	-	1,2094
	130 km/t	-	-	-	1,2232	-	1,2767
	Blandet	-	-	-	-21,0076	-	-21,0599
Sprednings- parameter k	Estimat (standardafvigelse)	2,9414 (0,7057)	0,2210 (0,3125)	0,1010 (0,1219)	0,0414 (0,0569)	0,2790 (0,1156)	0,0535 (0,0386)
MPB		-0,00429	-0,00013	0,00084	0,01284	-0,00023	0,00956
Underestimering i pct.		-2,6 %	-0,1 %	0,3 %	2,2 %	-0,1 %	1,0 %
MAD		0,241	0,150	0,263	0,378	0,331	0,493
MPSE		0,153	0,043	0,107	0,285	0,185	0,495
Forklaringskraft, R _k ²		0,21	0,61	0,69	0,96	0,44	0,91

Tabel B2.6. Oplysninger om faktormodeller for frakørselsflettestrækninger af modeltype 3. For konstanter er angivet estimatet, mens der for a, p, b og k tillige er angivet standardafvigelsen. Konstanter i gråt er statistisk signifikante ($p \leq 0,05$). Estimater for 90 km/t hastighedsbegrænsning, politikreds Sydsønderjylland samt ingen anbefalet hastighed / kurveafmærkning er nul, da disse værdier er basis.

B2.3 Frakørselsramper

Forhold	Emne	Model for ...			
		Materielskade- uheld	Ekstrauheld	Person- og ma- terielskadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-8,8768 (1,6928)	-6,3655 (1,4689)	-7,8210 (1,3720)	-6,0020 (1,1158)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	0,6039 (0,2101)	0,4633 (0,1769)	0,4968 (0,1669)	0,4012 (0,1341)
Længde (b ₁)	Ln(strækningsslængde i km)	-0,9017	-0,9533	-0,7904	-0,7401
Politikreds (b ₂)	Fyn	-	0,0412	0,6615	0,3251
	Københavns Vestegn	-	0,4895	-2,0835	-0,1889
	København	-	-0,0379	1,4063	1,1795
	Midtvestsjælland	-	0,2528	-0,2462	-0,0923
	Nordjylland	-	-1,2324	0,0543	-0,4115
	Nordsjælland	-	-0,2985	0,4011	-0,2984
	Østjylland	-	-0,1211	0,7736	0,4291
	Sydøstjylland	-	0,8699	0,4650	0,6430
	Sydsjælland	-	0,7301	0,6347	1,0156
Type af anlæg (b ₃)	Flyover	-	0,3145	-	-
	Kløver	-	-0,0158	-	-
	Ruder	-	-0,9313	-	-
Design af rampeanlæg (b ₄)	Flyover (s-form og v-form)	-	-	-	1,2158
	Kløverblad (270°)	-	-	-	0,7357
	Lige ruder	-	-	-	-0,9480
	S-formet ruder	-	-	-	-0,6529
	S-formet trompet	-	-	-	-0,3467
	U-formet trompet (180°)	-	-	-	0,3740
Anb.hast./kurveafm. (b ₅)	Ja, tavler	0,9176	-	1,2134	-
Trafik på motorvej (b ₆)	ÅDT/10.000	-	-	-	0,4282
Spredningsparameter k	Estimat (standardafvigelse)	0,7918 (0,6245)	0,8629 (0,3182)	0,0000 (0,0014)	0,3893 (0,1506)
MPB		0,00124	0,00400	0,00114	0,00090
Underestimering i pct.		2,2 %	2,5 %	1,2 %	0,4 %
MAD		0,103	0,207	0,125	0,267
MPSE		0,029	0,111	0,092	0,163
Forklaringskraft, R _k ²		0,59	0,68	1,00	0,76

Tabel B2.7. Oplysninger om faktormodeller for frakørselsramper. For konstanter er angivet estimatet, mens der for a, p og k tillige er angivet standardafvigelsen. Konstanter markeret med grå er statistisk signifikante ($p \leq 0,05$). Estimater for politikreds Sydsønderjylland, trompetanlæg, vinkel (45-90°) design af rampeanlæg samt ingen anbefalet hastighed/kurveafmærkning er nul, da de værdier er basis.

B2.4 Tilkørselsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskade- uheld	Materielskade- uheld	Ekstrauheld	Person- og ma- terielskadeuheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-10,2652 (1,3785)	-10,4584 (1,0839)	-12,2972 (1,0773)	-10,0726 (0,8461)	-11,2265 (0,8521)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	0,8094 (0,1399)	1,0079 (0,1070)	1,1830 (0,1139)	0,9454 (0,0861)	1,1268 (0,0902)
Rampelængde (b ₁)	Ln til længde i km	-	0,4501	-	0,3624	-
Variabel tavle (b ₂)	Ja, tavler	-	0,9006	-	0,7423	-
Nødspor (b ₃)	Bredde i meter	-	-0,1970	-	-	-
Politikreds (b ₄)	Blandet	-	-	-0,7413	-	0,1016
	Fyn	-	-	0,3321	-	0,2348
	Kbh's Vestegn	-	-	-0,0903	-	-0,1607
	København	-	-	-0,5591	-	-0,2608
	Midtvestjylland	-	-	-1,4751	-	-0,9409
	Midtvestsjælland	-	-	0,1729	-	-0,0168
	Nordjylland	-	-	-1,4186	-	-0,6275
	Nordsjælland	-	-	-0,5239	-	-0,4991
	Østjylland	-	-	-0,6215	-	-0,4077
	Sydøstjylland	-	-	0,3256	-	0,1796
Sydsjælland	-	-	0,0332	-	-0,0218	
Sprednings- parameter k	Estimat (standardafvigelse)	0,0000 (0,0080)	0,0660 (0,0654)	0,0587 (0,0281)	0,0430 (0,0432)	0,0572 (0,0207)
MPB		-0,00085	-0,00008	-0,00063	-0,00013	-0,00021
Underestimering i pct.		-0,9 %	-0,0 %	-0,1 %	-0,0 %	-0,0 %
MAD		0,097	0,141	0,220	0,170	0,300
MPSE		0,014	0,034	0,098	0,050	0,164
Forklaringskraft, R _k ²		1,00	0,85	0,94	0,87	0,91

