

Trafiksikkerhed på motorveje

Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og vejledning til IT-værktøj



Søren Underlien Jensen

August 2015

Indhold

Indledning.....	3
Opdeling af motorvejsnettet	4
De fem mest almindelige strækningstyper	4
Øvrige strækningstyper.....	7
Uheldsmodeller	10
Sikkerhedsfaktorer	13
Antal gennemgående kørespor	14
Bredde af kørespor.....	14
Brug af nødspor til kørespor	15
Bredde af nødspor.....	15
Bredde af indre kantbane	16
Bredde af midterrabat	16
Radius på horisontalkurver	16
Forekomst af kurveafmærkning.....	17
Forekomst af vejbelysning.....	18
Forekomst af tunnel, sideanlæg, sporbortfald og sportilføjelse.....	18
Design af rampeanlæg	18
Hastighedsbegrænsning	20
Variable tavler og rampedosering.....	20
Vejledning til IT-værktøj	21
Bilag 1. Uheldsmodeller	24
Bilag 2. Faktorer til uheldsarter og skadesgrader.....	25
Bilag 3. Års- og omregningsfaktorer.....	26

Indledning

Vejdirektoratet har givet Trafitec i opdrag at udvikle operationelle værktøjer, der kan beskrive trafikikkerheden ved alternative vejudformninger og reguleringer i forbindelse med anlæg af nye motorveje og større ombygninger af eksisterende motorveje. Trafitec har udarbejdet rapporten ”*Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for strækninger – motorvejsnettet*”, der meget grundigt og detaljeret beskriver trafikikkerheden på motorveje, herunder hvordan uheld modelleres og hvordan sikkerheden påvirkes af ændringer af vejudformning og regulering.

Nærværende notat er en kort og let læselig udgave af den nævnte rapport samt en vejledning til et udviklet IT-værktøj, der kan beregne antallet af uheld og personskader for motorvejsnet med forskellige vejudformninger og reguleringer.

Notatet beskriver opdelingen af motorvejsnettet i forskellige typer af strækninger. For hver strækningstype er udarbejdet uheldsmodeller, der kan bruges til at beregne antallet af uheld og personskader. De anbefalede uheldsmodeller er præsenteret i notatet. For de fem mest almindelige strækningstyper præsenteres en række sikkerhedsfaktorer, der beskriver, hvordan sikkerheden påvirkes af ændringer i vejudformning og regulering. De fem strækningstyper er motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

De anbefalede uheldsmodeller og sikkerhedsfaktorer indgår i IT-værktøjet, som er tilgængeligt via Vejdirektoratet.dk og Trafitec.dk. Sidst i notatet er en vejledning til IT-værktøjet.

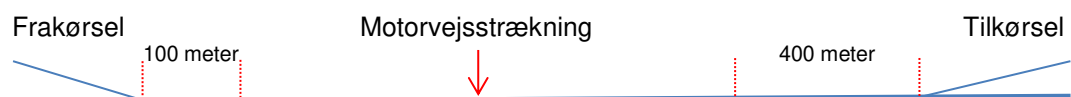
Opdeling af motorvejsnettet

Motorvejsnettet er opdelt i 15 forskellige strækningstyper. Hver strækningstype er i det følgende præsenteret. Samtidig gives kommentarer om, hvordan konkrete strækninger eventuelt opdeles eller tilpasses, så der på bedste vis kan beregnes et retvisende antal uheld og personskader for strækningerne.

De fem mest almindelige strækningstyper

De fem almindeligste strækningstyper er motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper. For disse strækningstyper er der udviklet grundmodeller, der for specifikke vejudformninger og reguleringer af de enkelte strækningstyper beskriver sammenhænge mellem tætheden af uheld og personskader på den ene side og trafikmængden på den anden side. Tillige er der udviklet sikkerhedsfaktorer, der kan bruges til at beregne ændringer i antallet af uheld og personskader, hvis den specifikke vejudformning eller regulering, som grundmodellen er baseret på, ændres.

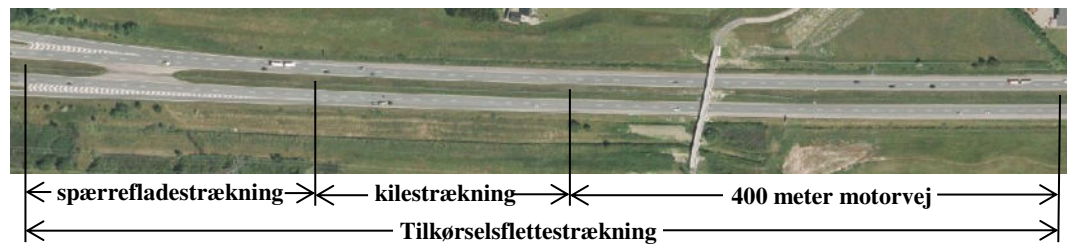
Med motorvejsstrækning menes én side af motorvejen, altså en køreretning. På en motorvejsstrækning er der ikke forgreninger, sammenløb, til- og frakørsler. Der er mindst 400 meter til en kilestrækning ved en tilkørsel, mindst 100 meter til en kilestrækning ved en frakørsel samt mindst 100 meter til en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



En motorvejsstrækning opdeles i delstrækninger, hvis antallet af kørespor øges til 4 eller reduceres til 3. Der bør også ske en opdeling i delstrækninger, hvis kørespor, nødspor, indre kantbane eller midterrabat over et længere stykke antager en anden bredde. En opdeling er unødvendig, hvis kørespor hele tiden har en bredde på 3,5 meter eller derover, eller hvis nødspor hele tiden har en bredde på 3,0 meter eller derover. Strækninger med mere end to horisontalkurver med en radius under 4.000 meter bør også opdeles. Der bør tillige ske en opdeling, hvor vejbelysning påbegyndes eller afsluttes. Hvis hastighedsbegrænsningen ændres fra 130 km/t til en lavere hastighedsbegrænsning eller omvendt, så bør der også ske en opdeling.



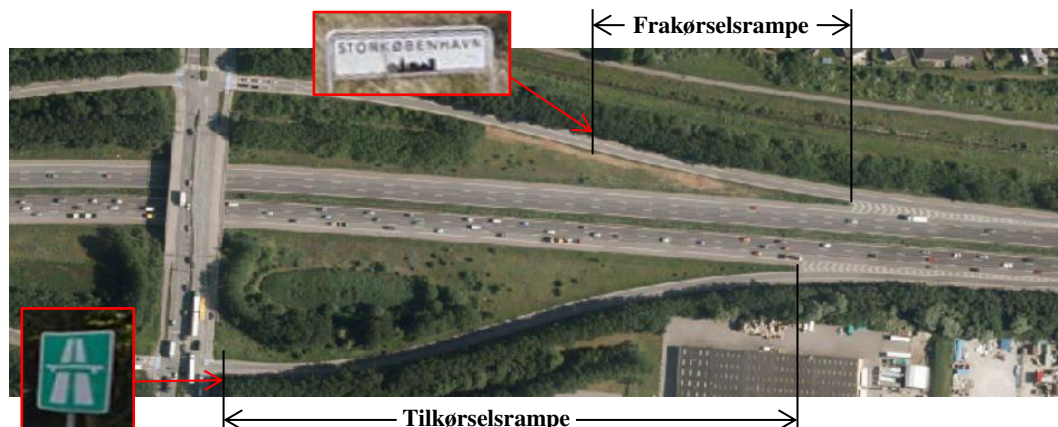
I en frakørselsflettestrækning indgår strækningen med spærreflade, kilestrækning og de 100 meter motorvej før kilestrækningen. Frakørselsflettestrækningen er også kun én side af motorvejen. De 100 meter motorvej før kilestrækningen indgår i frakørselsflettestrækningen, fordi der er en forhøjet uheldstæthed dér set i forhold til motorvejen før dette stykke.