Tabel B2.8. Oplysninger om uheldsfaktormodeller for tilkørselsflettestrækninger. For konstanter er angivet estimatet, mens der for a, p og k tillige er angivet standardafvigelsen. Konstanter i gråt er statistisk signifikante ($p \leq 0,05$). Estimer for strækninger uden variable tavler samt politikreds Sydsønderjylland samt ingen anbefalet hastighed / kurveafmærkning er nul, da disse værdier er basis.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Personskader
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-16,1607 (5,2139)	-9,6487 (2,0690)	-7,2870 (1,9429)	-9,8377 (2,0024)	-7,8917 (1,5501)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	1,1932 (0,5292)	0,6867 (0,2114)	0,4811 (0,1999)	0,7905 (0,2049)	0,6061 (0,1593)
Rampelængde (b ₁)	Ln til længde i km	-	-	-	0,5270	-
Spredningsparameter k	Estimat (standardafvigelse)	6,3231 (3,5679)	1,0797 (0,4340)	1,5286 (0,3869)	1,1966 (0,3939)	1,2355 (0,2393)
MPB		-0,00026	-0,00078	-0,00048	-0,00055	-0,00102
Underestimering i pct.		-2,3 %	-1,5 %	-0,7 %	-0,9 %	-0,8 %
MAD		0,021	0,075	0,100	0,085	0,148
MPSE		0,003	0,010	0,020	0,014	0,041
Forklaringskraft, R _k ²		0,24	0,21	0,07	0,28	0,13

Tabel B2.9. Oplysninger om personskedefaktormodeller for tilkørselsflettestrækninger. For konstanter er angivet estimatet, mens der for a, p og k tillige er angivet standardafvigelsen. Konstanter i gråt er statistisk signifikante ($p \leq 0,05$).

B2.5 Tilkørselsramper

Forhold	Emne	Model for ...		
		Person- og materielskadeuheld	Ekstrauheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat (standardafvigelse)	-11,4763 (2,1665)	-10,5152 (1,6622)	-9,7165 (1,3315)
Konstant p (ÅDT)	Estimat (standardafvigelse)	1,1435 (0,2652)	1,0899 (0,2134)	1,0273 (0,1705)
Type af anlæg (b ₁)	Flyover	-	-0,1837	-0,0126
	Kløver	-	1,8198	1,5239
	Ruder	-	-1,0626	-0,9229
Bredde af nødspor (b ₂)	Bredde i meter	-0,3747	-	-
Med/uden sammenløb (b ₅)	Ja, med sammenløb	-	1,4017	1,3839
Spredningsparameter k	Estimat (standardafvigelse)	0,3349 (0,5217)	0,6674 (0,3234)	0,4281 (0,1963)
MPB		-0,00542	-0,00140	-0,00391
Underestimering i pct.		-12,8 %	-1,5 %	-2,9 %
MAD		0,059	0,102	0,126
MPSE		0,011	0,030	0,042
Forklaringskraft, R _k ²		0,88	0,80	0,82

Tabel B2.10. Oplysninger om faktormodeller for tilkørselsramper. For konstanter er angivet estimatet, mens der for a, p og k tillige er angivet standardafvigelsen. Konstanter markeret med grå er statistisk signifikante ($p \leq 0,05$). Estimater for trompetanlæg og uden sammenløb er nul, da de værdier er basis.

Bilag 3. Grundmodeller

I bilaget beskrives grundmodeller. For konstanter og spredningsparameter er der oftest angivet signifikansniveau og standardafvigelse. Der er desuden angivet en kalibreret α -værdier for alle strækninger og tillempede α -værdier for motorvejsstrækninger. Derudover er der tre goodness-of-fit (GOF) statistikker opgjort for modellerne, se evt. bilag 1.

B3.1 Motorvejsstrækninger

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uehld
Konstant a	Estimat a	0,00002745	0,00000576	0,00000901	0,00002044	0,00002339
	Estimat ln(a)	-10,5031	-12,0652	-11,6170	-10,7982	-10,6633
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	1,1565	0,9437	0,8586	0,7630	0,6098
Konstant p	Estimat	0,8504	1,0272	1,1134	0,9609	1,0590
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,1192	0,0972	0,0885	0,0787	0,0629
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,2374 (0,1249)	0,0570 (0,0914)	-0,1084 (0,0768)	-0,0439 (0,0769)	-0,0866 (0,0583)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland, Kbhs Vestegn	0,3262 (0,2453)	0,0216 (0,2131)	-0,5951 (0,1785)	0,1230 (0,1658)	-0,2871 (0,1290)
	Fyn, Sydjylland, Sydsønderjylland	-0,0568 (0,1164)	0,4351 (0,0957)	0,0398 (0,0745)	0,2411 (0,0778)	0,1114 (0,0582)
	Østjylland	-0,1877 (0,1992)	0,0896 (0,1552)	-0,6694 (0,1367)	-0,0395 (0,1286)	-0,4143 (0,1012)
	Nordjylland	0,3654 (0,1382)	0,4088 (0,1204)	-1,2864 (0,1240)	0,3879 (0,0955)	-0,3619 (0,0790)
	Blandet	0,0167 (0,3702)	-0,7489 (0,4671)	-0,9072 (0,3100)	-0,3388 (0,2938)	-0,6824 (0,2240)
Spredningsparameter k	Estimat	0,0874	0,0613	0,1161	0,0579	0,0680
	Standardafvigelse	0,0432	0,0288	0,0253	0,0190	0,0136
Kalibreret a-værdi		0,00003113	0,00000781	0,00000781	0,00002543	0,00002312
Kalibreret ln(a)-værdi		-10,3773	-11,7605	-11,7601	-10,5795	-10,6748
Kalibreret og tillempet a-værdi		0,00003453	0,00000766	0,00000722	0,00002613	0,00002219
MPB		0,00607	0,00381	0,02101	0,00906	0,02689
Underestimering i pct.		6,5 %	2,6 %	6,7 %	3,8 %	4,8 %
MAD		0,097	0,121	0,209	0,158	0,285
MPSE		0,018	0,026	0,115	0,046	0,177

Tabel B3.1. Oplysninger om uheldsgrundmodeller med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning for motorvejsstrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimer for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimer for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskadeuheld Eneuheld	Materielskadeuheld Eneuheld	Ekstrauheld Eneuheld	Person- og materiel-skadeuheld Eneuheld	Alle uheld Eneuheld
Konstant a	Estimat a	0,00004511	0,00014368	0,00058383	0,00018037	0,00058185
	Estimat ln(a)	-10,0064	-8,8479	-7,4459	-8,6205	-7,4493
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	1,4372	1,2305	0,9641	0,9863	0,7336
Konstant p	Estimat	0,7243	0,6383	0,6384	0,6736	0,6777
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,1478	0,1269	0,0994	0,1017	0,0757
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,3302 (0,1676)	-0,0940 (0,1316)	-0,1080 (0,0909)	-0,1879 (0,1079)	-0,1487 (0,0734)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland, Kbhs Vestegn	0,6125 (0,3089)	0,2855 (0,2751)	-0,4615 (0,2083)	0,3980 (0,2137)	-0,1293 (0,1569)
	Fyn, Syddjylland, Sydsønderjylland	-0,0125 (0,1442)	0,2548 (0,1261)	-0,0822 (0,0854)	0,1369 (0,1018)	-0,0201 (0,0704)
	Østjylland	-0,2393 (0,2625)	-0,2552 (0,2287)	-0,7953 (0,1636)	-0,2809 (0,1832)	-0,6229 (0,1301)
	Nordjylland	0,4298 (0,1703)	0,2139 (0,1584)	-1,3879 (0,1428)	0,2713 (0,1247)	-0,5773 (0,0969)
	Blandet	0,1398 (0,4647)	-1,1862 (0,7248)	-1,3074 (0,4118)	-0,4644 (0,4029)	-0,9739 (0,2993)
Spredningsparameter k	Estimat	-	0,0723	0,1208	0,0642	0,0818
	Standardafvigelse	-	0,0496	0,0334	0,0312	0,0199
Kalibreret a-værdi		0,00005697	0,00016289	0,00045229	0,00020847	0,00051203
Kalibreret ln(a)-værdi		-9,7730	-8,7224	-7,7012	-8,4757	-7,5771
Kalibreret og tillempet a-værdi		0,00006896	0,00020930	0,00058112	0,00026140	0,00064020
MPB		0,00557	-0,00148	0,00996	0,00346	0,01206
Underestimering i pct.		11,7 %	-2,1 %	5,3 %	2,9 %	3,9 %
MAD		0,063	0,079	0,148	0,111	0,199
MPSE		0,010	0,013	0,068	0,025	0,102

Tabel B3.2. Oplysninger om ene-uheldsgrundmodeller med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning for motorvejsstrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimater for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskadeuheld Flerpartsuheld	Materielskadeuheld Flerpartsuheld	Ekstrauheld Flerpartsuheld	Person- og materiel- skadeuheld Flerpartsuheld	Alle uheld Flerpartsuheld
Konstant a	Estimat a	0,00000321	0,00000004	0,0000000003	0,000000049	0,000000005
	Estimat ln(a)	-12,6488	-16,9826	-21,8232	-14,5219	-16,8006
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	1,7298	1,4243	1,4755	1,1326	0,9885
Konstant p	Estimat	0,9980	1,4461	2,0535	1,2625	1,5911
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,1784	0,1464	0,1517	0,1167	0,1019
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,1325 (0,1773)	0,1813 (0,1243)	-0,1645 (0,1550)	0,0884 (0,1061)	-0,0288 (0,0874)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland, Kbhs Vestegn	0,0305 (0,3710)	-0,2639 (0,3275)	-0,8085 (0,2928)	-0,1712 (0,2503)	-0,5003 (0,2058)
	Fyn, Syddjylland, Sydsønderjylland	-0,0793 (0,1710)	0,6030 (0,1391)	0,1861 (0,1134)	0,3377 (0,1120)	0,2590 (0,0900)
	Østjylland	-0,1041 (0,2779)	0,3767 (0,2090)	-0,4354 (0,2055)	0,1642 (0,1746)	-0,1495 (0,1492)
	Nordjylland	0,3805 (0,2041)	0,6072 (0,1763)	-1,1997 (0,2146)	0,5222 (0,1386)	-0,0542 (0,1222)
	Blandet	-0,0873 (0,5608)	-0,3274 (0,6082)	-0,2116 (0,4373)	-0,1958 (0,4165)	-0,2747 (0,3239)
Spredningsparameter k	Estimat	0,2440	0,1129	0,2030	0,1174	0,1530
	Standardafvigelse	0,1063	0,0654	0,0489	0,0435	0,0312
Kalibreret a-værdi		0,00000341	0,00000007	0,0000000003	0,000000066	0,000000006
Kalibreret ln(a)-værdi		-12,5884	-16,5040	-21,8008	-14,2252	-16,6605
Kalibreret og tillempet a-værdi		0,00000342	0,00000005	0,0000000002	0,000000055	0,000000004
MPB		0,00108	0,00541	0,0128	0,00603	0,01704
Underestimering i pct.		2,3 %	7,3 %	9,9 %	5,0 %	6,9 %
MAD		0,061	0,086	0,115	0,115	0,180
MPSE		0,009	0,015	0,043	0,025	0,075