En tilkørselsflettestrækning består af en strækning med spærreflade, kilestrækning og 400 meter motorvej efter kilestrækningen. Tilkørselsflettestrækningen udgør kun den ene side af motorvejen. De 400 meter motorvej efter kilestrækningen indgår i tilkørselsflettestrækningen, fordi der er en forhøjet uheldstæthed dér set i forhold til motorvejen efter dette stykke.

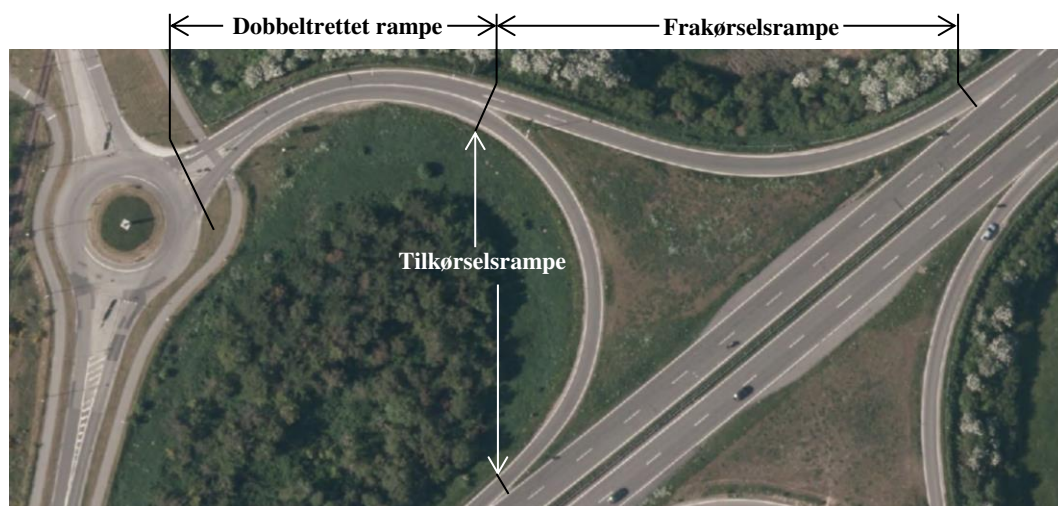
Hvis der er mindre end 500 meter motorvej mellem kilestrækninger i hhv. en frakørsel og en tilkørsel, så reduceres længden af tilkørselsflettestrækningen indtil, der indgår de 100 meter motorvej i frakørselsflettestrækningen.

Frakørselsflettestrækninger og tilkørselsflettestrækninger må ikke opdeles i delstrækninger. Hvis bredden af kørespor, nødspor, indre kantbane eller midterrabat varierer på strækningen, så anvendes den gennemsnitlige bredde. Hvis vejbelysning påbegyndes eller afsluttes på strækningen, så angives strækningen til at have vejbelysning. Hvis hastighedsbegrænsningen ændres fra 130 km/t til en lavere hastighedsbegrænsning eller omvendt, så angives strækningen til at have en 130 km/t hastighedsbegrænsning.



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. På en frakørselsrampe kan der forefindes en forgrening. Hvis de to rampe dele efter forgreningen ikke har samme længde, så anvendes den gennemsnitlige længde ved beregning af uheld og personskader.

En tilkørselsrampe starter ved en motorvejstavle (E42) og slutter ved starten af spærrefladestrækningen på fx tilkørselsflettestrækningen. På en tilkørselsrampe kan der forefindes et sammenløb. Hvis de to rampe dele før sammenløbet ikke har samme længde, så anvendes den gennemsnitlige længde ved beregning af uheld og personskader.



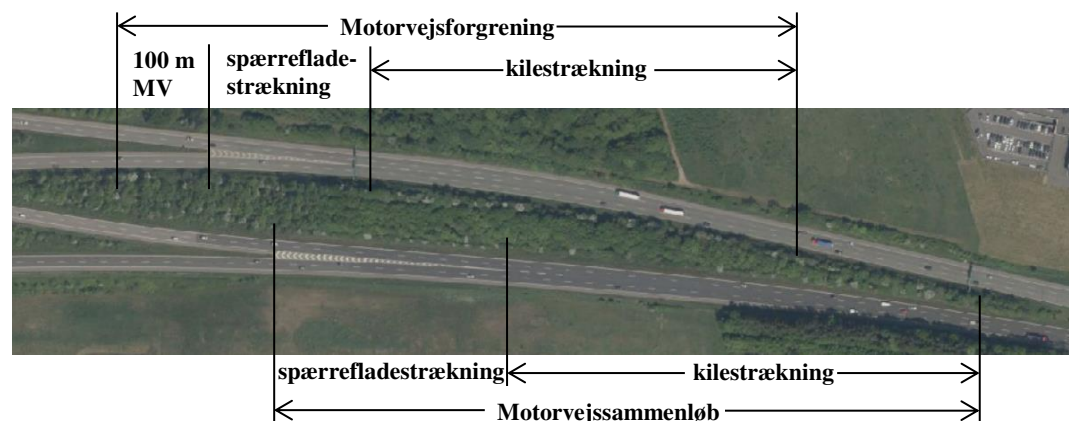
Et specielt tilfælde er, hvor frakørselsrampe og tilkørselsrampe løber sammen og danner en vej med trafik i begge retninger og uden midterrabat. Denne vej kaldes for en dobbeltrettet rampe, hvis den indgår i motorvejsnettet. På en dobbeltrettet rampe betragtes begge retninger af trafikken som del af motorvejsnettet, selvom én retning af trafikken kun delvist eller slet ikke indgår i motorvejsnettet. I dette

specielle tilfælde afsluttes frakørselsrampen og startes tilkørselsrampen ved enden af den dobbelttredede rampe. En dobbelttredet rampe er ikke en af de fem almindeligste strækningstyper, men er en af flere øvrige ramper.

Frakørselsramper og tilkørselsramper må ikke opdeles i delstrækninger. Hvis bredden af kørespor eller indre kantbane varierer på rampen, så anvendes den gennemsnitlige bredde. Hvis vejbelysning påbegyndes eller afsluttes på rampen, så angives rampen til at have belysning. Hvis der findes mere end to horisontalkurver med en radius under 1.000 meter, så er det kun de to kurver med mindste radius, der indgår ved beregning af uheld og personskader.

Øvrige strækningstyper

For de øvrige ti strækningstyper er der udviklet basismodeller, der for varierende udformninger og reguleringer af hver type af strækning beskriver sammenhænge mellem tætheden af uheld og personskader på den ene side og trafikmængden på den anden. For øvrige strækningstyper er der ikke udviklet sikkerhedsfaktorer.