Tabel B3.3. Oplysninger om flerpartsuheldsgrundmodeller med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning for motorvejsstrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimater for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dreæbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dreæbte og alvorlige skader	Alle personskader
Konstant a	Estimat a	0,00002862	0,00010797	0,00002112	0,00011418	0,00006992
	Estimat ln(a)	-10,4614	-9,1337	-10,7653	-9,0777	-9,5682
	Signifikansniveau	0,0127	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	4,1967	1,6833	1,7490	1,5891	1,3436
Konstant p	Estimat	0,6537	0,6754	0,8384	0,6906	0,8056
	Signifikansniveau	0,1307	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,4326	0,1737	0,1808	0,1641	0,1388
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,9433 (0,4714)	-0,4597 (0,1801)	-0,2697 (0,1896)	-0,5163 (0,1701)	-0,3752 (0,1428)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland, Kbhs Vestegn	1,5260 (0,6449)	0,2514 (0,3562)	0,4932 (0,3709)	0,4811 (0,3127)	0,3863 (0,2745)
	Fyn, Syddjylland, Sydsønderjylland	-0,6535 (0,3468)	-0,2031 (0,1681)	0,1529 (0,1969)	-0,2776 (0,1556)	-0,1230 (0,1440)
	Østjylland	-0,1853 (0,5874)	0,1311 (0,2617)	-0,1134 (0,3091)	0,0747 (0,2452)	-0,1007 (0,2254)
	Nordjylland	-1,3971 (0,5669)	-0,1930 (0,2100)	0,8794 (0,2223)	-0,3252 (0,1974)	0,3469 (0,1692)
	Blandet	0,3982 (0,8410)	-0,0654 (0,5017)	-0,7104 (0,7239)	0,0170 (0,4462)	-0,2891 (0,4497)
Spredningsparameter k	Estimat	0,6140	0,3493	0,9248	0,3062	0,5498
	Standardafvigelse	0,5264	0,1128	0,1678	0,0953	0,0911
Kalibreret a-værdi		0,00001981	0,00010490	0,00003042	0,00010466	0,00007638
Kalibreret ln(a)-værdi		-10,8293	-9,1625	-10,4004	-9,1648	-9,4797
Kalibreret og tillempet a-værdi		0,00002519	0,00013137	0,00003402	0,00012970	0,00008740
MPB		-0,00051	0,00361	0,00497	0,00302	0,00663
Underestimering i pct.		-6,0 %	6,6 %	6,3 %	4,8 %	4,7 %
MAD		0,014	0,073	0,106	0,079	0,154
MPSE		0,001	0,014	0,037	0,016	0,063

Tabel B3.4. Oplysninger om personskadegrundmodeller med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning for motorvejsstrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimer for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimer for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskade- uheld	Materiel- skadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materielskade- uheld	Alle uheld
Konstant ln(a)	Estimat	-11,0286	-12,1976	-12,3977	-11,0339	-11,0734
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	1,0748	0,8923	0,7027	0,7015	0,5100
Konstant p	Estimat	0,8270	1,0239	1,1792	0,9481	1,0765
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,1089	0,0908	0,0716	0,0713	0,0519
Årsfaktor a ₂₀₀₅	Estimat	2,6677	1,4563	1,0573	1,7859	1,3551
	Signifikansniveau	<0,0001	0,0039	0,5819	<0,0001	<0,0001
Årsfaktor a ₂₀₀₆	Estimat	2,6010	1,3780	1,2797	1,7022	1,4417
	Signifikansniveau	<0,0001	0,0132	0,0096	<0,0001	<0,0001
Årsfaktor a ₂₀₀₇	Estimat	2,5325	1,4853	1,2323	1,7621	1,4444
	Signifikansniveau	<0,0001	0,0017	0,0277	<0,0001	<0,0001
Årsfaktor a ₂₀₀₈	Estimat	2,1193	1,1037	1,0634	1,3731	1,1883
	Signifikansniveau	<0,0001	0,4587	0,5255	0,0039	0,0211
Årsfaktor a ₂₀₀₉	Estimat	2,1270	0,9115	1,0653	1,2355	1,1315
	Signifikansniveau	<0,0001	0,5078	0,5160	0,0605	0,1034
Årsfaktor a ₂₀₁₀	Estimat	1,7658	1,0124	1,3929	1,2109	1,3205
	Signifikansniveau	0,0035	0,9284	0,0004	0,0908	0,0002
Årsfaktor a ₂₀₁₁	Estimat	1,7556	1,0591	0,9539	1,2435	1,0626
	Signifikansniveau	0,0038	0,6694	0,6318	0,0518	0,4253
Hastigheds- grænse (b ₁)	110 km/t	-0,2557 (0,1165)	0,0554 (0,0847)	-0,1506 (0,0613)	-0,0514 (0,0699)	-0,1097 (0,0476)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland, Kbhs Vestegn	0,3784 (0,2300)	0,0227 (0,2035)	-0,5565 (0,1552)	0,1434 (0,1544)	-0,2541 (0,1113)
	Fyn, Sydjylland, Sydsønderjylland	-0,0303 (0,1048)	0,4358 (0,0881)	0,0645 (0,0560)	0,2526 (0,0693)	0,1350 (0,0452)
	Østjylland	-0,1096 (0,1789)	0,1006 (0,1435)	-0,6129 (0,1104)	0,0005 (0,1151)	-0,3620 (0,0823)
	Nordjylland	0,3913 (0,1251)	0,4207 (0,1121)	-1,2530 (0,1071)	0,4073 (0,0858)	-0,3274 (0,0647)
	Blandet	0,0537 (0,8778)	-0,7327 (0,4582)	-0,8630 (0,2796)	-0,3084 (0,2800)	-0,6365 (0,2006)
Sprednings- parameter k	Estimat	0,1042	0,1511	0,1813	0,1368	0,1284
	Standardafvigelse	0,0992	0,0672	0,0350	0,0428	0,0218
Kalibreret ln(a)-værdi		-10,8662	-11,8842	-12,5049	-10,7928	-11,0495
MPB		0,00686	0,00454	0,02434	0,01090	0,03357
Underestimering i pct.		6,9 %	2,9 %	7,3 %	4,3 %	5,7 %
MAD		0,097	0,121	0,208	0,158	0,283
MPSE		0,018	0,026	0,115	0,046	0,178

Tabel B3.5. Diverse oplysninger om uheldsgrundmodeller med årsfaktorer for motorvejsstrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimater for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader	Dræbte og alvorlige skader	Alle person-skader
Konstant ln(a)	Estimat	-11,0246	-9,2339	-11,9413	-9,2082	-10,2392
	Signifikansniveau	0,0078	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	4,1424	1,6864	1,6066	1,5904	1,2518
Konstant p	Estimat	0,5648	0,6309	0,8756	0,6400	0,7991
	Signifikansniveau	0,1764	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,4178	0,1718	0,1633	0,1619	0,1274
Årsfaktor a ₂₀₀₅	Estimat	10,0453	2,4789	2,6786	3,0180	2,9444
	Signifikansniveau	0,0030	0,0008	0,0003	<0,0001	<0,0001
Årsfaktor a ₂₀₀₆	Estimat	3,8259	1,5411	3,9048	1,7073	2,7379
	Signifikansniveau	0,1042	0,1238	<0,0001	0,0448	<0,0001
Årsfaktor a ₂₀₀₇	Estimat	3,0950	2,1704	2,8019	2,2621	2,6174
	Signifikansniveau	0,1783	0,0038	0,0001	0,0015	<0,0001
Årsfaktor a ₂₀₀₈	Estimat	5,0430	1,5944	2,5234	1,8158	2,1986
	Signifikansniveau	0,0426	0,0941	0,0007	0,0232	0,0002
Årsfaktor a ₂₀₀₉	Estimat	3,1576	2,0293	2,2284	2,0989	2,1959
	Signifikansniveau	0,1704	0,0088	0,0036	0,0041	0,0002
Årsfaktor a ₂₀₁₀	Estimat	3,1601	1,6960	2,0021	1,7948	1,9455
	Signifikansniveau	0,1705	0,0575	0,0122	0,0275	0,0017
Årsfaktor a ₂₀₁₁	Estimat	3,6546	1,3907	1,6151	1,5417	1,5273
	Signifikansniveau	0,1158	0,2423	0,0918	0,1054	0,0488
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,9629 (0,4654)	-0,4478 (0,1796)	-0,3275 (0,1747)	-0,5089 (0,1695)	-0,3947 (0,1329)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland, Kbhs Vestegn	1,6022 (0,6300)	0,2511 (0,3544)	0,4681 (0,3429)	0,4859 (0,3106)	0,3915 (0,2552)
	Fyn, Sydjylland, Sydsønderjylland	-0,6092 (0,3351)	-0,2220 (0,1669)	0,1015 (0,1773)	-0,2940 (0,1542)	-0,1580 (0,1320)
	Østjylland	-0,1146 (0,5638)	0,1066 (0,2589)	0,0083 (0,2763)	0,0562 (0,2420)	-0,0661 (0,2055)
	Nordjylland	-1,4392 (0,5607)	-0,2296 (0,2097)	0,8933 (0,1997)	-0,3678 (0,1971)	0,3244 (0,1547)
	Blandet	0,4308 (0,8148)	-0,1216 (0,5023)	-0,7652 (0,6851)	-0,0211 (0,4455)	-0,3191 (0,4161)
Spredningsparameter k	Estimat	2,7124	2,6941	4,4021	2,3269	2,9768
	Standardafvigelse	1,7684	0,4474	0,5202	0,3666	0,2741
Kalibreret ln(a)-værdi		-11,3762	-9,2850	-11,5844	-9,3176	-10,1662
MPB		-0,00055	0,00334	0,00498	0,00262	0,00658
Underestimering i pct.		-6,2 %	5,8 %	6,0 %	3,9 %	4,4 %
MAD		0,014	0,073	0,105	0,079	0,154
MPSE		0,001	0,014	0,037	0,016	0,063