I en motorvejsforgrening deles en motorvej i to motorveje. Motorvejsforgreningen er kun én side af motorvejen(e). I motorvejsforgreningen indgår evt. en kilestrækning, hvor antallet af kørespor øges. Derudover indgår en spærrefladestrækning og de første 100 meter af de to motorveje efter spærrefladen. De to gange 100 meter motorvej efter spærrefladen indgår i motorvejsforgreningen, fordi der er en forholdsvis høj uheldstæthed dér set i forhold til motorvejene efter dette stykke.

I et motorvejssammenløb løber to motorveje sammen til én. Motorvejssammenløbet er kun én side af motorvejen. I motorvejssammenløbet indgår en strækning med spærreflade og evt. en kilestrækning, hvor antallet af kørespor reduceres.



En motorvejsvekselstrækning, se figur ovenfor, er en tilkørselsflettestrækning med sportilføjelse efterfulgt af en frakørselsflettestrækning med sporbortfald. Der er således et ekstra kørespor mellem tilkørsel og frakørsel set i forhold til motorvejen før og efter vekselsestrækningen. Motorvejsvekselstrækningen er kun én side af motorvejen.



Et sideanlæg er oftest en rasteplass med eller uden servicestation. I få tilfælde består sideanlægget af et busstoppested. Sideanlægget er oftest koblet direkte på motorvejen med en frakørselsflettestrækning i den ene ende og en tilkørselsflettestrækning i den anden. I få tilfælde er sideanlægget koblet på fra- og tilkørselsramper med rampeforgrening og rampesammenløb i hver ende af sideanlægget. Sideanlægget længde fastlægges ud fra kilometrerne af tilstødende motorvej.

Ud over førnævnte dobbeltrettede ramper findes fem øvrige ramper. Disse fem øvrige ramper er oftest beliggende i motorvejskryds.



En forbindelsesrampe (røde linjer i ovenstående figur) forbinder en motorvej med en anden motorvej i et motorvejskryds. En forbindelsesrampe må på en del af strækningen have kun ét kørespor – hvis der er to eller flere kørespor på hele strækningen skal den betragtes som en motorvejsstrækning. Et parallelspor (grønne linjer i ovenstående figur) er en rampe med ét kørespor, der forløber parallelt med motorvejen.

I en rampeforgrening (gule linjer i ovenstående figur) deles en rampe i to ramper. Rampeforgreningen består af en kilestrækning og en strækning med spærreflade. I motorvejskryds er rampeforgreninger tit placeret ved frakørselsflettestrækninger. Hvor rampeforgrening og frakørselsflettestrækning overlapper hinanden reduceres længden af rampeforgreningen, så rampeforgreningen først starter ved afslutning af spærrefladen i frakørselsflettestrækningen.

I et rampesammenløb (lilla linjer i ovenstående figur) løber to ramper sammen til én rampe. Rampesammenløb består af en spærrefladestrækning og kilestrækning. I motorvejskryds er rampesammenløb ofte placeret ved tilkørselsflettestrækninger. Hvor rampesammenløb og tilkørselsflettestrækning overlapper hinanden reduceres længden af rampesammenløbet, så det afsluttes ved starten af spærrefladen i tilkørselsflettestrækningen.

En rampevekselstrækning (blå linjer i ovenstående figur) er et rampesammenløb med sportilføjelse efterfulgt af en rampeforgrening med sporbortfald. Der er således et ekstra kørespor mellem sammenløb og forgrening set i forhold til parallelsportet før og efter rampevekselstrækningen.

Uheldsmodeller

Der er opstillet grundmodeller for 5 specifikke vejudformninger og reguleringer af motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper. Grundmodeller kan beregne et forventet antal uheld og personskader for disse varianter. Grundmodeller gælder for strækninger og ramper med følgende vejudformning, vejdstyr og regulering:

Vejudformning, vejdstyr 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.

Grundmodeller for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt tilkørselsramper har følgende funktionsudtryk:

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

hvor UHT er tætheden af uheld eller personskader pr. km pr. år, a og p er estimate-rede 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:

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

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 ($U = a \cdot L \cdot N^p \cdot e^{b_1 \cdot \ln(L)}$).

For motorvejsforgreninger, motorvejssammenløb, motorvejsvekselstrækninger, sideanlæg, dobbeltrettede ramper, forbindelsesramper, parallelspor, rampeforgreninger, rampesammenløb og rampevekselstrækninger 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 den pågældende strækningstype. Basismodellerne beskriver således ikke sikkerheden for specifikke varianter, og udformning og regulering varierer meget for hver strækningstype.

Basismodeller for motorvejsforgreninger, motorvejssammenløb, motorvejsvekselstrækninger og sideanlæg har følgende funktionsudtryk:

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

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år, a og p er estimerede konstanter og N er årsdøgntrafik. Ved at gange L (strækningens længden 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 dobbeltrettede ramper, forbindelsesramper, parallelspor, rampeforgreninger, rampesammenløb og rampevekselstrækninger har følgende funktionsudtryk:

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

hvor UHT er tætheden af uheld pr. km pr. år, 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 ($U = a \cdot b_x \cdot L \cdot N^p$).

I bilag 1 findes de grund- og basismodeller med de estimerede konstanter, som anbefales at bruge. Modellerne er kalibreret til at gælde for hele Danmark. Ved kalibreringen er der taget højde for trafikanters varierende grad af henvendelse til politiet i forbindelse med uheld og politiets varierende registreringspraksis i de enkelte politikredse. Med kalibreringen opnås, at brug af enhedspriser for personrelaterede og materielle omkostninger giver realistiske beregningsresultater af uheldsomkostninger på motorvejene. De benyttede enhedspriser er opgjort i 2012 prisniveau af DTU Transport, og er 18.609.867 kr. pr. dræbt, 3.188.341 kr. pr.

alvorlig skade, 480.261 kr. pr. let skade og 697.929 kr. pr. rapporteret uheld i materielle skader. Med rapporteret uheld menes person- og materielskadeuheld. Ekstrauehald er altså ikke værdisat – og har ikke tilknyttet en enhedspris.

Af bilag 1 kan erfares, at modellernes spredningsparameter er tæt på nul særligt for grundmodeller. Dette er et udtryk for, at omfanget af uforklaret systematisk variation i uheldsføremkomsten er beskeden. Trafikmængden forklarer da også ofte over 80 % af den systematiske variation i grundmodeller. De estimerede konstanter for årsdøgntrafikken er derved tæt på at være ”rene” sammenhænge og kan tit betragtes som kausale årsag-virkningssammenhænge. Grundmodeller forklarer 39-95 % af den systematiske variation i forekomsten af uheld, mens basismodeller kun forklarer 24-43 %. Grundmodeller forklarer kun 26-32 % af den systematiske variation i forekomsten af personskader, hvilket bl.a. skyldes, at variable knyttet til personer og køretøjer fx alder, selebrug og elementart ikke indgår i modellerne.

Kun i få tilfælde kan de anbefalede uheldsmodeller for en strækningstype beregne antal uheld og personskader opdelt på de enkelte uheldsarter og skadesgrader. Ved hjælp af faktorer er det dog muligt at bruge modellerne til at beregne antallet af hhv. personskadeuheld, materielskadeuheld, ekstrauehald, dræbte, alvorlige skader og lette skader. Disse faktorer er beskrevet i bilag 2.