Tabel B3.6. Diverse oplysninger om personskadegrundmodeller med årsfaktorer for motorvejsstrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimater for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

B3.2 Frakørselsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uehld
Konstant a	Estimat a	0,00005962	0,00034402	0,00004880	0,00000286	0,00021196	0,00005030
	Estimat ln(a)	-9,7276	-7,9748	-9,9277	-12,7638	-8,4591	-9,8975
	Signifikansniveau	0,0187	0,0337	0,0015	<0,0001	0,0007	<0,0001
	Standardafvigelse	4,1380	3,7562	3,1354	2,2738	2,5017	1,6827
Konstant p	Estimat	0,7587	0,5491	0,8555	1,2856	0,7365	1,0228
	Signifikansniveau	0,0788	0,1552	0,0078	<0,0001	0,0042	<0,0001
	Standardafvigelse	0,4316	0,3863	0,3218	0,2334	0,2573	0,1730
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	0,1024 (0,4355)	0,0480 (0,8962)	-0,1633 (0,2998)	0,0829 (0,1888)	-0,0920 (0,2444)	0,0016 (0,1501)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland	-0,4815 (1,4643)	-0,1262 (1,2085)	1,2815 (0,6182)	-0,5203 (0,4367)	1,0233 (0,5572)	0,1154 (0,3379)
	Fyn, Sydjylland, Sydsønderjylland	0,3709 (0,6591)	0,3074 (0,5759)	0,0742 (0,8468)	-0,4197 (0,2042)	0,1310 (0,3327)	-0,2419 (0,1771)
	Nordjylland, Østjylland	0,8015 (0,6599)	0,4988 (0,5864)	-0,1258 (0,4132)	-1,2826 (0,2599)	0,0886 (0,3489)	-0,6995 (0,2009)
Spredningsparameter k	Estimat	3,4182	0,4816	0,4976	0,1109	0,4448	0,1188
	Standardafvigelse	1,0990	0,5379	0,3427	0,1142	0,2279	0,0764
Kalibreret a-værdi		0,00009940	0,00048470	0,00005222	0,00000165	0,00024437	0,00003660
Kalibreret ln(a)-værdi		-9,2164	-7,6320	-9,8600	-13,3173	-8,3168	-10,2156
MPB		0,00109	-0,00008	-0,00072	0,00412	-0,00074	0,00429
Underestimering i pct.		0,8 %	-0,1 %	-0,4 %	1,1 %	-0,3 %	0,7 %
MAD		0,219	0,143	0,224	0,306	0,287	0,421
MPSE		0,113	0,040	0,80	0,178	0,130	0,315

Tabel B3.7. Oplysninger om grundmodeller for frakørselsflettestrækninger af *modeltype 1* med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimater for politikreds bortfalder og under-/overestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...					
		Personskader	Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauheld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uheld
Konstant a	Estimat a	0,00016087	0,00363735	0,00002245	0,00000363	0,00027853	0,00005990
	Estimat ln(a)	-8,7349	-5,6165	-10,7042	-12,5252	-8,1860	-9,7229
	Signifikansniveau	0,0653	0,1638	0,0009	<0,0001	0,0021	<0,0001
	Standardafvigelse	4,7388	4,0336	3,2206	2,4928	2,6614	1,8120
Konstant p	Estimat	0,6825	0,3305	0,9605	1,2537	0,7340	1,0095
	Signifikansniveau	0,1668	0,4270	0,0035	<0,0001	0,0072	<0,0001
	Standardafvigelse	0,4936	0,4160	0,3292	0,2545	0,2730	0,1855
Konstant b	Estimat	-1,0563	-0,9548	-0,0261	1,4426	-0,3731	0,6854
	Signifikansniveau	0,5532	0,4725	0,9791	0,0253	0,6614	0,1763
	Standardafvigelse	1,7816	1,3291	0,9944	0,6451	0,8519	0,5068
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	0,4801 (0,5148)	0,3367 (0,3985)	-0,1235 (0,3027)	-0,0105 (0,2194)	0,0302 (0,2598)	0,0001 (0,1667)
Politikreds (b ₂)	Nordsjælland	-0,8555 (0,5664)	-0,4186 (1,1608)	1,1147 (0,5583)	-0,3958 (0,4600)	0,8143 (0,5321)	0,1115 (0,3404)
	Fyn, Sydjylland, Sydsønderjylland	0,0377 (0,7040)	-0,1192 (0,5821)	0,0857 (0,3703)	-0,3858 (0,2281)	0,0160 (0,3330)	-0,2564 (0,1877)
	Nordjylland, Østjylland	0,6690 (0,6896)	0,2937 (0,5738)	-0,0776 (0,3989)	-1,0864 (0,2764)	0,0423 (0,3468)	-0,6039 (0,2092)
Spredningsparameter k	Estimat	3,5426	-	0,2050	0,1426	0,3115	0,1035
	Standardafvigelse	1,2861	-	0,2669	0,1293	0,2115	0,0780
Kalibreret a-værdi		0,00021362	0,00386845	0,00002450	0,00000224	0,00029820	0,00004466
Kalibreret ln(a)-værdi		-8,4513	-5,5549	-10,6167	-13,0085	-8,1177	-10,0165
MPB		-0,00062	-0,00059	-0,00138	0,00558	-0,00166	0,00357
Underestimering i pct.		-0,5 %	-0,7 %	-0,7 %	1,5 %	-0,6 %	0,5 %
MAD		0,204	0,129	0,231	0,315	0,287	0,423
MPSE		0,109	0,032	0,083	0,191	0,129	0,322

Tabel B3.8. Oplysninger om grundmodeller for frakørselsflettestrækninger af **modeltype 3** med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimater for 130 km/t og politikredse Syd- og Midtvestsjælland er nul, da de kategorier er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimater for politikreds bortfalder og under-/overestimering er fjernet.

3.3 Frakørselsramper

Forhold	Emne	Model for ...			
		Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Person- og materiel-skadeuheld	Alle uehld
Konstant a	Estimat a	0,00025506	0,00182277	0,00231117	0,00358858
	Estimat ln(a)	-8,2740	-6,3074	-6,0700	-5,6300
	Signifikansniveau	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,0432	1,6437	1,4961	1,1927
Konstant p	Estimat	0,5008	0,2570	0,3784	0,3195
	Signifikansniveau	0,0593	0,2242	0,0504	0,0398
	Standardafvigelse	0,2656	0,2115	0,1934	0,1554
Strækningslængde (b ₁)	Estimat	-0,9488	-1,3286	-0,3706	-0,9530
	Signifikansniveau	0,0803	0,0047	0,3897	0,0051
	Standardafvigelse	0,5426	0,4701	0,4309	0,3405
Design af rampeanlæg (b ₂)	S-formede ruderramper	0,2448 (0,4339)	0,4378 (0,3550)	0,0618 (0,3391)	0,2768 (0,2632)
	S-formede trompetramper	0,2517 (0,6792)	1,2681 (0,5111)	-0,3185 (0,6351)	0,7161 (0,3932)
	U-formede trompetramper	0,7855 (0,5593)	1,4088 (0,4593)	1,4255 (0,3511)	1,4135 (0,3345)
	SV-formede flyoverramper	1,7549 (0,7412)	1,6883 (0,8667)	1,5348 (0,6431)	1,6385 (0,6395)
	V-formede vinkelramper	0,2828 (0,8030)	-0,0373 (0,7309)	0,2765 (0,6313)	0,0687 (0,5216)
Spredningsparameter k	Estimat	0,2302	1,3377	-	0,6968
	Standardafvigelse	0,6512	0,5212	-	0,2701
Kalibreret a-værdi		0,00025809	0,00179662	0,00235548	0,00359045
Kalibreret ln(a)-værdi		-8,2622	-6,3218	-6,0510	-5,6295
MPB		0,00068	-0,00207	0,00171	0,00012
Underestimering i pct.		1,4 %	-1,7 %	2,1 %	0,1 %
MAD		0,088	0,177	0,121	0,234
MPSE		0,022	0,072	0,032	0,104

Tabel B3.9. Oplysninger om uhelds-grundmodeller med faktorer for strækningslængde og design af rampeanlæg for frakørselsramper. For konstant b₂ er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimer for lige ruderramper er nul, da den kategori er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for lige ruderramper i hele Danmark, da design af rampeanlæg er sat til lige ruderramper og over-/underestimering er fjernet.

3.4 Tilkørselsflettestrækninger

Forhold	Emne	Model for ...				
		Personskade- uheld	Materielskade- uheld	Ekstrauheld	Person- og materielskade- uheld	Alle uheld
Konstant a	Estimat a	0,00003344	0,00000364	0,00000451	0,00001653	0,00003002
	Estimat ln(a)	-10,3057	-12,5242	-12,3086	-11,0101	-10,4137
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,3452	1,8619	1,8779	1,4799	1,4017
Konstant p	Estimat	0,8287	1,1170	1,1800	1,0069	1,0385
	Signifikansniveau	0,0007	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2457	0,1942	0,1996	0,1547	0,1492
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,3350 (0,2560)	-0,1517 (0,1801)	0,1352 (0,1361)	-0,2105 (0,1503)	0,0281 (0,1175)
Politikreds (b ₂)	Blandet	-	-	-0,7021 (1,0321)	-	0,1169 (0,5719)
	Fyn	-	-	0,1017 (0,2468)	-	0,0207 (0,2101)
	Midtvestsjælland	-	-	0,3659 (0,2577)	-	0,2116 (0,2237)
	Nordjylland	-	-	-1,1838 (0,2229)	-	-0,6318 (0,1475)
	Nordsjælland	-	-	-0,5032 (0,3941)	-	-0,5344 (0,3419)
	Østjylland	-	-	-0,7372 (0,2491)	-	-0,4344 (0,1901)
	Sydøstjylland	-	-	0,3743 (0,1904)	-	0,3002 (0,1541)
	Sydsjælland	-	-	0,0947 (0,1872)	-	0,0677 (0,1532)
Spredningsparameter k	Estimat	0,0387	0,0336	0,0514	0,0451	0,0682
	Standardafvigelse	0,1832	0,1036	0,0432	0,0668	0,0343
Kalibreret a-værdi		0,00003354	0,00000363	0,00000423	0,00001653	0,00002861
Kalibreret ln(a)-værdi		-10,3028	-12,5258	-12,3736	-11,0101	-10,4617
MPB		0,00024	-0,00024	0,00095	0,00000	0,00227
Underestimering i pct.		0,3 %	-0,2 %	0,3 %	0,0 %	0,4 %
MAD		0,093	0,124	0,182	0,157	0,264
MPSE		0,013	0,024	0,064	0,039	0,118