De beregnede antal uheld og personskader pr. år gælder for perioden 1999-2012 for ramper og for årene 2005-2012 for alle andre strækninger, altså motorveje og sideanlæg. Ved hjælp af estimerede års- og omregningsfaktorer er det muligt at omregne antallet af uheld og personskader pr. år fx fra perioden 2005-2012 til et enkelt år fx 2006 eller 2010 eller til en anden årrække fx 2009-2012. Disse års- og omregningsfaktorer er beskrevet i bilag 3.

Grund- og basismodeller samt de nævnte faktorer indgår i IT-værktøjet, der gives en vejledning til senere i nærværende notat. IT-værktøjer kan alene med oplysninger om strækningstype, årsdøgntrafik og strækningsslængde beregne antallet af uheld og personskader fordelt på uheldsarter og skadesgrader for enkelte år eller en flerårig periode.

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 vejudformning og regulering, der findes. De kan også bruges til at beregne forventede antal uheld og personskader for motorvejsnet med alternative vejudformninger og reguleringer i forbindelse med planlægning og projektering af nye motorveje og ombygning af motorveje.

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.

I det følgende er sikkerhedsfaktorerne beskrevet. En sikkerhedsfaktor ganges på resultatet fra en grundmodel og derved ændres det forventede antal af uheld og personskader. Det er samtidig angivet, hvordan der i IT-værktøjet er taget højde for eller kan tages højde for specielle tilfælde i relation til sikkerhedsfaktorer.

Antal gennemgående kørespor

Udenlandske før-efter evalueringer af udvidelser af motorveje fra 2 til 3 kørespor i hver køreretning viser, at sådanne udvidelser ikke påvirker antallet af uheld og personskader nævneværdigt. Ligeså peger udenlandske uheldsmodeller og de danske undersøgelser i rapporten ”Uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer og værktøjer for strækninger – motorvejsnettet” på, at sikkerheden på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger ikke er forskellig, om der er 2 eller 3 kørespor i en køreretning.

Sikkerhedsfaktorer for antal kørespor	Antal kørespor			
	2 kørespor	3 kørespor	4 kørespor	5+ kørespor
Uheld og personskader	1,00	1,00	1,20	1,20

Anvendte sikkerhedsfaktorer for antallet af gennemgående kørespor på motorvejsstrækning, fra og tilkørselsflettestrækning (én side af motorvej).

Udenlandske før-efter evalueringer af udvidelser af motorveje til 5 og 6 kørespor i hver køreretning viser, at sådanne udvidelser øger antallet af uheld og personskader med ca. 10 %. Visse udenlandske og de danske undersøgelser tyder på, at udvidelser fra 3 til 4 kørespor øger antallet af uheld og personskader med 40-50 %, mens andre udenlandske studier tyder på et svagt fald ved udvidelser til 4-5 kørespor. De anvendte sikkerhedsfaktorer for antallet af kørespor er således et rimeligt gennemsnit af undersøgelsesresultater.

Ved meget brede motorveje benyttes nogle gange i udlandet en opdeling med en skillerabat med autoværn mellem fx 2 + 2 kørespor eller 2 + 3 kørespor i samme køreretning. Det er muligt, at dette fjerner eller mindsker den stigning i uheld og personskader, der oftest forekommer ved udvidelser til 4, 5 eller 6 kørespor i en køreretning.

Bredde af kørespor

Udenlandske studier viser, at reduktion af køresporsbredden på motorveje og ramper med 0,25 meter øger antallet af uheld og personskader med hhv. ca. 3 % og ca. 5 %. De danske undersøgelser indeholder for få motorveje og ramper med smalle kørespor til at kunne dokumentere disse sammenhænge, men tyder klart på, at kørespor bredere end 3,5 meter har ca. samme sikkerhed som kørespor på 3,5 meter. Derfor benyttes følgende sikkerhedsfaktorer for køresporsbredde:

Sikkerhedsfaktorer for køresporsbredde	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

Anvendte sikkerhedsfaktorer for køresporsbredde på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

Brug af nødspor til kørespor

En række europæiske før-efter evalueringer viser, at brug af nødspor til kørespor ved høje trafikmængder reducerer antallet af uheld med ca. 20-30 % og antallet af personskader med ca. 40-55 % i de perioder, hvor nødspor fungerer som kørespor. Flere amerikanske studier forklarer, at disse reduktioner kan indtræffe, fordi uheldsfrekvensen stiger markant, når antallet af køretøjer pr. kørespor overstiger ca. 1.250 pr. time. Det vurderes, at kørsel i nødspor på motorvejsstrækninger er en sikkerhedsmæssig gevinst ved høje belastningsgrader på over ca. 1.350-1.400 køretøjer pr. kørespor pr. time, og at den sikkerhedsmæssige gevinst bliver stadig mindre jo flere kørespor motorvejsstrækningen har. Det er uklart om kørsel i nødspor giver en sikkerhedsmæssig gevinst på flettestrækninger.

Sikkerhedsfaktorer for brug af nødspor	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

Anvendte sikkerhedsfaktorer 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.

Bredde af nødspor

Udenlandske før-efter evalueringer viser, at anlæg af brede nødspor resulterer i et fald i personskadeuheld på ca. 19 %, mens faldet i uheld kun med materielle skader er væsentligt større. De danske undersøgelser viser nøjagtigt det samme, og viser samtidigt, at nødspor bredere end 3 meter giver samme sikkerhedsniveau som nødspor på 3,0 meter. De anvendte sikkerhedsfaktorer er udelukkende baseret på de danske undersøgelser.

Sikkerhedsfaktorer for nødsporsbredde	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 ekstrauehld	1,59	1,49	1,39	1,30	1,20	1,10	1,00

Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af nødspor på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Både de danske og udenlandske undersøgelser viser, at bredden af nødspor på ramper også påvirker sikkerheden. Men det har ikke været muligt at estimere grundmodeller for ramper, hvor nødsporsbredden er fastholdt på et vist niveau. Ved udarbejdelse af grundmodeller for fra- og tilkørselsramper var den gennemsnitlige bredde af nødspor ca. 2,4 meter. Ved brug af grundmodeller for disse ramper vil man derfor overestimere antallet af uheld og personskader lidt, hvis nødsporet er bredere end 2,4 meter, mens disse underestimeres, hvis nødsporet er smallere end 2,4 meter.

Bredde af indre kantbane

I Danmark er indre kantbane næsten altid 0,5 meter bred. Danske undersøgelser kan derfor ikke påvise en sammenhæng mellem sikkerheden og bredden af indre kantbane. I udlandet har man fundet, at antallet af uheld og personskader falder med ca. 4 % på motorveje for hver meter den indre kantbane udvides, mens faldet er på ca. 8 % på ramper. Det formodes, at indre kantbaner på 3,0 meter giver samme sikkerhed i Danmark som bredere indre kantbaner. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for indre kantbane på motorveje og ramper:

Sikkerhedsfaktorer for bredde af indre kantbane	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

Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af indre kantbane på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

Bredde af midterrabat

Udenlandske studier tyder på, at antallet af uheld falder med ca. 1 %, når bredden af midterrabatten udvides med 1 meter, mens antallet af personskader kun falder med ca. 0,3 %. De danske undersøgelser tyder på, at antallet af uheld falder med ca. 0,7 %, mens antallet af personskader stiger med ca. 0,2 % for hver meter man gør midterrabatten bredere. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabat:

Sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabat	Bredde af midterrabat (meter)					
	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0	11,0
Materielskadeuheld og ekstrauheld	1,03	1,02	1,01	1,00	0,97	0,94

Anvendte sikkerhedsfaktorer for bredde af midterrabat på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Radius på horisontalkurver

En lang række undersøgelser viser, at antallet af uheld og personskader falder, jo større radius er på en horisontalkurve. Samtidig viser undersøgelser, at kurvatur påvirker uheldsfrekvensen mere på smalle veje end på brede veje (ved samme hastighed), og derfor har kurveradius en mindre betydning på motorveje end på fx landeveje. Der er taget udgangspunkt i en amerikansk model for sikkerhedsfaktorer for kurveradius, der udelukkende er baseret på motorveje, og som harmonerer med andre undersøgelser af kurveradius på motorveje. Modellen angiver, at sikkerhedsfaktoren for horisontale kurver på motorveje er lig med $e^{0,1096 \cdot CD}$, hvor $CD = 1746,5 / \text{kurveradius i meter}$. Denne model er kun gældende for kurver med radius på 300 meter eller mere. Det anslås, at motorveje, der indgår i de danske grundmodeller, har et sikkerhedsniveau, der svarer til en horisontalradius på 4.000

meter, hvorfor den anvendte sikkerhedsfaktor er $e^{0,1096 \cdot CD} / e^{0,1096 \cdot 1746,5/4000}$. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for horisontalkurver på motorveje:

Sikkerhedsfaktorer for horisontalkurver	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

Anvendte sikkerhedsfaktorer for horisontalkurver på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger afhængig af kurveradius.

Kurver på ramper påvirker også sikkerheden. Her viser undersøgelser, at gennemsnitshastigheden på køretøjer ved start af kurven er af stor betydning for, hvor meget kurven påvirker sikkerheden. Igen tages der udgangspunkt i en amerikansk model for sikkerhedsfaktorer for kurveradius, der her alene er baseret på ramper ved motorveje, og som harmonerer med andre undersøgelser af kurver. Der bruges følgende model for sikkerhedsfaktorer for kurver på fra- og tilkørselsramper:

$$\text{Sikkerhedsfaktor} = 1 + a \cdot \frac{1000}{32,2} \cdot \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{ent,i}}{R_i} \right)^2 \cdot P_{c,i} \right]$$

hvor a er en konstant (1,545 for personskadeuheld og 1,961 for materielskadeuheld og ekstrauehld), $V_{ent,i}$ er gennemsnitshastigheden (fod/sekund) ved start af kurven i, R_i er radius (fod) af kurve i og $P_{c,i}$ er kurvelængden / rampelængden. Kun kurver på den del af rampen, der indgår i motorvejsnettet og har en radius på under 1.000 meter må indgå. Kurver på krydshjørner i rampekryds må ikke indgå. Grundmodeller for fra- og tilkørselsramper er baseret på lige ramper i ruderanlæg.

Forekomst af kurveafmærkning

En lang række studier viser, at etablering af kurveafmærkning reducerer antallet af uheld i kurver. Kurveafmærkning kan fx være advarselstavle, tavle med anbefalet hastighed, baggrunds- og pilafmærkning, maling af autoværn og sekventielle blinklys. Studier af kurveafmærkning på motorveje er dog få, men de viser, at kurveafmærkning kun påvirker uheldstallet i skarpe kurver. Der er ikke grundlag for at opstille sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning på ramper. Der opereres med disse sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning på motorveje:

Sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning	Radius 0-300 meter	Radius 301-600 meter	Ej kurveafmærkning
Personskadeuheld og personskader	0,50	0,75	1,00
Materielskadeuheld og ekstrauehld	0,60	0,80	1,00

Anvendte sikkerhedsfaktorer for kurveafmærkning hhv. for kurver med en radius på 0-300 meter og 301-600 meter på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger. I kurveafmærkningen indgår advarselstavle, anbefalet hastighed og pilafmærkning.

Forekomst af vejbelysning

En række undersøgelser viser, at anlæg af vejbelysning på motorveje og ramper medfører fald i uheld og personskader i mørke på mellem 5 og 58 %. De danske undersøgelser viser også, at vejbelysning på motorveje har stor betydning for antallet af uheld og personskader. I de anvendte sikkerhedsfaktorer for vejbelysning er der taget højde for, hvor stor en andel af uheld og personskader på motorveje og ramper i Danmark, der sker i mørke.

Sikkerhedsfaktorer for vejbelysning	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

Anvendte sikkerhedsfaktorer for vejbelysning på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt fra- og tilkørselsramper.

Forekomst af tunnel, sideanlæg, sporbortfald og sportilføjelse

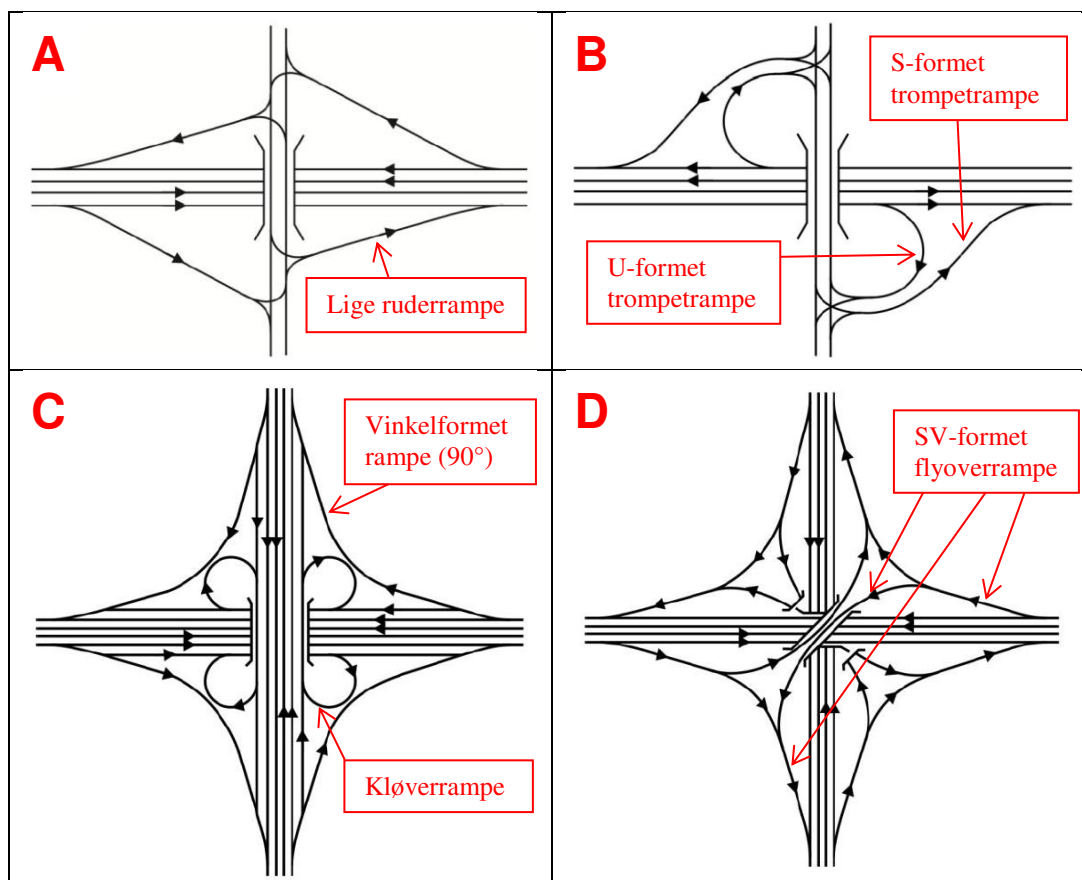
Udenlandske studier viser, at der sker ca. samme antal uheld i tunneler på motorveje set i forhold til sammenlignelige motorveje med dagslys. De danske undersøgelser viser dog, at uheds- og personskadetætheden i tunneler er langt højere end på motorveje i dagslys, men det kan skyldes, at der ikke er taget højde for fx længdeprofil (vertikalkurver og stigninger), højere registreringsgrad af uheld, mv. Der opereres med sikkerhedsfaktorer for motorveje og ramper både i tunnel og i dagslys på 1,00, altså ingen sikkerhedsforskel.