Tabel B3.10. Uhelds-grundmodeller med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning for tilkørselsflettestrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimer for 130 km/t og politikreds Sydsønderjylland er nul, da de er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimer for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

Forhold	Emne	Model for ...				
		Ekstrauheld Eneuheld	Ekstrauheld Flerpartsuheld		Alle uheld Eneuheld	Alle uheld Flerpartsuheld
Konstant a	Estimat a	0,00001525	0,00000014		0,00011550	0,00000097
	Estimat ln(a)	-11,0912	-15,7551		-9,0662	-13,8499
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001		<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	2,2297	3,3194		1,7135	2,1636
Konstant p	Estimat	1,0286	1,3732		0,8450	1,3004
	Signifikansniveau	<0,0001	<0,0001		<0,0001	<0,0001
	Standardafvigelse	0,2370	0,3521		0,1824	0,2297
Hastighedsgrænse (b ₁)	110 km/t	-0,0923 (0,1731)	0,3780 (0,2133)		-0,0219 (0,1474)	0,0543 (0,1673)
Politikreds (b ₂)	Blandet	-0,4985 (1,0219)	-21,8123 (86886,94)		-0,1077 (0,7433)	0,4032 (0,7997)
	Fyn	0,2407 (0,2692)	-0,0649 (0,5188)		0,1989 (0,2410)	-0,2537 (0,3418)
	Midtvestsjælland	-0,0085 (0,3147)	1,1709 (0,4363)		0,2951 (0,2589)	0,1061 (0,3388)
	Nordjylland	-1,4138 (0,2646)	-0,6038 (0,4114)		-0,7453 (0,1825)	-0,4839 (0,2265)
	Nordsjælland	-0,4959 (0,4849)	-0,1606 (0,6469)		-0,3483 (0,4055)	-0,7817 (0,5403)
	Østjylland	-0,7214 (0,2915)	-0,4752 (0,4539)		-0,4476 (0,2347)	-0,3924 (0,2840)
	Sydøstjylland	-0,0844 (0,2269)	1,2110 (0,3515)		-0,0048 (0,1923)	0,5968 (0,2269)
	Sydsjælland	0,0818 (0,2061)	0,2236 (0,3851)		0,1520 (0,1783)	-0,0669 (0,2440)
Spredningsparameter k	Estimat	0,0277	0,1247		0,0398	0,1175
	Standardafvigelse	0,0695	0,0968		0,0519	0,0636
Kalibreret a-værdi		0,00001173	0,00000024		0,00010122	0,00000103
Kalibreret ln(a)-værdi		-11,3532	-15,2547		-9,1918	-13,7818
MPB		0,00002	0,00090		0,00040	0,00145
Underestimering i pct.		0,0 %	0,6 %		0,1 %	0,5 %
MAD		0,137	0,108		0,182	0,171
MPSE		0,034	0,028		0,054	0,057

Tabel B3.11. Uhelds-grundmodeller med faktorer for politikreds og hastighedsbegrænsning for tilkørselsflettestrækninger. For konstanter b_i er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimerer for 130 km/t og politikreds Sydsønderjylland er nul, da de er basis. Kalibrerede a-værdier gælder for Danmark, da estimerer for politikreds bortfalder og underestimering er fjernet.

3.5 Tilkørselsramper

Forhold	Emne	Model for ...		
		Person- og materiel- skadeuheld	Ekstrauehld	Alle uehld
Konstant a	Estimat a	0,00009342	0,00035206	0,00016033
	Estimat ln(a)	-9,2784	-7,9517	-8,7383
	Signifikansniveau	0,0007	0,0003	<0,0001
	Standardafvigelse	2,7377	2,2187	1,8768
Konstant p	Estimat	0,7388	0,6347	0,7477
	Signifikansniveau	0,0368	0,0285	0,0018
	Standardafvigelse	0,3538	0,2897	0,2395
Design af rampeanlæg (b ₁)	S-formede ruderramper	-	-	-0,0705 (0,4247)
	S-formede trompetramper	-	-	0,9100 (0,4853)
	U-formede trompetramper	-	-	1,4237 (0,5013)
	SV-formede flyoverramper	-	-	1,6602 (0,6866)
	V-formede vinkelramper	-	-	0,3477 (0,6858)
Sprednings- parameter k	Estimat	0,9083	0,8551	0,5996
	Standardafvigelse	1,3385	0,8517	0,4426
Kalibreret a-værdi		-	-	0,00016186
Kalibreret ln(a)-værdi		-	-	-8,7287
MPB		-0,00219	0,00040	0,00061
Underestimering i pct.		-8,7 %	1,0 %	0,9 %
MAD		0,042	0,070	0,092
MPSE		0,006	0,012	0,018

Tabel B3.12. Oplysninger om uhelds-grundmodeller delvist med faktoren design af rampeanlæg for tilkørselsramper. For konstant b_1 er angivet estimatet og standardafvigelse i parentes, mens en grå markering betyder, at konstanten er statistisk signifikant ($p \leq 0,05$). Estimer for lige ruderramper er nul, da kategorien er basis. For modellen for alle uehld gælder kalibrerede a-værdier for lige ruderramper i Danmark, da design af rampeanlæg er sat til lige ruderramper og over-/underestimering er fjernet.