To udenlandske studier tyder på, at antallet af uheld på motorveje efter sideanlæg er lavere end før sideanlæg. De danske undersøgelser viser omvendt, at antallet af uheld på motorveje efter sideanlæg er 5 % højere end før sideanlæg. Der opereres med sikkerhedsfaktorer for motorvejsstrækninger både før og efter sideanlæg på 1,00, altså ingen sikkerhedsforskel.

De danske undersøgelser viser, at motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger med sporbortfald eller sportilføjelser ikke har højere uhedsfrekvens end sammenlignelige strækninger med det samme antal gennemgående kørespor på hele strækningen. Der opereres med sikkerhedsfaktorer for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger med og uden sporbortfald eller sportilføjelser på 1,00, altså ingen sikkerhedsforskel.

Design af rampeanlæg

Ramper ved motorveje kan være udformet på mange forskellige måder. I figuren på næste side er vist nogle af de mest almindelige design af ramper.



Fire typer af toplanskryds. A: Ruderanlæg med rette skråramper (lige ruderramper), B: Trompetanlæg med kurvede skråramper (s-formede trompetramper) og sløjferamper (u-formede trompetramper), C: Kløverbladsanlæg med kløverramper og direkte tangentramper (vinkelformede ramper), og D: Maltserkorsanlæg med direkte og indirekte tangentramper (sv-formede flyoverramper).

Sikkerhedsfaktorer for design af rampeanlæg	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

Anvendte sikkerhedsfaktorer for uheld og peronskader på fra- og tilkørselsramper afhængig af design af rampeanlæg.

Ud fra de danske undersøgelser er der estimeret sikkerhedsfaktorer for design af rampeanlæg for hhv. fra- og tilkørselsramper, se tabellen ovenfor. Disse sikkerhedsfaktorer harmonerer fint med udenlandske studier, og harmonerer også fint med modellen for kurver på ramper, der er vist i et tidligere afsnit. Kløverramper er et typisk design for forbindelsesramper i motorvejskryds, men anvendes sjæl-

dent som design for fra- og tilkørselsramper. Det har ikke været muligt at estimere sikkerhedsfaktorer for de danske kløverramper.

Hastighedsbegrænsning

I de danske undersøgelser er der opgjort signifikante forskelle i uheds- og personskadetætheder på sammenlignelige motorveje med en hastighedsbegrænsning på hhv. 110 og 130 km/t. De danske opgørelser stemmer fint overens med udenlandske studier og modeller om hastighedens betydning for sikkerheden. De danske undersøgelser viser tillige, at hastighedsbegrænsningen på motorvejen ikke påvirker sikkerheden på ramper. Det har ikke været muligt at estimere pålidelige sikkerhedsfaktorer for motorveje med hastighedsbegrænsninger under 110 km/t. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning:

Sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning	Personskadeuheld	Materiel-skadeuheld	Ekstra-uheld	Dræbte og alvorlige 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

Anvendte sikkerhedsfaktorer for hastighedsbegrænsning på motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger.

Variable tavler og rampedosering

Variable tavler er anvendt til mange formål på motorveje rundt om i verden. Der bruges fx variable tavler, når nødspor omdannes til kørespor i myldretiden. Der er også fundet sikkerhedseffekter af variable tavler til varsling af kø og tåge samt effekter af variable hastighedstavler til brug for fx hastighedsharmonisering. Men de fundne sikkerhedseffekter af variable tavler er meget varierende, hvilket måske skyldes stor variation i tæthed af tavle, visninger på tavler samt de algoritmer, som anvendes til at styre visningerne. Det anbefales derfor at forhåndsvurdere de sikkerhedsmæssige konsekvenser af konkrete projekter med variable tavler, og på den måde estimere sikkerhedsfaktorer herfor. Grundmodeller for motorveje og ramper er baseret på strækninger uden variable tavler.

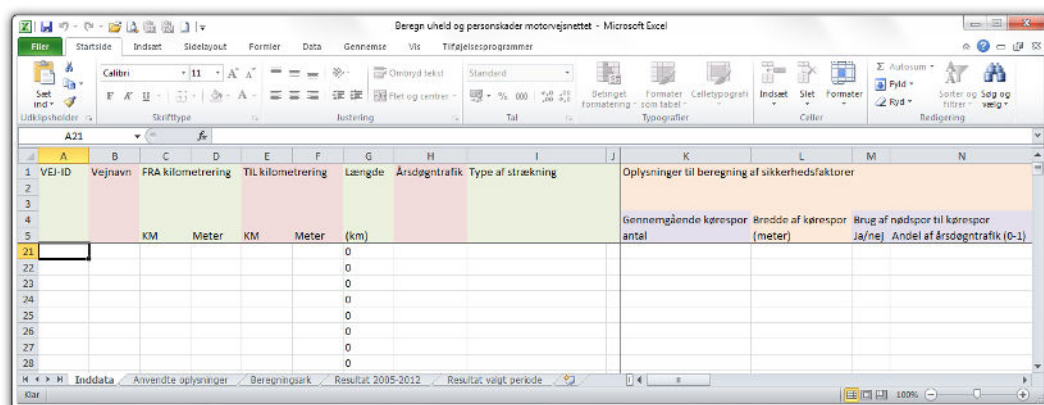
Undersøgelser viser, at rampedoseringer ved tilkørsler til motorvej giver et fald i antallet af uheld på tilkørselsflettestrækninger. Disse fald sker alene i de tidsrum, at rampedoseringen er aktiv. Der er ikke fundet undersøgelser, der kan dokumentere den optimale placering af rampedoseringens signalanlæg og stoplinje. Der opereres med følgende sikkerhedsfaktor for rampedosering:

Sikkerhedsfaktor for rampedosering	Tilkørselsflettestrækninger
Uheld og personskader	0,65

Anvendt sikkerhedsfaktor for rampedosering etableret på tilkørselsrampe, hvor sikkerhedsfaktor gælder for den efterfølgende tilkørselsflettestrækning i de tidsrum, hvor rampedoseringen er aktiv.

Vejledning til IT-værktøj

IT-værktøjet er et EXCEL-regneark, hvori uheldsmodeller, sikkerhedsfaktorer, års- og omregningsfaktorer samt faktorer til beregning af uheldsarter og skadesgrader er indbygget.



IT-værktøjet kan beregne antallet af uheld og personskader på strækninger på et motorvejsnet ved, at man indtaster data om strækningens længde, årsdøgntrafik og type. Disse data indtastes i arket ”Inddata”. I det ark kan også indtastes oplysninger om VEJ-ID og vejnavn. Strækningens længde beregnes, hvis man indtaster oplysninger om FRA og TIL kilometrering, men man kan også indtaste længden i kolonne G ”Længde” i km, hvor 0-værdien blot overskrives. En gennemsnitlig årsdøgntrafik indtastes for det eller de år, som der ønskes en beregning af uheld og personskader for. **Husk at det er årsdøgntrafikken for strækningen, altså kun den ene side af motorvejen – en køreretning.** Type af strækning vælges via rullemenuen med 15 forskellige strækningstyper.

I arket ”Inddata” kan der også indtastes oplysninger, der anvendes til beregning af sikkerhedsfaktorer. I tabellen på næste side er angivet de indtastede værdier, som accepteres af IT-værktøjet. Der skal knyttes kommentarer til flere oplysninger, der anvendes til beregning af sikkerhedsfaktorer:

- **Brug af nødspor:** Der skal angives den andel af årsdøgntrafikken, hvor brug af nødspor er aktiv, og hvor trafikmængden samtidig er over 1.350 køretøjer pr. kørespor pr. time, når den samlede trafik i kørselsretningen fordeles på de permanente kørespor.
- **Horisontalkurver på motorvej og ramper:** Hvis der indtastes kurvelængder, der er længere end strækningslængden, vil IT-værktøjet automatisk reducere kurvelængden til strækningslængden. Hvis der ikke indtastes oplysninger om gennemsnitshastigheden ved start af kurven på ramper, vil IT-værktøjet automatisk indsætte hastigheder, der er almindelige på ramper. Disse automatisk

indsatte hastigheder kan dog være væsentligt forskellige fra de gennemsnits-hastigheder, der reelt køres med eller vil blive kørt med på rampen. Hvis der indtastes oplysninger om kurver på ramper, så bruges ikke sikkerhedsfaktorer i relation til eventuelle valgte design af rampeanlæg.

- **Kurveafmærkning:** Der vil kun ske en påvirkning af sikkerhedsfaktoren for kurveafmærkning, hvis der er indtastet én eller to horisontalkurver på motorvejsstrækning, til- eller frakørselsflettestrækning med en radius på maksimalt 600 meter. Kurveafmærkningen vil kun indvirke på uheld i kurven, hvilket der er taget højde for i beregningen af sikkerhedsfaktoren.
- **Hastighedsbegrænsning:** Hvis en strækning har eller skal have en hastighedsbegrænsning, der er lavere end 110 km/t, så anbefales at vælge 110 km/t i den indbyggede rullemenu.
- **Rampedosering:** Der skal angives den andel af årsdøgntrafikken på tilkørselsflettestrækning, hvor rampedoseringen er aktiv.

Kolonne	Accepterede værdier
Gennemgående kørespor – antal	0,5 < antal < 21
Bredde af kørespor – (meter)	1,5 < bredde < 11
Brug af nødspor til kørespor – Ja/nej	Rullemenu (Ja, Nej)
Brug af nødspor til kørespor – Andel af årsdøgntrafik	$0 \leq \text{andel} \leq 1$
Bredde af nødspor – (meter)	$0 \leq \text{bredde} < 11$
Bredde af indre kantbane – (meter)	$0 \leq \text{bredde} < 11$
Bredde af midterrabat – (meter)	$0 \leq \text{bredde} < 101$
Horisontalkurver på motorvej – Radius – (meter)	$10 < \text{radius} < 4.000$
Horisontalkurver på motorvej – Kurvelængde – (meter)	$0 < \text{kurvelængde} \leq \text{strækningsslængde}$
Vejbelysning – Ja/nej	Rullemenu (Ja, Nej)
Design af rampeanlæg	Rullemenu (flere valgmuligheder)
Horisontalkurve på rampe – Radius – (meter)	$10 < \text{radius} < 1.000$
Horisontalkurve på rampe – Kurvelængde – (meter)	$0 < \text{kurvelængde} \leq \text{strækningsslængde}$
Horisontalkurve på rampe – Gns. hastighed ved start af kurve – (km/t)	$4 < \text{hastighed} < 200$
Kurveafmærkning – Ja/nej	Rullemenu (Ja, Nej)
Hastighedsbegrænsning – (km/t)	Rullemenu (110, 130)
Rampedosering – Ja/nej	Rullemenu (Ja, Nej)
Rampedosering – Andel af årsdøgntrafik	$0 \leq \text{andel} \leq 1$

I arket ”Anvendte oplysninger” kan ses de oplysninger, som IT-værktøjet bruger ved beregning af uheld og personskader. Hvis der ikke er angivet oplysninger, der anvendes til beregning af sikkerhedsfaktorer, så angiver IT-værktøjet automatisk den vejudformning og regulering, som de relevante grundmodeller er baseret på. Hvis der er angivet en strækningstype, hvor basismodeller anvendes til beregning af uheld og personskader, så er oplysninger til beregning af sikkerhedsfaktorer

altid irrelevante. Indtastes der oplysninger om øvrige motorvejsstrækninger, sideanlæg eller øvrige ramper anvendes de ikke til beregning af sikkerhedsfaktorer. I arket "Beregningsark" kan de beregnede sikkerhedsfaktorer, som IT-værktøjet benytter erfares. I dette ark anvendes en række forkortelser, hvor PSK står for personskader, P-uheld er personskadeuheld, M-uheld er materielskadeuheld og E-uheld er ekstrauheld. Yderst til højre i arket findes resultaterne af beregninger af antallet af uheld og personskader, når de relevante grundmodeller eller basismodeller anvendes. Man kan altså her se antallet af uheld og personskader pr. år i perioden 1999-2012 eller 2005-2012, når sikkerhedsfaktorer ikke er anvendt i beregningerne.

1	VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde	Årsdgntrafik	Type af strækning	Sikkerhedsfaktorer					
2													
3													
4													
5			KM	Meter	KM	Meter (km)							
6	Nye vej	M45	1	769	5	3,576	67000	Motorvejsstrækning	1,20	1,02	0,93	0,96	1,00
7						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
13						0			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

I arket "Resultat 2005-2012" er angivet de beregnede antal uheld og personskader pr. år, hvor sikkerhedsfaktorer er anvendt. I dette ark er også angivet den beregnede uheldsomkostning.

Det er ikke muligt at indtaste oplysninger i de tre ark "Anvendte oplysninger", "Beregningsark" og "Resultat 2005-2012".

I arket "Resultat valgt periode" kan man vælge det år, som perioden man ønsker at beregne uheld og personskader for, skal starte i. Valget af år foretages i rullemenuen i første række kolonne M. Dette ark giver så det beregnede antal uheld og personskader pr. år for den ønskede periode, hvor sikkerhedsfaktorer er anvendt. Dette ark angiver også den beregnede uheldsomkostning.

1	VEJ-ID	Vejnavn	FRA kilometrer	TIL kilometrer	Længde	Årsdgntrafik	Type af strækning	Forventede uheld og personskader pr. år						Uheldsomkostning			
2																	
3																	
4																	
5			KM	Meter	KM	Meter (km)											
6	Nye vej	M45	1	769	5	3,576	67000	Motorvejsstrækning	1,2443	3,1766	13,7103	18,1312	0,1024	0,6633	0,9591	1,7248	7.507.047
7						0											
8						0											

Bilag 1. Uheldsmodeller

Grundmodeller for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger og fra- og tilkørselsramper er beskrevet i tabel 1.1. Ligeså er basismodeller for øvrige motorvejsflettestrækninger, sideanlæg og øvrige ramper. Øvrige motorvejsflettestrækninger er motorvejsforgreninger, motorvejs-sammenløb og motorvejsvekselstrækninger.

Type af strækning	Type af uheld eller personskade	Estimerede konstanter			Spredningsparameter
		a	p	b eller b ₁	
Motorvejsstrækning	Personskadeuheld	0,00003113	0,8504		0,0874
	Materielskadeuheld, eneuheld	0,0001629	0,6383		0,0723
	Materielskadeuheld, flerpartsuheld	0,00000006798	1,4461		0,1129
	Ekstrauheld, eneuheld	0,0004523	0,6384		0,1208
	Ekstrauheld, flerpartsuheld	0,000000003404	2,0535		0,2030
	Dræbte og alvorlige skader	0,0001047	0,6906		0,3062
	Lette skader	0,00003042	0,8384		0,9248
Frakørselsflettestrækning	Person- og materielskadeuheld	0,0002444	0,7365		0,4448
	Ekstrauheld	0,000001646	1,2856		0,1109
Tilkørselsflettestrækning	Personskadeuheld	0,00003354	0,8287		0,0387
	Materielskadeuheld	0,000003632	1,1170		0,0336
	Ekstrauheld	0,000004229	1,1800		0,0514
Øvrig motorvejsflettestrækning	Personskadeuheld	0,00006858	0,8086		0,4156
	Materielskadeuheld	0,00002311	1,0078		0,3360
	Ekstrauheld	0,00000002228	1,9267		0,4674
Sideanlæg	Alle uheld	0,001556	0,8189		0,6456
Frakørselsramper	Alle uheld	0,003590	0,3195	-0,9530	0,6968
Tilkørselsramper	Alle uheld	0,0001619	0,7477		0,5996
Øvrige ramper ... Dobbeltrettet rampe Forbindelsesrampe Rampeforgrening Parallelspor Rampesammenløb Rampevekselstrækning	Alle uheld	0,002313	0,6877	0,4732 1,0000 0,1791 0,1658 0,7831 0,4399	0,6721

Tabel 1.1. Anbefalede grund- og basismodeller til beregning af antallet af uheld og personskader på motorvejsnettet. Modeller for ramper beregner antallet af uheld pr. km pr. år i perioden 1999-2012, mens andre modeller beregner antallet for årene 2005-2012.

Bilag 2. Faktorer til uheldsarter og skadesgrader

Kun i få tilfælde kan de anbefalede uheldsmodeller for én strækningstype i bilag 1 beregne antallet af uheld og personskader opdelt på de enkelte uheldsarter og skadesgrader. Eksempelvis er der for tilkørselsflettestrækninger en model for personskadeuheld. Resultatet af denne model anvendes til at beregne antallet af hhv. dræbte, alvorlige og lette skader ved at benytte faktorer, der fx angiver antallet af dræbte pr. estimeret personskadeuheld. Disse faktorer er beskrevet i tabel 2.1. Ved brug af disse faktorer antages, at p-værdien er det samme for de beregnede uheldsarter og skadesgrader. Andre uheldsmodeller peger tydeligt i retning af, at denne antagelse er rimelig.

Øvrige motorvejsflettestrækninger er motorvejsforgreninger, motorvejsammenløb og motorvejsvekselstrækninger. Øvrige ramper er dobbeltrettede ramper, forbindelsesramper, parallelspor, rampeforgreninger, rampesammenløb og rampevekselstrækninger.

Type af strækning	Model for ...	Faktor for antal pr. uheld/personskade fra model					
		Personskadeuheld	Materielskadeuheld	Ekstrauehld	Dræbte	Alvorlige skader	Lette skader
Motorvejsstrækning	Dræbte og alvorlige skader				0,1338	0,8662	
Frakørselsflettestrækning	Person- og materielskadeuheld	0,3407	0,6593		0,0296	0,1852	0,3111
Tilkørselsflettestrækning	Personskadeuheld				0,1019	0,6111	0,8333
Øvrig motorvejsflettestrækning	Personskadeuheld				0,0476	0,7381	0,6429
Sideanlæg	Alle uheld	0,1429	0,5143	0,3429	0,0000	0,0857	0,0571
Frakørselsramper	Alle uheld	0,1611	0,2416	0,5973	0,0067	0,0940	0,0738
Tilkørselsramper	Alle uheld	0,0755	0,3019	0,6226	0,0000	0,0566	0,0377
Øvrige ramper	Alle uheld	0,2500	0,2568	0,4932	0,0405	0,1554	0,1351

Tabel 2.1. Faktorer til beregning af antallet af uheld og personskader opdelt på uheldsarter og skadesgrader i relation til uheldsmodeller i bilag 1.

Bilag 3. Års- og omregningsfaktorer

Der er udarbejdet basismodeller med årsfaktorer for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger, motorvejsforgreninger, motorvejsssammenløb, motorvejsvekselstrækninger og sideanlæg. Modellerne er baseret på 9.909 uheld og 2.081 personskader. Der kan ikke estimeres en pålidelig model for dræbte. Ud fra disse basismodeller er der opstillet omregningsfaktorer i tabel 3.1, der sammen med grund- og basismodeller kan anvendes til at beregne antallet af uheld og personskader i enkelte år. Omregningsfaktoren ganges blot på resultatet fra grund- eller basismodel.

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 3.1. Omregningsfaktorer til beregning af uheld og personskader i enkelte år i relation til grundmodeller for motorvejsstrækninger, fra- og tilkørselsflettestrækninger samt basismodeller for motorvejsforgreninger, motorvejsssammenløb, motorvejsvekselstrækninger og sideanlæg.

Der er udarbejdet basismodeller med årsfaktorer for alle ramper. Modellerne er baseret på 527 uheld. Modeller for personskader og de enkelte skadesgrader er problematiske og ikke vist. Ud fra disse basismodeller er der opstillet omregningsfaktorer i tabel 3.2, der sammen med grund- og basismodeller kan anvendes til at beregne antallet af uheld og personskader i enkelte år. Omregningsfaktoren ganges blot på resultatet fra grund- eller basismodel. Det anbefales at anvende omregningsfaktorer for personskadeuheld til omregning af dræbte, alvorlige og lette skader fra perioden 1999-2012 til de enkelte år.

Type af uheld	Omregningsfaktorer til beregning af uheld i enkelte år							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Personskadeuheld	0,6632	0,4801	1,0790	1,1941	0,9245	0,3100	0,6047	0,8819
Materielskadeuheld	1,0388	0,7692	1,1689	1,0516	0,9502	0,5345	0,6297	0,9235
Ekstrauheld	0,8435	0,5912	1,1189	1,1476	1,4428	1,7469	0,8718	1,1785

Tabel 3.2. Omregningsfaktorer til beregning af uheld i enkelte år i relation til grundmodeller for fra- og tilkørselsramper samt basismodeller for øvrige ramper.

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.